

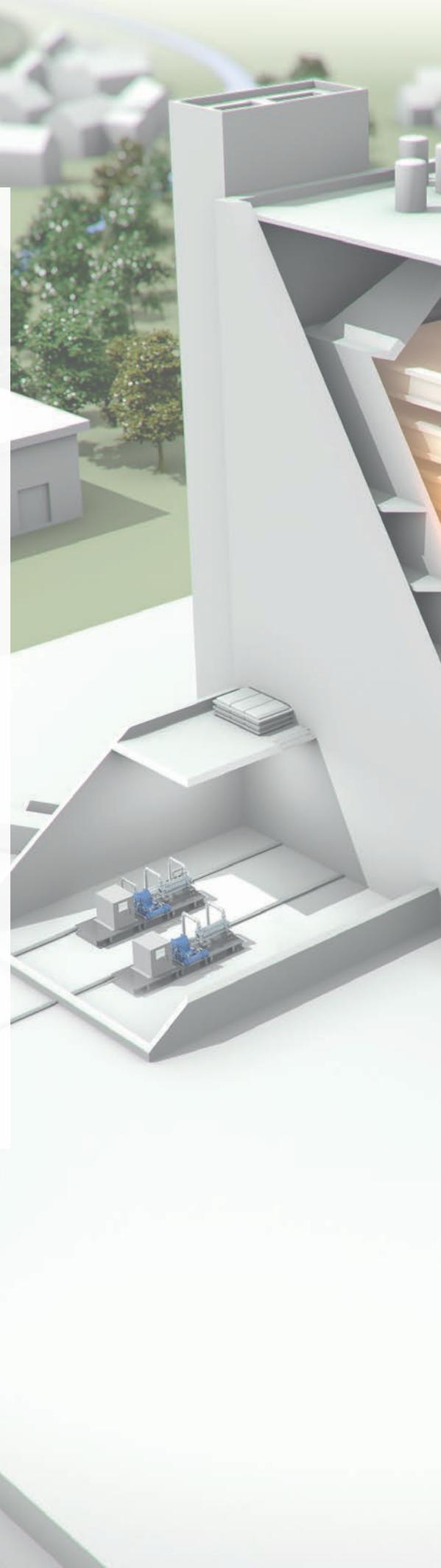
Мощные, эффективные и надежные Ключевые компоненты для электростанций комбинированного цикла

