

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

ведущего научного сотрудника лаборатории вычислительной гидродинамики ФГБУН «ИМСС УрО РАН», доктора технических наук Скульского Олега Ивановича на диссертационную работу Костарева Никиты Александровича «Численное моделирование процессов тепломассопереноса в нефтяной скважине с греющим кабелем», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 - Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Актуальность темы диссертации

В последние годы наблюдается рост доли осложненного фонда нефтегазовых скважин, связанный с тем, что основная масса разрабатываемых месторождений находится на поздней стадии освоения. Для таких скважин характерно высокое содержание растворенных в нефти асфальтосмолопарафиновых веществ, которые откладываются на стенках подземного и наземного оборудования тем самым нарушая технологический процесс нефтедобычи, снижая объемы извлекаемых залежей и межремонтный период скважины. Повышение эффективности методов борьбы с асфальтосмолопарафиновыми отложениями (АСПО) является одной из наиболее актуальных задач и требует современных фундаментальных изысканий.

Диссертационная работа Костарева Никиты Александровича посвящена разработке и численной реализации математической модели явлений тепломассопереноса в нефтяной скважине с греющим кабелем. Предлагаемая автором математическая модель дает возможность определить температурное состояние нефтяной скважины и технологические параметры работы оборудования для тепловой депарафинизации греющим кабелем, позволяющие сократить временные и материальные затраты на борьбу с парафиновыми отложениями, являющимися одной из наиболее актуальных проблем в нефтегазовой отрасли.

Характеристика структуры и содержания диссертационной работы

Диссертационная работа Костарева Н.А. состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы, включающего 157 наименований. Общий объем работы 103 страницы, включая 45 рисунков, 17 таблиц и 2 приложения.

Целью диссертационного исследования является разработка математической модели, описывающей процессы тепло- и массопереноса в нефтяной скважине, реализация которой позволит определить необходимые условия для решения проблемы АСПО с помощью нагревательного кабеля при эксплуатации нефтегазовых скважин.

Во введении представлена краткая характеристика работы, описано современное состояние проблемы АСПО в нефтегазовой промышленности, отражена степень разработанности темы, на основе которой сформулированы цели и задачи исследования.

В первой главе автором представлены результаты анализа и обобщения научных источников по теме диссертационного исследования. Показано, что определяющим условием начала отложения АСПО являются термобарические условия в скважине. Рассмотрены основные методы, направленные на предотвращение и удаление парафиновых отложений при добыче нефти. Приведен обзор существующих математических моделей, описывающих теплообмен в нефтяной скважине, и методов их реализации. На основе анализа рассмотренных математических, показаны их основные недостатки, что позволило сформулировать направление диссертационного исследования.

Вторая и третья главы посвящены постановке и реализации математической модели процессов стационарного тепломассопереноса в нефтяной скважине. Автором описаны основные этапы численного моделирования, выполненного в работе: представлена концептуальная постановка задачи и ее формализация, описан метод реализации математической модели, проведен качественный анализ и проверка

корректности модели, подтверждена ее адекватность. Исследовано влияние параметров технологического процесса добычи нефти на температурное поле в скважине путем реализации предложенной автором математической модели. Показана существенная зависимость глубины начала отложения асфальтосмолопарафиновых веществ от дебита и динамического уровня скважины.

Четвертая глава содержит результаты исследования процессов нестационарного теплопереноса в нефтяной скважине с греющим кабелем. Приведены результаты оценки устойчивости и сходимости численного решения поставленной задачи. Оценено влияние параметров нефтедобычи на эффективность тепловой депарафинизации скважин греющим кабелем. На основе численных исследований предложены режимы работы греющего кабеля, позволяющие снизить суточное энергопотребление действующего оборудования на месторождении Пермского края.

В заключении представлены основные результаты и содержательные выводы, которые соответствуют поставленным задачам исследования.

Научная новизна и степень достоверности результатов диссертационного исследования

К основным результатам диссертационного исследования, обладающими научной новизной относятся:

1. Пространственная математическая модель процессов нестационарного теплопереноса в нефтяной скважине с учетом работы греющего кабеля.
2. Полученные закономерности влияния технологических параметров процессов добычи и режима нагрева греющим кабелем на эффективность тепловой депарафинизации.
3. Режимы работы греющего кабеля, позволяющие сократить энергозатраты и обеспечить эксплуатацию нефтяной скважины без асфальтосмолопарафиновых отложений.

Достоверность результатов обеспечивается хорошей согласованностью с результатами экспериментальных исследований и решений, полученными другими авторами, фактом промышленного внедрения результатов диссертационного исследования на реальных объектах Дороховского месторождения, представлением работы на научно-технических конференциях всероссийского и международного уровня и в 15 печатных работах, включая 9 статей в журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук (в том числе 6 – в изданиях, рекомендованных ВАК, 3 – в изданиях, входящих в базы цитирования Web of Science и Scopus).

Оценка практической значимости результатов диссертационного исследования

Результаты и выводы, представленные в диссертационном исследовании Костарева Н. А., имеют высокую практическую значимость для нефтегазовой отрасли, а именно при разработке и эксплуатации скважин осложнённых АСПО и могут быть использованы при определении участка подверженного парафиновым отложениям, характеристик нагревательного кабеля и режима его работы для решения проблемы парафиновых отложений при добыче нефти с минимальным энергопотреблением, что позволит снизить капитальные затраты на решение проблемы АСПО.

Вопросы и замечания

В диссертационной работе Костарева Н. А. при моделировании течения нефти используется степенная реологическая модель, хотя известно, что нефть проявляет значительные упругие свойства, которые могут приводить к немонотонным кривым течения и неоднозначности поля скоростей. Это замечание относится к возможному дальнейшему развитию исследований, поставленной проблемы и не снижает общие ценности диссертационной работы.

Заключение. Диссертация Костарева Никиты Александровича характеризуется четкой последовательностью, научным изложением, является законченным исследованием, выполнена на высоком уровне и удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Автореферат по своему содержанию в полной мере отражает структуру, основные результаты и выводы диссертации.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что диссертационная работа Костарева Никиты Александровича «Численное моделирование процессов тепломассопереноса в нефтяной скважине с греющим кабелем» по содержанию, научной новизне, объему проведенных исследований, научной и практической значимости результатов полностью соответствует критериям Положения «О порядке присуждения ученых степеней», а ее автор Костарев Никита Александрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Официальный оппонент,

Доктор технических наук, старший научный сотрудник,
ведущий научный сотрудник лаборатории
вычислительной гидродинамики,
ФГБУН «ИМСС УрО РАН»



_____ Скульский Олег Иванович

«08» декабря 2021 года

Докторская диссертация защищена по специальности 05.04.09 – Машины и агрегаты нефтеперерабатывающих и химических производств

Подпись Скульского Олега Ивановича удостоверяю



Скульский
о/к

Сведения об организации: "Институт механики сплошных сред Уральского отделения Российской академии наук" - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук, 614013, Россия, г. Пермь, ул. Академика Королёва, 1, телефон: (342) 2378461, факс: (342) 2378487, e-mail: mvp@icmm.ru