

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор АО «НЦ ВостНИИ»,
д-р техн. наук, профессор

 О.В. Тайлаков

«22» ноября 2022 г.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Акционерного общества «Научный центр ВостНИИ по промышленной и экологической безопасности в горной отрасли» на диссертационную работу Пугача Александра Сергеевича на тему: «Разработка метода регионального прогноза горных ударов на пологих участках пластов угольных шахт», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6 – «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика»

Актуальность работы

На современном этапе исследований напряжённо-деформированного состояния (НДС) массивов угольных пластов большое значение приобретают численные методы моделирования. Численные методы моделирования позволяют исследовать физические процессы на больших глубинах и прогнозировать возможность проявления горных ударов. С увеличением глубины наблюдаются условия всестороннего сжатия и методы, основанные на применении в качестве критерия предела прочности на сжатие при испытаниях образцов на одноосное сжатие, являются неэффективными. Для соответствующей глубины залегания разрабатываемого угольного пласта необходимо выявлять свои критерии удароопасности. При этом следует учитывать комплекс основных факторов в массиве.

Как правило, при региональном прогнозе горных ударов учитываются усреднённые физические свойства и рекомендации являются общими вне

удароопасности. При этом следует учитывать комплекс основных факторов в массиве.

Как правило, при региональном прогнозе горных ударов учитываются усреднённые физические свойства и рекомендации являются общими вне зависимости от глубины и горно-геологических осложнений в углепородном массиве.

Разработка методов регионального прогноза горных ударов с учётом особенностей глубоких горизонтов, физических свойств и физических процессов в условиях сложных горно-геологических условий, чему посвящена представленная диссертационная работа, является актуальной задачей.

Структура и основное содержание диссертационной работы

Работа состоит из введения, 4-х глав, заключения и списка литературы, содержащего 135 источников, и 6 приложений. **Первая** глава содержит обзор исследований напряжённо-деформированного состояния угольных пластов в условиях действия тектонических сил и методов математического моделирования геомеханических процессов. Во **второй** главе представлено теоретическое обоснование необходимости создания численной модели для прогноза горных ударов, природа горных ударов с точки зрения физических процессов и оценка физических свойств образцов горных пород в условиях, приближаемых к реальному массиву. Выделены отдельные факторы, создающие тектонически напряжённые зоны: геологические нарушения, горизонтальные составляющие напряжений, а также условия формирования тектонически напряжённых зон при осуществлении горных работ. Приведена разработанная математическая модель уплотняющейся среды с учётом обозначенных факторов. Была осуществлена верификация предлагаемой модели с известными расчётными моделями и экспериментальными наблюдениями, выявлены отличия при оценке каждого фактора при ранее применяемых моделях и предлагаемой. Полученные теоретические представления позволили сформулировать идеи для моделирования напряжённо-деформированного состояния углепородного массива

с целью прогноза горных ударов. В **третьей** главе представлены условия Воркутского месторождения на примере ш. «Комсомольская», поставлены и решены задачи моделирования, выявлен ряд допущений, принимаемых при постановке задач. Представлены эпицентр очагов произошедших горных ударов и данные, регистрируемые сейсмостанциями, по значениям удельной потенциальной энергии в границах разрабатываемых шахтных полей. Эти данные сопоставлены с результатами численного моделирования. По полученным многоугольникам распределений значений максимальных и минимальных главных напряжений выявляются потенциально опасные зоны. Дальнейшее сравнение результатов модели осуществляется при различном направлении движения фронта очистных работ. Такой подход показывает согласованность расчетных моделей и наблюдаемых условий на основе гипотезы о преимущественном геомеханическом влиянии на напряжённо-деформированное состояние. Изменение напряжённо-деформированного состояния массива в результате технологического влияния происходит в предварительно созданном естественном поле напряжений (начальном поле напряжений). Расчёт осуществляется с учётом всестороннего сжатия моделируемого объекта. В **четвертой** главе представлено обобщение предлагаемого метода прогноза в виде изограммы введённого автором коэффициента напряжённости. Изограмма представляет собой численное безразмерное значение напряжённости, изменяющееся от значений градиентов напряжений вдоль линии фронта ведения горных работ и выбираемого направления. Определён численный показатель, соответствующий безопасному значению для данных условий с поправками на энергетические уровни при отработке угольных пластов и требуемыми нормами устойчивости горных выработок. Этот показатель введён как критерий удароопасности. Проведённые исследования позволили создать метод регионального прогноза горных ударов на пологих участках пластов угольных шахт и рекомендовать его для практического применения.

