



СИЛОВЫЕ МАШИНЫ. ЭНЕРГИЯ НА РЕЗУЛЬТАТ

ОБОРУДОВАНИЕ И УСЛУГИ ДЛЯ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ



ГИДРОЭНЕРГЕТИКА

МИССИЯ КОМПАНИИ

ВИДЕНИЕ КОМПАНИИ

ЦЕННОСТИ КОМПАНИИ

Предоставлять надежные и эффективные комплексные решения для удовлетворения нужд мировой энергосистемы, непрерывно совершенствуя свои технологии и бизнес-процессы.

Занимать первое место на рынке энергетического машиностроения России и СНГ и быть ключевым игроком на мировом рынке.

ВНИМАНИЕ К КЛИЕНТАМ
ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ОПЕРАТИВНОСТЬ
ИННОВАЦИОННОСТЬ
БЕЗОПАСНОСТЬ
КОМАНДНАЯ РАБОТА
УВАЖЕНИЕ К ЛЮДЯМ

«Силовые машины» – крупнейшая энергомашиностроительная компания России, имеющая международный опыт и компетенцию в области проектирования, изготовления и комплектной поставки оборудования для тепловых, атомных, гидравлических и газотурбинных электростанций.

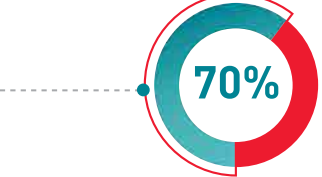
Компания «Силовые машины» создает эффективные комплексные проекты для мировой энергетики, опираясь на полуторавековой опыт собственных производственных активов и применяя новейшие достижения науки и техники.

Оборудование, изготовленное и поставленное предприятиями компании, работает в 57 странах мира и в настоящее время насчитывает более 300 000 МВт установленной мощности.

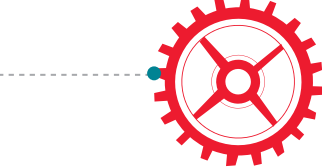
В 57 СТРАНАХ МИРА
установлено и работает оборудование, произведенное на предприятиях «Силловых машин»



70% – ДОЛЯ КОМПАНИИ
на внутреннем рынке России и СНГ



БОЛЕЕ 300 ГВт –
совокупная мощность произведенного компаний оборудования



«СИЛОВЫЕ МАШИНЫ» – ПОСТАВЩИК КОМПЛЕКСНЫХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ГЭС

Обладая большим опытом в разработке и производстве оборудования, всеми необходимыми конструкторскими и производственными ресурсами, компания «Силовые машины» предлагает предприятиям гидроэнергетики эффективные комплексные решения по оснащению основным генерирующим оборудованием и его обслуживанию.

- «Силовые машины» реализуют полный комплекс работ, включающий:
- обследование;
 - проектирование;
 - закупки, производство и комплектацию;
 - транспортировку и складирование;
 - монтаж и пусконаладку;
 - приемочные испытания, ввод в эксплуатацию и гарантийные испытания;
 - сервис в гарантийный и послегарантийный периоды;
 - консультации персонала заказчика по вопросам эксплуатации оборудования.



Основная продукция для гидроэнергетики

- гидравлические турбины различных типов мощностью до 1000 МВт, включая насос-турбины мощностью до 300 МВт;
- затворы предтурбинные и затворы водовода диаметром от 1,5 до 7,5 м;
- затворы предтурбинные шаровые диаметром от 1 до 4 м;
- регуляторы электрогидравлические и маслonaпорные установки;
- гидрогенераторы вертикальные зонтичного, полужонтичного и подвесного типов;
- гидрогенераторы капсульные;
- электротехнические системы автоматики: САУ гидрогенераторов и АСУ ТП ГЭС;
- системы возбуждения.

Обеспечение качества

Качество и надежность продукции обеспечиваются неукоснительным соблюдением технологии производства и принятой в компании политики в области качества. Система менеджмента качества «Силловых машин» сертифицирована на соответствие требованиям стандартов ISO серии 9000 (ISO 9001:2015, ГОСТ Р ИСО 9001-2015).

Конструкторские и технологические решения основаны на детальном расчете и исследованиях. Особое внимание в компании уделяется контролю качества на каждом этапе производства. Такому контролю подвергаются все материалы, а для особенно значимых узлов и деталей проводятся повторные проверки механических свойств.

Перед предъявлением заказчику все детали проходят проверку отделом технического контроля. Кроме того, основные узлы оборудования подвергаются контрольной сборке и испытаниям в присутствии заказчика. Участие в испытаниях позволяет заказчику убедиться в высоком качестве изготовленного оборудования.

Производство «Силловых машин» оснащено современным технологическим оборудованием.



