

## О Т З Ы В

**официального оппонента, доктора технических наук, ведущего научного сотрудника Закалинского Владимира Матвеевича на диссертацию Холодилова Андрея Николаевича на тему: «Научные основы прогноза динамического воздействия взрывных работ на охраняемые объекты», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.8.6. Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика.**

### **1. Актуальность темы диссертации**

Диссертационная работа посвящена вопросам обеспечения безопасного ведения хозяйственной деятельности горнодобывающих предприятий, использующих в качестве одного из технологических процессов взрывные работы с большим ежегодным потреблением промышленных взрывчатых веществ и средств инициирования.

Актуальность данной работы заключается в том, что при постоянном ежегодном росте объемов взрывных работ возрастает негативное динамическое воздействие таких факторов как сейсмозврывные волны и ударные воздушные волны на промышленные здания и сооружения и объекты социальной инфраструктуры, примыкающие к границам земельного отвода горнодобывающих предприятий. Несмотря на широко известные способы, позволяющие обеспечивать безопасность охраняемых объектов при воздействии на них сейсмозврывных и ударных воздушных волн, возникают угрозы перехода охраняемого объекта в аварийное состояние даже при приемлемом уровне динамического воздействия взрывных работ. Кроме того, периодически возникающие колебания охраняемого объекта при проведении взрывных работ негативно влияют на производственный персонал, приводят к жалобам населения ближайших к горнодобывающим предприятиям поселений.

Таким образом, тема диссертации А.Н. Холодилова представляется весьма актуальной для отечественной науки в области обеспечения безопасности зданий и сооружений, находящихся в зоне влияния динамического воздействия взрывных работ, проводимых на горнодобывающих предприятиях.

### **2. Научная новизна диссертации**

Научная новизна полученных результатов в диссертации Холодилова А.Н. состоит в следующем:

- с учетом зависимости между коэффициентом сейсмичности и показателем затухания установлены пространственные и временные закономерности скорости смещения грунта, позволяющие повысить надежность прогноза сейсмического воздействия на охраняемый объект в условиях малой выборки инструментальных замеров при взрывании на карьерах;

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-124 от 08.12.23  
АУ УС

- впервые построена классификация сейсмических источников по степени опасности их воздействия на охраняемый объект;

- при подземном взрывании с регистрацией сейсмических колебаний на земной поверхности определены условия возникновения и предупреждения опасных воздействий на охраняемый объект;

- установлены причины значительного усиления негативного совместного воздействия сейсмозрывных и воздушных ударных волн на высокие наземные охраняемые объекты при ведении массовых взрывов на карьерах и обоснованы решения обеспечения безопасности в этих условиях.

Следует отметить, что диссертационная работа выполнена на основе большого экспериментального материала, полученного соискателем в течение 18 лет на многих предприятиях горной промышленности, с глубокой теоретической проработкой проведенных исследований. Приведенные результаты имеют научное и практическое значение в развитии научных основ динамического воздействия взрывных работ на охраняемые объекты.

### **3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций**

Защищаемые Холодиловым А.Н. научные положения являются теоретическим обобщением экспериментального материала, полученным как самим соискателем, так и приведенным в научных периодических отечественных и зарубежных изданиях по проблемам безопасности при ведении взрывных работ и освещенным во всех главах диссертации.

В первом научном положении речь идет о квалификационном критерии уровня сейсмического воздействия, построенным на основе функциональной связи между показателем затухания и коэффициентом сейсмичности. Обоснование и верифицирование данного положения детально проведено во второй главе и подтверждено экспериментально-теоретическими исследованиями на железорудном карьере, карьере строительных материалов, подземном руднике.

Второе научное положение является развитием первого научного положения и представляет собой научные основы классификации сейсмических источников по степени их опасности для охраняемых объектов. Классификация построена на основе детального статистического анализа большого массива экспериментальных данных, полученных как самим соискателем, так и приведенным в научных рецензируемых изданиях. Приведены статистические оценки достоверного определения классификационных критериев и их верификация согласно общепринятым представлениям об уровне сейсмического воздействия на охраняемые объекты.

Третье научное положение касается прогноза сейсмического воздействия на наземные сооружения в зависимости от интервалов времени короткозамедленного взрывания и выявления опасных колебаний в системе «грунт – охраняемый объект» при подземном взрывании на основе теоретических разработок, приведенных во второй главе, и установления критерия предельного уровня сейсмического воздействия взрывных работ на наземные сооружения. Достоверность данного научного положения подтверждается детальным рассмотрением обстоятельств, приведшим к аварийному обрушению стенки производственного здания непосредственно после проведения массового взрыва, на основе разработанной теории моделирования волновых форм велосиграмм.

