

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу Е.П. Ютяева «ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕНСИВНОЙ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКИ ВЫСОКОГАЗОНОСНЫХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 25.00.22 «Геотехнология (подземная, открытая и строительная) и 25.00.20 «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика».

Актуальность темы диссертационной работы

Рассматриваемая диссертационная работа Е.П. Ютяева состоит из введения, шести глав, заключения, семи приложений, изложена на 461 страницах машинописного текста, содержит 48 таблиц, 144 рисунка, списка литературы из 235 наименований.

В диссертационной работе рассматривается актуальная научная проблема, относящаяся к обоснованию технологии интенсивной подземной разработке высокогазоносных угольных пластов, обеспечивающей на долгосрочной основе эффективную и безопасную угледобычу при усложнении горно-геологических и горнотехнических условий.

Добычная и проходческая техника и технология добычи (длинными забоями с многоштрековой подготовкой) на передовых шахтах Кузнецкого и Воркутского бассейнов мало отличаются от техники и технологий, применяемых на угольных шахтах США, тем не менее, производительность очистных забоев и особенно производительность труда существенно уступают не только лучшим, но и средним американским показателям. Во многом это объясняется более сложными горно-геологическими условиями - свиты пластов вместо одиночных пластов, высокая газоносность, низкая газоотдача пластов, сложные геодинамические условия и т.д. Поэтому тема диссертации и ее цели представляются весьма актуальными. Без адаптации технологий к горно-геологическим условиям, разработки методик выбора способов подготовки выемочных участков и параметров технологических схем, тщательного газового и геодинамического мониторинга повышение производительности труда и снижение рисков не могут быть обеспечены.

Результаты предыдущих исследований заложили научные основы для технологического развития угольной отрасли. В то же время, в условиях необходимости повышения и поддержания на стабильно высоком уровне нагрузок на очистные забои и возрастания интенсивности техногенного воздействия на массив, отдельное решение

вопросов управления газовыделением и геомеханического обеспечения производства не решает проблему обеспечения конкурентоспособности подземной угледобычи в долгосрочной перспективе. Необходимо комплексное рассмотрение данных вопросов в увязке с принятыми пространственно-планировочными решениями для конкретных условий, а также мониторинг и контроль геомеханических, газодинамических и технологических процессов в процессе ведения горных работ.

Особенно важными представляются оценки опасности всех источников метана, поступающего в очистной забой, достоверность оценок величины предельно допустимой нагрузки на очистной забой по газовому фактору, а также методы выбора способов дегазации в зависимости от газообильности угольного пласта и горнотехнических условий.

Диссертационная работа имеет большое значение для практики подземной угледобычи на угольных пластах Кузбасса. С переходом добычи угля на средние и большие глубины, где еще не в полной мере проявлена удароопасность, более острыми становятся проблемы, связанные с высокой газоносностью пластов, необходимостью предварительной дегазации и ограничениями допустимой нагрузки на очистной забой по газовому фактору.

Таким образом, на основании вышеизложенного можно констатировать, что диссертация Е.П. Ютяева, посвященная обоснованию технологии подземной разработки пологих газоносных угольных пластов в сложных горногеологических и геодинамических условиях, является актуальной и имеющей несомненное научное и практическое значение.

Новизна и научная значимость диссертационной работы

Среди результатов работы, обладающих новизной и научной значимостью, можно выделить следующие наиболее важные:

- разработана методология выбора основных параметров технологических схем интенсивной отработки выемочных участков при многоштрековой их подготовке с учетом влияния гео и газодинамических факторов;
- созданы научные основа прогноза геодинамического состояния массива при интенсивной отработке угольных пластов, включающие геодинамическое районирование, трехмерное геолого-структурное моделирование, количественную оценку НДС массива при отработке рассматриваемой части шахтного поля с использованием компьютерного моделирования, выявление тектонически напряженных и тектонически разгруженных зон, позволяющие заблаговременно планировать мероприятия по минимизации влияния зон на технико-экономические показатели угледобычи;

- обоснована модель формирования метанообильности очистной выработки при интенсивной отработке пологих газоносных пластов длинными забоями, учитывающая поступление метана из всех источников и вклад внутреннего источника разрабатываемого пласта, позволяющая оценивать величину предельно допустимой нагрузки на очистной забой по газовому фактору;
- разработаны подходы по выбору основных технологических решений по комплексной дегазационной подготовке разгруженных от горного давления угольных пластов на основе оценки величины предельно допустимой нагрузки на очистной забой по газовому фактору, экспериментального определения основных свойств и характеристик состояния угольного пласта;
- разработаны основы технологии пластовой дегазации с использованием гидроразрыва и автопневмовоздействия на выемочных участках шахты им. С.М. Кирова с оценкой их эффективности и перспектив использования в составе комплексной пластовой дегазации;
- обоснована методика выбора размеров податливых целиков при применении многоштрековой подготовки выемочных участков.

