

МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ УКРАИНЫ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МАКЕЕВСКИЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПО
БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТ В ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

На правах рукописи

ШИПАЧЕВ Виктор Константинович

РАЗРАБОТКА БЕССКВАЖИННОГО СПОСОБА
КОНТРОЛЯ ВЕЛИЧИНЫ ПОРОДНОЙ ТОЛЩИ,
РАЗДЕЛЯЮЩЕЙ ПОДГОТОВИТЕЛЬНУЮ ВЫРАБОТКУ
И ВЫБРОСООПАСНЫЙ ПЛАСТ

Специальность 05.26.01 "Охрана труда в области
технических наук"

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени кандидата технических
наук



АВ 34.708

Дисертація представлена в формі рукопису.

Робота виконана в Государственном Макеевском научно-исследовательском институте по безопасности работ в горной промышленности (МакНИИ).

Научный руководитель,
член-корреспондент МАНЭБ,
канд.техн.наук

АГАФОНОВ
Александр Васильевич

Официальные оппоненты:
академик АИН Украины,
докт.техн.наук, проф.

ЗОРИН
Андрей Никитович

канд. техн. наук, ст.научн.сотр.

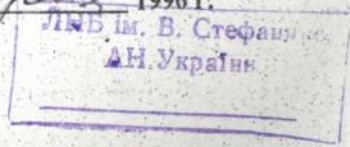
КАЛЬЯНЦ
Аркадий Сергеевич

Ведущее предприятие - производственное объединение по добыче угля "Макеевуголь"

Защита состоится 23 мая 1996 г. в 13 часов на заседании специализированного совета К 27.02.01 в Государственном Макеевском научно-исследовательском институте по безопасности работ в горной промышленности (339008, г. Макеевка, Донецкой обл., ул. Лихачева, 60).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института

Автореферат разослан 24 апреля 1996 г.



Ученый секретарь
специализированного совета,
канд.техн.наук, ст.научн.сотр.

ПРИХОДЬКО В.М.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Тенденция увеличения глубины ведения горных работ при подземной разработке угольных месторождений предопределяет интенсификацию проявления негативных факторов, одним из которых является газодинамическая активность угольных пластов и пород. Так, по состоянию на 01.01.95 г. на 107 шахтах разрабатывались 447 шахтопластов, из них 226 являлись выбросоопасными, на которых уже зарегистрированы выбросы угля и газа, а 192 - угрожаемыми (потенциально выбросоопасными).

Разработка выбросоопасных пластов осуществляется с применением комплекса мер по обеспечению безопасных условий труда, базирующегося на многолетних фундаментальных исследованиях в этой области, выполненных крупными научными организациями: МакНИИ, ИГД им.А.А.Скочинского, ВНИМИ, ВостНИИ, ИПСОН РАН, ИГТМ НАН Украины и др. Однако, несмотря на прилагаемые усилия, выбросы угля, породы и газа продолжают происходить.

Особую опасность представляют выбросы угля и газа, не связанные с технологическими процессами, непосредственно воздействующими на пласт, происходящие при проведении подготовительных выработок вблизи выбросоопасных пластов из-за разрушения разделяющей их породной толщи.

Основная причина происшедших явлений - отсутствие надежного и эффективного контроля величины породной толщи, разделяющей подготовительную выработку и выбросоопасный пласт.

Единственный существующий метод контроля величины породной толщи, основанный на бурении разведочных скважин, трудоемок и нетехнологичен. Кроме того, в ряде случаев, нормативные документы не исключают использование маркшейдерских приемов

при определении взаимного расположения выработки и выбросоопасного пласта, что может приводить к серьезным ошибкам.

Следовательно, необходим поиск новых технических решений, обеспечивающих надежность, оперативность и исключают субъективизм при контроле величины породной толщи, разделяющей выработку и выбросоопасный пласт.

В этой связи перспективным является направление исследований, связанное с использованием резонансных явлений, возникающих при импульсном искусственном возбуждении слоистого массива горных пород.

Изложенное определяет актуальность для угольной промышленности Украины научной задачи установления зависимости параметров акустического сигнала, искусственно возбуждаемого в горном массиве, от взаимного положения полевой выработки и выбросоопасного пласта и на ее основе разработку бесскважинного способа контроля, обеспечивающего безопасность и эффективность ведения горноподготовительных работ.

Диссертация базируется на результатах, полученных при выполнении отраслевой научно-исследовательской программы Минуглепрома Украины в 1992-1995 гг. № 1719201000 "Разработка способов и технических средств контроля состояния выбросоопасного горного массива, прогноза и борьбы с внезапными выбросами угля, породы и газа".

