



**Надежные.
Эффективные.
Уникальные.**

**Power
Machines:
Efficiency and
Reliability for
Steam Turbines**

Паровые турбины не только занимают основное место в портфеле заказов ОАО «Силовые машины», но и являются наиболее распространенными среди энергетических установок, применяемых на тепловых и атомных станциях во всем мире – на них приходится до 80% вырабатываемой электроэнергии.

Отечественные турбостроители на протяжении десятилетий уверенно лидировали в мире, создавая наиболее надежные и эффективные машины, и в этом есть немалая заслуга и одного из ключевых конструкторских подразделений «Силовых машин» – СКБ «Турбина» Ленинградского Металлического завода, которое отмечает в нынешнем году свое 105-летие.

Сегодня СКБ работает в трех основных направлениях: турбины для АЭС, турбины для ТЭС и модернизация паротурбинного оборудования действующих электростанций. Было решено сконцентрироваться на разработке проектов

Steam turbines do not only take the primary position in the orders portfolio for OJSC “Power Machines”, but they also are the most widespread pieces of equipment installed for use in thermal and nuclear power stations worldwide – they account for about 80% of all produced energy.

Russian turbine manufacturers have been amongst the world’s leaders for decades, creating reliable and efficient equipment. A lot of this is down to a key subdivision of Power Machines – SCB (Special Construction Bureau) “Turbina” at the Leningradsky Metallichesky Zavod (LMZ), which celebrates its 105th anniversary this year.

Today, SCB operates in three basic fields: NPP turbines, TPP turbines and the modernization and upgrading of steam turbine equipment for existing power plants. The development of 1200 MW high-speed and low-speed turbines for nuclear power plants is a current focus, and the related operations are underway and on schedule. The detailed design for the high-speed turbines has

быстроходной и тихоходной турбин мощностью 1200 МВт, предназначенных для эксплуатации на атомных станциях. Работа по этим объектам идет в соответствии с графиком.

Рабочий проект быстроходной машины готов – изготовлен головной образец турбины для Нововоронежской АЭС-2. Такие турбины для АЭС еще не производились на ЛМЗ. Паровая турбина К-1200 для тепловой энергетики была поставлена для Костромской ГРЭС в ноябре 1977-го. За это время появились новые конструктивные и технологические решения и новые, более совершенные материалы, которые получили свое применение в нововоронежской турбине.

На очереди – быстроходные турбины 1200 МВт для Ленинградской АЭС-2. Срок проектирования тихоходной машины – 2013-й год. Изготовление головных образцов тихоходной турбины будет вестись уже на новой производственной площадке в «Металлострое». Проект всей турбоустановки с тихоходной турбиной будет дорабатываться под конкретную станцию вместе с генпроектировщиком.

Конструкторы СКБ «Турбина» надеются сказать новое слово в науке и технике, повысив мощность быстроходной и тихоходной турбин с 1200 до 1600 МВт. Нет сомнений, что эти машины будут востребованы. Сегодня в Финляндии и во Франции уже строятся энергоблоки такой мощности.

Необходимо отметить, что быстроходные турбины «Силовых машин» имеют ряд важнейших преимуществ перед зарубежными турбинами АЭС: меньше вес и габариты, соответственно ниже затраты при строительстве.

Что касается турбины на суперсверхкритические параметры (ССКП) пара, у этого проекта непростая судьба. Сама идея не нова, и в этом направлении Россия, как обычно, шла впереди планеты всей. В свое время на Каширской ГРЭС была установлена турбина Харьковского завода СКР-100 мощностью 100 МВт, рабочая температура в ней достигала 650°C, а давление пара – 300 атмосфер. Подобные эскизные проекты турбин мощностью 200-500

были выполнены, с прототипом, который был изготовлен для Нововоронежской АЭС-2. Турбины, подобные этим, ранее не производились на ЛМЗ. Турбина К-1200 для тепловой энергетики была изготовлена для Костромской ГРЭС в ноябре 1977 года; с тех пор были разработаны новые технологические решения и новые, более совершенные материалы, которые получили свое применение в нововоронежской турбине, которая была заказана еще до завершения окончательного проекта.

