

2. Определение объемов пустот, которое может оставаться незаложенным неограниченно долгое время по всему шахтному полю, возможно после проведения соответствующих научно-исследовательских работ.

*Список использованных источников*

1. Исследование и разработки в области геодезии и разработки полезных ископаемых (исследование проявлений горного давления во время отработки урановых месторождений). Отчет/НИГРИ ГВУЗ «КНУ», г. Кривой Рог, 2012. – 114 с.

2. Инструкции по обоснованию безопасных и устойчивых параметров очистных блоков на шахтах ГП «ВостГОК». – Желтые Воды: ГП «УкрНИПИИ протехнологии». – 2013. – 78 с.

Рукопись поступила 16.04.2016

УДК 622.25.012.2

*Е.П. Чистяков, канд. техн. наук, зав. лабораторией  
Научно-исследовательский горнорудный институт ГВУЗ «КНУ»*

***ОПЫТ МОНИТОРИНГА УСТОЙЧИВОСТИ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ  
ЦЕЛИКОВ ПОД ВЫСОКОНАПОРНЫМИ ВОДОНОСНЫМИ  
ГОРИЗОНТАМИ***

*Приведен пример комплексного мониторинга горнотехнической, геомеханической и гидрогеологической ситуации, сложившейся на Южно-Белозерском месторождении при подработке предохранительного целика под высоконапорным водоносным горизонтом. Мониторингу состояния предохранительных целиков предшествует анализ сложившейся на конкретный период горнотехнической, геомеханической и гидрогеологической ситуации. Оценка производится комплексным методом, включающим аналитические, лабораторные и шахтные исследования. Объем и геометрия выработанного пространства ежемесячно заносятся на планы и разрезы. Гидрогеологической службой комбината регистрируются интенсивность водопроявлений по площадям и расход воды по водозаборным и дренажным скважинам. За период наблюдений выявлено два противоположных эффекта, вызванных водопроявлениями – это суффозии и кольятация. Суффозии – химико-механический вынос минералов, кольятация – отложение минералов, протекающих по трещинам растворов и их “залечивание”. В перечень маркшейдерских документов входят: план подработанных в этаже 301 – 330 метров площадей, вертикальные проекции выработанных пространств в лежачем и висячем боках, соответственно приведенные на рисунках 2, 3 и 4; планы и разрезы фактических контуров очистных камер и степень их заполнения твердеющей закладкой. Условием обеспечения безопасности подработки*

*предохранительного целика принято недопущение развития зоны трещин над подработанным пространством его нижней границы.*

*Ключевые слова: устойчивость, выработанное пространство, камера, целик, закладка, мониторинг, геомеханика, гидрогеология, суффозия, кольматация, порядок отработки, водопристок, маркшейдерский контроль, удароопасность, безопасность.*

*Наведено приклад комплексного моніторингу гірничо-технічної, геомеханічної і гідрогеологічної ситуації, що склалася на Південно-Білозерському родовищі при підпрацюванні запобіжного цілика під високо напірним водоносним горизонтом. Моніторингу стану запобіжних ціликів передуює аналіз гірничо-технічної, геомеханічної і гідрогеологічної ситуації, що склалася на конкретний період. Оцінка проводиться комплексним методом, що включає аналітичні, лабораторні та шахтні дослідження. Об'єм і геометрія виробленого простору щомісяця заносяться на плани і розрізи. Гідрогеологічною службою реєструються інтенсивність водопроявів по площах і витрата води по водозабірних та дренажних свердловинах. За період спостережень виявлено два протилежних ефекти, викликаних водопроявленнями – це суффозія і кольматація. Суффозія - хіміко - механічне винесення мінералів, кольматація – відкладення мінералів, що протікають по тріщинах розчинів і їх “заліковування”. До переліку маркшейдерських документів входять: план підпрацьованих в поперсі 30 -330 метрів площ, вертикальні проєкції вироблених просторів в лежачому і висячому боках, відповідно наведені на малюнках 2, 3 і 4; плани і розрізи фактичних контурів очисних камер і ступінь їх заповнення твердіючою закладкою. Умовою забезпечення безпеки підпрацювання запобіжного цілика прийнято недопущення розвитку зони тріщин над підпрацьованим простором його нижньої межі.*