Степень исследованности тематики диссертации. В диссертации отражены теоретические обоснования возможности разработки бесскважинного способа контроля величины породной толщи, разделяющей выработку и выбросоопасный пласт, подтвержденные исследованиями в различных горно-геологических условиях, положительными результатами промышленных испытаний и внедрения способа.

Целью работы является установление зависимости параметров акустического сигнала, искусственно возбуждаемого в горном массиве, от величины породной толщи, разделяющей подготовительную выработку и выбросоопасный пласт, для разработки бесскважинного способа ее контроля, обеспечивающего повышение безопасности и эффективности ведения горноподготовительных работ.

Для достижения указанной цели в работе поставлены и решены следующие задачи исследований:

1. Обосновать возможность контроля величины породной толщи между выбросоопасным пластом и выработкой, проводимой в слоистом массиве.
2. Исследовать характер изменения параметров импульсного искусственно возбуждаемого акустического сигнала от горно-геологических условий, приемов его возбуждения, регистрации и обработки на ЭВМ.
3. Разработать методические приемы регуляризации при определении величины породной толщи, разделяющей выработку и выбросоопасный пласт.
4. Разработать алгоритм обработки акустической информации.
5. Разработать методические приемы реализации способа.
6. Провести промышленные испытания способа.
7. Выполнить технико-экономическую оценку эффективности способа.

Идея работы заключается в использовании резонансных явлений, возникающих в слоистом горном массиве при его искусственном импульсном возбуждении для контроля величины породной толщи, разделяющей подготовительную выработку и выбросоопасный пласт.

Теоретическая и практическая ценность исследований, их науч-

ная новизна. На основании теоретических и экспериментальных исследований сформулированы следующие научные положения:

1. Амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) импульсного акустического сигнала, искусственно возбуждаемого в слоистом массиве, отражает величину породной толщи между выработкой и выбросоопасным пластом и обусловлена резонансными явлениями за счет плоскостей послонной трещиноватости, формирующихся в приконтурной области выработки.

2. Параметры импульсного искусственного акустического сигнала зависят от приемов его возбуждения и регистрации, прочностных характеристик горного массива и горно-геологических условий проведения подготовительной выработки.

3. Надежность определения величины породной толщи, разделяющей подготовительную выработку и выбросоопасный пласт, определяется объемом акустической информации, обеспечивающим необходимую точность.

Получены следующие научные результаты:

1. Установлена зависимость АЧХ импульсного сигнала, искусственно возбуждаемого в подготовительной выработке, от величины, разделяющей ее и выбросоопасный пласт породной толщи, контрастность проявления которой предопределяется ее литологическим составом и прочностными свойствами, их взаимной ориентацией, а также взаиморасположением приемника сигналов, места возбуждения и забоя выработки:

2. Разработаны принципы регуляризации при возбуждении и обработке искусственных импульсных акустических сигналов, обеспечивающие надежность контроля величины породной толщи между выработкой и выбросоопасным пластом.

3. Разработан алгоритм обработки акустической информации.

Методы исследований. В работе использован комплекс методов,

включающий анализ и обобщение научно-технических источников и фондовых материалов, аналитические исследования параметров импульсных акустических сигналов, искусственно возбуждаемых в горном массиве, экспериментальные исследования в шахтных условиях, обработку результатов методами математической статистики.

Личный вклад автора в решение проблемы безопасного ведения горных работ на пластах, опасных по внезапным выбросам угля, породы и газа, заключается в установлении зависимости АЧХ импульсного искусственно возбуждаемого акустического сигнала от величины породной толщи, разделяющей выработку и выбросоопасный пласт, в разработке алгоритма обработки акустической информации и методических приемов реализации бесскважинного способа контроля, обеспечивающих необходимую точность и надежность.

Практическая ценность работы. Разработан оперативный, надежный, низкоч затратный, лишенный субъективизма способ контроля величины породной толщи между полевой выработкой и выбросоопасным пластом, обеспечивающий повышение безопасности при ведении горноподготовительных работ.

Реализация результатов работы. Основные положения и результаты работы включены в "Руководство по применению бесскважинного способа контроля расстояния от полевой выработки до выбросоопасного угольного пласта при ведении подготовительных работ", "Руководство по применению способа двухстадийного проведения выработок по особо выбросоопасным пластам", "Руководство по локальной разгрузке выбросоопасных угольных пластов полевыми выработками".

Способ внедрен на шахте им. К.И. Почепкова ПО "Макеев-уголь" при проведении конвейерного уклона, вспомогательного и

лодского ходков пласта k_8 .

Апробация работы. Основные положения работы докладывались и одобрены горной секцией Ученого совета МакНИИ (Макеевка, 1993-1994 гг.), Центральной комиссией по борьбе с газодинамическими явлениями на шахтах угольной промышленности Украины (Донецк, 1993-1994 гг.).

