

В.Ю. Кулак, В.А. Волошин, В.Н. Фрянов

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КАЧЕСТВА РАЗВЕДАННОСТИ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ

Обоснована актуальность исследований, направленных на изменение концепции строительства и ввода в эксплуатацию новых угледобывающих предприятий, показано отставание методологии проектирования угледобывающих предприятий от современных наукоемких методов проектирования объектов в смежных отраслях. Изложены результаты анализа существующих и формирования новых альтернативных вариантов, имитационного моделирования функционирования строящейся шахты в составе сложной геотехнологической системы по добыче угля, в том числе с учетом воздействия внешней среды. Предложенная методология проектирования угледобывающих предприятий в современных рыночных условиях реализована при проектировании и строительстве шахты «Ерунаковская-VIII» (филиал ОАО «Южкузбассуголь»). При планировке шахтного поля на основе уточненных геологических данных детальной доразведки месторождения использовалась компьютерная программа 3D для достижения минимизации потерь угля в предохранительных целиках. Для повышения надежности проектных решений при недостаточном качестве разведанности угольных месторождений предложены следующие организационные и технологические решения: совмещение процессов детальной разведки и первого этапа проектирования и строительства пилотного участка шахты; возможность изменения направления главного грузопотока в зависимости от пространственно-временного положения горных выработок, очистных и подготовительных забоев; развитие горных работ с двух направлений (с центральных и фланговых площадок наклонных стволов).

Ключевые слова: горный массив, инвестиции на геолого-разведочные работы, детальная доразведка проектируемого участка, порядок отработки выемочных столбов, эффективность проектных решений.

Объемы добычи за 15 лет в России сократились в 1,55 раза, а в основном угольном бассейне страны – Кузбассе – в 1,2 раза. В этот же период углубление рыночных отношений привело к изменению соотношения объемов добычи открытым и подземным способами. Объем добычи подземным способом в России сократился почти в 2 раза, то есть эффективность традиционной технологии подземной угледобычи снизилась в соответствии с законами развития рыночной экономики. Кроме того, при ограниченных инвестициях применяемые на шахтах технологии угледобычи

оказались не адаптивными к сложным горно-геологическим условиям залегания сближенных газоносных пластов. Снижение инвестиций на геолого-разведочные работы не обеспечивает необходимое для проектных работ качество идентификации угольных месторождений по мощности, углам падения и строению угольных пластов, наличию геологических нарушений.

Для адаптации технологии подземной угледобычи к сложным природным и экономическим условиям необходимо разработать новые технологические и технические решения, реализация которых обеспечит эффективную и

безопасную отработку запасов шахтных полей с недостаточной разведанностью.

С учетом выбытия в будущие периоды запасов угольных пластов в пределах горных отводов действующих шахт возникает необходимость строительства новых угледобывающих предприятий для освоения георесурсов на резервных участках.

Применяемые на шахтах России способы и формы проектирования шахтного фонда оказались не адаптированными к рыночным условиям по следующим причинам.

Изменение концепции строительства и ввода в эксплуатацию новых угледобывающих предприятий. Ранее в России развитие шахтного фонда угледобывающих предприятий осуществлялось посредством последовательной реализации этапов строительства, поддержания действующих мощностей, технического перевооружения, расширения за счет прирезок соседних резервных полей или реконструкции шахты с углубкой горных работ. Каждый этап развития предприятия включал периоды воспроизводства шахтного фонда, освоения проектной мощности, стабильной работы и затухания.

В результате анализа, оценки и систематизации длительности каждого периода и динамики технологических показателей работы шахт установлено, что период выхода предприятия на проектную мощность составляет 5–8 лет.

Сравнение графиков изменения показателей с разными сроками эксплуатации шахт позволило сделать важный вывод: независимо от периода развития и состояния шахтного фонда происходит ухудшение технико-экономических показателей.

