

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР УГЛЯ И УГЛЕХИМИИ
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»
(ФИЦ УУХ СО РАН)

просп. Советский, д. 18, г. Кемерово, 650000 Тел./факс (384-2) 36-34-62
E-mail: centr@coal.sbras.ru <http://www.coal.sbras.ru>

УТВЕРЖДАЮ

Директор ФГБНУ «Федеральный
исследовательский центр угля и
углехимии» Сибирского отделения
Российской академии наук, канд. техн. наук
В.Н. Кочетков
« 13 / 11 » 2024 г.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Шнайдера Ивана Владимировича на тему
«ДИСТАНЦИОННАЯ ОЦЕНКА СТРУКТУРЫ И ПАРАМЕТРОВ ГОРНОГО
МАССИВА В ПРОЦЕССЕ ВЕДЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ РАБОТ»,
представленную к защите на соискание учёной степени кандидата технических
наук по специальности 2.8.6 – «Геомеханика, разрушение горных пород,
рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика»

Актуальность диссертационной работы

Рост интенсивности ведения подземных горных работ, а также увеличение глубины разработки месторождений приводят к активизации геодинамических процессов и увеличению рисков потери устойчивости горного массива в зоне влияния объектов подземной инфраструктуры. Применяемые в настоящее время инструментальные способы оценки рисков возникновения динамических явлений не обладают достаточной оперативностью и требуют участия персонала предприятия. В том числе по этой причине они не являются объективными в достаточной мере.

Поэтому тема диссертации Шнайдера И.В., посвященная решению важной научно-технической задачи – разработке метода дистанционной оценки структуры и параметров напряженного состояния горного массива с целью определения устойчивости и прогноза зон риска возникновения геодинамических явлений, является актуальной и своевременной.

В диссертации обоснованы цель, которая практически совпадает с названием работы, что подтверждается содержанием диссертации, выводами и рекомендациями.

Идея работы, заключающаяся в автоматизации процедуры обработки информации, регистрируемой системами сейсмической локации, в задачах оценки структуры и параметров напряженного состояния горного массива с целью прогноза местоположения зон риска возникновения геодинамических явлений в процессе ведения подземных горных работ в диссертации реализована. Это подтверждается успешным применением разработанных алгоритмов

обработки информации на ряде угольных шахт, рудников и при проведении тоннелей для транспортных магистралей.

Содержание диссертационной работы

На отзыв представлена соответствующим образом оформленная рукопись в объеме 173 страниц, включающая введение, четыре главы, заключение, список литературы из 64 наименований, 83 рисунка, 16 таблиц и 3 приложения, а также автореферат на 28 страницах, содержащий список публикаций автора 10 наименований.

Введение к диссертации раскрывает актуальность избранной темы, степень её разработанности, цели и задачи, научную новизну, теоретическую и практическую значимость работы, методологию и методы диссертационного исследования, положения, выносимые на защиту, степень достоверности и апробацию результатов. Позиции соискателя по всем указанным характеристикам изложены однозначно, что позволило дать им соответствующую оценку в процессе рассмотрения.

В первой главе приведены результаты анализа публикаций, касающихся применяемых в настоящее время методов и технологий оценки состояния горного массива в процессах ведения подземных работ. Согласно международной практике, наиболее эффективными являются геофизические методы и, в частности, сейсмический, как наиболее точно описывающий не только параметры устойчивости, но и структуру горного массива. Однако в обзор не включены близкие по теме диссертации работы, выполненные Институтом угля ФИЦ УУХ СО РАН под руководством профессора Тайлакова О.В.

По результатам анализа в первой главе обоснована актуальность работы, сформулированы цель, идея и задачи исследования.

