



УТВЕРЖДАЮ:

Директор Института проблем геотермии
ДИГП ДВО РАН, д.т.н.

А.Б. Алхасов

2017 г.

Отзыв ведущей организации

о диссертационной работе И.И. Чернева «Обоснование способов повышения производительности добывающих скважин на месторождениях парогидротерм Камчатки», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.20 – «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика»

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 116 наименований. Работа изложена на 124 страницах, включает 10 таблиц, 26 рисунков.

1. Актуальность темы диссертационной работы

Использование тепла Земли является динамично и устойчиво развивающимся направлением освоения нетрадиционных источников энергии в мировой практике. Повышение эффективности использования геотермальных ресурсов возможно за счет совершенствования системы добычи теплоносителя. При освоении геотермальных ресурсов особый интерес представляют месторождения парогидротерм – высокопотенциальные месторождения теплоэнергетических вод, флюиды которых представлены в основном смесью воды и водяного пара. В России разработка месторождений парогидротерм осуществляется на Камчатке и на Курилах, причем безусловным лидером по объемам добычи является Камчатка. В этой связи диссертационная работа, в которой научно обоснованы способы повышения производительности добывающих скважин на месторождениях парогидротерм путем изменения конструкции обсадных колонн и устьевой обвязки, представляется актуальной. Актуальность подтверждается тем, что работа основана на результатах исследований, выполненных в процессе решения практических задач по повышению эффективности использования существующего фонда скважин на разрабатываемых месторождениях парогидротерм Камчатки.

2. Научная значимость и новизна диссертационной работы

В диссертационной работе, на основе изучения гидрогазодинамических и теплофизических процессов в стволах и устьевой обвязке добывающих пароводяных скважинах, научно обоснованы способы повышения производительности скважин путем модификации конструкции обсадных колонн и изменения условий течения на устье. При этом: выявлены закономерности распределения динамического давления пароводяного потока по сечению трубы; разработан способ определения расходных параметров пароводяной смеси на основе измерения динамического давления набегающего на напорную трубку и огибающего ее потока; обосновано повышение верхнего предела рабочего давления и устойчивости режима работы пароводяной скважины (при установке в верхней части обсадной колонны вкладыша меньшего диаметра) на основе результатов математического моделирования и последующей практической реализации; разработана методика оценки повышения расхода теплоносителя при установке плавного отвода на устье скважины, определены рациональные параметры отвода.

3. Обоснованность научных результатов

В первой главе приводится анализ современного состояния процесса развития в области освоения месторождений парогидротерм и содержится постановка задач по

обоснованию способов повышения производительности добывающих скважин. На основе данного анализа показаны основные тенденции в развитии мировой геотермальной энергетики и выявлены основные проблемы развития данного направления в России. С учетом этого поставлены научные задачи диссертационной работы и конкретизирован состав работ для их решения.

Вторая глава посвящена вопросам повышения производительности пароводяных скважин путем изменения их конструкции. Обращение к этим вопросам обусловлено конкретной практической задачей – обоснование целесообразности реконструкции скважины А-2 Мутновского месторождения (Камчатка). В ходе эксплуатации скважина А-2 периодически захлебывалась, что вызвало циклические термические нагрузки на обсадную колонну и приводило к нарушению герметичности канала течения и выходу скважины из строя. Планируемая реконструкция предполагает установку внутри существующей обсадной колонны вкладыша, изолирующего разрыв.

Задача решалась на основе численного моделирования течения в скважине с помощью математической модели WELL-4. Расчеты показали, что после реконструкции расход скважины останется на прежнем уровне, но при этом повысится верхний предел рабочего давления. Это будет способствовать работе скважины без захлебывания. Проведенная реконструкция скважины полностью подтвердила прогнозные оценки, а более детальное изучение вопроса устойчивости течения в скважине показало, что установка вкладыша является действенным способом для повышения устойчивости режима работы скважины. Исследование позволили докторанту сформулировать первое защищаемое научное положение: «Повышение верхнего предела рабочего устьевого давления и устойчивости режима работы добывающей пароводяной скважины достигается на основе рационального изменения конструктивных параметров обсадной колонны».

