

М.В.ШВАНКИН, канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник, *vnimi-sgu@ya.ru*
М.А.РОЗЕНБАУМ, д-р техн. наук, заведующий лабораторией, *rozenbaum_ma@spmi.ru*
Ю.Я.МИНИН, канд. техн. наук, старший научный сотрудник, *vnimi-sgu@ya.ru*
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург
В.П.СТЕЦЕНКО, канд. техн. наук, главный специалист, (812)570-01-73, доб.176
ООО «СПб Гипрошахт-ХТ»
А.В.БОНДАРЕВ, главный инженер шахты № 1-5 рудника Баренцбург, *tb@mar.arcticugol.ru*
Государственный трест ФГУП «Арктикуголь», Москва

M.V.SHVANKIN, PhD in eng. sc., leading research assistant, *vnimi-sgu@ya.ru*
M.A.ROZENBAUM, Dr. in eng.sc., laboratory head, *rozenbaum_ma@spmi.ru*
Yu.Ya.MININ, PhD in eng. sc., senior research assistant, *vnimi-sgu@ya.ru*
National Mineral Resources University (Mining University), Saint Petersburg
V.P.STETSENKO, PhD in eng.sc., chief expert, (812)570-01-73, доб.176
«Saint Petersburg Hyproshakht-XT» Ltd
A.V.BONDAREV, chief engineer of Mine № 1-5, Barentsburg
State Trust «Arcticugol», Moscow

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГЕОДИНАМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ БАРЕНЦБУРГСКОГО УГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Разрабатываемый на Баренцбургском угольном месторождении пласт «Верхний» является опасным по геодинамическим явлениям, которые проявляются в форме собственно горных ударов, толчков в краевой зоне и динамических разломов почвы.

В связи с удароопасной обстановкой применена площадная разгрузка массива с переходом на технологические варианты разработки, в которых на границе с выработанным пространством оставляются протяженные ленточные целики с нарезкой их проходкой дополнительной выработки. Рассмотрены рекомендуемые варианты оставления целиков с информацией об их назначении и применимости к горно-геологическим условиям участков шахтного поля. Освещен принцип расчета размеров целиков и используемые для этого параметры. Приведены примеры оставления целиков на разных участках шахтного поля с указанием геометрических параметров, а также дана информация по выемке пласта разведочными ходками с оставлением поддерживающих ленточных подзавальных и барьерных целиков. Оставление охранных поддерживающих и барьерных целиков с обоснованием размеров геомеханическими расчетами рекомендуется как способ обеспечения безопасных условий разработки угольного пласта «Верхний».

Ключевые слова: угольный пласт, удароопасность, технология разработки, охранные ленточные целики, назначение целиков, варианты оставления целиков, методика геомеханического расчета целиков, размеры целиков в практике разработки пласта, эффективность оставления целиков.

PROVISION OF GEODYNAMIC SAFETY IN MINING THE BARENTSBURG COAL DEPOSIT

The minable seam «Verkhny» within the Barentsburg coal deposit is geodynamically hazardous, its geodynamic phenomena manifest itself in the form of proper rock bursts, shocks in the marginal zones and dynamic faults of ground.

Due to rockburst-hazardous situation the application of the areal relief of rock mass with transition to technological variants of mining with leaving the extended rib pillars at the boundary with the mined-out space, with their cutting by drivage of additional working is applied. Consideration is given to the recommended variants of pillar leaving with the data of their as-

signment and applicability to geological-and-mining conditions of mine field sections. Description is given to the calculation of pillar sizes and parameters used for their calculations. Some examples are given of pillar leaving at different sections of mine field with geometrical parameters as well as the information is given on the seam extraction with prospecting routes (paths) with leaving the support rib and barrier pillars. The leaving of safety support and barrier pillars with substantiation of their sizes is recommended as the method for providing the safe condition of mining the «Verkhny» coal seam

Key words: coal seam, rockburst hazard, mining technology, safety rib pillars, assignment of pillars, variants of pillar leaving, methods for geomechanical calculation of pillars, pillar sizes in seam mining practice, efficiency of pillar leaving.

На Баренцбургском угольном месторождении на пласте «Верхний» первые признаки геодинамических явлений в форме толчков и разрушения крепи возникли в одиночных подготовительных выработках, проявляясь затем и в очистных забоях. В дальнейшем геодинамические явления происходили в форме горных ударов, толчков в краевой зоне и динамических разломов пород почвы.

