На правах рукописи

ШИНКАРЮК ВЛАДИСЛАВ АЛЕКСАНДРОВИЧ

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ СОСТОЯНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ГОРНОГО МАССИВА В ПРОЦЕССЕ ВЕДЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ РАБОТ НА ОСНОВЕ СЕЙСМИЧЕСКИХ И ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Специальность 25.00.10 –
"Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых"

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

5 ДЕК 2013

005542356

Екатеринбург – 2013

Работа выполнена в ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Научный руководитель - Писецкий Владимир Борисович, доктор геолого-минералогических наук, доцент, заслуженный геолог РФ

Официальные оппоненты: Сковородников Игорь Григорьевич, доктор геолого-минералогических наук, профессор, профессор кафедры геофизики ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Козлова Ирина Анатольевна, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории геодинамики института геофизики УрО РАН

Ведущая организация - Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург

Защита диссертации состоится 25 декабря 2013 г. в 14:30 на заседании диссертационного совета Д 212.280.01, созданного на базе ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет», по адресу:
620144, г. Екатеринбург, ГСП, ул. Куйбышева, 30 (III уч. корпус, ауд. 3326)

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Автореферат разослан 21 ноября 2013 г.

Ученый секретарь диссертационного совета А.Б. Макаров

Актуальность работы

Опережающий контроль изменения состояния устойчивости горного массива в ближней зоне ведения подземных проходческих или добычных работ является принципиально важной и трудно решаемой проблемой. Наибольшими перспективами успешного решения задач обеспечения безаварийной работы в условиях проходки тоннелей, штреков и других подземных сооружений обладают сейсмические методы исследований.

При этом основой прогноза упругих модулей, структуры и параметров напряженно-деформированного состояния в системе «геологическая среда – подземное сооружение» является решение геомеханических задач с целью перехода от динамических (сейсмических) упругих параметров к оценке текущего состояния устойчивости горного массива в зоне влияния подземной выработки (забой тоннеля, штрека и т.п.).

Цель исследований. Анализ и совершенствование методических и технологических элементов системы оперативного сопровождения строительства подземных сооружений с целью предотвращения развития опасных инженерно-геологических процессов.

Объект исследований. Природно-техническая система «геологическая среда - подземное сооружение – крепь» в условиях строительства тоннелей в г. Большой Сочи и процессов проходческих работ на угольных шахтах.

Предмет исследований – Опережающий прогноз структуры, свойств и состояния горного массива на дистанцию не менее 50-ти метров от забоя выработки.

Задачи исследований:

- анализ существующих методов возведения подземных сооружений и дистанционного прогноза инженерно-геологических и гидрогеологических условий проходческих работ;
- разработка геомеханической модели горного массива, целевые элементы структуры и свойства которой связаны явным образом с геотехническими расчетами, объектами риска и с особенностями распространения сейсмических волн.

Идея работы. На основе инженерно-геологических и сейсмических данных, полученных методом сейсмолокации на забое выработки, формируется исходная параметрическая база для решения геомеханической задачи с целью

оценки компонент дополнительных напряжений в массиве в окрестности забоя выработки и категорий риска развития опасных процессов.

Методика исследований. Методологическую и технологическую основы работы составляют методы геотехнического расчета, современные средства регистрации сигналов сейсмических волн.

Научная новизна: Впервые в практике сопровождения подземных горных работ, предложена оперативная методика расчета нормативных значений компонент напряженно-деформируемого состояния горного массива на основе сейсмической информации с учетом технологий проходки и крепления выработки.

Практическая значимость. На основе практического внедрения методических и технологических приемов в систему оперативного сопровождения проходческих работ при строительстве транспортных тоннелей в г. Большой Сочи и проходке подготовительных выработок на угольных шахтах доказана достоверность прогноза параметров состояния устойчивости горного массива.

Личный вклад соискателя. Автор в период строительства транспортных тоннелей в г. Большой Сочи (2010-2013) и в процессе функциональных испытаний системы оперативного сейсмического контроля ведения добычных и проходческих работ на шахте «Байкаимская» (КУЗБАСС), СУБР и шахте «Северная» (ОАО «Воркутауголь») принимал участие в полевых работах и осуществлял разработку методики и расчет компонент НДС горного массива с учетом данных 3D-3C сейсмической локации, что позволяло принимать оперативные управленческие решения по изменению технологии проходки и установки временной крепи.