Вторая глава посвящена рассмотрению параметров горного массива, влияющих на характеристики устойчивости введённой системы «массив пород – горная выработка – крепь» и подхода к текущему прогнозу местоположения опасных по геодинамическим явлениям зон. Схематично представлен участок выемочного столба угледобывающей лавы, распределение напряжений и отмечены основные контролируемые показатели, свидетельствующие о готовности исследуемой области массива к горному удару и внезапному выбросу.

Автором предложен подход к применению системы сейсмической локации, позволяющий в непрерывном режиме производить оценку напряженного состояния выемочного столба угледобывающего участка в ближней зоне влияния оконтуривающих горных выработок. Подход учитывает применение существующей технической системы «Микон-ГЕО», выпускаемой серийно, с указанием условий регистрации сейсмических данных и последующей интерпретацией результатов, разработанной автором и представленной в виде характеристических срезов модели.

В отличие от аналогичных работ предшественников в настоящей диссертации в качестве источника акустических колебаний, зондирующих массив, используется «шум» работающего по угляю комбайна. При этом в качестве опорного кодоимпульсного сигнала (свип-сигнала) для определения скорости распространения акустических волн принимается сигнал от ближайшего к комбайну сейсмоприемника. Сравнивая кодоимпульсные сигналы, принятые другими сейсмоприемниками, с опорным, удается определить время распространения волны между первым и очередным сейсмоприемником. Определение таким образом скорости распространения акустических волн позволяет осуществлять контроль состояния массива непрерывно в процессе работы комбайна, приводящей к изменению напряженного состояния впереди выработки.

Преимущество предложенного автором метода состоит в достаточно большой глубине зондирования массива впереди груди забоя выработки. Однако границы установленных опасных зон определяются весьма приближенно.

Третья глава содержит описание методики применения системы сейсмической локации в задачах оценки структуры и параметров горного массива при производстве работ в условиях угольных шахт и рудников, основанной на автоматизированном расчете скорости распространения продольной волны.

В рамках описанной методики одним из основных факторов, влияющих на корректность результатов, является средняя скорость распространения продольной волны в исследуемом объеме горного массива, принимаемая для проведения расчетов при обработке сейсмограмм.

Автором предложен новый методический подход, в котором программное обеспечение в автоматическом режиме двумя различными способами (алгоритмами) обрабатывает сейсмограммы и предлагает оператору набор из нескольких значений скорости распространения продольной волны на выбор. Сопоставляя срезы модели массива, иллюстрирующие, например, параметр «уровень разуплотнения» со срезом этого же участка массива, полученным инструментальным методом, удается определить наиболее подходящее значение скорости и использовать его при дальнейшем контроле структуры массива.

Используя данный подход, персонал, не имеющий специального геофизического образования, может выполнить обработку сейсмических данных и в первом приближении составить представление о местоположении объектов риска.

Четвертая глава содержит описание результатов применения системы сейсмической локации в действующих угольных шахтах и рудниках, с учетом предложенных подходов, в том числе адаптированной методики контроля эффективности гидрорыхления участка угольного пласта, в задачах оценки структуры и параметров горного массива в шахтах и рудниках.

Представленные результаты подтверждают эффективность применения системы сейсмической локации и при наработке пороговых значений, методик

периодической проверки и сопоставления с результатами, полученными инструментальными методами контроля, могут быть применены для прогноза геодинамических явлений. Такие методики могут войти в действующие регламенты в области промышленной безопасности.

В заключении сформулированы основные научные и практические результаты диссертационной работы.

Основные научные положения в виде установленных закономерностей логически следуют из результатов исследований.

Первое научное положение в виде утверждения того, что релевантная оценка устойчивости горного массива реализуема системой автоматического непрерывного мониторинга распределения напряжений в горном массиве на основе технологии сейсмолокации при использовании воздействия рабочего органа комбайна в качестве источника сейсмических волн, возражений не вызывает.

Это научное положение подтверждено результатами апробации на угольных шахтах, рудниках и при проведении тоннелей, что отражено в соответствующих документах, указанных в приложении к диссертации.