*Ключові слова: стійкість, вироблений простір, камера, цілик, закладка, моніторинг, геомеханіка, гідрогеологія, суффозія, кольматація, порядок відпрацювання, водопристок, маркшейдерський контроль, ударонебезпечність, безпека.*

*Added example of an integrated monitoring of mine-technical, geomechanical and hydrogeological situation in the South-Belozersky deposit at undermining protective pillar under high pressure water-bearing horizon. Monitoring the status of safety pillars precedes the analysis of mine-technical, geomechanical and hydrogeological situation, that arised on concrete period. Estimation carried out a complex method that includes analytical, laboratory and mine researches. The volume and geometry of the worked-out space recorded on plans and sections. Hydrogeological service recorded the intensity of water seepage through the squares and water consumption on water intake and drainage wells. During the observation period revealed two opposite effects caused by water seepage - a suffusion and colmatation. Suffusion - chemical and mechanical removal of minerals, colmatation - precipitation of minerals that occur along fissures and solutions, their 'healing'. The list of mine-surveying documents includes: plan of areas, undermined in the floor of 301 - 330 meters, the vertical projection of the worked-out areas in the footwall and hanging wall of the sides, respectively, shown in Figures 2, 3 and 4; plans and sections of the actual contours of treatment chambers and the degree of filling of a hardening bookmark. The condition of security undermining safety pillar made preventing the development of cracks zone over undermining space its lower border.*

*Keywords: steadiness, worked-out space, camera, pillar, laying, monitoring, geomechanics, hydrogeology, suffusion, colmatation, order of , water-inflow, mine-survey control, danger of rock blow, safety.*

### **Проблема и ее связь с научными и практическими заданиями.**

Отработка крутопадающих рудных залежей связана с подработкой водоносных горизонтов, разделённых водоупорными пропластками. Каждое последовательное их разрушение обуславливает водопроявление непосредственно в выработанное пространство в зависимости от ряда гидрогеологических факторов. Прежде всего, это напор воды, коэффициент фильтрации, дебит водопритока. Подработка высоко-напорных горизонтов чревата серьезными нарушениями, вплоть до аварий.

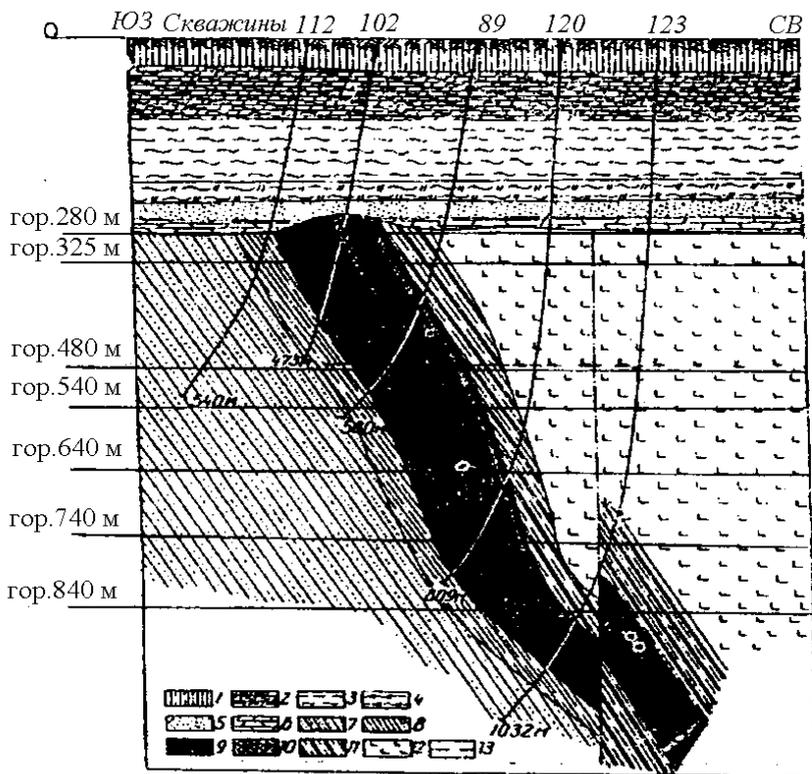
Программа исследований должна включать:

- анализ сложившейся на каждый конкретный период горнотехнической, геомеханической и гидрогеологической ситуации;
- оценку комплексным методом, включающим аналитические, лабораторные и шахтные исследования.

На рис. 1 приведен представительный вертикальный разрез мощной крутопадающей залежи Южно-Белозерского месторождения, разрабатываемой под высоконапорным водоносным горизонтом. Напор вод непосредственно в рудокристаллической толще до начала подработки целика в этаже 301–330 метра под подрабатываемым целиком составлял 280 м вод. ст. Производительность Запорожского ЖРК 4,500 мл.т в год. На 01.01. 2015 г. текущий объём пустот составил 1493,2 тыс.м<sup>3</sup> , из них 59,5 тыс. м<sup>3</sup> – неактивные пустоты. Мониторинг состояния предохранительных целиков производится с 2005 года. Объём и геометрия выработанного пространства ежемесячно заносятся на планы и разрезы. Гидрогеологической службой регистрируются интенсивность водопроявлений по площадям и расход воды по водозаборным и дренажным скважинам. За период наблюдений выявлено два противоположных эффекта, вызванных водопроявлениями – это суффозии и кольматация. Суффозии – химико-механический вынос минералов, кольматация – отложение минералов, протекающих по трещинам растворов и их “залечивание”.

Мониторинг ведётся согласно методическим рекомендациям НИГРИ ГВУЗ «КНУ» при научно-техническом обеспечении и непосредственном сопровождении всех этапов ведения очистных работ под подрабатываемым предохранительным целиком. На основании анализа маркшейдерской документации, данных гидрогеологической службы комбината и по результатам обследования выработок НИГРИ ежеквартально выдает заключение о состоянии предохранительного целика.

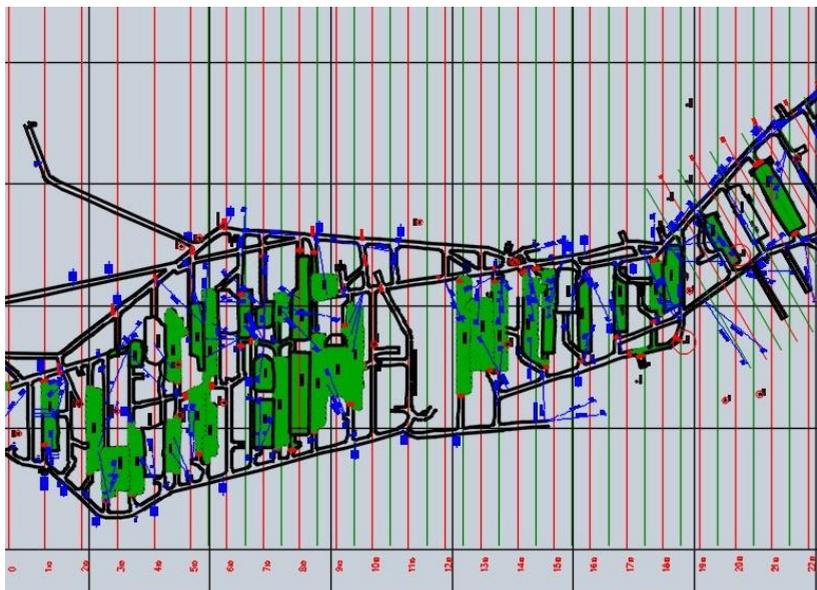
В перечень маркшейдерских документов входят: план подработанных в этаже 301-330 метров площадей, вертикальные проекции