Реализация на производстве. Разработки автора использованы в системе мониторинга строительства транспортных тоннелей в г. Большой Сочи и других подземных сооружений обеспечивая снижение экономических и социальных рисков в подземном строительстве.

Апробация работы. По теме диссертации, опубликовано десять работ, две из которых в перечне рецензируемых журналов, включенных в перечень ВАК РФ.

Исходные материалы. Все исходные материалы получены автором в отделе инженерно-геологических изысканий ООО «СОЧИТОННЕЛЬТРАНСПРОЕКТ», ООО ГИНГЕО и ООО “Лаборатория геофизических систем” при непосредственном участие в производственных процессах этих организаций.

Защищаемые положения, выносимые на защиту:

1. Состояние устойчивости природно-технической системы «геологическая среда - подземная выработка - крепь» определяется начальными инженерно-геологическими условиями, текущими динамическими прочностными и деформационными характеристиками, режимом ведения горно-технических работ, процессом эволюции структуры и параметров напряженно-деформированного состояния в ближней зоне влияния забоя на горный массив.

2. Прогноз развития опасных геодинамических явлений в активном режиме ведения подземных горно-технических работ ориентирован на решение геотехнических задач на основе данных непрерывного контроля изменения структуры и параметров сейсмолокационного обзора с учетом взаимосвязи сейсмических и деформационно-прочностных параметров в ближней зоне необратимого влияния выработки на горный массив.

3. Опыт технологического применения дистанционного прогноза и контроля геомеханического состояния и устойчивости горного массива по сейсмическим данным в условиях строительства тоннелей и шахт свидетельствует о практической возможности оперативного управления режимом ведения подземных работ с минимизацией риска потери устойчивости природно-технической системы «геологическая среда - подземная выработка - крепь».

В первой главе **«Методы и технологии контроля состояния устойчивости горного массива в процессах ведения подземных горно-технических работ»** рассматриваются основные проблемы прогноза опасных явлений при строительстве подземных сооружений различного типа и характеристика методов применяемых в настоящее время для контроля и оценки состояния горного массива.

Во второй главе **«Основные элементы сейсмогеомеханической модели природно-технической системы «геологическая среда - подземная выработка - крепь»** рассмотрены геодинамические и геомеханические параметры модели ближней зоны влияния подземной выработки на горный массив и определены основные факторы, влияющие на состояние его устойчивости в процессе ведения подземных горно-технических работ.

В третьей главе **«Решение геотехнических задач на основе данных непрерывного контроля сейсмических и деформационно-прочностных**

параметров в ближней зоне необратимого влияния выработки на горный массив» рассмотрены основные вопросы развития методики и технологии опережающего контроля состояния горного массива из забоя подземной выработки по сейсмическим и инженерно-геологическим данным.

В четвертой главе **«Опыт технологического применения дистанционного прогноза и контроля геомеханического изменения состояния устойчивости горного массива по сейсмическим данным в условиях строительства тоннелей и шахт»** рассмотрены результаты применения системы оперативного сопровождения горно-технических работ в условиях строительства тоннелей глубокого заложения в г. Большой Сочи и проходческих работ на угольных шахтах.

В *Заключении* сформулированы основные результаты выполненных исследований.

Благодарности. Автор выражает искреннюю благодарность научному руководителю диссертации доктору геолого-минералогических наук, зав. кафедрой геоинформатики, профессору Писецкому В.Б. за оказанную помощь в написании работы; сотрудникам кафедры геоинформатики и кафедры гидрогеологии и инженерной геологии ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет».

ОСНОВНЫЕ ЗАЩИЩАЕМЫЕ НАУЧНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

ПЕРВОЕ ЗАЩИЩАЕМОЕ ПОЛОЖЕНИЕ

Безопасность ведения подземных работ обеспечивается постоянным геодезическим, геологическим и геофизическим контролем, входящими в состав геотехнического мониторинга, в основу которого положены главные критерии оценки критического уровня упруго-пластичного состояния устойчивости массива: дискретность, градиенты компонент НДС и коэффициент Пуассона в масштабном представлении. На основе численного моделирования НДС показано, что характерное распределение компонент горизонтальных напряжений вблизи вертикальных зон дезинтеграции массива приводит к появлению резких вертикальных сейсмических границ с

контрастным изменением упругих модулей по обе стороны от них. Этот элемент структуры субгоризонтальной слоистой толщи является ключевым в понимании развития опасных явлений при приближении забоя выработки к такой зоне. С учетом этих представлений разработана и внедрена в практику проходки транспортных тоннелей технология поляризационного метода сейсмической локации с целью осуществления опережающего прогноза состояния устойчивости горного массива (Писецкий В.Б., Власов С.В., Зудилин А.Э. и др., 2011).