Проектные организации в настоящее время, пользуясь, в основном, устаревшими нормативными докумен-

тами, ориентируют заказчика проекта, как правило, на технологические параметры: вскрытия, способы и схемы подготовки и в меньшей мере на обоснование рисков основных параметров инвестиционных проектов: срок окупаемости, прибыль после погашения кредитов и процентов по ним и устойчивость работы предприятия.

Существенное отставание методологии проектирования угледобывающих предприятий от методов проектирования объектов в смежных отраслях. В настоящее время проектные организации, в соответствии с заданием на разработку проектной документации, почти не применяют метод альтернативных вариантов, имитационное моделирование функционирования действующей и строящейся шахты в составе сложной геотехнологической системы по добыче угля, в том числе с учетом воздействия внешней среды. В качестве входных параметров модели рекомендуется использовать модельное время и сведения об объемах запасов по каждой категории, максимально достижимой нагрузке на КМЗ, а также состояние и перспективы развития угольного рынка. Выходными результатами моделирования должны быть не только объем добычи, но и технико-экономические показатели, определяемые с учетом затрат на вскрытие запасов, соотношения вскрытых запасов и запасов, благоприятных для отработки КМЗ, а также платы за недра и объема рентных платежей.

Стратегически важным и перспективным направлением в проектной деятельности становятся работы по созданию интегрированной корпоративной информационной системы, способной обеспечить на уровне современных требований функционирование всех основных элементов деятельности инжиниринговой организации. Каждое рабочее место про-

ектировщика обеспечивается необходимыми средствами, позволяющими создать общекорпоративную информационную систему автоматизированного проектирования (САПР).

Внедрение методов выборочной, поэтапной отработки участков угольных месторождений востребованных рынком углей, учитывающих особенности сегодняшнего спроса, опирающихся на принципы резервирования пассивных и концентрации активных ресурсов строящихся шахт, основывается на рентабельности разработки угольных месторождений. Моделирование сценариев пространственно-временного развития потенциалов шахт на основе алгоритма детерминированной модели, позволяющей воздействовать на исходные параметры переменных внешних условий, позволяет получать более надежные результаты прогноза для временных периодов при проектировании угольных шахт.

Прогрессивные технологические и технические решения по рациональному проектированию ресурсного потенциала шахтного фонда должны включать: сокращение количества элементов технологических схем шахт; синхронизацию технологических процессов, выполняемых с применением отечественных и импортных горных машин; увеличение доли универсальных и агрегатированных технических средств при подготовке и отработке запасов угля по постоянным технологическим схемам.

ООО «ЕвразХолдинг» – динамично развивающаяся международная горно-металлургическая компания. Одной из ее стратегических задач настоящего времени является удвоение бизнеса каждые пять лет за счет использования собственных средств, накопленного производственного опыта, оптимального применения горных машин и оборудования с учетом производственного опыта действующих шахт. Для

обеспечения необходимой динамики этого процесса требуется принятие мер интенсификации производства.

Предлагаемая методология проектирования угледобывающих предприятий в современных рыночных условиях реализована при проектировании и строительстве шахты «Ерунаковская-VIII» (филиал ОАО «Южкузбассуголь»).

Для повышения уровня самообеспеченности Компании коксующимся углем, одним из основных видов сырья для металлургической промышленности, подразделением крупных проектов ЕвразХолдинга реализуется проект «Строительство угледобывающего предприятия (шахты) ОАО «ОУК «Южкузбассуголь» на участке «Ерунаковский-VIII» в Ерунаковском геолого-экономическом районе Кузбасса». Выбор места заложения промышленной площадки шахты «Ерунаковская-VIII» обусловлен минимальным объемом горных работ по вскрытию запасов угля месторождения; развитостью транспортной инфраструктуры; наличием квалифицированной рабочей силы; близостью к потребителям продукции проектируемого предприятия.