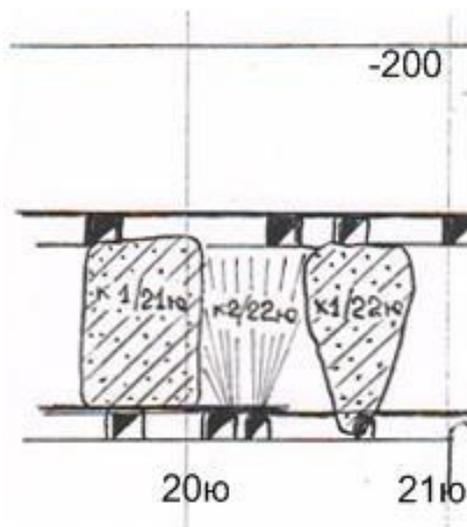
**Рис.1. Представительный вертикальный разрез Южно-Белозерского месторождения:**

1 – почвенный слой и суглинки; 2 – известняк, ракушечник; 3 – глина желто-серая; 4 – мергель; 5 – песок кварцевый; 6 – песчаники известковые; 7 – сланцы с прослойками песчаников; 8 – сланцы; 9 – богатые железные руды; 10 – кварциты (мартитизированные); 11 – сланцы кремнисто-магниевые; 12 – серпентиниты и талько-карбонатные породы; 13 – тектоническое нарушение

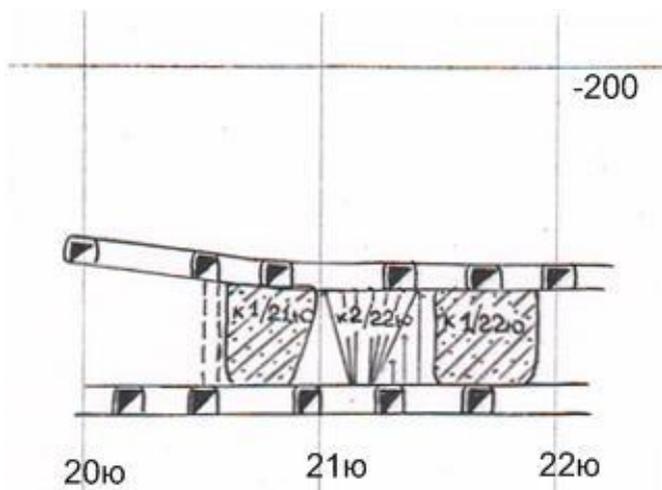
выработанных пространств в лежачем и висячем боках, соответственно приведенные на рис. 2, 3 и 4; планы и разрезы фактических контуров очистных камер и степень их заполнения твердеющей закладкой. Условием обеспечения безопасности подработки предохранительного целика принято недопущение развития зоны трещин над подработанным пространством его нижней границы.



*Рис. 2. Выкопировка с плана горных работ гор. 301м в осях 0 – 22ю*



*Рис. 3. Проекция на вертикальную плоскость*



**Рис. 4. Проекция на вертикальную у лежачего бока плоскость у висячего бока**

НИГРИ проводятся системные наблюдения за динамикой водопроявлений под Бучакским и Верхне-Меловым водоносными горизонтами в течение одиннадцати лет, как площадных, так и по контрольным скважинам над обрабатываемыми и отработанными в этаже 301-330 метров очистными камерами, на текущий период подтверждается их стабильность с тенденцией затухания во времени, обусловленной, как кольматацией водопроводящих трещин, так и возрастанием площади разгрузки Бучакского и Верхне-Мелового водоносных горизонтов.