Производство гидравлических турбин в «Силowych машинах» сосредоточено на Ленинградском Металлическом заводе (ЛМЗ), который имеет почти вековой опыт производства гидротурбин. Первая российская гидравлическая турбина была изготовлена на ЛМЗ в 1924 году.

Проектирование гидротурбин, систем автоматического управления и затворов осуществляется в Специальном конструкторском бюро «Силowych машин» – СКБ «Гидротурбомаш», которое было создано более 95 лет назад. Проектирование гидротурбинного оборудования проводится на основе собственных разработок СКБ «Гидротурбомаш».

Преимущества гидротурбин производства компании «Силowych машины»

Компания «Силowych машины» обладает значительным опытом решения сложных конструкторских задач, разработки и создания различных типов гидротурбинного оборудования, создает индивидуальные решения для каждого конкретного проекта.

Каждый этап работы проходит при неукоснительном соблюдении технологии производства. Все эти мероприятия и индивидуальный подход к каждому проекту обеспечивают:

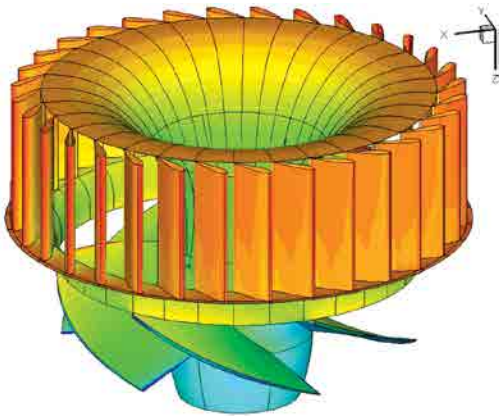
- надежную работу оборудования на проектный срок службы не менее 40 лет;
- высокие энергетические и кавитационные свойства гидротурбины;
- расширение диапазона работы по мощности;
- безопасность оборудования для окружающей среды;
- надежность оборудования в эксплуатации;
- снижение эксплуатационных затрат.

Специалистами компании «Силowych машины» разработаны и внедрены современные материалы и узлы гидравлических турбин:

Реализованное усовершенствование	Результат
Новые стали для рабочих колес, лопастей и направляющих лопаток	Увеличение кавитационной и эрозионной стойкости, соответствие международным стандартам
Новые антифрикционные бесшмазочные материалы для втулок подшипников направляющего аппарата, сервомоторов	Увеличение надежности и срока службы подшипников
Новые антифрикционные бесшмазочные материалы для втулок подшипников поворотно-лопастных рабочих колес	Исключение протечек масла из корпуса рабочего колеса в реку
Новые антифрикционные материалы для направляющих подшипников	Увеличение надежности и уменьшение трения
Новые материалы для уплотнений лопаток направляющего аппарата, уплотнений вала, лопастей рабочих колес	Увеличение надежности конструкций
Разработаны современные системы диагностики	Недопущение возникновения аварийных ситуаций
Разработаны конструкции поворотно-лопастных рабочих колес и маслоприемников на давление в системе регулирования до 15 МПа	Уменьшение объема масла в маслonaпорной установке (МНУ) и габаритов привода направляющего аппарата и рабочего колеса
Разработаны системы автоматического управления гидротурбиной на давление 15 МПа	Исключение из поставки компрессоров для подкачки воздуха в гидроаккумуляторы МНУ

Конструкторские решения, проектирование, испытания

Для более точной оценки энергетических и кавитационных качеств и прочностных характеристик гидротурбинного оборудования специалисты «Силowych машин» проводят все необходимые исследования и конструкторские работы с применением методов физического и математического моделирования рабочего процесса в гидротурбине, в том числе трехмерный анализ течения жидкости в подводящих элементах, рабочем колесе и отсасывающей трубе (CFD).



Математическая оптимизация эффективности проточной части

Эти исследования позволяют рассчитать оптимальные параметры оборудования и в конечном итоге достичь результатов, непосредственно влияющих на рост экономических показателей ГЭС:

- уменьшить гидравлические потери в рабочем колесе;
- уменьшить гидравлические потери в отсасывающей трубе путем формирования оптимального для работы отсасывающей трубы потока;
- улучшить кавитационные характеристики гидротурбины для увеличения максимального значения мощности при том же заглублении гидротурбины;
- уменьшить нестационарное воздействие потока путем оптимизации рабочего колеса и установки стабилизирующих устройств.

Для подтверждения правильности принятых конструкторских решений наиболее ответственные узлы моделируются и проходят испытания на специально созданных испытательных стендах. Эти исследования позволяют оценить факторы, обеспечивающие эффективность (КПД), прочность, кавитационные повреждения и вибрацию.

