

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу

Вотинова Александра Сергеевича

«Оценка эффективности и моделирование пропантного гидроразрыва пласта на эксплуатационном объекте ВЗВ4 Москудьинского нефтяного месторождения», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности

2.8.4 – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений

Диссертационная работа Вотинова А.С. посвящена разработке статистических моделей на основе геолого-технологических показателей для прогнозирования естественной трещиноватости верейских карбонатных отложений Москудьинского месторождения Пермского края и эффективности проведения пропантных ГРП, а также научному обоснованию геомеханической модели с учетом литологических типов пород и их характеристик, повышающей достоверность прогнозирования геометрических параметров трещин ГРП на объекте ВЗВ4 Москудьинского месторождения, при этом все положения работы направлены на повышение эффективности разработки исследуемой залежи.

В работе выполнен обзор и анализ опыта выполнения ГРП в карбонатных коллекторах как в мире, так и в России, в том числе в Пермском крае. Отмечается влияние на эффективность ГРП большого множества геолого-технологических параметров в различных условиях залегания пластов.

Автором по результату обработки значительного объема данных по исследованиям скважин разработана статистическая модель прогнозирования естественной трещиноватости, а в результате комбинирования методов математической статистики и обработки КВД на основании модели Уоррена-Рута построена схема естественной трещиноватости объекта ВЗВ4 Москудьинского месторождения. При этом отмечена зональность распределения поровых и трещинно-поровых коллекторов.

Кроме того, автором разработана многомерная статистически значимая модель прогнозирования удельного прироста дебита нефти, в которой учтено наличие естественной трещиноватости объекта исследования. Установлено, что в зонах с поровым типом коллектора эффективность ГРП выше, за счет подключения ранее недренируемых участков пласта, а наибольшее влияние оказывают удельный расход пропанта, пластовое давление, проницаемость удаленной зоны пласта и скин-эффект до ГРП.

В соавторстве Вотиновым А.С. определен способ дифференциации пустотного пространства карбонатных пластов путем комплексирования исследований методами радиоактивного каротажа и рентгеновской томографии

керна, оформлен патент на изобретение. Выделено 4 литотипа пород верейских отложений и в лабораторных условиях определены их емкостные свойства и описана их структура. В результате отмечено, что низкопористые известняки (литотип 3) имеют удлиненные поры, которые сопоставлены с наличием естественной трещиноватости пород, присутствие которой подтверждается результатами ГДИ и мини-ГРП. Кроме этого, с учетом зависимостей статических упруго-механических свойств пластов от акустических параметров построен профиль минимальных горизонтальных напряжений пород верейского горизонта.

Апробирование результатов выполнено путем моделирования развития трещины ГРП для геомеханической модели с учетом литотипов и для стандартной модели в программном симуляторе Frcspro. Полученные результаты показали значительное различие формы трещин для рассматриваемых моделей, а за счет учета фактических данных по исследованию высоты трещин методом ВАК-Д выполнена калибровка модели трещины ГРП и определены калибровочные параметры, которые рекомендовано использовать при планировании ГРП на объекте ВЗВ4 Москудьинского месторождения.

Задачи, поставленные в работе, выполнены полностью.

Актуальность темы.

При разработке карбонатных пластов со сложным геологическим строением и высокой степенью неоднородности при значительном снижении продуктивности скважин возникает необходимость восстановления продуктивности и интенсификации добычи нефти. Такими пластами являются верейские карбонатные отложения московского яруса (объект ВЗВ4 Москудьинского месторождения), где наиболее применяемым методом интенсификации добычи является пропантный гидроразрыв пласта, успешность проведения которого зависит от многих факторов. Исследования автора посвящены выявлению этих факторов и повышению качества планирования ГРП в целом, что является актуальным с научной и практической точек зрения.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждается:

- обзором значительного мирового и отечественного опыта выполнения ГРП и исследований в области ГРП;
- устойчивостью разработанных статистических моделей прогноза;

- апробацией и реализацией результатов исследования международных и российских конференциях, а также на конференциях ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг»;

- публикацией научных работ в журналах, рекомендованных ВАК РФ и в изданиях, индексируемых в международных базах цитирования. Получением патента на изобретение.

Достоверность и новизна исследования, полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Высокая степень достоверности результатов работы определена выполнением лабораторных исследований на образцах реального керна на высокотехнологичном оборудовании, использованием математической статистики, современного симулятора и большого объема промысловых данных и исследований скважин.

Научная новизна исследования состоит в том, что для объекта ВЗВ4 Москудьинского месторождения впервые определены параметры, характеризующие естественную трещиноватость объекта, а также параметры влияющие на эффективность проведения пропантных ГРП. Также научно обоснована геомеханическая модель с учетом выделенных литотипов, необходимая для достоверного моделирования развития трещин ГРП.

Значимость полученных результатов для науки и практики

Значимость полученных результатов для науки заключается в более подробном геолого-физическом описании верейской залежи и разработке статистических моделей прогноза естественной трещиноватости объекта ВЗВ4 Москудьинского месторождения и прогноза эффективности выполнения пропантных ГРП на рассматриваемом объекте, а их практическая значимость состоит в повышении эффективности его разработки путем повышения качества планирования и моделирования пропантных ГРП с использованием разработанных статистических моделей и научно-обоснованной геомеханической модели.

Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Разработанные статистические модели могут быть применены при планировании пропантных ГРП на объекте ВЗВ4 Москудьинского месторождения. Подход к выделению литотипов и дифференциации их пустотного пространства, а также значения калибровочных параметров для

моделирования развития трещин ГРП могут быть рекомендованы для использования на всех верейских залежах месторождений Пермского края.

Подтверждение опубликования результатов диссертации в научных изданиях и соответствие автореферата содержанию диссертации

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.

Оценка содержания диссертации, степени завершенности и качества оформления

Диссертация Вотинова А.С. включает введение, четыре главы и заключение. Список источников включает 129 наименований. Объем работы составляет 126 страниц текста, в том числе 39 рисунков и 18 таблиц.

Диссертационное исследование является законченной научной работой, а ее результаты и выводы полностью соответствуют поставленной цели и задачам.

Замечания

1. В диссертации на прогнозной схеме естественной трещиноватости (рис. 2.3.2) отсутствует оценка естественной трещиноватости для центральной и восточной частей залежи. Необходимо дать пояснения по данному вопросу.

2. Опыт проведения ГРП на объекте исследования (раздел 3.1) следовало бы рассмотреть в разделе 1.2.

3. В разделе 4.3 приводится сравнение вариантов развития трещины ГРП для модели с учетом литотипов и стандартной модели, при этом высота трещины для стандартной модели равна 42,2 м. Не указано, распространяется ли трещина в пласты KB1, которые расположены выше пластов ВЗВ4.

Данные замечания не снижают высокое 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 – Вотинин Александр Сергеевич – заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.8.4. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.

Официальный оппонент:

кандидат технических наук,
начальник Геологического
отдела Управления геологии
ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ»



Варушкин
Станислав
Владимирович

«17» 11 2022 г.

Я, Варушкин Станислав Владимирович, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Варушкин Станислав Владимирович
Почтовый адрес: 614990, г. Пермь, ул. Ленина, 62
Телефон: +7 (342)2-336-893
E-mail: Stanislav.Varushkin@lp.lukoil.com
Начальник Геологического отдела Управления геологии
ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ», кандидат технических наук (по специальности
25.00.12 – Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений).

Подпись Варушкина Станислава Владимировича заверяю:

Верушкин Станислав Владимирович
Отдел геологии

Козлова С.Е.