В связи с нарастанием геодинамической опасности в качестве профилактических мер вместе с гидрообработкой была применена более надежная площадная разгрузка массива с оставлением на границе с выработанным пространством протяженных ленточных целиков. Технология их подготовки заключалась в проходке дополнительной выработки. Целики в этом случае являлись промежуточными опорами, воспринимая на себя основную часть опорных нагрузок, препятствуя концентрации их на участках пласта вблизи забоя, т.е. в краевых зонах. Использование целиков для этих целей дало положительный эффект.

Утвержденным документом [4] рекомендовано три варианта оставления протяженных ленточных целиков, два из которых защищены патентами на изобретение [2, 3]:

- временное оконтуривание целика дополнительной выработкой с последующим извлечением его действующим очистным забоем (рис. 1, а);
- оконтуривание дополнительной выработкой протяженного на всю длину столба целика с отнесением его в потери (рис. 1, б);
- оконтуривание дополнительной выработкой прерывистых участков протяженного целика и извлечением промежутков столба между ними (рис. 1, в).

Выбор варианта оставления целиков обусловлен горно-геологическими условия-

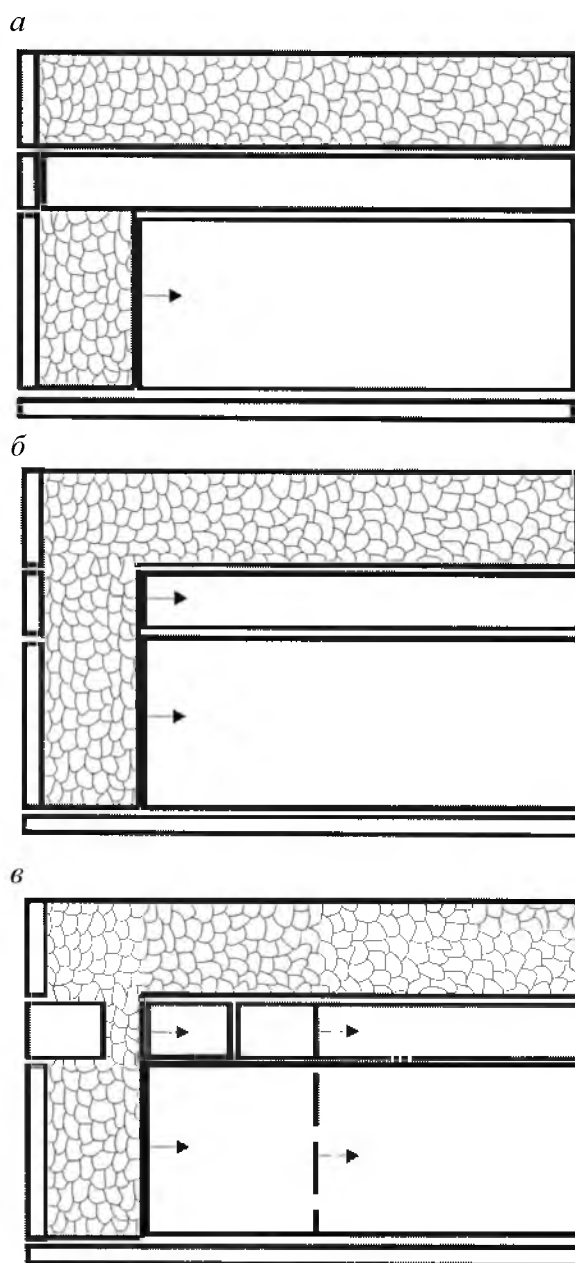


Рис. 1. Рекомендуемые технологические схемы ведения горных работ на пласте «Верхний» шахты № 1-5 рудника Баренцбург

ми разрабатываемого участка шахтного поля, общей ситуацией развития горных работ и выполняемой технологической задачей.

Выбор осуществляется комиссией по горным ударам.

Для обеспечения эффективной и безопасной выемки пласта в выбранном варианте размеры целиков принимались на основании расчетов с использованием базового метода по допускаемым нагрузкам [1].

Методика расчета целиков исходит из решения двух основных задач:

- охрана оконтуривающих вентиляционного и промежуточного штреков и защита от разрушения пласта и пород почвы;
- снижение интенсивности обрушения кровли и предотвращение разрушения самого целика.