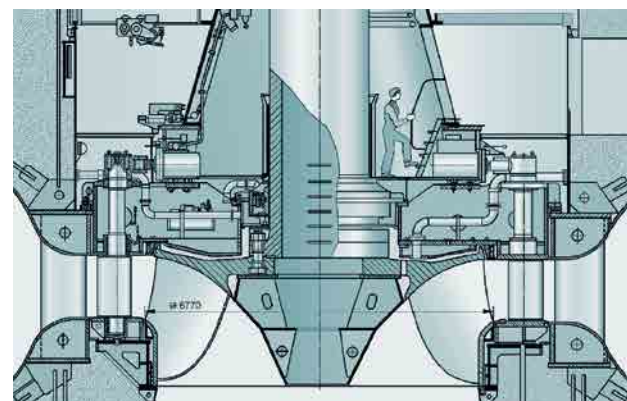
Проводятся приемочные испытания в лаборатории водяных турбин в присутствии заказчика с соблюдением международных стандартов МЭК (IEC).

Надежность и эффективность конструкторских решений проверяются в натурных условиях на действующем гидротурбинном оборудовании опытными специалистами лаборатории водяных турбин.

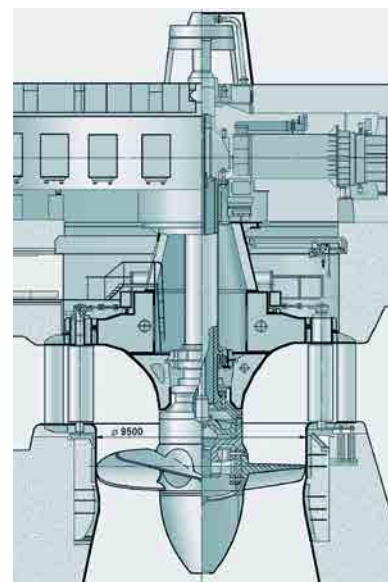
Типы турбин и области их применения

Сегодня «Силовые машины» проектируют, изготавливают и поставляют:

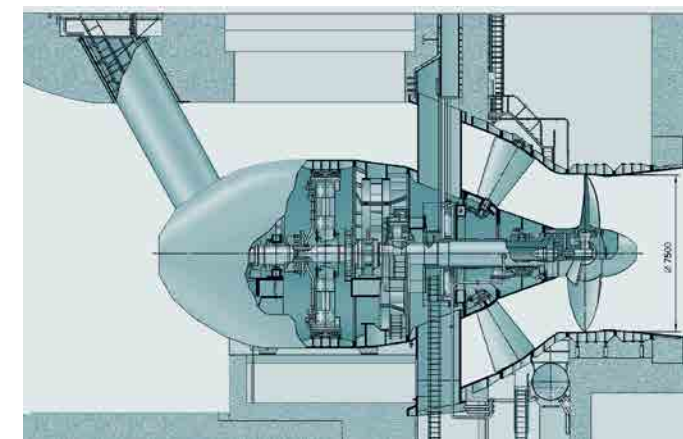
- Радиально-осевые гидротурбины (Francis) мощностью до 1000 МВт на напор до 600 м, с диаметром рабочего колеса от 1 до 8,3 м.



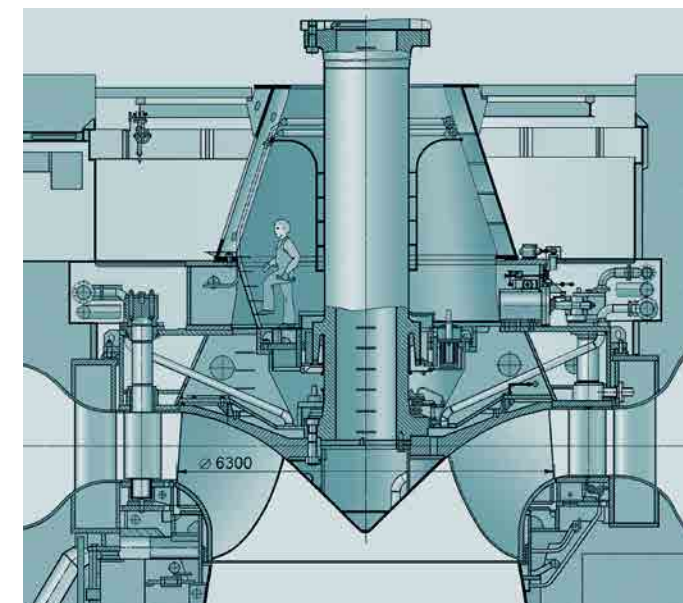
- Поворотно-лопастные гидротурбины (Kaplan) мощностью до 300 МВт на напор до 70 м, с диаметром рабочего колеса от 1 до 10,3 м.



