

машиностроение практика

Конструктор перестройки

Уже сейчас в локализованном энергетическом оборудовании, выпускаемом на предприятиях «РЭП Холдинга», доля отечественных комплектующих составляет 95–100%. Такой выдающийся результат достигнут во многом благодаря работающему в рамках холдинга Институту энергетического машиностроения и электротехники, который, по сути, стал постоянно действующим конструкторским конвейером.

— проектирование —

Инжиниринговый конвейер

Примером объединения с созданием мощного мозгового центра является Институт энергетического машиностроения и электротехники (ЗАО ИЭМЭТ). Когда в 2007 году «Невский завод» вошел в состав энергомашиностроительного предприятия «РЭП Холдинг», в компании была проведена глобальная реконструкция. Помимо модернизации и строительства цехов, установок нового оборудования, внедрения интегрированной системы менеджмента в составе компании появилась эта новая единица. ИЭМЭТ образовался путем слияния двух мощных инжиниринговых центров. Первый из них, Научно-исследовательский конструкторско-технологический институт турбокомпрессоростроения («Невский завод») был основан в 1974 году и в свое время создал для «Невского завода» целую серию новых машин. Тогда был разработан и изготовлен (взамен импортируемого) самый мощный в СССР газоперекачивающий агрегат ГТН-25, повысив мощность ГТК-10 (которыми было укомплектовано большинство компрессорных станций в СССР, количество поставленных агрегатов превышало 1 тыс. единиц), позже разрабатывается новый ППА ГТНР-16 мощностью 16 МВт с КПД 32,5%.

Затем к этой связке был присоединен инжиниринговый центр по проектированию систем управления, распределения и регулирования электроэнергии завода «Электротруль» — одного из ведущих российских производителей электрооборудования и сопутствующих систем, вошедших в состав «РЭП Холдинг» в 2004 году.

Главная цель создания на базе ИЭМЭТ такого своеобразного конструкторского конвейера — это разработка турбокомпрессорного и электрооборудования в соответствии с современными требованиями нефтегазовой, химической, металлургической отраслей промышленности и энергетики, а также инновационных направлений в области энергомашиностроения и электротехники.

Сегодня в ИЭМЭТе трудятся около 200 опытных конструкторов и технологов, которые занимаются исследовательскими, проектными и опытно-конструкторскими работами, разработкой новых агрегатов: газотурбинных установок, парогазовых установок, осевых и центробежных компрессорных машин, автоматических систем регулирования, электроприводных газоперекачивающих агрегатов, мобильных модульных подстанций. Конструкторы ИЭМЭТа создают новые образцы продукции, усовершенствуют и модернизируют уже существующие, проводят авторский надзор за своими разработками на производстве. Здесь верят, что развитие энергомашиностроения является критерием развития экономики страны. Начальник отдела исследований и расчетов компрессоров управления перспективных разработок компрессоров ЗАО ИЭМЭТ Владимир Юн отме-

чает, что, хотя компания выпускает серийную продукцию, в зависимости от требований заказчика используется индивидуальный подход к проектированию.

«Наше преимущество в том, что мы стараемся освоить и разработать агрегаты своими силами. Конечно, во всем должен быть разумный подход. Есть элементы и узлы, которые надо покупать. Допустим, есть в компрессоре узел уплотнения. Мы можем его разработать и сделать, но на это уйдут силы, деньги и время. А этот узел вспомогательный. Если на территории России или в ближнем зарубежье такие детали изготавливаются десятилетиями, почему бы им не воспользоваться? Но в машиностроении есть основные узлы, которые надо разрабатывать самим. А есть элементы, которые можно не бояться заимствовать», — рассказывает Владимир Юн.

«Если покупать узлы, которые сохраняют нам время, а основную разработку делать самим, тогда будет прогресс. Это опыт, в котором совместится наша наука, техническое развитие и те новинки, которые есть в мире», — считает господин Юн и добавляет, что ни в коем случае нельзя покупать все на Западе. Тогда деградация. «В настоящее время в новых компрессорах доля зарубежных элементов около 5% против 95% отечественных. Если речь идет о модернизации оборудования, то это на 100% наши детали», — поясняет Владимир Юн.

