

ОТЗЫВ

официального оппонента Ганджи Сергея Анатольевича на диссертационную работу Носикова Николая Александровича на тему «Повышение энергоэффективности электротехнического комплекса основного нефтеперекачивающего оборудования магистрального нефтепровода», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 – «Электротехнические комплексы и системы»

На оппонирование представлены:

1. Диссертация, включающая введение, 4 главы, заключение, список литературы из 115 наименований, 7 приложений. Рукопись содержит 155 страниц, из них 125 страницы основного текста.
2. Автореферат, изложенный на 20 страницах

Актуальность исследования

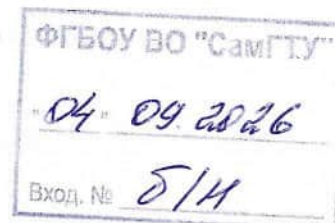
Трубопроводный транспорт является одним из наиболее предпочтительных способов поставки нефти и нефтепродуктов к местам переработки и потребления. По магистральным нефтепроводам транспортируется значительное количество добываемой нефти, стоимость перекачки нефти значительно ниже альтернативных способов транспортировки, таких как железнодорожный и водный транспорт. Транспорт нефти и нефтепродуктов является достаточно энергоёмким процессом, затраты на электроэнергию, потребляемую электротехническими комплексами насосных станций, составляют более половины от всех эксплуатационных затрат, поэтому вопросы повышения энергоэффективности основного электромеханического оборудования является актуальной задачей.

Носиковым Н.А. предложено решение актуальной научно-технической задачи повышения эффективности использования электроэнергии при транспортировке нефти в системе магистрального нефтепровода за счет оптимизации режимов работы нефтеперекачивающей станции.

Структура и объем диссертационной работы

Диссертация Носикова Н.А. имеет традиционную структуру и состоит из введения, четырёх глав, библиографического списка, заключения и семи приложений.

Во введении представлена тема диссертационного исследования, посвященного разработке мероприятий направленных на сокращение затрат электроэнергии при транспортировке нефти и нефтепродуктов, подтверждена её актуальность, сформулирована цель работы и обозначен перечень решаемых задач для ее достижения, определена научная новизна и практическая значимость ключевых положений и результатов диссертации.



Первая глава содержит анализ актуальности проведенных исследований. В результате проведенного автором анализа литературных источников был определен ряд проблемных вопросов эффективности использования энергии в процессе транспортировки нефти по магистральным нефтепроводам. Рассмотрены вопросы и способы повышения энергоэффективности транспортировки нефти по магистральным нефтепроводам.

Во второй главе диссертации представлена разработанная автором математическая модель потребления электроэнергии на НПС. Для построения математической модели был проведен анализ по общему потреблению электроэнергии по основным статьям технического учета. Для подтверждения адекватности математической модели, в анализ были включены два характерных периода, отличающиеся существенным различием в объемах перекачки нефти. В результате анализа было определено, что наибольший удельный вес имеет потребление электроэнергии основным оборудованием на транспорт нефти – подпорные и магистральные электроприводы насосов и составляет 94-97% от общего потребления. В качестве параметров математической модели были выбраны наиболее значимые характеристики работы насосных агрегатов, такие как количество перекачиваемой жидкости и перепад давления, создаваемый центробежным насосом. В качестве функции для математической модели предложен полный полином второго порядка, определяющий расчетное потребление электроэнергии. Также были определены средняя среднеквадратичные погрешности, которые составили 0,25% и 0,69% соответственно, что подтверждает хорошую сходимость расчетных и фактических значений.

В третьей главе Носиковым Н.А. предложена методика оптимизации режима работы нефтепровода на заданный период, позволяющая выбрать требуемый режим работы с минимальными затратами электроэнергии. В качестве критерия оптимальности автор предлагает выбрать минимум расхода электроэнергии на единицу объема перекачиваемой нефти. В качестве ограничений заданы следующие критерии. Время работы нефтеперекачивающей станции, требуемый объем перекачки нефти. В качестве варьируемых переменных в исследовании предложено выбрать время работы и производительность технологических режимов перекачки нефтеперекачивающей станции, заданных картой технологических режимов. Автором была написана программа в MatchCad. В программе рассчитывается все возможные сочетания режимов работы участка нефтепровода и отбираются те из них, которые соответствуют заданной точности обеспечения планового объема перекачки. Далее методом перебора выбирается вариант обеспечивающий минимум потребления электрической энергии на единицу объема перекачиваемой нефти. Приводится

пример расчета, в котором расчетный расход электроэнергии был снижен по сравнению с фактическим для выбранного периода на 2,23%.