Таким образом, при относительно однородных и благоприятных условиях проходки, в рамках базовой модели субгоризонтальной слоистой структуры осадочных отложений, основные зоны риска потери устойчивости массивом приурочены к границам геодинамических блоков – зонам дезинтеграции, естественной или наведенной выработкой природы, где наблюдается максимальная потеря прочности массива и вероятны значительные водопритоки, проявления опасных гео-газодинамических явлений. В работе рассмотрены компоненты природно-технической системы (ПТС), которые формируются и функционируют в результате взаимодействия искусственных компонентов с природной средой, и определение сущности ПТС связывает разномасштабные явления и процессы в локальной области горного массива, вмещающего подземную выработку. Рассматривая ПТС, составленную подземной выработкой и геологической средой, вводится понятие *активной динамической системы*, формирование которой начинается с момента внедрения подземной выработкой в массив и, далее, развивается на весь период его строительства.

Именно с этих позиций термин «природно-техническая система» наиболее точно отражает существо проблемы и определяет выбор концептуального подхода к разработке инженерно-геологической модели на стадии проектирования подземной выработки, организации объективного мониторинга ее параметров в процессе проходческих работ с целью оценки мгновенной устойчивости в ближней зоне забоя и своевременного опережающего прогноза развития опасных процессов во всей системе в целом.

Представляется необходимым рассматривать такую модель ПТС подземной выработки, которая ориентирована на способ его строительства и формирование структурированной информационной основы, необходимой и

достаточной для оценки параметров устойчивости горного массива. По существу рассматриваемой проблемы логику объективной оценки и прогноза параметров состояния устойчивости массива в окрестности подземной выработки на текущий момент процесса его проходки (процесс мониторинга) можно представить как схему из следующих повторяющихся процессов (**рис. 1**):

– процесс создания и непрерывного уточнения инженерно-геологической модели по всей трассе подземной выработки по мере продвижения его забоя;

– процесс решения геомеханической задачи с учетом поступления новой информации о параметрах состояния устойчивости впереди забоя по данным сейсмолокационного обзора на дистанцию не менее 50-ти метров;

– по данным решения геомеханической задачи и оценки ожидаемого изменения инженерно-геологических условий уточняется фоновая модель устойчивости массива;

– по совокупности расчетных, фактических и прогнозных оценок состояния устойчивости массива принимается решение об изменении технологических процессов проходки.

Кроме регламентного принципа инженерно-геологического описания горного массива по обнажению на забое и отбора монолитов для последующего лабораторного анализа, в состав текущих исследований на забоях входит опробование массива по регулярной сети точек с помощью склерометра (молоток Шмидта) и ультразвуковых измерений в этих же точках. Данные этих измерений являются опорными для «настройки» алгоритма прогноза деформационно-прочностных параметров массива по сейсмическим атрибутам на удаленную от забоя дистанцию по принципу – «состояние массива впереди лучше или хуже текущего состояния забоя?».

В работе рассматриваются подходы к оценке деформационно-прочностных параметров на разных масштабных уровнях контролируемого горного массива, что и является основой для объективного расчета параметров геомеханической модели динамической ПТС.

Рис.1. *Схема горно-геологического мониторинга в процессе ведения проходческих работ на примере строительства транспортного тоннеля.*