Для повышения качества геолого-разведочных работ предварительно в сжатые сроки был разработан «Проект разведки участка Ерунаковский VIII в Ерунаковском геолого-экономическом районе Кузбасса» (ЗАО «Западно-Сибирское геологическое управление», 2005 г.). Проект получил положительное заключение государственной экологической экспертизы.

С целью более детальной разведки и уточнения качественных характеристик углей и сокращения сроков освоения участка, ЗАО «Промуглепроект» в 2005 г. был выполнен «Проект проведения разведочно-эксплуатационных выработок участка Ерунаковский VIII ОАО «ОУК «Южкузбассуголь»». Результаты детальной разведки представлены на вертикальной схеме

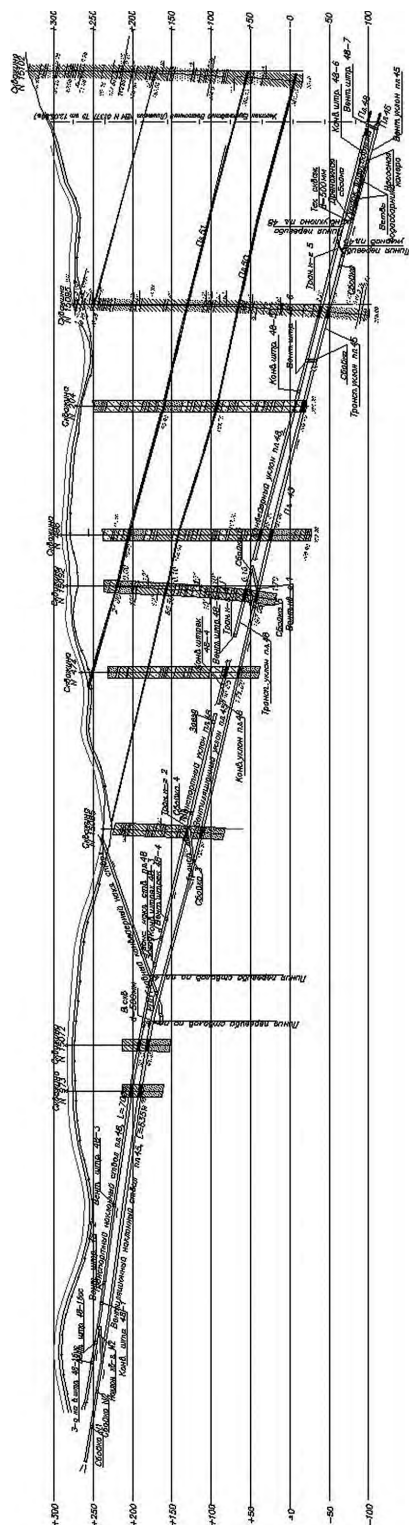


Рис. 1. Вертикальная схема вскрытия участка Ерунаковский VIII ОАО «ОУК «Южкузбассуголь»»

вскрытия (рис. 1) и горизонтальной схеме вскрытия (рис. 2).

В мае 2008 г. ОАО «ОУК «Южкузбассуголь» получило право пользования недрами на участке «Ерунаковский Восточный», граничащем с участком «Ерунаковский-VIII» и фактически являющимся его прирезкой в северном и восточном направлениях (рис. 3).

После получения результатов детальной доразведки участка «Ерунаковский Восточный» принято решение о совместной отработке участков «Ерунаковский-VIII» и «Ерунаковский Восточный» («Южная» часть) для строительства предприятия с большим сроком службы. Были проведены дополнительные геологоразведочные работы на «Южной» части участка «Ерунаковский Восточный», которые позволили уточнить объемы, горно-геологические и качественные характеристики запасов угля, принципиальную возможность использования уже построен-

ных объектов инфраструктуры участка «Ерунаковский-VIII» для вновь прирезаемых участков, актуализировать проектные решения в части выбора схемы вскрытия, способа подготовки, системы разработки, оптимизации объектов инфраструктуры шахты с учетом перспективы отработки двух участков угля.

