



С 24 по 26 марта 2010 г. в Москве в ЦВК «Экспоцентр» проходила 8-я ежегодная выставка и конференция Russia Power '2010 («Электроэнергетика России '2010») — одно из ключевых событий в российской электроэнергетике. На ней были представлены самые последние технологии и услуги, необходимые для эффективного функционирования современной энергетической системы. Организаторами мероприятия выступили компания «ПеннВэлл» (PennWell) и ЗАО «Экспоцентр» при поддержке Совета производителей энергии и стратегических инвесторов электроэнергетики.

Знаменательно, что мероприятие проходило как раз в дни празднования 100-летия компании PennWell и собрало ведущих представителей российской электроэнергетической отрасли. В этом году посещаемость как заседаний конференции, так и выставки стала рекордной за всю историю Russia Power — в них приняли участие более 5 тыс. человек.

В программу выставки-конференции Russia Power, уже зарекомендовавшей себя как традиционное место обмена мнениями и опытом между представителями газовой, угольной и ядерной энергетики, в этом году впервые были выделены в отдельное направление вопросы гидроэлектротехники. В выставочном зале был организован специализирован-

ный павильон, а конференция включала блок из девяти сессий, посвященных проблемам гидроэнергетики, безопасности плотин и сопутствующей инфраструктуры.

Выделение в отдельную тему обсуждения проблем гидроэнергетики особенно важно для России, которая занимает второе место в мире, после Китая, по гидроресурсам. Россия входит в число мировых лидеров в этой области и имеет значительный потенциал для дальнейшего роста. Сегодня на гидрогенерацию приходится 20% всей вырабатываемой в стране энергии, в то время как, например, в Бразилии доля освоения эффективного гидропотенциала составляет 44%, в Канаде — 66%, а в Швейцарии — 99%.

Одним из важных для России направлений является возрождение малой гидроэнергетики. В России насчитывается около 3 млн малых рек, энергетический потенциал которых очень велик. Его использование может решить проблемы энергоснабжения объектов, которые находятся вдалеке от основных источников энергии.

Велик потенциал России и по другим направлениям альтернативной энергетики на основе возобновляемых источников электроэнергии (ВИЭ), к которой относятся ветроэнергетика, приливная и геотермальная энергетика и др. Например, сум-

марный ветроэнергетический потенциал России в 15 раз превышает выработку всех электростанций страны на данный момент. Но пока это возможное будущее отечественной энергетики, для воплощения которого необходимы не только инвестиции, разработка законодательной и нормативной базы, но и в известном смысле перестройка мышления. Пока же газовая, угольная и ядерная энергетика остаются базовыми направлениями, что нашло свое отражение и в экспозиции выставки.

Газотурбинные станции

Одной из главных проблем функционирования российской энергосистемы является перегруженность узловых подстанций и электрических сетей, особенно в часы пиковых нагрузок. ОАО «Мобильные ГТЭС» (г. Москва) представило на выставке **мобильные газотурбинные электростанции** (МГТЭС), предназначенные для поддержания надежного и бесперебойного энергоснабжения в зонах пиковых нагрузок и других энергодефицитных зонах.

МГТЭС является полностью независимой и автономной электрогенерирующей системой. Работать она может как на изолированную нагрузку, так и в составе Единой национальной энергетической системы

(ЕНЭС) России. Автономность станции актуальна для крупных потребителей электроэнергии, сталкивающихся с проблемами подключения к электрическим сетям, либо при необходимости повышенной надежности электроснабжения. При работе в составе ЕНЭС мобильные ГТЭС обеспечивают покрытие дефицита электроэнергии и мощности в часы наибольшего энергопотребления. Кроме того, они могут быть востребованы на период ремонта основных генерирующих мощностей или объектов электросетевой инфраструктуры.