Задача института — полностью удовлетворить требования заказчика и разработать наиболее эффективную схему усовершенствования оборудования. Следует отметить, что у ИЭМЭТа имеется много уникальных разработок по модернизации компрессоров и турбин.

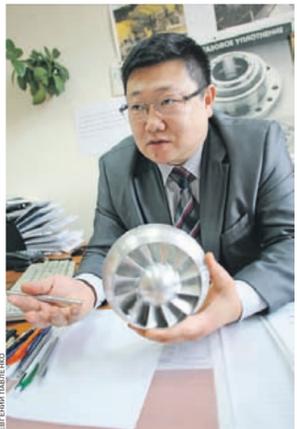
«Например, замена устаревших проточных частей компрессоров на новые с увеличенным политропным КПД. Мы постоянно работаем над повышением эффективности и экономичности проточных частей компрессоров и турбин», — комментирует господин Юн. — В настоящее время средний уровень политропного КПД центробежных компрессоров, поставляемых для ОАО «Газпром», находится на уровне 85–87%. За последние пять лет мы получаем политропный КПД на наших центробежных компрессорах для линейных компрессорных станций до 88% и не останавливаемся на этом. Следует отметить, что политропный КПД напрямую влияет на экономичность агрегата в целом, то есть чем выше КПД, тем меньше потребление топливного газа при одном и том же объеме перекачиваемого природного газа. Либо при одном и том же потреблении топливного газа компрессор сможет перекачать больше транспортируемого газа при одной и той же мощности. Мы занимаемся систематическими научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами по повышению эффективности проточных частей центробежных компрессоров. Эти исследования имеют исключительное значение для нас, чтобы достичь основной цели — создать высокоэффективный и высокоэкономичный унифициро-



Турбина MS5002E мощностью 32 МВт производства РЭПХа — одно из самых сложных технических устройств в энергетическом машиностроении

ванный компрессор. Согласно Программе унификации ППА, мы разработали центробежный компрессор мощностью 16 МВт с политропным КПД в 88%. Наша следующая задача — достичь КПД на уровне 89–90%. Мы намерены этого достичь за счет 3D-профилирования лопаток рабочих колес и с помощью экспериментов. Именно поиск оптимальных параметров рабочих колес, заключающийся в моделировании процессов сжатия и определении минимальных потерь, дает нам большие перспективы на создание новых высокоэффективных и надежных компрессоров. Ведь каждая разработка центробежного компрессора начинается с поиска оптимальных размеров и получения высоких показателей, о которых свидетельствуют испытанные модельные рабочие колес. В результате недавних испытаний максимальный политропный КПД модельных колес составил 92–96,5%, а это в полной мере соответствует самому высокому уровню мировых стандартов. Достижение высоких результатов в отечественном производстве компрессоров и интегрировать наши разработки в реальные агрегаты — это и есть наша основная цель», — отмечает господин Юн.

Если говорить не об исследовательской деятельности, а непосредственно о работе с заказчиками, то Владимир Юн знает, как вырастить амбициозных инженеров и конструкторов, у которых будет глаза гореть и которые смогут спроектировать оборудование, способное работать в экстремальных условиях



Владимир Юн знает, как вырастить амбициозных инженеров и конструкторов, у которых будет глаза гореть и которые смогут спроектировать оборудование, способное работать в экстремальных условиях

в соответствии с целями и техническими требованиями институт разрабатывает свои решения. «Мы решаем каждый заказ индивидуально. Привлекается узкий круг специалистов, которые определяют лицо, облик, схему нашего технического предложения — это от силы три-пять человек всего нашего ИЭМЭТа», — говорит Владимир Юн. Они решают, какие будут машина, схема, компоновка, какие узлы предприятие сможет сделать своими силами, какие необходимо заказать у партнеров, что стоит изготовить по кооперации. «На разработку в зависимости от сложности мы берем от месяца до трех, если техника уже разработана и требует только модернизации или, например, замены узлов. Проекты нового строительства, как было в рамках работы с «Газпромом», — «Сила Сибири», «Южный поток», «Сахалин» — требуют подготовки до полугода, так как содержат повышенные требования к разработке. Позже техническое предложение отдается заказчику», — рассказывает господин Юн.