Публикации. Результаты исследований изложены в четырех печатных работах и трех нормативных документах.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, основной части, включающей семь разделов, и заключения, изложенных на 151 странице, содержит 35 рисунков и 13 таблиц, список литературы из 56 наименований и 2 приложения.

Автор выражает глубокую признательность коллективу отдела внезапных выбросов угля, породы и газа МакНИИ за помощь в проведении шахтных экспериментов и исследований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Состояние вопроса. Анализ результатов исследований, посвященных созданию безопасных условий труда при ведении горных работ на выбросоопасных пластах, выполненных известными учеными акад. А.А. Скочинским, С.А. Христиановичем, докт. техн. наук И.В. Бобровым, И.М. Печуком, А.Т. Айруни, М.И. Большинским, В.Е. Забигаило, А.Н. Зориным, В.И. Николыным, А.Э. Петросяном, И.М. Петуховым и др., показывает, что выброс угля, породы и газа представляет процесс самоподдерживающегося хрупкого разрушения под действием деформаций растяжения в сторону обнажения пласта, обусловленных величиной исходного напряженного состояния, уровнем его газонасыщения и интенсивностью технологического воздействия, то есть уровнем потенциальной энергии и условиями ее реализации. Однако, как показывает опыт, проявле-

ние выбросоопасности возможно без непосредственного технологического воздействия на угольный пласт. Это так называемые самопроизвольные вскрытия, происходящие при приближении выработки к выбросоопасному пласту, вследствие разрушения разделяющей их породной толщи. Такие выбросы отмечены на шахтах "Кочегарка" и им. М.И. Калинина ПО "Артемуголь", им. К. Маркса и "Красный Профинтерн" ПО "Орджоникидзеуголь", "Чайкино" ПО "Максееуголь", "Глубокая" и им. А.А. Скочинского ПО "Донецк-уголь".

Причина происшедших газодинамических явлений - отсутствие контроля величины породной толщи, разделяющей выработку и пласт, в результате чего не был своевременно введен в действие комплекс мер по борьбе с внезапными выбросами угля и газа. Такие газодинамические явления, в ряде случаев, представляли особую опасность для жизни людей, находящихся в это время в пределах опасной зоны, так как они произошли через некоторое время после завершения взрывных работ или во время их ведения без соблюдения режима сотрясательного взрывания, и только по счастливой случайности не произошло крупномасштабных аварий с большим количеством человеческих жертв.

Анализом опыта ведения горных работ на выбросоопасных угольных пластах в Донецком бассейне и применяемых мер по обеспечению безопасности при проведении выработок вблизи выбросоопасных пластов установлено, что, несмотря на кризисное состояние угольной промышленности, объем проведения таких выработок остается достаточно высоким. Так, при полевой подготовке пластов крутого залегания объем проведения выработок на расстоянии менее 5 м от выбросоопасного пласта составляет около 4000 м в год. Кроме того, производится около 150 вскрытий угольных пластов, склонных к внезапным выбросам угля и газа. Однако норма-

тивные документы не регламентируют методы контроля величины породной толщи, разделяющей выработку и выбросоопасный пласт, что не исключает использование маркшейдерских присмов для ее определения и обуславливает неизбежность ошибок.

Анализом научно-технической и патентной информации установлено, что метод контроля, основанный на бурении разведочных скважин, трудоемок, нетехнологичен и субъективен. Поэтому решение поставленной задачи может базироваться на использовании бесскважинных способов контроля с использованием геофизических методов. Однако методы электроразведки, сейсмоакустического зондирования и локации, отраженных и преломленных волн, использование радаров имеют существенные недостатки - наличие "мертвой зоны", влияние трещиноватости пород в приконтурной области выработки, неоднозначность получаемого результата и др., что не позволяет их использовать для контроля величины породной толщи. Перспективным направлением решения этой задачи является бесскважинный способ, основанный на использовании резонансных явлений, формирующихся при импульсном искусственном возбуждении слоистого массива горных пород.

Физические основы акустического метода контроля величины породной толщи, разделяющей подготовительную выработку и выбросоопасный пласт. Явление акустического резонанса в массиве, разделенном ослабленными контактами, установлено А.Г. Гликманом и заключается в том, что при импульсном возбуждении слоев горных пород возникают затухающие гармонические колебания с частотой f_0 и добротностью Q . Частота f_0 - собственная частота упругих колебаний в слое, пропорциональна его мощности, является для него резонансной и определяется соотношением

$$f_0 = \frac{V_{\text{сл.в.}}}{h}, \quad (1)$$

где $V_{\text{сдв.}}$ - фазовая скорость сдвиговых волн;

h - мощность слоя.

Для подавляющего большинства горных пород скорость сдвиговых волн определена эмпирически и составляет около 2500 м/с.

