

## Творческое сотрудничество харьковских турбостроителей с учеными НТУ «ХПИ»

#9-10 от 14.04.2005

Левченко Евгений Владимирович, главный конструктор паровых и газовых турбин ОАО «Турбоатом». кандидат технических наук.



Принятое в начале 1929 года решение о сооружении в Харькове крупного завода по производству турбин, генераторов и другого энергетического оборудования для тепловых электростанций выдвинуло в число первоочередных народнохозяйственных задач вопросы подготовки соответствующих инженерно-технических кадров высшей квалификации, а также развертывания в Украине научно-исследовательских работ в области турбиностроения. Сооружаемый Харьковский турбогенераторный завод – ХТГЗ (ныне ОАО «Турбоатом») должен был быть оснащен первоклассным оборудованием, стать предприятием передовой технологии и высокой культуры производства и быть способным, с момента ввода в эксплуатацию, выпускать крупнейшие на то время турбины и генераторы 50 и 200 тыс. кВт. Одним из первых в республике откликнулся на решение проблем подготовки кадров профессорско-преподавательский коллектив Харьковского механико-машиностроительного института (ныне НТУ «Харьковский политехнический институт») во главе с крупным ученым, педагогом и организатором профессором Владимиром Матвеевичем Маковским, основав в 1930 году кафедру турбиностроения и парогазотурбинную лабораторию. В этом же году был осуществлен и первый прием студентов в институт на специальность «Турбиностроение». Организационные мероприятия, проведенные в ХММИ, обеспечили формирование коллектива завода высококвалифицированными инженерами-турбинистами. Новизна и сложность производства турбин и генераторов обусловили высокие требования, предъявляемые к инженерно-техническим работникам завода. Особую трудность

представляла подготовка специалистов в области турбиностроения, которая делала в стране первые шаги. До 1941 года институт подготовил 224 инженера-турбостроителя. Почти все они были направлены на Харьковский турбогенераторный завод. Вскоре многие из них были выдвинуты на ответственные руководящие должности. Так, инженер-турбинист 1933 года выпуска Д.М. Ляндрес был назначен заместителем Главного конструктора завода, а выпускники института 1934 года А.М. Корниенко и Б.М. Паншин – соответственно начальником турбинного производства завода и руководителем конструкторского бюро паровых турбин.

Все последующие годы сотрудничество кафедры с турбинным заводом укреплялось и расширялось. Ежегодно институт около 25 % выпускников кафедры направляет на Турбогенераторный завод. Талантливые работники завода приглашаются на преподавательскую и научную работу в институт. Доцент кафедры турбиностроения Яков Исидорович Шнеэ руководил конструкторским бюро на заводе.

Под руководством профессора В.М. Маковского сотрудники кафедры и парогазотурбинной лаборатории с привлечением студентов старших курсов создали проект газовой турбины мощностью 1000 л. с. на начальную температуру газа 800°С для работы на газе подземной газификации углей. По выполненному проекту турбина была изготовлена на ХТГЗ, установлена и пущена на полную мощность в Горловке на шахте подземной газификации. В июне 1935 года на ХТГЗ была выпущена первая турбина мощностью 50 тыс. кВт на частоту вращения 1500 об/мин, которая была установлена на Зуевской электростанции. В конструкторском бюро завода разрабатывались рабочие чертежи турбины мощностью 100 тыс. кВт на 1500 об/мин и технические проекты турбин 50 и 100 тыс. кВт с частотой вращения 3000 об/мин на высокие параметры пара.

Выпуск в середине 30-х годов прошлого столетия турбин мощностью 50 и 100 тыс. кВт явился крупным техническим достижением харьковских турбостроителей, что в большой степени оказалось возможным благодаря своевременной подготовке высококвалифицированных инженерно-технических кадров кафедрой турбиностроения и непосредственному участию специалистов института в решении целого ряда сложных технических задач, возникавших при проектировании и изготовлении турбин.

После 1945 года специалисты Харьковского турбинного завода, приступили к решению проблем, связанных с созданием новых для отечественной и мировой практики высокоэкономичных и надежных паровых турбин на высокие, повышенные и сверхкритические параметры с промежуточным перегревом пара мощностью 150, 300 и 500 МВт, а также турбин для атомных электростанций, работающих на сухом насыщенном паре. Для решения указанных проблем на Харьковском турбинном заводе в начале 50-х годов было начато сооружение уникального исследовательского центра, в состав которого вошли лаборатории газодинамики, крупномасштабных экспериментальных паровых турбин, статической и динамической прочности, теплообмена, опорных и упорных подшипников, уплотнений, систем регулирования и др. Расширяется и научно-исследовательская лаборатория кафедры турбиностроения ХПИ.

Выполненные на стендах указанных лабораторий работы имели важное научное и

практическое значение. На основании их результатов специалистами завода в тесном сотрудничестве с учеными кафедры были выработаны конкретные рекомендации практически по всем ответственным узлам проектирования турбоагрегатов.

Среди важнейших проблем, возникающих при разработке конденсационных паровых турбин большой единичной мощности для ТЭС и АЭС, явилось создание последней ступени цилиндра низкого давления. От качества решения стоящих задач зависели надежность, экономичность и эрозионная стойкость ступени, а также и создание турбины в целом.

