

Отзыв

на автореферат диссертации Павлова Кирилла Алексеевича на тему «Исследование процессов теплопереноса в породах Авачинской площади в естественном состоянии и при перспективном получении геотермальной энергии», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.20 – «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика».

Диссертационная работа Павлова К.А. посвящена теплофизическим исследованиям, направленным на изучение возможностей использования тепла, накопленного периферийным магматическим очагом вулкана Авачинский во вмещающих его породах. Предлагается способ извлечения этого тепла по схеме "дуплета" с использованием нагнетающей и добывающей труб. В качестве метода исследования использовано численное моделирование процессов теплопереноса при учёте некоторых фильтрационных потоков флюида в массиве горных пород, действующих в районе вулканической постройки вулкана Авачинский.

Защищаемые в работе научные положения и результаты исследований обладают научной новизной и практической значимостью. Содержание диссертационной работы достаточно полно отражено в печатных работах.

Направление исследований, которым посвящена диссертация совпадает с формулировкой № 11 области исследований паспорта специальности 25.00.20 – «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика», поэтому не вызывает сомнения соответствия вышеуказанной специальности.

В целом диссертация представляет собой достаточно полную научно-квалификационную работу, посвященную решению актуальной задачи количественной оценки термогидродинамических условий в породах, вмещающих периферийный магматический очаг Авачинского вулкана (некоторая часть которых накрывает Авачинская геотермальная площадь) и установления рациональных параметров освоения их тепловых ресурсов по технологии одной из геотермальных циркуляционных систем, а именно технологии "дуплета" с использованием нагнетающей и добывающей труб.

Замечания:

1. Цель диссертационной работы.

Она состоит в установлении рациональных схем извлечения тепла. Породы, вмещающие магматический очаг вулкана Авачинский, накрытые Авачинской геотермальной площадью можно разделить на три существенно не равные по объёму части: малый объём надкритического теплового коллектора, большой объём сухих горных пород и существенно меньший объём пород, подверженных тепловому влиянию интенсивных флюидных потоков. Для всех этих объёмов схемы и параметры схем извлечения тепла должны быть различными. Так для объёмов трещиноватых пород с вертикальным направлением трещин "дуплетная" схема извлечения тепла не приемлема из-за потерь воды в нагнетающей скважине. В таких случаях следует использовать технологию одной скважины "труба в трубе" без контакта теплоносителя с горными породами. Теплоноситель надкритического теплового коллектора даже

при содержании небольшого количества примесей химически агрессивен, поэтому и в этом случае целесообразнее использовать технологию "труба в трубе" с заменой воды на более подходящие теплоносители. Следует учитывать, что основные тепловые ресурсы надкритического коллектора лежат много глубже приемлемых низкотемпературных тепловых ресурсов. Экономия в числе скважин может повысить рентабельность сооружения ГеоТЭС.

2. Основные защищаемые положения.

"Исследование процессов теплопереноса Авачинской геотермальной площади возможно на базе разработанной трёхмерной термодинамической модели ...". Обычно предлагают к защите результаты исследования. Здесь приводится констатация возможности проведения численных исследований в рамках упрощений, ограничений, принятых при написании системы уравнений модели, запрограммированной в ПК HYDROTHERM в конкретных условиях входных параметров Авачинской геотермальной площади.

Следует обратить внимание на то, как использован инструмент ПК с точки зрения физики происходящих тепломассообменных процессов на оболочке магматического очага в связи с обтеканием очага флюидными потоками. Здесь важно правильно оценить объём надкритического коллектора. В диссертационной работе предполагается, что внутренний объём магматического очага полностью изолирован от проникновения флюидов, обтекающих очаг. Т.о. проникновение этих флюидов в его внутреннюю полость невозможно. Разогретая магма в очаге имеет меньшую плотность, чем плотность окружающих очаг пород. Давление магмы в очаге в периоды между извержениями меньше литостатического вокруг очага. Разница давлений компенсируется сжатием магмы и всасыванием флюидов очагом в его внутреннюю полость. Конвекционные процессы внутри очага способствуют транспортировке, всплыванию флюидов вверх. Гидродинамическое сопротивление движению флюидов внутри очага существенно меньше сопротивления флюидов при их транспортировке вокруг очага. Магматический очаг работает как насос, всасывая флюиды находящиеся вне очага на его границе. Т.о. наполнение надкритического коллектора сильно затруднено. Следует также учитывать, что интенсивность потока обтекающих магматический очаг флюидов, поступающих из разлома под очагом не постоянна во времени. Его интенсивность существенно возрастает во время активизации вулканической деятельности. Кроме того, максимум интенсивности (расхода) флюидного потока может перемещаться вдоль разлома в течение десятилетия на километры. Так происходит на вулкане Эльбрус. Т.о. вопрос о возможности использования надкритического коллектора в промышленных целях рентабельного извлечения тепла далеко не очевиден. Очевидно только, что конструкционные материалы, используемые для строительства ГеоТЭС, работающей на надкритическом теплоносителе, будут намного дороже.

Следует отметить, что время работы над диссертацией Павлова К.А. предшествовало работам И.Ю. Кулакова и Н.М.Шапиро, получившим убедительные результаты в 2015 г. по томографии вулкана Авачинский,

позволяющие строить наиболее достоверные на сегодняшний день трёхмерные термогидродинамические модели. В распоряжении К.А. Павлова изначально были лишь геологический разрез С.Е.Апрелкова и сейсмический разрез Мороза Ю.Ф. и Гонтовой Л.И. При работе над диссертацией были предприняты значительные усилия для пополнения входных данных, необходимых для моделирования и численных исследований.

Накопленный опыт работы по теме диссертации, её несомненная актуальность даёт все основания для продолжения этой работы после успешной защиты диссертации.

Несмотря на замечания, по совокупности использованных в работе методов исследований, полученных новых научных результатов и их практическому значению, диссертационная работа соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ, а ее автор Павлов Кирилл Алексеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.20 – «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика».

Уткин Иона Сергеевич, ст.н.с., Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта Российской академии наук (ИФЗ РАН). тел. 8 985 230 5918, isutliut@mail.ru.

Я, Уткин Иона Сергеевич, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

05. 10.2017 г.



Уткин И.С.

Подпись Уткина Ионы Сергеевича удостоверяю.

Заместитель директора ИФЗ РАН
д.ф.-м.н. А.В.Пономарев



Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта Российской академии наук (ИФЗ РАН).
Адрес: 123242, г. Москва, ул. Большая Грузинская д. 10.
Телефон: +7 (499) 254-90-80
Эл. почта: direction@ifz.ru