Характер затухания определяется добротностью колебательной системы Q , определяемой из соотношения

$$Q = \frac{f_0}{\Delta f}, \quad (2)$$

где Δf - разница частот на уровне 0,7 максимальной амплитуды.

Добротность системы определяется степенью ослабления контактов с другими слоями, физико-механическими свойствами, степенью трещиноватости, обводненностью и др. В спектрограмме акустического сигнала добротность слоя проявляется в амплитуде и крутизне очертания резонансной частоты.

Таким образом, на основе явления акустического резонанса, возникающего в слоистом массиве горных пород, путем спектрального анализа возможно определение мощности слоев, составляющих массив горных пород.

Однако решение этой задачи осложнено следующим. Зависимость (1) получена для единичного слоя - пластины, имеющей четкие границы. Реальный горный массив является многослойной неоднородной средой, находящейся в естественном поле напряжений. Вследствие проведения выработки возникнет возмущение поля напряжений, сопровождающееся послойным деформированием массива. Деформации существенно ослабляют, во-первых, контакт выбросоопасного пласта с вмещающими породами, а во-вторых, межслоевой контакт, который является продолжением в массиве плоскости его обнажения в горной выработке. Теоретическими и экспериментальными исследованиями установлено, что весьма существенные деформации, прежде всего, происходят на межслоевых кон-

тактах (наименее прочных) и активно развиваются на расстоянии не менее трех приведенных радиусов подготовительной выработки. Таким образом, развитие деформаций вследствие перераспределения напряжений в приконтурной области выработки создает благоприятные условия для формирования обособленного слоя горных пород между выработкой и выбросоопасным пластом, а следовательно, и колебательной системы достаточной добротности. Поскольку это обособление вдоль плоскости обнажения пород в стенке выработки имеет ограниченные размеры, то и надежное определение расстояния от выработки до выбросоопасного пласта теоретически ограничено утроенным приведенным радиусом подготовительной выработки. Но развитие техногенной трещиноватости, активизация процессов деформирования не только у угольного пласта, но и у других литологических разностей, а также развитие трещиноватости, ориентированной по нормали к напластованию, оказывают существенное влияние на контрастность и однозначность определения величины породной толщи, разделяющей выработку и выбросоопасный пласт.

С целью оценки факторов, определяющих надежность контроля величины породной толщи между выработкой и выбросоопасным пластом, выполнены экспериментальные исследования в подготовительных выработках шахт им. К.А. Румянцева и "Кочегарка" ПО "Артемуголь", № 9 "Капитальная" ш/у "Красная Звезда" ПО "Донецкуголь" и им. К.И.Поченкова ПО "Максвуголь", разрабатывающих выбросоопасные пласты крутого и пологого залегания. На шахте им. К.И. Поченкова выработки проводились вблизи выбросоопасного песчаника. Вмещающие породы, по которым проводились выработки, представлены песчано-глинистыми, песчаными сланцами и песчаниками различной мощности и структуры. Выработки располагались как в почве, так и в кровле выбросоопасных

пластов на расстоянии от 0,8 до 14 м. Проведение выработок осуществлялось буровзрывным и механизированным способами.

Методика проведения экспериментальных исследований в шахтных условиях. Регистрация акустических сигналов производилась преимущественно пьезоэлектрическими сейсмоприемниками, которые крепились к стенке выработки с помощью алебаstra или прижимались к массиву путем расклинивания между арочной крепью. Запись акустических сигналов осуществлялась шахтным регистратором РАМШ конструкции МакНИИ. Сейсмоприемник устанавливался на почве, стенках и кровле выработки на различном расстоянии от забоя. Возбуждение производилось в радиусе 1...5 м от сейсмоприемника, в определенных точках, как правило не менее 3-х, путем нанесения ударов молотком. В каждой точке количество ударов по массиву было не менее 10. Обработка акустической информации выполнялась по специальной программе на персональных компьютерах "Электроника МС 1212" и IBM, оснащенных аналогоцифровыми преобразователями (АЦП). Обработка заключалась в выделении полезного акустического сигнала, получении спектра с помощью быстрого преобразования Фурье, выделении резонансных частот, обусловленных слоистым строением массива, вычислении мощности слоев резонаторов и добротности колебаний, нормировании спектров и их сопоставлении.

Исследование факторов, определяющих надежность контроля величины породной толщи, разделяющей выработку и выбросоопасный пласт. Исследованиями подтвержден факт образования слоя пород между горной выработкой и выбросоопасным пластом угля или песчаника, который ограничен ослабленными контактами и в котором имеют место резонансные явления. Однако количество резонансных частот на АЧХ акустического сигнала, соотношение их амплитуд, контрастность выделения резонансной частоты, обусло-

вленной толщей пород между выработкой и выбросоопасным пластом, определяется рядом факторов.