Второе научное положение свидетельствует о том, что экономический эффект от применения методики автоматизированного определения скорости распространения упругих волн численными методами по сейсмограммам, позволяет сократить время камеральной обработки данных на 8%. Данное утверждение подтверждено соответствующими расчетами.

Однако вызывает удивление то обстоятельство, что гораздо более существенный экономический эффект, достигаемый предложенным автором методом по сравнению с инструментальными для оценки структуры и напряженного состояния массива, в этом научном положении не отражен.

Третье научное положение логически следует из результатов исследований состояния горного массива, выполненных сейсмическим методом, прошедшим апробацию на угольных шахтах Кузнецкого бассейна и ряде рудных месторождений. Предложенная в работе автоматизированная система для мониторинга структуры и параметров горного массива в процессе ведения подземных горных работ является новой и полезной для практического применения на угрожаемых по горным ударам и внезапным выбросам пластам.

Оценка новизны и достоверности научных результатов.

К новым результатам исследований следует отнести следующее. Во-первых, это использование акустического излучения рабочего органа комбайна в качестве источника сигнала, зондирующего выемочный столб угледобывающей лавы, для обнаружения угрожаемых по проявлению динамических явлений зон. Во-вторых, разработанный подход автоматического расчета скорости распространения продольной волны для применения в задачах сейсмического зондирования горного массива. В-третьих, адаптацию разработанного программного обеспечения для использования аппаратно-

программным комплексом «Микон-Гео» с целью контроля эффективности процесса гидрорыхления угольного пласта.

Достоверность полученных результатов геофизических исследований подтверждается данными инструментального контроля, выполненного на тех же объектах угольных шахтах Кузнецкого бассейна и ряда рудных месторождений.

Научная значимость полученных соискателем результатов в рамках научной специальности 2.8.6 заключается в разработанном подходе к оценке структуры и параметров напряженного состояния угольного массива в ближней зоне влияния очистного забоя сейсмическим методом, где источником упругих колебаний является рабочий орган добычного комбайна.

Предложенный подход может быть доработан для применения в условиях подготовительных забоев, где применяется механизированный способ ведения работ.

Практическая значимость работы заключается в разработанном, внедренном в действующую систему сейсмического контроля и опробованном в условиях действующих угольных шахт подходе к оперативной оценке состояния устойчивости горного массива и определения местоположения зон возможного проявления опасных геодинамических явлений; воплощенном в виде программного обеспечения для автоматического расчета скорости распространения продольной волны, используемого в задачах сейсмондирования, а также в адаптированной к аппаратно-программному комплексу «Микон-Гео» методике контроля эффективности гидрорыхления участка угольного пласта.

Для подтверждения сказанного представлены положительные отзывы следующих компаний: ООО «Шахта им. С.Д. Тихова», ООО «Георезонанс», АО ХК «СДС-Уголь» и ПАО «Распадская».

Личный вклад автора подтверждается содержанием диссертации, объемом и оригинальностью проведенных натурных исследований, новизной полученных результатов и обоснованными по этим результатам научными положениями, а также содержанием публикаций по теме диссертации. Анализ указанных источников свидетельствует о научной зрелости Шнайдера Ивана Владимировича как ученого, знания и умения которого соответствуют требованиям, предъявляемым к кандидату технических наук. Соискатель проявил себя специалистом, способным на высоком уровне решать сложные задачи по управлению геомеханическими процессами в уникальной горнотехнической ситуации.

Апробация результатов работы проведена в объеме, достаточном для ознакомления широкой научной общественности с основными научными положениями и результатами, что подтверждается докладами на пяти представительных конференциях.

Публикации, отражающие основное содержание диссертации, представлены в достаточном объеме.

Научная общественность и специалисты горного направления имеют возможность ознакомиться с постановками, методологическими основами и результатами исследований И.В. Шнайдера посредством изучения 10 опубликованных научных работ в научных изданиях, из них 5 - в изданиях, входящих в перечень ВАК РФ.