Результаты исследований полей напряжений и полей деформаций позволили установить, что принятые параметры междуштрековых целиков на глубинах отработки запасов до 400 м обеспечивают их достаточную устойчивость.

- обоснована структурная схема и методология многоуровневого регионального и локального мониторинга геодинамического состояния массива при интенсивной отработке угольных пластов, встроенная в систему единого диспетчерско-аналитического центра.

Обоснованность научных результатов и выводов диссертационной работы

Основные результаты работы отражены в пяти защищаемых научных положениях.

Первое научное положение. При интенсивной отработке пологих газоносных пластов наибольшие возможности снятия ограничений нагрузки на очистные забои по газовому и геомеханическим факторам обеспечиваются при корректном определении параметров технологических схем, использовании многоштрековой подготовки выемочных участков с оставлением между выработками неизвлекаемых ленточных целиков заданной податливости.

На основании анализа автором установлено, что основными причинами ограничения нагрузок на очистные забои при применении современного очистного оборудования

являются высокая газообильность выемочных участков и геомеханические факторы (неудовлетворительное состояние выработок, вывалообразование и др.).

Сформулированы основные требования к технологическим схемам подготовки и отработки выемочных участков при применении высокопроизводительных комплексов, в частности, подготовка выемочных участков должна обеспечивать возможность эффективного управления газовыделением, управления состоянием массива, полного использования технических возможностей применяемого оборудования.

Используемые средства управления газовыделением на выемочных участках (вентиляция, дегазация, изолированный отвод метановоздушной смеси) должны обеспечивать снятие ограничений нагрузок на очистные забои по газовому фактору.

Автором диссертации показано, что средства управления состоянием массива должны обеспечивать газодинамическую безопасность ведения работ, устойчивое состояние выработок, исключить формирование вывалов на их сопряжениях и в лавах. Особо опасными на достигнутых глубинах отработки являются тектонически разгруженные зоны.

В работе показано, что выполнение всех этих требований возможно лишь при применении многоштрековых схем подготовки и отработки выемочных участков. При этом существенно расширяются возможности управления газовыделением на выемочных участках средствами вентиляции, дегазации и изолированного отвода метановоздушной смеси, что позволяет снять ограничения нагрузки на забой по газовому фактору, более полно использовать возможности современной техники.

Рекомендованы параметры систем разработки и технологических схем подготовки и отработки выемочных участков шахт АО «СУЭК-Кузбасс» в сопоставлении с лучшим мировым опытом.

Проведенные исследования показали возможность изменения несущей способности и податливости междутрековых целиков в зависимости от производственной необходимости.

Второе научное положение. При обосновании параметров технологических схем отработки пологих газоносных пластов и разработке мероприятий по управлению состоянием массива на глубинах до границы удароопасности, наиболее значимым геомеханическим фактором является тектонически разгруженные зоны (ТРЗ), ниже границы удароопасности - тектонически напряженные зоны, наличие и геометризацию которых следует устанавливать на основе геодинамического районирования.

На основе геодинамического районирования, трехмерного структурно геологического моделирования шахтных полей, гидрогеологической модели, структурно

геологической 3D модели шахтного поля, комплексных численных оценок НДС с учетом природных и техногенных факторов создается геодинамическая модель шахтного поля, выявляются тектонически разгруженные и тектонически нагруженные зоны. Выделяются зоны риска на планах горных работ и разрабатываются мероприятия по обеспечению геодинамической безопасности.

Третье научное положение. Разработка и выбор способов дегазационной подготовки углегазоносного массива к эффективной отработке угольных пластов базируются на достоверной оценке величины предельно допустимой нагрузки на очистной забой по газовому фактору, которая определяется на основе разработанной модели формирования газообильности очистной выработки, учитывающей поступление метана из всех источников и вклад внутреннего источника разрабатываемого пласта в виде сорбированного в нем газа, основывается на использовании фундаментальных законов газовой динамики, а также достоверном определении основных свойств и характеристик состояния угольного пласта, современных средств компьютерного моделирования.