Данное утверждение является обоснованным. Аналогичная ситуация имеет место и при добыче пластовой нефти с высоким содержанием растворённого газа. Практикуется замена штуцера на устье штуцером меньшего диаметра.

Третья глава посвящена повышению производительности путем изменения условий течения на устье с целью уменьшения гидравлического сопротивления движению.

Идея увеличения продуктивности скважин путем обеспечения плавности отвода теплоносителя из устья в трубопровод возникла в результате анализа работы промысла Мутновского месторождения парогидротерм. Докторантом определен оптимальный радиус кривизны для плавного отвода смеси и разработана методика определения производительности скважин при снижении гидравлических сопротивлений в системе транспортировки теплоносителя. На основе разработанных рекомендаций выполнена оценка приращения расхода в случае установки плавных отводов на добывающих скважинах Мутновского месторождения. Это позволило докторанту сформулировать и второе защищаемое научное положение: «Повышение объема добываемого теплоносителя (до 4 %) обеспечивается установкой плавного отвода смеси на устье высокодебитных пароводяных скважин». Данное утверждение не вызывает возражений.

Четвертая глава посвящена снижению потерь теплоносителя при определении расходных параметров на устье пароводяных скважин.

Принципиальная сложность определения параметров пароводяных потоков состоит в необходимости измерения сразу двух независимых величин, характеризующих смесь. Данная процедура является обязательной частью системы контроля за разработкой месторождения. При существующей схеме транспортировки теплоносителя на Мутновском месторождении на период проведения замеров необходимо отключение скважины от магистрального трубопровода. Это приводит к потерям теплоносителя и вызывает вопросы методической корректности, поскольку в процессе переключений изменяется режим работы скважины, проявляются нестационарные эффекты.

В качестве альтернативы применяемым методам в диссертационной работе изучается

возможность определения расходных параметров с помощью напорной трубы. На основе теоретического анализа сделано предположение, что присутствующая в потоке жидкость оказывает влияние главным образом на динамическое давление набегающего на трубку потока, а динамическое давление огибающего потока указывает на расход пара, т.е. измерение этих величин позволяет определить как расход, так и фазовый состав смеси. Для подтверждения этого теоретического предположения проведены экспериментальные исследования в натурных условиях. Эксперименты подтвердили эти предположения и позволили установить необходимые эмпирические коэффициенты. Результатом стало третье защищаемое научное положение: «Определение расходных параметров пароводяной смеси без вывода скважины из эксплуатации обеспечивается на основе оперативного установления динамического давления набегающего и огибающего потока».

Данное утверждение является новым вкладом в технику проведения замеров.

В целом, на достоверность и обоснованность научных положений и выводов диссертационной работы указывает положительный опыт реализации рекомендаций, разработанных на основе исследований соискателя учёной степени. Диссертант принимает деятельное участие в освоении и разработке Мутновского месторождения парогидротерм; он получил новые результаты натурных экспериментов; его прогнозные оценки сходятся с экспериментальными данными.

4. Практическая ценность результатов диссертационной работы

Предложенные способы повышения производительности добывающих пароводяных скважин направлены на повышение эффективности разработки месторождений парогидротерм. Частично они уже используются при освоении некоторых месторождений парогидротерм на Камчатке. Вкладыш, как средство повышения производительности, установлен в трех скважинах Мутновского месторождения. Метод напорной трубы активно применялся при проведении комплексных работ по испытанию скважин Паужетского месторождения (Камчатка) в 2013 г. По теме диссертации и изучению добычи пара и горячих вод месторождений парогидротерм на Камчатке ещё в 2009-2012 гг. им опубликованы статьи в авторитетных научных журналах: «Разведка и охрана недр», «Физика Земли», «Теплоэнергетика», «Измерительная техника», «Георесурсы». Всего у диссертанта около 30 публикаций. Скромнее с апробациями из-за географии места работы.

5. Замечания по диссертационной работе

Впечатление от работы в целом положительное, но есть замечания по использованию терминологии и опыта инженеров-нефтяников.