Станции характеризуются высокой маневренностью при несении нагрузок и могут эксплуатироваться как в режиме длительного несения базовой нагрузки, так и в режиме покрытия пиковых нагрузок. Оборудование МГТЭС является передвижным аналогом стационарной электростанции. Для обеспечения мобильности оно подбирается в блочном исполнении с габаритами и весом, наиболее оптимальными для быстрой транспортировки и последующего ввода в эксплуатацию. Оборудование устанавливается на автотрейлеры, что позволяет осуществлять его быструю транспортировку на место размещения. МГТЭС могут работать как на жидком топливе (авиационном керосине, дизельном топливе), так и на природном газе.

Площадь, занимаемая одной установкой мощностью 22,5 МВт, составляет 1000 м². Благодаря низкому уровню шума МГТЭС можно использовать в черте города. Срок реализации проекта до ввода в эксплуатацию составляет в среднем 6 мес. Мощность станции, при необходимости, можно менять, наращивая ее по модульному принципу. Типовое исполнение мобильной ГТЭС включает в себя четыре основных и пять вспомогательных блоков оборудования. По желанию потребителя можно выбрать оборудование как отечественного, так и импортного производства в широком диапазоне мощностей.

Подобные станции успешно функционируют в десятках других стран. В России МГТЭС единичной мощ-



Макет мобильной газотурбинной электростанции

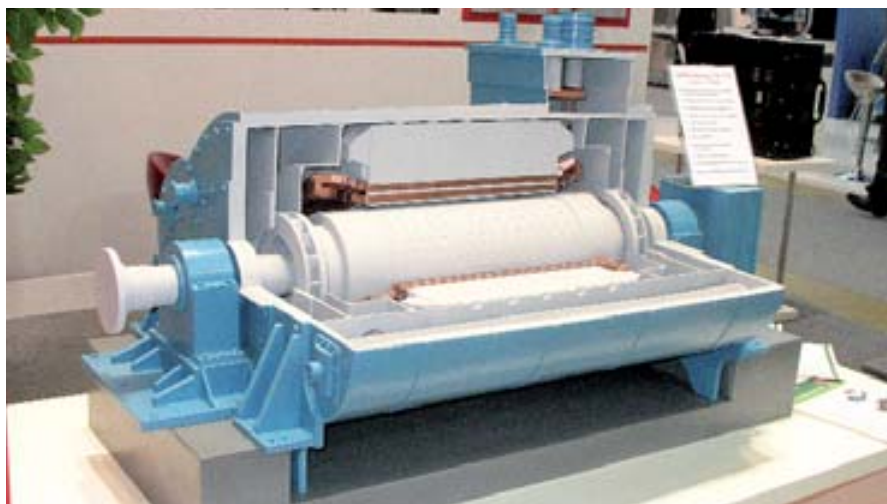
ностью 22,5 МВт, укомплектованные мобильными подстанциями 10/110 кВ, впервые были применены для покрытия пиковых нагрузок в энергосистемах Москвы и Московской области. Компания «Мобильные ГТЭС» уже приобрела значительный опыт как по вводу таких станций, так и по их эксплуатации.

Турбогенераторы и турбины

ООО «Электротяжмаш-Привод» (Пермский край) — современное машиностроительное предприятие, производящее более 1500 наименований электрических машин и аппаратуры управления ими. На выставке

компания продемонстрировала уникальные **турбогенераторы с трубчатым корпусом серии ТТК**. Эти машины нового поколения, конструкция которых защищена патентами, выпускаются мощностью от 16 000 до 160 000 кВт.

Принципиальное отличие генераторов серии ТТК от классических вариантов — применение трубчатого корпуса. По сравнению с аналогами масса агрегатов меньше на 15–20%, а габариты — на 10–15%. Например, турбогенератор ТТК-25 весит около 50 т, что на 20 т легче аналога в стандартном корпусе. Это позволяет сократить затраты при строительстве фундамента.