Новизна исследований и научная значимость полученных результатов, выводов и рекомендаций

Новизна проведенного автором исследования заключается:

1. в обосновании математической модели уплотняющегося массива, учитывающей начальное поле напряжений, для решения задач отработки угольных пластов;
2. в получении многоугольников распределения значений главных напряжений в диапазоне изменения деформационно-прочностных свойств угольных пластов;
3. в разработке нового метода прогноза тектонически напряжённых зон, позволяющих оценить совместное влияние технологических и тектонических процессов, а также гравитационных сил на напряжённо-деформированное состояние массива;
4. в определении главных напряжений, удельной потенциальной энергии, параметра Надаи-Лоде для оценки степени удароопасности при различных направлениях движения фронта очистных работ;
5. в разработке метода прогноза горных ударов в соответствии с предлагаемым алгоритмом.

Научная значимость полученных в работе результатов заключается в разработке метода прогноза горных ударов на угольных шахтах при выборе направления движения фронта очистных работ на основе предварительно рассчитанного начального поля напряжений, создаваемого геологической нарушенностью угольного пласта, с применением разработанной математической модели.

Практическая значимость результатов работы заключается в разработке метода регионального прогноза горных ударов на пологих участках пластов угольных шахт. Внедрение представленного метода позволит проектировать направление фронта очистных работ, при котором наблюдаются

наименее удароопасные состояния при различных значениях деформационно-прочностных свойств угольного пласта.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций. Теоретические выводы, полученные аналитические выражения, представления о физических процессах на глубоких горизонтах угольных шахт, разработанный алгоритм и реализованное численное моделирование основаны на применении технической документации действующего предприятия, опираются на данные измерений сейсмостанций, положительно зарекомендовавшие себя методы. Применяемые программные комплексы имеют сертификат соответствия на решение рассмотренных в работе задач в области геомеханики и обеспечивают удовлетворительную воспроизводимость результатов.

Значимость полученных автором диссертации результатов для развития геомеханики и изучения физических свойств горных пород

С увеличением глубины ведения горных работ возникает проблема выбора критерия удароопасности, поскольку применяемые критерии прочности для горных пород (сопоставление с пределом прочности на сжатие, например) не могут быть применимы. В этом случае массив или угольный пласт находились бы в разрушенном состоянии ещё до ведения горных работ. Предлагаемый алгоритм позволяет комплексно подойти к оценке факторов, сказывающихся на формировании горных ударов. Метод регионального прогноза горных ударов позволяет выявить тектонически напряжённые зоны с повышенным горным давлением.

Разработанный автором метод входит в комплекс методов, включающих: геодинамический мониторинг, определения критерия удароопасности для угольного пласта, обнаружение и контроль зон повышенных напряжений. Утвержденная методика может быть рекомендована для задач Межведомственной комиссии, в состав которой входят: департаменты министерства энергетики РФ,

научные центры геомеханики, службы Ростехнадзора и службы промышленной безопасности.

Соответствие работы требованиям, предъявляемым к диссертациям.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что по актуальности, научной новизне и практической ценности диссертационная работа заслуживает высокой оценки, соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г., ред. от 26.09.2022 г.), также отвечает требованиям положения «О порядке присуждении ученых степеней в НИТУ МИСИС».