Объемы и качественные характеристики пласта 48, предусмотренного проектом к первоочередной отработке, составляют 32,7 млн т, из них в пределах выемочных полей – 18,7 млн т.

Результаты предпроектных работ по совместному освоению участков «Ерунаковский-VIII» и «Ерунаковский Восточный» подтвердили:

- возможность использования всех ранее построенных объектов для совместного освоения двух участков;
- оптимальность расположения промышленных площадок (центральная, главная, фланговая);

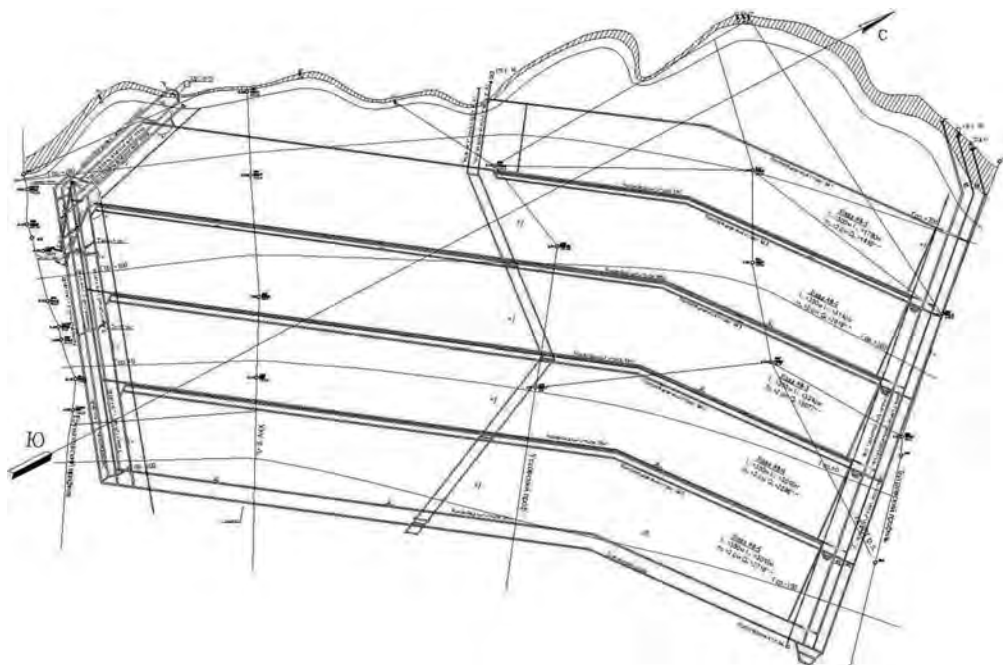


Рис. 2. Горизонтальная схема вскрытия участка Ерунаковский-VIII ОАО «ОУК «Южкузбассуголь»

- достаточную производительность построенного вентилятора главного проветривания для обеспечения расчетным количеством воздуха горных работ при освоении обоих участков;

- принципиальное соответствие выбранной схемы вскрытия, способа подготовки и системы разработки условиям залегания угольных пластов;

- возможность обеспечения работы энергопотребителей шахты на полное ее развитие установленной мощностью (16 МВт) подстанции ПС100/6,6/6,3 кВ;

- достаточную производительность объектов вспомогательных технологических процессов (водоотлив, вспомогательный транспорт);

- возможность вывоза запланированных объемов добычи угля авто-

транспортом по существующей автодороге станция «Усковская» – станция «Казанковская» после проведения ее реконструкции.

Подтверждение запасов угля марок ГЖ, Ж, их высокое качество, благоприятные горно-геологические условия, актуальность ранее принятых проектных решений показали перспективность дальнейшего строительства шахты «Ерунаковская-VIII».

В мае 2011 г. в филиале «Шахта «Ерунаковская-VIII» ОАО «ОУК Южкузбассуголь» были возобновлены горные работы, а с июня 2011 г. – строительные-монтажные работы поверхностного комплекса.