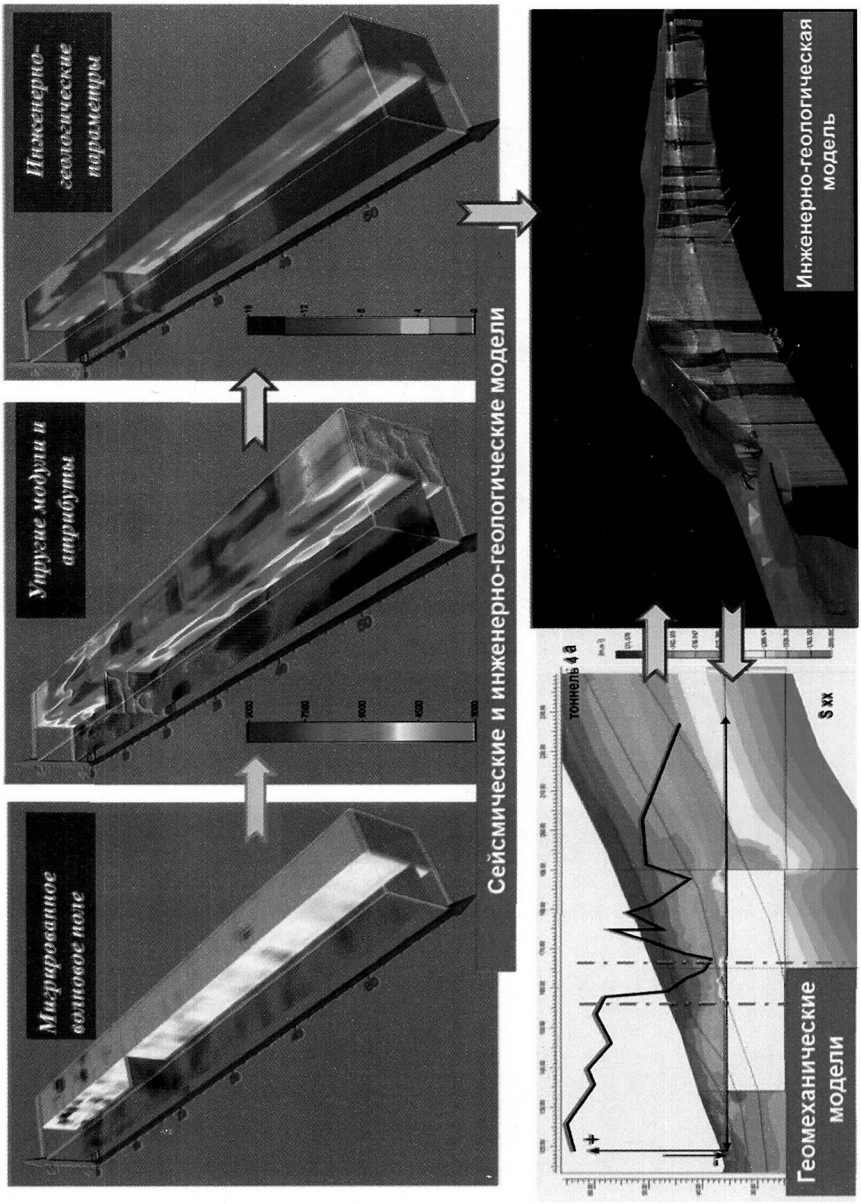

Рис. 2. *Структура модели ПТС «геологическая среда – подземная выработка - крепь»*

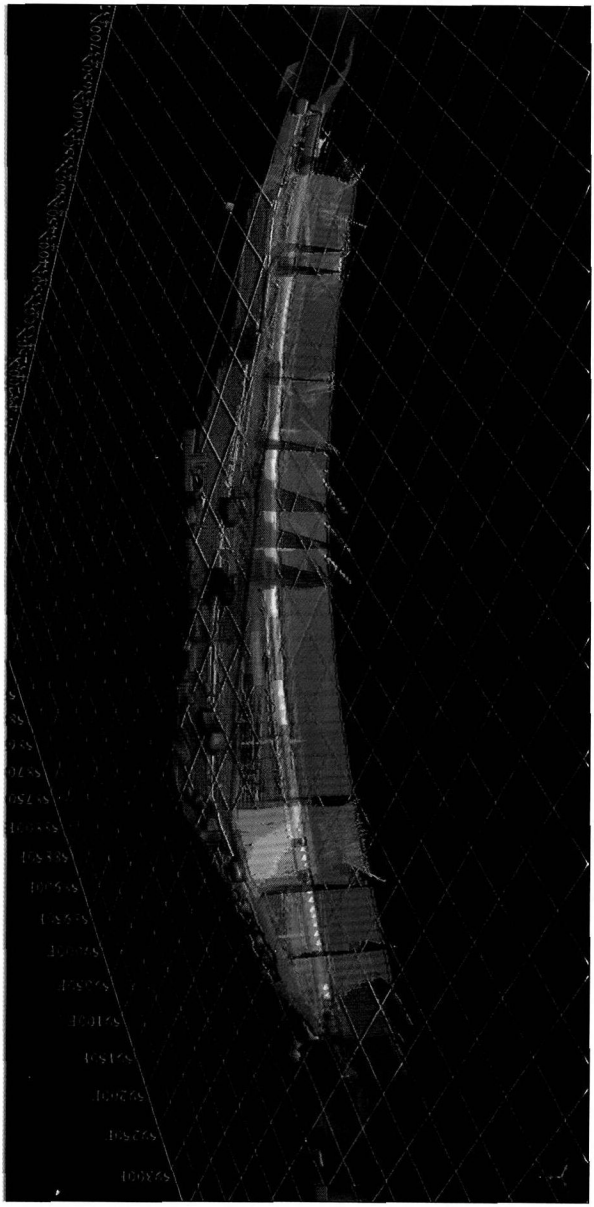

Рис. 3. *Горизонтальная компонента деформации в вертикальном сечении по оси тоннеля №3 (г. Большой Сочи)*