Четвертое научное положение является развитием первого и второго научных положений и устанавливает критерий опасного совместного воздействия сейсмозрывных и ударных воздушных волн при проведении массовых взрывов на карьерах. Достоверность положения убедительно подтверждается результатами научно-исследовательских работ, проведенных на объектах Нюрбинского горно-обогатительного комбината.

Вынесенные на защиту научные положения и основные выводы логически связаны с целью и идеей диссертационной работы. Полученные результаты, несомненно, являются новыми в области обеспечения безопасности по фактору динамического воздействия взрывных работ на охраняемые объекты.

#### **4. Научные результаты, их ценность**

Научные результаты и их ценность заключается:

- в разработке научных основ прогноза сейсмического воздействия взрывных работ на охраняемые объекты с учетом функциональной связи между коэффициентом сейсмичности и показателем затухания;
- в создании количественной классификации сейсмических источников по степени опасности их воздействия на охраняемые объекты;
- в установлении критерия безопасного ведения взрывных работ в случае выявления дополнительных сейсмических источников;
- в обосновании способа обеспечения безопасности охраняемых объектов в условиях реализации сильного совместного воздействия сейсмозрывных и ударных воздушных волн.

Результаты диссертационного исследования в достаточной степени освещены в 25 печатных работах, в том числе в 10 статьях - в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, в 5 статьях - в изданиях, входящих в международные базы данных и систему цитирования Scopus. Получено 3 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ.

## **5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации**

Комплекс проведенных исследований и полученных результатов в диссертации направлен на развитие научных знаний в области прогноза динамического воздействия взрывных работ на охраняемые объекты. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации заключается:

- в новых представлениях о коэффициенте сейсмичности и показателе затухания в виде функциональной связи между ними и создании классификации взрывных работ как сейсмических источников по степени опасности сейсмического воздействия на охраняемые объекты, что позволяет существенно уменьшить объем инструментальных данных, необходимых для надежной оценки уровня сейсмического воздействия на охраняемые объекты;

- в разработке модели расчета сейсмических колебаний с использованием низкочастотных эллиптических фильтров 2-го порядка, позволяющей оперативно выявлять опасные колебания в системе «грунт - охраняемый объект» при подземном взрывании и прогнозировать уровень сейсмического воздействия при отклонении интервалов времени короткозамедленного взрывания от фактических значений;

- в разработке способа аппроксимации колебательных мод охраняемых объектов с применением уширения Гаусса спектральных линий, с помощью которого появляется возможность надежно выявлять опасное совместное воздействие сейсмозрывных и ударных воздушных волн.

## **6. Рекомендации по использованию результатов работы**

Полученные результаты в процессе диссертационного исследования рекомендуется использовать при реконструкции старых горнодобывающих предприятий, введении в эксплуатацию новых горнодобывающих предприятий, использующих в качестве основного технологического процесса получения горной массы взрывные работы, особенно, на территориях с выраженной техногенной сейсмичностью, например, Кузбасса.

## **7. Замечания и вопросы по работе**

1. Данные по взрывам различного назначения объединены одной зависимостью.
2. Не указан критерий отбора экспериментальных данных при разработке классификации сейсмических источников по степени их опасности, приведенных в литературных источниках.
3. Недостаточно обосновано заключение о возможности возникновения параметрического резонанса в системе «грунт-охраняемый объект», приведенное в главе 4.

4. В диссертации (стр. 14-15) и в автореферате диссертации (стр. 11-12) в пункте «Апробация результатов» названия семинаров и конференций не полностью соответствуют списку работ, опубликованных по теме диссертации.

Отмеченные замечания не снижают ценности полученных результатов и носят рекомендательный характер.

### 8. Заключение по диссертации

Диссертация «Научные основы прогноза динамического воздействия взрывных работ на охраняемые объекты», представленная на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.8.6. Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика полностью отвечает требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Санкт-Петербургского горного университета от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор – **Холодилов Андрей Николаевич** – заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.8.6. Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика.

Официальный оппонент  
доктор технических наук

*З. Закалинский*

**Закалинский Владимир Матвеевич**

*04.12.23*

Подпись Закалинского В.М. заверяю  
Ученый секретарь ИПКОН РАН  
Проф., докт. техн. наук  
М.П.



*Матвеевич*

**Кубрин С.С.**

### Сведения об официальном оппоненте:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова Российской академии наук

Почтовый адрес: 111020, г. Москва, Крюковский тупик, д.4

Официальный сайт в сети Интернет: <https://ипконран.рф>

эл. почта: [vmzakal@mail.ru](mailto:vmzakal@mail.ru) телефон: + 7 (495) 360-44-54