

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Аникина Павла Александровича «Прогнозирование удароопасности массива горных пород по данным геоакустического контроля», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.20 – «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэrogазодинамика и горная теплофизика»

Представленная работа изложена на 162 страницах машинописного текста, состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованных источников, включающего 174 наименования, содержит 71 рисунок, 12 таблиц.

1. Актуальность избранной темы работы

Свою работу автор посвятил прогнозированию удароопасности массива горных пород по данным геоакустического контроля на примере месторождения урановых руд Антей. В первой главе диссертации автор провел тщательный анализ публикаций в этой области и показал актуальность данной темы. Она обусловлена значительным углублением добывчных работ и возрастанием количества и энергии динамических проявлений горного давления в форме горных и горно-тектонических ударов, приводящих к катастрофическим последствиям, и необходимостью их достоверного прогноза. Несмотря на значительное количество работ, проведенных ранее, сложность решения задачи обусловлена неповторимостью горно-геологических и горнотехнических условий разработки конкретных месторождений. На примере месторождения Антей автор показал необходимость разработки методик прогнозирования удароопасности массива пород на основе комплексного решения задачи с учетом многофакторности условий и причин возникновения динамических проявлений горного давления. Тема исследования соответствует паспорту специальности 25.00.20. – «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэrogазодинамика и горная теплофизика».

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

В первой главе диссертации на основании тщательного литературного обзора автор ставит цель исследования и для ее достижения формулирует соответствующие задачи, решение которых приведено в этой и последующих главах, во второй, третьей и четвертой из которых произведено обоснование трех научных положений, вынесенных автором на защиту.

Вторая глава посвящена анализу особенностей горно-геологических и горнотехнических условий разработки месторождения Антей с точки зрения их влияния на удароопасность массива. Используя результаты опубликованных источников и собственного опыта работы на месторождении, автор провел глубокое исследование природных и техногенных факторов, способствующих возникновению опасных геодинамических явлений на этом месторождении. К геологическим факторам автором отнесены встречные падения нарушений, контакты разномодульных горных пород, значительные вариации механических свойств пород в центральной части месторождения и значительные напряжения в полублочных целиках. К технологическим факторам им отнесены большой объем выработанных пространств и применение системы разработки горизонтальными слоями, предусматривающей разделение блоков на два полублока с формированием уменьшающихся целиков в области влияния тектонических нарушений.

Результаты этих исследований отражены в первом научном положении, в котором показано, что динамические проявления горного давления на глубоких горизонтах месторождения Антей являются следствием влияния совокупности горнотехнических и горно-технологических факторов, в частности, образованием уменьшающихся межполублочных целиков, содержащих в своей структуре включения высокопрочных и хрупких лейкократовых гранитов, подверженных влиянию неоднородного поля напряжений.

Достаточная степень обоснования данного положения подтверждается скрупулезностью анализа горно-геологических, горнотехнических и геомеханических условий разработки месторождения, проведенного автором в соответствии с современными представлениями о природе горных ударов и показавшего его глубокие знания в данном вопросе.

В третьей главе автор решает третью поставленную задачу, связанную с выявлением закономерностей формирования очагов разрушения в удароопасном массиве горных пород и проявления акустической активности на различных стадиях разработки месторождения.

Автор приводит описание сейсмоакустической многоканальной цифровой системы контроля горного давления «Prognoz-ADS», с помощью которой проводились наблюдения сейсмической активности массива пород. Им обоснованы условия рациональной расстановки сейсмоприемников, обеспечивающей достоверную регистрацию акустико-эмиссионных сигналов на фоне помех от работающего технологического оборудования. Кроме того, рассмотрена методика выделения зон концентрации очагов разрушения в массиве пород. На основании сейсмических мониторинговых наблюдений, проведенных при его участии в 2006-2013 гг, автор делает ряд выводов о закономерностях изменения параметров акустически активных зон (ААЗ) и о влиянии на них геомеханического состояния массива пород при горных работах. Следует отметить, что автор, учитывая опыт предыдущих исследователей в области сейсмопрогноза горных ударов, вносит новые элементы, обусловленные комплексным характером изучения ААЗ. Это, в частности, касается параметра R_{cp} , характеризующего усредненный размер ААЗ. Автор выявляет условия эффективного использования этого параметра, а также условия, при которых он неэффективен и необходимо воспользоваться другими информативными параметрами ААЗ. Комплексный характер исследования выражается в совместном анализе ряда пространственных и временных характеристик

сейсмических явлений, что дает базу для обоснования прогнозного показателя удароопасности, рассмотренного автором далее в четвертой главе.

Обоснованность этого научного положения подтверждается достаточным количеством экспериментальных наблюдений, тщательностью и продуманностью методик натурных наблюдений и обработки данных, согласованием полученных результатов с выводами других авторов, в частности, с данными С. Д. Виноградова.

В четвертой главе автор проводит обоснование комплексного показателя удароопасности и разработку методики прогноза опасных динамических проявлений по данным геоакустического мониторинга.

Здесь автор проявил хорошее знание работ других ученых, показал достоинства и недостатки предложенного ими интегрального показателя удароопасности $P_{уд}$. Он предложил комплексный показатель удароопасности $K_{уд}$, который затем опробовал на фактическом материале наблюдений за акустической активностью в период с 2006 по 2016 гг. Автор показал, что использование предложенного им $K_{уд}$ обеспечивает высокую достоверность прогноза опасных геодинамических проявлений в условиях глубоких горизонтов месторождения Антей.