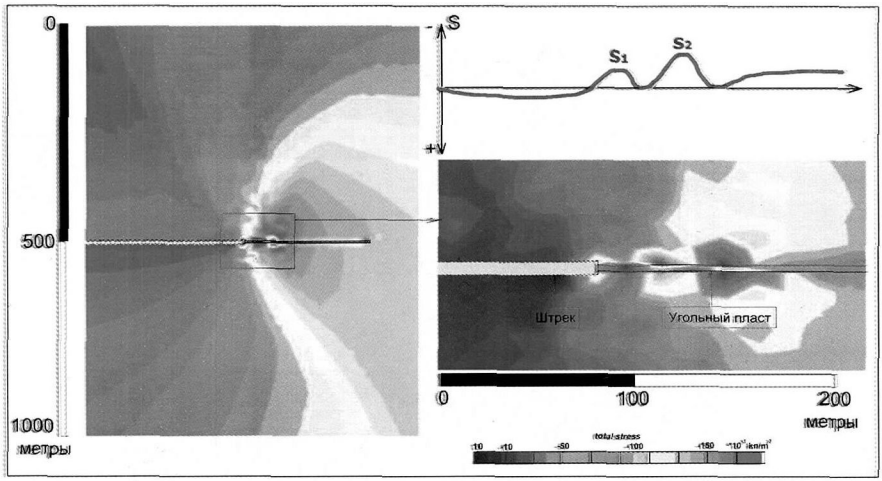

Рис. 4. *Распределение компонент дополнительных напряжений (total stress) в окрестности горной выработки.*

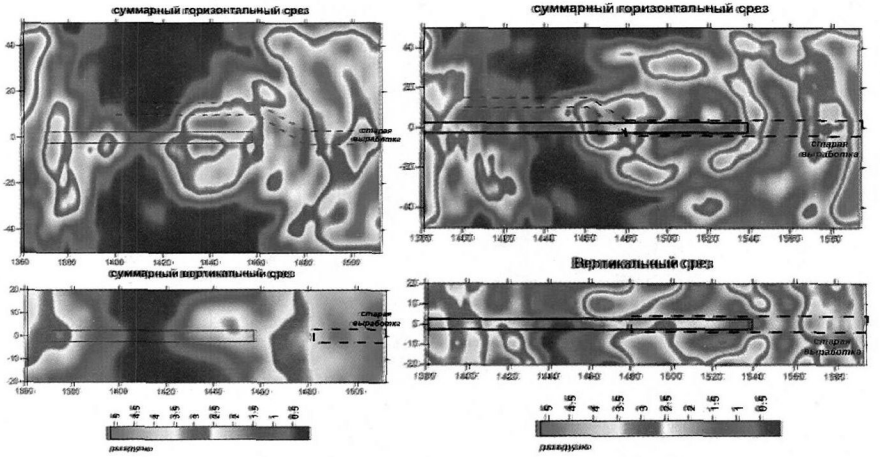

Рис. 5. *Горизонтальные и вертикальные сечения куба сейсмического обзора по градиенту давления (до и после встречи со старым штреком на пикете 1480) на шахте «Северная»*

ВТОРОЕ ЗАЩИЩАЕМОЕ ПОЛОЖЕНИЕ.

Прогноз развития опасных геодинамических явлений должен основываться на данных горно-технического мониторинга. Для получения прогнозных оценок разработана схема мониторинга, приведенная на **рис. 2**, в основе которой лежат следующие допущения:

– фоновая инженерно-геологическая модель проектного положения подземной выработки, установленная по результатам инженерно-геологических изысканий на стадиях предшествующих строительству, не может в полной мере удовлетворять требованиям проекта по существу (структура и параметры НДС горного массива будут непрерывно меняться в процессе проходки подземной выработки непредсказуемым образом и, следовательно, текущие инженерно-геологические условия системы «геологическая среда-подземная выработка-крепь» будут существенно отличаться от фоновых и по техническим ограничениям процесса изысканий с дневной поверхности (плотная застройка территории, сложный рельеф, высокий уровень помех для любых геофизических исследований и т.п.);

