Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина»

(РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина)

119991, г. Москва, Ленинский просп., д. 65, корп. 1, телефон: (499) 507-88-88 (многоканальный)
ОКПО 02066612; ОГРН 1027739073845; ИНН/КПП 7736093127/773601001
E-mail: com@gubkin.ru; http://www.gubkin.ru

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
к.т.н., доцент
П. К. Калашников
« 9 » сентября 2024 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу «Энергоресурсосберегающие режимы работы электротехнического комплекса воздушного охлаждения газа» Пашкина Василия Валериевича, представленную на соискание степени кандидата технических по специальности наук 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы

1. Актуальность темы диссертационного исследования

Диссертационная работа Пашкина В.В. посвящена решению актуальной научно-технической задачи снижения энергетических затрат и увеличения ресурса работы электротехнического комплекса воздушного охлаждения газа. Данная цель достигается разработкой схемы управления электроприводом, расчётом и выбором оптимальных частот вращения электроприводов, последовательно соединённых АВО газа и объединённых в охлаждающую секцию. Разработанный способ также позволяет минимизировать риск технологических осложнений в виде льдо-гидратообразования в теплообменных секции устранением зон локального переохлаждения добываемого газа, что является актуальной задачей.

Для повышения ресурса электродвигателей в динамических режимах в условиях аэродинамического взаимовлияния и авторотации вентиляторов в диссертации разработан энергетически эффективный способ пуска с подхватом вентиляторов АВО газа в режиме авторотации.

ВХОД. № 3021-13
«10» 09 2024 г.

Решение научно-технических задач в диссертационной работе Пашкина В.В. имеет высокую актуальность и соответствует направлению научно исследовательских разработок «Технологии энергосбережения и сокращения потерь при добыче газа» Паспорта инновационного развития ПАО «Газпром» до 2025 года.

2. Научная и практическая значимость результатов диссертационного исследования

В ходе выполнения диссертационной работы соискателем получены следующие основные научные результаты:

1) Разработан способ комбинированного частотного пуска электропривода вентилятора в режиме авторотации, основанный на функции подхвата преобразователя частоты, отличающийся тем, что определяется направление и скорость обратного вращения ротора, плавно снижается частота до нулевого значения с последующим частотным пуском, позволяющий обеспечить пуск в широком диапазоне скоростей авторотации при минимуме потерь мощности и износе изоляции (патент РФ на изобретение № 2656846).

2) Впервые получено уравнение теплового КПД секции двухступенчатого охлаждения газа, вычисляемого на основе теплового КПД каждого из АВО в отдельности, определяемых по тепловой характеристике.

3) Разработан способ управления частотно-регулируемыми приводами секции АВО газа с двухступенчатым охлаждением, отличающийся тем, что выбор оптимальных по параметру минимизации потребления электрической энергии электродвигателями частот вращения вентиляторов охлаждающей секции АВО газа основывается на расчёте максимального теплового КПД охлаждающей секции и расчёте оптимальных тепловых КПД каждого из аппаратов АВО в отдельности, позволяющий снизить потребление электроэнергии электродвигателями охлаждающей секции (свидетельство РФ о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015615234).

4) Установлено, что работа двух вентиляторов одного АВО газа с одной скоростью вращения минимизирует аэродинамическое взаимовлияние и рециркуляцию воздушных потоков, тем самым снижает вероятность преждевременной выработки ресурса электродвигателей.

5) Показано, что распределение тепловой нагрузки вдоль охлаждающей секции устраняет неблагоприятные зоны интенсивного отбора тепла и снижает риск льдо-гидратообразований в теплообменной части, а также обеспечивает идентичные условия эксплуатации обоих АВО секции, и как следствие, эксплуатационные изменения тепловых характеристик происходят равномерно для обоих АВО.

Результаты работы дополняют теорию частотно-регулируемого электропривода и позволяют решать задачи управления электроприводами вентиляторных и насосных установок в условиях аэродинамического и

гидравлического противодавления среды с авторотацией исполнительных механизмов.

Практическая значимость работы заключается в снижении потребления электроэнергии электроприводами в технологическом процессе охлаждения газа и регулировании температуры газа на выходе охлаждающей секции, а также в уменьшении износа изоляции при пуске электродвигателей в электротехническом комплексе воздушного охлаждения газа.

Предложенные технические решения используются в производственном процессе ООО «Газпром добыча Ямбург» и оформлены в качестве рационализаторских предложений.

Анализ электромеханических процессов в электродвигателях при аэродинамическом противодавлении среды с авторотацией исполнительных механизмов вентиляторных установок для решения задач управления электроприводами, результаты моделирования динамических режимов и анализа энергетических характеристик различных способов пуска асинхронных электродвигателей вентиляторных установок и иммитационные модели электроприводов установки охлаждения газа, для оценки энергетической эффективности частотно-регулируемого электропривода используются в учебном процессе ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет».