Необходимость введения нового показателя обусловлена новыми данными об изменениях сейсмичности, связанных с переходом работ на более глубокие горизонты, и подтверждается многолетними наблюдениями автора в этих условиях, что позволяет сделать вывод о достаточной обоснованности приведенных результатов и третьего научного положения.

В целом можно отметить, что все научные положения, выводы по работе, кратко изложенные в заключении, рекомендации, опробованные с использованием результатов натурных исследований, обоснованы автором в достаточной степени. Следует отметить хорошее знание автором объекта, методов и методик его исследования.

3. Новизна и достоверность результатов

Новизна результатов заключается в получении новых экспериментальных данных о механических свойствах и напряженном состоянии массива горных пород на месторождении Антей; в обосновании новой методики выделения потенциально удароопасных участков в массиве по данным геоакустического мониторинга; в выявлении закономерностей формирования акустически активных зон, отражающих изменение геомеханического состояния массива; в обосновании комплексного показателя удароопасности, учитывающего изменения геоакустического и геомеханического состояния геосреды с высокой степенью надежности прогноза.

Достоверность полученных автором результатов сомнения не вызывает. Это подтверждается обоснованной логикой исследования, построением защищаемых научных положений, выводов, рекомендаций на основе многолетних наблюдений и представительного объема данных о механических свойствах, геологическом строении и проявлениях акустической активности массива горных пород, удовлетворительной сходимостью прогнозных оценок с натурными наблюдениями динамических проявлений горного давления, а также непротиворечивостью полученных результатов физическим законам и результатам других исследователей.

4. Значимость результатов для науки и практики

Теоретическая значимость результатов диссертационной работы заключается в установлении новых закономерностей и зависимостей проявления акустической активности на глубоких горизонтах месторождения Антей в условиях разнoprочных горных пород и меняющейся конфигурации конструктивных элементов системы разработки.

Значимость результатов исследований Аникина П. А. для практики заключается в обосновании и разработке методического и программного обес-

печения геоакустического контроля, его использовании с целью обеспечения безопасности и эффективности разработки потенциально удароопасного месторождения. Результаты использованы при составлении указаний и инструкций по безопасному ведению горных работ и сейсмоакустическому контролю на удароопасных месторождениях, переданных ряду горных предприятий России для практического применения.

5. Публикации, отражающие основное содержание диссертационной работы, апробация результатов

Основные результаты диссертации изложены в 35 печатных работах, среди которых 17 – в журналах, рекомендуемых ВАК Министерства образования и науки РФ, а также в трех свидетельствах на алгоритмы программное обеспечение. Результаты исследований докладывались на российских и международных научных конференциях, симпозиумах, школах. Публикации в полной мере раскрывают содержание диссертационной работы.

В автореферате в достаточной степени изложены основные идеи и выводы диссертации, показаны вклад автора в проведенное исследование, степень новизны и практическая значимость результатов исследований. Он полностью отражает основное содержание диссертации.

6. Замечания

1. Не совсем четко согласуются название работы, где говорится о прогнозировании удароопасности массива пород, и ее цель, заключающаяся в снижении риска опасных динамических проявлений горного давления; первое достигается за счет получения информации о состоянии массива, а второе – за счет проведения технологических операций по его разгрузке, которые в работе детально не рассматриваются. Кроме того, следует уточнить, чему автор посвящает свое исследование: прогнозированию удароопасности массива

горных пород (название работы) или прогнозу геомеханического состояния геосреды (цель работы), что не одно и то же?

2. В третьем научном положении неясно, по сравнению с чем увеличение информативных параметров в определенное количество раз является признаком удароопасности?

3. На стр. 56 при описании определения прочности пород с помощью прибора-пробника БУ-39 приведена формула (2.2) для пересчета разрушающей нагрузки P_p в предел прочности при одноосном растяжении σ_p . Формула для расчета предела прочности при одноосном сжатии σ_p не приведена, хотя именно он обсуждается далее на стр. 57 и в таблице 2.3.2 на стр. 58, что затрудняет восприятие изложенного материала. Также неясно, свойства каких именно пород приведены в таблице 2.3.2?

4. Неясно, что на стр. 116 автор подразумевает под «интенсивностью АЭ»? Этот термин отсутствует в ГОСТ Р ИСО 12716-2009.

Приведенные выше замечания носят частный или рекомендательный характер и не снижают общей положительной оценки работы.

7. Заключение

Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основе выполненных теоретических и экспериментальных исследований дано новое решение актуальной задачи прогнозирования динамических проявлений горного давления на основе своевременного выделения методами и средствами геоакустического контроля массива горных пород потенциально опасных зон, что имеет научное и практическое значение для обеспечения безопасного и эффективного освоения удароопасного месторождения урановых руд Антей.

Диссертация соответствует п. 9. Положения ВАК РФ о порядке присуждения ученых степеней, а ее автор, Аникин Павел Александрович, заслу-

живает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.20 – «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика».

Официальный оппонент, доктор технических наук, профессор кафедры физических процессов горного производства и геоконтроля Национального исследовательского технологического университета «МИСиС»



Вознесенский Александр Сергеевич

119991, г. Москва, Ленинский проспект, 4, НИТУ «МИСиС», Горный институт (МГИ), кафедра Физических процессов горного производства и геоконтроля (ФизГео).

Тел.: 8 (499) 230-25-93 (каф.), +7-910-409-94-93 (моб.)

E-mail: al48@mail.ru.

Подпись официального оппонента, д.т.н., проф. А.С. Вознесенского удостоверяю.

И. о. директора Горного института (МГИ) НИТУ «МИСиС»



В. В. Ческидов