– инженерно-геологические условия на забое подземной выработки в той или иной степени объективности характеризуют массив на первые несколько метров от забоя вперед и не могут обеспечить уверенное прогнозирование возможного внезапного изменения литологической, тектонической и, тем более, геодинамической обстановок;

– экстраполяция структуры и параметров устойчивости массива на забое на необходимую дистанцию вперед (ближняя зона влияния подземной выработки на массив, в которой развиваются необратимые деформации оценивается до дистанции от забоя не менее 50 метров), может быть реально достигнута в физически обоснованном виде только на основе применения сейсмических технологий оценки прочностных и деформационных параметров массива по атрибутам сигналов отраженных волн (электромагнитные методы в любых модификациях на дальние дистанции в рассматриваемых условиях применить не представляется возможным);

– фактическая категория устойчивости массива, оцениваемая по комплексу инженерно-геологических условий на забое и в ближней зоне зависит в существенной степени от текущих параметров проходки и крепления тоннеля (ново-австрийская или иная технология);

– данные геомеханического контроля крепи (геодезические наблюдения и прямые измерения напряжений в арочной конструкции) и набор инженерно-геологических параметров забоя, формирует регламентную категорию устойчивости массива (Булычев-Фотиева) с учетом местных инженерно-геологических условий и технологии проходки;

– прогнозируемая в ближней зоне модель устойчивости массива на дистанцию не менее 50-ти метров является основанием для формулировки рекомендаций по параметрам процессов проходки и крепления подземной выработки.

Кроме тоннелей в работе рассмотрено применение горно-геологического мониторинга в подземных выработках на пластовых рудных и угольных месторождениях по аналогичной схеме с учетом ряда особенностей. Комплексный сейсмогеомеханический мониторинг предназначен для осуществления автоматизированного контроля и прогноза опасности газодинамических явлений при проведении подготовительных и очистных горных выработок в шахтах с применением современной высокопроизводительной горной техники, обеспечивающей высокие скорости их подвигания и высокие темпы добычи угля. При этом полагается, что сейсмическая система контроля состояния массива в обязательном порядке сопровождается геотехническим расчетом.

Структура модели ПТС «геологическая среда – подземная выработка-крепь» состоит из модели структуры и деформационно-прочностных свойств массива, сейсмических параметров, инженерно-геологических параметров и проектного и фактического местоположений выработок. Все названные данные, загруженные в горно-геологическую систему (Micromine или иную), формируют основу для решения геомеханической задачи.

При проведении геотехнических расчетов необходим выбор основных моделей для имитации нелинейного и нестационарного поведения грунтов в ближней зоне необратимого влияния выработки на горный массив. Из имеющихся типов наиболее удовлетворительное приближение дает модель Мора-Кулона, в основу которой положены измеряемые параметры в диапазоне от скальных до пластичных грунтов. Необходимые расчеты деформационных и прочностных параметров горных пород выполняются на основе данных сейсмолокации с учетом измеренных параметров на забое выработки.

Вся названная параметрическая и необходимая векторная инженерно-геологическая информация (геометрия геологических и структурных элементов, система выработок, элементы крепи и т.п.) импортируются в базу горно-геологической системы и далее служит основой для расчета моделей компонент напряженно-деформированного состояния горного массива с учетом положения выработки, типа и конструкции крепи в программном комплексе Plaxis (**рис.2**).

ТРЕТЬЕ ЗАЩИЩАЕМОЕ ПОЛОЖЕНИЕ

Опыт технологического применения дистанционного контроля и прогноза изменения состояния устойчивости горного массива по сейсмическим данным с расчетом геомеханических параметров и реализации методики горного мониторинга в процессах ведения подземных горных работ получен в условиях строительства тоннелей на территории г. Большого Сочи (8 тоннелей общей протяженностью более 16-ти километров) и функциональных испытаний специализированного сейсмического комплекса МИКОН-ГЕО (разработка ООО "ИНГОРТЕХ", 2012) на шахтах КУЗБАССа, СУБРа и Воркуты.