Следующими на конвейере будут турбины мощностью 1200 МВт для Ленинградской АЭС-2. Окончательный проект тихоходных турбин планируется завершить в 2013 году. Производство прототипов тихоходных турбин будет осуществляться на «Металлострой», нашей новой производственной площадке. Проектирование всей турбинной установки будет координировано для конкретной станции, с привлечением генпроектировщика.



Designers at SCB work with the aim of increasing the capacity of high and low speed turbines from 1200 to 1600 MW, and there is no doubt these machines will be in demand, with power units with this capacity are currently being made in Finland and France. It should be noted that the Power Machines high-speed turbines have a number of very important competitive benefits when compared with other NPP turbine producers, namely lighter weight, smaller dimensions and correspondingly, lower construction costs.

Looking at turbines for ultra critical steam parameters, this project has a complicated history. The idea itself is not new and Russia was at the forefront of its development. At some point in the past, a 100 MW

МВт ЛМЗ разрабатывал с начала 60-х годов. Из-за перестройки работа в этом направлении приостановилась: было не до науки, не до новых конструкций, предприятия лишались заказов, меняли профиль деятельности, лишь бы выжить. Сейчас приходится ускоренными темпами наверстывать упущенное.

Возможны несколько вариантов развития этого направления. Самый заманчивый – создать машину на 700-720°C, чтобы вырваться вперед и сразу взять никем еще не достигнутую техническую вершину. Значительные затраты, сложные задачи по котельному и другому оборудованию, освоение новых металлов, удорожание эксплуатации и другие факторы побудили европейские страны к объединению усилий и средств по этому проекту. Поэтому создание такого головного образца следует рассматривать как задачу государственного уровня. А с точки зрения востребованности, такая турбина – это задача будущего.

Второй вариант – создать машину на 570-580 градусов. В этом случае можно было бы обойтись без больших НИОКР, поскольку есть соответствующие наработки. Но сегодня наиболее целесообразна разработка турбины с показателями передовых мировых образцов и несколькими лучшими показателями, на которые и рассчитан проект турбины 660 МВт, завершающийся в 2012 году. Дальнейшее продвижение проекта зависит от заказов для конкретных станций.

Среди турбин ТЭС следует упомянуть еще два новых продукта – турбины К-280 и К-130, предназначенные для парогазовых установок мощностью 800 и 450 МВт. Рабочий проект по К-280 будет закончен в следующем году, по К-130 – завершен в этом году. Кроме того, в СКБ ведутся масштабные работы, связанные с проектированием оборудования для нового строительства ТЭС, а также с полной или частичной модернизацией турбин действующих электростанций.

Говоря о реализованных в последние годы проектах, следует назвать паровые турбины К-225 для строительства двух новых энергоблоков Черепетской ГРЭС и третьего энергоблока Харанорской ГРЭС (ОАО «ОГК-3»).

Уникальность паровой турбины К-225 заключается в том, что это головной образец, изготовленный с применением новой технологии. Предполагается, что К-225 придет на смену серийным машинам средней мощности, на которых основана сегодня работа многих теплоэлектростанций – как в России, так и за рубежом.

capacity SKR-100 turbine was produced by Kharkov plant and installed at Kashira SDPP. Its operating temperature reached 650°C with a steam pressure of 300 atm. Similar designs for 200-500 MW turbines have been in development at the LMZ since the early 1960s. Due to perestroika however, works in this area were suspended - it was no time for science or new designs during this period. The Company's order books were not looking great and in order to survive companies were following other avenues. We are now making up for lost time however.

There are a number of options as to how this area can be developed. The best option would be to create a turbine for 700-720°C, which would help gain an immediate competitive advantage by making an unparalleled technical advance. The difficulties faced however include the expense of developing not only the turbine, but the related boiler and ancillary equipment, mastering new metals, higher operating costs. Other European manufacturers have worked closely with Governments on the financing and development of such projects, and therefore creating such a prototype should be seen as a challenge to be undertaken on the national level. As for being in demand, creating such turbine is a goal for the future.

The second option is to create a machine for 570-580 degrees bracket. In this case any large R&D costs could be avoided, because there are already existing developments available. Today however, it is more practical to develop a turbine with industry leading operating parameters and that is what the 660 MW turbine project (to be completed in 2012) is meant to achieve.