Установлено влияние элементов системы возбуждения и приема на АЧХ акустического сигнала. Если при неизменном положении сейсмоприемника удары наносятся в одну и ту же точку массива и соблюдается одинаковое направление удара, то дрейф резонансной частоты в этом случае составляет менее 1%.

Однако смена места точки возбуждения упругих колебаний очень часто приводит к существенным изменениям в облике АЧХ акустического сигнала за счет изменения амплитуды тех или иных резонансных частот. Эти изменения в меньшей мере охватывают частоты, обусловленные слоем пород между горной выработкой и выбросоопасным пластом.

Столь же существенные изменения спектр акустического сигнала претерпевает при смене места крепления сейсмоприемника. Но резонансные частоты, обусловленные протяженными слоями с резко очерченными границами, к числу которых относится, прежде всего, толща пород между горной выработкой и выбросоопасным слоем, имеют на спектрах сравнительно устойчивые значения амплитуд.

По мере удаления пункта наблюдения от забоя снижается интенсивность резонансных частот в целом: если вблизи забоя амплитуда составляет 5...10 условных единиц, то на расстоянии 25 м - 1...1,5. Максимальная амплитуда резонансной частоты, связанная с расстоянием до угольного пласта, зафиксирована на шестом метре от забоя и составляет 13 усл. ед. Это объясняется тем, что по мере удаления от забоя развивается ориентированная по нормали к напластованию трещиноватость.

Исследовано влияние литологического состава пород, в которых проводится выработка, и вмещающих выбросоопасный пласт.

Наиболее благоприятные условия для надежного определения величины породной толщи между выработкой и пластом - при ее проведении в монолитных песчаниках, а наименее благоприятные - в сланцах. В выработках, проводимых в сланцах, спектры имеют большое количество резонансных частот и в широком диапазоне. В таких условиях зачастую без дополнительной информации трудно выделить резонансную частоту, определяющую мощность породной толщи между выработкой и выбросоопасным пластом.

Надежность выделения резонансной частоты и определения мощности породной толщи зависит также от расположения пласта относительно горной выработки и способа ее проведения. Резонансная частота выражается более контрастно при механизированном способе проведения выработки и при расположении выбросоопасного пласта слева или справа от нее при крутом залегании пород. Менее благоприятные условия - буровзрывной способ проведения выработки и расположение пласта со стороны ее почвы, так как в этом случае наиболее интенсивно развивается трещиноватость в слое пород между пластом и выработкой.

Установлено, что по единичному импульсу акустических колебаний невозможно с необходимой надежностью определить величину толщи пород между выработкой и выбросоопасным пластом. По результатам этих исследований определены приемы получения акустической информации и ее обработки для обеспечения такой надежности. К ним относятся: многократное возбуждение акустического сигнала в одной точке, возбуждение сигнала в 3...5 точках при неизменном положении сейсмоприемника, смена положения сейсмоприемника (2...4 точки крепления), возбуждение акустического сигнала со стороны расположения угольного пласта и с противоположной стороны, использование априорной информации о положении выбросоопасного пласта хотя бы в одном пункте наблю-

дения и фильтрации сигнала с учетом этих данных. Такая схема регистрации обеспечивает получение 10...20 независимых измерений величины породной толщи и применение приемов математической статистики для обработки этих данных.

Разработка методических приемов реализации способа и алгоритма обработки акустической информации. Для решения методических вопросов реализации способа (тип сейсмоприемника, способ его крепления, ориентация оси максимальной чувствительности и др.) проведены исследования, основанные на возбуждении и регистрации акустических сигналов в одних и тех же горно-геологических условиях, но с переменными параметрами способа. Оценка эффективности того или иного параметра осуществлялась по степени контрастности выделения резонансной частоты, обусловленной толщиной пород между горной выработкой и выбросоопасным пластом. Исследования выполнены на объектах крутого и пологого залегания пород. В результате установлено, что оптимальным вариантом является:

- тип сейсмоприемника - пьезоэлектрический;
- ориентация оси максимальной чувствительности - вдоль напластования и оси выработки;
- способ крепления сейсмоприемника - на обнажении горных пород при помощи алебаstra или путем прижатия;
- место установки сейсмоприемника - 1...3 м от забоя;
- направление удара - вдоль напластования при мощности толчки до 3 м и по нормали к напластованию - при мощности более 3 м.

Исследован прием регуляризации решения обратной задачи - определения величины породной толщи по спектру акустического сигнала, основанный на априорной информации. Такая информация может быть получена путем бурения хотя бы одной разведоч-

ной скважины или из иных источников. На стадии обработки акустического сигнала, используя априорные данные о величине породной толщи между выработкой и выбросоопасным пластом, осуществляется полосовая фильтрация сигнала перед выполнением быстрого преобразования Фурье или обнуление спектра за пределами интервала, в котором расположена искомая резонансная частота. Интервал определяется из соотношения

$$f_{1,2} = f_0 \pm 0,2f_0, \quad (3)$$

где f_0 - резонансная частота, которая определена по формуле (1) с использованием априорной информации о величине h .

