

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель генерального директора,
научный руководитель ОАО «ВТИ»,
доктор технических наук



А.Г. Тумановский

«26» ноября 2014 г.

О Т З Ы В

ведущей организации ОАО «Всероссийский теплотехнический научно-исследовательский институт» 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.

Диссертационная работа Татариновой Н.В. состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературных источников (174 наименования). Объем диссертации – 192 стр., 48 рис., 8 таблиц.

Представленная диссертационная работа имеет своей целью разработку теоретико-методологических основ и механизмов реализации математического моделирования применительно к расчету переменных режимов работы теплофикационных паротурбинных установок, использование которых позволит повысить достоверность оценки эффективности различных способов эксплуатации и определить резервы экономии топливно-энергетических ресурсов ТЭЦ. Повышение технико-экономических показателей работы тепловых электростанций в современных условиях является актуальной задачей энергетики.

Основное внимание в работе уделено анализу критериев и теоретических подходов к методам расчета, учитывающих специфику переменных режимов работы теплофикационных турбоустановок, и

исследованию на математических моделях конкретных технических решений по рациональной их эксплуатации.

Использование таких мероприятий позволит обеспечить повышение энергетической эффективности работы ТЭЦ в переменной части графиков тепловой и электрической нагрузок и выработке дополнительной электрической мощности на тепловом потреблении. Это предъявляет повышенные требования к маневренности теплофикационных турбоустановок при поддержании технико-экономических показателей турбоустановок и ТЭЦ в целом на приемлемом уровне. Возникающие в этих условиях задачи и их решение исследованы в работе соискателя.

Научная новизна результатов диссертационной работы.

1. Определены основные задачи развития метода математического моделирования теплофикационных турбоустановок и представлена классификация существующих моделей теплофикационных турбоустановок, представляющая область научных исследований автора.

2. Модифицирован вычислительный метод решения системы нелинейных уравнений большой размерности и разработаны математические модели наиболее распространенных на действующих ТЭЦ типов теплофикационных турбоустановок (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), используя которые можно дать теоретическое обоснование предлагаемых мероприятий по эксплуатации ТЭЦ, позволяющих повысить её эффективность.

3. Введен показатель $q_{\text{доп}}$ (и предложена формула его расчета) удельного изменения расхода теплоты, т.е. оценки энергетической эффективности того или иного изменения режима работы турбины, позволяющий адекватно производить сравнение эффективности турбин различных типов.

4. Показаны преимущества использования разработанных математических моделей перед типовыми нормативными характеристиками при оценке и решении оптимизационных задач за счёт использования реальных энергетических характеристик частей и цилиндров низкого

давления с учетом вентиляционного расхода пара, что позволило повысить достоверность оценки энергетической эффективности переменных режимов работы ТЭЦ.

5. В сравнительном расчете наглядно продемонстрирована энергетическая эффективность получения дополнительной мощности на ТЭЦ и целесообразность перевода турбоустановок с одноступенчатого на двухступенчатый подогрев сетевой воды в неотапительный период. По результатам расчетно-экспериментальных исследований выявлено влияние отдельных элементов тепловой схемы, начальных условий и режима эксплуатации на конечную эффективность работы турбоустановок.

6. Выбраны критерии оценки оптимальности при изменении режима работы и обоснованы с использованием метода математического моделирования практические подходы к оптимизации распределения электрических и тепловых нагрузок между отдельными турбоустановками, ТЭЦ в целом и котельными.

7. В работе получили развитие вопросы, касающиеся влияния процессной влаги на показатели энергетической эффективности работы теплофикационной турбоустановки и подтверждена целесообразность её учета при проведении оптимизационных исследований.

Ценным научным результатом работы является также реализация нового комплексного подхода к обоснованию технологических и технических мероприятий по совершенствованию режимов работы теплофикационных паротурбинных установок.

