

DOI: 10.15593/2224-9923/2014.13.9

УДК 622.267.7.06(047)(476)

© Поляков А.Л., Пузанов Д.А.,
Мозговенко М.С., 2014

ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК СТАРОБИНСКОГО КАЛИЙНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ, ПРОЙДЕННЫХ БОЛЕЕ 20 ЛЕТ НАЗАД

А.Л. Поляков, Д.А. Пузанов, М.С. Мозговенко

**Солигорский институт проблем ресурсосбережения
с опытным производством, Солигорск, Беларусь**

Спустя 55 лет после ввода в эксплуатацию Старобинского месторождения калийных солей отмечается существенное уменьшение запасов полезного ископаемого на действующих рудниках, что может в ближайшие годы привести к постепенному затуханию добычи руды из недр. Для поддержания достигнутых показателей по добыче руды на этих рудниках изыскиваются дополнительные возможности по увеличению сырьевой базы. Ведется проработка технических решений по вовлечению в отработку запасов новых месторождений. Тем не менее срок службы действующих рудников ОАО «Беларуськалий», на наш взгляд, можно продлить за счет вовлечения в отработку ранее оставленных запасов в межстолбовых (межпанельных) охранных целиках, ширина которых изменяется (в зависимости от конкретных рудников) в интервале от 40 до 200 м.

Приводятся результаты исследований по оценке возможности отработки запасов полезного ископаемого в охранных межстолбовых целиках. Исследована возможность повторного использования пройденных 20–30 лет назад и отслуживших свой срок горных выработок путем выполнения в них ремонтно-восстановительных работ. Установлено, что срок службы восстановленных горных выработок, даже при отсутствии дополнительных мер охраны и крепления, составит не менее трех лет, что позволит использовать данные выработки повторно и снизить себестоимость подготовительных работ при вовлечении в отработку ранее оставленных целиков в рудниках.

Ключевые слова: Старобинское месторождение калийных руд, отработанная лава, обрушение пород, зона разгрузки, разрушение контура штрека, восстановление выработки, охранный целик, схождение боков выработки, скорость деформирования, смещения, срок службы выработки.

JUSTIFICATION FOR RE-ENTRY OF DEVELOPMENT WORKINGS OPERATED MORE THAN 20 YEARS AGO AT THE STAROBINSKOIE POTASSIUM SALT DEPOSIT

A.L. Poliakov, D.A. Puzanov, M.S. Mozgovenko

**Soligorsk Institute for Problems of Resource's Saving
with Experienced Production, Soligorsk, Belarus**

55 years after the Starobinskoye potassium salts deposit was put into service significant reduction of mineral reserves in active mines has been noticed. In some years to come it may lead to gradual extinction of a subsurface ore extraction. To maintain current performance new possibilities are being investigated in the mines, aimed at enhancing the raw materials base. Technical solutions for mining reserves of the new fields are being assessed. Nevertheless, the age of the active mines at Belaruskali JSC may be prolonged by mining the resources left in panel barriers (safety pillars) which width varies between 40 and 200 m, depending on the specific mines.

The article presents the results of assessment of feasibility of mining the resources stored in safety pillars. A possibility of re-entry of the aged mine workings operated 20 to 30 years ago by means of repair-and-renewal operations has been explored. It is established that the age of the restored mine workings, even in the absence of additional measures of protection and support, will be not less than three years. This makes their re-entry possible and reduces the cost of preparatory work in mining the pillars previously left undisturbed.

Keywords: Starobinskoye potassium salts deposit, abandoned longwall, rock fall, discharge area, drift boundary failure, working repair, safety pillar, convergence of working walls, deformation rate, distortion, working age.

