

## О Т З Ы В

официального оппонента, *доктора технических наук, профессора Агафонова Валерия Владимировича* на диссертацию *Ли Юньэн* на тему: «Разработка технологии слоевой выемки мощных пологих пластов угля с труднообрушающимися породами кровли (на примере шахты «Хан Лайвань», Китай)», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.8. – Геотехнология, горные машины.

### **Актуальность темы диссертации.**

При подземной разработке мощных угольных пластов на шахтах Китая, России, Вьетнама и других стран в настоящее время широко применяют технологию, включающую деление пласта на наклонные слои с оставлением между слоями защитных пачек угля и выемку слоев в нисходящем порядке. При ведении очистных работ в нижнем слое защитная пачка обрушается в выработанном пространстве при передвижке секций крепи.

К числу достоинств данной технологии, как правило, относят возможность эффективного использования при отработке слоев современных высокопроизводительных очистных механизированных комплексов, применяемых при выемке пластов на полную их мощность.

Вместе с тем, как свидетельствует практический опыт отработки мощных пластов, технология с разделением пластов на слои имеет существенные недостатки: значительные эксплуатационные потери угля в межслоевых защитных пачках, достигающие 10-12% балансовых запасов выемочного участка; повышенная опасность очистных работ при выемке надроботанного слоя по фактору «обрушение защитной пачки в призабойное пространство нижней лавы»; высокая вероятность подземных пожаров. Пожары являются следствием оставления в выработанном пространстве лавы нижнего слоя больших масс измельченного угля. Максимальное отрицательное влияние указанных недостатков проявляется при выемке пластов угля, в кровле которых залегают труднообрушающиеся породы.

С учетом вышеизложенного, тема рассматриваемой диссертации является актуальной, а достижение поставленной соискателем цели исследований представляет практический интерес для большинства угледобывающих стран (Россия, Вьетнам, Китай и др. ) при отработке угольных пластов мощностью более 7-8 м. Особую актуальность данная тема имеет для Китая, в мощных угольных пластах которого сосредоточено не менее 44% всех запасов каменного угля.

### **Научная новизна диссертации.**

Практический опыт слоевой отработки мощных угольных пластов на шахтах Юйшэньского угольного бассейна (Китай) показывает, что увеличение толщины межслоевых защитных пачек повышает безопасность работ в лавах надроботанного слоя по фактору обрушение защитной пачки и

ОТЗЫВ

лежащих на ней дезинтегрированных пород. Вместе с тем, это приводит к росту эксплуатационных потерь угля и увеличению масс разрушенного и склонного к самовозгоранию угля в выработанном пространстве, не изолированном от струй воздуха, подаваемого для проветривания выемочного участка. В результате следствием увеличения толщины межслоевых защитных пачек является рост числа случаев самовозгорания угля.

Как показали исследования, выполненные Ли Юньпэн, решение этой производственной дилеммы достигается, при использовании выдвинутой соискателем оригинальной идеи, сущность которой заключается в том, что при слоевой выемке мощных пологих угольных пластов толщину защитной межслоевой пачки необходимо принимать с учётом наиболее неблагоприятного сочетания влияющих факторов и несовершенства методик ее расчета, а очистные работы в надрабатываемом слое вести с обрушением и выпуском угля, содержащегося в защитных межслоевых пачках, на завальный конвейер. При толщине межслоевой пачки, определенной с учётом наиболее неблагоприятного сочетания влияющих факторов, обеспечивается максимальная безопасность очистных работ в лаве по фактору «обрушение защитной пачки». Выпуск угля, содержащегося в межслоевых пачках, на завальный конвейер минимизирует потери угля и вероятность возникновения пожаров в выработанном пространстве.

Научный интерес для специалистов в области подземной разработки мощных угольных пластов представляют:

- Установленные качественные и количественные зависимости глубины разрушения угля в надрабатываемом угольном массиве (верхней части межслоевой защитной пачки) под воздействием опорного давления, формируемого впереди забоя лавы верхнего слоя от: глубины залегания пласта; предела прочности угля на растяжение; величины сцепления угля; стадии деформирования труднообрушающихся пород основной кровли в выработанном пространстве лавы верхнего слоя; мощности верхнего слоя.