Разработана модель формирования газообильности очистной выработки, учитывающая поступление метана из всех источников, в том числе из внутреннего источника разрабатываемого пласта, на основании которой предложена достоверная оценка величины предельно допустимой нагрузки на очистной забой по газовому фактору (ПДНОЗГФ). Обоснована и разработана методика расчета ПДНОЗГФ, позволяющая на основе технологических параметров системы разработки, базовых физических и других свойств угольного пласта и вмещающих пород, фундаментальных физических уравнений и современных средств компьютерного моделирования объективно определять допустимую по газовому фактору производительность добычного оборудования. В методике предусмотрены лабораторные определения констант сорбции, натурные эксперименты по определению пластового давления метана в скважинах выемочного участка и вычисление газопроницаемости угля по результатам газовой съемки в ремонтную смену.

Выполненный в работе анализ показал, что достоверность разработанной методики прогноза ПДНОЗГФ существенно выше базовой методики, применяемой в АО «СУЭК-Кузбасс» ($91\% > 72,5\%$).

Четвертое научное положение. Исследование и разработка методологического подхода к выбору способа дегазационной подготовки угольного пласта базируются на учете следующих основных факторов: прогнозной скорости газотдачи угольных пластов, оцениваемой на стадии экспериментальных работ по определению основных свойств и

состояния углегазонасного массива (величины пластового давления, проницаемости, его сорбционных характеристик), резерва времени на дегазацию и величины «газового барьера» при планируемой нагрузке на очистной забой, причем технология пластовой дегазационной подготовки носит комплексный характер и включает в себя в общем случае базовую и вспомогательные технологические схемы, прошедшие апробацию в шахтных условиях.

В работе представлено моделирование процессов массопереноса метана, на основании которого выявлены основные факторы, определяющие максимально допустимые нагрузки на очистной забой по газовому фактору для рационального выбора технологии дегазационной подготовки угольных пластов.

В диссертации предусмотрены лабораторные определения плотности, пористости, параметров Ленгмюра, шахтные эксперименты по определению пластового давления метана в выемочном столбе и вычисление газопроницаемости угля по результатам газовой съемки лавы в ремонтную смену.

С использованием разработанной методики выполнен прогноз ПДНОЗГФ для условий шахты им. С.М. Кирова, который показал, что в отдельных случаях запланированные нагрузки на очистной забой невыполнимы без реализации предварительных мероприятий по интенсификации пластовой дегазации угольных пластов.

Обоснован методологический подход к выбору технологии пластовой дегазации в зависимости от требуемой степени интенсификации угледобычи. Предложены, обоснованы и внедрены новые и усовершенствованные технологии пластовой дегазации с использованием гидроразрыва (ПОДЗГРП) и автопневмовоздействия на выемочных участках шахты им. С.М. Кирова. Оценены их эффективность и перспективы дальнейшего применения в составе комплексной пластовой дегазации в качестве вспомогательного и дополнительного способов активного воздействия на угольный пласт.

Пятое научное положение. Геомеханическое обеспечение технологии интенсивной подземной отработки угольных пластов базируется на региональном и локальном мониторинге геодинамического состояния массива, включающем системы сейсмического и сейсмоакустического мониторинга, обеспечивающие в режиме реального времени мониторинг состояния массива и его изменений в результате ведения горных работ, встроенные в единую структуру диспетчерско-аналитического центра угольной шахты.

Выбранный автором диссертации комплекс систем мониторинга позволяет в полной мере осуществлять оперативный контроль состояния массива горных пород. Получаемые в ходе мониторинга данные используются при корректировке текущего положения

опасных зон на шахтах. Применяемый комплекс мер и методик позволяет оперативно реагировать на геодинамические изменения, протекающие в массиве при воздействии техногенных факторов.

Разработанная и реализованная концепция и структурная схема «Единого диспетчерско-аналитического центра СУЭК» позволяет объединить функции различных созданных систем контроля и диспетчеризации, контролировать корректность принятых пространственно-планировочных решений, качество прогноза метановыделения на участках, адекватность принятых схем управления газовыделением и состоянием массива горно-геологическим и горнотехническим условиям.