Введение

Находящееся в эксплуатации более 50 лет Старобинское месторождение калийных солей (Беларусь) имеет благоприятные горно-геологические условия разработки, это обусловило применение столбовой системы разработки длинными очистными забоями с полным обрушением кровли. С увеличением глубины ведения горных работ для поддержания в безопасном состоянии подготовительных выработок лав, проводимых без сплошного крепления, приходится оставлять охранные межстолбовые целики всё больших размеров. Отработка выемочных столбов с увеличенными охранными целиками ведет, в свою очередь, к высоким (до 50 %) потерям полезного ископаемого в недрах. В современных условиях, когда запасы самых первых введенных в эксплуатацию рудников ОАО «Беларуськалий» заканчиваются, перед производственниками очень остро стоит вопрос о пополнении рудной базы в целях продления срока службы горных предприятий. Одним из путей решения данного вопроса является отработка оставленных в недрах охранных целиков, в которых, по разным оценкам, может содержаться до 40 % балансовых запасов горного предприятия. В связи с этим обоснование возможности безопасного извлечения целиков является весьма актуальной задачей.

Одной из существенных проблем, связанных с извлечением охранных ленточных целиков шириной 30–70 м, является проходка и поддержание подготовительных выработок на границе с выработанным пространством. Фактически эта проблема рассматривается и решается в так называемых бесцеликовых технологиях выемки пластовых полезных ископаемых [1–3]. Большой опыт применения бесцеликовых технологических схем имеется на угольных месторождениях, где в зависимости от условий поддержания выработок в непосредственной бли-

зости от выработанного пространства бесцеликовые способы охраны выработок условно делятся на три основные группы:

I группа – способы охраны выработок, поддерживаемых на границе с выработанным пространством для их повторного использования с помощью костров, органических рядов, кустов стоек, железобетонных тумб и других искусственных ограждений;

II группа – способы охраны выработок, проводимых вприсечку к выработанному пространству (с оставлением межстолбового целика 3–5 м или без него);

III группа – способы охраны выработок, проводимых, оформляемых или восстанавливаемых в выработанном пространстве для повторного использования [4].

В настоящей статье рассматривается возможность повторного использования ранее проведенных (20 и более лет назад) и отслуживших свой срок подготовительных выработок разного назначения после выполнения в них ремонтно-восстановительных работ.

Методика проведения исследований

В основу методики проведения исследований положены шахтные наблюдения за характером деформирования контура горных выработок, эксплуатирующихся в тех или иных горнотехнических условиях. Под наблюдениями подразумеваются периодические измерения конвергенции контура горных выработок (участков выработок) с последующей математической обработкой полученных данных. На рис. 1 приведена выкопировка из плана горных работ гор. –620 м рудника 3 РУ ОАО «Беларуськалий» с местами проведения исследований (рис. 1, а) с указанием положения замерных станций по изучению вышеназванных проявлений горного давления. На рис. 1, б показаны сечения восстанавливаемых подготовительных выработок с привязкой их кровли относительно пласта,