Для обработки акустической информации разработан алгоритм, состоящий из шести блоков: паспортные данные, ввод информации и выделение импульсов, выбор одного для последующей обработки, быстрое преобразование Фурье, выбор резонансных частот, их статистическая обработка, вычисление величины породной толщи и распечатка данных.

Введение информации и выделение импульсов осуществляются отдельно для каждого пункта возбуждения. Из выбранных пяти импульсов отбирается один наиболее представительный, по которому выполняется быстрое преобразование Фурье и определяется АЧХ сигнала. Дальнейшая обработка заключается в выделении резонансных частот в интервале, заданном согласно соотношению (3). Аналогичная процедура выполняется для всех других записей сигнала, выполненных при смещении точек возбуждения и приема. Резонансные частоты подвергаются анализу, в результате которого определяется наиболее вероятное значение мощности породной толщи между горной выработкой и выбросоопасным пластом и среднеквадратическое отклонение по результатам серии определений. Согласно алгоритму составлена программа "PLAST", работающая в среде MS DOS.

Применение совокупности методических приемов позволило определять величину породной толщи, разделяющей выработку и выбросоопасный пласт, однозначно и с достаточной точностью. На стадии разработки способ опробован в различных горно-геологических условиях на шахтах им. К.А. Румянцева и "Кочегарка" ПО "Артемуголь", № 9 "Капитальная" ПО "Донецкуголь".

На шахте им. К.А. Румянцева в откаточном штреке участка № 82 выполнено и обработано 161 наблюдение. При величине породной толщи 3,8 м, акустическим способом получено $3,75 \pm 0,18$ м. В откаточном штреке участка № 96 выбросоопасные пласты расположены слева (на расстоянии 3,6 м) и справа (на расстоянии 11 м). Расстояние до угольного пласта слева определено с величиной среднеквадратического отклонения $\pm 0,15$ м, а до пласта справа - с относительной ошибкой 9%. В штреке участка № 66 относительная ошибка в определении мощности породной толщи не превысила 5%. Аналогичные по точности определения результаты получены на шахте "Кочегарка" в откаточном штреке участка № 66.

При пологом залегании пород исследования выполнены при проведении полевого грузового хода конвейерного уклона пласта h_2^1 и полевого коренного вентиляционного штрека этого же пласта. Отклонение экспериментальных данных от фактических, определенное бурением скважин, не превышало 8%, а в среднем - 4,7%.

Промышленные испытания способа контроля. "Инструкцией по безопасному ведению горных работ на пластах, опасных по внезапным выбросам угля, породы и газа" (М., ИГД им. А.А.Скочинского, 1989 г.) определен порядок применения комплекса мер по безопасному проведению подготовительных выработок при приближении к выбросоопасному пласту при величинах породной толщи до 2, 2...5 и 5...10 м.

Исходя из этого, выбор объектов для проведения промышлен-

ных испытаний способа производился таким образом, чтобы величины породной толщи охватывали интервал 1...10 м, выбросоопасные пласты располагались со стороны етенок, почвы и кровли выработок. Расчетами установлено, что для объективной оценки необходимо проведение не менее 42 наблюдений при условии, что коэффициент вариации для каждого пункта наблюдений не превысит 0,2.

Промышленные испытания выполнены на следующих шахтах: № 9 "Капитальная" ПО "Донецкуголь" при проведении коренного вентиляционного и главного откаточного штреков вблизи выбросоопасных пластов h_2 , h_2^1 и h_3 ; им. 60-летия Советской Украины и "Глубокая" ПО "Донецкуголь" при проведении людского ходка второй ступени и 13, 14 бортовых штреков вблизи выбросоопасного пласта h_4 ; "Кочегарка" ПО "Артемуголь" при проведении полевых штреков участков № 66 (гор. 1080 м) и № 81 (гор. 970 м) вблизи выбросоопасных пластов l_1^a , l_2^1 и l_3 .

Результаты определения величины породной толщи акустическим методом проверялись путем бурения разведочных скважин. Фактическое число наблюдений составило 54, а коэффициент вариаций не превысил 0,10. Сводные данные о распределении относительных ошибок определения величины породной толщи для различных интервалов приведены в таблице.

Средние ошибки определения величины породной толщи между выработкой и выбросоопасным пластом

| Интервал, м | Количество пунктов наблюдений | Относительная ошибка, % |
|-------------|-------------------------------|-------------------------|
| Более 5 | 18 | 3,3 |
| 2...5 | 24 | 4,3 |
| Менее 2. | 12 | 7,2 |

Таким образом, результаты промышленных испытаний показали, что способ обеспечивает высокую точность и надежность определения величины породной толщи в различных горно-геологических и горнотехнических условиях проведения подготовительных выработок, оперативен, требует минимальных трудовых затрат, исключает субъективизм и др.

