

«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор «Институт
энергетики Таджикистана»
к.х.н., доцент Д.Т. Исозода



2023 г

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу

Дадабаева Шахбоза Толибджоновича

на тему «Повышение бесперебойности работы систем электроснабжения оросительных насосных станций при изменении их нагрузок», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.01 – Энергетические системы и комплексы

1. Актуальность темы диссертационной работы

В настоящее время, в среднем, 40-60% всей вырабатываемой в Таджикистане электроэнергии расходуется на промышленный и сельскохозяйственный сектор экономики страны. В обоих секторах основными потребителями электроэнергии являются электроприводы переменного тока. Пик потребления электроэнергии указанных отраслей народного хозяйства был зафиксирован в 2012 г., тогда электропотребление составило 59%. В 2017 году потребление электроэнергии в сельскохозяйственном секторе страны составило более 27% от общего объема вырабатываемой электроэнергии. При этом основными потребителями электроэнергии являются электроприводы оросительных насосных станций (ОНС). Данные объекты оснащены нерегулируемыми электроприводами, при этом электромагнитная совместимость электрооборудования не учитывается. Такое состояние приводит к частым сбоям и авариям в насосных станциях, внеплановым отключениям электропитания и значительным финансовым затратам для их устранения. Электроприводы насосных станций включают в себя высоковольтные асинхронные и синхронные двигатели, для которых характерной особенностью является сложность протекания пусковых переходных процессов. Для бесперебойной работы электрооборудования ОНС

и повышения надежности энергосистемы, в первую очередь, необходимо учитывать характеристики пусковых режимов электроприводов насосных агрегатов, а также их влияние на другие насосные станции. В настоящее время внедряются системы плавного пуска для высоковольтных электродвигателей, однако, без детального обследования агрегатов и электроприводов ОНС данное мероприятие считается нецелесообразным.

В Согдийской области для водоснабжения сельского хозяйства городов и районов области используется более 110 насосных станций, питающихся на напряжении 6 и 10 кВ, и 86 станций - на напряжении 0,4 кВ. Системы электроснабжения насосных станций соединены между собой и создают единую энергосистему Согдийской области. Электропотребление насосных станций области составляет, в среднем, 500 - 600 МВт·час в год. Каждый запуск высоковольтных электродвигателей (ВЭД) данных станций приводит к провалам напряжения в питающей сети и негативно влияет на работу электроприводов соседних станций. Например, в 2018 году на насосных станциях Согдийской области было зафиксирована более 48 отключений, из них 38- по причине провала и отклонения напряжения в сети. Данное обстоятельство свидетельствует о недостаточной устойчивости энергосистемы и не учете электромагнитной совместимости потребителей. Для повышения бесперебойности работы системы электроснабжения ОНС и увеличения технического ресурса электрооборудования, необходимо исследование режимных параметров электродвигателя, его пусковых характеристик, нагрева обмоток и взаимного влияния электропривода и системы электроснабжения ОНС. Решение данных проблем является актуальной задачей.

2. Структура и объем диссертации

Текст диссертации изложен в полном объеме с соблюдением логической последовательности и написан грамотным техническим языком. Диссертация представлена на 192 страницах, содержит введение, 5 глав, заключение, 133 литературных источника, 7 приложений, 20 таблиц и 121 рисунок.

Во введении сформулированы актуальность темы исследования, цель и

задачи, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, методы исследования, приведены основные положения, выносимые на защиту, сведения об авторском вкладе и апробация результатов работы.

В первой главе детально описана структура ОНС первого подъема, представлены ее основные части и проведен анализ технологических процессов. Проведен анализ системы электроснабжения ОНС.

Во второй главе исследованы вопросы, связанные с энергетическим балансом насосных агрегатов и особенностями механических характеристик насосных агрегатов при наличии статического напора. Проведен сравнительный анализ способов регулирования производительности насосных агрегатов. Энергетический баланс показывает, что внедрение регулируемого электропривода с использованием преобразователей частоты целесообразно при наличии переменной нагрузки. Так как в ОНС первого подъема нагрузка, в значительной мере, постоянная, использование или внедрение регулируемого электропривода требует дополнительного обоснования.

В третьей главе разработаны компьютерные модели для исследования переходных процессов системы электроснабжения ОНС при прямых и плавных пусках асинхронных и синхронных электродвигателей насосных агрегатов. При разработке моделей системы электроснабжения и электроприводов ОНС представлено математическое описание основных элементов системы электроснабжения.

В четвертой главе исследованы возможности пуска ВЭД ОНС с помощью инвертора тока. Проведен анализ отличительных особенностей инвертора тока и выполнено моделирование характеристик инвертор тока. Разработана компьютерная модель общей системы электроснабжения ОНС с инвертором тока, а также модель для исследования нагрева обмоток электродвигателя и проводов линии электропередач ОНС при пусковых режимах.

В пятой главе рассмотрены основные вопросы повышения бесперебойности функционирования системы электроснабжения насосных станций при пусковых режимах работы электродвигателей. Представлен выбор

схемы замещения сетевого трансформатора и питающей энергосистемы, выполнен расчет параметров механических характеристик электродвигателей при остаточном напряжении на шинах источника питания, проведено исследование провалов напряжения при пуске асинхронных и синхронных двигателей. Проведен расчет провалов напряжения в системы электроснабжения ОНС. Для технико-экономического обоснования предложенного способа пуска ВЭД ОНС, проведены анализ рынка преобразовательных устройств для систем плавного пуска электродвигателей и анализ основных экономических показателей агропромышленного сектора Согдийской области. Проведен расчет срока окупаемости систем плавного пуска на основе инвертора тока. По полученным результатам исследования разработан перечень рекомендаций по повышению надежности функционирования системы электроснабжения ОНС.

В заключении сформулированы основные результаты, полученные при решении поставленных задач и обеспечившие достижение цели диссертационной работы. Анализ поставленных задач исследования, методов и алгоритмов их решения, свидетельствует о единстве структуры и содержания диссертационной работы.

3. Научная новизна и значимость результатов диссертационной работы

Научная новизна основных положений и результатов работы заключается в следующем:

3.1. Разработаны компьютерные модели асинхронного и синхронного электропривода, отличающиеся от известных моделей тем, что позволяют проводить комплексные исследования параметров электропривода при прямом и плавном пуске, включающих в себя фазные токи двигателя, скорость вращения его ротора, электромагнитный момент, а также нагрев обмоток и провалы напряжения.

3.2. Разработана компьютерная модель асинхронного и синхронного электропривода с инвертором тока, позволяющая проводить детальный анализ параметров электропривода при пуске с учётом внешних возмущений.

3.3. Разработаны компьютерные модели, с помощью которых возможно регулировать пусковые режимы электрооборудования - двигателей и насоса - при использовании инвертора тока и эффективно внедрять мероприятия по повышению бесперебойности работы системы электроснабжения ОНС. Данный способ пуска двигателей отличается от существующих минимальными значениями пусковых токов, строгим ограничением пусковых знакопеременных электромагнитных моментов электродвигателя и минимизацией провалов напряжения в сети, а также повышением устойчивости работы энергосистем, объединяющих ОНС.

4. Практическая значимость и реализация результатов работы

Использование предложенных выводов и рекомендаций способствует эффективному управлению электроприводов ОНС, минимизации провалов напряжения в сети, повышению бесперебойности работы энергосистемы, увеличению технического ресурса электродвигателей и электрооборудования ОНС в целом.

Результаты исследований приняты к использованию на ОНС АНС-1 Аштского района Республики Таджикистан, а также в СПП «Джавони» г. Худжанда и внедрены в учебный процесс на кафедре «Электроснабжение и Автоматика» Худжандского политехнического института Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими при подготовке бакалавров и магистров по направлению «Автоматизированный электропривод».

5. Соответствие содержания паспорту специальности

Содержание диссертации соответствует следующим пунктам Паспорта специальности 05.14.01 – Энергетические системы и комплексы:

пункт 1 «Разработка научных основ (подходов) исследования общих свойств и принципов функционирования и методов расчета, алгоритмов и программ выбора и оптимизации параметров, показателей качества и режимов работы энергетических систем, комплексов, энергетических установок на органическом и альтернативных топливах и возобновляемых видах энергии в

целом и их основного и вспомогательного оборудования»;

пункт 5 «Разработки и исследования в области энергосбережения и ресурсосбережения при производстве тепловой и электрической энергии, при транспортировке и использовании тепловой, электрической энергии и энергоносителей в энергетических системах, комплексах и системах энергоснабжения»;

пункт 9 «Разработка методов расчета и моделирования установившихся режимов, переходных процессов и устойчивости энергетических систем, комплексов, электрических станций и сетей, включая технико-экономическое обоснование технических решений, разработка методов управления режимами их работы».

6. Апробация и публикация результатов диссертационной работы

Результаты работы докладывались на международных научно-практических конференциях. По теме диссертации опубликовано 39 печатных работ в журналах и сборниках, в том числе 17 публикаций в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК при Президенте Республики Таджикистан, 7 статей в индексируемых международных базах данных SCOPUS и 15 публикаций в других изданиях и международных научных конференциях. Внедрение результатов исследования подтверждено 3 актами.

Автореферат диссертации и публикации полностью отражают содержание и научные результаты, полученные автором в работе.

7. Дискуссионные вопросы и замечания

7.1. В диссертации представлен значительный объем математического описания элементов системы электроснабжения ОНС. Поэтому, следовало бы, во введении диссертации, в перечне задач исследования добавить пункт **«анализ математических моделей элементов системы электроснабжения ОНС»**.

7.2. В работе показано, что частые неуправляемые прямые пуски насосных агрегатов негативно влияют на бесперебойность работы системы электроснабжения ОНС. Для устранения негативных последствий

предлагаются способы с применением современных устройств, таких, как устройств плавного пуска и инверторы тока. При этом следовало бы рассмотреть традиционные способы запуска насосных агрегатов с пониженным напряжением - с автотрансформаторами или с реакторами.

7.3. На рисунке 3.20 приведена компьютерная модель для исследования асинхронного электропривода при прямом пуске, однако, технические параметры самого двигателя не приведены. При этом технические параметры двигателя необходимы для достоверных оценок результатов моделирования.

7.4. В таблице 5.4 приведены технико-экономические показатели систем плавного пуска для синхронных двигателей большой мощности, которые показывают, что предлагаемые автором мероприятия по повышению бесперебойности работы системы электроснабжения ОНС требуют значительных финансовых затрат. Поэтому следовало бы рассмотреть источники привлечения инвестиционных ресурсов или другие механизмы по их реализации.

Высказанные замечания не снижают достоинств диссертационной работы Дадабаева Ш.Т., её основные положения достаточно полно раскрыты в автореферате и публикациях автора. Диссертация имеет логическую структуру, основные результаты исследований опубликованы.

8. Общее заключение

Диссертация Дадабаева Ш.Т. является самостоятельной, законченной научно-исследовательской работой, обоснованность и достоверность выводов основных научных положений и практических рекомендаций которой не вызывает сомнений. Тема диссертации актуальна. Диссертационная работа соответствует специальности 05.14.01 – Энергетические системы и комплексы. Основные результаты диссертации являются новыми. Решен ряд сложных научных задач по повышению бесперебойности работы системы электроснабжения.

В целом диссертация является завершенным научным исследованием, вносящим весомый вклад в Энергетику Республики Таджикистан.

Автореферат в полной мере отражает содержание и основные положения диссертационного исследования.

Представленные в диссертации результаты могут использоваться в дальнейших исследованиях по повышению бесперебойности работы системы электроснабжения ОНС, системы электроснабжения крупных промышленных объектов и т.д. Также результаты работы могут быть использованы учеными технических ВУЗов, где ведутся исследования схожей тематики. Результаты исследования также могут быть использованы при разработке учебных курсов «Математическое моделирование в энергетике и электротехнике», «Электрические машины», «Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах», «Надёжность в электроэнергетике».

На основании вышеизложенного можно заключить, что диссертация Дадабаева Шахбоза Толибджоновича соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по действующему «Положению о порядке присуждения ученых степеней», а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.01 – Энергетические системы и комплексы.

Отзыв на диссертацию и автореферат обсужден на заседании кафедры «Электрические станции» Института энергетики Таджикистан.

«13» 10 2023 г. протокол № 3



Начальник отдела по подготовки научно-педагогических кадров ИЭТ, к.т.н.

Д.С. Аминов

Подпись Д.С. Аминова заверяю
Начальник ОК и СР «ИЭТ»

З.А. Каримов