- Горизонтально-капсульные гидротурбины (Bulb) мощностью до 70 МВт на напор до 25 м, с диаметром рабочего колеса от 4,0 до 7,5 м.

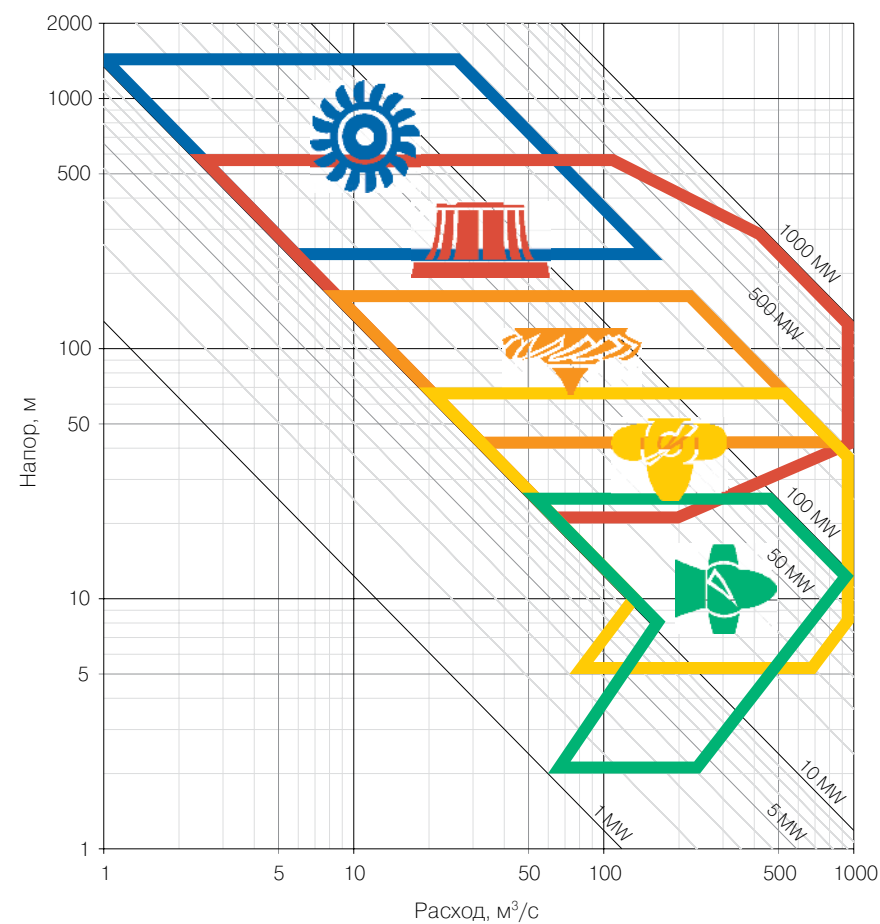


- Насос-турбины (Pump-turbine) мощностью до 300 МВт на напор до 400 м, с диаметром рабочего колеса от 3 до 8 м, в том числе с изменяемой частотой вращения в насосном и турбинном режимах.



Также компания производит и поставляет:

- Дисковые затворы диаметром 1–7 м на напор до 170 м.
- Шаровые затворы диаметром 1–3,5 м на напор 200–600 м.
- Регуляторы и маслонапорные установки для всех типов гидротурбин.



Область применения гидравлических турбин

Регуляторы

Регуляторное оборудование «Силовых машин» работает в странах Европы, Азии, Америки и Африки. Современные регуляторы и МНУ оснащаются микропроцессорными панелями управления.

Электрогидравлические регуляторы предназначены для регулирования частоты вращения и активной мощности гидроагрегата. Регулятор обеспечивает следующие режимы работы:

- на холостом ходу;
- на изолированную нагрузку;
- на мощную энергосистему с обратной связью по открытию или по мощности;
- в режиме синхронного компенсатора;
- в групповом режиме от центрального задатчика;
- в режиме водотока.

Выпускаются регуляторы для всех типов гидротурбин:

- радиально-осевых;
- поворотно-лопастных;
- горизонтальных капсульных;
- насос-турбин;
- ковшовых.

«Силовые машины» не только поставляют новые регуляторы, но производят замену и модернизацию регуляторов.

Затворы

Затворы устанавливаются на напорном трубопроводе перед спиральной камерой турбины и выполняют функции оперативного, аварийного и ремонтного запорного органа.