В январе 2013 г. комиссии Ростехнадзора сданы в составе единого объекта «Шахта «Ерунаковская-VIII» такие

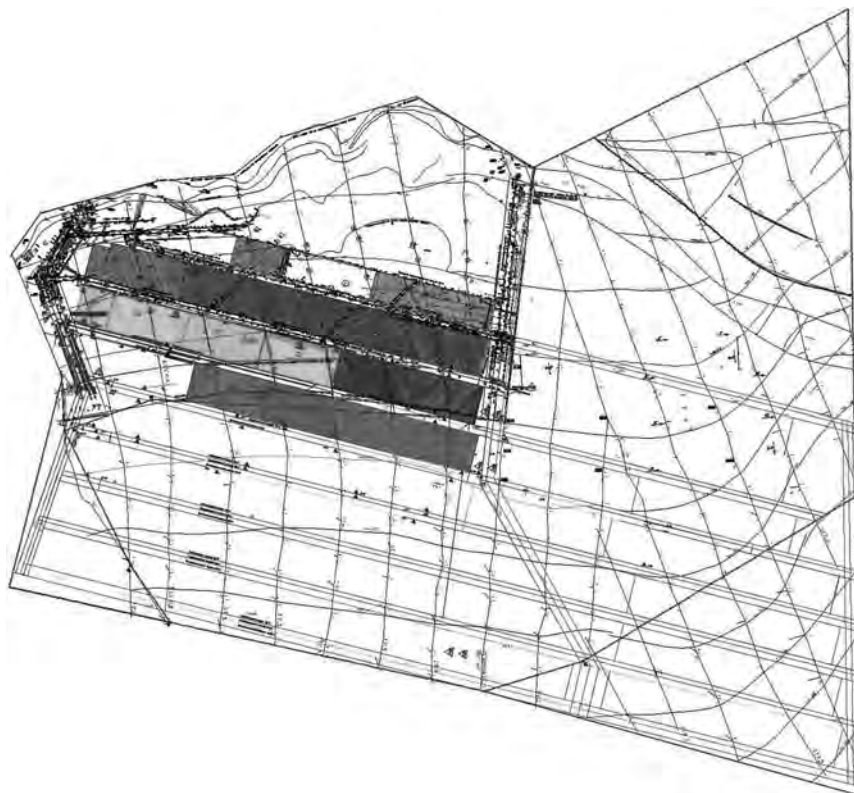


Рис. 3. Горизонтальная схема вскрытия участков «Ерунаковский-VIII» и «Ерунаковский Восточный» («Южная» часть) ОАО «ОУК «Южкузбассуголь»

объекты, как главные, центральные и фланговые площадки наклонных стволов, погрузочный комплекс на станции «Казанковская» и подъездные дороги. Осуществлена приемка в эксплуатацию выемочного участка 48–2 с проектной месячной добычей 150 тыс. т.

Разработанный на следующем этапе проектирования проект «Строительство угледобывающего предприятия (шахты) ОАО «ОУК «Южкузбассуголь» на участке «Ерунаковский-VIII» в рамках выемочного участка 48–2 соответствует основным требованиям технологии эффективной отработки угольных пластов: обеспечивает безопасность горных работ, с минимизацией воздействия опасных и вредных производственных факторов на людей; широко используются средства комплексной механизации и автоматизации основных процессов; обеспечивается эффективная выемка угля при минимальном воздействии технологических процессов на окружающую среду.

Все надземные и подземные объекты шахты, построенные в период ведения разведочных работ, а также технические решения развития предприятия взаимоувязаны с учетом развития района и учтены в проекте строительства (рис. 3). Технические решения, заложенные в проект строительства шахты «Ерунаковская-VIII», обеспечивают добычу угля в режиме 1700 тыс. т/год, Экономические расчеты инвестиционного проекта выполнены на производственную мощность предприятия 1700–2000 тыс. т/год.

