

скважинной насосной установки (ШСНУ) вследствие обрыва штанговой колонны. Поэтому контроль возникновения эмульсий, а также не допуск в связи с этим аварийных ситуаций является одной из актуальных тем.

Вопросы, связанные с диагностикой ШСНУ по массивам ваттметрограмм, нашли решения в работах коллективов УГНТУ, АГНИ, ТУСУР, НИУ ТПУ, авторов М.И. Хакимьянова, Е.М. Солодкого, С.Л. Сабанова, Д.С. Торгаревой, И.В. Цапко, Г.В.О. Кричке, М.Г. Пачина, И.В. Серебряковой, Д.В. Иванова, Г.С. Абрамова, Т.Г. Даниленко, Е.И. Гольдштейна и других. Сделан вывод, что в большинстве работ ваттметрограмма служит основным параметром для диагностики нефтяного оборудования. Вопрос достижения максимально точной диагностики подземного и надземного нефтяного оборудования изучается достаточно давно, но проблема образования эмульсии и методы ухода от данного явления, основанные на спектральном анализе параметров ваттметрограммы, не полностью или недостаточно раскрыты.

Поэтому разработка метода и прибора контроля возникновения эмульсии в нефтяных скважинах с применением спектрального анализа ваттметрограммы штанговой скважинной насосной установки позволит уменьшить аварийные остановки в связи с эмульсией в цилиндре насоса и увеличить комплексный показатель надежности – коэффициент надежности, что является актуальной научной задачей для нефтегазового сектора в целом.

На основании изложенного тема диссертационной работы соискателя Манахова Валерия Александровича представляется актуальной и важной для науки и практики данного направления.

Цель работы

В диссертации поставлена и достигнута следующая цель: разработка метода и прибора контроля возникновения эмульсии в нефтяных скважинах с применением метода спектрального анализа параметров ваттметрограммы для обеспечения безаварийной работы ШСНУ.

Анализ содержания работы

Диссертационная работа состоит из введения, 4-х глав, заключения, списка литературы и приложений. Общий объем работы 165 страниц, 5 приложений, работа содержит 86 рисунков и 8 таблиц. Библиографический список состоит из 84 наименований.

Во введении приведена общая характеристика работы. Обосновывается актуальность темы, научная новизна, цель и основные

задачи диссертационного исследования, научная новизна, приводится практическая значимость работы и перечислены основные положения, выносимые на защиту, обоснованность и достоверность выводов и результатов, апробация, внедрение и структура работы.

В первой главе были рассмотрены общие сведения о штанговых скважинных насосных установках, оборудование, входящее в состав ШСНУ и принцип его работы. Обзор нефтяного фонда скважин показал значительную долю использования ШСНУ в России и важность данного типа добычи нефтепродуктов. Проведен анализ отказов оборудования ШСНУ, основными причинами которых стали обрыв штанг, дефекты клапанов и отказ оборудования вследствие появления эмульсии.

Далее рассмотрены методы и этапы технической диагностики ШСНУ. Приведена классификация методов технического контроля. Анализ методов диагностирования выявил 2 основных метода – метод динамометрирования и метод ваттметрирования. По этим методам описаны основные части и выявлены их преимущества и недостатки. Проведено патентное исследование по ключевым аспектам данной главы, которое не выявило работ в области спектрального анализа параметров ваттметрограммы для контроля возникновения эмульсии.

Во второй главе представлена разработка метода контроля возникновения эмульсии с применением спектрального анализа сигнала ваттметрограммы.

Приведены основные сведения о построении и анализе спектра, в том числе и спектра дискретного сигнала, с помощью дискретного преобразования Фурье.

Раскрыт вопрос о методе ваттметрирования ШСНУ и построении ваттметрограммы. Рассмотрены и определены по ваттметрограммам и их спектрам шесть неисправностей ШСНУ. Сделан вывод, что если дефекты или возникновение эмульсии нельзя диагностировать по ваттметрограммам, то стоит прибегнуть к спектральному анализу данного массива ваттметрограммы.