В настоящее время проектируются и изготавливаются затворы двух типов:

- дисковые затворы диаметром 1–7 м при напоре от 45 до 230 м;

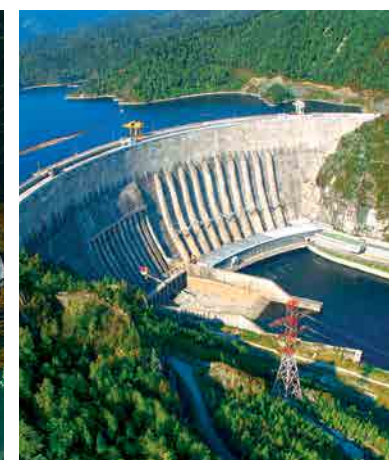


- шаровые затворы диаметром 1–3,5 м при напоре от 170 до 800 м.



Электрогидравлическая система управления затвором автоматически осуществляет операции по открытию и закрытию затвора при нормальной эксплуатации и закрытию в аварийных ситуациях. Питание системы управления и исполнительных механизмов маслом производится от автономной или общей для гидротурбины и затвора МНУ.

По желанию заказчика могут быть спроектированы и поставлены кольцевые затворы, существенно уменьшающие габариты блока гидроагрегата.



ГИДРОГЕНЕРАТОРЫ



Производство гидрогенераторов в «Силowych машинах» сосредоточено на заводе «Электросила». Первый российский гидрогенератор был изготовлен в 1924 году. К настоящему времени изготовлено более 650 гидрогенераторов, общая мощность которых превышает 65,5 ГВт.

Номенклатура гидрогенераторов включает машины мощностью от 4 до 720 МВт с номинальными скоростями вращения от 50 до 750 мин⁻¹ для электростанций с низкими, средними и высокими напорами. Гидрогенераторы работают при различных напряжениях, частотах и других параметрах, применяются различные системы возбуждения и охлаждения.

Коэффициент готовности наших гидрогенераторов составляет 0,996, наработка на отказ – 27 000 часов, срок службы – 40 лет.

Комплектно с гидрогенераторами поставляются:

- аппаратура для автоматического регулирования и управления возбуждением;
- системы охлаждения и возбуждения;
- аппаратура гашения поля.

Различные виды испытаний, монтаж, наладка и ввод оборудования в эксплуатацию производятся специалистами компании.

Специалистам «Силowych машин» принадлежит первенство в создании ряда принципиально новых направлений в конструкциях гидрогенераторов:

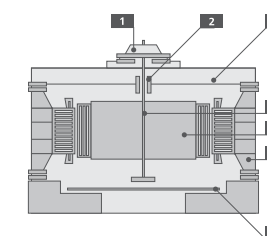
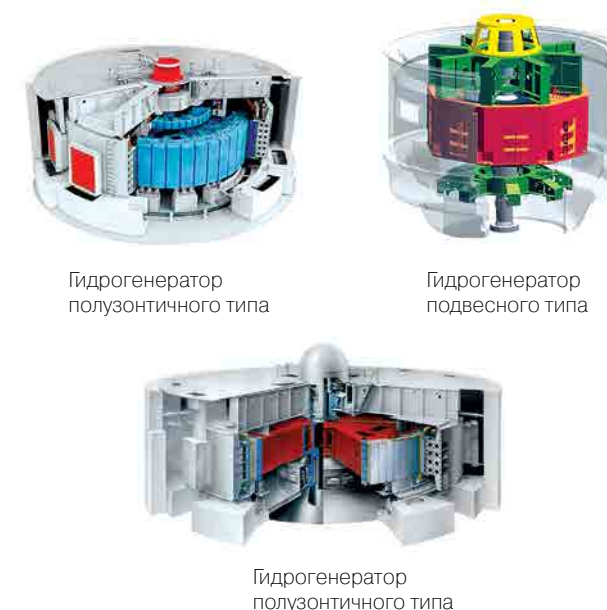
- системы форсированного воздушного охлаждения с поперечными каналами в витках обмотки ротора, равной по эффективности системе водяного охлаждения;
- непосредственного водяного охлаждения сердечников полюсов;
- статоров с предварительно напряженным состоянием сердечников, отличающихся высокой виброустойчивостью, стабильными размерами и отсутствием остаточных деформаций пакетов сердечников и их распрессовки;
- упругих уплотнений стержней обмоток статоров в пазах, исключающих пазовые разряды;
- специальной конструкции торцевых зон статоров и роторов, уменьшающих ограничения при работе в режимах недовозбуждения.

Гидрогенераторы вертикальные зонтичного, полужонтичного и подвесного типов

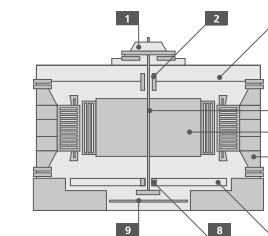
«Силowych машины» изготавливают гидрогенераторы различных конструктивных схем, в том числе с вертикальным расположением вала, зонтичного, полужонтичного и подвесного типов.