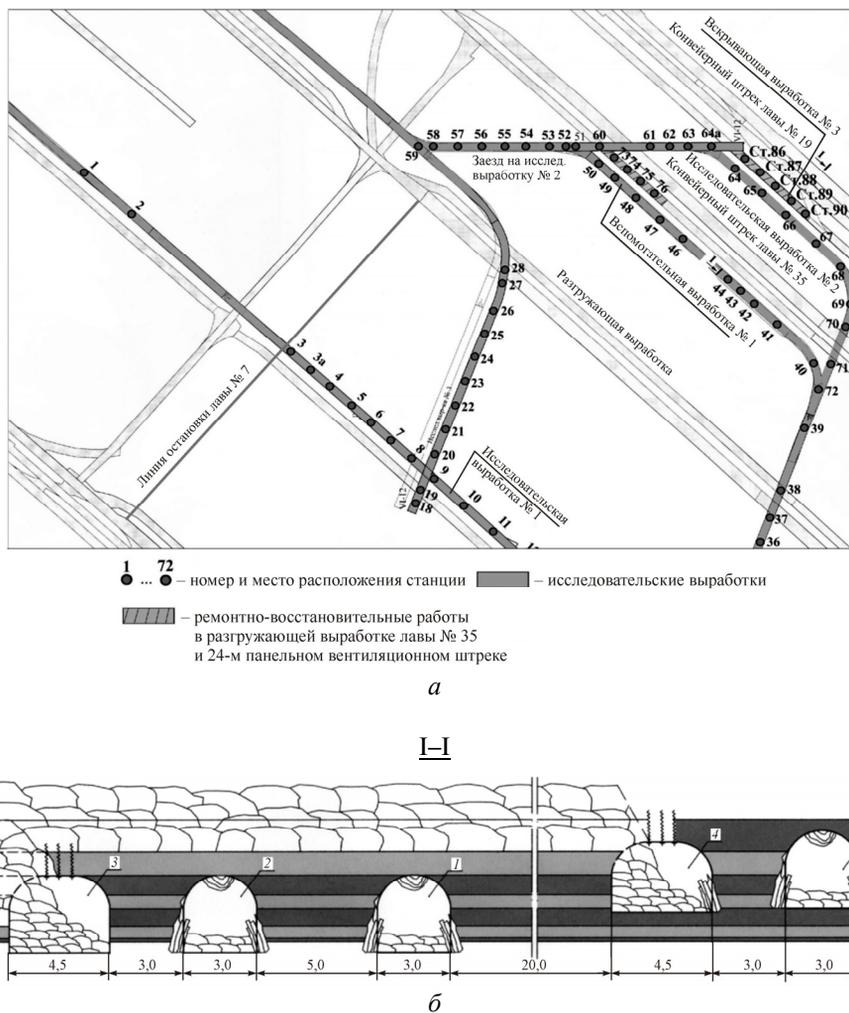


Рис. 1. Горнотехнические условия проведения исследований по оценке возможности повторного использования выработок: *а* – выкопировка из плана горных работ 22-й и 24-й западных панелей гор. –620 м рудника 3 РУ; *б* – разрез вдоль линии I–I с сечениями выработок на участке исследований: 1 – 24-й западный панельный вентиляционный штрек; 2 – панельный конвейерный штрек лавы № 19; 3 – конвейерный штрек лавы № 19; 4 – конвейерный штрек лавы № 35; 5 – разгружающая выработка лавы № 35

а также некоторые другие горнотехнические условия ведения работ.

Замеры конвергенции кровля – почва и сближение боков исследовательских выработок выполнялись на станциях, установленных в соответствии с принципиальной схемой, приведенной на рис. 2. Наблюдательные станции были оборудованы на базе заглубленных контурных реперов с использованием индикаторной

стойки СУИ-3 и лазерной рулетки Leica DISTO D5. Точность измерений в первом случае составляла $\pm 0,5$ мм, во втором – $\pm 1,5$ мм. База измерений в обоих случаях составляла 3,0 м. Станции на исследуемых участках восстановленных выработок были установлены через 7–10 сут после их проведения (ремонта). В исследовательских выработках было установлено 10 замерных станций (профилей).

Расстояние между станциями в основном составляло 5–10 м. Как видно из рис. 1, а, на исследуемых участках выработок были установлены станции под номерами 73; 74; 75; 76; 77 (в разгружающей выработке лавы № 35) и 86; 87; 88; 89; 90 (в 24-м западном панельном вентиляционном штреке). Обе выработки имели различную привязку кровли относительно пласта, а также различные условия проведения и поддержания. Первая (см. рис. 1, б) была восстановлена в охранном межстолбовом целике (поз. 5), вторая – в надработанном пространстве лавы верхнего слоя № 35 (поз. 1) (в ее кутковой зоне).

