

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет»



Институт Природных ресурсов
Направление 21.03.01 Нефтегазовое дело
Кафедра Геологии и разработки нефтяных месторождений

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

**ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПОГРУЖНЫХ
УСТАНОВОК ЭЛЕКТРОЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ ПРИ ДОБЫЧЕ
НЕФТИ**

УДК 622.276.53.054.23:621.311

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3 – 2Б23	Гагарин Вадим Юрьевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Максимова Юлия Анатольевна			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Глызина Татьяна Святославовна			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гуляев Милий Всеволодович			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав.кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Чернова Оксана Сергеевна			

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	8
1. ВНЕДРЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ УСТАНОВОК ЭЛЕКТРОЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ	9
1.1 Энергоэффективные установки электроцентробежных насосов для добычи нефти	9
1.2 Прогнозирование энергоэффективности установок электроцентробежных насосов	22
2. ПРИМЕНЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В УСТАНОВКАХ ЭЛЕКТРОЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА	28
2.1 Оборудование установки электроцентробежного насоса	28
2.2 Повышение эффективности эксплуатации путем внедрения системы одновременно-раздельной эксплуатации с двумя установками электроцентробежных насосов	32
2.3 Мировой опыт внедрения компоновок с двумя установками электроцентробежных насосов	33
2.4 Выбор компоновки систем одновременно- раздельной эксплуатации ...	47
2.5 Монтаж, вывод на режим и эксплуатация	48
2.6 Анализ применения различных станций управления установками электроцентробежных насосов	50
2.6.1 Станция управления с прямым и плавным пуском	51
2.6.2 Станция управления с прямым и плавным пуском "Борец", "Аxiom" .	51
2.6.3 Станция управления с частотным регулированием	52
2.6.4 Станция управления с частотным регулированием вентильного электродвигателя	53
2.6.5 Универсальная станция управления	54
2.7 Анализ первых результатов испытания кабеля сечением 42 мм ² для снижения тепловых потерь в скважинах	55
3. ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ДВУХСТОРОННИХ СИСТЕМ УСТАНОВКИ ЭЛЕКТРОЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА	56
3.1 Двухсторонняя установка электроцентрабежного насоса при одновременно-раздельной добычи	57
3.2 Двухсторонняя установка электроцентрабежного насоса при одновременно-раздельной закачки	59
4. МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТ ОПТИМИЗАЦИИ СКВАЖИН, ОБОРУДОВАННЫХ УСТАНОВКАМИ ЭЛЕКТРОЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ	60
4.1 Расчет экономической эффективности от оптимизации скважин, оборудованных УЭЦН	63
5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ В ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ ПРИ ОБСЛУЖИВАНИИ СКВАЖИН, ОБОРУДОВАННЫХ УСТАНОВКАМИ ЭЛЕКТРОЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ	70
5.1 Производственная безопасность	71

5.1.1 Анализ выявленных вредных факторов при обслуживании скважин оборудованных установками электроцентробежных насосов	71
5.1.2 Анализ выявленных опасных факторов при обслуживании скважин оборудованных установками электроцентробежных насосов	75
5.2 Экологическая безопасность.....	82
5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	84
5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	86
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	87
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	89

ВВЕДЕНИЕ

Эксплуатация нефтяных скважин и добыча нефти при помощи установок электроцентробежных насосов (УЭЦН) наиболее распространенная технология на российском рынке нефтедобычи.

При помощи установок электроцентробежных насосов в Западной Сибири добывается наибольшее количество нефти и поэтому на сегодняшний день ведутся работы и мероприятия по повышению энергоэффективности оборудования. Основным показателем это уменьшение потребления количества энергии за счет повышения энергетических показателей комплексов, к которым относится как модернизация оборудования и грамотный ее подбор, так и оптимизация режимов работы.

Одними из главных задач в сфере электроснабжения являются повышение качества электроэнергии и подбор совместимого оборудования подключенного к одной электрической сети. Колоссальные работы ведутся в этом направлении с целью разработки и усовершенствования электротехнического оборудования, которое улучшит электросбережение и повысит энергоэффективность.

При грамотном подборе УЭЦН имеется возможность подстраиваться под любые скважинные параметры и формировать различные условия добычи нефти, а также подбирать оборудование с макс КПД. Современными компаниями ведется разработка различных комплектаций оборудования установки электроцентробежного насоса, цель которых повысить КПД и их надежность.

