

УТВЕРЖДАЮ

Врио заместителя начальника ВУНЦ ВВС
«ВВА имени профессора Н. Е. Жуковского и
Ю. А. Гагарина» (г. Воронеж)
по учебной и научной работе
И. Шуклин, кандидат технических наук, доцент



И.Шуклин

2016 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного казенного военного образовательного учреждения высшего образования
«Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил
«Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина» (г. Воронеж) Министерства обороны Российской Федерации

Диссертация «Устойчивость монолитных крепей подземных сооружений с учетом пористой структуры материала и сложной реологии сжатого скелета» **выполнена на** кафедре инженерно-аэродромного обеспечения Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина» (г. Воронеж).

В период подготовки диссертации соискатель Бунтов Алексей Евгеньевич **проходит подготовку в** адъюнктуре на кафедре инженерно-аэродромного обеспечения Федерального государственного казенного военного образовательного учреждения высшего образования «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина» (г. Воронеж) Министерства обороны Российской Федерации с сентября 2014 г. по настоящее время

В 2009 г. окончил Военный авиационный инженерный университет **по специальности** «Энергообеспечение предприятий», квалификация – инженер.

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано в 2016 г. в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Воронежский государственный технический университет».

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, доцент Гоцев Дмитрий Викторович, Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Военный

учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина» (г. Воронеж) Министерства обороны Российской Федерации, кафедра математики, профессор.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Диссертация Бунтова Алексея Евгеньевича представляет собой законченное и самостоятельное исследование, в котором решены актуальные задачи по исследованию отказов монолитных цилиндрических и сферических крепей подземных сооружений в рамках трехмерных линейаризованных соотношений теории устойчивости деформируемых тел с учетом внутренней структуры материалов при сложных реологических свойствах полностью сжатой матрицы.

Наиболее существенные научные результаты, полученные лично автором:

математические модели, описывающие НДС монолитных крепей вертикальных горных выработок и подземный сферических полостей при учете пористой структуры материала и упругопластических или упруговязкопластических свойств полностью сжатой матрицы;

метод решения и собственно решение класса задач устойчивости монолитных крепей подземных сооружений с учетом начальной пористости материалов и неупругих свойств сжатого скелета, в том числе:

а) задача о пространственной форме потери устойчивости основного состояния монолитной крепи вертикальной горной выработки для материала с полностью сжатой матрицей, обладающей упрочняющимися упруговязкопластическими свойствами;

б) задача об осесимметричной форме потери устойчивости монолитной крепи вертикальной горной выработки в случае, когда материал с полностью сжатой матрицей обладает одновременно упругими и пластическими свойствами;

в) задача об отказе монолитной крепи подземной сферической полости в случае, когда материал с полностью сжатой матрицей ведет себя как упрочняющееся упругопластическое тело;

характеристические уравнения для каждой из вышеперечисленных задач и численный алгоритм их решения;

определение степени влияния физико-механических характеристик среды на критические значения параметров крепи на основе анализа вычислительных экспериментов.

1. Оценка достоверности и новизны научных результатов, содержащихся в работе.

Достоверность сделанных в работе выводов обеспечивается использованием апробированных моделей механики сплошных сред, а также согласованием полученных результатов исследования с общими физическими представлениями и сопоставлением теоретических результатов в частных случаях с известными. Помимо вышесказанного достоверность

полученных в работе результатов обоснована тем, что проведенные в данной диссертационной работе исследования основаны на использовании положений трехмерной теории устойчивости деформируемых систем; корректной математической постановке исследуемых задач с дальнейшими строгими выкладками; применении метода возмущений, показавшего высокую эффективность при решении задач устойчивости систем, и хорошо отработанного численного метода конечных разностей.

Научная новизна результатов:

Результаты изложенные в работе сводятся к следующему.

