

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ

по защите диссертации Вакуленко Ивана Сергеевича на тему «Обоснование параметров технологии искусственного замораживания горных пород при проходке тоннелей в водоносных породах», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.22 «Геотехнология (подземная, открытая и строительная)» и состоявшейся в НИТУ «МИСиС» 25.09.2019 г.

Диссертация принята к защите Диссертационным советом НИТУ «МИСиС», протокол № 10 от 24.06.2019.

Диссертация выполнена на кафедре строительства подземных сооружений и горных предприятий горного института Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» (НИТУ «МИСиС»).

Научный руководитель – Шуплик Михаил Николаевич, доктор технических наук, профессор кафедры строительства подземных сооружений и горных предприятий Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет НИТУ «МИСиС».

Экспертная комиссия утверждена Диссертационным советом НИТУ «МИСиС» (протокол № 10 от 24.06.2019) в составе:

- доктор технических наук, Плешко Михаил Степанович, профессор, профессор кафедры строительства подземных сооружений и горных предприятий НИТУ «МИСиС» – председатель;
- доктор технических наук, Абрамкин Николай Иванович, доцент, профессор кафедры геотехнологии освоения недр НИТУ «МИСиС»;
- доктор технических наук, Куликова Елена Юрьевна, профессор, профессор кафедры строительства подземных сооружений и горных предприятий НИТУ «МИСиС»;
- доктор технических наук, Аренс Виктор Жанович, профессор, почетный вице-президент Российской академии естественных наук («РАЕН»);
- доктор технических наук, Деревяшкин Игорь Владимирович, профессор, профессор кафедры техники и технологии горного и нефтегазового производства Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский политехнический университет».

Ведущей организацией утверждено Федеральное Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет».

Экспертная комиссия отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований (соответствуют п.п. 3, 8, 11 паспорта специальности 25.00.22 «Геотехнология (подземная, открытая и строительная):

- доказано на основе анализа и обобщения отечественного и зарубежного опыта замораживания горных пород, что при строительстве тоннелей с использованием горизонтального замораживания время формирования ледопородного ограждения (ЛПО) наиболее целесообразно определять по балансовому методу, широко используемому в практике проектирования замораживания при проходке вертикальных стволов;
- получены закономерности формирования горизонтальных ледопородных ограждений с учетом теплопритока с земной поверхности, а также установлен диапазон влияния земного теплопритока в зависимости от глубины заложения тоннеля, его диаметра и свойств вмещающих пород;
- разработана научная концепция по оценке характера формирования ледопородного ограждения во времени, позволяющая устанавливать закономерности формирования ледопородного ограждения после подачи холодоносителя в замораживающие колонки и тем самым оценивать его инерционности во времени;
- разработан новый способ оценки напряженно-деформированного состояния системы крепь-ЛПО как единой системы; критерии устойчивости системы и параметры ЛПО определяются из условий деформационной способности крепи и уровня напряженно-деформированного состояния горных пород.

**Теоретическая значимость исследования** обоснована тем, что:

- развит и расширен диапазон знаний в области искусственного замораживания горных пород в подземном строительстве;
- проведена модернизация существующей математической модели процесса формирования ледопородного ограждения на базе точечных источников, использование которой позволило установить новые закономерности формирования ледопородного ограждения после прекращения подачи холодоносителя в замораживающие колонки.

- применительно к тематике диссертационного исследования (т.е. с получением обладающих новизной результатов) автором был разработан новый комплексный метод проведения экспериментальных исследований по определению реологических свойств замороженных пород, разработана компьютерная модель оценки устойчивости системы крепь-ЛПО.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики** подтверждается тем, что:

- разработанные «Рекомендации по технологии искусственного замораживания горных пород при проходке тоннелей в водоносных породах» приняты к использованию ООО «Газпром геотехнологии» для определения реологических свойств мерзлых пород по разработанной автором методике при проектировании подземных резервуаров на полуострове Ямал. Рекомендации включают разработанные методики по определению реологических свойств мерзлых горных пород и компьютерного моделирования устойчивости крепи тоннеля;
- разработанные Рекомендации по технологии горизонтального замораживания водоносных пород в зависимости от горно-геологических и горнотехнических условий строительства приняты к использованию Норвежским университетом естественных и технических наук «NTNU» для проекта строительства тоннеля «Бергосен», Норвегия;
- разработанные автором «Рекомендации по технологии искусственного замораживания горных пород при проходке тоннелей в водоносных породах» могут быть использованы предприятиями, осуществляющими проектирование подземных сооружений в зоне сильно обводненных горных пород; организациями, занимающимися проектированием подземных сооружений в условиях Крайнего Севера, а также научно-исследовательскими институтами, сфера деятельности которых связана с решением задач по определению параметров замораживания горных пород.

**Достоверность результатов исследований** подтверждается тем, что:

- использованы обоснованные методы определения времени замораживания, широко применявшихся для проектирования искусственного замораживания горных пород;
- исследование влияния теплопритока от земной поверхности на динамику формирования ЛПО основано на известном уравнении



Форхгеймера по определению температурного поля вокруг подземного сооружения;

- изучение свойства тепловой инерции вокруг ЛПО основано на трансцендентном уравнении координатно-временного положения границы промерзания произвольно расположенными в плане замораживающими колонками;
- результаты экспериментальных работ по определению реологических и прочностных свойств мерзлых горных пород получены при использовании сертифицированного оборудования;
- использовано сертифицированное программное обеспечение для проведения компьютерного моделирования устойчивости крепи тоннеля.

**Личный вклад соискателя состоит:**

в оценке выполненных ранее исследований в области искусственного замораживания горных пород при проходке тоннелей в водоносных породах, корректной постановке задач, использовании теоретических и экспериментальных методик для обоснования полученных в работе результатов, выводов и рекомендаций; им разработаны методики оценки реологических свойств мерзлых пород и компьютерного моделирования напряженно-деформированного состояния системы «крепь – ЛПО», выполнен большой объем экспериментальных работ в лабораторных условиях на образцах мерзлых пород. Результаты обработки и анализа проведенных исследований опубликованы в печати и доложены на международных конференциях.

Соискатель представил 6 опубликованных работ, из них 4 в рецензируемых научных изданиях из перечня, утвержденного Минобрнауки России, одна – в изданиях, индексируемых в наукометрических базах данных Web of Science, Scopus.

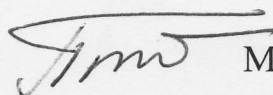
Пункт 2.6 Положения присуждения ученой степени кандидата наук НИТУ «МИСиС» соискателем ученой степени не нарушен.

Диссертация Вакуленко И. С. соответствует критериям п.2 Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ «МИСиС», так как в ней на основе выполненных автором теоретических и экспериментальных исследований решена актуальная научная задача обоснования параметров технологии искусственного замораживания горных пород горизонтально направленными замораживающими колонками при проходке тоннелей в водоносных горных породах, что имеет значение для развития технологии тоннелестроения.

Экспертная комиссия приняла решение о возможности присуждения Вакуленко Ивану Сергеевичу ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.22 «Геотехнология (подземная, открытая и строительная)».

При проведении тайного голосования экспертная комиссия в количестве 5 человек, участвовавших в заседании, из 5 человек, входящих в состав комиссии, проголосовала: за 5, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель Экспертной комиссии



М.С. Плешко