Использование энергоэффективного оборудование дает ряд преимуществ для всей УЭЦН в целом, так как снижается энергопотребление во всех ее узлах, а следствием уменьшения на них нагрузки и их нагрева. Соответственно надежность и время эксплуатации увеличивается.

Цель данной работы рассмотреть и проанализировать методы по повышению энергоэффективности установки электроцентробежного насоса.

АННОТАЦИЯ

Данная выпускная квалификационная работа состоит из 5 глав, введения и заключения, которые расположились на 87 страниц, и содержат 12 таблиц и 22 рисунка. При написании бакалаврской работы рассмотрены и проанализированы, как мероприятия и методы по повышению энергоэффективности установки электроцентробежного насоса, также и оборудование, применяемое в данных установках для их усовершенствования и улучшения качества эксплуатации.

В первой главе данной работы идет речь о внедрении энергоэффективных установок электроцентробежных насосов в эксплуатацию для добычи нефти в современных нефтедобывающих компаниях, таких как ОАО «Роснефть», ОАО «Удмуртнефть», ОАО «Сургутнефтегаз», ОАО «Газпром нефть», ПАО «Лукойл» и тд. У каждой компании складывается своя оценка и анализ при переходе на энергоэффективное оборудование. Рассматриваются организационно – управленческие мероприятия по повышению энергоэффективности установок, и особое внимание уделяется развитию электротехнических комплексов, которое включает в себя модернизацию оборудования и оптимизацию режимов работы, что должно позитивно сказываться на дебите скважины и на долговечности всего оборудования в целом. Применение энергоэффективных установок позволяет снизить расход электроэнергии на 30% и 40% по сравнению со стандартными серийными установками и увеличить дебит скважины, что должно казаться поможет нефтедобывающей компании добиться сэкономить электроэнергию на производстве. Но компании еще не способны перейти на новое оборудование, так как встает вопрос о его надежности и дорогом переоснащении фонда. По данным производителей энергоэффективные УЭЦН основным их заказчиком (85% производимого оборудования) являются зарубежные компании, например, такие как Египет и Колумбия. Связано это с несколько иным освоением и

обустройством месторождений в регионах с трудной доступностью по сравнению с Россией.

Во второй главе рассматривается устройство установки электроцентробежного насоса, применяемые в глубоких и наклонных нефтяных скважинах с описанием их основных функций. Рассмотрено повышение энергоэффективности на примере положительного опыта внедрения системы одновременно – раздельной эксплуатации с двумя установками электроцентробежного насоса и раздельным лифтом на скважине Южно – Хыльчюусского месторождения нефтяной компании ПАО «Лукойл». Монтаж и спуск данной установки производится в трех этапах: на первом производится спуск и монтаж пакера; на втором этапе производится спуск верхней УЭЦН (на разветвителе у – tool) и нижней УЭЦН (в кожухе); на третьем выполняется спуск внутренней колонны НКТ. Наиболее надежным оборудованием с двумя УЭЦН среди поставщиков импортного оборудования является производство компании Schlumberger, с наиболее надежной, испытанной во время добычи нефти конструкции пакера, что немало важно при переходе на данные установки. Эта конструкция способна выдерживать перепад давления в 41 МПа в две стороны. Для ЭЦН в качестве привода предложен моноблок Reda Maximus Promotor, преимущество которого заключается в том, что он заполняется маслом, что положительно сказывается при низкой отрицательной температуре. Особое внимание уделено кабельным линиям, которые защитили от механических повреждений во время спуска оборудования. Произведен анализ применения различных станций управления установками электроцентробежных насосов, которые питают электродвигатель, позволяют следить за работой погружного оборудования, поддерживать и изменять в случае необходимости режимы работы скважины. К ним относятся: станции управления прямого пуска; станции управления плавного пуска; станции управления с частотным регулированием (для управления вентильным двигателем); станции управления универсальные (для управления

вентильным и асинхронным двигателем). Проведен анализ первых результатов испытания кабеля сечением 42 мм, для снижения тепловых потерь в скважине со способами решения данной проблемы: внедрение (ПЭД) погружных электродвигателей с повышенным напряжением; кабеля с увеличенным сечением токоотводящих жил; подбор оптимального оборудования.