Конструктивные особенности:

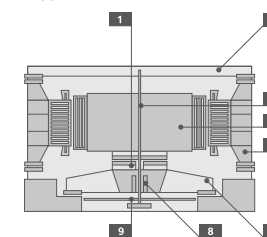
- гидрогенераторы зонтичного типа: подпятник и направляющий подшипник расположены ниже ротора;
- гидрогенераторы полужонтичного типа: подпятник расположен ниже ротора, а направляющий подшипник – выше ротора;
- гидрогенераторы подвесного типа: подпятник расположен выше ротора.



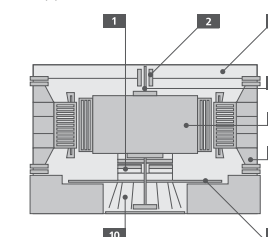
Гидрогенератор подвесного типа с одним направляющим подшипником



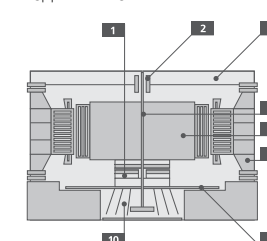
Гидрогенератор подвесного типа с двумя направляющими подшипниками



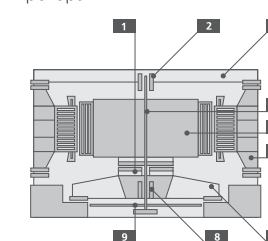
Гидрогенератор зонтичного типа с одним направляющим подшипником



Гидрогенератор полужонтичного типа с безвальневой конструкцией ротора



Гидрогенератор полужонтичного типа с подпятником на верхней крышке турбины



Гидрогенератор полужонтичного типа с двумя направляющими подшипниками

- 1 Подпятник
- 2 Верхний направляющий подшипник
- 3 Верхняя крестовина
- 4 Вал ротора
- 5 Ротор
- 6 Статор

- 7 Нижняя крестовина
- 8 Нижний направляющий подшипник
- 9 Перекрытие шахты
- 10 Крепление подпятника
- 11 Вал-надставка

В гидрогенераторах зонтичного и полужонтичного типов нагрузка, воспринимаемая подпятником, передается через нижнюю крестовину или крышку турбины и далее на фундамент. В гидрогенераторах подвесного типа нагрузка передается через верхнюю крестовину, корпус статора и затем на фундамент.

Зонтичное и полужонтичное исполнения используются для низкоскоростных гидрогенераторов, особенно для гидрогенераторов больших мощностей.

Гидрогенераторы полужонтичного типа могут иметь один направляющий подшипник в нижней крестовине или два направляющих подшипника, один из которых расположен в верхней крестовине, а другой, соответственно, – в нижней.

Полужонтичное исполнение может иметь безвальневую конструкцию ротора. В этом варианте вал турбины прикреплен к нижней части остова ротора, а вал-надставка – к верхней ее части.

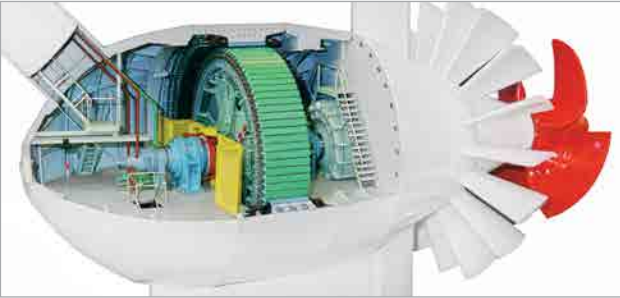
Гидроагрегаты с генератором такой конструкции имеют два подшипника, нижний – на валу турбины, верхний – на валу-надставке.

Подвесное исполнение применяется в основном для высоко- и среднескоростных гидрогенераторов. Гидрогенераторы этих типов выполняются с одним направляющим подшипником, расположенным в верхней крестовине, или с двумя направляющими подшипниками, один из которых расположен в верхней крестовине, другой – в нижней.

Гидрогенераторы капсульные

Помимо гидрогенераторов традиционного исполнения, «Силовые машины» изготавливают гидрогенераторы капсульного типа мощностью до 54 МВт, отличающиеся многообразием конструктивного исполнения и систем охлаждения. Характеризуются повышенной надежностью работы и долговечностью.

Капсульные гидрогенераторы с горизонтальным исполнением вала – герметичные электрические машины, предназначенные для установки в водном потоке. Генераторы используются в основном на низконапорных и приливных гидроэлектростанциях. Капсульные гидрогенераторы поставляются либо с непосредственным водяным охлаждением обмоток статора, ротора и сердечников полюсов, либо с косвенным принудительным охлаждением воздухом атмосферного давления.



Гидрогенераторы выполняются с подпятником и контрподпятником, расположенным со стороны верхнего бьефа (эквивалент подвесному типу вертикальных генераторов) или между собственно генератором и турбиной (эквивалент зонтичному или полужонтичному исполнениям).