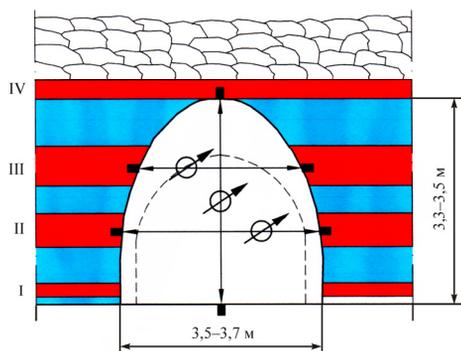


Рис. 2. Принципиальная схема установки наблюдательных станций

Основные положения методики обработки данных шахтных замеров заключались в следующем: критерием устойчивости выработок, проводимых без сплошного крепления (что характерно для рудников ОАО «Беларуськалий»), была принята величина деформации, при которой происходит разрушение одного из элементов контура выработки (кровли или боков) в результате воздействия на этот элемент горного давления. В связи с этим следует заметить, что в основе прогноза устойчивости выработок для условий Старобинского месторождения калийных солей лежит типизация пород кровли, учитывающая строение и механические свойства пород, заключенных в двухметровой толще над выработкой [5].

В соответствии с данной методикой для каждой из исследуемых выработок были определены предельные (критические) деформации контура (прежде всего кровли), которые в дальнейшем послужили критерием оценки их устойчивости.

Используя результаты исследований по каждой отдельно взятой станции, строили график изменения исследуемых параметров (конвергенции кровля – почва и смещения боков) во времени. Данные графики позволяли оценить характер деформирования выработки в зависимости от ее расположения относительно пласта и в плане на экспериментальном участке, таким образом определялось, где и в какой момент выработка начнет разрушаться в первую очередь, а также устанавливался срок ее безремонтного поддержания.

Исследование возможности повторного использования ранее пройденных выработок после выполнения в них ремонтно-восстановительных работ

Речь пойдет о повторном использовании ранее пройденных выработок, в нашем случае выработок, которые отслужили свой срок эксплуатации 25–30 лет назад при работе лавы № 35 по верхнему слою и лавы № 19 по нижним слоям (см. рис. 1). Спустя столько лет активная и полная стадии процессов сдвижения налегающей толщи пород над этими лавами были завершены¹ [5]. Выкопировка из плана горных работ этого участка показывает, что при положительном решении поставленного вопроса восстановленные выработки можно будет исполь-

¹ Провести исследовательские выработки по слоям II, II–III, III в целиках между 22-й и 24-й западными панелями гор. –620 м, изучить характер деформирования и устойчивость их контура, дать оценку возможности их дальнейшего применения для разработки технологии выемки IV сильвинитового слоя: отчет о НИР (промежуточ. по дог. № 05/11, этап 2) / Ин-т горн. дела; рук. В.А. Губанов; исполн.: Мозговенко М.С. [и др.]. Солигорск, 2012. 55 с.

зовать как минимум для выемки оставленных и списанных запасов в охранных междустолбовых целиках.

Первая попытка повторного использования ранее пройденных выработок 22–24-й западных панелей была принята в разгружающей выработке лавы № 35 по верхнему слою, данная выработка с одной стороны через трехметровый целик примыкает к выработанному пространству собственной лавы, с другой стороны у нее находится охранный междустолбовый целик размером 50 м. Спустя более 25 лет после ее использования при работе лавы № 35 разгружающая выработка к моменту вскрытия была практически полностью «запечатана» разрушенными породами, которые по своей крепости при выемке их комбайном почти не отличались от пород нетронутого массива. Оборка «обрушенных» пород по контуру выработки выполнялась комбайном 4ПП-2С. Однако данные работы совпали с предстоящей и незапланированной остановкой работ на руднике, а значит, были ограничены во времени. Исходя из этого бока и кровля выработки на большей ее части не были обобраны до ненарушенных пород. После проведения ремонтно-восстановительных работ в разгружающей выработке встал вопрос о креплении ее контура. Для расчета крепления были использованы показания замерных станций. После выполнения всех расчетов и составления паспорта крепления выработка была закреплена: козырьки анкерами КАЗ – 1,2 м с шагом 0,8 м; кровля анкерами КАМВ – 1,5 м с шагом 1,0 м, причем для предотвращения высыпания разрушенной породы анкера в кровле устанавливались «под доску». На рис. 3 в виде графиков приведен характер деформирования контура разгружающей выработки лавы № 35 на участке ремонтно-восстановительных работ через 170 сут после ремонта.