В третьей главе рассмотрена целесообразность применения двухсторонних систем установок электроцентробежных насосов, которая по предположению разработчиков улучшает работу основного насоса, а также увеличивает дебит скважины. Однако при ее применении из – за сложности конструкции возникли проблемы с надежностью, ухудшение работы из – за свободного газа, увеличение потребляемой мощности при подъеме, вероятность образования эмульсии, а также сложности при размещении насоса. Так же рассмотрена данная установка при одновременно - раздельной добычи нефти и закачки жидкости.

Четвертая глава работы включает в себя расчет экономической эффективности от оптимизации скважин, оборудованных энергоэффективными установками электроцентробежных насосов. Для каждой нефтяной компании сокращение расходов на электроэнергию и на ремонт оборудования и максимальное увеличение прибыли остается на первом месте из всех производственных задач.

Пятая глава посвящается безопасности и нормам производственной санитарии, социальной ответственности в организации работ при обслуживании скважин, оборудованных установками электроцентробежных насосов. В данной главе описаны мероприятия по усовершенствованию охраны и условий труда, охраны окружающей среды, а также предложены всевозможные чрезвычайные ситуации, способы их предотвращения и мероприятия по устранению последствий. Рассмотрены наиболее вероятные вредные производственные факторы, которые присутствуют на рабочих местах и которые обязан знать рабочий и быть подготовленным при

выполнении работ. Проведен анализ опасных производственных факторов и обоснования мероприятий по их устранению. Техника безопасности при обслуживании нефтяных скважин является обязательным соблюдением трудовой и производственной дисциплины всем персоналом, за чем ведется строгий контроль. Существуют требования как единые, ко всем работникам предприятия, так и индивидуальные, зависимо от исполняемой должности. Последнее время охране окружающей среды в России, как и в мировом сообществе в целом уделяют очень большое внимание, как например 2017 год в Российской Федерации принят как «Год экологии». Во время работ необходимо соблюдать технику безопасности и заблаговременно нести ответственность за сохранность и устойчивость окружающей среды.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Установки электроцентробежных насосов (УЭЦН) нашли достаточно широкое применение для добычи нефти из скважин с большим дебитом, поэтому особой сложности при подборке под высокую производительность насосов и электродвигателей не происходит. Основное преимущество УЭЦН заключается в возможности подбора установки и выборе более эффективной технологии добычи нефти и широком спектре сложных факторов скважинных характеристик.

Так как большая добыча нефти происходит именно с использованием УЭЦН, повышение энергоэффективности оборудования данной установки остается главной задачей компаний работающих в этом направлении, а именно уменьшение количества потребления энергии, но сохранение всех технологических процессов, за счет модернизации оборудования, оптимизации функциональных характеристик и режимов работ.

В данной работе были рассмотрены материалы исследований крупных нефтяных предприятий, в которых было установлено современные энергоэффективные установки электроцентробежного насоса. Произведено сравнение его результатов эксплуатации, стоимости владения, затрат на приобретение, с серийным оборудованием а также с насосом непрерывной двойной подачи.

В основной части данной работы изучен вопрос о повышении эффективности эксплуатации установки электроцентробежного насоса путем внедрения системы ОРЭ с двумя УЭЦН и отдельным лифтом на ПАО «Лукойл» Южно-Хыльчюосского месторождения, и описан положительный опыт ее внедрения, а также применение различных станций управления установками. Произведено исследование экологичности и безопасности проводимых работ.

Проанализировав весь материал в данной работе можно сделать вывод, что повышение энергоэффективности установок с применением нового оборудования и его усовершенствования, и в целом применение

энергоэффективных установок электроцентробежных насосов целесообразно, так как данные установки снижают затраты на электроэнергию, повышают производительность скважин и экономически эффективны за срок эксплуатации. Но к сожалению при переходе на эксплуатацию энергоэффективного оборудования существуют недостатки, такие как значительные затраты на переоснащение фонда и закупку нового оборудования. Множество влияющих факторов ставит под сомнение современные предприятия добывающие нефть в экономии мероприятий энергосбережения, так как для этого необходимы капитальные вложения. Также сложно сделать оценку надежности современного энергоэффективного оборудования, по каким либо сторонним анализам и отзывам без испытаний его на собственном производстве.