- Установленный механизм формирования процесса обрушения угля и пород в призабойном пространстве лавы надрабатываемого слоя при различной толщине межслоевой защитной пачки.

- Установленная зависимость расположения и конфигурации зон разрушения в надрабатываемом угольном массиве (защитной угольной пачке) от стадии деформирования пород основной кровли (рисунки 3.7-3.8, диссертация).

- Вывод о том, что методики определения минимально допустимой толщины защитной межслоевой пачки угля должны включать процедуру оценки глубины разрушения угля в надрабатываемом массиве под воздействием опорного давления, формируемого впереди лавы верхнего слоя.

**Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций** обеспечивается: надежным выявлением основных причин возникновения опасных ситуаций и повышенных потерь угля при выемке

надрабатываемых слоев с оставлением защитных межслоевых пачек; применением хорошо апробированных в Санкт-Петербургском горном университете методик лабораторных исследований процессов деформирования и разрушения угольного массива и пород кровли на моделях из эквивалентных материалов; использованием сертифицированного оборудования; применением лицензионного программного обеспечения при исследовании влияния горно-геологических факторов на процесс разрушения надрабатываемого угольного массива; удовлетворительной сходимостью, полученных данных с результатами экспертных оценок технических работников угольных шахт Китая.

Результаты выполненных исследований апробированы на трех международных и всероссийских конференциях, где получили положительную оценку.

Основные результаты диссертационного исследования в достаточной степени освещены в 5 печатных работах, в том числе в 2 статьях - из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, в 1 статье - в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования Scopus. Автором диссертации получены 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

#### **Практическая значимость полученных результатов.**

В результате выполненных диссертационных исследований Ли Юньпен разработал технологию выемки пологих и наклонных угольных пластов мощностью 8-12 м, включающую разделение пласта на наклонные слои, опережающую отработку вышерасположенного слоя, обрушение и выпуск угля, содержащегося в защитной межслоевой угольной пачке, на завальный конвейер при ведении очистных работ в надработанном слое. Использование данной технологии позволяет существенно (не менее, чем на 13-16%) снизить эксплуатационные потери угля, повысить безопасность очистных работ в лавах надработанного слоя, исключить оставление в выработанном пространстве опасных по самовозгоранию больших масс угля.

При данной технологии толщина межслоевой защитной пачки угля может приниматься с повышенным коэффициентом запаса, учитывающим неопределенность данных об исходной горно-геологической информации и погрешности известных методик определения минимально необходимой толщины защитных пачек. *Эксплуатационные потери угля при этом не возрастают.*

Разработанная технология одобрена угольной компанией «Юйлинь»-Ю Сэ Шэньси (КНР) и отмечена как наиболее эффективная для использования при выемке надработанного слоя пласта №3 на шахте «Хан Лайвань». По данным экспертизы (Акт от 14.04.2023г.) ее внедрение в условиях данного пласта позволит снизить эксплуатационные потери угля не менее, чем на 15% и повысить безопасность горных работ.

#### **Рекомендации по использованию результатов работы.**

Результаты выполненных исследований могут быть эффективно

использованы при разработке пологих и наклонных угольных пластов мощностью 8-12 м очистными механизированным комплексами на угольных шахтах России, Китая, Вьетнама и других странах, развитых в области горного дела. Максимальный эффект от внедрения предложенной технологии достигается при отработке пластов, в кровле которых залегают труднообрушающиеся породы. Внедрение возможно как на стадии проектирования, так и на стадии отработки выемочных участков.

Рекомендации Ли Юньпэн и выводы, сделанные на основании результатов выполненных исследований, представляют практический интерес для технических работников шахт и проектных организаций при обосновании рациональных способов управления горным давлением в лавах наработанных слоев.