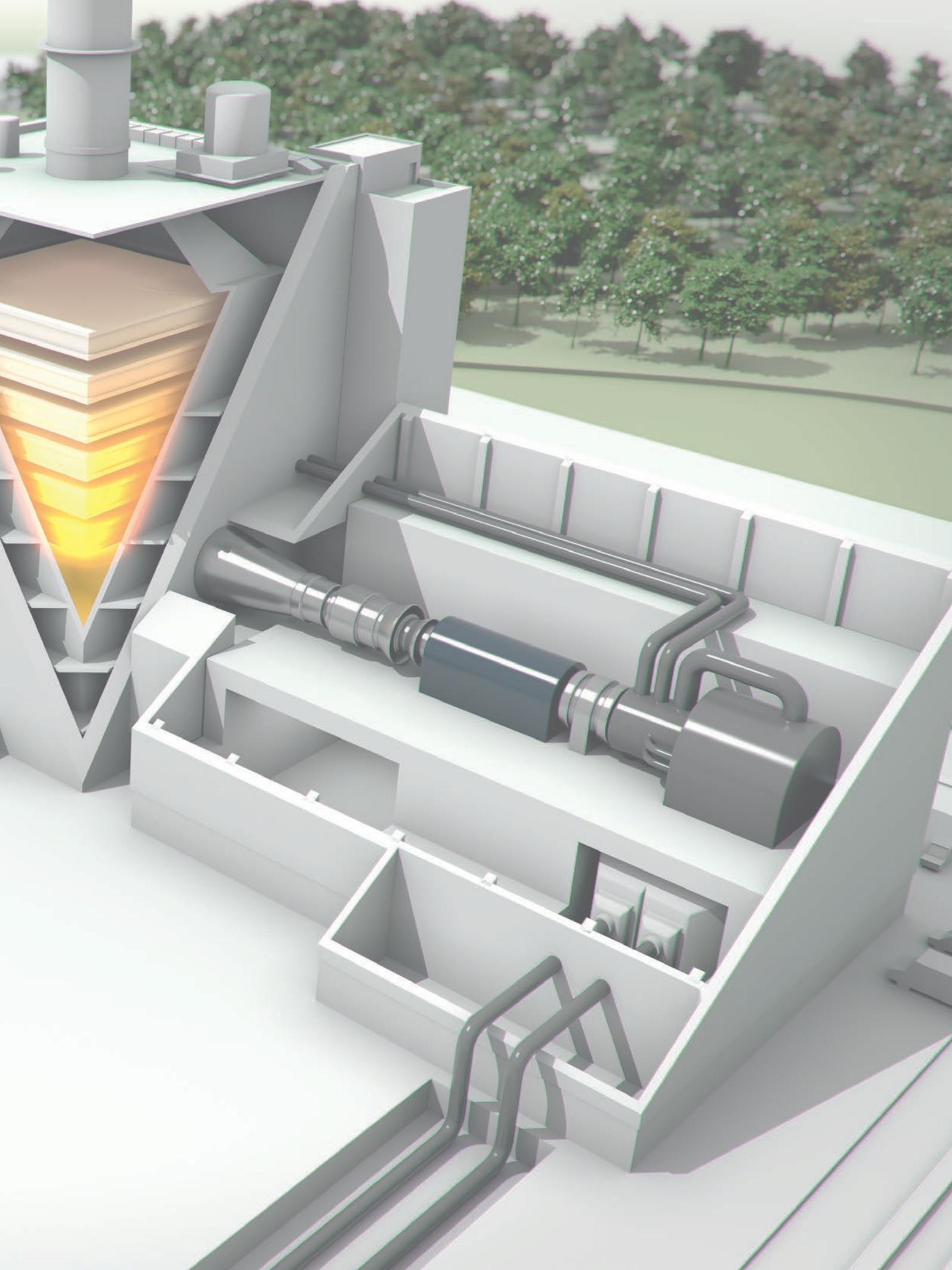


В течение 50 лет фирма Voith работает на рынке электростанций с комбинированным циклом и является надежным партнером. Наши системы отличаются высочайшей надежностью и повышают эффективность Вашей системы.

Наши продукты:

Устройства управления частотой вращения питательного насоса котла	Стр. 4–7
Устройства для пуска и вращения газовых и паровых турбин	Стр. 8–9
Соединительные и предохранительные муфты	Стр. 10–11
Исполнительные механизмы и системы управления для турбомашин	Стр. 14–15
Встраиваемые редукторы для дожимных топливного газа	Стр. 16
Турборедукторы для газовых и паровых турбин	Стр. 17
Служба сервиса рядом с Вами	Стр. 18–19





Управление частотой вращения питательного насоса котла

Частотно-регулируемые муфты

При разработке электростанций с комбинированным циклом учитывается ряд параметров, связанных с запасом надежности насоса подачи воды. Это означает, что уже в режиме базовой нагрузки электростанции этот насос работает практически в режиме дросселирования, что приводит к значительным потерям энергии.

- Запас надежности по расходу (от 10 до 25 %)
- Запас надежности по частоте вращения насоса (5 %)
- Запас надежности по давлению (от 5 до 20 %)
- Запас надежности по объему производимого пара (5 %)

Рабочая точка насоса определяется пересечением характеристической кривой насоса с кривой сопротивления системы. Другие рабочие точки можно получить путем

повышения потерь напора в системе за счет дросселирования. Вместе с увеличением потерь напора значительно уменьшается КПД насоса в режиме малого расхода.

Более экономичный способ управления расходом заключается в изменении характеристических кривых насоса путем регулирования частоты его вращения.

