

«УТВЕРЖДАЮ»

ВРИО Ректора, профессор, д.т.н.



Батаев А.А.

«16» сентября 2020 г.

## ОТЗЫВ

ведущей организации о диссертационной работе  
Торгаевой Дарьи Сергеевны

**«Система управления установкой штангового глубинного насоса на основе анализа сигнала потребляемой электроприводом мощности»**,  
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности: 05.13.06 - Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность)

### 1. Актуальность темы исследования

Стремительное истощение запасов «легкой» нефти, рост фонда скважин с различными осложнениями в добыче, увеличение энергопотребления установок для добычи нефти и, следовательно, высокая себестоимость добываемой нефти приводят к необходимости изменения принципов управления процессом нефтедобычи. В частности, особое внимание уделяется детектированию различных неисправностей нефтедобывающих конструкций, приводящих к быстрому износу и несоответствующему режиму работы. Также наблюдается тенденция уменьшения количества используемых датчиков с целью повышения надежности и уменьшения стоимости как системы управления, так и установки штангового глубинного насоса в целом. Стоит отметить, что любой датчик, используемый длительное время в сложных климатических условиях, требует частых ремонтов и проверок для обеспечения необходимой точности измерений, что приводит к повышению затрат на обслуживание всей установки, себестоимости добываемой нефти и уменьшению срока эксплуатации скважины.

Мощность, потребляемая установкой за период качания, является наиболее информативным параметром, способным не только охарактеризовать состояние установки, но и производить косвенное измерение некоторых технологических параметров установок штанговых глубинных насосов. В связи с этим в настоящее время актуальными являются исследования, направленные на разработку систем управления установками штанговых глубинных насосов на основе анализа потребляемой электроприводом мощности.



## **2. Краткий обзор содержания диссертации**

Диссертация состоит из введения, четырех разделов, заключения, списков сокращений и используемой литературы из 111 наименований и двух приложений. Объем основной части работы, включая 26 таблиц и 71 рисунок, составляет 148 страниц.

**Во введении** обоснована актуальность тематики работы, определены основные цели и задачи. Так же сформулированы научная новизна и основные положения, выносимые на защиту. Отражена теоретическая и практическая ценность выполненных исследований и полученных результатов диссертации.

**В разделе 1** приводится описание объекта управления, а также анализ существующих методов регулирования подачи установок штанговых глубинных насосов и диагностики погружного и наземного оборудования.

**В разделе 2** представлено математическое описание объекта управления, включающего подсистему «продуктивный пласт – скважина» и следующие узлы установки штангового глубинного насоса: штанговый глубинный насос, станок-качалку, трехфазный асинхронный электродвигатель.

**В разделе 3** приводится описание метода регулирования подачи установки штангового глубинного насоса, основанного на поддержании оптимального динамического уровня жидкости в затрубном пространстве нефтяной скважины посредством анализа сигнала потребляемой электроприводом мощности, а также описание и обоснование алгоритмов, позволяющих реализовать данный метод. Представлены результаты имитационного моделирования при различных неисправностях штангового глубинного насоса, описания характерных для этих неисправностей изменений форм динамограмм и сигнала потребляемой электроприводом мощности, полученных при различных параметрах хода полированного штока и неисправностях штангового глубинного насоса. Проводится анализ полученных результатов, на основании которого предлагается метод диагностики неисправностей посредством анализа сигнала потребляемой электроприводом мощности.

**В разделе 4** приведены результаты экспериментальных исследований метода регулирования подачи установки штангового глубинного насоса, основанного на поддержании оптимального динамического уровня жидкости в затрубном пространстве нефтяной скважины, и метода диагностики неисправностей штангового глубинного насоса посредством анализа сигнала потребляемой электроприводом мощности.

**В заключении** приведены выводы и изложены основные результаты работы.

В целом порядок изложения материалов исследования позволяет рассматривать диссертацию, как единое целое и логически завершенное исследование, направленное на повышение эффективности технологического процесса добычи нефти.