Внедрение бескважинного способа контроля. Внедрение способа осуществлено при проведении конвейерного уклона, вспомогательного и людского ходков пласта k_8 на шахте им. К.И. Поченкова ПО "Макеевуголь". Выработки проводились буровзрывным способом в песчаных сланцах на расстоянии 2...6 м от залегающего в кровле выбросоопасного песчаника мощностью 5...7 м, над которым расположен выбросоопасный пласт k_8 . Проведение выработок осуществлялось ШСУ № 5 треста "Макеевшахтострой". Регистрация акустической информации производилась с использованием магнитного регистратора РАМШ с последующей обработкой на компьютере типа IBM PC/AT по программе "PLAST".

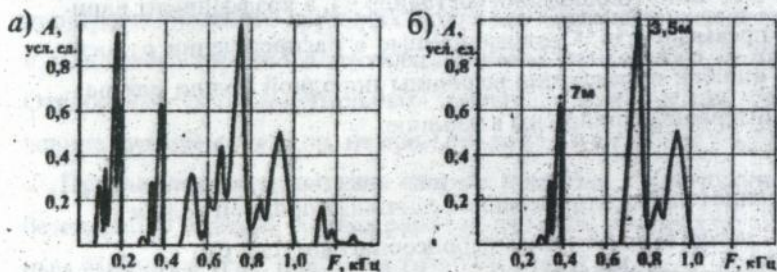


Рис. 1. Амплитудно-частотная характеристика сигнала до (а) и после (б) преобразования

На рис. 1. (а) - один из серии спектров исходного акустического сигнала, а на рис. 1. (б) - спектр, обработанный с использованием приемов регуляризации, согласно соотношению (3). Величина по-

родной толщи между выработкой, выбросоопасным песчаником и угольным пластом k_3 , определенная акустическим методом составила, $3,26 \pm 0,14$ и $6,72 \pm 0,18$ м соответственно. Отклонение от данных, полученных путем бурения разведочных скважин составило, в среднем, $0,15$ м.

Экономический эффект от замены нормативного способа контроля, основанного на бурении разведочных скважин, на бесскважинный способ контроля при проведении 302 м выработок составил 479550 тыс. крб. или 1600 тыс. крб. на один метр проводимой выработки в ценах на 01.01.96 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании аналитических и экспериментальных исследований решена актуальная для угольной промышленности Украины научно-техническая задача по разработке бесскважинного способа контроля величины породной толщи, разделяющей подготовительную выработку и выбросоопасный угольный пласт, обеспечивающего повышение безопасности и эффективности при ведении горноподготовительных работ.

Основные научные и практические результаты заключаются в следующем:

1. Установлено, что амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) импульсного акустического сигнала, искусственно возбуждаемого в слоистом массиве, обусловлена резонансными явлениями плоскостей послойной трещиноватости, формирующихся в приконтурной области выработки, и отражает величину породной толщи, разделяющей ее и выбросоопасный пласт.

2. Экспериментально установлено, что контрастность проявления величины породной толщи, разделяющей выработку и выбросоопасный пласт, на АЧХ искусственно возбуждаемого акустичес-

кого сигнала предопределяется ее литологическим составом и прочностными свойствами, их взаимной ориентацией, а также взаиморасположением забоя выработки, приемника сигналов и места возбуждения.

3. Разработаны принципы регуляризации при возбуждении и обработке искусственного импульсного сигнала, обеспечивающие надежность контроля величины породной толщи, разделяющей выработку и выбросоопасный пласт, включающие многократное возбуждение сигнала в одном пункте наблюдений, изменение взаиморасположения места возбуждения сигнала и приема, взаимориентацию оси максимальной чувствительности приемника и направления возбуждения, введение априорных данных о величине породной толщи, селекцию резонансных частот по амплитуде и др.

4. Разработаны методические приемы реализации способа, алгоритм обработки акустической информации и программное обеспечение для персонального компьютера.

5. Проведены промышленные испытания способа бесскважинного контроля величины породной толщи, разделяющей подготовительную выработку и выбросоопасный пласт, в различных горно-геологических условиях на шахтах, разрабатывающих угольные пласты пологого и крутого залегания. Отклонение в определении величины породной толщи не превышало 8%.

6. Внедрение способа осуществлено в соответствии с "Руководством по применению бесскважинного способа контроля расстояния от полевой выработки до выбросоопасного угольного пласта при ведении подготовительных работ" на шахтах им. К.И.Поченкова ПО "Макеевуголь" при проведении конвейерного уклона, вспомогательного и людского ходков пласта k_8 .