Впервые в мире нами были созданы гидрогенераторы мощностью свыше 200 МВт:

Станция	Мощность, МВт
Зейская ГЭС	215
Усть-Илимская ГЭС	240
Бурейская ГЭС	335
РК550	250
РК750	500
Саяно-Шушенская ГЭС	640
ГЭС Эль-Кахон	375
ГЭС Ла Йеска	375
Богучанская ГЭС	333

Являясь поставщиком оборудования для мощных ГЭС с крупными гидрогенераторами, компания «Силовые машины» одновременно выпускает машины мощностью до 30 МВт, используя в конструкциях малых мощностей свой позитивный опыт, а также новые подходы и современные решения.

Основные принципы, заложенные в класс гидрогенераторов небольших мощностей:

- обеспечение автономности генератора;
- максимальная простота конструкции;
- высокий уровень монтажной готовности.

Подпятники с фторопластовым покрытием

Сегодня гидрогенераторы, изготовленные «Силовыми машинами», оснащены самыми надежными подпятниками в мире. Отличительной особенностью конструкции такого

подпятника является применение антифрикционного слоя на основе фторопластовой композиции с использованием металлизированной пружинящей прокладки для облицовки сегментов подпятников.

Преимущества подпятников гидрогенераторов производства «Силовых машин»:

- повышенная надежность и долговечность;
- не требуют принудительной подачи масла на плоскость трения;
- не имеют ограничений по режиму работы, включая пуски и остановки;
- допускают ползучую скорость, выбеги без торможений;
- допускают повышение удельного давления до 100 кг/см²;
- позволяют снизить потери на трение и размеры масляной ванны;
- не требуют шабровки поверхности в процессе монтажа и эксплуатации.



СИСТЕМЫ ВОЗБУЖДЕНИЯ

Основные типы изготавливаемого оборудования для гидроэлектростанций:

- системы тиристорные самовозбуждения (СТС);
- системы тиристорные независимые (СТН);
- силовая преобразовательная техника;
- системы управления и регулирования возбуждения;
- защиты систем возбуждения.

Системы возбуждения обеспечивают следующие режимы работы синхронных генераторов:

- начальное возбуждение;
- холостой ход;
- включение в сеть методом точной синхронизации или самосинхронизации;
- работу в энергосистеме с нагрузками и перегрузками, допустимыми для генератора;
- демпфирование качаний ротора (системный стабилизатор в соответствии с российскими и международными стандартами);
- форсировку возбуждения с заданной кратностью по напряжению и по току;
- разгрузку по реактивной мощности до значения cosφ=1;
- развозбуждение при нарушениях в энергосистеме;
- гашение поля генератора в аварийных режимах и при нормальной остановке;
- электрическое торможение агрегата.

Преимущества систем возбуждения нашей конструкции:

- максимальная безопасность обслуживающего персонала и оборудования обеспечивается комплексом специальных мероприятий, в том числе применением оптических кабелей и тиристорных преобразователей выкатной конструкции (по запросу заказчика);
- удобство обслуживания щитов возбуждения достигается сочетанием блочно-модульной конструкции, обеспечивающей удобный доступ к любому элементу щита, с рациональным расположением органов управления, сигнализации, приборов и контрольных точек;
- разнообразие конструктивных исполнений по желанию заказчика – это возможность легкой трансформации унифицированных секций. Охлаждение тиристорных преобразователей – водяное, принудительное воздушное или естественное воздушное;
- высокая степень заводской готовности осуществляется благодаря выполнению всех электрических соединений между секциями внутри щита;
- подтвержденное качество. Испытания систем возбуждения производятся на оборудовании лучших фирм мира;
- улучшенный дизайн щитов с учетом европейского стандарта эргономических характеристик достигается использованием современных конструкционных материалов.



АВТОМАТИКА

Реализуя проекты оснащения гидроэлектростанций, «Силовые машины» поставляют генерирующее оборудование с системами управления и автоматизации.

Компания выполняет полный цикл работ по автоматизации технологических процессов выработки и распределения электроэнергии ГЭС: обследование объекта, разработка проектной документации, создание прикладного программного обеспечения, комплектование и изготовление систем, выполнение монтажных и пуско-наладочных работ, гарантийное и постгарантийное обслуживание.

«Силовые машины» предлагают следующие услуги:

- Замена (модернизация) контрольно-измерительной аппаратуры и автоматики гидроагрегата и вспомогательного оборудования.
- Автоматизация основного оборудования ГЭС, в том числе: регуляторов частоты и мощности гидроагрегатов, системы теплового контроля, системы виброконтроля, системы технологической автоматики, гидромеханических и электрических защит, системы управления вспомогательным оборудованием (МНУ, затворы, системы ТВС – технического водоснабжения).
- Монтаж или модернизация систем виброконтроля и диагностики гидроагрегата.

