ГОРНОЕ ДЕЛО

УДК 622.27

© Чернопазов Д.С., Секунцов А.И., 2013

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВОВЛЕЧЕНИЯ В РАЗРАБОТКУ НЕКОНДИЦИОННОГО ПО МОЩНОСТИ СИЛЬВИНИТОВОГО ПЛАСТА АБ НА РУДНИКАХ ВКМКС

Д.С. Чернопазов, А.И. Секунцов *

ОАО «Галургия», Пермь, Россия
*Пермский национальный исследовательский
политехнический университет, Пермь, Россия

Объект исследования – шахтные поля рудников Верхнекамского месторождения калийных солей, на которых некондиционными по мощности считаются значительные запасы сильвинитовых пластов, характеризующиеся высоким содержанием полезного компонента (KCl). Таким образом, целью исследований явилась разработка технологии безопасной и эффективной разработки маломощного пласта АБ.

В процессе выполнения исследований произведен анализ горно-геологических и горнотехнических условий залегания сильвинитовых пластов, слагающих продуктивную толщу на шахтных полях действующих и строящихся рудников Верхнекамского месторождения.

Разработаны способы выемки некондиционного пласта АБ. Для оценки степени извлечения из пластов при применении новой технологии подобраны параметры ведения очистных работ, позволяющие безопасно и эффективно осуществлять разработку сильвинитовых пластов. Рассмотрены варианты валовой и селективной технологий выемки некондиционного по мощности сильвинитового пласта АБ.

Пласт АБ на Верхнекамском месторождении разрабатывается со значительным запасом по степени нагружения целиков. Относительно невысокие целики, образованные при отработке маломощного пласта, ввиду своей формы обладают еще большей несущей способностью. В результате появляется возможность разработки пласта со значительно большей степенью извлечения, в зависимости от конкретных условий достигающей 75 %, что по абсолютной величине сопоставимо с извлекаемой рудной массой при разработке пласта АБ по традиционной технологии.

Результаты выполненных исследований являются исходным материалом для пересмотра кондиций и разработки исходных данных для проектирования.

Ключевые слова: Верхнекамское месторождение калийных солей, некондиционные сильвинитовые пласты, комбайн с барабанным исполнительным органом, столбчатые целики, валовая и селективная выемки пластов.

TECHNOLOGICAL AND GEOMECHANICAL ASPECTS OF INVOLVING IN THE DEVELOPMENT OF SUBSTANDARD BY THICKNESS SYLVINITE LAYERS AB AT THE MINES VKMKS

D.S. Chernopazov, A.I. Sekuntsov *

JSC "Galurgija", Perm, Russia
*Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia

Objects of study are mine fields of Verkhnekamskoye potash deposit (VKMKS), where significant reserves of sylvinitic layers are considered substandard on thickness, characterized by high nutrient content (KCl). Thus, the aim of the research was to develop a safe and effective technology development of low- thickness reservoir AB.

In carrying out studies an analysis of mining and geological conditions of sylvinitic layers occurrence composing the productive thickness on mine fields of operation and under construction mines of Verkhnekamskoye field was performed.

The methods of excavation substandard formation AB were developed. To assess the degree of the layers extraction in the application of new technology selected parameters of extraction works, allowing safe and effectively implement development sylvinitic layers. The variants of the gross and selective excavation technologies substandard on thickness sylvinitic layers AB are considered.

Layer AB on Verkhnekamskoye deposit is developed with considerable margin on the degree of loading of pillars. Relatively low pillars formed when developing a low-thickness reservoir, because of its shape possess even greater bearing capacity. The result is the possibility of developing the reservoir at a significantly greater degree of extraction depends on the specific conditions reaching 75 %, which is comparable in magnitude to the mass of extractable ore stratum AB in developing traditional technology.

The results of the research are the source material for the revision of conditions and the development of initial data for design.

Keywords: Verkhnekamskoye field of potassium salts, substandard sylvinitic layers, combine with the executive body of the drum, columnar pillars, gross and selective mining layers.

Введение

Рациональное освоение недр подразумевает наиболее полное извлечение полезных ископаемых при минимальном вредном воздействии на окружающую среду. В пределах действующих рудников, разрабатывающих Верхнекамское месторождение калийных солей, имеются значительные объемы некондиционных запасов, отработка которых на момент ранее проводимых обоснований согласно технико-экономическим параметрам по тем или иным причинам была невозможна или неэффективна¹. Запасы сильвинитовых руд при мощности сильвинитовых пластов менее 2 м из-за отсутствия технологии их отработки на сегодняшний день являются забалансовыми.