Благодаря использованию муфт для регулирования частоты вращения в режиме частичной нагрузки можно уменьшать частоту вращения питательного насоса котла. Таким образом достигается значительная экономия энергии в сравнении с управлением в режиме дросселирования с фиксированной частотой вращения. Кроме этого, во всем диапазоне частоты вращения можно обеспечить оптимальный КПД насоса.

Преимущества

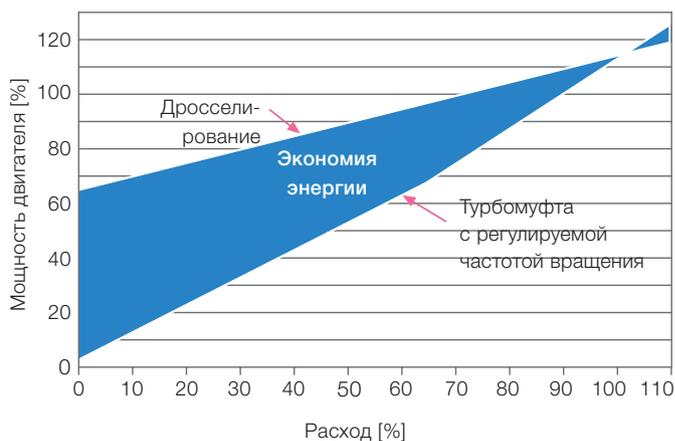
- + Высочайшая надежность
- + Повышение надежности всей системы привода
- + Экономия энергии в сравнении с режимом дросселирования
- + Простота конструкции → упрощение всей системы
- + Эксплуатационная устойчивость → возможность использования в наружных системах, в том числе в экстремальных климатических условиях
- + Наличие запасных частей на весь срок эксплуатации (30 лет и более)
- + Низкие затраты на техобслуживание
- + Встроенная система масляного смазывания

Описание изделия

Турбомуфты с регулируемой частотой вращения — это гидравлические муфты, соединяющие двигатель с питательным насосом котла. С их помощью реализуется бесступенчатое регулирование частоты вращения насоса. Гидродинамические муфты обеспечивают бесконтактную передачу мощности и поглощают вибрацию, возникающую между входом и выходом. Кроме этого, такие муфты можно использовать в качестве системы масляного смазывания системы привода, например для подачи смазочного масла в двигатель и в питательный насос котла. С помощью черпательной трубки (приводимой в движение посредством исполнительного механизма) осуществляется изменение количества масла, находящегося внутри приводимых частей, что приводит к изменению частоты вращения на выходе машины.

При использовании устройств регулирования частоты вращения дополнительная экономия достигается за счет применения менее дорогостоящих рециркуляционных клапанов регулирования расхода и полностью управляемых клапанов (малый перепад давления). Учитывая продолжительный срок эксплуатации электростанции (прибл. 30 лет), предсказать цены на топливо и газ и спрогнозировать режим нагрузки на столь длительную перспективу практически невозможно. Ключевая задача при разработке современных электростанций заключается в создании гибких, многорежимных систем. Это требование касается и питательного насоса котла. Задача решается путем использования насосов с регулируемой частотой вращения.

Таблица сравнения мощности, потребляемой в системе с дросселированием и в системе с турбомуфтой с регулируемой частотой вращения



Турбомуфта с регулируемой частотой вращения типа S



**Мощность
от 200 кВт
до 6000 кВт и
частота вращения
3000 / 3600 об/мин**

Таблица сравнения стоимости системы с дросселированием и системы с турбомуфтой с регулируемой частотой вращения