Система виброконтроля обеспечивает решение:

- задач вибрационного контроля гидроагрегата;
- получения текущих значений параметров абсолютной и относительной вибрации в выбранных точках гидроагрегата;
- задач измерения воздушного зазора между статором и ротором генератора.

При превышении измеренных или расчетных значений вибрации опорных узлов гидроагрегата выполняются формирование и передача обобщенных и расшифровывающих предупредительных и аварийных сигналов в системы автоматики и сигнализации.

Информация представляется в виде текущих измеренных и расчетных значений на устройствах отображения в составе АСУ ТП.

- Автоматизация общестанционных систем, систем управления распределительными устройствами, таких как ОРУ 220, ОРУ 110, ОРУ 35, КРУ, системы гидроизмерений, системы дренажа и отвода грунтовых вод, системы мониторинга трансформаторов и прочих систем.
- Автоматизация верхнего уровня управления ГЭС: создание и обустройство рабочих мест оператора главного щита управления, проектирование и поставка оборудования серверов хранения и обработки данных, систем оборудования мнемощитов, панелей программно-технических комплексов группового управления активной и реактивной мощностью, регулирования напряжения (ГРАМ, ГРНРМ, ГРАРМ), систем рационального управления агрегатами и комплексами оборудования (РУСА).
- Автоматизация гидроэлектростанции под ключ, включая системы автоматического управления гидроагрегатами, системы управления и контроля общестанционных систем, системы управления распределительными устройствами, верхний уровень управления, в том числе общестанционные регуляторы активной и реактивной мощности.

При проектировании и производстве оборудования АСУ ТП применяются компоненты ведущих мировых и отечественных производителей средств автоматизации и КИП.

СЕРВИС, МОДЕРНИЗАЦИЯ

Компания «Силовые машины» предлагает услуги по сервису, модернизации и реконструкции оборудования ГЭС, направленные на повышение надежности, экономичности, маневренности и удобства эксплуатации.

Выполняя проекты по реконструкции и модернизации гидроэлектростанций, «Силовые машины» решают стратегические задачи, обеспечивающие доходность инвестиций своих клиентов, восстанавливая работоспособность оборудования, повышая его технико-экономические показатели и надежность. Компания «Силовые машины», обладая значительным опытом решения сложных конструкторских задач, разработки и создания различных типов гидротурбинного

и гидрогенераторного оборудования, разрабатывает индивидуальные решения для каждого конкретного проекта. Работы по модернизации и ремонту оборудования могут быть выполнены как в заводских условиях, так и в условиях электростанции. Выполняя работы по реконструкции, специалисты «Силовых машин» стремятся минимизировать строительные работы и обеспечить размещение модернизированного оборудования на штатных закладных частях и фундаментах.

Результаты модернизации

Модернизация	Результат
Модернизация рабочих колес радиально-осевых гидротурбин	Повышение по отношению к существующему на момент модернизации уровню с учётом износа оборудования: • КПД на величину до 7%; • мощности от 5 до 20%. Увеличение надежности и межремонтного периода для рабочего колеса
Модернизация рабочих колес поворотно-лопастных гидротурбин	Повышение по отношению к существующему на момент модернизации уровню с учётом износа оборудования: • КПД на величину до 5%; • мощности от 5 до 20%. Увеличение надежности и межремонтного периода для рабочего колеса. Исключение протечек масла в окружающую среду
Модернизация направляющего аппарата гидротурбин	Уменьшение протечки воды и масла. Повышение надежности и увеличение межремонтного периода работы оборудования
Модернизация статора гидрогенераторов	Повышение мощности от 5 до 40% с сохранением габаритов статоров. Увеличение надежности и межремонтного периода гидрогенератора
Модернизация ротора гидрогенераторов	Увеличение надежности и межремонтного периода гидрогенератора
Модернизация подпятников и подшипников	Увеличение надежности и межремонтного периода гидрогенератора
Модернизация систем возбуждения	Увеличение надежности и межремонтного периода гидрогенератора
Модернизация систем автоматики	Увеличение надежности и информативности систем управления гидроагрегатом
Модернизация механической части систем регулирования и МНУ	Увеличение надежности, быстродействия и информативности систем

«СИЛОВЫЕ МАШИНЫ»

Россия, 195009, Санкт-Петербург,
ул. Ватутина, д. 3а
Тел.: +7 (812) 346-7037
Факс: +7 (812) 346-7035

Россия, 129090, Москва,
Протопоповский пер., 25а
Тел.: +7 (495) 725-2763
Факс: +7 (495) 725-2742

mail@power-m.ru
www.power-m.ru