В результате проведения большого объема теоретических, конструкторских, расчетных и исследовательских работ, выполненных Харьковским турбинным заводом и кафедрой турбиностроения ХПИ в тесном сотрудничестве со специалистами ИПМАШ, ЦКТИ, ВТИ, МЭИ и др., были выработаны принципы проектирования последней ступени ЦНД, обеспечивающие ее надежность и экономичность в широком диапазоне объемных расходов.

Масштабность стоящих задач, их чрезвычайная важность и сложность предопределили необходимость проведения уникальных натурных испытаний последних ступеней ЦНД на Приднепровской и Змиевской ТЭС. На Змиевской ТЭС специалистами завода, кафедры и отраслевых институтов было выполнено комплексное исследование последней ступени цилиндра низкого давления с длиной рабочей лопатки 1030 мм.

Без преувеличения можно отметить, что создание последних ступеней ЦНД с длиной рабочей лопатки 1030 мм для турбин с частотой вращения 3000 об/мин и длиной 1450 мм для турбин с частотой вращения 1500 об/мин, совместно с работами по усовершенствованию выхлопных патрубков и оптимизации обводов проточной части создали определенный этап в развитии отечественного турбиностроения. Последние ступени с рабочей лопаткой длиной 1030 мм внедрены на турбинах мощностью 310, 320, 325 и 500 МВт для ТЭС и мощностью 220, 240, 500 и 750 МВт для АЭС с частотой вращения 3000 об/мин; с лопаткой 1450 мм – в турбинах мощностью 500, 1000 и 1100 МВт для АЭС с частотой вращения 1500 об/мин. К настоящему времени рабочие лопатки длиной 1030 мм имеют 30-летнюю наработку, а длиной 1450 мм – 25 лет. За весь этот период не было ни одного случая отказа этих ступеней. Помимо высокой экономичности, надежности и эрозионной стойкости ступени также характеризуются устойчивой работой при пониженных нагрузках.

Больших успехов достигла кафедра в разработке методов оптимизации газодинамических процессов в проточных частях турбин. Так, совместно с Харьковским турбинным заводом созданы, вошедшие в ГОСТ, новые высокоэкономичные профили направляющих лопаток с увеличенным моментом сопротивления и удлиненной входной частью профиля. Это позволило снизить потери в соплах за счет конфузорности канала на входе в ступень и стабилизировать обтекание профилей при отклонении угла натекания на нерасчетных режимах. На основе принципа минимума максимальной кривизны кафедрой создан новый профиль рабочей лопатки с уменьшенными потерями.

Широко известны достижения кафедры в области теплообмена, исследования локальных коэффициентов теплоотдачи в элементах турбин, определения их

температурного и термонапряженного состояния.

Значительный объем экспериментальных исследований выполнен кафедрой совместно с заводом, посвященных созданию опорных и упорных подшипников турбин большой единичной мощности. Созданы новые оригинальные конструкции опорных и упорных подшипников скольжения с высокими эксплуатационными показателями, которые используются в заводских турбинах.

Одна из особенностей работ по аэродинамическому совершенствованию проточных частей – создание на основе выполненных расчетных и экспериментальных исследований типовых конструкций ее элементов. К числу таких разработок следует отнести создание усовершенствованной ступени давления, с использованием результатов работ ОАО «Турбоатом» и кафедры турбиностроения НТУ «ХПИ».

Конструктивное выполнение типовой ступени давления, использующей эффективные профили направляющих и рабочих лопаток, развитую систему надбандажного уплотнения, конфузорный вход на рабочие лопатки, оптимальные межвенцовые и межступенчатые осевые зазоры, меридиональное профилирование, отсос рабочего тела из межвенцовой прикорневой зоны, демпфирование рабочих лопаток с цельнофрезерованными бандажами с помощью вставок типа «ласточкин хвост» обеспечивают ее прочностные характеристики и высокую экономичность в широком диапазоне изменения режимных параметров.

В турбинах АЭС широко используются также эффективные системы удаления влаги из проточной части высокого давления, а также внутриканальная сепарация влаги из последней ступени ЦНД и антиэрозионная защита рабочих лопаток последних ступеней ТЭС и АЭС.

Оглядываясь сегодня на пройденный путь, можно с уверенностью констатировать, что одним из важнейших итогов 75-летней деятельности кафедры является создание в Харькове известной в Украине и за рубежом кузницы инженерных и научных кадров, которая внесла значительный вклад в развитие отечественного турбиностроения.

Руководители кафедры – выдающиеся ученые в области турбиностроения профессора В.М. Маковский, Я.И. Шнеэ, В.М. Капинос, А.Ф. Слитенко возглавляли и возглавляют (А.В. Бойко) коллектив высококвалифицированных сотрудников, внесших неоценимый вклад в развитие энергетики.

Монографии научных работ профессоров А.В. Гаркуши, В.М. Капиноса, Ю.В. Гречаниченко, А.Ф. Слитенко, А.В. Бойко, В.Н. Пономарева, М.Е. Левиной, В.Н. Пустовалова, И.Д. Усачева, М.В. Зайцева, О.Н. Слабченко, доцентов А.В. Лапузина, В.П. Субботовича, Ю.А. Юдина и других широко используются ведущими турбостроительными фирмами.

За 75 лет кафедра подготовила отряд квалифицированных инженеров турбостроителей, успешно работающих в отечественной энергетике. Многие из них стали руководителями производства, талантливыми конструкторами и исследователями. Среди выпускников кафедры кандидаты и доктора технических наук, академики, лауреаты Государственных премий.

Установленные с начала деятельности кафедры творческие связи с Харьковским турбинным заводом сохраняются и до настоящего времени.