

О Т З Ы В

официального оппонента, *доктора технических наук, профессора Саммаля Андрея Сергеевича* на диссертацию *Романовой Екатерины Леонидовны* на тему: «Геомеханическое обоснование методики расчета напряженно-деформированного состояния крепи вертикальных стволов в нарушенных зонах массивов горных пород», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6. Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика.

1. Актуальность темы диссертации

Успешное решение проблемы поддержания объемов добычи полезных ископаемых горным способом в Российской Федерации на современном весьма высоком уровне связано с необходимостью перехода к разработке более глубоких горизонтов существующих шахт и рудников, а также к освоению новых месторождений. При этом разведанные в настоящее время запасы располагаются в сложных горно-геологических условиях, характеризующихся, в том числе, наличием тектонических проявлений в горных массивах. Вскрытие таких месторождений возможно только на новом этапе развития геотехнологий с использованием новых принципов проектирования, базирующихся на современных представлениях геомеханики о взаимодействии крепи вертикального ствола и окружающего массива как элементах единой деформируемой системы.

Следует отметить, что современные тенденции расширения области применения компьютерного моделирования, в том числе - в пространственной постановке, с целью восполнения пробелов в необходимых эмпирических данных о влиянии пересекающих выработки слои ослабленных и нарушенных пород, позволяют значительным образом сократить дорогостоящие натурные исследования и повысить качество принимаемых проектных решений.

Таким образом, оценивая **актуальность** выполненного Романовой Е.Л. исследования, можно заключить, что в диссертации поставлен и успешно решен ряд важных на современном этапе развития геомеханики вопросов, связанных с прогнозом влияния наклонных слоев ослабленных пород, которые, как правило, пересекаются в процессе сооружения вертикальными стволами, на несущую способность подземных конструкций, а также предупреждением негативных проявлений, обусловленных зонами повышенных концентраций напряжений в окружающем выработку горном массиве,

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-332 от 04.07.25

вызванных местными приконтурными нарушениями и вывалами, обусловленными недостатками применяемых технологий проходки. Очевидно, внедрение полученных автором научных результатов, выводов и рекомендаций будет способствовать повышению безопасности горнопроходческих работ и эксплуатации вертикальных стволов, что имеет важное значение для горнодобывающей отрасли в целом.

2. Научная новизна диссертации

Рассматривая научную новизну представленной диссертации можно отметить, что в рамках выполненных исследований автором были получены новые и уточнены известные закономерности, иллюстрирующие влияние пересекающих стволы наклонные слои ослабленных пород, а также образующихся в процессе проходки вывалов и неровностей поверхности выработок на напряженное состояние и несущую способность подземных конструкций. При этом следует особо выделить установленную в результате многовариантных расчетов полиномиальную зависимость размеров областей возможных разрушений в окрестности вертикальных выработок, от геометрических параметров пересекаемых наклонных слоев и физико-механических свойств составляющих их ослабленных пород в горных массивах, подверженных тектоническим проявлениям.

Научной новизной обладает также предложенная методика расчета крепи ствола, реализованная в программном пакете Abaqus CAE, на которую получено соответствующее свидетельство о регистрации.

3. Оценка степени обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность научных положений и выводов, сформулированных в диссертации, обосновывается использованием стандартных методов компьютерного моделирования с применением апробированных программных пакетов и большим числом проведенных численных экспериментов, использованием статистических методов обработки данных, верификацией моделей с натурными данными и ранее проведенными экспериментами других исследователей, а также полученной высокой степенью сходимости полученных в диссертации результатов с опубликованными в научной литературе данными, соответствующими рассматриваемой области исследований.

4. Основные научные результаты, их ценность

Анализ полученных результатов позволил автору сформулировать три научных положения, которые выносятся на защиту. В целом, сформулированные научные положения являются новыми и представляются в достаточной степени обоснованными. При этом следует отметить, что они основаны на применении апробированных методов геомеханики и механики подземных сооружений, и подтверждаются представительным объемом вычислительных экспериментов, выполненных применительно к условиям действующих шахт.

Ценность полученных научных результатов для развития методов прогноза напряженно-деформированного состояния массива и крепи при строительстве подземных сооружений не вызывает сомнений.

Можно также отметить, что представленные к защите научные положения расширяют область знаний, связанных с проблемами прогнозирования напряженно-деформированного состояния пород в тектонически напряженных нарушенных массивах при проведении вертикальных стволов.

Результаты диссертационного исследования в достаточной степени освещены в 6 печатных работах, в том числе в 2 статьях – в изданиях из перечня ВАК, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, а также в 2 статьях – в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus. Получен 1 патент – свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

Теоретическая и практическая значимость исследования заключается в следующих полученных автором диссертации результатах:

- предложена пространственная компьютерная модель формирования полей напряжений и деформаций в единой геомеханической системе «слоистый горный массив – крепь ствола», позволяющей учитывать тектонические проявления.

- разработана методика расчета крепи стволов, сооружаемых в тектонически активных массивах, в том числе – с учетом негативного влияния слоев ослабленных пород, пересекающих под наклоном сооружения, и получены переходные коэффициенты, предназначенные для повышения точности расчета с применением аналитических методов, а также рассмотрены примеры определения параметров крепи стволов в зонах влияния пересекающих выработки слоев ослабленных пород.

- разработано оригинальное программное обеспечение расчета (авторство закреплено свидетельством о регистрации программы для ЭВМ № 2023680836)

- сформулированные выводы и рекомендации приняты к использованию при определении параметров крепи вертикальных стволов на месторождениях полезных ископаемых, добываемых подземным способом, и применены в проектной деятельности компании АО «Гипроцветмет».