На рис. 5-10, представлены результаты наблюдений по опережающей скважине 70 ВЗШ гор. 301м и разведочным скважинам №№ 3187, 3189, 3190 штрека л/б гор. 315 м, наблюдения приведены за период с 22.05.07 по 23.11.15. По данным наблюдений по этим скважинам, представленным установлена тенденция к затуханию, описываемая уравнениями:

- по опережающей скважине 70 ВЗШ гор. 301м интенсивность водопроявлений описывается показательной функцией:

$i = -7 \cdot 10^{-10} \cdot t^3 + 5 \cdot 10^{-6} \cdot t^2 - 0,0111t + 11,947$  (где,  $i$  – интенсивность водопритока - м<sup>3</sup>/час,  $t$  – время суток), коэффициент корреляции  $R^2 = 0,9441$  (рис. 5);

- по скважине №3187 штрека л/б гор. 315м:

$i = 4 \cdot 10^{-11} \cdot t^3 - 1 \cdot 10^{-7} \cdot t^2 + 5 \cdot 10^{-5} \cdot t + 0,0159$ ,  
коэффициент корреляции  $R^2 = 0,9515$  (рисунок 7);

- по скважине №3189 штрека л/б гор. 315м:

$$i = 8 \cdot 10^{-11} t^3 - 2 \cdot 10^{-7} t^2 + 0,0001 t + 0,2595,$$

коэффициент корреляции  $R^2 = 0,8260$  (рис. 8);

- по скважине №3190 штрека л/б гор. 315м:

$$i = 1 \cdot 10^{-10} t^3 - 3 \cdot 10^{-7} t^2 - 2 \cdot 10^{-5} t + 0,6841,$$

коэффициент корреляции  $R^2 = 0,9024$  (рис. 9).

На 04.01.2016 водопритоки составили:

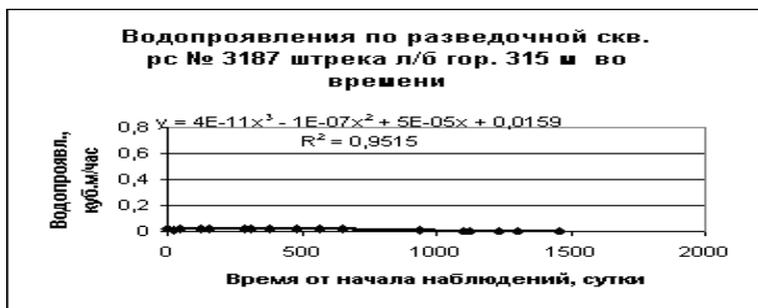
- скв.70 – 3,5 м<sup>3</sup>/час; скв. 3185 – 0 м<sup>3</sup>/час; скв.3187- 0 м<sup>3</sup>/час; скв. 3189 – 0,4 м<sup>3</sup>/час; скв.3190 – 0,4 м<sup>3</sup>/час. Низкие коэффициенты корреляции при малых водопритоках преобладающей частью обусловлены сезонными колебаниями атмосферных осадков и влажности шахтной атмосферы.



*Рис.5. Водопроявления по опережающей скважине 70 штрека в/б гор. 301 м ось 15ю во врмени*



*Рис.6. Водопроявления по разведочной скважине № 3187 штрека л/б гор. 315 м во врмени*



*Рис.7 Водопроявления по разведочной скважине №3189 шторка л/б гор. 315 м во времени*



*Рис. 8. Водопроявления по разведочной скважине №3190 шторка л/б гор. 315 м во времени*



*Рис. 9. Водоприток по скважине 70 по состоянию на 08.09.14*



*Рис. 10. Водоприток по скважине 70 по состоянию на 10.02.2015*



***Рис.11. Водоприток по скважине 70 по состоянию на 09.06.2015***

Частота звуковых импульсов микроразрушений по контрольным скважинам в потолочинах всех обрабатываемых и отработанных камер в этажах 301...330м по состоянию на 22.12.15 не превышает трёх импульсов в минуту, что соответствует устойчивому состоянию потолочин и предохранительного целика под Бучакским и Меловым водоносными горизонтами.