Горно-геологические и горнотехнические условия залегания некондиционного по мощности пласта АБ

При выборе добычного оборудования и технологии ведения очистных работ решающее значение имеют условия залегания пластов (мощность пластов и междупластий, устойчивость пород к обрушению при их обнажении, содержание полезных и вредных компонентов), предусматриваемых к отработке.

При определении подходов к вскрытию и разработке сильвинитовых пластов основной объем информации об условиях их залегания и свойствах пород получают на основании данных разведочного бурения и частично по данным горных работ, проводимых на соседних разрабатываемых участках.

¹ Техничко-экономическое обоснование разведочных кондиций и переоценка запасов Быгельско-Троицкого участка Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей (с подсчетом запасов по состоянию на 01.01.2006 г.) / А.И. Петрик [и др.]; Фирма «Агрохимбезопасность», ОАО «Агрохиминвест», ОАО «Уралкалий». М., 2006.

На основании работ² исследованы горно-геологические условия залегания и качественный состав пласта АБ.

Пласт АБ состоит из двух пластов – в нижней части пласт А, представленный полосчатым сильвинитом, в верхней – пласт Б, представленный либо карналлитом, либо пестрым сильвинитом.

Ниже подошвы пласта А расположен сильвинитовый слой-спутник А', представленный красным сильвинитом. Слой А' выделен в большинстве пересечений, в остальных случаях он либо выпадает из разреза, либо не выделен в отдельный слой и опробован совместно с пластом А. Слои сильвинита А' и каменной соли А–А' при подсчете запасов отнесены к пласту А³.

² Техничко-экономическое обоснование разведочных кондиций и переоценка запасов Быгельско-Троицкого участка Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей (с подсчетом запасов по состоянию на 01.01.2006 г.) / А.И. Петрик [и др.]; Фирма «Агрохимбезопасность», ОАО «Агрохиминвест», ОАО «Уралкалий». М., 2006;

Отчет по переоценке запасов Соликамского и Ново-Соликамского участков Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей (с подсчетом запасов по состоянию на 01.01.2006 г.) / А.И. Петрик [и др.]; Фирма «Агрохимбезопасность», ОАО «Агрохиминвест», ОАО «Сильвинит». М., 2005;

Отчет о детальной разведке Половодовского участка Верхнекамского месторождения калийных солей, выполненной в 1973–1975 гг. Подсчет запасов на 01.01.1976 г. / рук. работы Б.И. Сапегин. Ч. 1. 110 с.; Ч. 2. 103 с.; Ч. 3. 137 с.;

Техничко-экономическое обоснование постоянных разведочных кондиций и подсчет запасов калийных солей Талицкого участка Верхнекамского месторождения. Обобщение результатов изучения минерального, химического и гранулометрического состава нерастворимого остатка промышленной части калийной залежи Талицкого участка: отчет о НИР (промежут.) / ОАО «Галургия»; ЕНИ ПГНИУ; рук.: Ю.Н. Морозкина, Б.М. Осовецкий. Пермь, 2011. 64 л. Дог. № 070В–2011 – Этап 2.3).

³ Техничко-экономическое обоснование постоянных разведочных кондиций и подсчет запасов калийных солей Талицкого участка Верхнекамского месторождения. Обобщение результатов изучения минерального, химического и гранулометрического состава нерастворимого остатка промышленной части калийной залежи Талицкого участка: отчет о НИР (промежут.) / ОАО «Галургия»;

Пласт АБ отрабатывается при сильвинитовом составе пласта Б. Среднее содержание основных компонентов в некондиционном по мощности пласте АБ сильвинитового состава может составлять: KCl – 30–55 %, $MgCl_2$ – ср. 0,4 %, NO – 1–8 %. Глубина залегания пласта АБ может изменяться в достаточно широком диапазоне (200–400 м). Средние значения мощностей технологических междупластий АБ – Красный II и БВ в пределах рассматриваемых участков с некондиционного по мощности пласта АБ составляют соответственно 2,1 и 1,9 м.

Интенсивная внутрипластовая складчатость значительно усложняет ведение очистных работ. Складчатость сопровождается увеличением вертикальной мощности пластов (и, соответственно, высоты камер), особенно на подвернутых западных крыльях антиклиналей. Вместе с тем отмечается положительное влияние мелкой складчатости на устойчивость кровли выработок.