Как видим, на отдельных станциях прогиб кровли приблизился к критическим значениям (120 мм). Это был первый

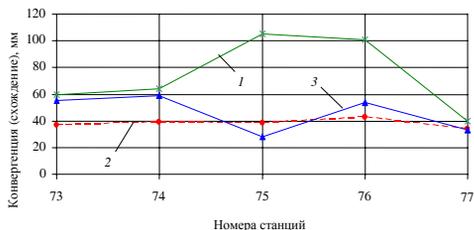


Рис. 3. Характер деформирования разгружающей выработки лавы № 35 24-й западной панели гор. – 620 м рудника 3 РУ через 170 сут после завершения ремонтно-восстановительных работ: 1 – конвергенция кровля – почва; 2 – схождение боков «низ»; 3 – схождение боков «верх»

опыт выполнения ремонтно-восстановительных работ в погашенной горными работами выработке, а также оценки возможности выполнения таких работ и безопасного использования выработки после ремонта. Спустя 380 сут после ее ремонта выработка находилась в достаточно удовлетворительном состоянии (рис. 4).



Рис. 4. Состояние разгружающей выработки лавы № 35 спустя 380 сут после окончания ремонтных работ

С учетом полученного опыта было принято решение о проведении аналогичных работ и в 24-м западном панельном вентиляционном штреке, который располагался в зоне разгрузки (кутковой зоне) под отработанным лавой № 35 пространством по верхнему слою (см. рис. 1, б). В стадии доработки панели данный штрек был засыпан пустой породой от

проходки полевых выработок. Оборка разрушенных боков и кровли штрека, а также подбор заскладированных пород выполнялись с помощью комбайна 4ПП-2С. Общая длина обобранного участка составила 32 м. Состояние восстановленного участка штрека показано на рис. 5, а. Учитывая форму выработки, напоминающую треугольник, было принято решение крепление не производить. На рис. 5, б показано состояние штрека, где ремонт не выполнялся, в таком виде сохранилась выработка спустя 25 лет после ее погашения. Как видно из последнего рисунка, основные разрушения отмечаются в боку штрека со стороны целика



а



б

Рис. 5. Состояние 24-го западного панельного вентиляционного гор. –620 м рудника 3 РУ: а – после выполнения ремонтно-восстановительных работ (участок длиной 32 м); б – до выполнения ремонтно-восстановительных работ (спустя 25 лет после погашения)

(с левой стороны), а не со стороны «массива». Состояние кровли, как на момент исследований, так и в настоящее время, является удовлетворительным. Правый бок деформирован на глубину 0,4–0,5 м. При необходимости вентиляционный штрек на этих участках также можно отремонтировать и использовать повторно при подготовке панели для выемки оставленных запасов.

На участке, где выполнен ремонт контура штрека, были установлены замерные станции (см. рис. 1, а). Всего было установлено пять замерных профилей для измерения конвергенции кровли – почва и схождения боков выработки. По результатам проведенных замеров были построены графики, характеризующие деформирование контура 24-го западного панельного вентиляционного штрека на участке ремонтно-восстановительных работ через 170 сут после ремонта (рис. 6). Из графиков видно, что накопленные деформации еще далеки от критических значений (105 мм) для данных условий.

