

ОТЗЫВ

научного руководителя Гоцева Дмитрия Викторовича на соискателя Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина» (г. Воронеж) Бунтова Алексея Евгеньевича, представившего диссертацию «Устойчивость монолитных крепей подземных сооружений с учетом пористой структуры материала и сложной реологии сжатого скелета» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 - «Механика деформируемого твердого тела».

В 2009 году Бунтов А.Е. окончил факультет инженерно-аэродромного обеспечения Военного авиационного инженерного университета по специальности «Энергообеспечение предприятий» с дипломом с отличием. Проходил службу в должности курсового офицера и начальника курса факультета авиационного вооружения.

С 2014 года по настоящее время проходит обучение в очной адъюнктуре ВУНЦ ВВС «ВВА» (г. Воронеж). За время работы зарекомендовал себя исполнительным, трудолюбивым, всесторонне развитым специалистом, инициативным в организации и проведении научных исследований. Хорошо знает и умело использует возможности современных средств вычислительной техники.

По результатам диссертационных исследований Бунтовым А.Е. опубликовано 18 научных трудов. Принимал активное участие в научно-практических конференциях различного уровня, где докладывал основные положения своей диссертационной работы.

Диссертационная работа А.Е. Бунтова посвящена исследованию потери устойчивости монолитных крепей подземных сооружений для материалов имеющих внутреннюю структуру с учетом неупругой работы полностью сжатой матрицы. Изучение проводится на основе точных трехмерных линеаризированных уравнений устойчивости в рамках известных критериев устойчивости.

Отсутствие подобного рода результатов для тел с пористой структурой и сложными реологическими свойствами сжатого скелета обуславливает актуальность выполненных диссертантом исследований не только в чисто теоретическом, но и в практическом плане при определении критических нагрузок в механике горных пород.

Целью настоящей работы является математическое моделирование потери устойчивости и разработка на этой основе метода расчета монолитных крепей вертикальной горной выработки и подземной сферической полости с учетом начальной пористости материалов и неупругой работы полностью сжатой матрицы. Для достижения поставленной цели диссертантом в рамках принятой модели среды, учитывающей пористую структуру материалов и упрочняющиеся упруговязкопластические или упругопластические свойства полностью сжатой матрицы проведены аналитические исследования основных напряженно-деформированных состояний монолитных крепей указанных

подземных сооружений. Решен класс задач устойчивости подземных крепежных конструкций при неоднородных докритических состояниях. Проведен теоретический и численный анализ полученных решений.

Конкретные элементы новизны, определяющие научную значимость диссертации Гоцева Д.В., состоят в следующем.

В рамках принятой модели среды в аналитическом виде получены соотношения, описывающие напряженно-деформированные состояния монолитных цилиндрической и сферической крепей подземных сооружений на этапе упругого сжатия пор. Получены зависимости между внешними нагрузками, при которых происходит полное закрытие пор. Определены поля напряжений, деформаций и перемещений в упругой и пластической областях для каждой рассматриваемой задачи на этапе неупругого деформирования материала крепи с полностью сжатой матрицей. Для рассматриваемого класса задач выведены уравнения, определяющие положения границ раздела зон упругого и пластического деформирования материала крепи с полностью сжатой матрицей.

Необходимо отметить новые выводы по результатам моделирования основных состояний монолитных крепей горных выработок в рамках рассматриваемых моделей сред. Установлен характер и степень влияния отдельных физико-механических параметров (удельного объема пор, упрочнения, вязкости), геометрии конструкции (радиусы крепи) и других параметров (времени, внешнего и внутреннего давлений и др.) на положение упругопластических границ в цилиндрических и сферических крепях. Так, отмечается, что с ростом времени t пластическая область расширяется до некоторого определенного значения. С дальнейшим увеличением t полученные кривые практически совпадают с кривой, соответствующей случаю упругопластической среды. Таким образом, имеет место ограниченная ползучесть.

Знание основных напряженно-деформированных состояний крепей рассматриваемых подземных сооружений позволило перейти диссертанту к решению самих задач устойчивости.

