

## ОТЗЫВ

Официального оппонента на диссертацию  
**Верхоланцева Александра Викторович**  
*«Разработка метода прогнозирования величины сейсмического  
воздействия взрывных работ на поверхностные здания и сооружения»*,  
представленную на соискание ученой степени  
кандидата технических наук  
по специальности 2.8.6. – Геомеханика, разрушение горных пород,  
рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика

После ознакомления с диссертационной работой, авторефератом и со списком публикаций в открытой печати считаю возможным отметить следующее.

В соответствии с прогрессом развитие работ по добыче полезных ископаемых в России нарастает огромными темпами и количество промышленных взрывов, которые оказывают сейсмическое воздействия на предприятия, промышленные здания и на здания и сооружения населённых пунктов. Ежегодно в России фиксируются сетью сейсмологических станциями десятки тысяч взрывов и их количество только возрастает. Магнитуды взрывов по данным сейсмологии занимают интервал значений 1÷4. Следует отметить, что взрывы с магнитудами 4 уверенно регистрируются на удалениях 1000 км и более от горной выработки, где выполнено взрывание.

В этой связи **актуальность** исследования сейсмического эффекта промышленных взрывов и их воздействия на здания и сооружения высока. Разнообразие видов сырья, добыча которого ведётся взрывным способом, и геологических условий месторождений делают поставленную задачу сложной в научном отношении и эксперименты, выполненные соискателем актуальны не только по причине практической значимости, но и с чисто научной точки зрения. Вопрос о воздействии промышленных взрывов на конкретные здания всегда представлял как научный, так и практический интерес.

Александр Викторович в своём исследовании выполнил оригинальные работы по направлению изучения и прогнозу сейсмических воздействий на здания и сооружения, отличающиеся от исследований других учёных. Проблема прогноза воздействия на здания и сооружения промышленных взрывов очень сложная в связи неидеальностью и во многих случаях неповторяемости характеристик взрывов как по геологическим условиям взрывания, так и по конфигурации площадей подрыва и по параметрам и схемам короткозамедленного взрывания.

Широко применяются методы оценки воздействий от взрывов, основанные на профильных наблюдениях за взрывами представителями с получением графиков зависимости пиковых ускорений от расстояния в разных направлениях (работы коллектива КузГТУ под руководством проф. С. И. Протасова), также исследования по данным сейсмологии с

определением магнитуд каждого промышленного взрыва, и используя главное макросейсмическое уравнение, скорректированное для местных условий, даётся прогноз сейсмического воздействия на рассматриваемый объект (АСФ ФИЦ ЕГС РАН, под руководством А.Ф.Еманова). Оба подхода применяются в Западной Сибири и не редко на одних и тех же горных предприятиях одновременно. Верхованцев А.В. представил в своей диссертации третий подход к решению сложной и трудно решаемой задачи. Новизна в том, что он разделил поставленную задачу на составляющие её элементы и начал решать разными методами стыкуя их друг с другом. Исследование источника выполняется по опорной станции около разреза, исследование пути от взрыва до здания через исследование затухания волн с расстоянием, исследования свойств среды, в том числе и резонансных, с использованием методов применяемых в сейсмическом микрорайонировании. Данный подход более трудоёмок, но является новым и, вероятно, более информативным. Соискатель получает и применяет информацию о воздействии на здания с учётом спектральных особенностей промышленных взрывов и среды, что позволит правильнее оценить опасность сейсмического воздействия на такие резонансные системы как здания.

В качестве методов исследования соискатель выделил, во-первых, обзор исследований предшественников и обобщение отечественного и зарубежного опыта, во-вторых, экспериментальные исследования, на обработке которых будут обоснованы решения стоящих перед автором работы задач.

Автор тщательно проанализировал материалы исследования промышленных взрывов в европейской части России и за рубежом. В качестве обобщения сформировал представления о сейсмическом эффекте короткозамедленных промышленных взрывов и применил их в дальнейшем исследовании. К сожалению, обобщения не коснулись работ в Кузбассе, на основе которых созданы конкурентные для данной работы подходы в прогнозе сейсмических воздействий на здания и сооружения. Лучше сказать даже не конкурентные, а дополняющие друг друга подходы. Примером такого дополнения является сейсмическое микрорайонирование, когда утверждены нормативами несколько методов решающих одну и ту же задачу и дополняющих и проверяющих друг друга. К сожалению, эффективно выполненная разработка автора не сравнивалась с разработками уже отмеченных коллективов.

Экспериментальная часть работы наполнена большим количеством данных (650 взрывов с 11 предприятиями) по регистрации промышленных взрывов как в ближней зоне, так и на различных расстояниях. Эксперименты по изучению среды в районе здания выполнены также многократно и с использованием различных методик (метод преломленных волн, математическое моделирование при исследовании разреза по поверхностным волнам, метод Накамуры при микросейсмических наблюдениях). Качество

экспериментального обоснования полученных результатов и выводов не вызывает сомнения.

