В диссертационный совет Д 212.285.07
ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный
университет имени первого Президента
России Б.Н. Ельцина»

О Т З Ы В

официального оппонента на диссертационную работу
Татариновой Натальи Владимировны
«Математическое моделирование теплофикационных турбоустановок для решения задач повышения энергетической эффективности работы ТЭЦ»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.04.12 — Турбомашины и комбинированные турбоустановки

Общая характеристика работы

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, изложенных на 192 страницах, заключения, библиографического списка из 174 наименований, содержит 48 рисунков и 8 таблиц.

Актуальность темы исследования определяется тем, что для «выживания» ТЭЦ в современных рыночных условиях требуются конкурентные преимущества, реализовать которые позволили бы способы многовариантного моделирования различных режимов. Актуальными также являются моменты, связанные с тем, что на сегодняшний день практически отсутствуют математические модели паротурбинных установок, которые бы позволяли получать достоверные оценки энергетической эффективности их работы во всем диапазоне режимов, а не только близких к номинальным. В своей работе соискатель представила детальную проработку возможностей использования математических моделей при решении важных для практики эксплуатации паротурбинных установок ТЭЦ задач.

Введение и **1 глава** диссертации содержат аналитический обзор проблемы по литературным источникам, в котором представлена необходимая информация о существующих методах и моделях расчета отдельных ступеней, отсеков и турбоустановки в целом, выявлены проблемные области, требующие дополнительных исследований и доработки, выявлены причины невозможности использования тех или иных моделей для решения задач определенного класса. Описаны основные особенности турбин с теплофикационными отборами как сложного технического объекта моделирования в теплоэнергетике. Обоснован выбор универсальных характеристик, заложенных в собственные математические

Вх. № 05-1911-294
от 24.11.14 г.

модели. Автором обоснована актуальность проблемы и сформулированы задачи исследования.

Во второй главе определены приоритеты в совершенствовании методов математического моделирования применительно к расчету переменных режимов работы паротурбинных теплофикационных установок (ПТУ). Для достижения этих целей модернизирован существующий алгоритм и численный метод расчета нелинейной системы уравнений большой размерности. Определена целевая функция для оптимизационных исследований. Сформулированы основные требования к различным составляющим этой методики.

Также в главе представлены разработанные автором, в соответствии с методологией системного анализа, функциональные модели детального расчета паротурбинных теплофикационных установок (ПТУ) различных типов (Т-185/220-130, Т-180/210-130, Т-100/120-130, Т-50/60-130, ПТ-80/100-130/13, ПТ-60/75-130/13), описаны их элементы и возможности. Показано, что действующие в настоящее время нормы расчета (нормативных характеристики и диаграммы режимов) не в полной мере обеспечивают адекватные оценки технико-экономических показателей при проведении оптимизационных исследований.

В третьей главе приведены результаты исследований энергетической эффективности различных способов получения дополнительной мощности и организации работы ТЭЦ в неотопительный период по уточненным методикам расчета турбоустановок. Эти модели позволили выявить и проанализировать влияние наиболее значимых эксплуатационных факторов на экономичность работы ПТУ. Так, например, было показано, что при сегодняшних ценах на покупную электроэнергию и топливо выработка дополнительной мощности на тепловом потреблении экономически целесообразна в течение всех суток, т.е. в период, когда на ТЭЦ включены водогрейные котлы, турбины, работающие с закрытыми РД ЧНД, должны круглосуточно иметь максимально возможную нагрузку. В условиях, когда при включенных на ТЭЦ ПВК имеет место дефицит топлива, может быть получен значительный экономический эффект за счет перераспределения отпуска теплоты из отборов и соответствующей выработки электроэнергии между различными периодами суток. Обосновано, что режимы работы теплофикационных турбин в неотопительный период с двухступенчатым подогревом сетевой воды в верхнем и нижнем сетевых подогревателях при полностью открытых регулирующих диафрагмах ЧНД являются более эффективными по сравнению с традиционной эксплуатацией (одноступенчатый подогрев) и могут быть рекомендованы для применения на ТЭЦ.

Четвертая глава посвящена основным практическим результатам оптимизационных исследований. В главе сформулированы основные положения процесса распределения тепловой и электрической нагрузок между турбоагрегатами и оптимизации тепловой схемы в фактических условиях

эксплуатации. Результаты представлены в удобном для анализа и обобщения виде.

Предложенная автором методика позволяет значительно снизить ошибки, совершаемые на стадии получения и интерпретации результатов расчета совместно работающих ПТУ, особенно в области режимов, далекой от номинальных. Приведено описание результатов апробации на реальных объектах, которым стали ПТУ с теплофикационными турбинами Т-50-130 на ТЭЦ-4 и Т-185/220-130 , ПТ-80/100-130/13 на ТЭЦ-5 Кировской энергосистемы.

Пятая глава посвящена исследованию возможного влияния учета процессной влаги на технико-экономические показатели работы теплофикационных турбоустановок. В заключении этой главы сформулированы рекомендации, которые могут быть полезны для инженерной практики.

