

## **ОТЗЫВ**

**официального оппонента, к.ф.-м.н., Куликова Владимира Ивановича  
на диссертацию Верхоланцева Александра Викторовича**

**«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.**

Технология разработки месторождений полезных ископаемых в скальном массиве базируется на буровзрывных работах (БВР). У БВР есть неизбежная негативная сторона — это сейсмическое действие массовых взрывов. С этим связаны ощущения сейсмических колебаний, которые вызывают дискомфорт и беспокойство у населения. Еще более важным является негативное сейсмическое действие массовых взрывов на производственные объекты горнорудного предприятия, на застройку и инфраструктуру региона горного предприятия. Отсюда и появилось у горняков понятие «охраняемых объектов».

При этом экономика горнорудного производства диктует взрывникам постоянное увеличение масштаба горных взрывов. Например, на Лебединском ГОКе КМА мощность массовых взрывов превысила 3 тыс. тонн ВВ, а на Михайловском ГОКе даже 4 тыс. тонн ВВ. Такие взрывы сопоставимы с тектоническими землетрясениями, и даже при технологии короткозамедленного взрывания их магнитуда достигает величины 3 — 3,5.

Отсюда следует **актуальность темы работы** Верхоланцева А.В. При этом следует учитывать, что сейсмический эффект массовых взрывов зависит от большого числа параметров БВР и от физико-механических свойств горного массива. А сейсмическое действие массовых взрывов зависит и от параметров сейсмической волны и от характеристик зданий и сооружений и грунтов в их основании. При таком обилии параметров в задаче прогнозирования сейсмического воздействия БВР наиболее важным являются натурные исследования, результаты которых лежат в основе работы Верхоланцева А.В.



Диссертационная работа Верхоланцева А.В. включает Введение, 4 главы, Заключение. Она содержит 159 страниц текста, 47 рисунков и 19 таблиц. В списке литературы приведены ссылки на 171 работу.

Во Введении подчеркнута актуальность темы представленной работы, указана важность учета многочисленных факторов БВР и геофизической среды на сейсмическое действие массовых взрывов на здания и сооружения.

Глава 1 целиком посвящена анализу состояния и изученности вопроса о прогнозировании сейсмического действия массовых взрывов на здания и сооружения, анализу влияния технологии КЗВ и систем инициирования, грунтовых условий в основании сооружений, эффективности антисейсмических экранов и, наконец, критическому рассмотрению нормативного регулирования безопасности БВР. Это важный раздел работы, показывающий эрудицию автора, и позволивший ему конкретизировать постановку натурных исследований.

Глава 2 посвящена исследованиям влияния параметров источника и характеристик среды на интенсивность сейсмического действия промышленных взрывов. Автор скромно называет эту часть работы экспериментальными исследованиями. Нет, правильнее назвать их натурными исследованиями. Тот, кто занимается подобными исследованиями, понимает разницу этих определений. Важно, что свои исследования Верхоланцев А.В. проводил в условиях действующих горнорудных предприятий и при плановых БВР. Он сумел выделить, определить и проанализировать, по крайней мере, десять факторов, от таких, которые у всех на слуху, как коэффициент сейсмичности или степень затухания сейсмозрывной волны, до таких тонких вопросов, как направление инициирования ступеней замедления или влияние рельефа местности.

Очень важным представляется вывод автора о необходимости использования опорной сейсмостанции при натурных измерениях сейсмического эффекта промышленных взрывов для компенсации влияния случайных и неучитываемых факторов, связанных с условиями ведения БВР. **Это первый научный защищаемый результат.**

В главе 3 рассмотрены оценка и учет влияния грунтовых условий (резонансных характеристик грунта) на интенсивность сейсмического воздействия сейсмозрывных волн. Автор включил в свои исследования и инструментальные методы сейсмического микрорайонирования и аналитические расчеты спектральных характеристик грунтов. Автор сделал вывод, что эффект



сейсмического усиления амплитуды сейсмозрывных волн в широком диапазоне частот связан со строением и физико-механическими свойствами приповерхностных грунтов. В этой главе сформулировано **второе научное положение** об асимметрии сейсмического эффекта взрыва за счет различия грунтовых условий и важности комплексного метода учета влияния грунтовых условий.

В главе 4 изложен авторский комплексный метод прогнозирования величины сейсмического воздействия БВР на здания и сооружения, который учитывает влияние параметров БВР (масса ВВ, интервал замедления, масса ВВ в ступени замедления, число ступеней замедления, корректность работы системы инициирования), влияние геофизической среды на распространение сейсмозрывной волны (эпицентральное расстояние, различие физико-механических свойств горных пород, степень затухания волны в горном массиве, асимметрия излучения сейсмического источника) и учет сейсмических факторов охраняемого объекта (резонансные свойства грунтов в основании сооружения, резонансные свойства самого сооружения, рельеф местности и т.д.). **Этот метод является третьим защищаемым научным положением.** Он учитывает такое количество факторов, число которых существенно превышает факторы, учитываемые в действующих на сегодня нормативных документах Ростехнадзора.