Обоснованность и достоверность полученных результатов подтверждается корректным использованием апробированного математического аппарата применяемых теорий; сопоставлением результатов расчетов с данными, полученными в результате моделирования процессов пуска; внедрением результатов диссертационной работы в производственную практику и в учебный процесс.

3. Апробация положений диссертационной работы

Основные положения диссертации докладывались и обсуждались на научно-технических конференциях Всероссийского и международного уровней.

По теме диссертационной работы опубликовано 34 печатные работы, в том числе 4 в рецензируемых научных изданиях, включенных в Перечень ВАК РФ, 1 патент на изобретение и 2 свидетельства РФ о государственной регистрации программы для ЭВМ.

В опубликованных работах достаточно полно раскрывается содержание диссертации.

4. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы

Предложенные в диссертации решения могут быть использованы газодобывающими и газотранспортными предприятиями для повышения

энергоэффективности и ресурса работы электродвигателей электротехнических комплексов воздушного охлаждения газа.

Способ пуска, основанный на функции подхвата преобразователя частоты может использован при разработке и производстве электроприводов вентиляторных и насосных установок механизмов, способных к авторотации под влиянием рабочей среды: в вентиляционных установках при неплотно закрытых шиберах, в электроцентробежных насосах добычи нефти при остановке насоса и несрабатывании обратного клапана и т.д.

5. Содержание автореферата

Автореферат полностью отражает содержание диссертации, методы исследования и результаты работы.

6. Замечания по диссертационной работе и автореферату

1. В автореферате следовало подробнее отразить результаты исследований второй главы – основной и представляющей большой интерес в рамках специальности
2. В третьей главе следовало доказать, что формула (3.1) выражает КПД, что можно было сделать через отношение мощностей. Более тщательное обоснование формулы (3.1) важно, поскольку она положена в основу целевой функции (3.28) и законов регулирования скорости привода АВО (3.29).
3. Пусковые режимы двигателей АВО сравнительно редки и кратковременны, поэтому сокращение ресурса изоляции на 3 % по сравнению с прямым пуском (с. 127 диссертации), если его пересчитать на все время эксплуатации, составит незначительную величину. Обычно влияние температуры на ресурс обмоток учитывают для более длительных режимов двигателя. Надо было показать, что пусковые режимы двигателей АВО в условиях авторотации являются частыми.
4. Тепловые процессы очень инерционны, их длительность как минимум на три порядка больше длительности электромеханических переходных процессов, поэтому следовало показать, что за время пуска в режиме авторотации обмотка может нагреться до критических температур, определяемых классом изоляции обмоток двигателя.
5. Имеются замечания по оформлению диссертации: не везде выполнены требования к оформлению формул, встречается написание латинских букв прямым шрифтом; рисунки с результатами моделирования в ПО Matlab недостаточно хорошо читаются, поскольку на них нет обозначений осей, мал размер шрифтов, шкалы осей затемнены. В Matlab есть средства устранить такие недостатки, надо было их использовать.

Указанные замечания не опровергают основных результатов работы, вынесенных на защиту и не влияют на положительную оценку.

7. Заключение

Диссертационная работа Пашкина В.В. «Энергоресурсоберегающие режимы работы электротехнического комплекса воздушного охлаждения газа» является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые технические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития энергоэффективных отечественных электротехнических комплексов воздушного охлаждения газа, диссертация полностью отвечает требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842 (в редакции Постановления правительства РФ от 25 января 2024 года № 62).

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы, автор диссертационной работы Пашкин Василий Валериевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы.

Диссертационная работа Пашкина В.В. «Энергоресурсосберегающие режимы работы электротехнического комплекса воздушного охлаждения газа», автореферат и отзыв были рассмотрены, обсуждены и одобрены на заседании кафедры теоретической электротехники и электрификации нефтяной и газовой промышленности (Протокол № 7 от «01» августа 2024 года).

Заведующий кафедрой теоретической электротехники и электрификации нефтяной и газовой промышленности РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, к.т.н. (05.09.03 «Электротехнические комплексы и системы»), доцент

Комков Александр Николаевич

06.09.2024

Рабочий телефон: +7-499-507-82-10
e-mail: komkov.a@gubkin.ru

Подпись Комкова Александра Николаевича заверяю:
Начальник отдела кадров
РГУ нефти и газа (НИУ) имени
И.М. Губкина

Ю.Е. Ширяев

РГУ нефти и газа (НИУ)
имени И.М. Губкина
Рег. № 2/986
от «09» 09 2024 г.