Публикации и апробация результатов работы.

Основные положения диссертации докладывались и обсуждались на международном научном симпозиуме «Неделя горняка» (Москва, 2011, 2012, 2013, 2015, 2019, 2021), всероссийской научно-технической конференции с международным участием «Геомеханика в горном деле» (Екатеринбург, ФГБУН ИГД УрО РАН, 1-3 октября 2013 г.), IV международной научно-практической конференции «Горное дело в 21-ом веке: технологии, наука, образование» (Санкт-Петербург, СПбГУ, 26-28 октября 2021 г.), всероссийской молодёжной XVI научно-практической конференции «Проблемы недропользования» (г. Екатеринбург, Институт горного дела УрО РАН, 9-11 февраля, 2022 г.) на научных семинарах кафедры ФГПиП МГГУ, кафедр ФизГео и БЭГП МГИ НИТУ МИСИС. Основное содержание работы опубликовано в 14 статьях, в том числе 5 из них в изданиях, рекомендованных в перечне ВАК Минобрнауки РФ и в 2 изданиях, индексируемых в базе цитирования Scopus.

По работе имеются несколько замечаний рекомендательного характера, которые заключаются в следующем:

1. В работе сказано, что критерий удароопасности определён для условий ш. «Комсомольская». На других глубинах и для угольных пластов, например,

- Четвёртый этот критерий также будет составлять 10? Если представляет другое значение, то следовало бы пояснить.
2. В «Инструкции по прогнозу динамических явлений и мониторингу массива горных пород при отработке угольных месторождений» под динамическими явлениями также понимают выбросы угля и газа. Для более полного представления неплохо было бы рассмотреть в целом динамические явления и какое место занимают горные удары с точки зрения физики процессов;
 3. В тексте работы присутствует «технологические, тектонические и гравитационные силы». Что подразумевается под «технологическими силами», «тектоническими силами»?

Заключение

Диссертация Пугача Александра Сергеевича «Разработка метода регионального прогноза горных ударов на пологих участках пластов угольных шахт», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6 – «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная азорогазодинамика и горная теплофизика», является законченной научно-квалификационной работой.

Результаты научных исследований, выносимые на защиту, прошли достаточную апробацию на Международных и всероссийских конференциях и опубликованы в 14 статьях, в том числе 5 из них в изданиях, рекомендованных в перечне ВАК Минобрнауки РФ и в 2 изданиях, индексируемых в базе цитирования Scopus.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

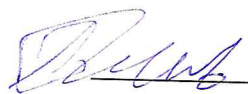
Диссертация выполнена на актуальную тему, имеет научную и практическую ценность, представляет собой законченное научное исследование.

Работа соответствует паспорту специальности 2.8.6 – «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная азорогазодинамика и горная теплофизика».

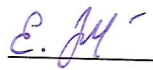
представленная работа соответствует требованиям и критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ «МИСиС», включая соответствие критерию, установленного пунктом 2.6. Положения, а ее автор Пугач Александр Сергеевич заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6 - «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика».

Отзыв заслушан на заседании Научно-технического семинара «Безопасность труда и геомеханика» АО «НЦ ВостНИИ» протокол №1 от «22» ноября 2022 г.

Заместитель председателя
научно-технического семинара
д.т.н., проф.

 /Вадим Васильевич Иванов

Ученый секретарь научно-технического
семинара к.филол.н.

 /Елизавета Сергеевна Энс

Подписи Иванова Вадима Васильевича и Энс Елизаветы Сергеевны подтверждаю
и заверяю:

Начальник отдела кадров



Волобуева Марина Петровна

Акционерное общество «Научный центр ВостНИИ по промышленной и экологической безопасности в горной отрасли»

Почтовый адрес 650002, Российская Федерация, г. Кемерово, ул. Институтская, 3

Телефон/факс: 8(3842) 64-44-42

e-mail: main@nc-vostnii.ru