Макет турбогенератора с трубчатым корпусом серии ТТК



Лопатки для паровых турбин, изготовленные ООО «Пумори-энергия»

Меньший вес и компактность достигаются за счет уникальной компоновки генераторов. Их конструкция отличается минимальным количеством узлов и деталей. Статор для турбогенераторов собирается по уникальной запатентованной технологии, не имеющей мировых аналогов. Генераторы ТТК более технологичны, легче в сборке, более просты в обслуживании. За счет оригинальной конструкции корпуса удалось решить проблему вибрации на подшипниках при частоте вращения 100 Гц.

КПД агрегатов превосходит значения, установленные ГОСТ. Помимо экономичности, важным плюсом генераторов серии ТТК является сокращение негативного влияния на условия труда. Машины характеризуются значительно меньшим уровнем рабочего шума, который удалось снизить до 80 дБ.

Рабочие и направляющие лопатки паровых и газовых турбин являются одними из наиболее ответственных элементов и в значительной мере определяют экономичность и надежность агрегатов. Рабочие лопатки подвержены воздействию больших скоростей вращения и сложным условиям парового и газового потока, вызывающим в них зна-

чительные динамические и температурные напряжения, в т. ч. вибрационные нагрузки. В силу жестких условий эксплуатации лопаток и повышенных требований к ним для изготовления изделий используются жаропрочные и нержавеющие стали, а также сплавы с содержанием никеля более 65%. Традиционные способы изготовления лопаток обуславливают их высокую себестоимость, составляющую значительную долю в стоимости турбины в целом (около 25–30%).

ООО «Пумори-энергия» (г. Екатеринбург), входящее в корпорацию «Пумори – СИЗ», занимается изготовлением и поставкой лопаток для паровых и газовых турбин и авиационных двигателей. Корпорацией разработана и внедрена новая **технология механической обработки лопаток**. Для ее реализации создан принципиально новый для российской промышленности комплекс механической обработки лопаток длиной до 1000 мм. Технология предусматривает создание трехмерной компьютерной модели изделия. Высокоскоростное фрезерование осуществляется на современных четырех- и пятикоординатных обрабатывающих центрах фирм «Окума»

(Япония) и «Ч. Б. Феррари» (Италия), оснащенных специальными управляющими программами с использованием твердосплавного инструмента ведущих зарубежных производителей. Проверка точности изготовления изделий осуществляется на контрольно-измерительной машине модели Mistral фирмы DEA (Италия).

Разработанная технология позволяет сократить время подготовки производства новых типов лопаток и в минимальные сроки изготовить новые изделия взамен поврежденных, а также выпускать лопатки для иностранных турбин по образцу, без чертежей. Благодаря оборудованию и применяемой технологии компания «Пумори-энергия» может постоянно осваивать новые типы изделий, в т. ч. и высокой степени сложности.

Расцепляющие муфты для ПГУ

Парогазовые установки (ПГУ) применяются на протяжении уже довольно длительного времени. Поставщики ПГУ предлагают для них различные конфигурации турбогенераторов: много- и одновальные. Одновальная схема в установках, где газовая и паровая турбины подключены к одному генератору, нашла широкое применение в первую очередь благодаря компактности и возможности значительно снизить капитальные затраты. При объединении газовой и паровой турбины в одновальную установку одной из самых важных задач является обеспечение достаточной эксплуатационной гибкости. Для решения этой задачи используются автоматические подключающие и расцепляющие муфты, отключающие паровую турбину и обеспечивающие возможность работы газовой турбины и генератора отдельно от паровой.

Компания AZG Consulting GmbH (Германия) представила на выставке **расцепляющие муфты** компании SSS (Великобритания) для одновальных ПГУ. Изначально предполагалось, что муфты SSS будут использоваться в автоматических коробках передач легковых автомобилей в

качестве переключательного механизма. Сегодня, благодаря надежности, долгому сроку службы и высокому КПД, они нашли применение в энергетике и судостроении, в т. ч. на военно-морских судах.