Предмет и объект исследований соответствуют паспорту специальности 2.8.6 – Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика.

Содержание автореферата соответствует диссертации. Основные положения диссертации полностью раскрыты в публикациях.

Замечания

Положительно оценивая и отмечая несомненную практическую и научную значимость и полезность результатов исследований, приведенных в диссертации, необходимо сделать следующие замечания:

1. В работе участки массива с пониженными значениями напряжений автор отнес к зонам с растягивающими напряжениями. Это обстоятельство вызывает сомнение.

2. Соискатель утверждает, что срезы моделей в изображениях параметра «Уровень разуплотнения», характеризующие локальное разуплотнение у груди забоя, представленные на рис. 2.13 и рис. 2.15, обусловлены зависанием кровли в выработанном пространстве. Однако на рис. 2.13 зоны повышенного горного давления практически нет, а на рис. 2.15 она явно выражена. Это вызывает сомнение в правильности интерпретации данных.

3. Алгоритм обработки сигнала для оценки разуплотнения массива изложен недостаточно подробно (с. 62).

4. При подготовке набора данных о моменте первого экстремума сигнала для групп с разным расстоянием между датчиком и точкой удара для второго набора сейсмограмм величина этого расстояния определена автором в 1,5 м. Однако при схемах расположения датчиков, указанных на рис. 3.4 и 3.5 расстояние между ними и местом удара должно быть кратно 1 м.

5. Ссылки на литературные источники приведены не по порядку упоминания в тексте.

Заключение

Диссертационная работа Шнайдера Ивана Владимировича «Дистанционная оценка структуры и параметров горного массива в процессе ведения подземных работ», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6 – «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика», является завершенной научно-квалификационной работой и содержит необходимые научно-квалификационные признаки, соответствующие п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», применительно к ученой степени кандидата наук.

По своему содержанию диссертационная работа соответствует паспорту специальности 2.8.6 – «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика», п. 7 «Создание на основе цифровых информационных технологий методов, приборов, автоматизированных систем для изучения и контроля свойств горных пород и грунтов, строения и состояния их массивов, а также для прогнозирования динамических процессов и явлений».

Выполненная работа положительно характеризуется последовательностью изложения, достаточной степенью новизны, свидетельствует о высокой общенаучной и специальной подготовке соискателя и имеет научное и практическое значение. Отмечается наличие направлений дальнейших исследований.

На основании отмеченного можно заключить, что Шнайдер Иван Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6 – «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика».

В соответствии с требованиями п. 24 «Положения о присуждении ученых степеней» отзыв на диссертационную работу Ивана Владимировича Шнайдера, подготовлен по результатам обсуждения диссертации и заключения структурного подразделения ФИЦ УУХ СО РАН, которым, на основании п. 15 Устава ФИЦ УУХ СО РАН, является Институт угля СО РАН. В соответствии с локальным актом ФИЦ УУХ СО РАН заключение по диссертации утверждено в качестве официального отзыва ведущей организации на заседании ученого совета структурного подразделения ФИЦ УУХ СО РАН – Института угля СО РАН (протокол от «07» мая 2024 г. № 5).

Заместитель директора Института угля СО РАН - структурного подразделения ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук» – канд. техн. наук, доц.


Стародубов
Алексей Николаевич

Ученый секретарь Ученого совета Института угля ФИЦ УУХ СО РАН


Рябцев Андрей
Александрович

Подписи Стародубова А.Н. и Рябцева А.А. удостоверяю:
начальник отдела кадров
ФИЦ УУХ СО РАН




Н. С. Иванова

Сведения:
Организация – ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук».

Почтовый адрес: 650000, Россия, г. Кемерово, просп. Советский, д. 18.

Электронная почта: centr@coal.sbras.ru

Тел. (3842)36-34-62.