Основой расчета является принцип равенства нагрузки на целик P_{ϕ} , принимаемой с коэффициентом запаса n_{ϕ} , и несущей способности целика P_n :

$$n_{\phi} P_{\phi} = P_n.$$

В расчетах используется кубиковая прочность угля в пласте, ослабленном и неослабленном разгрузочными скважинами, площадь сечения единицы длины целика, длина разгрузочного бурения, соотношение геометрических параметров. Учитывается также конкретная горно-техническая обстановка по охраняемому объекту, глубина работ, пролет зависания кровли и отклонение поверхности

ее излома при обрушении, объемный вес налегающей толщи пород и влияние неоднородности строения целика. Кроме того, обязательно введение поправок на структурное ослабление как по пласту, так и по включениям прослоев породы.

С использованием такой методики расчета при отработке шахтного поля Баренцбургского месторождения использовано несколько вариантов оставления ленточных целиков различной ширины и протяженности. Из плана горных работ (рис.2) видно, что по 28-м северной и южной лавам такие целики оставляли в 2001-2003 гг. вдоль 28-х вентиляционных штреков протяженностью около 500 м и шириной 37 и 35 м, причем в северном крыле сохраняли опорные целики параллельно с оставлением податливых целиков шириной 5 м у конвейерных штреков 27 и 27бис. Такой же ширины (35 м) был оставлен опорный целик у 29-го южного вентиляционного штрека длиной более 300 м. В дальнейшем с продвижением фронта очистной выемки ширина оставляемых опорных целиков была увеличена и составила вдоль 29-го южного вентиляционного штрека 42 м при длине 800 м, а вдоль 30-го южного вентиляционного штрека 47-50 м при длине 600 м.

С сохранением этого целика очистная выемка в 30-й южной лаве будет продолжена с перспективой перехода в дальнейшем на оставление прерывистых участков протяженного целика и периодическим изменени-

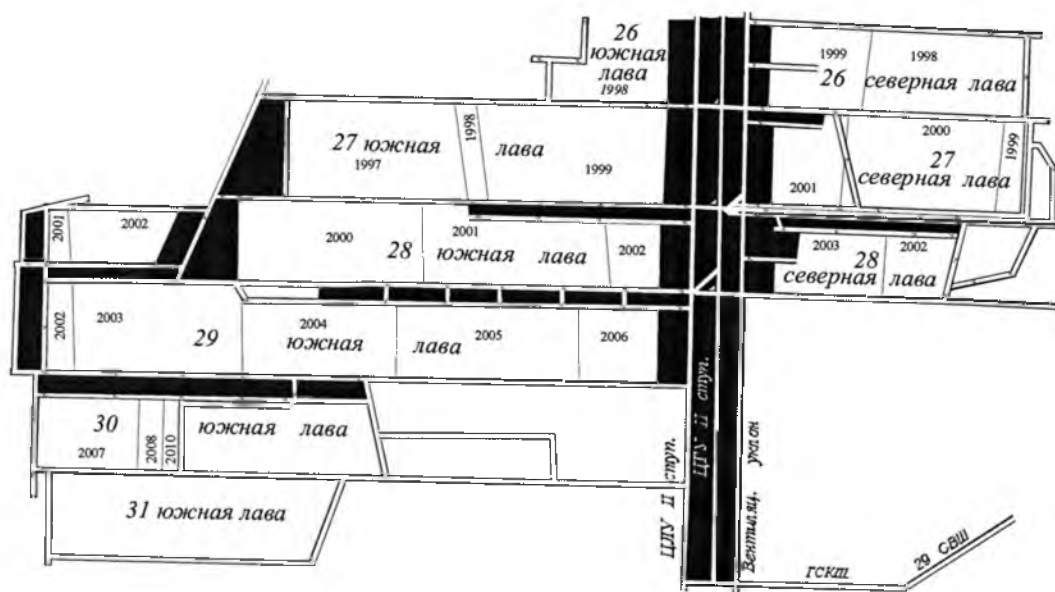


Рис.2. Выкопировка плана горных работ шахты № 1-5 рудника Баренцбург

ем длины очистного забоя (рис.2). Отмечаемое увеличение ширины целиков вызвано углублением горных работ и неоднократным проявлением в 2003 г. геодинамических явлений в целике вдоль 28-го северного вентиляционного штрека.