Практическая ценность результатов диссертационной работы

Практическая ценность работы заключается в разработке и реализации основной технологической документации на проведение работ по подземной пластовой дегазации на 8 выемочных участках двух шахт АО «СУЭК Кузбасс». Разработаны и реализованы рекомендации по выбору технологии пластовой дегазации для ряда выемочных участков шахты им. С.М. Кирова.

Внедренные технологические схемы отработки выемочных участков на шахтах «Галдинская Западная» и «Шахта им. В.Д. Ялевского» с длиной лав 400 м и длиной выемочных участков более 3,5 км позволили достигнуть рекордных показателей производительности очистных забоев, подтвердили корректность принятых пространственно-планировочных решений, качество прогноза метановыделения, адекватность принятых схем управления газовыделением и геодинамическим состоянием массива.

Полученные выводы и рекомендации могут быть использованы для эффективной и безопасной интенсивной отработки свит пологих газоносных угольных пластов на шахтах Кузнецкого, а также других угольных бассейнов.

Замечания по диссертационной работе

1. Недостаточно подробно проработан вопрос о влиянии геодинамических факторов (прежде всего тектонически нагруженных и разгруженных зон) на выбор способов и параметров дегазации.
2. Корреляции между длиной лавы, вынимаемой мощностью пласта, длиной выемочного пласта в угольной промышленности США (Рис. 3.3-3.7, С. 173-175) явно нелинейные и имеют малые коэффициенты детерминации, а связи между указанными величинами имеют сложный характер, зависящий от множества геологических,

горнотехнических и экономических факторов. Часть из этих связей указана в перечислении на стр. 177, однако анализ их формирования проведен достаточно поверхностно, что ограничивает общность зависимостей, приведенных на рис. 3.10 и 3.11 (неясно влияние тектонической нарушенности, газоносности, водопритоков, наличия зон ПГД, метанообильных пропластков и пластов-спутников, типа добычного комбайна и т.д.). Большая часть этих вопросов учтена на схеме на рис. 3.9, но подробно не раскрыта в тексте диссертации.

3. В диссертации не приведены результаты натурной проверки аналитических расчетов и результатов физического моделирования поведения податливых целиков и их влияния на НДС массива в зонах ПГД.

4. Во введении в диссертационной работе первое научное положение имеет иную и менее удачную формулировку, чем в тексте диссертации и автореферата.

5. Неясно, в чем состоит вклад автора в методику контроля геодинамического и газодинамического состояния массива горных пород МГСК, изложенную на стр. 351-363. В т.ч. на стр. 359-360 указывается на некорректность двух критериев и даются рекомендации по их исправлению, но неясно использовались ли предложения автора по корректировке критериев в практической работе системы.

Однако указанные недостатки не снижают научного и практического значения диссертационной работы.

Общая оценка диссертационной работы

Рассмотренная диссертация Ютяева Евгения Петровича «Обоснование технологии интенсивной подземной разработки высокогазоносных угольных пластов» является законченной научно-квалификационной работой. Работа выполнена на актуальную тему, развивает теорию и технологию интенсивной подземной разработки высокогазоносных угольных пластов, обеспечивающих эффективную и безопасную угледобычу в сложных горно-геологических и горнотехнических условиях.

Полнота и качество изложения материала в диссертации соответствуют положениям ВАК. Автореферат и опубликованные труды достаточно полно отражают основное содержание диссертации.

По совокупности использованных в работе методов исследования, полученных новых научных результатов и практическому значению выводов, диссертационная работа соответствует требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ, а ее автор Ютяев Евгений Петрович заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук.

Официальный оппонент
Козырев Анатолий Александрович
Профессор
Доктор технических наук (специальность 01.02.07 «Механика сыпучих тел, грунтов и горных пород»)

Начальник отдела геомеханики

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Кольский научный центр Российской академии наук» (ФИЦ КНЦ РАН) **Горный институт** - обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук»

184209, г. Апатиты Мурманской обл., Ферсмана, 24

<http://www.goikolasc.ru/>

kozar@goi.kolasc.net.ru

+7 (921) 724-33-25; +7(815-55) 79-242

Я, Козырев Анатолий Александрович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

«16» апреля 2019 г.

А.А. Козырев

Подпись Козырева А.А. автора отзыва заверяю.

ПОДПИСЬ
<i>Козырева А.А.</i>
По месту работы удостоверяю Зав. канцелярией Горного института
<i>Амосова</i>
<i>16 апреля 2019 г.</i>

