

ОТЗЫВ

научного руководителя диссертационной работы

Цаюкова Андрея Андреевича

«Разработка методов математического моделирования процессов деформирования соляных междукammerных целиков», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6 «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика»

Разработка соляных и калийных месторождений связана с опасностью нарушения сплошности водозащитной толщи (ВЗТ), отделяющей водоносные горизонты от выработанного пространства рудника. В случае разрушения пород ВЗТ и аварийного прорыва пресных вод в горные выработки происходит интенсивное неконтролируемое растворение соляных пород, что, как правило, приводит к гибели рудника. В целях обеспечения сохранности ВЗТ, зачастую, на калийных и соляных рудниках применяют камерную систему разработки с поддержанием вышележащей толщи на междукammerных целиках. Таким образом именно характер деформирования междукammerных целиков определяет процессы разрушения ВЗТ. В этой связи построение математических моделей, адекватно описывающих деформирование и разрушение междукammerных целиков, является важным элементом системы обеспечения безопасных условий подработки ВЗТ.

Идея работы заключается в поэтапном построении математических моделей деформирования и разрушения соляных образцов и междукammerных целиков, базирующихся на анализе лабораторных экспериментов и результатах натурных наблюдений процесса деформирования во времени конструктивных элементов камерной системы разработки.

Следует отметить, что диссертационная работа А.А.Цаюкова хорошо структурирована, начиная с перехода от модельных описаний образцов больших размеров к междукammerным целикам и включая усложнение математических моделей от традиционных упругопластических к упруго-вязкопластическим. При этом для каждого варианта выполнен анализ ряда математических моделей и предпочтение отдано тем, которые наилучшим образом описывают экспериментальные данные и характеризуются адекватным и устойчивым параметрическим обеспечением. Хочется обратить также внимание на численную реализацию рассмотренных геомеханических моделей. В этой части А.А.Цаюковым предложены вычислительные схемы, обеспечивающие минимизацию затрат ресурсов и времени на решение трехмерных задач математического моделирования.

В диссертационной работе А.А.Цаюковым получен ряд новых научных результатов. Выделим несколько, наиболее важных:

1. Для адекватного описания процессов ползучести в соляных породах, вмещающих горные выработки предложен модифицированный метод проекции напряжений, реализованный для критериев пластичности в связке с вязкопластической моделью подобной закону Перича, который позволяет отразить нарастание во времени деформаций междукламерных целиков.

2. Разработан метод, основанный на введении в вязкопластическую модель дополнительного внутреннего параметра, предела ползучести, и соответствующего способа вычисления эквивалентного напряжения ползучести, что дает возможность описать разрушение междукламерных целиков, адекватно отражающее реальные геомеханические процессы.

3. Построенная упруго-вязкопластическая модель процесса деформирования позволяет прогнозировать остаточный срок службы междукламерных целиков и представляет основу для оценки оседаний земной поверхности и параметрического обеспечения анализа безопасных условий подработки ВЗТ методами математического моделирования.

При подготовке диссертации А.А.Цаюков проявил трудолюбие и ответственность, показал умение работать с научной литературой, сумел в достаточной степени разобраться со сложными геомеханическими процессами, сопровождающими деформирование междукламерных целиков и подработанных толщ. Сейчас с уверенностью можно констатировать, что А.А.Цаюков вырос в зрелого научного сотрудника, способного самостоятельно решать сложные задачи геомеханики.

Все теоретические результаты, представленные в диссертационной работе, получены лично А.А.Цаюковым. При его непосредственном участии выполнен анализ результатов лабораторных и натурных экспериментальных исследований.

Результаты диссертации используются при оценке безопасных условий подработки ВЗТ на потенциально-опасных участках шахтных полей ПАО «Уралкалий», прошли апробацию на научных конференциях и совещаниях, опубликованы в престижных научных журналах.

Считаю, что по уровню научной новизны, по совокупности полученных результатов диссертационная работа А.А.Цаюкова соответствует всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Цаюков Андрей Андреевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6 «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика».

Научный руководитель,
докт.техн.наук, академик РАН

Подпись А.А. Баряха удостоверяю.

Главный ученый секретарь ПФИЦ УрО РАН,
к.ф.-м.н.



А.А.Баряха

20.06.2025

А.Г. Вотинова

20.06.2025