Опыт отработки части шахтного поля 29-й и 30-й южными лавами подтверждает эффективность использованной методики расчета протяженных ленточных целиков увеличенной ширины, обеспечивающих на этом участке безопасные условия разработки пласта без возникновения геодинамических явлений. Такая же технология с оставлением охранных целиков будет перспективной для 31-й южной лавы и для северо-восточного участка, начиная от 29-го северного вентиляционного штрека.

«Руководством...» [4] даны рекомендации по размерам охранных протяженных ленточных целиков, обоснованным расчетами, с учетом пролетов выработанного пространства по падению и простиранию пласта «Верхний», наличия неоднородности строения, параметров разгрузочных скважин.

Технология оставления протяженных ленточных целиков предусматривает обязательное проведение в них геодинамического прогноза и при установлении категории «Опасно» – применения разгрузочных противоударных мероприятий, подробно изложенных в «Руководстве...» [4].

Особое место при разработке Баренцбургского угольного месторождения занимает выемка пласта «Верхний» разведочными ходками с оставлением поддерживающих ленточных подзавальных и барьерных целиков на участке, оконтуренном южным конвейерным штреком гор. –260 м, и на смежном с ним северном участке – главным вентиляционным штреком. Проведенными прогнозными измерениями электромагнитной эмиссии, выхода буровой мелочи при бурении и внедрения жесткого бойка динамическим пробником на разрабатываемом участке выявляются зоны напряженности краевых частей угольного массива. Разработка участков ведется проходкой разведочных ходков шириной не более 10 м с оставлением между смежными ходками ленточных подзавальных целиков шириной

4 м и периодически – барьерных целиков шириной 10-16 м. Очистные работы сопровождаются прогнозным измерением выхода буровой мелочи. Опыт разработки южного участка продемонстрировал безопасность ведения очистной выемки при условии поддержания в устойчивом состоянии разведочных ходков с помощью целиков указанных размеров.

В целом, проведенные исследования показали, что разработка Баренцбургского месторождения с оставлением охранных поддерживающих целиков определенных геометрических размеров, обоснованных геомеханическими расчетами из условий обеспечения безопасности за счет предотвращения геодинамических явлений и сохранения устойчивости выработок, является приемлемой и перспективной при дальнейшей разработке месторождений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методическое руководство по выбору геомеханических параметров технологии разработки угольных пластов короткими забоями / ВНИМИ. СПб, 2003. 56 с.
2. Пат. 2296859 Россия, (51) МПК E 21 C 41/16. Способ разработки пологих и наклонных удароопасных пластов / Д.В.Яковлев, М.А.Розенбаум и др. № 2005125297/03; Заявлено 10.08.2005; Оpubл. 10.04.2007. Бюл. № 10, Приоритет 10.08.2005.
3. Пат. 2224890 Россия, (51) МПК7 E 21 C 41/18. Способ разработки пологих и наклонных удароопасных пластов / М.В.Шванкин, А.В.Кузнецов, Ю.Я.Минин. № 2002124540/03; Заявлено 17.09.2002; Оpubл. 27.02.2004, Бюл. № 6. Приоритет 17.09.2002.
4. Руководство по предупреждению геодинамических явлений при разработке угольных пластов Баренцбургского месторождения / ВНИМИ. СПб, 2009. 56 с.

REFERENCES

1. Methodological manual for choice of geomechanical parameters of coal seam mining technology with short faces / VNIMI. Saint Petersburg, 2003. 56 p.
2. RF Patent N 2296859. Method of mining the flat and inclined rockburst-hazardous seams / D.V.Yakovlev, M.A.Rozenbaum et al. № 2005125297/03; Заявлено 10.08.2005; Publ. 10.04.2007. Bul. N 10. Priority 10.08.2005.
3. RF Patent N 2224890. Method of mining the flat and inclined rockburst-hazardous seams / M.V.Shvankin, A.V.Kuznetsov, Yu.Ya.Minin. N 2002124540/03; Publ. 27.02.2004. Bul. N 6. Priority 17.09.2002.
4. Directions for prevention of geodynamic phenomena in mining the coal seams of the Barentsburg deposit / VNIMI. Saint Petersburg, 2009. 56 p.