3 питательных насоса котла с нагрузкой 50 %		Дросселирование		Турбомуфта	
Рабочие точки		425 МВт	Испытательный блок	425 МВт	Испытательный блок
Время работы	[час/год]	7990	10	7990	10
Расход	[кг/с]	62,70	78,38	62,70	78,38
Напор	[бар]	131,99	115,21	93,50	115,21
Плотность питательной воды	[кг/м³]	925,87	925,87	925,87	925,87
КПД насоса	[%]	78,96	80,00	80,00	80,00
Частота вращения насоса	[об/мин]	2980	2980	2487	2872
Потребляемая мощность	[кВт]	1132	1219	791	1,19
Потери от скольжения	[кВт]	–	–	157	46
Механические потери	[кВт]	–	–	12	12
Общая мощность	[кВт]	2 x 1132	2 x 1219	2 x 960	2 x 1277
Количество энергии (в год)	[кВтч]	18 089 360	24 380	15 340 800	25 540
Суммарное количество энергии (в год)	[кВтч]		18 113 740		15 366 340
Стоимость 1 кВтч энергии: 0,05 евро	[евро]	905 687		768 317	

Экономия: 137 370 евро в год

Пример. Исследования окупаемости показали, что период амортизации за счет регулирования частоты вращения составляет обычно от 6 до 20 месяцев.

Редукторная турбомуфта с регулируемой частотой вращения типа RKM



RKM
 редукторная турбомуфта
 с регулируемой частотой вращения
 для ПНК с
**частотой вращения
 от 5000
 до 6000 об/мин**



«Более 40 лет Voith поставляет гидравлические муфты с регулируемой частотой вращения, которые используются в системе привода питательных насосов котлов электростанций с комбинированным циклом. Наша фирма успешно удовлетворяет спрос на оборудование для электростанций этого типа с самого начала нового тысячелетия. На сегодняшний день (2018 год) в эксплуатации находится более 1300 единиц оборудования. Главный фактор успеха — небывалый уровень надежности, который обеспечивается благодаря прочности конструкции».

Ральф Хёферт (Ralph Höfert), руководитель направления развития линейки продуктов, муфты с регулируемой частотой вращения, Voith (Германия)

Устройства для пуска и вращения газовых и паровых турбин

Гидротрансформаторы

Надежность устройств пуска газовой турбины — важнейший фактор, определяющий безопасную и безотказную работу электростанции с комбинированным циклом. Основные задачи преобразователей момента Voith, используемых для пуска газовых турбин, — обеспечение высокого момента для трогания с места и дальнейшего разгона газовой турбины в автоматическом режиме во всем диапазоне скоростей.

Преобразователи момента, работающие по принципу гидродинамической передачи мощности (момента), который был изобретен более 100 лет назад Германом Фёттингером (Hermann Föttinger), используются для оптимального согласования характеристик привода и потребностей приводимой в движение машины.

Посредством рабочего колеса насоса механическая энергия, создаваемая нерегулируемым приводом, преобразуется в кинетическую энергию потока жидкости и с помощью колеса турбины снова преобразуется в механическую энергию.

Кинетическая энергия, необходимая для преобразования момента и скорости, возникает в результате изменения расхода, регулируемого с помощью направляющих лопаток. Благодаря этому эффекту обеспечивается высокая эксплуатационная готовность и продолжительный срок эксплуатации установки. Информация в цифрах: средняя наработка на отказ > 100 лет достигается благодаря нашему богатому опыту разработки преобразователей момента, тысячи единиц которых эксплуатируются по всему миру. Наши системы способны работать в сложных условиях окружающей среды, например в пустынях, в прибрежных установках или в условиях крайне низких температур. Дополнительно системы могут оснащаться встраиваемыми устройствами вращения, предназначенными для обслуживания газовых турбин, а также устройствами охлаждения ротора турбины.

Для адаптации преобразователя момента с учетом конкретных пусковых характеристик Вашей установки можно подобрать ту или иную модель устройства или вспомогательного привода.

Гидродинамический преобразователь момента



Преимущества

- + Фиксированные или подвижные направляющие лопатки для плавного и управляемого пуска
 - + Корпус с дренажными каналами для исключения риска разъединения муфт
 - + Встроенное устройство вращения для надежного охлаждения и техобслуживания
 - + Одиночные преобразователи момента для экономии пространства при установке в корпус газовой турбины
 - + Комплектные пакеты для пуска — полностью готовые к выполнению работ по вводу установки в эксплуатацию
-

Редукторные устройства вращения роторов

Основная функция редукторных устройств вращения ротора заключается в надежном охлаждении горячих роторов паровой или газовой турбины, а также компрессора путем медленного вращения. Эта функция позволяет обеспечить неизменность размеров ротора. Редукторные устройства вращения ротора также служат для трогания ротора с места, разгона или прецизионного позиционирования валопроводов.

