

ОТЗЫВ

Официального оппонента на диссертационную работу **Кочеткова Александра Викторовича** на тему: **«Научно-техническое обоснование и прогнозирование параметров гидравлического разрыва пласта с применением математических моделей»**, представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.8.4 - «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений»

Представленная диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка используемой литературы, включающего 119 наименований, и содержит 131 страницу машинописного текста, 40 рисунков, 18 таблиц. Основные положения диссертации отражены в 19 опубликованных работах, из них 15 – в рецензируемых научных изданиях, получено 7 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ.

1. Актуальность избранной темы диссертации

Диссертационная работа Кочеткова А.В. посвящена весьма актуальному вопросу – прогнозированию технологических параметров ГРП. Такой прогноз во многом определяет успешность операций на скважинах. Параметры можно разделить на геологические, относящиеся к условиям проведения работ, и на технологические, задаваемые при проектировании. Прогноз параметров позволяет подобрать наиболее эффективную технологию интенсификации. Таким образом, исследования, направленные на повышение точности прогноза параметров ГРП, отличаются высокой степенью актуальности. При этом необходимо отметить, что актуальность повышения точности моделирования ГРП возрастает в осложнённых геологических условиях, связанных с повышенными рисками проведения процесса, в которых особенно важно, чтобы прогноз параметров был научно обоснованным. С учётом вышеперечисленного задачи повышения точности прогнозирования параметров ГРП являются актуальными для значительной части месторождений России.

2. Научная новизна

Научная новизна проведённых исследований связана с переосмыслением факторов, рассматриваемых как влияющие на условия и риски при проведении ГРП. Также предложенная математическая модель позволяет повысить точность используемых входных данных при моделировании закрепления техногенной трещины пропантом. Новые результаты включают:

1. Предложена математическая модель изменения концентрации пропанта для определения переходной концентрации при применении нескольких фракций в одной стадии закачки.

2. Показано, что оценить неопределённость данных, получаемых при интерпретации информационных ГРП, становится возможным при оценке доверительных интервалов значений, отличающихся для различных условий механических напряжений пласта.

3. Предложено пересмотреть факторы, связанные с конфигурационными параметрами скважин, в том числе для зенитного угла в интервале перфорации от $12,5^\circ$ до 50° и малым расстоянием от перфорации до забоя скважины, с учётом возможности проведения процессов ГРП с массой пропанта более 15000 кг и концентрацией пропанта до 900 кг/м^3 без повышения рисков технологических осложнений.

3. Значимость результатов диссертационных исследований автора для науки

Теоретическая значимость результатов исследования заключается в разработке принципов научно-технического сопровождения процессов ГРП, позволяющих повышать эффективность обработок при помощи более точного прогнозирования параметров, описывающих создаваемую техногенную трещину в нефтяном пласте, что достигается применением математических моделей, методом статистического анализа данных, определением доверительного интервала значений, определяемых на информационной закачке, а также при помощи переоценки факторов, влияющих на риски проведения процессов на скважине.

4. Значимость результатов диссертационных исследований автора для производства

Практическая значимость работы заключается в следующем:

1. По результатам проведённого анализа был скорректирован перечень осложняющих факторов, рассматриваемый при подборе технологии проведения ГРП на скважине.

2. Комплекс решений, внедрённый при проведении научно-технического сопровождения ГРП, позволил увеличить сходимость моделей, отклонение оценки высоты трещины снизилось с 25 % до 14 %, для ширины – с 33,8 % до 22,7 %, для длины – с 33 % до 17 % и проводимости – с 34 % до 23 %.

3. Разработаны учебно-методические пособия для студентов магистратуры АГТУ «ВШН», с применением которых проводятся лекционные и практические занятия.

4. Проведены опытно-промышленные работы по научно-техническому сопровождению ГРП, в ходе которого подтверждён потенциал подхода – получен прирост дебита нефти в 1,44 раза выше среднего до внедрения подхода.

5. Разработано семь программ для ЭВМ, использование которых позволило использовать корректные входные данные в симуляторах ГРП при научно-техническом сопровождении процессов.

5. Степень обоснованности, оценка достоверности результатов проведённых исследований, основных положений, выводов, рекомендаций и научной новизны

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, базируется на применении общенаучных стандартных методов исследования, статистического анализа и обобщения фактического материала; использовании математического аппарата при разработке модели; результатах теоретических исследований факторов, влияющих на точность параметров, определяемых по анализу ГРП.

Достоверность результатов проведённых исследований подтверждена промысловыми данными, полученными при проведении процессов. Технологические параметры ГРП определялись при помощи программного комплекса «РН-ГРИД».

6. Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы

Результаты данной работы, включая математическую модель изменения концентрации пропанта, обновленный перечень осложняющих факторов, программное обеспечение и методику научно-технического сопровождения ГРП, следует рекомендовать научно-исследовательским и проектным организациям, занимающимся сопровождением процессов ГРП, профильным отделам организаций-недропользователей, а также сервисным компаниям.

Результаты исследований, в особенности разработанные учебно-методические пособия, следует рекомендовать студентам ВУЗов, обучающимся по направлениям подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело» (бакалавриат), 21.04.01 «Нефтегазовое дело» (магистратура).