Ознакомление с диссертацией и публикациями автора позволяет сделать следующие выводы.

В диссертации Татариновой Н.В. получены **новые научные результаты**:

– предложены новые методики и модели расчета теплофикационных паротурбинных установок, основанные на использовании не применявшихся ранее математических и вычислительных методах, позволяющих упростить решение, сократить время и трудоемкость расчетов, снять некоторые допущения. Последнее привело к получению новых результатов, новому видению эксплуатации ТЭЦ, новым решениям.

– выявлены некоторые резервы повышения энергетической эффективности работы ТЭЦ и экономии топливно-энергетических ресурсов в результате получения дополнительной мощности и перевода турбоустановок с одноступенчатого на двухступенчатый подогрев сетевой воды в неотопительный период;

– усовершенствована методика нахождения оптимальных режимов работы ТЭЦ, выбраны критерии оценки оптимальности при переходе с одного режима на другой и тактические подходы к оптимизации распределения электрических и тепловых нагрузок между отдельными турбоустановками, ТЭЦ в целом и котельными;

– впервые обосновано большим объемом расчетных данных в наиболее характерных режимах работы малое влияние (около 1%) степени учета процессной влаги разного качества на энергетическую эффективность работы теплофикационной турбоустановки в целом и поставлен вопрос о целесообразности такого учета при проведении оптимизационных исследований.

Достоверность и обоснованность результатов обеспечивается применением современных методов численного анализа, современных информационных технологий, применением лицензионного программного

обеспечения, использованием опыта УТЗ, ВТИ и научно-производственной лаборатории "Повышение эффективности работы ТЭЦ" ВятГУ по способам расчета переменных режимов ПТУ.

Практическая значимость работы обусловлена тем, что результаты работы реализованы и используются при эксплуатации реальных объектов энергетики Кировской энергосистемы (есть соответствующая справка о внедрении). Разработанные математические модели турбоустановок также могут быть использованы для проведения диагностики и мониторинга состояния основного и вспомогательного оборудования; могут быть дополнены подробным расчетом любого элемента тепловой схемы и применяться для моделирования интересующих исследователя режимов и процессов; могут применяться в учебном процессе у студентов теплотехнической специальности.

Результаты работы реализованы на ТЭЦ-4 и ТЭЦ-5 Кировской энергосистемы при оптимизации работы нескольких ПТУ производства ЗАО «УТЗ».

Степень завершенности работы и качество ее оформления. В рамках поставленных задач выполнен достаточный объем исследований, что позволяет признать рассматриваемую диссертацию вполне завершенной научной работой. Качество ее оформления весьма хорошее, а изложение материала выполнено грамотно и ясно.

Диссертационная работа Татариновой Н.В. выполнена на современном научно-методическом уровне. Все основные результаты работы соответствуют современным представлениям и их следует признать правильными.

К работе имеются следующие замечания и вопросы:

1. Из работы не ясно, какие параметры можно варьировать в предлагаемой математической модели, приводя ее в соответствие с фактическим состоянием оборудования и как можно изменять расчетную тепловую схему?
2. Каково значение реальной экономии топливно-энергетических ресурсов на ТЭЦ, которые стали объектами апробации результатов работы?
3. При сравнении базовых и сравниваемых переменных режимов не достаточно детально, на мой взгляд, раскрыты условия сравнения для каждого случая или условия расчета тепловой схемы. Неясно, влияет ли (и если влияет, то как) характер тепловой схемы, параметры конденсатора, системы регенерации и т.п. на результаты сравнения и обобщения технико-экономических показателей.

Указанные замечания не снижают положительного впечатления от представленной диссертационной работы Татариновой Н.В., написанной хорошим техническим языком и хорошо иллюстрированной.

Представленная работа соответствует паспорту специальности 05.04.12 – Турбомашины и комбинированные турбоустановки. Автореферат полностью отражает содержание диссертации. Все основные положения диссертации опубликованы в центральной печати, в том числе в трех публикациях в изданиях, рекомендуемых ВАК, и апробированы на ряде научно-технических конференциях всероссийского уровня.

Заключение

Считаю, что научно-квалификационная работа Татариновой Н.В. полностью соответствует требованиям ВАК Министерства образования и науки РФ (п.9 Положения о присуждении ученых степеней), предъявляемым к кандидатским диссертациям с точки зрения актуальности, новизны и практической значимости полученных результатов, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.04.12 – Турбомашины и комбинированные турбоустановки за вклад в решение проблем, связанных с математическим моделированием теплофикационных паротурбинных установок.

Официальный оппонент,
главный конструктор СКБт
ЗАО «Уральский турбинный завод»,
кандидат технических наук

Алексей Юрьевич Култышев
19.11.2014 г.

Подпись официального оппонента заверяю

Адрес:
620017, г. Екатеринбург, ул. Фронтовых бригад, д.18, ЗАО «Уральский турбинный завод»
Телефон: 8(343)3001386, тел. секретаря 8(343)3001387,
e-mail: skbt@utz.ru