

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, профессора Веревкина Александра Павловича на диссертационную работу Артюшкина Ильи Вячеславовича на тему «Нейросетевая система управления процессом термохимического обезвоживания нефтяных эмульсий», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические системы)

1. Актуальность темы диссертации

В настоящее время большинство нефтеносных залежей имеют высокую обводненность. Скважинная продукция, как правило, добывается в виде водонефтяной эмульсии, которая содержит высокий процент воды. В этих условиях энергозатраты и затраты химреагентов на подготовку нефти весьма высоки.

Поэтому поставленная в работе цель и сформулированные автором задачи по формированию моделей и алгоритмов повышения эффективности управления процессами подготовки нефти обуславливают актуальность темы.

2. Анализ научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Диссертационная работа Артюшкина И.В. состоит из Введения, четырех глав, Заключение и Приложения, содержит Библиографический список, который включает 72 наименования. По теме диссертационной работы опубликовано 11 работ, из них 4 – в изданиях, рекомендованных ВАК, в том числе 1 – в издании, включенном в международную базу цитирования Scopus.

Во *введении* отмечена актуальность работы, поставлены задачи, сформулированы научная новизна, теоретическая и практическая значимость результатов диссертационной работы.

В *первой главе* на основе обзора существующих публикаций по теме работы определены особенности подготовки нефти как объекта исследования с целью идентификации основных возмущающих факторов, выбора методов управления. Проведен анализ современного состояния управления процессами подготовки на различных аппаратах и стадиях подготовки, выполнен обзор математических моделей технологических процессов, используемых при деэмульгировании водонефтяных эмульсий.

Результаты проведенного анализа показали, что в силу многообразия свойств нефти, конструкций технологических аппаратов (сепараторов) и технологий, проблема оптимального управления процессами разделения водонефтяных эмульсий до сих пор не решена. Выявленные закономерности влияния факторов на эффективность подготовки нефти, как правило, не формализованы, а имеющиеся модели обладают низкой прогнозной силой.

Во *второй главе* выполнена разработка математических моделей процесса подготовки нефти с учетом определенных особенностей объекта управления. Основным методом моделирования выбрано обучение модели в нейросетевом базисе. Проведены исследования структуры нейросетевой модели с целью оптимизации ее свойств. Для осуществления процедуры обучения, требующей больших объемов статистики, в том числе и по значениям показателей качества нефти, была сформирована имитационная модель на основе аппроксимации лабораторных данных.

В *третьей главе* рассматриваются основные процессы и их модели, направленные на подготовку нефти. Сопоставляются инерционные свойства элементов для целей выявления элементов, которые оказывают основное влияние на динамику процесса подготовки в целом. Далее излагаются принципы и методы построения систем управления с адаптацией

характеристик управляющих устройств, и предлагается система управления с тремя контурами обратной связи, рис. 3.7, из которых два контура реализуют регулирование по сигнальным воздействиям, а один – по параметрическим. Названа эта схема – «Система адаптивного управления с тремя контурами адаптации». Рассмотрены вопросы формирования управляющих и корректирующих воздействий. Осуществляется анализ эффективности предлагаемых решений на имитационной модели системы управления. В *четвертой главе* рассмотрены вопросы технической реализации системы управления, оценивается экономическая эффективность предложенных решений.

3. Достоверность и новизна

Достоверность полученных автором результатов подтверждается приведенными расчетными соотношениями по аппроксимации экспериментальных данных связи показателей качества и технологических параметров нейросетевой моделью, результатами имитационного моделирования предложенной системы управления.

Работа содержит следующие результаты, имеющие признаки новизны:

- Предложен подход к построению модели оценки качества продукции в процессах термохимического обезвоживания на основе обучаемой нейронной сети, который принципиально применим к различным технологиям обезвоживания нефти.
- Разработана трехконтурная система управления процессом обезвоживания нефти, в которой комплексно используется схема адаптации с эталонной моделью и параметрическая адаптация эталонной модели.

4. Практическая значимость и экспериментальная завершенность работы

Практическая значимость результатов работы определяется предложенным подходом к решению проблемы управления процессами подготовки нефти по показателям качества продукции в условиях наличия возмущений и неопределенностей, на основе которого разработана структура системы управления, обоснован выбор технических средств для ее реализации.

5. Соответствие диссертации научной специальности

Результаты работы соответствуют следующим пунктам паспорта специальности 05.13.06:

- п.3 «Методология, научные основы и формализованные методы построения автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП) и производствами (АСУП), а также технической подготовкой производства (АСТПП) ...»;
- п.4 «Теоретические основы и методы математического моделирования организационно-технологических систем и комплексов, функциональных задач и объектов управления и их алгоритмизация»;
- п.6 «Научные основы, модели и методы идентификации производственных процессов, комплексов и интегрированных систем управления»;
- п. 15 «Теоретические основы, методы и алгоритмы интеллектуального решения прикладных задач при построении АСУ широкого назначения...».

