



## ВКЛАД НПО ЦКТИ В РЕШЕНИЕ ВОПРОСОВ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ЭНЕРГЕТИКИ

**Д.т.н. Михайлов В.Е.**  
(Генеральный директор ОАО "НПО ЦКТИ")



Надежность и безопасность энергетики – это, прежде всего, высокотехнологичное энергооборудование и качественный уровень его эксплуатации.

НПО ЦКТИ вот уже 85 лет успешно работает в области научно-технического обеспечения отечественного энергомашиностроения, разработки и внедрения новых технологий и инновационных продуктов применительно к тепловым, атомным, гидравлическим электростанциям, объектам промышленной и коммунальной энергетики.

Предприятие отличает:

- высокая техническая и кадровая оснащенность (уникальная стендовая база, экспериментальная теплоэлектроцентраль, как источник энергоснабжения последней; кадровый состав высокой квалификации и широкого спектра видов знаний, что обеспечивает возможность комплексного решения проблемных вопросов и возможность диверсификации бизнеса, численность сотрудников около 1000 человек, из них – 84 доктора и кандидата наук, более 500 специалистов и ИТР);

- мощные информационные ресурсы (научно-техническая библиотека, насчитывающая около 400 тыс. единиц хранения; фонд научно-технической документации (НТД), который включает полный фонд отраслевой НТД, международные и государственные стандарты, применяемые в машиностроении, стандарты предприятия, информационные указатели стандартов (ИУС), каталоги и другие документы; фонд патентов, содержащий описание изобретений России и ведущих зарубежных стран; электронный технический архив отчетной научно-технической документации; программа «Кодекс», содержащая базу данных нормативных и справочных материалов в области технического регулирования и другую научно-техническую информацию;

программа «Гарант», содержащая базу данных информационно-правовой системы, которая ежедневно актуализируется и дополняется);

- опыт создания и освоения головных энергетических блоков, совершенствования оборудования на действующих электростанциях и промышленных объектах;

- полноценное обеспечение проводимых работ нормативными и распорядительными документами (включая лицензии, сертификаты, свидетельства о вхождении в СРО НП («Союзатомпроект», «Союзатомстрой», «Энергоэксперт», «Центр энергоаудита»);

- современный уровень функционирования системы менеджмента качества (СМК): в полном соответствии с требованиями международного стандарта ИСО 9001-2008 и национального стандарта ГОСТ Р ИСО 9001-2008.

Компетенции НПО ЦКТИ позволяют решать самые сложные проблемы обеспечения надежности и безопасности в ходе разработки, освоения и внедрения инновационных конструкций и технологий, технического диагностирования, экспертизы безопасности, определения и продления ресурса, энергоаудита, сертификационных испытаний, модернизации и технического перевооружения. Предприятие активно работает в области приоритетных направлений развития отечественной энергетики, в том числе в рамках госконтрактов.

К инновационным разработкам НПО ЦКТИ относятся:

- выполнение комплекса НИОКР по созданию энергооборудования пылеугольного блока на суперсверхкритические параметры (ССКП);

- создание котельных установок с циркулирующим кипящим слоем (ЦКС);

- в области парогазовых технологий: ПГУ с внутрицикловой газификацией топлива, ускорение реконструкции паротурбинных блоков по



парогазовым схемам на основе типовых проектных решений;

- разработка высокоэффективного теплообменного оборудования для ТЭС и АЭС;

- оптимизация тепловых схем ПГУ, паросиловых энергоблоков и т.д.;

- создание гидротурбин нового поколения с расширенным диапазоном надёжной работы, в том числе и гидротурбины с переменной частотой вращения;

- в рамках программы «АЭС-2006 – АЭС-2009» создание оборудования для энергоблоков АЭС с новым уровнем параметров (вертикальных парогенераторов, сепараторов-пароперегревателей, проточных частей паровых турбин с новыми рабочими лопатками последних ступеней ЦНД, теплообменного оборудования системы регенерации, насосного оборудования, арматуры и др.);

- работы по модернизации сепарационной части СПП-500-1 и пароперегревателей на Ленинградской, Курской и Смоленской АЭС;

- разработка оборудования для надежного транспортирования и хранения отработавшего ядерного топлива и радиоактивных отходов (работы по созданию сухого хранилища, разработка новых контейнеров);

- разработка проектов АЭС с реактором ВВЭР-ТОИ и реакторами на быстрых нейтронах, создание технологий замыкания ядерного топливного цикла;

- создание новых видов энерготехнологического и утилизационного оборудования для различных отраслей промышленности;

- проведение энергоаудита крупных энергетических объектов, совершенствование технологических процессов и режимов эксплуатации тепломеханического оборудования;

- выполнение работ на электростанциях по энергетическому и техническому обследованию с разработкой мероприятий по повышению их эффективности, продлению ресурса и обеспечению промышленной безопасности;

- разработка нормативных документов для обеспечения высокого уровня энергетического оборудования.