На **рис.3** приведен пример структуры конечной модели природно-технической системы "тоннель – геологическая среда - крепь" по состоянию завершения проходки тоннеля №3 (Строительство центральной автомагистрали г. Сочи «Дублер Курортного проспекта»). Здесь в прозрачном виде наложено несколько содержательных картографических и параметрических слоев накопленных по мере проходки по обсуждаемой методике – компоненты деформаций и напряжений (цветные растры в вертикальных плоскостях), категории устойчивости массива по факту проходки и результатах сейсмического прогноза наложенные на изображение стволов тоннеля (цветная раскраска стволов), векторные элементы инженерно-геологического разреза (инженерно-геологические объекты и тектонические элементы), объекты инфраструктуры и т.п. Такая структура модели ПТС в формате горно-геологической системы позволяет в едином координатном пространстве оперировать всей необходимой информацией для принятия объективных решений, как во время проходческих работ для управления процессом проходки, так и по их завершению для коррекции проекта чистовой обделки тоннеля.

В целом, с помощью геотехнических расчетов в процессе ведения проходческих работ удавалось решать ряд нетривиальных задач: опережающая

оценка деформаций многоэтажного здания, расположенного вблизи трассы тоннеля (что позволило уточнить конструкцию защитного экрана), оценка границы мульды сдвижения, прогноз критического развития деформаций в припортальных участках проходки и др. Немаловажное значение созданная модель приобретет на последующих стадиях мониторинга в предстоящий период эксплуатации тоннеля.

Применение рассматриваемого подхода горного мониторинга в условиях глубоких горизонтов разработки пластовых месторождений имеет ряд особенностей, основные из которых обусловлены более высоким, чем при проходки тоннелей, уровнем контраста концентраций напряжений вблизи забоя подготовительных или очистных выработок. На **рис.4** показан расчет геомеханической модели для условий проходки подготовительного штрека на шахте "Северная". На левом фрагменте рисунка по характерному распределению дополнительных напряжений (total stress) фиксируется граница ближней зоны необратимого влияния забоя на горный массив в пределах 60-80 метров. На правом фрагменте при более детальном масштабе, структура ближней зоны впереди забоя приобретает более сложный вид – сжатие, разгрузка, сжатие, разгрузка. Принципиальное значение в данном варианте имеют две зоны концентрации – S_1 и S_2 (показаны на графике напряжений вдоль оси штрека). Именно эти зоны, как показал опыт испытаний системы МИКОН-ГЕО на нескольких шахтах, стабильно фиксируются в сейсмолокационном обзоре двумя цугами интенсивных отражений, что и позволяет "настроить" для данных горно-геологических условий пересчет сейсмических атрибутов в относительные оценки давлений. По существу, непрерывная опережающая оценка уровней концентрации давлений в этих зонах играет ключевую роль в контролируемом процессе проходки.

Сказанное выше иллюстрируется результатами сейсмического обзора в текущем режиме контроля состояния устойчивости горного массива в процессе проходки подготовительного штрека на шахте "Северная" (**рис. 5**). На горизонтальных и вертикальных сечениях куба оценок градиента давления, найденных по сейсмическим атрибутам, отображается объективная ситуация по распределению зон концентрации и деконцентрации давлений в случае приближения забоя контролируемого штрека (контур штрека нанесен на

сечения сплошной линией) к аномальной зоне массива, которую сформировал старый штрек (пунктирный контур).

Приведенный результат сейсмического контроля свидетельствует о достоверности опережающего прогноза зон с критическим уровнем развития опасных ситуаций (выброс породы в забой и т.п.) по совмещенному принципу применения сейсмической локации массива и геотехнического расчета.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертации отражены основные элементы геотехнического принципа сопровождения системы сейсмического контроля состояния устойчивости горного массива в текущем режиме ведения подземных работ.

Основные научные и практические результаты работы, полученные автором, заключаются в следующем:

1. Рассмотрены основные элементы структуры, свойства и параметры устойчивости горного массива в динамической природно-технической системе, которая формируется в реальных геологических средах в процессах ведения подземных работ.

2. Предложена методика геотехнических расчетов с использованием современных специализированных программных технологий, ориентированная на оценку компонент дополнительных напряжений в природно-технической системе "геологическая среда - подземная выработка –крепь" на основе инженерно-геологических и сейсмических данных. Выявленные закономерности в распределении зон концентрации и деконцентрации напряжений в окрестности забоя подземной выработки позволяют осуществлять геомеханическую калибровку сейсмических атрибутов и оперативно адаптировать систему прогноза к непрерывно изменяющимся горно-техническим условиям.

3. Результаты практического совместного применения сейсмической системы непрерывного текущего контроля с элементами геотехнических расчетов в процессах проходки транспортных тоннелей и подготовительных выработок в условиях угольных шахт свидетельствуют о достижении высокого уровня достоверности опережающего прогноза зон вероятного развития опасных ситуаций.