- в рамках принятой модели материала на этапе упругого деформирования сжимаемой пористой среды и на этапе неупругого деформирования тела с полностью сжатой матрицей разработаны и проанализированы математические модели, описывающие напряженно-деформированные состояния монолитных крепей вертикальной горной выработки и подземной сферической полости в случаях, когда поведение материала с полностью сжатой матрицей моделировалось:
 - а) упрочняющимся упругопластическим телом;
 - б) упрочняющимся упруговязкопластическим телом;
- на базе построенных моделей при статических нагрузках впервые произведен аналитический расчет соответствующих докритических напряженно-деформированных состояний монолитных крепей горных выработок;
- выявлено влияние физико-механических параметров материала крепи (начальной пористости, предела текучести, коэффициента упрочнения и др.), внешних нагрузок и геометрических параметров крепи на распределение полей напряжений и перемещений, а также на поведение радиусов упругопластических границ в монолитных цилиндрических и сферических подкрепляющих сооружениях; установлены отдельные эффекты;
- в рамках трехмерной линеаризованной теории устойчивости деформируемых тел разработаны математические модели для исследования отказов монолитных крепей подземных сооружений при неупругой работе материалов с полностью сжатой матрицей;
- на основе построенных моделей впервые решены задачи о пространственных и осесимметричной формах потери устойчивости основных состояний монолитных цилиндрических и сферических крепей глубоких подземных сооружений для материалов обладающих одновременно упругими, вязкими и пластическими свойствами;
- для неоднородных докритических состояний разработан алгоритм решения задач устойчивости монолитных крепей горных выработок, основанный на конечно-разностном методе, в рамках которого задачи сведены к системам линейных уравнений;

- построены характеристические определители, с помощью которых находились критические нагрузки для каждой из рассматриваемых задач;
- проведены численные эксперименты в рамках разработанных математических моделей отказов монолитных крепей рассмотренных подземных сооружений и выявлены характерные эффекты;

Значение результатов диссертации для теории и практики.

Научная значимость работы заключается в том, что построенный алгоритм численной реализации исследуемых процессов может применяться к ряду смежных задач горной механики при действии различных нагрузок. Помимо этого так, как исследование устойчивости рассмотренного класса задач выполнено в строгой постановке, то полученные решения дают возможность оценить погрешность и определить область применения результатов, найденных с помощью приближенных теорий.

Практическая значимость работы заключается в том, что полученные результаты могут быть использованы при назначении прочностных норм для конструкций, работающих под нагрузкой; при выборе расчетных схем, необходимых при проведении укрепительных работ подземных сооружений; при оптимальном выборе толщины крепежных конструкций на основе данных о физико-механических свойствах материалов; для исследования напряженно-деформированных состояний монолитных крепей подземных сооружений с учетом начальной пористости материалов и неупругой работы сжатого скелета.

2. Рекомендации об использовании результатов диссертационной работы.

Полученные результаты могут быть использованы при выборе расчетных схем, необходимых при возведении монолитных крепей подземных сооружений выработки, при оптимальном выборе толщины крепежных конструкций, а также для исследования напряженно-деформированного состояния цилиндрических и сферических монолитных крепей подземных сооружений.

Диссертация Бунтова Алексея Евгеньевича соответствует специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела. Материалы диссертации полностью изложены в 18 научных статьях, 4 из которых опубликованы в журналах, включенных в перечень ведущих рецензируемых журналов ВАК.

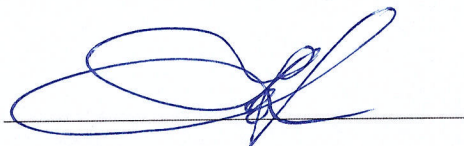
Диссертация Бунтова Алексея Евгеньевича отвечает требованиям п. 9-11, 13-14 «Положения о присуждении ученых степеней». В ней изложены теоретические положения и технические решения, которые можно квалифицировать как решение актуальной задачи по исследованию устойчивости основных напряженно-деформированных состояний монолитных крепей вертикальных выработок и подземных полостей сферической формы в рамках трехмерной теории устойчивости деформируемых тел с учетом начальной пористости материалов и сложных

реологических свойств полностью сжатой матрицы. Результаты диссертации имеют существенное значение для строительной и горной механики.

Диссертация «Устойчивость монолитных крепей подземных сооружений с учетом пористой структуры материала и сложной реологии сжатого скелета» Бунтова Алексея Евгеньевича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела.

Заключение принято на заседании кафедры инженерно-аэродромного обеспечения Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е.Жуковского и Ю.А.Гагарина».

Присутствовало на заседании 19 чел. Результаты голосования: «за» – 19 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0 чел., протокол № 5 от 8 декабря 2016 г.



(Попов Александр Николаевич, кандидат технических наук, доцент, кафедра инженерно-аэродромного обеспечения, начальник)