



РОСГЕОЛОГИЯ



ПАО «ПНГ»

Публичное акционерное общество
«Пермнефтегеофизика»

614090, г. Пермь, ул. Лодыгина, д.34
телефон: +7 (342) - 241 44 23
факс: +7 (342) 241 44 89
e-mail: pngf@rusgeology.ru

15.11.2022 № 1170

«УТВЕРЖДАЮ»

Управляющий директор
ПАО «Пермнефтегеофизика»,

К.Г.-М.Н.

А.П. Лаптев

«15» ноября 2022 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации

публичного акционерного общества «Пермнефтегеофизика»

на диссертационную работу Вотинова Александра Сергеевича на тему «Оценка эффективности и моделирование пропантного гидроразрыва пласта на эксплуатационном объекте ВЗВ4 Москудьинского нефтяного месторождения», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.4. «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений».

Диссертационная работа Вотинова Александра Сергеевича выполнена в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет».

Диссертационная работа Вотинова А.С. состоит из введения, четырех глав и заключения. Список литературы содержит 129 наименований. Объем работы составляет 126 страниц текста, в том числе 39 рисунков и 18 таблиц.

Актуальность исследования. Гидравлический разрыв пласта как метод интенсификации и повышения нефтеотдачи пласта применяется в залежах с трудноизвлекаемыми запасами нефти, которыми являются запасы нефти в карбонатных коллекторах верейских отложений на месторождениях Пермского края. Эффективность данного метода значительно зависит от различных условий его проведения, что в конечном итоге влияет на эффективность разработки залежей в целом. Актуальность работы заключается в поиске и определении параметров, влияющих на эффективность проведения ГРП и повышения степени достоверности моделирования развития трещин ГРП.

Новизна и значимость для науки основных результатов диссертационного исследования.

Автором выявлены параметры, определяющие наличие естественной трещиноватости объекта ВЗВ4, разработана статистическая модель прогноза наличия естественной трещиноватости. Наиболее значимыми являются такие параметры как абсолютная отметка кровли пласта, начальный дебит нефти,

начальная обводненность скважин, коэффициент изменения дебита нефти и обводненности через полгода работы скважин.

Представлен анализ опыта проведения ГРП на рассматриваемом объекте. Отмечена высокая эффективность пропантных ГРП, коэффициент продуктивности скважин после пропантных ГРП более чем в 2 раза выше коэффициента продуктивности скважин после кислотных ГРП. Коэффициент продуктивности после пропантных ГРП в трещинно-поровых коллекторах выше в 1,4 раза, чем в поровых коллекторах, а коэффициент изменения коэффициента продуктивности меньше в трещинно-поровых коллекторах, что указывает на быстрое снижение эффективна от пропантных ГРП в трещинно-поровых коллекторах.

Определены параметры, влияющие на удельный прирост дебита нефти, разработана статистическая модель его прогнозирования. Наибольшее влияние на удельный прирост дебита нефти оказывают удельный расход пропанта, пластовое давление, проницаемость удаленной зоны пласта, скин-эффекты до ГРП.

Вотиновым А.С. выделено четыре литологических типа пород, в низкопористых известняках (литотип 3) отмечается наличие трещин и проницаемых нефтенасыщенных включений. По результату рентгеновской томографии определены доли проницаемой и плотной частей образцов керна литотипов 2 и 3. Для каждого литотипа (литотипы 1-4) определены емкостные свойства и диапазоны показаний ГК и НК-т. На основе этого разработан подход выделения и дифференциации пустотного пространства литотипов пород верейского горизонта Москудьинского месторождения, что позволило построить более детализированную геологическую модель. Благодаря расчету профиля минимальных горизонтальных напряжений с использованием зависимостей статических упруго-механических свойств пласта от акустических параметров выявлено значительное различие формы трещин ГРП для геологической модели с учетом литотипов и стандартной модели.

Практическая значимость полученных результатов диссертационного исследования.

Разработанная статистическая модель прогноза естественной трещиноватости позволила Вотинову А.С. построить схему естественной трещиноватости объекта ВЗВ4 Москудьинского месторождения и визуализировать ее пространственное распространение.

Статистическая модель прогноза удельного прироста дебита нефти за 12 месяцев работы скважин после пропантных ГРП ускоряет процесс определения оптимальных параметров проведения ГРП и анализ успешности мероприятия.

Достоверность моделирования развития трещин ГРП повышена за счет построения научно обоснованной геомеханической модели с учетом выделенных литотипов пород.

Все результаты диссертационной работы рекомендовано автором к использованию в повседневной работе специалистами по ГРП в Филиале ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «ПермНИПИнефть» в г. Перми.

Защищаемые положения.

1. Статистическая модель прогнозирования естественной трещиноватости верейских продуктивных отложений Москудьинского

нефтяного месторождения, разработанная на основе комплекса геолого-технологических показателей, и зональность ее развития.

2. Статистическая модель прогнозирования удельного прироста дебита нефти, комплексно учитывающая геологические и технологические параметры проведения ГРП на объекте ВЗВ4 Москудьинского месторождения.

3. Повышение достоверности прогнозирования геометрических параметров трещин ГРП посредством построения геомеханической модели с учетом литологических типов пород.