1. Нагнетание отработанной воды в пласты имеет целью не просто закачку куданбудь, а поддержание пластового давления. Такая поддержка может быть обеспечена нагнетанием на расстояниях нескольких сот метров от зоны отбора. Хорошо известны способы законтурного, приконтурного, внутриконтурного, площадного, блокового и подошвенного заводнения, накоплен весьма большой опыт по их эффективности для тех или иных месторождений нефти. Есть и поэма Максима Яновского (псевдоним проф. М.Д. Розенберга) «Мы шли на риск без мысли о провале», в которой воспета система внутриконтурного заводнения Ромашкинского месторождения.

2. Судя по рис. 1.3 на стр. 26 все нагнетательные скважины О9, О7, О27, О28 и О44 расположены далеко по боку от добычи. Их функция только утилизация сепарированной горячей воды, а не поддержание пластового давления и энергетических возможностей Мутновского месторождения. В этом смысле проект Мутновка-1 является провальным, запасы не возобновляются, они истощаются. Необходим пересмотр проекта и утверждение обновленного проекта. Ремонты и бурение новых скважин – это полумеры. Впереди не лучшие времена, сланцевая революция в США – это надолго иочно.

3. В добыче паро-термальных вод сохранились старые подходы гидрогеологов, которые применялись в добыче артезианских вод. Должны применяться современные терминология и подходы нефтяников, именно они занимаются высокими температурами,

высокими давлениями и фазовыми переходами. В диссертации на стр. 39 есть формула для массового дебита пароводяной скважины (Дюпюи)

$$G = \frac{2\pi k m (p_{30} - p_3)}{g \ln(R_\partial / R)},$$

Диссертант не объяснил, что есть что. Употребил старый термин водопроводимость пласта km . Не указал размерность водопроводимости. Контуровое давление заменил начальным пластовым давлением. Вместо радиуса контура питания ввёл радиус контура воронки давления, не указал на его зависимость от времени эксплуатации скважины, не объяснил, почему не участвует вязкость воды, или как она входит в водопроводимость.

В целом, все замечания относятся к качеству оформления диссертационной работы и не влияют на научную значимость полученных результатов.

6. Общая оценка работы

Представленная на отзыв диссертация И.И. Чернева на тему «Обоснование способов повышения производительности добывающих скважин на месторождениях парогидротерм Камчатки», несмотря на отмеченные недостатки, представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему. Выдвинутые на защиту положения обоснованы и доказаны. Материалы диссертации апробированы на совещаниях и конференциях, и представлены в печатных изданиях.

Качество и полнота изложения материала диссертации соответствуют положениям ВАК Минобрнауки России.

Автореферат и опубликованные труды отражают основное содержание диссертации и полученные в ней результаты.

Диссертационная работа соответствует специальности 25.00.20 – «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэrogазодинамика и горная теплофизика» и требованиям п.7 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК Минобрнауки России, а ее автор, Чернев Иван Иванович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Отзыв заслушан и утвержден на совместном заседании лаборатории геотермомеханики и лаборатории энергетики, протокол № 3 от «7» июля 2017 г.

Фамилия Имя Отчество Алишаев Мухтар Гусейнович, д.т.н., профессор.

367030, Республика Дагестан,  Подпись

г. Махачкала, просп. И.Шамиля, 39а

контактный телефон: 89094806571

электронный адрес: alishaev@rambler.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем геотермии Дагестанского научного центра Российской академии наук (ИПГ ДНЦ РАН)

Должность: главный научный сотрудник, руководитель Отдела энергетики и геотермомеханики.

Фамилия Имя Отчество Вердиев Микаил Гаджимагомедович, профессор.

367030, Республика Дагестан,  Подпись

г. Махачкала, просп. И.Шамиля, 39а

контактный телефон: 89034230542

электронный адрес: mikail_verdiev@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем геотермии Дагестанского научного центра Российской академии наук (ИПГ ДНЦ РАН)

Должность: ведущий научный сотрудник лаборатории энергетики.



Подпись

Заверяю Зав. канцелярии

М. Т. Вердиево м. Т.

М. Т. Вердиево м. Т.
Б. И. Ахмедова В. И.