При отработке выемочного столба 48–2 предусматривается применение механизированного комплекса ЗКМ138И (после ремонта) с очистным комбайном KSW-460NE, который позволит в данных горно-геологических условиях обеспечить добычу из лавы 48–2 на уровне 850 тыс. т угля в первый год эксплуатации. После отра-

ботки выемочного столба 48–2 проектом предусматривается оснащение последующих выемочных участков механизированным комплексом нового технического уровня, который сможет отработать запасы пласта 48 без капитального ремонта. Выбор типа оборудования производился на конкурсной основе технико-коммерческих предложений, представленных ведущими мировыми производителями горношахтного оборудования.

Результаты предпроектных проработок показали возможность совместной отработки 2-х участков «Ерунаковский-VIII» и «Ерунаковский Восточный»; однако, актив не приносит прибыли собственнику.

В целях минимизации рисков в 2013 г. было принято решение об увеличении темпов отработки запасов шахты «Ерунаковская-VIII» после оконтуривания и сдачи в эксплуатацию выемочного участка 48–3.

Исходя из горно-геологических и горнотехнических условий эксплуатации пластов (угол падения, мощность, степень нарушенности, газоносности, глубины разработки и т.д.), «Проектом строительства...» предусматривается система разработки длинными столбами по прострацию с полным обрушением пород кровли (ДСО).

Отработка выемочных столбов по пласту 48 предусматривается в нисходящем порядке с оставлением угольных целиков. Рассматривается уменьшение длины выемочного участка при увеличении глубины залегания пласта.

С целью сокращения потерь угля после отработки запасов пласта 48 проектом предусматривается частичное погашение охранных целиков.

Как отмечено при проведении аудита «Проекта строительства...», получившем положительное заключение государственной экспертизы, оптимальная технология добычи на шахте «Ерунаковская-VIII» включает: систему

разработки длинными столбами по простиранию; выемку по челноковой схеме пласта в столбе обратным ходом при помощи комбайна с разнесенными и регулируемые по высоте шнеками; непрерывный транспорт горной массы забойным скребковым конвейером; транспорт горной массы обеспечиваемой ленточными конвейерами от забоя на дневную поверхность.

Проектом предлагается панельная схема подготовки пластов. Принимается однокрылая панель с отработкой запасов угля длинными столбами по простиранию. Подготовка запасов предлагается проведением со стороны Ерунаковского профиля из нижних точек: вентиляционного наклонного ствола 45, вентиляционного уклона пласта 45, транспортных, вентиляционного, конвейерного уклонов пласта 48. Эти выработки обеспечивают подачу свежего воздуха на фланговые стволы для подготовки очередных выемочных столбов и сохраняются на весь период отработки запасов пластов 48 и 45. Выработки служат также в качестве запасных выходов для выхода людей в аварийной ситуации к фланговому наклонным стволам для последующего выхода на дневную поверхность.

После проведения центральных уклонов пластов 45 и 48 до очередного газодренажного штрека вентиляционный и транспортный уклоны пласта 45 сбиваются наклонными квершлагами с транспортным уклоном пласта 48, что обеспечивает бремсберговую схему проветривания в уклонном поле.

После этого со стороны центральных уклонов начинается проходка трема забоями вентиляционного штрека, конвейерного штрека нижнего выемочного столба и газодренажного штрека.

Планировка шахтного поля является во многом общепризнанной как наиболее предпочтительная при от-

работке наклонных пластов. Выемочные выработки в этом варианте проводятся по простиранию пласта, а линия очистного забоя – практически, параллельно линии падения пласта (с незначительным опережением нижним сопряжением лавы со штреком верхнего во избежание проявления эффекта «сползания» мехкомплекса). Нижние штреки служат для подачи свежей струи воздуха, транспортировки горной массы и обеспечивают механизированную доставку людей, материалов и оборудования с помощью средств вспомогательного транспорта. Верхний штрек служит для выдачи исходящей струи воздуха.