С введением в экспериментальные работы по изучению промышленных взрывов в ближней зоне автор получил результаты по характеристикам промышленных взрывов в различных геологических условиях и данные материалы представляют ценность с практической точки зрения для прогноза сейсмического воздействия на здания и сооружения. В таких экспериментах получены материалы, обобщение которых имеет фундаментальное значение для разработки и обоснования моделей влияния геосред на сейсмические сигналы особенно большой амплитуды в ближней зоне от взрыва.

Второй защищаемый результат о пространственной неравномерности интенсивности и свойствах излучаемых промышленным взрывом колебаний по разным направлениям от источника за счёт различия грунтовых условий. Данный факт справедлив в рамках тех условий, в которых выполнялись эксперименты и рамках модельных представлений автора о короткозамедленном взрывании. В диссертации рассматривается короткозамедленное взрывание с параметрами: заряд ступени, интервал замедления и число ступеней взрыва. В экспериментах автора на тех месторождениях, где он работал именно этими параметрами и исчерпываются параметры взрыва, но в других ситуациях решающую роль играет схема взрывания и её площадная реализация. Взрывание в зажатой среде, когда в шахматном порядке взрывается массив в два такта, схема сочетания порядного и поскважинного инициирования и др. Всё это приводит к различному влиянию взрывания на сейсмическое излучение в одних и тех же условиях. Неоднородность излучения по разным направлениям при этом возникает прежде всего из-за схемы взрывания. Второе положение доказано автором для локальных условий и имеет практическое значение для полезных ископаемых и схем взрывания характерных для карьеров, где он вёл исследования.

Третий защищаемый результат является наиболее значимым как практически, так и алгоритмически. Алгоритмы разделённой задачи на блоки и выход на результат с частотными характеристиками воздействия волн на здание позволяют применить и более точные данные о резонансах зданий в оценке опасности.

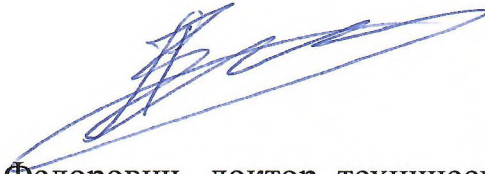
Кроме защищаемых положений в диссертации обоснованы многие интересные результаты такие как влияние на сейсмический эффект взрыва глубины заложения заряда, забойки, типа взрывчатых веществ и т.п. Полученные попутные результаты в большинстве случаев хорошо обоснованы и их верность не вызывает сомнения. Некоторые замечания возникают и к экспериментально обоснованным утверждениям. Например, доказанный факт независимости сейсмического эффекта от типа взрывчатого вещества доказан без учёта такого свойства как бризантность. Да для тех типов ВВ, с которыми выполнены эксперименты сейсмический эффект примерно одинаков, но взять высоко бризантные ВВ, сейсмический эффект

будет выше. Нельзя согласиться с утверждением автора, «чем длиннее взрыв, тем более низкочастотные волны он возбуждает». Теоретические модели влияния короткозамедленного взрывания на сейсмический сигнал давным-давно сделаны (Работы Еманова А.Ф., Глазнева В.Н.). Главные изменения в спектрах связаны с интерференцией, и кроме области частот с подавлением колебаний имеются побочные экстремумы, в которых уровень колебаний усиливается.

В целом кандидатская диссертация Верхованцева А.В. – интересный и законченный труд. Перечисленные недостатки не умаляют научные достижения автора. Материалы диссертации опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК и доступны для научного сообщества. Автореферат в полной мере отражает содержание диссертации.

Вышесказанное позволяет сделать вывод, что диссертационная работа Верхованцева Алексея Викторовича «Разработка метода прогнозирования величины сейсмического воздействия взрывных работ на поверхностные здания и сооружения», по специальности 2.8.6. – Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика, представленная для защиты на соискание учёной степени кандидата технических наук отвечает требованиям ВАК, а её автор Верхованцев Алексей Викторович достоин присуждения учёной степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент,  
д.т.н.



А.Ф. Еманов

Еманов Александр Федорович, доктор технических наук, директор Алтае-Саянского филиала ФИЦ ЕГС РАН.

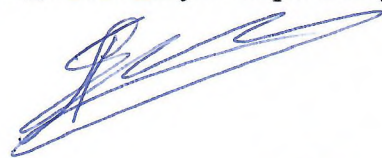
Алтае-Санский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Единая геофизическая служба Российской академии наук» (АСФ ФИЦ ЕГС РАН)

Адрес: 630090, г. Новосибирск, пр. Ак. Коптюга, 3.

Телефон: +7 (383) 333-27-08.

Эл. почта: Emanov@gs.nsc.ru.

Я, Еманов Александр Федорович, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.



А.Ф. Еманов

16.06.2023 г.

Подпись Еманова Александра Федоровича заверяю:

Ведущий специалист по кадрам



И.С. Кульпина