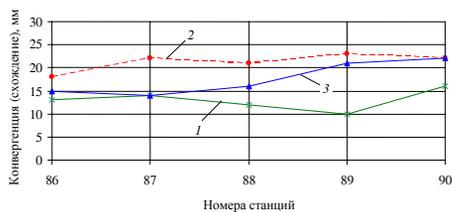


Рис. 6. Характер деформирования 24-го западного панельного вентиляционного штрека через 170 сут после завершения ремонтных работ: 1 – конвергенция кровля – почва; 2 – схождение боков «низ»; 3 – схождение боков «верх»

Прогнозные расчеты срока службы обеих выработок после ремонтно-восстановительных работ, с учетом средней скорости деформирования, а также фактических смещений за весь период наблюдения 170 сут, приведены в таблице.

Сравнительный анализ графиков, приведенных на рис. 3 и 6, а также данных таблицы позволяет обосновать принципиальную возможность повторного исполь-

Сводные данные о характере деформирования восстановленных выработок на 22-й и 24-й западных панелях рудника 3 РУ гор. –620 м

| Номер станции | Конвергенция, мм | Время наблюдений, сут | Оставшееся время службы по эмпирической зависимости, сут (лет) | Предельно допустимые значения конвергенции, мм |
|-------------------------------------|------------------|-----------------------|--|--|
| Разгружающая выработка лавы № 35 | | | | |
| 73 | 60,0 | 170 | 179 (0,5) | 120,0 |
| 74 | 64,0 | 170 | 153 (0,41) | 120,0 |
| 75 | 105,0 | 170 | 26 | 120,0 |
| 76 | 101,0 | 170 | 29 | 120,0 |
| 77 | 40,0 | 170 | 379 (1,03) | 120,0 |
| 24-й панельный вентиляционный штрек | | | | |
| 86 | 13 | 170 | 1329 (3,6) | 105 |
| 87 | 14 | 170 | 1386 (3,8) | 105 |
| 88 | 12 | 170 | 1397 (3,8) | 105 |
| 89 | 10 | 170 | 1870 (5,1) | 105 |

зования подготовительных выработок лав, отработавших свои запасы 20 и более лет назад. Наибольшее предпочтение для повторного использования следует отдавать выработкам, пройденным в зонах разгрузки (кутковых зонах) под выработанным пространством лав верхнего слоя (24-й западный панельный вентиляционный штрек), срок службы которых после ремонтно-восстановительных работ может достигать 3,5 и более лет (что вполне приемлемо для отработки запасов выемочного столба, участка). Срок службы повторно используемых вблизи от границы с выработанным пространством выработок (разгружающий штрек лавы № 35) существенно меньше и составляет от 6 мес до 1 года. Тем не менее в случае необходимости использования таких выработок в технологическом процессе выемки и транспортировки полезного ископаемого для увеличения срока их безремонтной эксплуатации следует применять соответствующие меры охраны, например компенсационные щели по контуру выработки [5], повы-

шение несущей способности разрушенных пород путем применения упрочняющих саморасширяющихся составов [6], позволяющих увеличить срок службы выработок в 2,0–2,5 раза, либо применение новых видов анкерных крепей и крепежных систем с повышенной несущей способностью и податливостью [7–10].

Заключение

Полученные на руднике 3 РУ ОАО «Беларуськалий» результаты шахтных исследований и экспериментов позволяют обосновать возможность повторного использования подготовительных горных выработок на очистных участках, отобранных лавами 20 и более лет. Возможность безопасного поддержания повторно используемых после ремонта горных выработок открывает перспективу извлечения оставленных в недрах неизвлеченных балансовых запасов полезного ископаемого, что, в свою очередь, позволит существенно продлить срок службы горных предприятий.

Список литературы

1. Зборщик М.П. Повторное использование участков выработок – неотложная задача угольных шахт // Уголь Украины. – 2011. – № 1. – С. 17–21.
2. Ильяшов М.А. Эффективный резерв повышения кокурентоспособности шахтного фонда – повторное использование участков выработок // Уголь Украины. – 2011. – № 1. – С. 22–26.