Принцип действия обгонной муфты

Например, редукторное устройство вращения ротора можно установить на свободный конец шестеренного вала редуктора. После проверки условий для пуска (электрическое напряжение, давление смазочного масла, устройство подкачки гидравлической жидкости, состояние ротора турбины «остановлен») перед пуском с помощью редукторного устройства вращения ротора устанавливается соединение с ротором. Редукторное устройство вращения ротора разгоняет валопровод до заданной скорости.

По мере разгона линии редукторное устройство вращения ротора отсоединяется от ротора за счет деблокировки фрикционного механизма разъединения ротора от редукторного устройства и поворотной шестерни в осевом направлении; при этом под действием центробежной силы стопорные защелки смещаются в радиальном направлении наружу. После этого редукторное устройство вращения ротора замедляется до полной остановки. В тех случаях, когда валопровод выключается, например для проведения работ по техническому обслуживанию, одновременно с этим редукторное устройство вращения ротора снова разгоняется до

номинальной скорости. Защелки блокируются, и в момент совпадения скоростей вращения редукторное устройство вращения ротора и вал соединяются. Под действием устройства управления валопровод замедляется до малой скорости. Для останова ротора редукторное устройство вращения ротора выключается.

Принцип действия поворотной шестерни

Редукторное устройство вращения ротора можно установить, например, на корпус подшипника газовой турбины. После проверки условий для пуска (наличие сжатого воздуха, электрическое напряжение, давление смазочного масла, устройство подкачки гидравлической жидкости, состояние ротора турбины «остановлен») поворотная шестерня приводится в зацепление с шестерней вала турбины. В результате редукторное устройство вращения ротора разгоняет валопровод до номинальной скорости (скорости редукторного устройства вращения ротора). Это позволяет газовой турбине разогнаться без постороннего воздействия. Редукторное устройство вращения ротора отсоединяется и замедляется до полной остановки. В тех случаях, когда валопровод выключается, например для проведения работ по техническому обслуживанию, после того как частота вращения турбины достигнет определенной величины, редукторное устройство вращения ротора снова разгоняется до номинальной скорости. В момент совпадения скоростей поворотная шестерня редукторного устройства вращения ротора снова приводится в зацепление и в управляемом режиме замедляет валопровод до малой скорости. Для останова ротора редукторное устройство вращения ротора выключается.

Редукторные устройства вращения роторов



Преимущества

- + Высокая надежность и малое количество отказов
- + Универсальность с точки зрения возможных конфигураций линии
- + Сокращение затрат на ремонт
- + Повышение степени эксплуатационной готовности системы
- + Полностью автоматический режим работы

Соединительные и предохранительные муфты

Мембранные муфты

Мембранная муфта обеспечивает надежное, безопасное преобразование момента, исключает износ и не требует технического обслуживания. Соединительные муфты этого типа, оснащаемые одной или двумя мембранами, можно использовать в установках мощностью от 100 до 70 000 кВт.

Мембранные муфты Voith — оптимальное решение для соединения турборедукторов с ведущими или приводными машинами. Муфта EconTors, оснащаемая одной мембраной, предназначена для систем со средней частотой вращения до 8000 об/мин; муфта TwinTors с двумя мембранами применяется в высокопроизводительных компрессорах или испытательных установках с частотой вращения до 80 000 об/мин.

Муфты доступны в исполнениях для любых типов соединения. Динамические свойства роторов, характеристики шума и воздушного потока муфт адаптируются с учетом потребностей конкретной системы.

Высокоэффективные мембранные муфты отличаются высочайшей прочностью; благодаря способности компенсировать угловое смещение до 0,5 градусов эти муфты повышают эксплуатационную надежность системы привода.