Сокращение SSS обозначает Synchron-Self-Shifting, или синхронизирующая самоперемещающаяся, и передает принцип работы муфты. Последний можно сравнить с действием не полностью закрученной гайки, навинченной на болт. При вращении болта гайка будет вращаться вместе с ним. Если же ее вращательному движению что-то препятствует, в то время как болт продолжает дальнейшее вращение, гайка будет перемещаться вдоль него прямолинейно.

Входной вал муфты SSS имеет спиральные шлицы, которые можно сравнить с резьбой болта. По этим шлицам передвигается скользящая втулка, сравнимая с гайкой. На одном конце втулка оснащена внешними зубьями муфты, а на другом — храпового механизма. При вращении входного вала происходит одновременное вращение передвижной скользящей втулки до тех пор, пока зубья храпового механизма не войдут в контакт с «собачкой» на выходном кольце муфты, что препятствует дальнейшему вращению втулки относительно выходного кольца.

При подобном движении в зубчатом зацеплении осуществляется точное центрирование зубьев муфты. При этом зубчатое зацепление происходит аксиально, практически без контакта по боковым поверхностям. В данном случае на собачки воздействует единственная нагрузка, создаваемая при прохождении скользящей втулки по спиральным шлицам. Крутящий момент с входного вала на выходной будет передан лишь в том случае, если втулка завершает свое осевое перемещение, т. е. входит в контакт с концевым упором на входном валу. При этом зубья муфты полностью зацеплены, а собачки не испытывают нагрузки.

Когда скользящий узел муфты полностью достигает концевого упора

и начинает передачу крутящего момента, на спиральных шлицах не создается никаких внешних осевых нагрузок. Если скорость вращения входного вала относительно выходного уменьшается, крутящий момент на спиральных шлицах меняет свое направление. Это заставляет скользящую втулку переместиться в расцепленное положение. Происходит перебег муфты, и обеспечивается свободный ход.

Муфта SSS в стандартном исполнении может работать как в зацепленном, так и в расцепленном состоянии на максимальной скорости без износа. Опыт показывает, что она не требует технического обслуживания. Типичное обслуживание сводится к осмотру при капитальном ремонте установки. Благодаря муфтам SSS одновальная установка по уровню эксплуатационной гибкости и надежности соответствует многовальной.

Электролизные установки

Институт физико-технологических исследований (ИФТИ, г. Москва) производит и поставляет «под ключ» современные водородные электролизные установки серии ФС для нужд энергетики (охлаждение водородных генераторов на ТЭЦ, ГРЭС и АЭС), электроники и других отраслей — металлургии, нефтехимии, стеколь-

ной и пищевой промышленности, а также медицины.

Новые **электролизные установки серии ФС-Т.25** выпускаются производительностью по водороду от 5 до 20 м³/ч. Диапазон производительности при штатной работе составляет от 10 до 150% от номинальной. Установки отличаются компактностью и низкой металлоемкостью. Их технические характеристики, включая габариты и вес, аналогичны западным образцам при существенно меньшей стоимости.

Вследствие малого внутреннего диаметра труб, из которых изготовлены аппараты, на них не распространяются «Правила устройства и эксплуатации сосудов, работающих под давлением», поэтому такое оборудование не требует регистрации в региональном отделении Ростехнадзора. Помещение для установок типа ФС-Т.25 может иметь самую низкую категорию В1–В4 по взрывной и пожарной безопасности. Полная автоматизация, отображение и запоминание всех параметров обеспечивают высокую надежность и безопасность использования оборудования. Блочное исполнение дает возможность наращивать производительность до 100 м³/ч простым увеличением количества установок, работающих независимо друг от друга на один коллектор. При этом объем производственных площадей



Макет расцепляющей муфты SSS для одновальных ПГУ

не превосходит аналогичный показатель для моноблочных установок.

Важное преимущество ФС-Т.25 перед зарубежными аналогами заключается в том, что они полностью адаптированы к традиционным условиям эксплуатации и ремонта на российских электростанциях и других предприятиях. Установки имеют 100-процентную ремонтпригодность. Это обусловлено, в частности, тем, что они комплектуются оборудованием только отечественных предприятий и изготавливаются из материалов, производимых в России.