По данным эксплуатационно-разведочных работ установлено, что структура соляной толщи имеет более сложные очертания, чем структура, установленная по данным разведочных работ с поверхности⁴. На структурном плане кровли

пласта АБ отчетливо выделяются локальные поднятия и прогибы, зоны развития складчатости и участки с относительно спокойным залеганием.

Сложившаяся горнотехническая ситуация на Верхнекамском месторождении характеризуется доработкой основных запасов и начинающимся освоением краевых частей месторождения, в которых сильвинитовые пласты и междупластья, как правило, имеют пониженную мощность. Таким образом, создание технологий, позволяющих разрабатывать маломощные сильвинитовые пласты в условиях ВКМКС, весьма актуально.

В пределах действующих и строящихся в настоящее время рудников ВКМКС сосредоточены значительные запасы пласта АБ мощностью менее 2 м, представляющие промышленный интерес, которые по предварительным оценкам составляют не менее 250 млн т.

Разработка маломощного пласта АБ валовой технологией выемки

С учетом повышенного содержания KCl в пласте АБ на участке исследований (в среднем 45 %) установлено, что сильвинитовый пласт при мощности в диапазоне 1,4–2,0 м может разрабатываться по традиционной валовой технологии комбайнами типа «Урал-10А» с высотой исполнительного органа 2,2 м (рис. 1).

За счет «присекаемых» боковых пород (до 0,8 м) при содержании KCl в пласте на уровне 45 % обеспечивается содержание полезного компонента в руде не ниже 30 %, что обусловлено предъявляемыми требованиями к руде на обогачительных фабриках.

ЕНИ ПГНИУ; рук.: Ю.Н. Морошкина, Б.М. Осовецкий. Пермь, 2011. 64 л. Док. № 070В–2011 – Этап 2.3);

⁴ Техничко-экономическое обоснование разведочных кондиций и переоценка запасов Быгельско-Троицкого участка Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей (с подсчетом запасов по состоянию на 01.01.2006 г.) / А.И. Петрик [и др.]; Фирма «Агрохимбезопасность», ОАО «Агрохиминвест», ОАО «Уралкалий». М., 2006;

Отчет по переоценке запасов Соликамского и Ново-Соликамского участков Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей (с подсчетом запасов по состоянию на 01.01.2006 г.) / А.И. Петрик [и др.]; Фирма «Агрохимбезопасность», ОАО «Агрохиминвест», ОАО «Сильвинит». М., 2005;

Отчет о детальной разведке Половодовского участка Верхнекамского месторождения калийных солей, выполненной в 1973–1975 гг. Подсчет запасов на 01.01.1976 г. / рук. работы Б.И. Сапегин. Ч. 1. 110 с.; Ч. 2. 103 с.; Ч. 3. 137 с.;

Техничко-экономическое обоснование постоянных разведочных кондиций и подсчет запасов калийных солей Талицкого участка Верхнекамского месторождения. Обобщение результатов изучения минерального, химического и гранулометрического состава нерастворимого остатка промышленной части калийной залежи Талицкого участка: отчет о НИР (промежут.) / ОАО «Галургия»; ЕНИ ПГНИУ; рук.: Ю.Н. Морошкина, Б.М. Осовецкий. Пермь, 2011. 64 л. Док. № 070В–2011 – Этап 2.3).

Рис. 1. Выемка пласта АБ комбайнами типа «Урал-10А»

Рис. 2. Изменение качественного состава отбиваемой руды по валовой технологии в зависимости от мощности пласта: ◆ – содержание КСI в руде при валовой выемке комбайном «Урал-10»; ■ – доля присекаемых пустых пород в руде при валовой выемке комбайном «Урал-10»; — – содержание КСI в соответствии с ПРГР по руднику БКПРУ-4

На рис. 2 приведен график изменения содержания КСI и доля пустой породы в руде в результате ее разубоживания при изменении мощности пласта АБ.

Значительным недостатком применения валовой технологии выемки сильвинитового пласта АБ является разубоживание присекаемыми пустыми породами на 5–30 % по объему при весьма значительном содержании НО, что крайне нежелательно для транспортировки, переработки на обогатительной фабрике и последующего складирования дополнительных объемов солеотходов и глинисто-солевых шламов.