### **3. Новизна, обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Новизна полученных автором результатов состоит:

- в разработке метода регулирования подачи установки штангового глубинного насоса и метода диагностики неисправностей штангового глубинного насоса, основанных на анализе сигнала потребляемой электроприводом мощности, без использования дополнительных датчиков физических величин.
- разработке имитационной модели объекта управления, включающей в себя подсистему «продуктивный пласт – скважина» и следующие узлы установки штангового глубинного насоса: штанговый глубинный насос, станок-качалка, электродвигатель. Имитационная модель отличается модульной структурой, возможностью моделирования двух типов балансирного привода, а также учетом изменения скорости притока скважинной жидкости. Кроме того, разработанная модель позволяет имитировать различные неисправности штангового глубинного насоса.
- выявлении закономерностей изменения форм сигнала потребляемой электроприводом установки штангового глубинного насоса мощности при возникновении неисправностей, выявлении аналогии между изменениями форм этих сигналов и характерными изменениями динамограмм.

Обоснованность научных положений, результатов и выводов работы находится на уровне требований, достаточном для кандидатской диссертации и подтверждается корректностью постановки задачи, обоснованностью принятых допущений, непротиворечивостью с результатами и выводами других разработок и исследований по обозначенным проблемам, а также подтверждается результатами экспериментальных исследований.

### **4. Практическая ценность и внедрение результатов**

Полученные Д.С. Торгаевой результаты диссертационных исследований имеют практическую значимость, которая обуславливается тем, что использование разработанных моделей и методов позволит повысить эффективность технологического процесса добычи нефти.

Практическая значимость результатов исследования также подтверждается применением их при выполнении ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы», «Исследование и разработка интеллектуальной системы управления штанговым глубинным насосом для поддержания оптимального динамического уровня жидкости в нефтяной скважине» Соглашение № 14.574.21.0157 (уникальный идентификатор RFMEFI57417X0157). Результаты диссертационной работы внедрены при разработке экспериментальной установки, включающей стенд испытаний и экспериментальный образец системы управления, разработанной совместно с предприятием АО «Энергонефтемаш» (г. Омск), что подтверждается соответствующим актом.



## **5. Полнота опубликования и апробации результатов работы**

По материалам диссертации опубликовано 20 работ, из которых 3 статьи в журналах из списка ВАК; 7 статьи в изданиях, индексируемых базой данных Scopus; 4 работы в материалах всероссийских и международных конференций; получено 5 свидетельств о государственной регистрации программы для ЭВМ и 1 патент на полезную модель.

## **6. Замечания по диссертационной работе:**

- 1) В автореферате недостаточно явно прослеживается связь между заявленной целью, состоящей в повышении эффективности установки штангового глубинного насоса, изложением критериев эффективности и ее количественных оценок после применения разработанных методов.
- 2) Недостаточна глубина обзора современных достижений по предметной области диссертации по зарубежным публикациям.
- 3) Приложение «А» объемом в 30 страниц недостаточно прокомментировано.

Указанные замечания не снижают положительного впечатления о диссертации в целом.

## **7. Заключение о работе**

В целом, диссертация Торгаевой Д.С. является законченной научно-исследовательской работой, выполненной на актуальную тему, обладает научной новизной, содержит решения важных научно-технических задач, связанных с повышением эффективности технологического процесса добычи нефти. Полученные результаты достоверны и достаточны для обоснования сделанных выводов и их практических значений. Выполненные исследования имеют теоретическую и практическую ценность. Апробация основных положений диссертации и количество публикаций достаточны. Содержание автореферата полностью и адекватно отражает сущность диссертации.

Диссертационная работа Торгаевой Дарьи Сергеевны соответствует требованиям пункта 9 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК, предъявляемых к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 - «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность)».

Результаты диссертационной работы Торгаевой Д.С. и отзыв на неё рассмотрены, обсуждены и одобрены на научно-техническом совете ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет» 15.09.2020, протокол №6.

Присутствовало на заседании 14 человек профессорско-преподавательского состава. Результаты открытого голосования «за» - 14 чел., «против» - 0 чел., «воздержалось» - 0 чел.

Отзыв составлен д.т.н., доцентом, заведующим кафедрой автоматике ФГБОУ ВО НГТУ Жмудь Вадимом Аркадьевичем.

Заведующий кафедрой  
автоматики ФГБОУ ВО  
НГТУ, д.т.н., доцент

В.А. Жмудь

«\_\_» сентября 2020

630073, Россия, г. Новосибирск, пр-т К. Маркса, 20  
Тел: +7 (383) 346 08 43  
e-mail: zhmud@corp.nstu.ru

Подпись Жмудь В.А. удостоверяю  
Ученый секретарь НГТУ,  
профессор, д.т.н.



Г.М. Шумский

«\_\_» сентября 2020