Доля инновационных разработок в составе выполненных НПО ЦКТИ работ в 2011 г. достигла 55% в стоимостном выражении от общего объема НИОКР.

Медиахолдинг «Эксперт» по итогам 2010 г. провел анализ информации по инновационным проектам, полученной от ряда крупнейших компаний России. С учетом определенных критериев в итоговом списке осталось 50 проектов от 33 компаний. Как наиболее значимые в области энергетики, в список попали и инновационные разработки НПО ЦКТИ:

- циркуляционный насос с гидротурбинным приводом для ТЭС и АЭС (разработка НПО ЦКТИ);

- ГТЭ-65 – энергетическая газовая турбина мощностью 65 МВт для использования в парогазовом блоке (разработка Филиала «Ленинградский Металлический Завод» ОАО «Силовые машины», комплекс НИОКР выполнен НПО ЦКТИ).

Следует отметить, что НПО ЦКТИ было отмечено в Бюллетене «Инновационные тренды Института общественного проектирования» (№ 14 от 11.01.2012 г.) как элемент инновационной системы современной России.

В статьях, опубликованных в данном номере журнала, отражены некоторые результаты работ НПО ЦКТИ, относящихся к блоку общих вопросов надежности и безопасности энергетики и блоку генерации электроэнергии и тепла.

1. Большой объем работ выполняется на электростанциях по энергетическому и техническому обследованию с разработкой мероприятий по повышению их эффективности, продлению ресурса и обеспечению промышленной безопасности.

НПО ЦКТИ – общепризнанный центр научно-технических разработок по обеспечению комплексных проблем прочности и долговечности. Накоплен большой опыт, создан комплекс нормативной документации, разработана система нормативных и экспертных критериев безопасности. Для проведения расчетов используются двух- и трехмерные конечно-элементные модели.

Накоплен банк данных НПО ЦКТИ по повреждаемости, дефектам и авариям в условиях эксплуатации, характеристикам металла и сварных соединений, расчетам и испытаниям на конструктивную прочность.

Имеется уникальная экспериментальная база (парк испытательных машин с усилием 5 – 100, 300, 1500 и 8000 тс, гидростендом с максимальным давлением 6000 кгс/см<sup>2</sup> и бронеканерой для испытаний сосудов, корпусов реакторов, барабанов котлов до разрушения).

Выполнены работы для обоснования продления ресурса оборудования Белоярской, Билибинской, Кольской, Курской, Ленинградской и Смоленской АЭС. Проведена большая работа по расчету оборудования на прочность для строящихся АЭС в Китае – Тяньваньской, в Индии – Куданкулам, в Иране – Бушер.

Специалистами НПО ЦКТИ накоплен значительный опыт проведения работ по оценке технического состояния и продлению срока службы паровых турбин как АЭС, так и ТЭС. Выполнено обследование более 100 турбин производства ЛМЗ, ТМЗ, ХТГЗ на различных электростанциях России, ближнего и дальнего зарубежья.

В одной из статей данного номера журнала рассматриваются основные этапы проведения работ по обследованию технического состояния и продлению сроков службы основных элементов турбин АЭС на примере турбины

К-500-65/3000 Ленинградской АЭС. Работы проводились с участием сотрудников ЛАЭС, ЗАО «ЛАЭСЭнергоремонт» и ОАО «ЦНИИТМАШ».

Показано, что существующая система эксплуатации, технического обслуживания, ремонта и модернизации оборудования, входящего в состав турбоустановок, соответствует требованиям нормативной документации и обеспечивает поддержание необходимых показателей надежности в процессе эксплуатации, что недопустимых повреждений, дефектов и трещин, препятствующих дальнейшей эксплуатации, не обнаружено и возможно дальнейшее продление индивидуального ресурса турбоагрегатов К-500-65/3000 ст. №№ 1÷8 Ленинградской АЭС.

2. Разработана концепция конструктивного профиля турбоагрегата нового поколения мощностью 600 – 900 МВт на суперсверхкритические параметры пара 30 МПа, 600/620°C (ССКПП). В проекте учтены конструктивные разработки отечественных и зарубежных производителей, направленные на увеличение экономичности, надежности и увеличение ресурса.

Показано, что турбоустановка может быть реализована из освоенных материалов (в частности, высокохромистых сталей, находящихся в производстве отечественных заводов) по конструктивной схеме ЦВД+ЦСД+1(2)ЦНД с принудительным охлаждением высокотемпературных зон цилиндров ВД и СД и цилиндром низкого давления с длиной лопаток последних ступеней 1200 мм. В то же время, целесообразна разработка нового ЦНД с длинами лопаток последних ступеней 1300 – 1400 мм.