Мембранные муфты TwinTors



Преимущества

- + Возможность адаптации в зависимости от технических требований установки
- + Умеренный общий объем затрат (капитальных и эксплуатационных)
- + Обеспечивают оптимальные динамические характеристики роторов
- + Высокий уровень надежности и безопасности
- + Минимизация затрат на техническое обслуживание
- + Низкая турбулентность
- + Специальные шумозащитные свойства
- + Оборудование для охлаждения и мониторинга

Предохранительные муфты SafeSet для защиты системы привода

Принцип действия и функции муфты SafeSet весьма просты: фрикционный механизм и возможность адаптации. Поскольку этой муфте не свойственны усталость материалов и износ, во время работы системы обеспечивается постоянная защита от превышения момента.

В муфте SafeSet используется двустенная полая втулка. Фрикционное взаимодействие возникает в результате расширения при повышении давления нагнетаемого гидравлического масла. Встроенная срезная втулка поддерживает давление и обеспечивает непрерывность и одновременно адаптируемость процесса передачи момента. При возникновении перегрузки муфта SafeSet начинает проскальзывать и срезная втулка срезается. Давление масла понижается и фрикционные поверхности отделяются друг от друга. При этом муфта SafeSet вращается на подшипниках, и передача момента не осуществляется.

Величина момента может составлять от 1 кНм до 20 000 кНм.

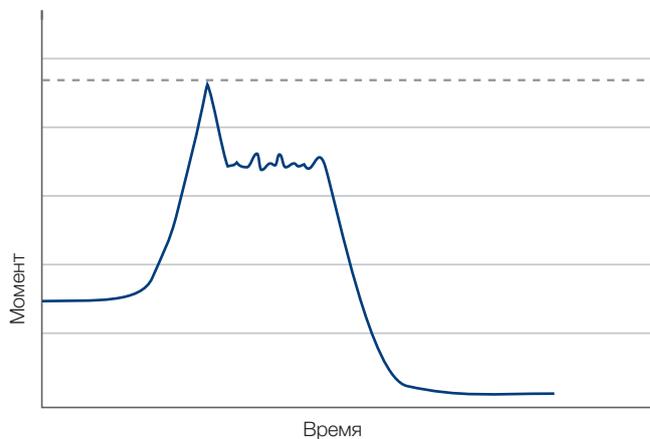
Преимущества

- + Максимальная степень защиты системы привода
- + Высокая точность и надежность защиты
- + Возможность регулировки порога защиты (момента отпускания)
- + Быстрое восстановление муфты и минимизация простоя
- + Индивидуальное исполнение с учетом требований конкретных установок

Предохранительная муфта SafeSet



Муфта SafeSet мгновенного действия



Voith — проверенная технология для электростанций с комбинированным циклом





Исполнительные механизмы и системы управления для турбомашин

Исполнительные механизмы управления

Системы исполнительных механизмов разрабатываются с учетом Ваших потребностей и требований в области безопасности и эксплуатационной надежности. Например, мы предлагаем резервируемые решения для технологических блоков с высочайшими требованиями к эксплуатационной готовности, а также сертифицированные изделия для потенциально взрывоопасных сред. Кроме этого, большая часть наших исполнительных механизмов сертифицируется по уровню функциональной безопасности (SIL) и соответствует требованиям международных стандартов в области эксплуатационной безопасности.

Преимущества

- + Наши исполнительные механизмы позволяют упростить Вашу систему управления.
- + В результате повышаются надежность и эксплуатационная готовность Вашей установки.
- + В результате вы получаете безотказную и высококонтрабельную систему.
- + Благодаря превосходному быстродействию контура управления и высокой точности исполнительных механизмов обеспечивается устойчивость технологического процесса, а значит, высокое качество Вашей продукции.