В четвертой главе на примере конкретной нефтеперекачивающей станции проведен анализ результативности модернизации комплекса насосного оборудования и применения системы частотно-регулируемого привода магистральных насосов. Так, для режима работы нефтеперекачивающей станции с максимальной производительностью достигнуто снижение потребляемой мощности на 19,2% при увеличении производительности на 1,54%. Автором предложена методика расчета зоны малых подач насосных агрегатов при комбинированной компоновке электроприводов насосных агрегатов, включающей регулируемые и нерегулируемые насосные агрегаты, что позволяет избежать эксплуатацию насосов с низким КПД. Выполнен анализ энергетических показателей комбинированного управления по сравнению с дискретным и его оптимизация. На примере комплекса из двух регулируемых и двух нерегулируемых агрегатов получено для оптимальной схемы значение экономии электроэнергии в зависимости от требуемой производительности в пределах 10,2%-15,1%, по сравнению с дискретным регулированием путем включения / отключения насосов.

В заключении отражены ключевые результаты и положения диссертационного исследования.

В приложениях представлены программа оптимизации режимов работы магистрального нефтепровода, результаты оптимизации и упорядоченные варианты лучших по энергопотреблению режимов перекачки, справки и акты, подтверждающие практическое использование результатов диссертационной работы в АО «Транснефть-Приволга», ООО «Транснефть-Балтика», ООО «РИТЭК» и учебном процессе ФГБОУ ВО СамГТУ.

Новизна исследований и полученных результатов

Научная новизна диссертационной работы заключается в следующих положениях:

1. Разработана математическая модель энергопотребления нефтеперекачивающей станции в функции объема перекачиваемой жидкости и перепада давления в магистральном нефтепроводе, отличающаяся от используемых в настоящее время на практике методик расчета более точным определением суммарного количества потребляемой электроэнергии.

2. Предложена методика выбора оптимального режима перекачки по критерию минимальных затрат электроэнергии на заданный период, отличающаяся от известных возможностью минимизации количества переключений электроприводов насосных агрегатов при выполнении планового задания транспортировки нефти и нефтепродуктов.

3. Разработан алгоритм комбинированного управления насосными агрегатами с регулируемыми и нерегулируемыми приводами, отличающийся возможностью определения минимума целевой функции - суммарной потребляемой насосным оборудованием станции мощности, для заданной производительности.

Достоверность и обоснованность положений, выводов и результатов

Достоверность полученных результатов подтверждается согласованностью с качественными результатами, полученными другими авторами, удовлетворительным совпадением с данными, полученными на объектах электротехнических комплексов ПАО «Транснефть», внедрением методик и алгоритмов на предприятиях трубопроводного транспорта.

Практическое значение диссертационной работы

Практическая значимость результатов диссертационной работы заключается в том, что предложенные мероприятия по модернизации основного электромеханического оборудования нефтеперекачивающей станции и режимов ее эксплуатации позволяет снизить потребление электрической энергии. Кроме того, предложенный способ определения необходимого количества электроэнергии для транспортировки нефти нефтеперекачивающей станцией позволяет повысить точность определения требуемого объема энергоресурсов и значительно снизить трудоемкость на проведение прогнозирования за счет минимального количества исходных данных для расчета.

Соответствие паспорту научной специальности

Научная квалификационная работа выполнена в соответствии с паспортом специальности 2.4.2 – «Электротехнические комплексы и системы» и соответствует направлениям исследований: п.2. «Разработка научных основ ... эксплуатации электротехнических комплексов, систем и их компонентов»; п.3. «... структурный и параметрический синтез, оптимизация электротехнических комплексов, систем и их компонентов, разработка алгоритмов эффективного управления».

Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации

Содержание автореферата в полной мере соответствует тексту диссертационной работы и отражает все основные ее положения.

Публикации и апробация работы

Полученные результаты достаточно широко представлены научному сообществу. По теме диссертации опубликованы 8 печатных работ, из них 8 статей в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях из перечня ВАК РФ.