6. Рекомендации по использованию результатов работы

Разработанная в рамках диссертации методика расчёта крепи стволов, основанная на использовании объемного численного моделирования, и полученные в ходе многовариантных расчетов соответствующих корректирующих (переводных) коэффициентов для экспресс- оценки состояния массива на основе известных, в том числе – эмпирических, формул, может быть использована профильными организациями в области проектирования, подземного строительства и разработки полезных ископаемых. Полученные результаты также представляют практическую ценность для научно-исследовательских центров при разработке и обосновании технических решений по креплению вертикальных стволов в тектонически активных массивах.

7. Замечания и вопросы по работе

Отмечая научную новизну, обоснованность и практическую ценность полученных в диссертационной работе результатов, следует обратить внимание на следующее:

- Выполненный анализ современного состояния теории и степени изученности рассматриваемых в диссертации вопросов сделан с упором на иностранные научные источники, в то время, как эти проблемы рассматривались также в трудах выдающихся отечественных специалистов в области геомеханики, к которым, в частности, можно отнести результаты исследований профессоров Н.С. Булычева, К.В. Руппенейта, В.И.Шейнина, Н.Н.Фотиевой и др. При этом научные достижения советских ученых не уступали, а даже, наоборот, значительно превосходили общемировой уровень. Автору следовало это отметить в своей работе.

- Представляется не совсем удачной принятая в работе терминология. В частности, трудно согласиться с формулировкой автора, «в работе предложена математическая модель вертикального ствола, пересекающего зону дробления в тектонически напряженном массиве», поскольку, определив напряжения в указанной зоне, автор переходит к оценке прочности пород, используя критерий Мора - Кулона (или Хука-Брауна), и осуществляет прогнозные оценки размеров областей возможного

разрушения. В связи с этим все же уместней говорить, что в ходе исследований рассматривается не «зона дробления» (что воспринимается как синоним понятия «зона разрушения»), а слой ослабленных пород.

- В результате прочтения текста работы создается впечатление, что она представляет собой совокупность двух несвязанных между собой фрагментов. Первая часть работы посвящена моделированию в объемной постановке геомеханической ситуации, характерной для участка ствола, пересекающего слой конечной толщины ослабленных пород. Вторая - связана с моделированием (в плоской постановке) неровностей поверхности выработки, которая может иметь место в результате применения буровзрывного способа в процессе проходки. Диссертация значительно бы выиграла, если бы автор логически объединил эти направления исследований, например, рассмотрев в качестве отклонений от проектного «гладкого» контура выработки, образующиеся в процессе проходки вывалы, обусловленные пересечением ствола наклонного слоя ослабленных пород.

- Поскольку в работе применяются численные методы решения поставленных задач, предусматривающих исследования взаимодействия крепи ствола и вмещающего массива, в том числе – в объемной постановке, представляется логичным рассмотрение связи изучаемых геомеханических вопросов с применяемыми на практике при сооружении стволов в сложных условиях технологическими решениями и обосновать их эффективность.

- Проблема оценки получаемых случайным образом отклонений от проектного гладкого контура крепи на ее несущую способность в тектоническом поле напряжений является весьма сложной и многофакторной. При этом следует отметить, что в плоской постановке такие задачи уже рассматривались с применением соответствующих аналитических решений контактных задач теории упругости, например, в работах проф. Н.Н.Фотиевой, в которых предлагалось рассматривать возможные совокупности случайным образом распределенных неровностей, которые аппроксимировались гипотрохоидальной кривой. Возможно, автору следовало пойти по такому же пути.

Сделанные замечания в значительной степени носят характер рекомендаций и призваны сориентировать автора при проведении дальнейших исследований.

8. Заключение по диссертации

Диссертация «Геомеханическое обоснование методики расчета напряженно-деформированного состояния крепи вертикальных стволов в нарушенных зонах

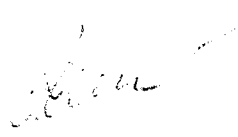
массивов горных пород», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6. Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика полностью отвечает требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», утвержденного приказом ректора Санкт-Петербургского горного университета Екатерины II от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор Романова Екатерина Леонидовна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6. Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика.

Официальный оппонент

Профессор кафедры механики материалов и геотехнологий

ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»

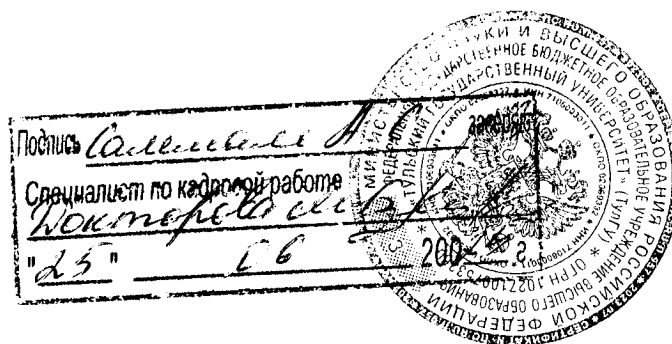
доктор технических наук, профессор



Саммал Андрей Сергеевич

Подпись официального оппонента Саммалю Андрею Сергеевичу заверяю

М.П.



Сведения об официальном оппоненте:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тульский государственных университет»

Почтовый адрес: 300012, Тульская область, г. Тула, проспект Ленина, д. 92

Официальный сайт в сети Интернет: <https://tulsu.ru/>

эл. почта: assammal@mail.ru, телефон: (4872) 25-79-21