«После того как заказчиком внесены коррективы и все пункты его удовлетворяют, на научно-техническом совете директорами прорабатывается «дорожная карта». Разрабатывается график исполнения, распределяются зоны ответственности. От проработки технического задания до выпуска опытного образца проходит от девяти месяцев до полутора лет. Раньше это были сроки от года до трех лет. Сроки существенно сокращаются за счет использования современных инструментов планирования, конструирования и, конечно, за счет нового станочного парка. Перед выпуском мы обязательно тестируем продукцию в стенах предприятия (для чего построены уникальные испытательные стенды) — это так называемый технический контроль», — продолжает Владимир Юн. — Инновации — это ключевой элемент, способствующий динамичному развитию предприятия. Важная составляющая прогресса — это умение предвидеть тенденции развития и потребности рынка в тех или иных агрегатах через год, два, пять лет... То есть сочетание компетенций знаний и умения предвидеть облик сегмента в ближайшей перспективе. Сейчас мы находимся на стадии разработок, в том числе оборудования нового поколения и перспективных технических решений, которые будут востребованы не прямо сейчас, но в обозримом будущем. Мы постоянно следим за изменениями рынка и очень много де-

лаем для импортозамещения. Чтобы поднять производственный уровень своего предприятия и нашей промышленности в целом, города и страны. Мы возрождаем российскую школу турбокомпрессоростроения, развиваем отечественные технологии. При этом тесно сотрудничаем с мировыми лидерами отрасли, перенимаем опыт и, таким образом, активно внедряем инновационные разработки и укрепляем позиции российского машиностроения на международном энергетическом рынке. Роль ИЭМЭТа заключается в том, чтобы подхватить опыт передовых иностранных предприятий, не копировать, а спроецировать его на российские условия и подумать, как это можно сделать лучше. Это путь прогресса. Новым разработкам уделяется очень много внимания, вкладываются достаточно большие средства. Мы находимся на этапе разработки новой продуктовой линейки, которая сможет быть применена в самых различных промышленных сегментах. В первую очередь мы используем новейшие технологии и современные подходы к проектированию — это современные компьютерные программы для расчета. В этом нам помогает современная система управления процессами, а также привлекаем инновационные средства, которые касаются технологических разработок, материалов, не забываем об обучении специалистов, в том числе за рубежом».

Базовая кафедра

Особое внимание в компании уделяется подготовке молодых специалистов. Совместно с рядом технических вузов Санкт-Петербурга ведется целенаправленная подготовка студентов по специальностям, востребованным на производстве. С 2007 года действует соглашение о стратегическом партнерстве ЗАО «РЭП Холдинг» с ведущими техническими вузами Санкт-Петербурга.

Основная идея соглашения заключается в организации сотрудничества в научной, учебной, производственной и социальной сферах, цель которого повышение качества, улучшение условий подготовки кадров и обеспечение «РЭП Холдинг» (РЭПХ) подготовленными молодыми специалистами.

В 2007 году на базе Политехнического университета была создана базовая кафедра «Турбомашиностроение» при «Невском заводе». Кафедра стала многопрофильным учебно-научным подразделением на правах структурного подразделения энер-

го машиностроительного факультета СПбПУ и была предназначена для целевой подготовки специалистов в области турбокомпрессоростроения и турбиностроения. Студенты данной кафедры получили возможность проходить учебные практики (ознакомительные, производственные, преддипломные) на предприятиях «РЭП Холдинг» — на «Невском заводе» и в Институте энергетического машиностроения и электротехники, использовать экспериментальную базу «Невского завода» для проведения лабораторных работ учебного плана, выполнять на производственных площадках холдинга дипломные работы, бакалаврские выпускные работы и магистерские диссертации. Помимо этого проходит чтения специализированных курсов или их разделов силами как штатных преподавателей СПбПУ, так и совместителей — сотрудников предприятий холдинга.