Таким образом, ставится под сомнение целесообразность широкого применения валовой технологии при выемке некондиционного по мощности сильвинитового пласта.

Основные положения разработки маломощного пласта АБ селективной технологией выемки

Реализация селективной технологии выемки некондиционных по мощности пластов возможна с применением комбайнов избирательного действия, позволяющих обрабатывать пласты переменной мощности. Был проработан ряд технических положений по селективной технологии выемки пластов малой мощности комбайнами с барабанным исполнительным органом⁵ [1, 2].

⁵ Оперативное изменение состояния запасов солей на Быгельско-Троицком участке Верхнекамского месторождения калийно-магневых солей: отчет о НИР / ОАО «Галургия»; отв. исполн. А.В. Глухих. Пермь, 2012. 222 с. Лицензия ПЕМ 01363 ТЭ. дог. № 225У–2012 от 6 апреля 2012 г.

Установлено, что для пластов мощностью 1,5–2,0 м выемку целесообразно вести комплексами в составе барабанного комбайна типа MC350 (Sandvik) или 14CM (JOY) и самоходного вагона 5BC-15M.

Основные технические решения по технологии ведения очистных и подготовительных работ приведены на рис. 3. Высота камеры должна определяться обеспечением зазора от наиболее выступающей части самоходного вагона до кровли выработки не менее 300 мм [3]. При применении самоходного вагона типа 5BC-15 высота камеры должна быть не менее 2,05 м.

С целью снижения доли присекаемых боковых пород при селективной выемке некондиционного пласта АБ малой мощности (менее 1,5 м) и повышения эксплуатационной производительности комбайнового комплекса целесообразно применение малогабаритного транспортного оборудования, например самоходных вагонов, подобных 10SC32, производства фирмы JOY высотой 0,95 м. При

использовании самоходного вагона высотой 0,95 м появляется возможность отработки пласта АБ мощностью более 1,3 м (по минимальной мощности пласта, вынимаемого барабанным комбайном). Но учитывая, что при отработке пласта мощностью 1,3–2,0 м в условиях сложной гипсометрии залегания силвинитовых пластов локальная подрезка пустых пород в местах перегибов складок (рис. 4) будет неизбежна. В этой связи применение малогабаритного самоходного вагона и сама возможность отработки пласта мощностью менее 1,5 м целесообразны только при спокойном залегании пласта.

В условиях интенсивной складчатости пласта будет неизбежно выполняться подрубка боковых пород пласта АБ. При незначительной мощности подрезки боковых пород возможно смешивание их с рудой (разубоживание), при более весомой подрубке каменной соли в почве (0,5 м и более) необходимо ее складирование в ранее отработанном пространстве.

Рис. 3. Выемка пласта АБ комбайновыми комплексами MC350 и 5BC-15M с выемкой «коржей»: а – выемка пласта АБ; б – обрушение «коржей»

Рис. 4. Выемка пласта АБ малой мощности в условиях интенсивной складчатости: 1 – проходческо-очистной комбайн; 2 – самоходный вагон 10SC32; 3 – дегазационный шпур; 4 – очистная камера; 5 – междуканнерная сбойка

Рассматривая вариант селективной выемки некондиционного по мощности пласта АБ с подрубкой «коржей» и складированием породы на почве отработываемой или в ранее отработанных камерах, следует отметить, что данный вариант обладает рядом существенных *преимуществ* в сравнении со схемой ведения очистных работ с валовой выемкой:

- практически полностью исключается поступление совместно с рудой на переработку каменной соли из присекаемых боковых пород. Таким образом, подрезка соли будет происходить лишь при отработке пласта в условиях интенсивной складчатости;

- расширяется область эффективной разработки некондиционного пласта мощностью 1,3–2,0 м.

Недостатками селективной технологии выемки следует считать:

- необходимость выполнения дополнительных работ по отбойке и размещению пород из «коржей»;

- дополнительные энергетические затраты на отбойку и транспортировку подрезаемых боковых пород.

Эксплуатация комбайнов с барабанным исполнительным органом сопровождается значительным пылеобразованием⁶ [4, 5, 6–8], а применение средств пы-

леподавления оказывается несостоятельным в сложившихся условиях:

- действие современных систем пылеподавления основано на мокром способе, в то же время применение воды в калийных рудниках весьма ограничено;

- применение изоляции призабойного пространства с помощью оградительного щита при проходке выработки переменного сечения трудноосуществимо.