Метод контроля возникновения эмульсии основан на формировании и обработке ваттметрограмм качания с получением спектрального представления и формировании сигнала о возникновении или отсутствии эмульсии на основе сравнения с эталонным сигналом.

Третья глава посвящена практической реализации метода ваттметрирования с использованием спектрального анализа с разработанным аппаратно-программным комплексом (АПК), основанным на программном обеспечении Matlab для контроля возникновения эмульсии.

Разработан прибор для реализации метода контроля и диагностики для определения момента образования эмульсии в цилиндре насоса и формирования управляющего воздействия на электропривод ШСНУ с целью недопущения аварийных остановок по перегрузке электропривода.

Разработаны алгоритмы и программное обеспечение получения и обработки спектра ваттметрограммы для реализации метода контроля возникновения эмульсии в разработанном приборе.

Проведен метрологический анализ разработанного АПК. Проведена калибровка датчика тока и датчика напряжения.

Произведен расчет погрешности АЦП микроконтроллерного устройства и в целом расчет погрешности всего измерительного канала.

Четвертая глава посвящена экспериментальным исследованиям аппаратно–программным комплексом для контроля возникновения эмульсии в ШСНУ по спектральному анализу ваттметрограммы.

Составлен план, поставлена цель и задачи эксперимента. Составлена пошаговая методика проведения экспериментального исследования. Проведен эксперимент на действующей ШСНУ в процессе эксплуатации. Данный эксперимент, с помощью разработанного метода и созданного АПК, выявил процесс образования эмульсии нефти.

Разработан алгоритм работы станции управления для ухода от аварийной ситуации в связи с образованием эмульсии в насосном оборудовании ШСНУ и повышения безаварийности работы.

Описаны результаты опытной эксплуатации промышленного образца электропривода ШСНУ. Получены результаты полевых испытаний электропривода, показавшие обеспечение безаварийной работы электропривода ШСНУ благодаря применению разработанной методики диагностики.

Благодаря внедрению в систему управления ШСНУ разработанного метода контроля эмульсии с алгоритмом ухода от аварийной ситуации и прибора контроля образования эмульсии результаты эксплуатации промышленного образца электропривода ШСНУ показали увеличение комплексного показателя надежности – коэффициента готовности на 24,34%

В заключении сформулированы основные результаты и выводы диссертационной работы.

Анализ текста диссертации позволяет заключить, что она является завершенным, методически грамотно, доказательно и последовательно изложенным научным исследованием, в котором поставлена и решена актуальная научная задача в нефтедобывающей отрасли. Результаты исследований доведены до практического применения, изготовлен

экспериментальный образец прибора ваттметра. Разработаны программные продукты, на которые получены свидетельства на программы для ЭВМ.

Результаты исследований прошли апробацию: 13 печатных работ в журналах и сборниках, в том числе 2 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 1 статья в издании, индексируемом в международной базе данных SCOPUS, 2 свидетельства на программу для ЭВМ.

В целом диссертационная работа производит благоприятное впечатление: изложение материала, оформление текста, таблиц и иллюстраций выполнено логично, на хорошем научном уровне, заслуживает положительной оценки. Результаты работы относительно достоверности и обоснованности выводов не вызывают сомнения. Автореферат полностью отражает основное содержание диссертации.

Значимость полученных автором результатов для развития соответствующей отрасли науки, научная новизна

Полученные диссертантом результаты являются реальным вкладом в развитие теории и практики методов повышения безаварийности нефтяного оборудования.

Для организаций, работающих в области нефтедобычи, теоретическую и практическую значимость представляют следующие результаты диссертационного исследования, характеризующие также его научную новизну.

1. Метод контроля ШСНУ по параметрам ваттметра, в том числе с использованием спектрального анализа, что позволяет обеспечить безаварийность работы ШСНУ и повысить объем добываемой нефти.

2. Ваттметр для реализации контроля образования эмульсии в ШСНУ.