Two more new products should also be mentioned among thermal plant turbines - the K-280 and the K-130, which are designed for combined cycle gas plants with 800 and 450 MW capacity, respectively. The detailed design for K-280 will be completed next year, and K-130 design is due to be finished this year. Apart from this, the SCB is carrying out some large-scale works related to design of equipment for the construction of a new thermal plant, as well as full or partial modernization of turbines for existing power plants.

To mention a few projects completed over the last few years, we should note the K-225 steam turbines built for the Cherepets SDPP and the 3rd generating unit at Kharanor SDPP (operated by OGK-3)

The unique point about K-225 steam turbine is that this prototype was made using brand new technology. The K-225 will replace existing machines of average capacity which are currently used at many thermal stations both in Russia and abroad.

Nuclear Industry Suppliers' Forum «ATOMEX-Europe»

Prague,
Czech Republic

National House
of Vinohrady



atomex
EUROPE

25-26 October 2011



Event format: Conference / Exhibition

Main goal:

To broaden a range of suppliers of products and services for construction of nuclear power plants to Russian designs. Development of practices of open cooperation with national suppliers.

Participants:

- European nuclear power equipment producers and suppliers;
- Leading companies of nuclear power industry from Russia and worldwide;
- Representatives of public authorities and non-governmental organizations;
- Mass media.

Key speakers:

Executives and specialists of companies supplying equipment and services; the Russian participants are representatives of ROSATOM, Atomstroyexport, Atomenergomash, Atomenergoproekt SPbAEP, NIAEP, Rosenergoatom Concern, TVEL etc.

Main themes

- International cooperation in building nuclear power plants
- Cooperation in fabrication of nuclear fuel
- Cooperation in machine engineering
- International cooperation in decommissioning of nuclear facilities and SNF and radwaste management
- Construction of NPP in Russia. Roadmap
- Modern NPP designs. Safety of NPPs with Generation III+ nuclear reactors
- Construction of Russian design NPPs abroad
- How to become a nuclear industry supplier

Organizer – State Atomic Energy Corporation Rosatom:



ROSATOM

Operator – Atomexpo LLC:

Phone: 007 495 663 38 21 • Fax: 007 495 663 38 20 • E-mail: nppsupply@atomexpo.com

www.nppsupply.com



Особенностью проекта K-225 стало внедрение на строящихся блоках новых технических решений конструкторских бюро «Силовых машин». Впервые в отечественном энергомашиностроении при проектировании паровой турбины мощностью 225 МВт был использован новый реактивный вид облопачивания цилиндра высокого давления, что обеспечит повышенный коэффициент полезного действия. Ранее такой вид облопачивания применялся на более мощных турбинах (300 МВт) – в частности на Конаковской ГРЭС, индийской ТЭС «Конасима» и вьетнамской ТЭС «Уонг Би».

Для обеспечения работы в нужном режиме роторы турбины K-225 были выполнены из жаропрочной высокохромистой стали, а шейки ротора – защищены путем наплавки на них слоя специального сплава. Данные операции выполнялись по технологии, разработанной НПО ЦКТИ им. И.И. Ползунова, в автоматизированном сварочном центре «Силовых машин», запущенном в эксплуатацию в апреле 2010 года. В его создании принимали участие специалисты ЛМЗ и ведущих европейских фирм,

A particular aspect of K-225 project was the implementation of new technical solutions from the construction bureau at Power Machines for the power units under construction. During the design of the 225 MW steam turbine, a new type of high pressure cylinder blading was used for the first time in Russian power plant engineering. This new technology will vastly increase the efficiency of the turbine. In the past this type of blading was only used for more powerful turbines (e.g 300MW) at the Konakovo SDPP, the Konasima thermal plant in India and the Wong Bi thermal station in Vietnam.

To improve operational efficiency, the rotors of K-225 turbine were made of heatproof high-chromium steel and the rotor journals were protected with a surface coating made of from special alloy. These operations were carried out using technology developed by the NPP institute, at Power Machines's automated welding center, which was commissioned in April 2010. Its creation involved the participation of specialists from LMZ and leading European companies including Fronius (Austria), Kistler (Germany) and Heatmasters (Finland).

как «Фрониус» (Австрия), «Кистлер» (Германия) и «Хитмастерс» (Финляндия).