В связи с этим разработана технологическая схема очистной выемки сильвинитового пласта с использованием комбайнов с барабанным исполнительным органом.

Для нормализации пылегазовой обстановки в призабойном пространстве отработку пласта рекомендуется осуществлять с оставлением столбчатых в плане целиков (рис. 5), образующихся при прорезке междуканнерного ленточного целика⁷.

калий». Введ. 01.06.2013. Березники; Соликамск, 2013. 51 с.; Заключение экспертизы промышленной безопасности документации: Технологический регламент эксплуатации самоходного (нерельсового) оборудования на рудниках ОАО «Уралкалий». Шифр ЗЭ-ГриД-89–2012. Рег. № 48-ИД-90393–2012;

Отчет о командировке специалистов калийной промышленности России и Республики Беларусь в Канаду и США на калийные предприятия и порты / СПЭК; ОАО «Галургия»; исполн. Ю.П. Ольховиков. М.; Пермь, 1997.

⁷ Рекомендации на применение комбайнов с барабанным исполнительным органом типа «Хелимайнер» (заключ.): отчет / УФ ВНИИГ; рук. В.Я. Ковтун. Пермь, 1984.

⁶ Технологический регламент эксплуатации самоходного (нерельсового) оборудования на рудниках ОАО «Уралкалий»: утв. 23 мая 2013 г. / ОАО «Урал-

Проветривание очистного забоя осуществляется следующим образом. Свежий воздух подается вентиляторной установкой местного проветривания в очистной забой, а исходящая запыленная струя воздуха удаляется в отработанное пространство через ближайшую междукамерную сбойку. Удаление основной части пыли из комбайнового забоя осуществляется либо за счет общешахтной депрессии, либо дополнительно за счет забойной установки активного проветривания (ЗУАП).

Рис. 5. Технологическая схема отработки некондиционного по мощности пласта АБ с оставлением столбчатых целиков: 1 – выемочный штрек; 2 – разгрузочная сбойка; 3 – рудоспускная скважина; 4 – проходческо-очистной комбайн с барабанным исполнительным органом; 5 – самоходный вагон; 6 – очистная камера; 7 – вентилятор местного проветривания с вентиляционным ставком; 8 – междукамерная сбойка; 9 – вентиляционный штрек

Данное техническое решение позволяет:

- значительно снизить запыленность в рабочей зоне машиниста комбайна;
- за счет применения системы разработки с оставлением столбчатых целиков увеличить извлечение по системе разработки из пласта АБ до 75 %.

Геомеханическая оценка возможности безопасной отработки маломощного пласта АБ с оставлением столбчатых целиков

Возможность прорезки междукамерных ленточных целиков по пласту АБ с формированием столбчатых целиков оценена геомеханическими расчетами.

В результате сравнительной геомеханической оценки, основанной на работах⁸, представленных ниже, определены параметры ведения очистных работ для одного из участков ВКМКС, приведенные в таблице.

По результатам выполненных исследований установлено, что регулярная прорезка ленточного целика приводит к обеспечению требуемой жесткости элементов системы разработки. Вместе с тем такая система разработки приводит к снижению устойчивости технологического междупластья.

Применение системы разработки с оставлением столбчатых целиков, образованных при прорезке ленточного междукамерного целика, даже с учетом применения закладки по пласту Красный II приводит к большим скоростям оседаний земной поверхности по сравнению с традиционной камерной системой разработки в связи с большей степенью извлечения.

Меньшая жесткость несущих элементов системы разработки наблюдается для камерной системы разработки с регулярной прорезкой междукамерного целика по пласту АБ. Так, для условий южной части ВКМКС устойчивость камер по пласту АБ не превышает 5 лет. При этом максимальные скорости оседаний не превышают значения 100 мм/год (рис. 6), что позволяет трактовать рассмотренные системы разработки как системы разработки с жестким поддержанием подработанных пород. Закладка выработанного пространства должна производиться по

⁸ Способ комбинированной разработки сближенных пластов разной мощности / В.А. Соловьев, А.И. Секунцов. № 2013139697, заявл. 27.08.2013.