3. Зборщик М.П., Сахно И.Г. Повторное использование выработок высоконагруженных лав – крупный резерв снижения производственных затрат // Уголь Украины. – 2013. – № 8. – С. 6–12.
4. Охрана подготовительных выработок без целиков / Н.П. Бажин, В.В. Райский, Ю.В. Волков [и др.]. – М.: Недра, 1975. – 296 с.
5. Инструкція по охороні і кріпленню горних вироботок на Старобинському месторожденні.– Солігорск; Мінск, 2010. – 125 с.
6. Касьян Н.Н., Сахно И.Г., Гладкий С.Ю. Повышение несущей способности разрушенных горных пород путем применения саморасширяющихся составов // Уголь Украины. – 2011. – № 5. – С. 12–16.
7. Опытнo-промьшленные испытания анкерно-тросовой крепи / В.А. Губанов, А.Л. Поляков, Д.Т. Карабань, А.М. Ванчукевич, С.А. Тараканов, С.И. Патинок, А.А. Жуковский // Горная механика. – 2008. – № 1. – С. 52–57.
8. Демин В.Ф., Демина Т.В., Каратаев А.Д. Разработка технологии проведения горных выработок с анкерной крепью с учетом геомеханического состояния приконтурного массива пород // Майнинг Репорт (Глюкауф). – 2013. – № 4. – С. 35–37.
9. Метод расчета параметров анкерной крепи глубокого заложения для поддержания горных выработок в различных горно-геологических и горнотехнических условиях угольных шахт / А.С. Позолотин, М.А. Розенбаум, А.А. Ренев, Е.А. Разумов, С.М. Черняховский // Уголь. – 2013. – № 4. – С. 32–34.
10. Использование канатных анкеров в слабых породах / Ю.М. Халимендик, А.В. Бруй, А.С. Барышников, С.А. Воронин, А.В. Ефремов, В.В. Панченко // Уголь Украины. – 2013. – № 6. – С. 17–19.

References

1. Zborshchik M.P. Povtornoe ispol'zovanie uchatkovykh vyrabotok – neotlozhnaia zadacha ugoľnykh shakht [Repeated use of zonal workings as a topical issue in coal mining]. *Ugoľ' Ukrainy*, 2011, no. 1, pp. 17–21.
2. Pliashov M.A. Effektivnyi rezerv povysheniia konkurentosposobnosti shakhtnogo fonda – povtornoe ispol'zovanie uchatkovykh vyrabotok [Repeated use of zonal workings as an efficient strategy to improve performance of mine complex]. *Ugoľ' Ukrainy*, 2011, no. 1, pp. 22–26.
3. Zborshchik M.P., Sakhno I.G. Povtornoe ispol'zovanie vyrabotok vysokonagruzhennykh lav – krunnyi rezerv snizheniia proizvodstvennykh zatrat [Repeated use of workings of high-performance longwalls as an ample opportunity to lower operation costs]. *Ugoľ' Ukrainy*, 2013, no. 8, pp. 6–12.
4. Bazhin N.P., Raiskii V.V., Volkov Ju.V. [et al.]. Okhrana podgotovitel'nykh vyrabotok bez tselikov [Protection of development workings without safety pillars]. Moscow: Nedra, 1975. 296 p.
5. Instruktisia po okhrane i krepnenniu gornykh vyrabotok na Starobinskom mestorozhdenii [Guidelines for protection and support of mine workings in the Starobinskoye deposit]. Soligorsk, Minsk, 2010. 125 p.
6. Kas'ian N.N., Sakhno I.G., Gladkii S.Iu. Povyshenie nesushchei sposobnosti razrushennykh gornykh porod putem primeneniia samorasshiraiushchikhsia sostavov [Improving load-bearing strength of rotted rock by self-expanding compounds]. *Ugoľ' Ukrainy*, 2011, no. 5, pp. 12–16.
7. Gubanov V.A., Poliakov A.L., Karaban' D.T., Vanchukevich A.M., Tarakanov S.A., Patiuk S.I., Zhukovskii A.A. Opytno-promyshlennye ispytaniia ankerno-trosovoi krep'i [Pilot tests of cable bolting]. *Gorniaia mekhanika*, 2008, no. 1, pp. 52–57.
8. Demin V.F., Demina T.V., Karataev A.D. Razrabotka tekhnologii provedeniia gornykh vyrabotok s ankernoii krep'iu s uchedom geomekhanicheskogo sostoianiia prikonturnogo massiva porod [Developing technology of mine workings with roof bolting subject to geomechanical condition of marginal rock mass]. *Maining Report (Gliukauf)*, 2013, no. 4, pp. 35–37.
9. Pozolotin A.S., Rozenbaum M.A., RENEV A.A., Razumov E.A., Cherniakhovskii S.M. Metod rascheta parametrov ankernoii krep'i glubokogo zalozenia dlia podderzhanii gornykh vyrabotok v razlichnykh gorno-geologicheskikh i gornotekhnicheskikh usloviiakh ugoľnykh shakht [Method to calculate parameters of deep roof bolting to support mine workings in different geological and technical conditions of coal mines]. *Ugoľ'*, 2013, no. 4, pp. 32–34.
10. Khalimendik Iu.M., Brui A.V., Baryshnikov A.S., Voronin S.A., Efremov A.V., Panchenko V.V. Ispol'zovanie kanatnykh ankerov v slabnykh porodakh [Using rope bolts in soft rocks]. *Ugoľ' Ukrainy*, 2013, no. 6, pp. 17–19.