В разделе Заключение четко и ясно изложены **выводы, научные и практические результаты работы.** Их достоверность подтверждена результатами натурных исследований параметров сейсмозрывных волн на нескольких горнорудных предприятиях РФ, различающихся по своим горно-геологическим условиям и технологии ведения БВР. Достаточно сказать, что исследования сейсмозрывных волн Верхованцев А.В. провел при 650 массовых взрывах. Очень важно отметить, что **все научные положения работы Верхованцева А.В. обоснованы** и прошли экспериментальное тестирование при массовых взрывах на нескольких горнодобывающих предприятиях.

В **научной значимости** работы особо выделю способ компенсации случайных факторов, связанных с условиями взрыва, посредством использования опорной сейсмической станции. Предложенная Верхованцевым А.В. опорная сейсмическая станция также станет основой современного мониторинга массовых взрывов.

**Практическая значимость работы Верхованцева А.В. несомненна.**



Разработанный автором метод расчета сейсмического действия взрыва на сооружения может быть рекомендован проектировщикам массовых взрывов. Уже сегодня его метод активно применяется на одиннадцати горнодобывающих предприятиях РФ. **Новизна** этого метода состоит в том, что он учитывает множество (восемь) факторов, которые ранее считались случайными и никак не учитывались в прогнозе параметров массового взрыва.

Следует также отметить, что сегодня в практике БВР намечается переход к электронным системам инициирования и поскважинному взрыванию, а это может привести к дополнительной асимметрии излучения сейсмозрывной волны. В этом случае предложенный автором метод исследований или мониторинга массовых взрывов с опорной сеймостанцией будет иметь **важное практическое значение**.

Говоря о практической значимости работы, нельзя не сделать замечание, что предложенный метод прогнозирования сейсмического действия промышленных взрывов — это еще не Методика расчета и не Руководство для инженеров-взрывников, которые утверждает Ростехнадзор. Желаю Верховланцеву А.В. потратить время и дополнительные усилия для продвижения результатов выполненной работы в практику БВР.

Считаю нужным поправить автора в утверждении, что зависимость параметров взрывной волны от приведенного эпицентрального расстояния установлена М.А. Садовским в результате экспериментальных исследований (эмпирический факт). Этот очень глубокий по значимости вывод был получен М.А. Садовским в результате анализа энергетического и геометрического подобия при взрыве.

Также можно отметить, что на всех рисунках, от 2.2 до 4.6, автор не привел размерности приведенного эпицентрального расстояния на оси абсцисс.

Перечисленные выше недочеты в тексте диссертации и ее реферате не снижают ценности рецензируемой работы, ее результатов и выводов.

Кандидатская диссертация Верховланцева А.В. — большой по объему и законченный труд. **Научные и практические результаты работы автора несомненны**. Материалы диссертации опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК, и докладывались на международных и всероссийских конференциях. Автореферат отражает содержание диссертации.



Диссертация Верхоланцева Александра Викторовича «Разработка метода прогнозирования величины сейсмического воздействия взрывных работ на поверхностные здания и сооружения», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований содержится решение научной задачи, имеющей значение для обеспечения безопасности сейсмического воздействия взрывных работ. Актуальность темы исследования, а также новизна, достоверность, теоретическая и практическая значимость полученных результатов свидетельствуют о соответствии диссертации требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства России от 24 сентября 2013 года, а ее автор, Верхоланцев Александр Викторович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6 «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика».

Официальный оппонент,  
к.ф.-м.н.  
24.01.2024 г.



В.И. Куликов

Куликов Владимир Иванович,  
в.н.с., к.ф.-м.н.

Институт динамики геосфер РАН

лаб. Деформационных процессов в Земной коре.

Адрес: 119334, г. Москва, Ленинский проспект, 38, корпус 1.

Телефон: +7 (916) 347-48-10.

Эл. почта: kulikov.vi@yandex.ru

Я, Куликов Владимир Иванович, даю свое согласие на включение моих



персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета  
ПФИЦ Уро РАН, и их дальнейшую обработку.

24.01.2024 г.

В.И. Куликов

Подпись Куликова Владимира Ивановича удостоверяю.

Ученый секретарь ИДГ РАН

24.01.2024 г.



Д.Н. Локтев