

Отзыв
официального оппонента на диссертацию
Стародубова Алексея Николаевича
«Обоснование технологии и оборудования выемки мощных пологих
пластов средствами компьютерного моделирования»
по специальности 2.8.8 – «Геотехнология, горные машины»

1. Актуальность темы диссертации

Глобальные тенденции развития горного дела и соответствующее им реформирование угольной промышленности обусловило качественную трансформацию технологий подземных горных работ. Модернизация осуществляется практически по всем направлениям: от расширения селективной выемки на участках со сложной структурой пластов, пригодных для высокомеханизированных длинных забоев и интенсификации очистных работ на основе инновационного оборудования, до модернизации аэрологических систем и схем дегазации с изоляцией метановоздушной смеси из выработанных пространств на газоносных пластах. Тем не менее прямое заимствование зарубежных технологических решений на отечественных предприятиях не продемонстрировало высокой эффективности. Это связано с игнорированием уникальных горно-геологических факторов, специфики ведения горных работ и конструктивных возможностей инфраструктуры действующих шахт. Прямым следствием слабой адаптации иностранного оборудования к российским реалиям стал рост аварийности и производственного травматизма, включая резонансные групповые случаи на кузбасских предприятиях («Тайжина», «Ульяновская», «Юбилейная» и др.)

Аналогичным примером является применение технологии добычи угля из мощных угольных пластов с использованием технологии с выпуском угля на завальный конвейер, широко применяемой в Китае. Несмотря на значительный объем добычи угля этим способом в КНР, использование китайского комплекса в условиях шахт юга Кузбасса не показало соответствующей эффективности и в настоящее время прекращено.

В связи с этим ключевым приоритетом для отечественной науки становятся исследования, нацеленные не только на модернизацию технической базы, но и на коренное повышение уровня промышленной безопасности. Исходя из этого, предлагаемое автором исследование, направленное на обоснование технологии и оборудования выемки мощных пологих пластов является актуальным, а дальнейшее внедрение механизированных крепей с контролируемым выпуском угля подкровельной тощи на забойный конвейер может стать решением сложившейся нерешенной проблемы эффективного управления процессом выпуска угля подкровельной толщи с использованием специализированных очистных механизированных комплексов длинностолбовой системы отработки с обеспечением безопасности ведения горных работ.

2. Научная новизна исследования заключается в:

- разработке научно-методологического подхода использования комплекса методов математического и компьютерного моделирования, алгоритмов выбора рациональных вариантов сочетания параметров, отличающегося их комбинацией, позволяющей повысить скорость и достоверность принятия решения при предиктивном анализе геотехнологии с выпуском угля подкровельной толщи;
- обосновании области эффективного применения технологии выемки мощных пологих пластов с управляемым выпуском угля на забойный конвейер, учитывающей соотношения мощностей угля подкровельной толщи и пород кровли, участвующей в выпуске, а также величину подвигания специализированного очистного механизированного комплекса перед выпуском;
- выявлении областей с разными скоростями движения горной массы различной крупности в системе «питатель-заслон» специальной механизированной крепи и её параметров, отличающихся эффективным и безопасным управлением процесса выпуска угля специализированным очистным механизированным комплексом;
- обосновании режимных параметров технологии выпуска угля подкровельной толщи, обеспечивающих наиболее стабильное, равномерное и полное заполнение конвейера при одновременном выпуске угля из нескольких секций специальной механизированной крепи в составе специализированного очистного механизированного комплекса;
- установлении параметров программируемого управления процессами выпуска угля подкровельной толщи, характеризующегося низкой вероятностью образования статических сводообразований над выпускным окном и наибольшей эффективностью геотехнологии по интегрированному сочетанию показателей: объём выпущенной горной массы, процент разубоживания и потери угля за крепью.

3. Общая характеристика содержания диссертации

Диссертационная работа включает в себя вводную часть, шесть основных глав с детализированными подразделами, заключительный раздел, библиографический список из 287 источников, а также четыре приложения. Общий объем работы составляет 330 страниц текста, в том числе 172 иллюстрациями и 68 таблицами.

Во введении автор подчеркивает актуальность и важность выбранной темы диссертации, определяет цель и конкретные задачи исследования. Также раскрывается научная новизна, доказываемая практическая ценность результатов исследований и подтверждается их достоверность. Формулируются основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе представлен комплексный анализ подземной разработки мощных пологих угольных пластов, охватывающий текущие тенденции, технологии выемки и перспективные направления развития отрасли. Детально изучены конструктивные особенности секций механизированных

крепей и принципы подбора оборудования для систем с выпуском угля. Значительное место отведено теоретическим аспектам: эволюции научных представлений о горнотехнических процессах, математическому описанию выпуска и истечения сыпучих сред, а также использованию компьютерного моделирования для прогнозирования и оптимизации выпуска угля.