Параметры системы разработки

Тип системы разработки	Пласт	a , м	b , м	h , м	a' , м	b' , м	ω	C
Камерная	АБ	5,1	3,5	2,5	–	–	0,59	0,32
	Красный II	5,1	3,5	5,0	–	–	0,59	0,38
Камерная с прорезкой целиков по пласту АБ	АБ	5,1	3,5	2,5	3,5	14,0	0,67	0,40
	Красный II	5,1	3,5	5,0	–	–	0,59	0,38

Примечание: a – ширина камеры; b – ширина целика; h – высота камеры; a' – ширина междуканальной сбойки; b' – шаг проходки междуканальных сбоек; ω – степень извлечения; C – степень нагружения целиков.

Рис. 6. Вертикальные оседания земной поверхности и зоны запредельного деформирования, возникающие в конструктивных элементах камерной системы разработки с прорезкой целика по пласту АБ и закладкой камер в условиях южной части ВКМКС, $T = 50$ лет

пласту Красный II с отставанием от очистных работ не менее чем на 2 года.

Для оценки влияния закладки очистных камер на процессы деформирования и разрушения вмещающего их породного массива использован пакет программ, реализующий метод конечных элементов при решении плоских задач упругости и вязкоупругости. В рамках выполненных исследований установлено, что применение камерной системы разработки с регулярной прорезкой ленточных целиков требует выполнения закладки очистных камер по пласту Красный II с отставанием от очистных работ не менее чем на 2 года.

Заключение

Таким образом, по результатам выполненных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Значительные запасы пласта АБ мощностью менее 2 м, представляющие промышленный интерес, расположены в пределах действующих и строящихся в настоящее время рудников ВКМКС и составляют не менее 250 млн т.

2. Существенным недостатком валовой технологии выемки сильвинитового пласта АБ является разубоживание руды каменной солью.

3. Разработаны основные технические решения по селективной технологии выемки некондиционного по мощности пласта АБ для условий южной части месторождения.

4. Рассмотренные способы выемки сильвинитового пласта АБ малой мощности отвечают требованиям действующих правил безопасности и технологических регламентов на ведение очистных работ и эксплуатации самоходного оборудования.

5. За счет меньшей мощности пласта, а следовательно, и большей удельной несущей способности целиков целесообразна регулярная прорезка междуканальных ленточных целиков с формированием столбчатых целиков, в результате чего обеспечивается дополнительное извлечение по системе разработки не менее чем на 5 % с сохранением нормативной степени нагружения целиков.

6. Предлагаемая к применению технологическая схема ведения очистных работ с оставлением столбчатых целиков при селективной выемке позволяет наиболее полно и с высоким содержанием в руде KCl отработать некондиционный

по мощности пласт АВ в условиях южной части ВКМКС.

7. Проблема запыленности воздуха в призабойной зоне при работе комбайна с барабанным исполнительным органом может быть решена за счет его удаления в исходящую струю через ближайшую междуканальную сбойку.

8. Извлекаемые запасы в выемочном блоке из некондиционного по мощности пласта при применении селективной выемки с оставлением столбчатых целиков по объему сопоставимы с извлекаемыми запасами при разработке кондиционного пласта по традиционной технологии.

Следует отметить, что ОАО «Копейский машиностроительный завод» по заданию ОАО «Уралкалий» и технологическим данным ОАО «Галургия», разработанных с участием авторов данной статьи⁹, приступил к работе по созданию отечественного комбайнового комплекса с барабанным исполнительным органом для выемки некондиционных по мощности сильвинитовых пластов.

⁹ Программа для решения плоских задач упруговязкопластичности методом конечных элементов (Earth – 2D.1): 2011610648 Рос. Федерация / ОАО «Галургия». М.В. Гилев, С.А. Константинова, С.А. Чернопазов, Д.С. Чернопазов. № 2010616586; заявл. 27.10.2010; регистр. 11.01.11.

Список литературы

1. Соловьев В.А., Константинова С.А., Секунцов А.И. О рациональном использовании запасов сильвинитовых пластов на Верхнекамском месторождении калийных солей // Маркшейдерия и недропользование. – 2011. – № 2. – С. 24, 29–32.
2. Соловьев В.А., Секунцов А.И. Некоторые аспекты инновационного подхода к разработке некондиционных сильвинитовых пластов Верхнекамского калийного месторождения // 40 лет пути: задачи, решения, достижения: сб. науч. тр. – Новосибирск: Наука, 2012. – С. 145–151.
3. Соловьев В.А., Секунцов А.И. К вопросу разработки некондиционного по мощности сильвинитового пласта АВ Верхнекамского калийного месторождения (на примере рудника БКПРУ-4 ОАО «Уралкалий») // Рациональное освоение недр. – 2012. – № 5. – С. 63–65.
4. Walker Andrea. PCS Mining: Lanigan Division // Mining Magazine. – Canada, 1981. – 8 p.
5. Drüppel E. Entwicklung Eines Konzeptes für die Schneidende Gewinnung im Steinsalz: diss. / Rheinisch – Westfälischen Technischen Hochschule. – Aachen, 2010.
6. Fritz Prugger. Scientific-Technical Seminar at the VNIIG Institute (Hallurgy) in Leningrad. – USSR, 1989.
7. Хармут Бензен. Калийная промышленность Германии // Глюкауф. – 2009. – № 1.
8. Leeming J.J., Brunijani C. Continuous Miners Set New Record in Salt, Trona, Potash and Gypsum. – URL: <http://www.saltinstitute.org>. (дата обращения: 10.11.2013).