ФС-Т.25 поставляются в полной комплектации (в т. ч. с простым и надежным блоком осушки, исключая конденсацию и замерзание влаги в наружных водородных трубопроводах в любое время года, даже в климатических условиях Крайнего Севера). В комплект поставки входит также запорно-регулирующая арматура, приборы, шкаф управления и выпрямители.

Установка поставляется в виде готовых блоков, которые собираются на месте в течение 2 сут. двумя специалистами и могут быть выведены на рабочий режим через 15 мин. после пуска. Срок службы ФС-Т.25 составляет не менее 30 лет. Существенно и то, что стоимость производства 1 м³/ч водорода у них вдвое меньше, чем у российских, не говоря уже об импортных, аналогов.

Акустические расходомеры

Одной из сложных и важных проблем при эксплуатации объектов гидроэнергетики является разработка расходоизмерительных систем, отвечающих требованиям надежности и необходимой точности опреде-

ления величин расходов и объемов водопотребления. Практически все отечественные ГЭС оснащены спиральными турбинными расходомерами, измеряющими перепад давления в спиральной камере по методу Винтера–Кеннеди. В настоящее время штатные спиральные расходомеры утратили работоспособность более чем на 90% гидроэнергетических объектов РФ. Как следствие, инструментальное измерение расхода турбин практически не производится, что не отвечает требованиям энергосбережения и рациональной эксплуатации гидроэнергетического оборудования.

В связи с этим в последние годы стали получать распространение ультразвуковые системы определения расхода, лишенные недостатков традиционных спиральных расходомеров. Но при применении ультразвуковых приборов на гидроэлектростанциях русловой компоновки возникают определенные проблемы. Особенность таких объектов заключается в том, что они не имеют водоводов, разделяющих водоприемник и спиральную камеру. Это исключает возможность применения ультразвуковых расходомеров методами, используемыми для установок с достаточно длинными трубопроводами постоянного сечения.

Впервые в практике отечественной гидроэнергетики проблема использования акустической расходоизмерительной системы на русловой ГЭС решена на Нижнекамской ГЭС — члене Некоммерческого партнерства «Гидроэнергетика России», которое объединило несколько участников на своем стенде. Нижнекамская ГЭС имеет типичную компоновку русловой гидроэлектро-

станции. Работа была выполнена НИИ энергетических сооружений (ОАО «НИИЭС») при активном участии специалистов ГЭС.

В состав **ультразвукового расходомера УЗР-2**, разработанного ОАО «НИИЭС», входят два акустических преобразователя (АП), электронный блок, изготовленный на базе микроконтроллера промышленного типа, и линии связи. Один из преобразователей (АП1) устанавливается на стенке спиральной камеры, а второй (АП2) — на одной из статорных колонн. Выбор мест установки определится исходя из оптимального сочетания условий расположения акустического луча в области спиральной камеры со стабильно сформировавшимся потоком и минимальной протяженности кабелей при их выходе из проточной части.

Ультразвуковой расходомер в спиральной камере функционально полностью заменяет традиционный спиральный прибор, имея при этом ряд преимуществ. Акустическая система монтируется накладным способом в короткие сроки и при необходимости может быть отремонтирована или заменена. УЗ-расходомер отвечает современным требованиям автоматизации измерений. Он может работать в автономном режиме, а также передавать результаты измерений в автоматизированную систему через интерфейс RS-485 при токе выхода 4–20 мА. Применение УЗР-2 позволяет оптимизировать комбинаторную зависимость, что повышает КПД турбины на 2–4%.

*Ольга Горгома,
фото автора*



Подписной индекс еженедельника «Снабженец»

в каталоге агентства «Роспечать» — 32699

в Объединенном каталоге «Пресса России. Подписка-2010» — 29260