3. Программы ЭВМ, реализующие метод контроля образования эмульсии на базе аппаратно-программного комплекса.

4. Полученные результаты натурных испытаний показали улучшение среднего времени восстановления, среднего времени наработки на отказ и коэффициента готовности ШСНУ в среднем на 24,34 % при образовании эмульсии в насосном оборудовании.

Сформулированные автором положения научной новизны обоснованы и следуют из материалов исследований, изложенных в диссертации, и представляют собой новые научные результаты.

Метод определения образования эмульсии в насосе ШСНУ в процессе эксплуатации с применением спектрального анализа и алгоритм ухода от

аварийных ситуаций использованы при реализации комплексного проекта по созданию высокотехнологичного производства на тему: «Создание серии электроприводов на базе российских высокоэффективных синхронных двигателей для станков-качалок нефти с применением беспроводных систем передачи данных и адаптивной системой управления для «умных» месторождений», в рамках Государственной программы Российской Федерации «Развитие науки и технологий» на 2013-2020 годы, утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации от 9 апреля 2010 г. №218, договор № ДР-936/17 от 26 октября 2017 года с участием ФГБОУ ВО «КГЭУ» и АО «ЧЭАЗ».

Обоснованность и достоверность выводов и результатов работы подтверждается корректными допущениями, принятыми в работе, применением современных методов моделирования и обработки экспериментальных данных, получением результатов, совпадающих с результатами работ других авторов по данной тематике.

Вопросы и замечания по диссертации

1. Можно ли считать эталон, созданный в случае нестабильной работы ШСНУ в течение длительного времени после запуска, как основной критерий при дальнейшем контроле и управлении?

2. По какой причине в период снижения частоты качания не осуществляется контроль величины амплитуды гармонической составляющей спектра, а осуществляется безусловный возврат на заданную частоту через определенный промежуток времени?

3. В работе не проведен анализ возможности сопоставления параметров ваттметраграммы с параметрами динамограммы.

4. В чем отличие предложенного в работе прибора от аналогичных существующих промышленно выпускаемых приборов и ощутимая ли разница в погрешностях измерений?

Заключение по работе

Представленные в рассмотренной работе результаты исследований вносят важный вклад в развитие методов контроля возникновения эмульсии. Вынесенные на защиту научные положения в достаточной мере обоснованы и соответствуют поставленным целям и решаемым задачам. Учитывая новизну, теоретическую и экспериментальную обоснованность сформулированных положений, научную и практическую значимость

результатов, можно сделать заключение, что диссертационная работа «Метод и прибор контроля возникновения эмульсии в нефтяных скважинах с применением спектрального анализа ваттметрограммы штанговой скважинной насосной установки» является завершенной научно-квалификационной работой, которая удовлетворяет требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» Российской Федерации, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Манахов Валерий Александрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.8 «Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды».

Диссертационная работа и отзыв рассмотрены и обсуждены на расширенном заседании кафедры «Электроэнергетика» ГБОУ ВО «Альметьевский государственный нефтяной институт», протокол № 4 от 10 ноября 2023 года.

И.о. заведующего кафедрой
«Электроэнергетика»
ГБОУ ВО «Альметьевский
государственный нефтяной институт»,
кандидат технических наук, доцент



Сарачева Диана
Азатовна

ГБОУ ВО «Альметьевский государственный нефтяной институт»
Почтовый адрес: 423462, Республика Татарстан, г.Альметьевск,
ул.Фахретдина, д.42
Тел.: +7 (8553) 31-01-00,
E-mail: elite@agni-rt.ru

Проректор по научной работе ГБОУ ВО «Альметьевский государственный нефтяной институт» Реченко Денис Сергеевич
Почтовый адрес: 423462, Республика Татарстан, г.Альметьевск, ул.Ленина, д.2
Тел.: +7 (8553) 31-00-04, +7(8553) 43-88-35,
E-mail: alni@rambler.ru, info@agni-rt.ru