

### **ОТЗЫВ официального оппонента**

на диссертационную работу ФАРХУТДИНОВА Анвара Мансуровича  
«ТЕРМАЛЬНЫЕ ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ ХАНКАЛЬСКОГО  
МЕСТОРОЖДЕНИЯ: ФОРМИРОВАНИЕ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ,  
ПРОГНОЗЫ», представленную на соискание ученой степени кандидата  
геолого-минералогических наук по специальности: 25.00.07 – Гидрогеология

Рецензируемая работа посвящена исследованию механизмов формирования термальных вод Ханкальского месторождения (Чеченская республика РФ), построению математической модели прогноза изменения температурного режима этих термальных вод в процессе эксплуатации месторождения, а также обоснованию рекомендаций по проведению дальнейших гидрогеологических работ.

**Актуальность работы** не вызывает сомнения и обусловлена возрастающими энергетическими проблемами региона, а также существованием больших запасов геотермальных ресурсов на Северном Кавказе. На сегодняшний день в Чеченской Республике открыто около 14 месторождений термальных вод, однако лишь одно находится в эксплуатации. Этот регион, наряду с Камчатским краем, является одним из наиболее перспективных регионов России для производства и использования геотермальной энергии в промышленных масштабах.

**Целью** диссертационной работы являлось выявление особенностей формирования термальных подземных вод Ханкальского месторождения и оценка характера изменения температур подземных вод при их эксплуатации. Для достижения поставленной цели диссертантом были сформулированы конкретные и ясные задачи, которые были решены в процессе выполнения работы.

**Научная новизна** работы обусловлена комплексом методов и подходов, впервые используемых для термальных вод Ханкальского месторождения, которые позволили создать оригинальную трехмерную карту распределения температур подземных вод по кровле основного продуктивного пласта, а также помогли выделить наиболее перспективные территории для его разработки. Кроме того, впервые применено компьютерное моделирование в условиях эксплуатации Ханкальского месторождения термальных подземных вод с применением дублетной циркуляционной системы и обоснованы решения по достижению оптимального режима эксплуатации с учетом скорости снижения температурного фона.

Несомненна и **практическая значимость** представленной работы, в которой на основании математического моделирования обоснованы и представлены рекомендации по достижению устойчивости в эксплуатации Ханкальского месторождения термальных подземных вод. Диссертантом аргументирован выбор местоположения продуктивной и нагнетательной скважин и дистанции между забоями при разработке месторождения. Дан прогноз изменения температурного режима геотермальных вод при эксплуатации месторождения с применением дублетной циркуляционной системы. Особый интерес представляют рекомендации по периодическому использованию нескольких циркуляционных систем для достижения устойчивости в эксплуатации.

Достоверность и надежность большинства результатов не вызывает сомнения, поскольку подтверждается использованием при решении поставленных задач надежных методов и современных технологий, а также обширным количеством анализируемых фактических данных. Результаты, представленные в рецензируемой работе, позволяют сделать вывод о том, что основная цель работы достигнута, и все задачи, поставленные перед соискателем, успешно решены.

Диссертационная работа А.М. Фархутдинова построена традиционным образом, изложена на 165 страницах и состоит из введения, литературного обзора (глава 1), 5 глав оригинальных исследований, заключения, выводов, приложений (5 страниц) и списка литературы, включающего 161 источник. Материал иллюстрирован 68 рисунками и 18 таблицами.

Во введении диссертации автором сформулированы цель и задачи исследования, обоснована актуальность проблемы. В первой главе, которая представляет собой литературный обзор по теме исследования, рассмотрена история изучения и использования термальных подземных вод в мировом масштабе и в пределах Российской Федерации, в том числе в Чеченской Республике. Особое внимание уделяется истории открытия и эксплуатации Ханкальского месторождения термальных подземных вод. Вторая глава содержит общие физико-географические, геологические и гидрогеологические сведения о районе исследования.

В главах с третьей по шестую представлены и обсуждаются результаты собственных исследований соискателя. В третьей главе даны результаты применения геостатистики для построения структурной карты основного продуктивного пласта и трехмерной карты распределения температур в пределах Ханкальского месторождения термальных подземных вод. Следует отметить большой объем работы, выполненной соискателем, по статистическим расчетам и представлению результатов в виде картографических построений. Четвертая глава содержит результаты математического моделирования эксплуатации Ханкальского месторождения термальных подземных вод с оценкой изменения температурного режима в ходе разработки и его восстановления после окончания обратной закачки. В пятой главе приводится сравнительный анализ месторождений термальных подземных вод Чеченской Республики и Парижского артезианского бассейна, на основе которого даны рекомендации по проведению дальнейших гидрогеологических работ на территории Ханкальского месторождения. Шестая глава описывает экологические и экономические особенности использования термальных подземных вод Ханкальского месторождения. Заключение содержит выводы и рекомендации, полученные по итогам исследования.