Основные результаты работы обсуждались и докладывались на всероссийских и международных конференциях.

Для уровня кандидатской диссертации этого вполне достаточно.

Вопросы и замечания

По представленной к оппонированию диссертации имеются следующие вопросы и замечания:

1. В диссертации соискателя представлена типовая технологическая схема НПС (рис.1.2) и типовая схема электроснабжения НПС (рис.1.3), которые описывают структуру НПС (предмет исследования), тем не менее из автореферата эти схемы исключены, что затрудняет понимание общей концепции научной работы из автореферата. Автореферат должен быть написан таким образом чтобы из него была понятна область исследования без обращения к диссертации.

2. В диссертации указано (стр.32) «В полученную модель вносятся корректировочные коэффициенты, учитывающие специфические условия работы данного нефтепровода». Эти корректирующие коэффициенты вводятся в модель один раз для ее настройки? Если они меняются в зависимости от режима работы НПС, это во многом усложнит использование математической модели.

3. Математическая модель разработана для функционирования одной НПС. Можно ли использовать эту математическую модель для моделирования протяженной магистральной линии, в которой находятся несколько НПС?

4. Повышение энергоэффективности можно достичь только снижением потерь в элементах НПС. Из автореферата и диссертации не понятно, какие потери и в каких элементах снижаются при изменении режима работы МПС.

5. При изменении режима работы МПС могут измениться КПД силовых элементов. Как это учитывается в математической модели?

6. Во втором пункте заключения отмечается, что «...Для оптимального варианта удельный расход электроэнергии на единицу перекачиваемого продукта составил 1,906 кВт*час/т, что на 2,22% меньше, чем удельный фактический расход за исследуемый период.». Как такой результат соотносится со статистической ошибкой в данных?

7. На диаграммах рис.2.9...2.11 неясно, что подразумевается под понятием «№ опыта».

8. При построении системы оптимизации был выбран упорядоченный перебор вариантов. В методах нелинейного программирования существует большое количество хорошо отработанных стохастических и детерминированных методов оптимизации, включая алгоритм роя (PSO), генетический алгоритм (AG) и алгоритм Хука — Дживса (HJ), градиентные методы и другие, которые очень быстро могут определить локальный и глобальный экстремум.

Почему для задачи оптимизации был выбран не самый эффективный метод перебора независимых параметров.

9. Насколько разработанная модель и система оптимизации режимов универсальны. Есть ли возможность оптимизировать работу новых НПС с различными структурными элементами с использованием разработанных программных средств или для этого необходимо написание новых программ с использованием предложенных методик моделирования?

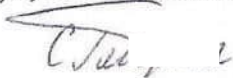
Указанные замечания несколько снижают ценность диссертационной работы, но не влияют на общее положительное впечатление от проведенного исследования.

Заключение

В целом диссертационная «Повышение энергоэффективности электротехнического комплекса основного нефтеперекачивающего оборудования магистрального нефтепровода» является законченным исследованием, в которой изложены новые научно обоснованные положения улучшения работы электротехнического комплекса основного нефтеперекачивающего оборудования. Полученные решения и выводы обстоятельно аргументированы и подтверждаются результатами практического внедрения. Диссертация соответствует п 9. «Положения о присуждении учёных степеней» ВАК, утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. №842, а её автор, Носиков Николай Александрович, заслуживает присуждение учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 «Электротехнические комплексы и системы».

Официальный оппонент:

доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Электропривод, мехатроника и электромеханика» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», г. Челябинск,



Ганджа Сергей Анатольевич

Контактная информация:

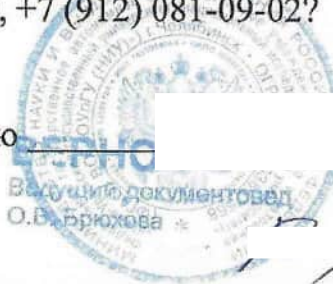
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», г. Челябинск,

Адрес: Россия, 454080 г. Челябинск, проспект Ленина, 76

Тел./факс: +7 (351) 267-99-00, +7 (912) 081-09-02?

E-mail: gandzhasa@susu.ru

Подпись Ганджи С.А. заверяю



С отзывом ознакомлен: 04.09.2026  Н.А. Носиков