Суть первого защищаемого научного положения заключается в сборе, обработке и анализе геолого-промысловых данных по динамике работы и гидродинамическим и геофизическим исследованиям скважин, определении типа коллектора по методике обработки КВД в соответствии с моделью Уоррена-Рута. На основе этих данных автором выявлены геолого-технологические параметры скважин, определяющие тип коллектора объекта ВЗВ4. В результате обработки большого объема данных методами математической статистики разработана многомерная статистическая модель прогноза естественной трещиноватости и построена схема естественной трещиноватости объекта ВЗВ4 Москудьинского месторождения. Исходя из схемы видно зональное распространение естественной трещиноватости пород, на 53% скважин отмечается наличие естественной трещиноватости, на 36% скважин коллектор принят поровым, на 11% скважин характер коллектора неясен.

Суть второго положения заключается в анализе опыта выполнения ГРП на объекте исследования, сбор и анализ технологических параметров работы скважин до и после выполнения ГРП, данных по исследованию скважин. Вотинным А.С. посредством линейного дискриминантного анализа выявлены геолого-технологические параметры, которые имеют наибольшее влияние на удельный прирост дебита нефти за 12 месяцев работы скважин после пропантных ГРП и построена многомерная статистически значимая модель его прогнозирования, которая также учитывает наличие естественной трещиноватости коллектора.

Сутью третьего защищаемого положения является повышение достоверности прогнозирования параметров трещин ГРП. Автором предложен подход, основанный на комплексировании методов радиоактивного каротажа и рентгеновской томографии позволяющий выделить литологические типы верейских отложений Москудьинского месторождения и подробнее дифференцировать их пустотное пространство. Вотинным А.С. выявлены зависимости статических упруго-механических свойств карбонатных пород верейского горизонта от акустических параметров, благодаря чему построена геомеханическая модель с учетом литотипов пород увеличившая качество моделирования развития трещины ГРП. Автором определены значения калибровочных параметров и рекомендованы для использования при моделировании развития трещины ГРП на объекте ВЗВ4 Москудьинского месторождения.

Выдвинутые положения на защиту доказаны и обоснованы полностью.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы.

Результаты диссертационного исследования рекомендуется использовать при планировании пропантных ГРП и анализе результатов выполнения пропантных ГРП на объекте ВЗВ4 Москудьинского месторождения, выявленные зависимости геомеханических параметров и подход к построению геомеханической модели рекомендуются для внедрения на всех верейских объектах месторождений Пермского края.

Апробация и публикация результатов работы

Основные результаты диссертационной работы докладывались на всероссийских и международных конференциях, а также на внутрикорпоративных конкурсах. По результатам диссертационного исследования опубликовано 10 научных работ: в том числе 3 – в журналах, входящих в перечень изданий, рекомендованных ВАК РФ, 4 – в изданиях, индексируемых в Scopus, Web of Science. Получен 1 патент.

Замечания к диссертационной работе.

1) В работе, для ее усиления, следовало бы рассмотреть влияние типа перфорации на эффективность проведения ГРП (сверлящая, щелевая, кумулятивная перфорации, перфорация на депрессии).

2) В статистической модели прогнозирования удельного прироста дебита нефти одним из влияющих параметром является скин-фактор до ГРП. Вероятно, это связано с тем, что перед ГРП проводится реперфорация, стоит пояснить данный момент.

3) Частой проблемой после проведения ГРП является вынос пропанта из трещины в ствол скважины, что значительно затрудняет проведение геофизических исследований, в частности проведение свабирования. В диссертации не рассмотрены варианты борьбы с данной проблемой, а также влияние выноса пропанта на приток флюида из скважины в течение эксплуатации скважин.

Указанные замечания не снижают качество выполненной диссертационной работы.

Заключение

Диссертация «Оценка эффективности и моделирование пропантного гидроразрыва пласта на эксплуатационном объекте ВЗВ4 Москудьинского нефтяного месторождения», представленная на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.8.4. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений, соответствует требованиям раздела 2 «Порядка присуждения учёных степеней в ПНИПУ» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», принятого на заседании Учёного совета ПНИПУ, протокол №3 от 25 ноября 2021 г. и утверждённого ректором ПНИПУ 09.12.2021 г., а её автор – Вотинов Александр Сергеевич – заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.8.4. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.

Диссертационная работа Вотинова А.С. рассмотрена и обсуждена и принята на заседании секции «Промысловая геофизика» научно-технического

совета ПАО «Пермнефтегеофизика» в г. Перми. На заседании присутствовало 20 (двадцать) человек, из них с ученой степенью доктора наук – 1 (один) человек, кандидата наук – 2 (два) человека. Результаты голосования: «за» - 20 (двадцать) человек, «против» - нет, «воздержались» - нет. Протокол № 2 от 2 августа 2022 г.

Даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и на их дальнейшую обработку.

Директор по
промысловой геофизике ПАО
«Пермнефтегеофизика»,
д.т.н., председатель секции
«Промысловая геофизика»
научно-технического совета



Шумилов
Александр
Владимирович

«15» ноября 2022 г.

Публичное акционерное общество «Пермнефтегеофизика»
Почтовый адрес: 614090, Пермский край, г. Пермь, ул. Лодыгина, д. 34.
Телефон: +7 (951) 951-11-22
E-mail: pngf@rusgeology.ru
www.rosgeo.com/subdivision/pngf

Шумилов А.В., доцент кафедры «Геофизика», ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», доктор технических наук (по специальности 25.00.10 - Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых)).

Подписи Шумилова А.В. заверяю:

ст. исполнитель по кадрам



Габва С.И.