Исследование устойчивости основных состояний монолитных крепей горных выработок автором проводится в рамках точных трехмерных линеаризованных соотношений теории устойчивости деформируемых тел. При этом принимается обобщенная концепция продолжающегося нагружения, что позволило автору решать задачи устойчивости с известной границей раздела зон упругого и пластического деформирования. Указанная граница находилась из решения задачи о докритическом состоянии.

Выбор решений краевых задач осуществлялся в виде двойных тригонометрических рядов для цилиндрических задач, а также в виде двойных рядов по сферическим функциям для сферических координат. Это позволило автору разделить переменные и свести задачу к системе обыкновенных дифференциальных уравнений с соответствующими краевыми условиями. Разработан алгоритм решения таких задач, основанный на конечно-разностном методе.

В итоге для каждой рассматриваемой задачи определение величин критических нагрузок, соответствующих потери устойчивости монолитной цилиндрической или сферической крепи, сводилось к решению задач многомерной оптимизации этих величин в зависимости от параметров волнообразования при условии равенства нулю характеристического определителя полученной алгебраической системы.

Диссертантом был разработан и реализован метод решения характеристических уравнений и с его помощью вычислены критические параметры, соответствующие потери устойчивости для каждой рассматриваемой задачи.

Отметим основные выводы, сделанные на основании проведенных численных экспериментов. Так, обнаружено, что при увеличении прочностных свойств материала крепи (коэффициентов упрочнения и вязкости, предела текучести) область устойчивости увеличивается. Величина критического давления на внутренней поверхности крепи увеличивается с ростом давления горного массива на крепь. Оптимальная толщина крепи как для цилиндрических, так и сферических подземных конструкций существенно зависит как от давления горного массива на крепь, так и от величины давления равномерно распределенного по внутренней поверхности крепи; при этом с ростом давления со стороны горного массива на крепь ее оптимальная толщина увеличивается, а при увеличении нагрузки на внутреннюю поверхность крепи оптимальная толщина последней может быть уменьшена.

Обоснованность положений, выводов и рекомендаций в диссертационной работе А.Е. Бунтова основана на использовании положений трехмерной теории устойчивости деформируемых систем; корректной математической постановке исследуемых задач; применением метода возмущений, показавшего высокую эффективность при решении задач устойчивости систем, и хорошо отработанного численного метода конечных разностей. Достоверность полученных диссертантом теоретических результатов также подтверждается их совпадением в частных случаях с известными.

Диссертационная работа выполнена в соответствии с планом научно-исследовательских работ кафедры инженерно-аэродромного обеспечения Военного учебно-научного центра ВВС «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» в рамках темы: «Устойчивость монолитных крепей подземных сооружений с учетом пористой структуры материала и сложной реологии сжатого скелета». Исследование соответствует п. 1 «Законы деформирования, повреждения и разрушения материалов, в том числе природных, искусственных и вновь создаваемых», п.2 «Теория моделей деформируемых тел с простой и сложной структурой» п. 5 «Теория упругости, пластичности и ползучести», п. 8. «Математические модели и численные методы анализа применительно к задачам, не допускающим прямого аналитического исследования» паспорта специальности 01.02.04 «Механика деформируемого твердого тела».

Соответствие содержания работы указанной специальности подтверждается апробацией работы, ее научной новизной и практической полезностью.

Во время работы над диссертацией Бунтов А.Е. проявил себя активным исследователем, способным предельно четко формулировать цели и задачи, определять необходимые методы исследования, глубоко осмысливать и анализировать полученные результаты.

Все выносимые на защиту результаты получены лично автором. В диссертации отсутствует заимствованный материал без ссылок на автора или источник заимствования.

Считаю, что диссертационная работа Бунтова А.Е. соответствует требованиям Положения, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 «Механика деформируемого твердого тела».

Научный руководитель
доктор физико-математических наук,
профессор кафедры математики
ВУНЦ ВВС «ВВА» (г. Воронеж)

Гоцев Дмитрий Викторович

Гоцев Дмитрий Викторович заверяю:

Начальник отдела кадров ВУНЦ ВВС «ВВА» (г. Воронеж)

40004 г. Воронеж ул. Ст. Большевиков, д. 54а,
т. 89050524670
bge@vsn.vrn.ru



Гоцев Д.В.

Нелысов С. В.