

**УТВЕРЖДАЮ**



Директор по науке и инновациям  
НИТУ «МИСИС»  
д-р техн. наук, профессор

М. Р. Филонов

«13» сентября 2021 г.

### **ОТЗЫВ**

ведущей организации на диссертацию Соколова Семена Тарасовича на тему: «Прогнозирование сейсмического воздействия взрывных работ при проходке траншеи в зоне действующего газопровода», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.20 – Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика

#### **Актуальность темы диссертации**

Актуальность темы диссертации обусловлена необходимостью обеспечения сейсмической безопасности при проведении взрывных работ в непосредственной близости от действующих подземных газопроводов.

На сегодняшний момент достаточно изученным является обеспечение сейсмической безопасности подземных газопроводов от землетрясений. В свою очередь не стоит упускать из виду и тот факт, что генератором сейсмических волн могут служить и проводимые в непосредственной близости от газопровода взрывные работы.

Проведение буровзрывных работ неизбежно при проходке траншей под трубопровод в крепких горных породах. Причем новые ветки газопроводов по экономическим соображениям прокладываются в створе уже существующих. Высокие темпы строительства, которые практически неизбежны, могут спровоцировать повышенное сейсмическое воздействие на действующий газопровод, что повлечёт за собой повреждение или разрушение действующего газопровода.

Завышенные значения одновременно взрываемого взрывчатого вещества, увеличенная протяженность взрываемого блока, приводят к усилению сейсмического эффекта. Оценка воздействия производится по максимальной скорости смещения грунта на поверхности. При этом сам охраняемый объект, находится под землей. Автор провел исследования как изменяются параметры сейсмозрывной волны с глубиной. Это даст возможность по данным мониторинга на поверхности прогнозировать сейсмозрывное воздействие на охраняемый объект, находящийся на некоторой глубине.

В свою очередь многократное сейсмическое воздействие на газопровод, вызванное увеличением количества ступеней замедления из-за желани

сократить количество взрывов, увеличивая их протяженность, может повлиять на частоту внутренних колебаний газопровода и вызвать явление резонанса.

В нормативных документах Российской Федерации эти аспекты в настоящий момент, не отражены.

Изменяя массу одновременно взрываемого заряда и интервал замедления между группами зарядов, и зная, как они влияют на параметры сейсмозрывной волны, можно обеспечить сейсмотехническую безопасность действующего газопровода, проложенного в скальных породах.

В этой связи, тема диссертации С.Т. Соколова заслуживает внимания, поскольку направлена на обеспечение сейсмической безопасности особо охраняемых объектов.

Тема диссертации и ее содержание соответствуют паспорту специальности 25.00.20 – Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика, п. 4, 9.

### **Оценка содержания работы**

Диссертация С.Т. Соколова общим объемом 107 страниц состоит из оглавления, введения, четырех глав с выводами, заключения, библиографического списка из 150 источников, включает 45 рисунков и 13 таблиц.

В первой главе изложено состояние вопроса, цель и задачи исследований. Здесь проведен анализ негативных последствий применения взрывных работ вблизи охраняемых объектов, рассмотрены законы формирования и распространения СВВ, проанализированы методы снижения сейсмического эффекта от действия массового взрыва.

Вторая глава посвящена исследованию зависимостей изменения частотных характеристик СВВ от параметров БВР. Рассмотрены результаты, полученные в ходе проведения мониторинга ВР на реальном объекте строительства. Описана методика проведения исследований, даны рекомендации по определению частотных характеристик СВВ.

В третьей главе проведены экспериментально-аналитические исследования изменения интенсивности колебаний СВВ с увеличением глубины регистрации сигнала, описан полномасштабный эксперимент с применением высокоточной измерительной аппаратуры. Выведены 2 зависимости отражающие основные законы затухания интенсивности СВВ с увеличением расстояния и с изменением глубины до охраняемого объекта. Данные зависимости и метод их получения позволяет в достаточной степени прогнозировать изменения параметров СВВ с увеличением глубины, опираясь на данные поверхностного мониторинга.

В четвертой главе отражено влияние протяженных блоков на сейсмическую безопасность охраняемого объекта. Даны рекомендации по ограничению длины взрываемого блока. А также выведены коэффициенты позволяющие повысить надежность расчётов формул по определению максимальной скорости смещения.

Заключение содержит основные научные и практические результаты выполненных исследований.

Оценивая содержание рукописи, следует отметить логичность и ясность изложения материала, что производит хорошее впечатление от работы.

### **Анализ научных положений, выводов, рекомендаций**

По результатам проведенных диссертационных исследований С.Т. Соколовым сформулированы три защищаемых положения.

В первом из них утверждается, что на частотные характеристики СВВ влияют параметры БВР. Наиболее явно показано влияние массы заряда на изменение частоты колебаний. Соответственно изменяя массу заряда с целью снижения максимальной скорости, необходимо учитывать возможность совпадения частот собственных колебаний газопровода и частот колебаний, вызванных взрывом. Обоснование данного положения детально осуществлено во второй главе диссертации.

Второе научное положение отражает изменение амплитудных значений ускорения СВВ с увеличением глубины регистрации сигнала, выведена эмпирическая зависимость снижения интенсивности колебаний на различных глубинах. Доказательство этого научного положения осуществлено в третьей главе диссертации опираясь на данные, полученные в ходе экспериментальных исследований. Корректность постановки задачи и полученных результатов сомнения не вызывают.