Преимущества данной планировки:

- простота – выемочные столбы подготавливаются непосредственно с главных горных выработок без необходимости прохождения дополнительных вскрывающих выработок;

- рациональность – конфигурация участка обеспечивает оптимальный процент извлечения угля в выемочных столбах, а также меньшая вариативность мощности вышележащих пород над межлавыми целиками позволяет закладывать целики меньшего размера и увеличивать коэффициент извлечения запасов угля;

- эффективность – данный вариант планировки позволяет закладывать выемочные столбы большей протяженности;

- технологичность – относительно горизонтальное расположение проводимых штреков позволяет максимально использовать комбайновую механизацию проходческих работ и увеличивать темпы проходки;

- целесообразность – планировка способствует решению проблем с водопритоками в лаву, так как линия забоя лавы ориентирована по падению.

Следует отметить, что в целях минимизации потерь угля в предохранительных целиках была проведена пла-

нировка шахтного поля с применением компьютерной программы 3D на основе уточненных геологических данных детальной доразведки месторождения. Вскрывающие и подготавливающие выработки охраняются угольными целиками. Ширина угольных целиков принимается не менее размеров зон вредного воздействия опорного давления от очистных работ. Уточнение размеров межлавных угольных целиков на глубине, ниже угрожаемой по горным ударам, произведено согласно заключению ОАО «ВНИМИ».

Темпы проведения подготовительных выработок, принятые в соответствии с техническими возможностями применяемых комбайнов избирательного действия, при подготовке выемочных участков 48–2 и 48–3 недостаточны для воспроизводства очистного фронта при работе предприятия в режиме 250–270 тыс. т в месяц. Для обеспечения безразрывного фронта очистных работ в подготовительных забоях проектом предусматривается использование комбайнов непрерывного действия типа АВМ20 с навесным буровым оборудованием. Приобретение высокопроизводительной техники стало возможным после стабильной работы очистного забоя 48–3.

Таким образом, строительство шахты «Ерунаковская-VIII» основывается на принципах поэтапного ввода в эксплуатацию производственных мощностей, доразведки и уточнения горно-геологических параметров месторождения. Оснащение подготовительных и очистных забоев горно-шахтным оборудованием происходит на основе строгого соответствия принятых решений экономической целесообразности и полной окупаемости проектов.

В условиях Кузбасса при ограниченных инвестициях на разведочные работы предлагается разрабатывать проект предварительной разведки, включающий комплекс не только разведочных

скважин, но эксплуатационных подземных выработок, которые являются составной частью проекта строительства шахты в будущие периоды.

После уточнения строения месторождения производится проектирование направления отработки шахтного поля с детальным расположением вскрывающих и подготавливающих выработок, основанных на принципе максимального использования ранее проведенных выработок. С этой целью при проектировании предлагается шире использовать методику 3D моделирования, а также комплекс аналоговых программ сравнения экономической эффективности технологических решений.

Для повышения надежности проектных решений при недостаточном качестве разведанности угольных месторождений предлагаются следующие организационные и технологические решения:

- совмещение процессов детальной разведки и первого этапа проектирования и строительства пилотного участка шахты;
- развитие горных работ с двух направлений (с центральных и фланговых площадок наклонных стволов);
- возможность изменения направления главного грузопотока по центральному и фланговому стволам в зависимости от пространственновременного положения горных выработок, очистных и подготовительных забоев;
- трехштрековая схема подготовки выемочных участков для обеспечения устойчивого проветривания очистного забоя, основного и вспомогательного транспорта.

Указанные рекомендации реализованы в условиях шахты «Ерунаковская-VIII» и достигнуты следующие месячные показатели: скорость проведения выработок до 350 м, а добыча очистного забоя 250–270 тыс. т.