Публикации по теме диссертации:

1. «Опережающий прогноз устойчивости горного массива на основе метода 3D-3C сейсмолокации в процессе проходки транспортных тоннелей в г.Сочи» / Писецкий В.Б., Власов С.В., Зудилин А.Э., Самсонов В.И., *Шинкарюк В.А.* // Известия ВУЗов. Горный журнал. – Екатеринбург: 2012. – №3
2. Прогнозирование устойчивости горного массива в процессе проходки горных выработок. / *Шинкарюк В.А.* // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). Отдельная статья (специальный выпуск). – 2013. – № 10
3. «Использование программного обеспечения «Plaxis» для оценки напряженно-деформируемого состояния массивов горных пород» / Писецкий В.Б., *Шинкарюк В.А.* // Материалы IX Уральской горнопромышленной декады международной научно-практической конференции «Уральская горная школа – регионам», УГГУ, г. Екатеринбург, 4 – 13 апреля 2011.
4. «Методика и результаты моделирования параметров НДС в окрестности строительства тоннелей» / *Шинкарюк В.А.*, Патрушев Ю.В. // Материалы IX Уральской горнопромышленной декады международной научно-практической конференции «Уральская горная школа – регионам», УГГУ, г. Екатеринбург, 4 – 13 апреля 2011.
5. «Прогноз параметров современных геодинамических и флюидодинамических процессов по сейсмическим данным в различных направлениях решения поисково-разведочных и инженерных задач» / Писецкий В.Б., Власов С.В., *Шинкарюк В.А.*, Патрушев Ю.В. // Геофизика XXI века: Материалы II Международного симпозиума, посвященного 60-летию образования геофизического факультета Уральского государственного горного университета, г. Екатеринбург, 24-25 ноября 2011.
6. «3D-3C сейсмическая технология (поляризационный сейсморадар) обнаружения зон развития опасных геодинамических процессов на стадиях проектирования и строительства горнотехнических сооружений» / Писецкий В.Б., Власов С.В., Зудилин А.Э., Самсонов В.И., Патрушев

Ю.В., *Шинкарюк В.А.* // Материалы XV научно-практической конференции «Пути реализации нефтегазового и рудного потенциала Ханты-Мансийского автономного округа – Югры», г. Ханты-Мансийск, 14 – 18 ноября 2011. – Екатеринбург, 2011.

7. «Сейсмический и геомеханический мониторинги строительства транспортных тоннелей в г. Сочи» / Писецкий В.Б., Власов С.В., *Шинкарюк В.А.* //Материалы X Уральской горнопромышленной декады международной научно-практической конференции «Уральская горная школа – регионам», УГГУ, г. Екатеринбург, 16 – 25 апреля 2012.
8. «Расчет напряженно-деформируемого состояния горного массива с использованием программы «Plaxis» при проходке тоннелей в г.Сочи» / *Шинкарюк В.А.*, Власов С.В. // Материалы IX Уральской горнопромышленной декады международной научно-практической конференции «Уральская горная школа – регионам», УГГУ, г. Екатеринбург, 16 – 25 апреля 2012.
9. «Опыт применения сейсмической системы МИКОН-ГЕО в оперативном сопровождении проходческих работ на Северо-Уральском бокситовом руднике и в КУЗБАСе» / Патрушев Ю.В., Александрова А.В., *Шинкарюк В.А.*, Кузьмин С.Б., Чевдарь С.М. // Материалы конференции «Геомеханика в горном деле» в рамках V Уральского горнопромышленного форума, Екатеринбург, 2013.
10. «Методы и технологии прогноза структуры и оценки параметров геодинамического состояния геологической среды по сейсмическим данным в приложениях нефтегазовой, горнодобывающей и строительной отраслях» / Писецкий В.Б., Лапин Э.С., Зудилин А.Э., Лапин С.Э., Бабенко А.Г., Абатурова И.В., Патрушев Ю.В., Александрова А.В., *Шинкарюк В.А.* // Материалы научного семинара «Геодинамика, Геомеханика и Геофизика», Новосибирск, 2013.

Подписано в печать 05.10.2013 г. Формат 60x84 1/16.
Бумага офсетная. Печать на ризографе.
Печ. л. 1,0. Тираж 100. Заказ 63.
Отпечатано с оригинал-макета в лаборатории множительной техники.
Изд-ва ФГБОУ ВПО «Уральский государственный
горный университет»
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30.