Значимость результатов исследования заключается и в том, что отдельные теоретические результаты являются определенным вкладом в общую теорию таких наук, как теория турбомашин и моделирование теплоэнергетических систем и представляют методологическую основу для создания моделей турбоустановок других типов. Разработанные математические модели могут быть использованы при прогнозировании показателей режимов работы оборудования на электростанциях, при диагностике и мониторинге текущего состояния теплоэнергетического

оборудования, в процессе совершенствования и модернизации тепловой схемы турбоустановок в целом, а также оптимизации режимов работы ТЭЦ. Выводы и результаты, полученные диссертантом, обоснованы и достоверны, так как опираются на существующую теоретико-методологическую и научно-техническую базу и подтверждены совпадением с результатами промышленных испытаний.

Практическая значимость результатов работы заключается в том, что реализованный метод математического моделирования в виде разработанных программ расчета теплофикационных турбоустановок в целом в широком диапазоне режимов работы, а также выводы и рекомендации, полученные в ходе детальных расчетных исследований на их основе, могут быть использованы в работе энергосистем с целью повышения коммерческой и энергетической эффективности ТЭЦ (за счет повышения эффективности топливоиспользования). При этом правильный выбор последовательности загрузки турбоустановок различных типов позволяет снизить удельный расход топлива на отпуск электроэнергии для большинства реальных режимов ТЭЦ примерно на 3-5%. Отдельные положения работы используются в учебном процессе в ВятГУ по дисциплинам «Тепловые электрические станции» и «Оптимизация режимов работы энергетических установок».

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации. Результаты диссертации могут быть использованы на ТЭЦ, а также при продолжении работ в направлении дальнейшего поиска наиболее эффективных способов эксплуатации теплофикационных паротурбинных установок и совершенствования метода математического моделирования и для диагностики и мониторинга теплоэнергетического оборудования.

Практически весь материал диссертационной работы опубликован в печати (всего 28 печатных работ, в том числе, три статьи в ведущих научных рецензируемых журналах, определенных ВАК), а также в докладах на научно-технических и практических конференциях РФ. В

автореферате полностью отражены содержание и выводы диссертационной работы. Диссертационная работа и автореферат хорошо оформлены, материал изложен достаточно ясно.

Замечания по работе.

1. Как недостаток отмечаем, что в работе не в полной мере нашел отражение вопрос современных тенденций в поиске и оценке оптимального распределения тепловой и электрической нагрузок и модернизации тепловой схемы.

2. В диссертационной работе постоянно идёт ссылка на ТЭЦ Кировской энергосистемы. Естественно возникает вопрос о возможности и целесообразности применения и сравнения предлагаемых решений на ТЭЦ других регионов.

3. Было бы желательным проведение дополнительных экспериментальных исследований по сопоставлению результатов, получаемых на фактически работающих турбоустановках и математических моделях в условиях переменных режимах работы.

Указанные замечания не снижают научной и практической значимости диссертационной работы в целом.

Заключение. Диссертация Н.В. Татариновой представляет собой законченную научно-исследовательскую работу на актуальную тему, в которой на основании выполненных автором исследований содержится решение важной с научной и практической точек зрения задачи по созданию научных основ и инструментов математического моделирования и их использования для повышения энергетической эффективности работы ТЭЦ.

В целом, по объему и научному уровню, актуальности и новизне полученных результатов, их научной и практической значимости диссертационная работа полностью отвечает требованиям и критериям Высшей Аттестационной Комиссии Российской Федерации,

предъявляемым к кандидатским диссертациям, установленным "Положением о порядке присуждения ученых степеней", а ее автор, Татарина Наталья Владимировна, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.04.12 – Турбомашин и комбинированные турбоустановки.

Диссертационная работа и отзыв на нее обсуждены на заседании НТС отделения турбинных установок (протокол № 11 от 19.11.2014 г.).

Председатель НТС,
Заместитель заведующий отделением
турбинных установок, к.т.н.

 Н.В. Иванов

Иванов Николай Васильевич, заместитель заведующего отделением турбинных установок (ОТУ), ОАО «Всероссийский теплотехнический институт» (ВТИ),
адрес: 115280, г.Москва, ул. Автозаводская, д. 14/23,
телефон: (495) 675-09-20, (499) 682-92-61,
e-mail: vti@vti.ru