*Список использованных источников*

1. Ефремов С.Г. Причины образования внезапных выбросов породы в выработках глубоких шахт. Уголь Украины, 1967, №2.
2. Денкхауз Х.Г., Хилл Ф.Г., Раукс Ж.А. Обзор новейших исследований, касающихся горных ударов и сдвижения пластов на глубоких горизонтах в Южной Африке. Русский перевод, выполнен ВНИИГ №60/13408, Л., 1960.
3. Квапил Р. Новые взгляды на вопросы теории давления горных пород и горных ударов. – В кн.: Горное давление, Госгортехиздат, 1961.
4. Мельников Е.А. О напряженном состоянии массива горных пород. Научные сообщения ИГД им. А.А. Скочинского, вып. 23, 1964.
5. Клыков А.Е., Клыков Е.С., Широколов Г.В. Напряженное состояние и прочность пород в массиве. Вестник Кузбасского государственного технического университета. Вып. №5 (93). 2012.
6. Орлов Г.В. Сдвижение горных пород и земной поверхности под влиянием подземной разработки. Горное образование, 2016, - 198с.
7. Сашурин А.Д. Геомеханические модели и методы расчета сдвижений горных пород при разработке месторождений в скальных массивах. Автореферат диссертации Уральское отд ИГД, Екатеринбург, 1995.
8. Проскураков Н.М. Управление состоянием массива горных пород. М: Недра, 1991. – 368с.

9. Мироненко В.А. Гидрогеологические исследования в горном деле. М: Недра, 1976. – 352с.

10. Яковлев Е.А. Гидрогеологическое обоснование охраны геологической среды угледобывающих районов (на примере Западного Донбасса) Автореферат диссертации, ВСЕГИНГЕО, Киев, 1984

Рукопись поступила 09.04.2016 г.

УДК 622.234.42

**Д.Е. Чистяков**, старший научный сотрудник,  
**А.И. Федоренко**, старший научный сотрудник,  
**Т.В. Милейко**, и.о. младшего научного сотрудника,  
Научно-исследовательский горнорудный институт ГВУЗ «КНУ»  
**А.В. Моргун**, начальник Управления по организации и обеспечению  
производственных процессов ЧАО «ЕВРАЗ СУХА БАЛКА»

## **ОТРАБОТКА ЮЖНОЙ ЧАСТИ ПЕРВОЙ РУДНОЙ ЗАЛЕЖИ МИЧУРИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ПОДРЕЧНОГО ЦЕЛИКА СПОСОБОМ ПОДЗЕМНОГО БЛОЧНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ**

*Рассмотрена возможность отработки южной части первой рудной залежи Мичуринского месторождения выше горизонта 90м в условиях подречного целика методом подземного блочного выщелачивания. Предполагается раздробление горного рудного массива под корой выветривания в непосредственной близости от защитных сооружений р. Ингул с помощью взрывных работ. Произведен расчет буровзрывных работ с условием сохранности защитных сооружений реки Ингул от сейсмического воздействия взрыва и определены вероятность смещения дневной поверхности и параметры деформаций дневной поверхности от ведения горных работ (образования компенсационного пространства), которые не превышают допустимые деформации.*

*Ключевые слова: выщелачивание, сейсмическое воздействие, деформации.*

*Розглянуто можливість відпрацювання південної частини першого рудного покладу Мичуринського родовища вище горизонту 90м в умовах підрічкового цілика методом підземного блокового вилугування. Передбачається роздроблення гірничого рудного масиву під корою вивітрювання в безпосередній близькості від захисних споруд р. Інгул з допомогою вибухових робіт. Виконано розрахунок буропідричних робіт за умовами збереження захисних споруд річки Інгул від сейсмічної дії вибуху та визначені ймовірність зсуву денної поверхні і параметри деформацій денної поверхні від ведення гірничих робіт (утворення компенсаційного простору), які не перевищують допустимі деформації.*

*Ключові слова: вилугування, сейсмічна дія, деформація*

*The issue of working off of ore deposits Michurinsky Deposit (south part of first Deposit, that is higher than horizon of 90m) in conditions of pillar under the river was*