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Кулак Виталий Юрьевич – генеральный директор, ЗАО «Промуглепроект»,
e-mail: Vitaly.Kulak@evraz.com;

Волошин Владимир Анатольевич – кандидат технических наук, доцент,
e-mail: voloshinva1966@gmail.com,

Фрянов Виктор Николаевич – доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой,
e-mail: fryanov@sibsiu.ru,

Сибирский государственный индустриальный университет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Малкин А.С., Пучков Л.А., Саламатин А.Г., Еремеев В.М. Проектирование шахт: учебник для вузов. – М.: Издательство Академии горных наук, 2000. – 375 с.

2. Антонов А.А. Варианты развития горных работ на шахтах при наличии резервных участков // Уголь. – 2000. – № 12. – С. 20–21.

3. Астахов А.С., Зайденварг В.Е., Певзнер М.Е., Харченко В.А. Экономические и правовые основы природопользования. – М.: МГТУ, 2002. – 527 с.

4. Плакиткин Ю.А. Проблемное поле развития угольной промышленности России в период до 2030 г. // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2013. – № 5. – С. 346–353.

5. Фрянов В.Н., Павлова Л.Д. Состояние и перспективы развития безопасной технологии подземной угледобычи. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. – 238 с. **ТИАС**

UDC 622. 831

EVALUATION OF INFLUENCE EXERTED BY COAL EXPLORATION QUALITY ON MINE PLANNING EFFICIENCY

Kulak V.Yu., General Director, JSC «Promugleproekt», 654007, Novokuznetsk, Russia,
e-mail: Vitaly.Kulak@evraz.com,

Voloshin V.A.¹, Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor, e-mail: voloshinva1966@gmail.com,

Fryanov V.N.¹, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Chair, e-mail: fryanov@sibsiu.ru,

¹ Siberian State Industrial University, 654007, Novokuznetsk, Russia.

In this project is justified current interest (actual interest) of investigations aimed at changing the concept of construction (building, development) and commissioning of new coal mining concerns (enterprise), also described lag (weakness) of projects methodology at coal mining behind any other related industries (branch, sector). This article presents the results of analysis of existing alternatives, simulation (imitation) of the operation of the mine under construction, being a part of difficult (complicated) geotechnical system of coal mining, taking into account the impact of the external environment. Methodology proposed by the authors, about design of coal mines in the current market conditions, was implemented in the design and construction of the mine «Erunakovskaya-7» (branch of Jzhkuzbassugol). During the planning a mine field, was used a computer software 3D, based on updated (refined) geological data (information, materials) detailed additional exploration of the projected area, to achieve the minimization of losses in the coal pillars safety (protector). To increase the reliability of the project decisions (solutions) with insufficient quality of exploration of coal deposits (fields), the following organizational and technological solutions was offered: combination of processes of detailed exploration and the first phase of the design and construction of the pilot section of the mine; ability to change the direction of the main traffic depending on the spatio-temporal position of mining, treatment and development; development of mining operations in two directions (with central and flank areas inclined shafts).

Key words: mountain range, investments in geological exploration, detailed additional exploration of the projected area, sequence of the extraction pillars, the effectiveness of the project decisions (solutions).

REFERENCES

1. Malkin A.S., Puchkov L.A., Salamatin A.G., Eremeev V.M. *Proektirovanie shakht: uchebnik dlya vuzov* (Mine planning: Higher education textbook), Moscow, Izdatel'stvo Akademii gornykh nauk, 2000, 375 p.

2. Antonov A.A. *Ugol'*. 2000, no 12, pp. 20–21.

3. Astakhov A.S., Zaidenvarg V.E., Pevzner M.E., Kharchenko V.A. *Ekonomicheskie i pravovye osnovy prirodopol'zovaniya* (Economics and legal framework of nature management), Moscow, MGGU, 2002, 527 p.

4. Plakitkin Yu.A. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'*. 2013, no 5, pp.346–353.

5. Fryanov V.N., Pavlova L.D. *Sostoyanie i perspektivy razvitiya bezopasnoi tekhnologii podzemnoi ugledobychi* (State-of-the-art and prospects of safe underground coal mining), Novosibirsk, Izd-vo SO RAN, 2009, 238 p.