Об авторах

Поляков Андрей Леонидович (Солігорск, Беларусь) – кандидат технических наук, начальник горного отдела ЗАО «Солігорскіі институт проблем ресурсосбережения с опытным производством (223710, г. Солігорск, ул. Козлова, 69; e-mail: ontipr@tut.by).

Пузанов Дмитрий Александрович (Солігорск, Беларусь) – инженер горного отдела ЗАО «Солігорскіі институт проблем ресурсосбережения с опытным производством» (223710, г. Солігорск, ул. Козлова, 69; e-mail: ontipr@tut.by).

Мозговенко Максим Сергеевич (Солігорск, Беларусь) – магистр технических наук, младший научный сотрудник горного отдела ЗАО «Солігорскіі институт проблем ресурсосбережения с опытным производством» (223710, г. Солігорск, ул. Козлова, 69; e-mail: ontipr@tut.by).

About the authors

Andrei L. Poliakov (Soligorsk, Belarus) – Ph. D. in Technical Sciences, Head of Mining Department, Soligorsk Institute for Problems of Resource's Saving with Experienced Production (223710, Soligorsk, Kozlova st., 69; e-mail: ontipr@tut.by).

Dmitrii A. Puzanov (Soligorsk, Belarus) – Engineer, Mining Department, Soligorsk Institute for Problems of Resource's Saving with Experienced Production (223710, Soligorsk, Kozlova st., 69; e-mail: ontipr@tut.by).

Maksim S. Mozgovenko (Soligorsk, Belarus) – Master of Technical Sciences, Junior Researcher, Mining Department, Soligorsk Institute for Problems of Resource's Saving with Experienced Production (223710, Soligorsk, Kozlova st., 69; e-mail: ontipr@tut.by).

Получено 11.09.2014

Пробьса ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Поляков А.Л., Пузанов Д.А., Мозговенко М.С. Обоснование возможности повторного использования подготовительных выработок Старобинского калийного месторождения, пройденных более 20 лет назад // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2014. – № 13. – С. 85–92. DOI: 10.15593/2224-9923/2014.13.9

Please cite this article in English as:

Poliakov A.L., Puzanov D.A., Mozgovenko M.S. justification for re-entry of development workings operated more than 20 years ago at the starobinskoye potassium salt deposit. *Bulletin of PNRPU. Geology. Oil & Gas Engineering & Mining*, 2014, no. 13, pp. 85–92. DOI: 10.15593/2224-9923/2014.13.9