3. Разработанные в ОАО «НПО ЦКТИ» системы охлаждения первых ступеней роторов ЦВД и ЦСД паровых турбин обеспечивают продление срока службы не менее чем в 1,5 – 2,5 раза сверх установленного в настоящее время паркового ресурса, кроме того, повышается надежность и маневренность за счет существенного уменьшения повреждаемости от малоциклового усталости и ползучести. Системы применяются более двадцати лет и успешно работают приблизительно на 50 турбинах мощностью 200, 250, 300, 500, 800 МВт производства ЛМЗ, ХТГЗ и УТМЗ.

В статье на эту тему предложена расчетная методика обоснования эффективности работы системы охлаждения двухпоточного ротора ЦСД мощных паровых турбин. На примере турбины К-800-240 ЛМЗ показано, что предложенная первоначально конструкция системы охлаждения центральной части ротора требует определенного конструктивного усовершенствования для того, чтобы обеспечить надежное охлаждение при перекосе давлений между потоками. Методика позволяет учесть влияние возможных перетечек горячего пара из одного потока в другой из-за разницы давлений. С помощью систе-

мы охлаждения температура металла центральной части двухпоточного ротора понижается на 70°C при расходе охлаждающего пара около 2,1 кг/сек.

4. В статье, посвященной повышению надежности турбины ГТЭ-45 Якутской ГРЭС, показаны результаты отработки конструкционной надежности рабочих лопаток первой ступени, при этом все расчетные исследования проводились с помощью многофункционального конечно-элементного расчетного комплекса ANSYS, являющегося общепризнанным стандартным инструментом расчетного анализа на ведущих предприятиях в области энергомашиностроения. Разработанные пространственные конечно-элементные модели конструкции лопатки позволили провести детальное моделирование напряженно-деформированного состояния конструкции во всех критических зонах лопатки и диска. По результатам выполненных многовариантных расчетных исследований проведен обоснованный выбор оптимальной конструкции рабочей лопатки, обеспечивший существенное повышение ее надежности.

5. Значительный вклад НПО ЦКТИ в решение проблем надежности связан с реализацией инновационной технологии – гидротурбинного привода насосов в энергоустановках ТЭС и АЭС.

НПО ЦКТИ впервые в мировой практике энергомашиностроения разработана серия насосных агрегатов с гидротурбинным приводом.

Высокая эксплуатационная надежность гидротурбонасосов обусловлена их конструктивной схемой и качеством изготовления. Гидротурбонасосы, являясь по конструкции герметичными, с единым валом насоса и привода, без подшипников, работающих на масляной смазке, обладают повышенной надежностью, подтвержденной длительным опытом эксплуатации.

Насосы типа КГТН, разработанные и поставленные НПО ЦКТИ на АЭС, успешно работают на атомных электростанциях Украины (Ровенская АЭС, Хмельницкая АЭС, Южно-Украинская АЭС), России (Калининская АЭС), Китая (Тяньваньская АЭС).

Более чем двадцатилетний опыт эксплуатации насосов с гидротурбинным приводом полностью подтверждает высокую эксплуатационную надежность созданного оборудования.

6. Одним из важных аспектов надежности и безопасности является регулирование работы гидравлических систем. НПО ЦКТИ разработана методика расчета пропускной характеристики регулирующего клапана, которая позволяет на стадии проектирования гидравлической системы рассчитывать пропускную характеристику регулирующего органа для обеспечения требуемого качества регулирования и, как следствие, избежать возникновения проблем при регулировании параметров технологических систем.



7. В рамках задач, определенных Федеральным законом №28-ФЗ "Об энергосбережении", обобщен опыт проведения энергетического обследования энергогенерирующих и энергопотребляющих производств и объектов. Даны рекомендации по основным направлениям повышения энергетической эффективности. Показано, что состояние энергогенерирующего оборудования на многих объектах таково, что не только эффективность использования топлива не соответствует современному уровню, но и становится проблематичным обеспечение необходимой надежности работы.

Также освещена тема модернизации водогрейных котлов типа ПТВМ. Многие эксплуатируемые котлы типа ПТВМ на сегодняшний день выработали свой ресурс и не соответствуют современным техническим и экологическим требованиям.

Предложен ряд мероприятий для повышения эффективности работы котла, включая улучшение экологических показателей, а также повышение надежности и ремонтпригодности

котлоагрегата в целом, что крайне актуально и необходимо в свете задач, определенных программами энергосбережения.

В заключение изложенного следует отметить, что благодаря стратегически верной технической и финансовой политике предприятия на протяжении последних лет НПО ЦКТИ демонстрирует устойчивую положительную динамику основных экономических показателей. Не случайно, что НПО ЦКТИ заняло 52 позицию в рейтинге 100 крупнейших открытых компаний Северо-Западного Федерального округа по динамике роста, опубликованном в приложении «Business Guide» (Инновации) к газете "Коммерсантъ" 30.06.2011 г.

Хочется выразить уверенность, что наши разработки и достижения будут содействовать решению задач реформирования в энергетике и энергомашиностроении в соответствии с Энергетической стратегией России на период до 2030 г. и со стратегией развития энергомашиностроения РФ на 2010 – 2020 гг. и на перспективу до 2030 г.