References

1. Solov'ev V.A., Konstantinova S.A., Sekuntsov A.I. O ratsional'nom ispol'zovanii zapasov sil'vinitovykh plastov na Verkhnekamskom mestorozhdenii kaliinykh solei [On the rational use of reserves sylvinite layers on Verkhnekamsky deposit potassium salts]. *Marksheideriia i nedropol'zovanie*, 2011, no. 2, pp. 24, 29–32.
2. Solov'ev V.A., Sekuntsov A.I. Nekotorye aspekty innovatsionnogo podkhoda k razrabotke nekonditsionnykh sil'vinitovykh plastov Verkhnekamskogo kaliinogo mestorozhdeniia [Some aspects of an innovative approach to the development of ill-conditioned sylvinite layers Verkhnekamskoe potash deposit]. *40 let puti: zadachi, resheniya, dostizheniya*. Novosibirsk: Nauka, 2012, pp. 145–151.
3. Solov'ev V.A., Sekuntsov A.I. K voprosu razrabotki nekonditsionnogo po moshchnosti sil'vinitovogo plasta AB Verkhnekamskogo kaliinogo mestorozhdeniia (na primere rudnika BKPRU-4 ОАО “Uralkalii”) [On the question of the development of ill-conditioned on capacity sylvinite layers AB Verkhnekamskoe potash deposit (for example, Mine 4 JSC “Uralkalii”)]. *Ratsional'noe osvoenie nedr*, 2012, no. 5, pp. 63–65.
4. Walker A. PCS Mining: Lanigan Division. *Mining Magazine*. Canada, 1981. 8 p.
5. Drüppel E. Entwicklung eines Konzeptes für die schneidende Gewinnung im Steinsalz. Aachen: Rheinisch. Westfälischen Technischen Hochschule, 2010.

6. Fritz Prugger. Scientific-Technical Seminar at the VNIIG Institute (Hallurgy) in Leningrad. USSR, 1989.

7. Kharmut Benzen. Kaliinaia promyshlennost' Germanii [Potash industry in Germany]. Gliukauf, 2009, no. 1.

8. Leeming J.J., Brunijani C. Continuous Miners set new record in Salt, Trona, Potash and Gypsum, available at: <http://www.saltinstitute.org> (accessed 10 November 2013).

Об авторах

Чернопазов Дмитрий Сергеевич (Пермь, Россия) – научный сотрудник лаборатории геодинамической безопасности ОАО «Галургия» (614002, г. Пермь, ул. Сибирская, 94; e-mail: Chernopazov.Dmitry@gallurgy.ru).

Секунцов Андрей Игоревич (Пермь, Россия) – аспирант кафедры разработки месторождений полезных ископаемых Пермского национального исследовательского политехнического университета (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29), научный сотрудник лаборатории геодинамической безопасности ОАО «Галургия» (614002, г. Пермь, ул. Сибирская, 94; e-mail: Sekuntsov.Andrey@gallurgy.ru).

About the authors

Chernopazov Dmitrii Sergeevich (Perm, Russia) – researcher of the laboratory of geodynamic safety of JSC "Galurgiiia" (614002, Perm, Sibirskaia st., 94; e-mail: Chernopazov.Dmitry@gallurgy.ru).

Sekuntsov Andrei Igorevich (Perm, Russia) – doctoral student of exploitation of mineral deposits department of Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolskiy ave., 29), researcher of the laboratory of geodynamic safety of JSC "Galurgiiia" (614002, Perm, Sibirskaia st., 94; e-mail: Sekuntsov.Andrey@gallurgy.ru).

Получено 15.03.2013