Принципиальных замечаний по диссертационной работе А.М.Фархутдинова нет, однако есть замечания по представлению результатов исследований, а также по оформлению работы:

1. Не совсем удачное на взгляд рецензента название работы, которое очень пространное «Термальные подземные воды Ханкальского месторождения: формирование, использование, прогнозы». Под термином «формирование»

термальных вод обычно подразумеваются физико-химические условия их образования, а об этом в работе нет ни слова.

2. В целом, химическому составу термальных вод месторождения уделено в работе минимум внимания. Из 100 скважин пробуренных на месторождении, химический анализ основных ионов представлен только по 10 скважинам (стр. 76, таблица 2.5.)
3. При описании тектонического строения территории (стр.43) используются достаточно старые работы, выполненные в 50-60 гг. прошлого века (И.О. Брода [1958], Н.С. Шатского [1956], Е.Е. Милановского [1963], В.Е. Хаина [1950] и др.). С точки зрения рецензента стоило подать данный материал с позиций более современных тектонических теорий.
4. Карта распределения температуры и структурная карта XIII пласта с использованием геостатистических методов построена впервые, и она позволяет в зависимости от выбранной территории спрогнозировать температуру воды в продуктивной скважине, однако стоило бы представить альтернативные данные (например, расчеты по «геотермометрам»), которые подтвердили бы правильность построений.
5. В главе 5, которая называется «Рекомендации по дальнейшей эксплуатации Ханкальского месторождения термальных подземных вод», детально рассмотрены проблемы, возникающие при эксплуатации термальных подземных вод. Отмечается что основной проблемой при эксплуатации термальных подземных вод, практически повсеместно, является коррозия труб и отложение солей, и даже указывается (стр.133) что коррозия частично происходит при участии бактерий. Однако, далее в тексте диссертационной работы не расшифровываются, что это за бактерии и как они влияют на изменение исходного состава термальных вод.
6. Имеются замечания к оформлению источников цитирования. На стр.131. таблица 5.1. «Характеристика караган-чокракского комплекса Чеченской Республики и Парижского бассейна», не ясно, чьи данные приведены в таблице, хотя в тексте диссертации ссылки на источники заимствований присутствуют.
7. Некоторые рисунки (например, 3.14, 3.15, 3.16 и 3.17), которые являются важной частью диссертационной работы, содержат плохо различимые символы.

Указанные замечания в значительной степени являются дискуссионными, касаются, главным образом, способа изложения материала и его оформления и, конечно, не снижают достоинств диссертационной работы, которая является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной на хорошем уровне. В своем исследовании А.М. Фархутдинов применил новый подход в виде геостатистической оценки и моделирования для условий юго-востока Восточно-Предкавказского артезианского бассейна.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций диссертационной работы А.М. Фархутдинова подтверждается комплексным анализом большого объема фактического материала, применением геостатистических методов

обработки данных и математическим моделированием разработки Ханкальского месторождения. Основные результаты диссертационной работы докладывались на международных и российских конференциях, а также широко представлены в рецензируемых журналах, из них 9 – из перечня ВАК, включая 4 – индексируемые базой данных Scopus и 1 – Web of Science.

Результаты диссертационного исследования сформулированы в трех защищаемых положениях, которые хорошо аргументированы и подкреплены значительным количеством аналитических данных. Автореферат в полной мере отражает основное содержание диссертации.

**Таким образом,** диссертация Фархутдинова Анвара Мансуровича «Термальные подземные воды Ханкальского месторождения: формирование, использование, прогнозы» является законченной научно-исследовательской работой, выполненной автором самостоятельно на высоком научном уровне. По мнению оппонента, соискателю удалось полностью решить поставленные задачи исследования – уточнить особенности формирования термальных подземных вод Ханкальского месторождения, получить новые прогнозные данные по изменению температурного режима в ходе эксплуатации по результатам проведенного компьютерного моделирования.

С учетом вышеизложенного диссертация «Термальные подземные воды Ханкальского месторождения: формирование, использование, прогнозы», соответствует требованиям ВАК РФ о порядке присуждения научным и научно-педагогическим работникам ученых степеней, предъявляемых к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присвоения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.07 – Гидрогеология.

Харитоновна Наталья Александровна  
д.г.-м.н., доцент,  
профессор кафедры гидрогеологии  
федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего  
образования «Московский государственный  
университет имени М.В.Ломоносова»  
Адрес: 119991, г. Москва,  
ул. Ленинские Горы, 1  
<http://www.msu.ru/>  
E-mail: [tchenat@mail.ru](mailto:tchenat@mail.ru)  
Тел.: +7-914-705-...

Я, Харитоновна Наталья Александровна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

«01» декабрь 2016 г.