Экономический эффект от внедрения способа составил 479,6 млн. крб.

7. Результаты научных исследований реализованы в следующих нормативных документах:

"Руководство по применению бесскважинного способа контроля расстояния от полевой выработки до выбросоопасного угольного пласта при ведении подготовительных работ";

"Руководство по применению способа двухстадийного проведения выработок по особо выбросоопасным пластам";

"Руководство по локальной разгрузке выбросоопасных угольных пластов полевыми выработками".

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

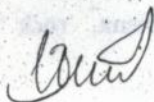
1. Шипачев В.К. Регуляризация решения задачи определения акустическим способом расстояния от горной выработки до выбросоопасного пласта //Способы и средства создания безопасных и здоровых условий труда в угольных шахтах: Сб. науч. тр. -Макееvка: МакНИИ, -1995, С. 52-56.

2. Агафонов А.В., Недосекин Б.Н., Шипачев В.К. Горноэкспериментальные исследования по отработке способа двухстадийного проведения выработок по особо выбросоопасным угольным пластам //Там же. - С. 194-200.

3. Агафонов А.В., Силаков С.М., Балинченко М.А., Шипачев В.К.. Разработка алгоритма реализации акустического способа определения расстояния от горной выработки до угольного пласта //Там же. - С. 18-21.

4. Бобров А.И., Агафонов А.В., Колчин Г.И., Шипачев В.К. Акустические способы оценки и контроля состояния горного массива //Там же. - С. 3-13.

Соискатель



В.К. Шипачев

АНОТАЦІЯ

Шипачов В.К. Розробка безсвердловинного засобу контролю величини породної товщі, яка розділяє підготовчу виробку і викидонебезпечний пласт:

Дисертація (рукопис) на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності 05.26.01 "Охорона праці в галузі технічних наук", Державний Макіївський науково-дослідний інститут по безпеці робіт в гірничій промисловості, Макіївка, 1996.

Містить теоретичні і експериментальні дослідження резонансних явищ, які формуються у слоїстому горному масиві, що дозволяють розробити безсвердловинний засіб контролю величини породної товщі між підготовчою виробкою і викидонебезпечним пластом, який забезпечує підвищення безпеки і ефективності ведіння гірничопідготовчих робіт. Проведені промислові випробування і упровадження засобу.

Ключові слова: резонансні явища, породна товща, підготовча виробка, викидонебезпечний пласт.

ANNOTATION

Shipachev V.K. Holeless method to control thickness of rock strata separating development working and outburst seam.

The thesis (manuscript) presented for the degree of Candidate of Sciences (Engineering) in 05.26.01 speciality "Labour protection in Engineering", State Makeyevka Safety in Mines Research Institute, Makeyevka, 1996.

The thesis contains findings of theoretical and experimental investigations of resonance phenomena occurring in laminated rocks, enabling to develop a holeless method to control thickness of rock strata between a development working and an outburst seam, and contributing to increased safety and efficiency of development operations. The method has been fieldtested and introduced.

Key words: resonance phenomena, rock strata, development working, outburst seam.

Ротапринт МакІІІІ. Заказ 58. Тираж 100 экз.

10.04.96г.

г. Макеевка Донецкой обл., Лухачева, 50

...the results of the present study are consistent with the findings of other researchers who have shown that the use of a structured interview can lead to more reliable and valid results than an unstructured interview.

The present study also provides evidence that the use of a structured interview can lead to more reliable and valid results than an unstructured interview. The results of the present study are consistent with the findings of other researchers who have shown that the use of a structured interview can lead to more reliable and valid results than an unstructured interview.

Moreover, the present study also provides evidence that the use of a structured interview can lead to more reliable and valid results than an unstructured interview. The results of the present study are consistent with the findings of other researchers who have shown that the use of a structured interview can lead to more reliable and valid results than an unstructured interview.

...the results of the present study are consistent with the findings of other researchers who have shown that the use of a structured interview can lead to more reliable and valid results than an unstructured interview.

REFERENCES

...the results of the present study are consistent with the findings of other researchers who have shown that the use of a structured interview can lead to more reliable and valid results than an unstructured interview.

The present study also provides evidence that the use of a structured interview can lead to more reliable and valid results than an unstructured interview. The results of the present study are consistent with the findings of other researchers who have shown that the use of a structured interview can lead to more reliable and valid results than an unstructured interview.

Moreover, the present study also provides evidence that the use of a structured interview can lead to more reliable and valid results than an unstructured interview. The results of the present study are consistent with the findings of other researchers who have shown that the use of a structured interview can lead to more reliable and valid results than an unstructured interview.

...the results of the present study are consistent with the findings of other researchers who have shown that the use of a structured interview can lead to more reliable and valid results than an unstructured interview.

446813

AB 34708

AB 34.708