7. Соответствие диссертации специальности, по которой она представлена к защите

Диссертационная работа Кочеткова А.В. посвящена повышению эффективности процессов гидравлического разрыва пласта с учётом прогнозирования

технологических параметров и соответствует паспорту специальности 2.8.4. «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» по направлению исследований в соответствии с пунктом 3. «Научные основы технологии воздействия на межскважинное и околоскважинное пространство и управление притоком пластовых флюидов к скважинам различных конструкций с целью повышения степени извлечения из недр и интенсификации добычи жидких и газообразных углеводородов».

8. Публикации, отражающие основное содержание диссертации

Результаты представленных в работе исследований опубликованы в 19 работах, из них 15 – в рецензируемых научных изданиях, получено 7 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на международной научно-практической конференции «Технологии разработки месторождений и моделирование процессов в нефтегазодобыче» в 2023 г., г. Уфа; Всероссийском саммите по гидроразрыву пласта: вызовы и перспективы в 2023 г., г. Тюмень; Научно-технической конференции «Разработка нефтяных и газовых месторождений – новые научные подходы, инновационные технологии, перспективы» в 2023 г., г. Бугульма; LI Международной научно-практической конференции «Advances in Science and Technology» в 2023 г., г. Москва; Конференции Norwegian Journal of development of the International Science в 2023 г., г. Осло; Конференции Journal of science. Lyon в 2023 г., г. Лион; Конференции «Изучение опыта нефтяных и сервисных мировых компаний в области ГРП с использованием пропанта» в 2022 г., провинция Кханьхоа, Вьетнам; Российской нефтегазовой технической конференции SPE в 2018 г., г. Москва; Семинаре ЦСМС ПАО «Татнефть» по секции «Текущий, капитальный ремонт скважин и ПНП» в 2016 г., г. Альметьевск.

9. Оценка содержания и качества оформления диссертации

Диссертация является завершённой работой, удовлетворяющей по оформлению и содержанию требованиям ВАК. Автореферат соответствует требованиям к его форме и объёму, а также в полной мере отражает суть проведённых исследований и их результатов.

Замечания по результатам рассмотрения представленной работы приведены ниже:

1. В главе 2 на странице 31 упоминается закачка 15 % соляной кислоты для «снижения технологических рисков, а также для первоначальной инициации, перед проведением пропантного ГРП», при этом в работе не приводится

анализ и обоснование такого подхода и его параметров – концентрации кислоты, её объёма, режимов закачки, а также не указаны требуемые лабораторные исследования, которые должны предшествовать внесению изменений в технологию ГРП, и, соответственно, должны быть основой для приведённых выводов.

2. В главе 3 при проведении категориального анализа, как приведено в таблице 3.5 на странице 57, выборка скважин в значительной степени смещена к вертикальным – около 82 % выборки содержат скважины со значением зенитного угла менее 12° , что могло повлиять на полученные результаты анализа. Данный факт отмечается в тексте диссертации, но не приводятся способы устранения указанного недостатка, в том числе при помощи поиска данных из открытых источников.

3. В главе 4 на страницах 74-81 представлено решение, обозначенное как ограниченно-трёхмерная фильтрационно-механическая модель. Необходимо отметить, что это решение может быть весьма полезным в отсутствие полных 3D/4D геомеханических моделей. В работе не приводятся в достаточной степени практические примеры применения таких моделей, программная реализация и сравнение с результатами, полученными другими методами.

4. Представленные в автореферате и в работе научные публикации, свидетельства о регистрации программ для ЭВМ, учебно-методические пособия выполнены в соавторстве. Необходимо было указать личный вклад автора в выполнение проведённых исследований.

10. Заключение на диссертационную работу

Отмеченные замечания не умаляют и не снижают актуальность работы, а также не являются определяющими при оценке новизны и практической ценности основных научных положений и результатов диссертации.

Диссертационная работа написана технически грамотным языком, соответствующим образом иллюстрирована и оформлена. Отмечается логичное построение работы, соответствие её структуры поставленной цели и задачам исследований. Автореферат с достаточной полнотой отражает содержание работы. Научные результаты прошли апробацию на конференциях различного уровня, а публикации отражают основное содержание работы.

Диссертационная работа Кочеткова Александра Викторовича «Научно-техническое обоснование и прогнозирование параметров гидравлического разрыва пласта с применением математических моделей» представляет собой значимую научно-квалификационную работу, обладающую научной новизной и практической ценностью. Выполненная на современном научно-техническом уровне, она соответствует области исследования специальности 2.8.4 - «Разра-

ботка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений». В диссертации изложены новаторские и научно обоснованные технологические решения, направленные на повышение эффективности процессов ГРП путём совершенствования методов прогнозирования его параметров. Эти результаты имеют существенное значение для нефтегазовой отрасли и соответствуют п. 9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней» (утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842), предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Кочетков Александр Викторович заслуживает присуждения степени кандидата технических наук по специальности 2.8.4 - «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений».

Я, Савенок Ольга Вадимовна, согласна на включение персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Официальный оппонент:

Профессор кафедры разработки и эксплуатации
нефтяных и газовых месторождений
Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Санкт-Петербургский горный университет
императрицы Екатерины II»,
доктор технических наук по специальности
25.00.15 (2.8.2) Технология бурения и освоения скважин,
25.00.17 (2.8.4) Разработка и эксплуатация
нефтяных и газовых месторождений,
доцент

Савенок Ольга Вадимовна
02.12.2024 г.

Адрес места работы

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II»
199106, Санкт-Петербург, Васильевский остров, 21 линия, д. 2
Телефон: +7 (812) 382-01-28
E-mail: Savenok_OV@pers.spmi.ru

Подпись Савенок Ольги Вадимовны заверяю:

