

## **АННОТАЦИЯ**

**Диссертационной работы Алмуратовой Нургуль Канаевны  
на тему: «Энергосберегающий электропривод центробежных насосов  
собственных нужд ТЭЦ»**

представленной на соискание степени доктора философии (PhD) по  
специальности 6D071800 – Электроэнергетика, Казахстан,  
Алматинский университет энергетики и связи

**Актуальность темы исследования.** Большое количество электрогенерирующих предприятий, построенных еще в советские времена, в настоящее время требуют значительной модернизации с целью повышения их энергоэффективности, особенно в части электроприводов собственных нужд электростанции.

Новая Программа энергосбережения, принятая на основе закона Республики Казахстан «Об энергосбережении и повышении энергоэффективности», от 13 января 2012 года определяла правовые, экономические и организационные основы деятельности в области энергосбережения и энергоэффективности. «Эффективное использование энергетических ресурсов» это достижение технически возможного и экономически оправданного уровня использования энергетических ресурсов.

Программа энергосбережения является частью общенационального плана по реализации ежегодных посланий Главы государства народу Казахстана, и устанавливает целевые показатели энергосбережения и повышения энергоэффективности экономики страны, намечает необходимые условия для осуществления государственных мер, направленных на обеспечение энергосбережения.

За время независимости республики Казахстан, основное оборудование действующих электростанции фактически не обновлялось, износ основного и вспомогательного оборудования в данный момент составляет по некоторым данным более 60%. Объем реконструктивных и ремонтных работ не достаточен, что является причиной роста разрыва между установленной и располагаемой мощностями.

Основные программные мероприятия энергоэффективности и энергосбережения в энергетике Республики формируются на базе технического перевооружения генерирующих мощностей. Предусматривают реализацию мероприятий на базе - изменения структуры энергетического баланса, использования прогрессивных и экологически чистых технологий сжигания угля и мазута, применения возобновляемых и нетрадиционных видов топлива и источников энергии, а также проведения комплекса мероприятий по оптимизации схем и режимов работ электрооборудования собственных нужд электрических станций и котельных, с внедрением регулируемого электропривода на механизмах с переменной нагрузкой. Исследования, проводимые кафедрой, по повышению энергоэффективности электроприводов механизмов собственных нужд ТЭС являются одним из основных разделов этих программных мероприятий РК.

В Республике Казахстан электроэнергия вырабатывается в общем шестьдесятю девятью электростанциями с разными формами собственников:

- общая установленная мощность - 19 798 МВт;

- общая располагаемая мощность - 15 765 МВт;

В основном генерирующие источники энергии работают:

- на угле - 74%;

- на природном газе - 11%;

- на жидком топливе - > 4%;

- гидроэлектростанции - 10%;

- на возобновляемых источниках энергии (ВИЭ) - < 1%.

Из них 40 электростанций являются ТЭЦ, осуществляющими комбинированную выработку электрической и тепловой энергии;

Территориально сфера электроэнергетики Казахстана условно разделена на три зоны – Северную, Южную и Западную.

В Северную зону входят Акмолинская, Восточно-Казахстанская, Карагандинская, Костанайская, Павлодарская и (с 2009 года) Актюбинская области, чьи энергосистемы объединены общей сетью, имеющей развитую связь с энергосистемой России. В связи с изменением структуры потребления по зонам Казахстана с вводом ВЛ 500 кВ «Житигара-Ульке» с февраля 2009 года Актюбинская область вошла в Северную зону;

В Южную зону входят Алматинская, Жамбылская, Кызылординская и Южно-Казахстанская области, чьи энергосистемы объединены общей электрической сетью, имеющей развитую связь с энергосистемами Кыргызстана и Узбекистана. В 1998 году Южная зона включена на параллельную работу с Северной зоной. Северная и Южная зоны соединены магистральной линией электропередачи (ЛЭП) напряжением 500 кВ

В Западную зону входят Атырауская, Западно-Казахстанская и Мангистауская области, чьи энергосистемы имеют электрическую связь с Россией. При этом Мангистауская, Атырауская и Западно-Казахстанская области объединены общей электрической сетью.

Тепловые электрические станции (ТЭС), в республике Казахстан, которые используют органическое топливо, можно классифицировать по значительному количеству признаков, основные и наиболее употребляемые из которых рассмотрены ниже.

*ТЭС по виду отпускаемой энергии.* Имеются так называемые КЭС (конденсационные электрические станции), которые отпускают внешним потребителям только электрическую энергию, и ТЭЦ (теплоэлектроцентрали), которые отпускают внешним потребителям электрическую и тепловую энергию (в виде горячей воды и пара). На КЭС устанавливаются паровые турбины конденсационного типа, т.е. оборудованные конденсаторами и не имеющие регулируемых отборов пара. Обычно, в бывшем СССР, таким электростанциям присваивались названия ГРЭС, т.е. государственная районная электрическая станция, (например, Экибастузская ГРЭС и др.

Все ТЭЦ условно можно подразделить на промышленные, т.е. отпускающие предприятиям пар для технологических нужд; отопительные с отпуском тепла, обычно в виде горячей воды для нужд отопления, вентиляции и горячего водоснабжения предприятий и населения, промышленно – отопительные, сочетающие в себе качество ТЭЦ - промышленного и отопительного типа.

На ТЭЦ, как правило, устанавливаются паровые турбины теплофикационного типа: с противодавлением, с регулируемыи отборами пара и конденсатором. Могут также устанавливаться и конденсационные турбины, для покрытия пиковых тепловых нагрузок. Применяются, установленные на ТЭЦ, пиковые водогрейные котлы, либо ТЭЦ работает совместно с районными котельными. Граница между КЭС и ТЭЦ достаточно условная.

Многие КЭС имеют в своём составе пускопиковые котельные, а от нерегулируемых отборов конденсационных турбин забирается пар в сетевые водонагреватели, т.е. КЭС может снабжать теплом близлежащие предприятия и посёлки, а также обеспечивать собственные нужды. Многие электростанции, первоначально построенные как типичные КЭС, в дальнейшем были реконструированы и стали теплоэлектроцентралями. Например, на Алматинской ГРЭС в шестидесятых годах было установлено четыре турбогенератора типа К-50-90.

*Различные виды топлива*, применяемые на тепловых электростанциях Казахстана, структура технологических схем станций и их компоновка оказывают существенное влияние на оснащение станций *механизмами собственных нужд* и, соответственно, на потребление электроэнергии их электроприводами. В основном в данных электроприводах применяют короткозамкнутые асинхронные электродвигатели с напряжением питания 6/10 кВ или 380В.

В отдельных случаях применяют электродвигатели постоянного тока (питатели сырого угля, пыли и др.). Соответственно формируются и сети собственных нужд. Наиболее мощные электроприводы подключаются к сети напряжением 6/10 кВ остальные к сети 380В.

При подключении к существующей сети станции регулируемых электроприводов, имеющих в своем составе полупроводниковые преобразователи, необходимо учитывать ряд факторов, связанных с особенностями работы этих устройств.

Регулирование режимов работы центробежных насосных агрегатов до настоящего времени осуществляется дросселированием (заслонки, задвижки и т.п.), перепуском, изменением количества задействованных насосов. Все эти способы являются заведомо энергозатратными. Современное развитие электротехнической и электронной промышленности позволяет использовать регулируемый по частоте вращения электропривод для обеспечения необходимых подачи и напора насосов любой мощности.

Работа мощных преобразователей может оказывать негативные влияния на показатели качества электроэнергии. В связи с этим,

применяемые преобразователи должны соответствовать требованиям электромагнитной совместимости с сетями электроснабжения.

Применение регулируемых электроприводов должно предусматривать бесперебойное питание их систем управления либо от собственного источника, входящего в состав поставляемого преобразователя, либо от шин постоянного тока станции, питаемых от аккумуляторных батарей. Поэтому структура электрических схем собственных нужд станций является немаловажным фактором, влияющим на выбор оборудования и определения технических требований к преобразователям при модернизации электроприводов конкретных механизмов.

Для выполнения поставленных в диссертации задач по энергосбережению в электроприводах собственных нужд (ЭСН), выбраны для практического исследования режимы работы и состояние ЭСН на действующих и наиболее типовых для РК Атырауской и Алматинской тепловых электростанциях.

**Целью диссертационной работы** является разработка и синтез объектно – ориентированного энергосберегающего ЧРП центробежных насосных агрегатов собственных нужд ТЭС. Указанная цель определила следующие **основные задачи** диссертационной работы:

- провести исследование режимов работы электроприводов СН, подлежащих совершенствованию и модернизации;
- провести сопоставительный анализ возможных систем регулируемого электропривода ЦН. Обосновать целесообразность ЧРП на СН ТЭС РК, как наиболее экономичного способа регулирования подачи и напора;
- определить рациональные схемы ЧРП для построения ПЧ с учетом существующего уровня развития силовой элементной базы;
- разработать системы ЧРП электропривода СН с учетом влияния центробежной нагрузки для конкретных механизмов;

**Общая методика исследований.** Поставленные задачи решены на основе теоретического и практического анализа работы насосных агрегатов СН с использованием фундаментальных положений теории автоматизированного электропривода, методов математического моделирования, численных методов решения задач управления и оптимизации энергоберегающих ЧРП.

Тема диссертации связана с государственной программой с приоритетным направлением развития науки **Энергетика**, подприоритет, **Теплоэлектроэнергетика** (повышение энергоэффективности действующих тепловых электростанций Казахстана), тема № 2428/ГФЗ «Повышение энергоэффективности действующих тепловых электростанций РК за счет энергосбережения в электроприводах собственных нужд станции» МОН РК. **Диссертация выполнена самостоятельно** и свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку, в области применения энергосберегающих технологий в электроприводах механизмов собственных нужд в действующих ТЭС РК.

**Обладает внутренним единством**, все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны; научные положения, полученные на основе практических исследований электроприводов СН на действующих электростанциях РК использованы для разработки энергосберегающих технологий и рекомендации в процессе модернизации ТЭС и соответствуют поставленным в диссертации целям и задачам. Предложенные новые решения аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями.

**Научная новизна проведенных исследований заключается в том, что впервые:**

- проведено детальное обследование режимов работы электроприводов СН ТЭС РК в процессе энергогенерирования

- на основании сопоставительного анализа, в качестве ПЧ, для АД ЦН конкретных электроприводов СН ТЭС РК, предложены системы, как наиболее экономичные и адаптированные к особенностям режимов работы и электроснабжения СН;

- разработаны математические и физические модели электропривода ЦН, позволяющие адекватно исследовать электромагнитные и электромеханические процессы в системе ПЧ-АД, определены оптимальные параметры регулирования систем;

- разработаны методика и алгоритмы расчета параметров элементов силовой схемы электроприводов, электромагнитных процессов и энергетических показателей - привода ЦН с учетом новой элементной базы ПЧ;

- предложены уточненные варианты математического выражения вентиляторной нагрузки на валу двигателя и взаимозависимостей параметров электропривода, насоса и трубопровода.

- разработаны рекомендации по использованию энергосберегающих режимов работы электроприводов с использованием ЧРП конкретных механизмов СН на ТЭС РК.

**Принцип достоверности** – результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий. Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности использования автоматизированного электропривода в энергосберегающих режимах доказаны и подтверждены экспериментальным исследованием, на физической модели и средствами математического моделирования.

**Практическая ценность диссертации** - в прикладном значении, полученные научные результаты, подтвержденные проведенными практическими и теоретическими исследованиями на действующих ТЭС РК имеют практическое и теоретическое значение, будут использованы при плановой модернизации электростанции РК. Рекомендации по использованию научных выводов диссертации переданы на Атыраускую ТЭС для практического использования.

**Научные результаты, положения, рекомендации и выводы** диссертации новые, будут использованы для энергосбережения в электроприводах СН с целью снижения стоимости электроэнергии на действующих электростанциях РК;

научно обоснованные технические, технологические, и экономические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие экономики страны, в области использования энергосберегающих режимов электроприводов СН ТЭС.

**Личный вклад соискателя состоит в:**

- в анализе и обобщении литературных данных;
- в проведении математического моделирования;
- в планировании, организации и проведении экспериментальных исследований, обработке и обобщении результатов;
- в разработке новейших технических рекомендации.

**Апробация результатов диссертации.** Материалы диссертации обсуждены и доложены на международных научно-технических и научно – практических конференциях: 9-ая Международная научно – техническая конференция «Энергетика, телекоммуникация и высшее образование в современных условиях» (Алматы 2014), «МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ, АСПИРАНТОВ И СТУДЕНТОВ» «Инновация – вектор для молодежи», посвященная 60-летнему юбилею Кыргызского государственного технического университета им. И.Раззакова (КР, г.Бишкек 2014), заочная Международная научно-практическая конференция «ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ», (РФ, г. Уфа 2014г), Международная научно-практическая конференция «Ауэзовские чтения – 12: «Роль регионального университета в развитии инновационных направлений науки, образования и культуры»» (г.Шымкент), IX Международная конференция по автоматизированному электроприводу АЭП – 2016 (РФ, Пермь 2016), ежегодная конференция докторантов, магистрантов и семинарах кафедры «Электропривод и автоматизация» Алматинского университета энергетики и связи.

**Публикации.** Основные научные результаты докторской диссертации опубликованы в 13 публикациях, в том числе 4 публикации в изданиях, рекомендованных ККСОН МОН РК, 2 публикации, входящих в информационную базу данных Scopus, в зарубежном журнале «International Journal of Pharmacy and Technology», в 5 международных научно-практических конференциях, 2 заключения о выдаче патента на полезную модель.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из содержания, нормативных ссылок, списка сокращений, введения, основной части из четырех глав и заключения. Объем диссертации составляет 131 страниц компьютерного набора, содержит 34 рисунка и 21 таблиц, список использованных источников и приложения.