Обсуждение результатов исследований и методов их получения будет полезным в образовательном процессе, при подготовке горных инженеро-технологов.

При оценке перспектив разработанной технологии необходимо учитывать, что при переходе горных работ на более глубокие горизонты социальный и экономический эффекты при ее использовании будут возрастать. К числу основных направлений дальнейших исследований по теме диссертации, по нашему мнению, относится определение параметров разработанной технологии, обеспечивающих снижение потерь угля при выпуске межслоевой защитной пачки угля на завальный конвейер. Эти исследования наиболее актуальны при разработке мощных пластов угля, склонного к самовозгоранию, в условиях больших глубин.

#### **Замечания и вопросы по диссертации.**

1. Насколько существенными являются различия в величинах минимально допустимой толщины межслоевых защитных угольных пачек, определенных с использованием известных методик (методики ВНИМИ, КуНИУИ, КузГТУ) и с использованием новых научных результатов, полученных при выполнении диссертационного исследования?

2. Следовало бы пояснить, производилось ли сравнение рекомендуемого способа обеспечения безопасности очистных работ в лавах наработываемых слоев с известными альтернативными способами предотвращения обрушений пород кровли, не предусматривающими оставление межслоевой защитной угольной пачки (например, упрочнение обрушившихся пород скрепляющими материалами, создание межслоевых гибких перекрытий и др.)? Какие основные преимущества у рекомендуемой технологии?

3. Имеются ли в России шахты с горно-геологическими и горнотехническими условиями, аналогичными условиям отработки пласта №3 на шахте «Хан Лайвань»? Как решаются вопросы, связанные с потерями угля и обеспечением безопасности на российских шахтах-аналогах? Имеются ли различия в подходах и результативности?

4. По каким организационным, техническим и другим причинам разработанная технология может быть не внедрена при выемке

надрабатываемого слоя по пласту №3 на шахте «Хан Лайвань»? Из материалов диссертации следует, что все факторы, а также сложившаяся к настоящему времени технологическая схема данной шахты в пользу этого решения.

5. Разработанная технология с разделением пласта на слои и оставлением межслоевой защитной пачки угля рекомендуется автором диссертации (диссертация, с. 105) для использования при отработке пологих и наклонных угольных пластов мощностью 8-12м. Этот вывод автора нуждается в дополнительном пояснении.

Сделанные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертации. Следует подчеркнуть, что цель, поставленная Ли Юньпэн, достигнута и работа может считаться законченной.

Содержание диссертации соответствует паспорту научной специальности по пунктам п. 1 «Научные основы создания и развития технологий и оборудования для комплексного освоения и сохранения недр в различных горно-геологических и природно-климатических условиях», п. 5 «Способы вскрытия шахтных (карьерных) полей, их подготовки, системы разработки, комплексная механизация, технологические процессы добычи твердых полезных ископаемых».

#### **Заключение по диссертации.**

Диссертация «Разработка технологии слоевой выемки мощных пологих пластов угля с труднообрушающимися породами кровли (на примере шахты «Хан Лайвань», Китай)», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.8. – Геотехнология, горные машины полностью отвечает требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Санкт-Петербургского горного университета от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор **Ли Юньпэн** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.8. – Геотехнология, горные машины.

Официальный оппонент

профессор кафедры геотехнологии освоения недр Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС», доктор технических наук, профессор

Подпись Ф.И.О. оппонента, заверяю  
И.О. директора Горного института НИТУ МИСИС  
канд. техн. наук

**Агафонов Валерий Владимирович**

30.08.2023

**Ческидов Василий Владимирович**



**Сведения об официальном оппоненте:**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Почтовый адрес: Ленинский пр-кт, д. 4, стр. 1, Москва, 119049

Официальный сайт в сети Интернет: [misis.ru](http://misis.ru)

эл. почта: [agafonov.vv@misis.ru](mailto:agafonov.vv@misis.ru)

Телефон: 8-499-230-94-66