А формат обучения на кафедре «Турбомашиностроение» таков: студенты посещают практические занятия, участвуют в экспериментах, делают расчеты в некоторых важных проектах. Молодой специалист получает зарплату в зависимости от подготовки. Минимальная планка может различаться вдвое (примерно от 15 тыс. до 30 тыс. руб.). На предприятии рассказывают, что если лет пять назад, окончив подобную кафедру, студенты становились в лучшем случае менеджерами, а обычно — продавцами технической продукции, то теперь они действительно идут на производство, потому что реально востребованы.

По словам господина Юна, «молодежь надо мотивировать — деньгами либо научной степенью»: «На нашем предприятии сотрудники, имеющие научную степень (у нас кандидатов наук около 25 человек), получают прибавку. Кроме того, молодые люди видят в этом престиж. Научная степень подтверждает квалификацию человека. Сейчас в ИЭМЭТе 70% 25–40-летних и всего 30% работников пенсионного и предпенсионного возраста. Я думаю, на сегодняшний день это наиболее оптимальное соотношение. Хотя, конечно, инженеры — это особая каста, где главное не возраст, а желание и понимание того, что надо делать. Например, чтобы спроектировать компрессор, который работал бы в тяжелых условиях, например для проекта «Сила Сибири» в Якутии, необходимы молодые, амбициозные люди, у которых в глазах огонь горит и которые не боятся трудностей. Таких работников надо растить самим. Брать студентов третьего, второго курсов, создавать им условия для одновременной работы и учебы. Энергетическое машиностроение является сердцем развития экономики страны. Кроме того, профессия «инженер-энергетик» довольно сильно отличается от других инженерных профессий. К нему большие требования. Работа интересная, востребованная, есть будущее... Потому что вопросы энергетики — одни из главных для инженеров. Сейчас в масштабах страны у нас есть очень крупные проекты. Это «Южный поток», куда мы поставляем 14 газоперекачивающих агрегатов, это и проекты по созданию унифицированных газоперекачивающих агрегатов. Также наше стратегическое направление — это совместное проектирование с компанией General Electric новой газовой турбины мощностью 16 МВт. Это для нас новый и очень интересный опыт международного сотрудничества. Продолжаем участвовать в развитии «Северного потока». Самый актуальный на сегодняшний день проект — «Сила Сибири». С ним партнером для нас будет и Азия».

Елена Большакова

Эффективная защита

— инновации —

Так, число сварных швов (одного из главных факторов, снижающих продолжительность эксплуатации и безопасность ядерных энергоблоков) в корпусе нового реактора сокращено, а в активной зоне их просто нет. Сокращение количества швов позволит также ускорить изготовление реактора — сейчас производственный цикл составляет около трех лет.

В июне на предприятии «ОМЗ-Спецсталь» должно завершиться изготовление опытно-штатной обечайки (цельнокованого металлического кольца) активной зоны корпуса реактора ВВЭР-ТОИ. Удлиненное до 5,6 м изделие таких размеров и конфигурации отковано в России впервые из выплавленного на заводе «ОМЗ-Спецсталь» слитка массой 420 кг из стали марки 15X2НМФА класс 1. Инновационной была и его доставка на автоматизированный ковалочный комплекс АКК-12000. Впервые перевозка слитка (температура которого составляет 500 градусов по Цельсию) из сталеплавильного цеха в кузнечно-прессовый была осуществлена авто-

транспортом. Для этого потребовалось разработать и изготовить термос и использовать специальную технику. НИОКР по разработке новой технологии и освоению производства корпусов реакторов ВВЭР-ТОИ проводится в «ОМЗ-Спецсталь» совместно с ООО «ТК „ОМЗ-Ижора“», ОАО НПО ЦНИИТмаш.

