

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор ПФИЦ УрО РАН,
академик РАН



[Signature]
А.А. Барях

[Signature]
2021 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу БЕЛОУСОВА Федора Сергеевича на тему «Обоснование методики мониторинга нарушения переходных зон при комбинированной разработке кимберлитовых месторождений», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.20 – «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика»

1. Актуальность работы

Одной из важнейших научно-технических задач при освоении кимберлитовых месторождений комбинированным способом с закладкой выработанного пространства относится контроль устойчивости переходных зон под дном карьера, обеспечивающих безопасность ведения горных работ. При формировании закладочного массива образуется зона недозаклада в верхней части выработки, которая дополнительно увеличивается за счёт усадки закладочной смеси в процессе её затвердевания. Что приводит к увеличению толщины искусственного массива под переходной зоной, по мере отработки нижележащих горизонтов, и способствует возрастанию её интегральной податливости, в следствие чего развивается трещиноватость массива горных пород.

Анализ аварийных ситуаций показал, что в большинстве случаев, причинами неверной прогнозной оценки устойчивости переходных зон является недооценка важности проведения оперативного контроля свойств рудного массива над закладываемыми выработками. Данная проблема также

встречается при освоении иных видов твердых полезных ископаемых, комбинированным способом с закладкой выработанного пространства.

Все вышеизложенное указывает на необходимость разработки методики мониторинга геомеханического состояния переходной зоны под дном карьера, основанного на совместном использовании и анализе результатов методов сейсмического просвечивания, ультразвукового каротажа и инклинометрии, что является актуальной задачей и имеет важное промышленное значение.

2. Научное значение работы и новизна

В диссертационной работе предлагается новый научный подход к решению задач выявления аномальных областей и контроля параметров нарушенности массива горных пород переходной зоны под дном карьера, на основе комплексного анализа результатов методов сейсмического просвечивания, ультразвукового каротажа и инклинометрии.

Автором установлены корреляционные зависимости скоростей продольных волн и оседаний реперов инклинометрических скважин, что позволяет оценить изменения этих параметров для труднодоступных областей исследуемого массива на основе одного из методов. Полученные критерии зон разуплотнения массива горных пород переходной зоны на основе значений скоростей продольных волн и оседаний позволяют достоверно определять локации и границы аномальных областей.

3. Методы исследований

Для решения поставленных задач в работе применяется комплексный подход, включающий: анализ литературных данных; анализ натурных экспериментальных измерений; проведение опытно-промышленных исследований на основе использования методов сейсмического просвечивания, ультразвукового каротажа и инклинометрии; системный анализ; преобразования; масштабирование; фильтрация информации; методы статистической обработки результатов натурных наблюдений.

4. Практическое значение работы

Практическое значение работы заключается в создании методики мониторинга нарушенности переходных зон, позволяющей выявлять локации зон потенциальной неустойчивости и анализировать геомеханическое состояние массивов горных пород их слагающих. Полученные критерии

оценки аномальных зон для кимберлитового массива переходной зоны под дном карьера, позволяют более точно определять границы и места их локации на схеме исследуемого массива. Разработанная беспроводная сейсмостанция позволяет проводить исследования с произвольным шагом расстановки источников и приёмников сейсмического сигнала, а также обеспечивает оперативное выполнение геофизических работ.

5. Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность результатов работы подтверждается применением апробированных методик, средств и аппаратуры при проведении производственных экспериментальных исследований, а также высокой сходимостью параметров аномальных областей, определенных по построенным картам массива горных пород переходной зоны, с результатами анализа отобранных кернов.

6. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Полученные в диссертации результаты рекомендуются к использованию в научно-исследовательских и проектных институтах, а также научно-технических и производственно-технических отделах горнодобывающих предприятий, разрабатывающих месторождения комбинированным способом по технологии нисходящей выемки запасов полезных ископаемых горизонтальными слоями с твердеющей закладкой.

Научные результаты работы могут быть использованы в учебном процессе ВУЗов при проведении занятий по дисциплине «Геомеханика».

7. Замечания и пожелания по работе

– На представленных томографических картах выявлены области аномальных скоростей, характеризующие возможные зоны развития вторичной трещиноватости и/или разуплотнения исследуемого массива. Основываясь на полученной автором корреляционной зависимости скоростей продольных волн и оседания реперов инклинометрических скважин, в работе стоило бы дополнительно рассчитать для исследуемого массива томографические карты по оседаниям реперов, что позволит получить более детальную информацию о деформационных процессах в подрабатываемом кимберлитовом массиве и характере их развития;

–Для построения томографических карт и статистического анализа изменения скоростей упругих волн автором используются кинематические характеристики сейсмических волн. Для предложенного автором метода, на наш взгляд, было бы полезно дополнительно рассмотреть вопрос об использовании динамических параметров, таких как частота и амплитуда сигналов;

– На рисунке 42 показана корреляционная зависимость скорости продольных волн от оседания реперов инклинометрических скважин за два года исследований, где одна часть точек обозначена синим цветом, а другая - оранжевым. Как на графике, так и в тексте отсутствуют пояснения за что отвечает каждый из выбранных цветов;

– Из текста диссертации не ясен алгоритм расчета томографических построений, параметры сейсмического сигнала (частота, длина волны) и разрешающая способность получаемых изображений;

В диссертации на рисунках 21-24 представлены результаты сейсмической томографии, где цветовой шкалой показаны диапазоны изменения значений скоростей продольных волн. Из рисунков видно, что в соответствии с цветовой шкалой в первый год исследования площадь просвечиваемого массива меньше, чем в последующих годах. Автором в тексте диссертации не даётся комментарий, поясняющий данное различие.

Заключение по работе

Диссертация БЕЛОУСОВА Федора Сергеевича является законченной научно–квалификационной работой, в которой решена актуальная задача по разработке методики мониторинга нарушенности переходных зон под дном карьера при комбинированной разработке кимберлитовых месторождений. По уровню решенной научной задачи диссертационная работа соответствует требованиям, установленным п.п. 9–14 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842, а её автор, Белоусов Федор Сергеевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.20–«Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика». Изложение материала понятное, последовательное, с использованием соответствующей терминологии. Основные результаты диссертации опубликованы в 11 печатных работах, из них 4 в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России. Соискатель показал владение

современными компьютерными методами при обработке большого объема данных и графической интерпретации полученных результатов. Автореферат полностью раскрывает научные положения, вынесенные на защиту, написан в требуемом объеме.

Зав.лаборатории
геотехнологических процессов
и рудничной газодинамики ГИ
УрО РАН – филиала ПФИЦ
УрО РАН, д.т.н., проф.

С.С.Андрейко

С.н.с. отдела активной
сейсмоакустики ГИУрО РАН –
филиала ПФИЦ УрО РАН,
к.т.н.

А.В.Чугаев

25 мая 2021 г.

Подписи С.С.Андрейко и А.В.Чугаева удостоверяю

Главный специалист по кадрам  Еремина Л.А.



Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Пермский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук

614990, г. Пермь, ул. Ленина, д. 13, строение "а"

Телефон: +7(342) 212-60-08. E-mail: psc@permisc.ru