

Отзыв
официального оппонента

на диссертационную работу Кузьмина Антона Вячеславовича
«Исследование характеристик лопастного насоса для добычи нефти
при изменении геометрии проточной части его ступени»,
представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук
по специальности 05.02.13 – Машины, агрегаты и процессы
(нефтегазовая отрасль)

1. Актуальность темы выполненной работы

Диссертационная работа Кузьмина Антона Вячеславовича посвященная исследованию характеристик лопастного насоса для добычи нефти при изменении геометрии проточной части его ступени, является актуальной.

Установками электроприводных погружных центробежных насосов добывается большая часть нефти в России, данный вид оборудования является одним из самых распространенных. Из-за все усложняющихся условий добычи нефти, увеличения количества осложненных скважин, проблема повышения эффективности использования электроприводных погружных центробежных насосов возрастает, что особенно актуально при использовании их в боковых стволах малого диаметра.

Автором сделан анализ и обзор фонда нефтяных скважин и конструктивных ограничений, связанных с использованием лопастных насосов.

В представленной работе рассматриваются способы увеличения напора и гидравлического КПД лопастных насосов путем изменения геометрических характеристик ступени насоса. Рассматриваются типоразмеры 5А как наиболее часто используемые и 2А, используемые в боковых стволах малого диаметра.

В виду нелинейности существующих гидравлических зависимостей использование их для разных габаритов требует уточнения, а также выбора оптимального способа изменения геометрии проточной части в зависимости от ее габарита.

В виду большого количества вариантов изменения геометрии проточной части на этапе проектирования целесообразно использование математических и физических моделей течения жидкости с помощью трехмерного гидродинамического моделирования, что и было сделано в работе.

Полученные результаты могут быть использованы при проектировании электроприводных погружных центробежных насосов с высокими напорами и гидравлическим КПД для различных условий эксплуатации. Поэтому тема диссертационной работы является актуальной.

Вход. № 2294
«3» 05 2018 г.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Обоснованность содержащихся в работе научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается применением автором работы современных методов и средств исследования. Кузьминым А. В. проанализированы работы авторов, занимающихся вопросами конструирования ступени погружного центробежного насоса для различных габаритных групп. Для создания математической модели и расчета была выбрана методика на основе струйной модели течения жидкости, как наиболее распространенная и достоверная. С помощью трехмерного моделирования по форме эпюры течения жидкости в проточной части выбрана наиболее целесообразная схема изменения геометрических характеристик, включающая скос выходной кромки лопасти рабочего колеса и скругление внутренней кромки ведущего диска, количество ступеней в исследуемой сборке, приняты допущения и возможные погрешности. Для детального установления характера изменения напора и гидравлического КПД при изменении габаритной группы проведена регрессия данных численного эксперимента для базового варианта и выбранной схемы. Для решения численных задач была выбрана двухслойная модель турбулентной вязкости, предназначенная для расчета внутренних течений в узких каналах со сложной геометрией проточной части.

Научные положения, выводы и рекомендации полностью обоснованы.

3. Достоверность и новизна результатов

В качестве основных научных результатов диссертационной работы можно выделить следующие положения.

1. На основании данных численных экспериментов определены особенности изменения характеристики ступени для габаритных групп 2А и 5А при изменении геометрии проточной части ступени.

2. Разработана методика проектирования ступеней погружных центробежных насосов для добычи нефти с применением комплексного подхода на основе эмпирических и численных расчетов, позволяющая проектировать малогабаритные ступени погружных центробежных насосов для эксплуатации боковых стволов малого диаметра.

3. Проведены численные расчеты, стендовые и промысловые испытания ступеней габаритных групп 2А и 5А, подтверждающие адекватность расчетов, выполненных по представленной методике компьютерного моделирования. Стендовые испытания проводились в ОАО «ОКБ БН-КОННАС» и ЗАО «НОВО-МЕТ-ПЕРМЬ»

Полученные результаты расчета применялись для проектирования ступеней насоса ЭЦНО2А-25(40)-420 и составления программы опытно-промышленных испытаний на скважинах №1694Л куст 129 и №630Л куст 26 в 2017 г. Ватьеганского месторождения ТПП Повхнефтегаз ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь».

Проведены испытания насосов ЭЦНО2А-25(40)-420 на стенде ООО «Иж-нефтепласт» и скважинах Ватьеганского месторождения ТПП Повхнефтегаз ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь», показавшие эффективность и работоспособность насосов со спроектированными ступенями.