Два года назад технологию изготовления корпусов реактора ВВЭР-ТОИ «Росэнергоатом» согласовал одновременно и с конкурентом ОМЗ ОАО «Атомэнергомаш» (машиностроительный дивизион «Росатом»). Разработчики проекта тогда отмечали, что заводы группы ОМЗ в Санкт-Петербурге «почти полностью готовы» к изготовлению корпусов реактора ВВЭР-ТОИ. В «Атомэнергомаше» работы по ВВЭР-ТОИ ведутся на украинском предприятии «Энергомашспецсталь» (ЭМСС) в Краматорске. ЭМСС было поручено изготовить три опытно-штатных элемента корпуса реактора, включая обечайку активной зоны.

Еще одной инновацией в рамках проекта стала созданная в ЦНИИТмаш установка для разработки оптимальной геометрии кузнечных слитков, используемых для производства заготовок корпусов ВВЭР-ТОИ. Она позво-

ляет без значительных затрат изучить при помощи серии экспериментов с разными параметрами влияние конфигурации слитка на особенности его затвердевания. Полученные на установке результаты были использованы для оптимизации соотношения степени развития химической, структурной и физической неоднородности кузнечных слитков, применяемых для изготовления оборудования АЭС. Результаты тепловизионного анализа подтверждают полученные при визуальном наблюдении данные и сделанные на их основании выводы о влиянии геометрии и способа заливки на особенности затвердевания слитков. Эти данные лягут в основу технологий производства крупных слитков для корпусов ВВЭР-ТОИ и в принципе могут быть использованы на любом металлургическом предприятии для производства любых кузнечных слитков.

● Для закрепления позиций в странах, где сейчас строится или обсуждается строительство реакторов ВВЭР, «Росатом» параллельно разрабатывает технологию реакторов на быстрых нейтронах. Энергоблок реактором БН-1200 предполагается строить

серийно, а его технико-экономические показатели должны быть близки к показателям энергоблока с реактором типа ВВЭР сопоставимой мощности. Однако коммерческих образцов АЭС с реакторами на быстрых нейтронах в России нет. Так, Белоярская АЭС (Свердловская область) с реактором БН-600 считается опытно-промышленной. Кстати, пуск нового энергоблока Белоярской АЭС с реактором на быстрых нейтронах БН-800, запланированный на конец сентября, может быть отложен до конца года из-за проблем с поставками оборудования с Украины. Потому что «за столь короткий срок разработать и испытать новую арматуру не просто и, скажем, невозможно», объяснил заместитель генерального директора ОАО «Концерн „Росэнергоатом“» Павел Ипатов. В апреле стало известно о том, что возможен перенос сроков строительства опытно-промышленного реактора СВБР-100 на быстрых нейтронах — проект реализуется «Росатомом» и структурами Олега Дерипаски, так как он оказался дороже, чем планировалось: вместо \$500 млн требуется более \$1 млрд. Проект старто-

вал в 2009 году, в 2017 году предполагалось ввести в Димитровграде опытно-промышленный реактор, а к 2019 году — коммерческий мощностью 100 МВт. Другой ключевой проект «Росатома» на быстрых нейтронах, реактор БРЕСТ-300 (должен быть разработан осенью), предполагает еще большие затраты — 84 млрд руб. Ранее при сравнении быстрых реакторов мощностью 1,2 ГВт (для двухконтурной АЭС) с реакторами типов ВВЭР-ТОИ и АЭС-2006 предполагалось, что они превзойдут капиталы на ВВЭР не более чем на 15%. Эксперты отмечают, что интерес к малым реакторам в мире огромен, но инвесторы боятся вкладывать средства в их разработку из-за отсутствия референтного блока. «Росатом» готов позвать в проект новых атомных технологий на быстрых нейтронах иностранных инвесторов, обещая им взамен льготное лицензирование технологий или право поставлять оборудование для проектов в третьих странах. Но пока ключевой проблемой для инвестора является неопределенность коммерческой эффективности ядерной энергетики.

Анна Пушкарская