Во второй главе разработан метод предиктивного анализа эффективности геотехнических систем, отличающийся использованием иерархической структуры компьютерных моделей (DEM и DES) для многокритериального выбора параметров выемки мощных пластов. Метод позволяет преодолеть ограничения традиционных систем проектирования в условиях многофакторной неопределенности за счет дискретной симуляции поведения разрушенного горного массива и алгоритмического отбора рациональных технологических решений.

Третья глава посвящена определению и обоснованию области эффективного применения технологии выемки мощных пологих пластов с выпуском угля на забойный конвейер с использованием специализированных очистных механизированных комплексов. В главе четко очерчены горно-геологические и горнотехнические параметры, гарантирующие наилучшие показатели по производительности и полноте извлечения запасов.

В четвертой главе установлены кинематические и структурно-фазовые закономерности движения разрушенного горного массива при выпуске в системе «питатель-заслон». Выявлен трехзонный характер распределения линейных скоростей в объеме выпускаемого потока при полном открытии заслона: зафиксировано формирование верхнего слоя ускоренного истечения (интенсифицируемого движением питателя), нижнего сдвигового слоя и промежуточного среднего слоя, скорость движения которого ниже скоростей нижнего и верхнего слоев в 1,3 и 2,8 раза соответственно. Показано явление гравитационно-динамической сегрегации потока, выраженное в преимущественном перемещении крупных фракций угля в верхнем слое и градиентном увеличении концентрации мелких частиц по мере приближения к контактной поверхности питателя, обуславливающим характер его абразивного износа. Разработан и запатентован способ пылеподавления, необходимый ввиду появления нового источника интенсивного пылеобразования: самого процесса движения горной массы к выпускному окну секции крепи, а также работа питателя.

Пятая глава посвящена оптимизации режимов одновременного выпуска подкровельного угля из нескольких секций крепи. Установлено, что волновой режим обеспечивает наиболее равномерную и высокую загрузку конвейера без резких колебаний потока. Итогом главы стала методика расчета параметров волнового выпуска (количества и очередности включения секций, а также их производительности) с привязкой к конкретным горно-геологическим условиям.

В шестой главе оптимизированы параметры выпуска угля подкровельной толщи по интегральному критерию, включающему объем добычи, разубоживание, потери за крепью и частоту зависаний. Доказано, что

все эти показатели определяются длительностью единичного выпуска. При увеличении времени выпуска: объем извлеченной массы растет линейно, а затем стабилизируется (кусочно-заданная функция); разубоживание угля увеличивается по квадратичному закону; потери угля в завале снижаются по полиномиальной зависимости второй степени; вероятность сводообразования над выпускным окном растет экспоненциально (лишь 5 % зависаний устраняются самообрушением). Установлено, что мелкая фракция (до 0,13 м) составляет 85 % массы, оседающей на элементах крепи у выпускного окна.

В заключительной части представлены ключевые результаты исследования.

4. Степень обоснованности и достоверности положений, выводов и рекомендаций

Обоснованность положений, выводов и рекомендаций работы обеспечивается использованием фундаментальных физических законов в качестве исходных предпосылок для теоретического анализа, репрезентативным объемом экспериментальных данных и корректной их обработкой, выполненной с использованием современного программного обеспечения. Достоверность полученных выводов и рекомендаций подтверждается как соответствием результатов моделирования фундаментальным положениям теории выпуска сыпучих материалов, так и результатов экспериментальных исследований практическим данным, полученным на лабораторной установке.

Несмотря на присущую исследованию сложность и многоаспектность, автору удалось обеспечить целостность и логическую стройность структуры диссертационной работы.

5. Личное участие соискателя ученой степени в получении результатов, изложенных в диссертации, заключается в постановке задач исследования и методов их решения; решении задач, формулировке положений, выносимых на защиту; разработке компьютерных моделей для реализации методов математического моделирования; обработке и анализе результатов численных и имитационных экспериментов по установлению закономерностей движения и управления потоком горной массы; обосновании технологических и технических решений, обеспечивающих эффективность и безопасность выемки мощных пологих пластов.

6. Научная значимость работы соискателя ученой степени заключается в создании соответствующих современным условиям научных основ определения параметров технологии выемки мощных пологих пластов с управляемым выпуском угля подкровельной и межслоевой толщи на забойный конвейер с использованием секций механизированной крепи в составе специализированного очистного механизированного комплекса; разработке на основе методов математического моделирования моделей движения горной массы во время выпуска с учётом взаимодействия во

времени и пространстве горных машин и оборудования; решении, с использованием разработанных моделей, ряда практических научных задач.

7. Практическая значимость работы заключается в том, что результаты исследований позволяют:

- сократить время сопоставления множества вариантов при проектировании технологии выемки мощных пологих пластов с управляемым выпуском угля подкровельной и межслоевой толщи с использованием секций специальной механизированной крепи в составе очистного механизированного комплекса, с возможностью отображения динамики взаимодействия оборудования в виртуальном пространстве и прогнозирования эффективности геотехнологии;

- обосновать рациональные размеры и расположение выпускных окон, заслонов и питателей в секциях механизированной крепи в составе специализированного очистного механизированного комплекса;

- способствовать внедрению механизированных комплексов с выпуском угля подкровельной толщи с использованием специальной механизированной крепи в составе очистного механизированного комплекса для разработки мощных угольных пластов.

В рамках реализации результатов исследования разработанное автором программное обеспечение было передано по лицензионному договору для внедрения индустриальному партнеру ЗАО «Углеметан Сервис».

8. Публикации и апробация диссертационной работы

Основные результаты исследований соискателя изложены в 34 опубликованных работах, в том числе в 21 работе в изданиях по профилю специальности 2.8.8 – «Геотехнология, горные машины», которые на момент публикации относились к изданиям, определенных ВАК, как издания, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора наук.

Основные положения диссертационной работы докладывались на многочисленных научных мероприятиях, включая международные, а также на технических совещаниях в период 2019-2026 гг.

9. Замечания и вопросы по диссертации

1. В главе 2, п. 2.3 не достаточно обоснован научно-методологический подход комплексного использования разных методов математического моделирования: дискретных элементов, теории массового обслуживания, интерполяции.

2. В главе 3, п. 3.4 дана только качественная оценка адекватности разработанных моделей, а количественная оценка отсутствует.

3. Почему парабола из частиц, образующих зависание, сжимается по вертикали по мере приближения к окну выпуска? Какова физика этого процесса?

4. Чем обоснован критический порог массы пород кровли, необходимой для организации процесса выпуска, установленный на уровне 3 т/м^2 ?

5. Каков физический механизм «вклинивания» пустой породы в угольный пласт? Куда именно выталкивается угольный массив при вклинивании породы?

6. Что физически представляет собой «волновой режим выпуска угля» и как он реализуется? За счет чего волновой режим превосходит по эффективности последовательный или групповой выпуск?

7. Каким образом фиксируется «требуемый уровень породы» для прекращения выпуска?

8. В работе присутствуют разговорные обороты вроде «позволяют получать высокие значения», «большие размеры» (например, третий вывод в Заклучении) следовало бы заменить на строгие физические понятия (интенсификация выпуска, геометрические параметры).

10. Итоговые выводы

Научно-квалификационная работа Стародубова А.Н. является завершенным и самостоятельным трудом, демонстрирующим высокий уровень научного исследования. Все поставленные задачи решены полностью, а защищаемые положения, выводы и рекомендации отличаются достаточной степенью достоверности и убедительности. В диссертации предложены научно обоснованные инновационные технологии, внедрение которых окажет значительное влияние на развитие горнодобывающего комплекса в части выемки мощных пологих пластов.

Работа отличается внутренней логичностью, четкостью и ясностью изложения в научно-техническом стиле, а также соответствует всем установленным требованиям к оформлению. Автореферат соответствует содержанию диссертации, достаточно полно и точно передает ее суть, обоснованность выводов и практическую ценность рекомендаций.

Таким образом, диссертация на тему «Обоснование технологии и оборудования выемки мощных пологих пластов средствами компьютерного моделирования» соответствует требованиям п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 (ред. 25.01.2024 г.), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор Стародубов Алексей Николаевич заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.8.8 – «Геотехнология, горные машины».

Официальный оппонент:

Павлова Лариса Дмитриевна

доктор технических наук, профессор,

заведующий кафедрой прикладной математики

и информатики ФГБОУ ВО «Сибирский

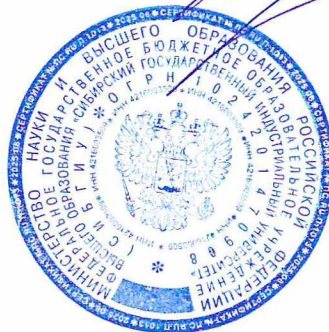
государственный индустриальный университет»

Л.Д. Павлова

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»
Российская Федерация, Кемеровская область - Кузбасс, Новокузнецкий
городской округ, г. Новокузнецк, Центральный район, ул. Кирова, здание 42.
Телефон: +7(961)7053074 e-mail: ld_pavlova@mail.ru

Подпись Павловой Ларисы Дмитриевны удостоверяю:

Начальник отдела кадров
ФГБОУ ВО «Сибирский государственный
индустриальный университет»



Т.А. Миронова

04.09.2016