По результатам исследований получен патент на направляющий аппарат центробежного скважинного нефтяного насоса – Патент РФ № 154641 от 29.12.2014.

Достоверность и новизна полученных результатов не вызывает сомнений.

4. Значимость результатов для науки и практики

Научная значимость диссертационной работы заключается в том, что разработанные автором положения, посвященные установлению характера изменения напора и гидравлического КПД при изменении габаритов проточной части ступени центробежного насоса, могут быть использованы для дальнейших теоретических работ.

Практическая значимость диссертационной работы заключается в создании методики проектирования ступеней погружных центробежных насосов для добычи нефти. Разработанная методика утверждена ООО ЦОНИК имени И.М. Губкина.

По данной методике созданы ступени ЭЦН габарита 2А, прошедшие стендовые и опытно-промышленные испытания на скважинах ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь».

С использованием спроектированных ступеней создан насос ЭЦНО2А-25(40)-420, успешно прошедший заводские и промышленные испытания.

Издано учебное пособие «Проектирование и исследование ступеней динамических насосов», которое используется в учебном процессе РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина при подготовке бакалавров и магистров.

5. Общая характеристика содержания диссертации

Представленная диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 101 наименования. Общий объем работы составляет 257 печатных страниц

В **первой главе** автор провёл обзор существующих способов эксплуатации нефтяных скважин с боковыми стволами малого диаметра. Большую часть простаивающих скважин можно вновь ввести в эксплуатацию с помощью боковых стволов малого диаметра. Определено, что наиболее перспективен способ их эксплуатации с помощью УЭЦН, поскольку у остальных малый ресурс или низкий КПД. Рассмотрены конструктивные особенности малогабаритных ЭЦН и отличия в работе насосов с малыми габаритами (2А, 3) от насосов обычных габаритов.

Во **второй главе** проведены теоретические исследования методик расчета ступеней динамических машин. Показано, что при моделировании ступеней насосов малых габаритных групп наблюдается отклонение экспериментальных характеристик от определенных по уравнениям подобия, что потребовало компьютерного моделирования эпюры скоростей в зависимости от формы проточных каналов. На основе модели равноскоростного потока с заданным законом изменения меридиональной скорости рассчитывались геометрические характеристики проектируемых ступеней. Предложены две схемы модернизации ступени ЭЦН для габаритов 2А и 5А.

В **третьей главе** представлена методика компьютерных испытаний ступеней ЭЦН. В ходе компьютерного моделирования сравнивались три варианта геометрии проточной части – базовый и две схемы модернизации для каждого габарита насоса. Представлены сравнительные напорно-расходные характеристики предлагаемых схем. По результатам моделирования более эффективной оказалась первая схема со скруглением кромок лопастей для выравнивания эпюры скоростей потока.

В **четвёртой главе** описаны стендовые и промысловые испытания ступеней центробежных насосов, подтвердивших достоверность численного эксперимента.

Диссертационная работа Кузьмина А. В. по своему содержанию и качеству оформления удовлетворяет требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления».

6. Замечания по работе

1. На рисунке 1.9 в подрисуночной надписи ЭЦН подписан как 4 - струйный насос.

2. При компьютерном моделировании плотность рабочей жидкости принималась равной 1000 кг/м^3 , не исследовано влияние на напор и гидравлический КПД плотности рабочей жидкости.

Приведенные замечания не снижают научной и практической ценности диссертационной работы соискателя.

7. Заключение

Диссертационная работа Кузьмина Антона Вячеславовича отвечает критериям утвержденным Постановлением Правительства РФ от 21 апреля 2016 года № 335 (п. 9-14, п. 32) «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК Министерства образования и науки РФ. Она является научно-квалификационной работой, в которой решена задача исследования характеристик лопастного насоса для добычи нефти, имеющая существенное значение для нефтегазовой отрасли

страны, а ее автор Кузьмин А.В. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.13 – «Машины, агрегаты и процессы» (нефтегазовая отрасль).

Официальный оппонент,
кандидат технических наук по специальности 05.04.07
«Машины и агрегаты нефтяной и газовой промышленности»,
доцент кафедры «Машины и оборудование нефтегазовых
промыслов» ФГБОУ ВО «Уфимский государственный
нефтяной технический университет»

Ишемгузин Игорь Евгеньевич
16.05.2018

Адрес: 450062, Республика Башкортостан,
г. Уфа, ул. Космонавтов, 1, ФГБОУ ВО
«Уфимский государственный нефтяной технический
университет», e-mail: ishemguzhin@yandex.ru
телефон: +7-917-494-0923