Третье научное положение касается протяженности взрываемого блока относительно расстояния до охраняемого газопровода. В нем утверждается необходимость уточненного расчета максимальной скорости смещения грунта, в соответствии с пропорциональным увеличением длины блока относительно расстояния до охраняемого объекта. Доказательство этого научного положения достаточно убедительно изложено в четвертой главе.

Защищаемые положения и основные выводы логически связаны с целью и идеей, положенной в основу работы и реализованной при решении основных задач исследований. Следует отметить, что все научные положения, выводы и рекомендации обоснованы в достаточной степени. Их достоверность сомнения не вызывает.

### **Методы исследования**

Автором использованы современные методы исследований, включающие обобщение теоретических знаний и опыта, проходки траншей в опасной зоне действующего газопровода. Это позволило сформулировать защищаемые положения, основные выводы и рекомендации, обеспечивающие достижение поставленной в работе цели. Использование комплекса методов рассматривается как одно из условий обеспечения достоверности полученных результатов.

**К основным научным результатам** выполненных исследований относятся:

- Установлена взаимосвязь массы взрываемого заряда с частотой максимума сейсмических колебаний при проходке траншей буровзрывным способом;
- Установлены зависимости амплитудных значений ускорения СВВ от расстояния до охраняемого объекта и глубины регистрации сигнала;
- Установлено влияние протяженности взрываемого блока на изменение интенсивности СВВ.

### **Практическая ценность работы**

Основные положения и результаты исследований могут быть использованы в проектных организациях для проектирования буровзрывных работ на участках в опасной зоне газопроводов.

### **Практическое использование полученных автором диссертации научных результатов**

Реализация полученных результатов, при проходке траншей буровзрывным способом вблизи действующих газопроводов, позволит произвести уточнение коэффициентов сейсмичности и затухания, а также повысить точность прогнозирования пиковой скорости смещения у основания охраняемого газопровода.

Научные и практические результаты, полученные в диссертации, могут быть рекомендованы как проектным организациям (ООО «ЕВРОВЗРЫВПРОМ», ООО «ЛЕНВЗРЫВПРОМ», ООО «КОЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР» и др.), так и действующим компаниям, выполняющим специальные виды взрывных работ.

### **Замечания по работе:**

1. Сделанные автором утверждения о закономерности изменений частотных характеристик с изменением массы одновременно взрываемого заряда основываются на экспериментальных исследованиях с постоянным расстоянием до охраняемого объекта. Более полную картину отразило бы дополненное исследование частот колебаний при изменении расстояний до измерительной аппаратуры.

2. При проведении исследований использовалась оценка горизонтального ускорения смещения массива пород, хотя за основу критерия оценки принимается пиковая скорость смещения

3. Исследования не отражают изменение коэффициентов относительной протяженности взрываемого блока при изменении схемы инициирования.

4. В диссертации отсутствуют конкретные рекомендации по оптимальным способам размещения трубопровода относительно свободной поверхности и диагоналям зарядов массового взрыва, интервалам замедления, диаметрам зарядов и рекомендуемым средствам инициирования и взрывчатым веществам.

Отмеченные замечания не снижают в целом положительной оценки работы. Работа написана технически грамотным и понятным языком.

Автореферат соответствует тексту диссертации и полностью отражает научные положения, выводы и рекомендации. Личный вклад автора диссертации в науку сомнения не вызывает. Результаты диссертационной работы в достаточной степени освещены в пяти печатных работах, в том числе в двух 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 (Перечень ВАК), в двух статьях – в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus. Получено два свидетельства о регистрации программ для ЭВМ.


### **Общее заключение по диссертации**

Диссертация Соколова С.Т. «Прогнозирование сейсмического воздействия взрывных работ при проходке траншеи в зоне действующего газопровода», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.20 – 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 Горного университета от 19.12.2019 № 1755 адм.

Соколов Семен Тарасович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.20 – Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика.

Отзыв на диссертацию и автореферат диссертации Соколова Семена Тарасовича обсужден и утвержден на заседании кафедры Физических процессов горного производства и геоконтроля (ФизГео) федерального государственного автономного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», протокол № 1 от «01» сентября 2021 года.

Заведующий кафедрой ФизГео  
НИТУ «МИСиС», доктор физико-  
математических наук, доцент

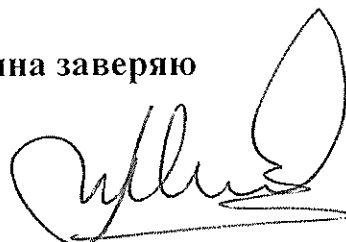
 Винников Владимир Александрович

Секретарь заседания  
доцент кафедры ФизГео,  
кандидат технических наук

 Куткин Ярослав Олегович

**Подписи В.А. Винникова и Я.О. Куткина заверяю**

Директор Горного института,  
НИТУ «МИСиС», д.э.н., проф. РАН



А.В. Мясков

**Сведения о ведущей организации:**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

119049, г. Москва, Ленинский проспект, д. 4

Телефон: +7 495 955-00-32

e-mail: [kancela@misis.ru](mailto:kancela@misis.ru)

Официальный сайт: <http://www.misis.ru>