Руководством компании было принято решение о восстановлении натурального испытательного стенда на ТЭЦ-17 «Выборгская». Существует целый ряд явлений, не воспроизводимых в лабораторных условиях или при масштабировании – автоколебания лопаток, разогрев проточной части на малорасходных режимах, влияние влажности пара на кпд и т. д. Все эти явления, а также аэродинамические характеристики и кпд проточной части необходимо изучать именно на стенде.

Благодаря испытаниям в масштабе 1:1 удалось получить уникальные результаты при отработке стальных лопаток последних ступеней 960 мм, 1000 мм и титановых лопаток длиной 1200 мм, которые были использованы в турбинах от 200 до 1200 МВт. К сожалению, в 1990-е стенд был законсервирован, и недавнее решение руководства «Силовых машин» о его восстановлении – это очень важный шаг, выводящий компанию на уровень ведущих фирм мира. У проектировщиков появится возможность испытывать проточные части с лопатками перспективных быстроходных и тихоходных турбин вплоть до мощности 1500-1800 МВт. Сейчас на ТЭЦ идут демонтажные работы, а в цехах ЛМЗ уже изготавливаются узлы и детали для стенда. Его пуск ожидается к концу этого года.

Как известно, руководством «Силовых машин» было принято важное решение об усилении всех конструкторских подразделений компании, подкрепленное целым спектром мероприятий. В СКБ «Турбина», в частности, были созданы дополнительно отдел модернизации и отдел АЭС. Расширение работ по модернизации связано с тем, что более 60% турбин ТЭС уже выработали свой ресурс. Увеличение вводов энергоблоков АЭС до 2030 года определено Постановлением Правительства РФ.

Сегодня в СКБ «Турбина», самом крупном из всех конструкторских подразделений компании, состав значительно омолодился: почти треть сотрудников – молодые люди до 30 лет. С одной стороны это говорит о том, что у КБ есть будущее, с другой – что возрастает нагрузка опытных специалистов: появился большой пласт работ по наставничеству, по сохранению и развитию отечественной конструкторской школы турбостроения.

Сегодня СКБ «Турбина» обладает необходимым потенциалом для решения задач, стоящих перед ним, и не сомневается в возможностях своих высококвалифицированных специалистов по достижению намеченных целей.

The company management also made the decision to restore the full-scale testing unit at the TPP-17, Vyborgskaya. There are a number of processes that can't be reproduced in laboratory conditions or when operating on scaled equipment such as the self-oscillation of blades, heating of the air-gas channels at low-feed operation, influence of steam humidity on the performance efficiency etc. All these occurrences, as well as aerodynamic properties and performance efficiency of the channel section, must be studied in a full-scale testing unit.

Because of this full-scale testing, unique results were obtained during the trials of 960mm x 1000 mm steel exhaust blades and 1200 mm long titanium blades, which were tested on turbines with a capacity from 200 to 1200 MW. Unfortunately, in the 1990s the testing unit was suspended, thus the recent decision to restore the testing unit is a very important step which includes us in the higher echelons of worldwide manufacturers. The design engineers will be able to test the channeling parts and blades for prospective high-speed and low-speed turbines with a capacity from 1500-1800 MW. Right now the TPP is undergoing some disassembling works, while the LMZ workshops are already producing assembling parts and components for the testing unit. Its launch is expected at the end of this year.

As is already known, the Power Machines management made the important decision to reinforce all engineering divisions of the company, which was later supported by a range of related activities. As a result of this, two more departments were created at SCB Turbina, the modernization and NPP departments. Expanding the modernization works has to do with the fact that over 60% of the TP turbines have already passed their recommended operational life, and an increase in implementation of NP units through to 2030 has been proposed by a Resolution of the Russian Government.

Today, the personnel of SCB Turbina, the largest of all engineering divisions of the company is much younger: almost a third of all employees are young graduates below 30. On one hand, this proves that the construction bureau has a bright future, on the other – that the workload for more experienced employees is increasing: there is a lot of mentoring work to be done to save and develop the Russian power plant engineering base.

Today SCB Turbina has the potential necessary to meet the challenges it is facing and there is no doubt that its highly qualified specialists are capable of reaching the goals that have been set.