6. Качество оформления

В целом качество оформления диссертации высокое, широко использованы средства компьютерного оформления текста, рисунков и таблиц. Имеются стилистические погрешности в тексте диссертации.

7. Соответствие автореферата диссертации

Автореферат в целом адекватно отражает содержание работы и дает полное представление

о содержании диссертации.

8. Замечания

По диссертации имеются следующие замечания:

1. В разделе 3.4. диссертации по материалам литобзора приводятся оценки инерционности в терминах нечеткой логики. Зачем, если дальше этот материал не используется.
2. Имеются противоречия в классификации объекта управления. В тексте на с. 86 написано, что у объекта «одна выходная величина», а объект классифицируется как многосвязный. Далее утверждается, что он нелинейный, но не показано каков характер нелинейности. На рис. 3.3 указаны возмущения, а в тексте (с. 83) идет речь о неопределенностях. Возникает впечатление, что автор отождествляет эти понятия.
3. Описание системы управления (Рис. 3.4) оставляет много вопросов. 1) Прямая и обратная модели объекта включены последовательно, и этот комплекс рассматривается как управляющее устройство? 2) Описание обратной модели и механизма адаптации на с. 89 не раскрыто. 3) На с. 90 сделан вывод о том, что эта схема не целесообразна! Тогда зачем приведен этот материал?
4. На рис. 3.5 у регулятора реального объекта два входа. Не раскрыт алгоритм работы регулятора.
5. Терминологические неточности: 1) с. 92 – «помеха с постоянной и переменной частью»; 2) с. 95 «получается уравнение управляющего сигнала»; 3) с. 96 «... $\omega(t)$ – вектор функций времени (регрессор).», но используется скалярный вариант; 4) с.97 – «модель ошибки будет иметь статический вид в установившемся режиме при управлении по выходной переменной»; 5) с. 98 – «В случае, когда неравенство принимает вид:
$$Y - G \cdot e^{-Tp} > \varepsilon,$$
 регулятор начинает уменьшать значение $W_{рег}$ ». Как можно уменьшить значение $W_{рег}$, если это функция? Далее «коэффициент $W_{рег}$ »? Да, коэффициент, но комплексный.
6. В разделе 3.8.3 (Третий контур адаптации) не раскрыто, как выглядит динамическая модель в нейросетевом базисе.
7. Название третьей главы «Система автоматизированного управления целесообразно было бы заменить на общепринятую терминологию «АСУ» с указанием объекта управления. Также необходимо указать участие человека в контурах управления.
8. На с. 81, выражение (3.2), на с. 82, выражение (3.3), на рис. 3.12 используются неустойчивые модели передаточных функций.
9. В четвертой главе на основе имитационных экспериментов показано, что система позволяет экономить до 30% деэмульгатора, а в автореферате указано 20%.

9. Рекомендации по использованию результатов работы

Рассмотренный в работе подход к проблеме построения систем управления подготовки водонефтяных эмульсий может быть полезен для практики управления нефтедобывающих производств. В частности, прогнозные модели по расчету остаточной воды в нефти и содержанию углеводородов в подтоварной воде могут использоваться в системах поддержки принятия решений для операторов.

Заключение о соответствии работы требованиям ВАК

В целом, несмотря на замечания, диссертационная работа является законченной научной работой, выполненной на актуальную тему, содержит новые научные и практические результаты. Основные результаты работы достаточно полно опубликованы в

научных изданиях. Работа удовлетворяет требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, результаты могут быть квалифицированы как научное обоснование технических и технологических решений по управлению установками подготовки нефтяных смесей, внедрение которых может принести значительный экономический эффект.

Соискатель Артюшкин Илья Вячеславович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические системы)

Официальный оппонент
доктор технических наук,
профессор, профессор кафедры
«Автоматизация технологических
процессов и производств» ФГБОУ ВО УГНТУ

Веревкин Александр Павлович

«28» ноября 2018 г.

Докторская диссертация защищена по специальности 05.13.07 - Автоматизация технологических процессов и производств

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет»

Почтовый адрес:

450062, Республика Башкортостан,

г.Уфа, ул. Космонавтов, д. 1

Тел.: +7(347) 243-19-77

E-mail: apverevkin@mail.ru

Подпись Веревкина А.П. заверяю,
проректор по научной и инновационной
работе УГНТУ д-р техн. наук, проф.



Рустэм Адипович
Исмаков