Три разные группы продуктов для управления регулирующими клапанами



Электрогидравлические преобразователи I/N



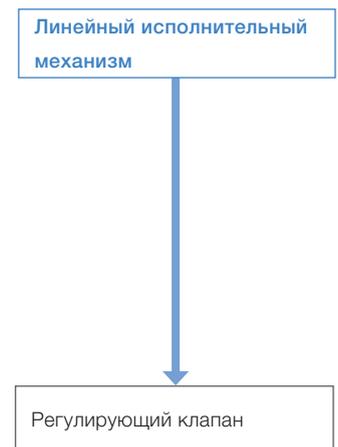
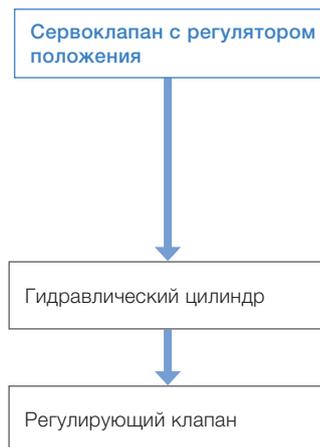
Позиционные клапаны



Серводвигатели

Продукт

Функция



Активация клапана

Сложные

Менее сложные

Простые

Продукт Voith Поставляется заказчиком

Предохранительные исполнительные механизмы

Изделия отличаются компактной и модульной конструкцией. Благодаря такому исполнению практически все концепции стандартов безопасности можно реализовать в системах управления турбинами без больших затрат. Доступны также изделия во взрывозащищенном исполнении.

Контроллеры

Системы управления Voith можно применять в работе с любыми паровыми турбинами, используемыми для привода генераторов, компрессоров, насосов и других машин с механическим приводом.

Доступны системы управления двух типов:

1. Стандартные контроллеры с заранее установленным стандартным программным обеспечением.
2. Настраиваемые контроллеры с набором различных функций, в том числе функций резервирования, а также с адаптируемым программным обеспечением и дополнительными функциями резервирования.

Преимущества

- + При срабатывании защиты Ваша турбина посредством наших исполнительных механизмов останавливается в безопасном режиме в кратчайшее время.
- + Таким образом система защищается от внезапного или последующего разрушения вследствие превышения скорости турбины.

Преимущества

- + При использовании наших контроллеров Ваша турбина или компрессор работают в защищенном режиме, надежно и эффективно.
- + Ваша установка выдает качественный продукт с заданной производительностью.
- + Под управлением наших проверенных программных алгоритмов Ваша турбина или компрессор работают в режиме максимального КПД. Наши специалисты непрерывно совершенствуют эти алгоритмы управления с учетом новейших задач и требований.

Три разные группы продуктов для управления отсечными клапанами



Продукт

Отсечной блок

Исполнительный механизм отсечного клапана

Защита от превышения скорости

Функция



Встраиваемые редукторы для дожимных компрессоров топливного газа

Встраиваемые редукторы

В течение более чем 45 лет фирма Voith оснастила центральными блоками свыше 2000 компрессоров со встраиваемыми редукторами. Компрессоры этого типа достаточно широко применяются в технологических установках. Изначально в этой сфере использовались отдельно стоящие осевые, радиальные или возвратно-поступательные поршневые компрессоры. Среди основных причин технологических преобразований в этой области — новые требования, согласно которым компрессорный блок должен занимать меньше места и обладать более высоким КПД.

Предлагаемые нашей фирмой стандартизированные и индивидуальные редукторные системы для повышения давления топливного газа являются оптимальным решением для компрессоров со встраиваемыми редукторами и обеспечивают высочайшую надежность и эффективность энергогенерирующих объектов.

Встраиваемый редуктор



Преимущества

Системы встраиваемых редукторов отличаются высоким КПД и исключительной надежностью, которые сочетаются с экономией пространства:

- + Индивидуальные решения в зависимости от требований операторов
 - + Оптимизация компрессорных установок
 - + Высокая продолжительность безотказной работы
 - + Более высокий КПД в сравнении с устройствами с одним валом
 - + Каждую ступень можно доработать для работы на оптимальной скорости
 - + Компактная конструкция и малая масса
-

Турборедукторы для газовых и паровых турбин

Редукторы с параллельными валами и планетарные редукторы

Редукторы Voith устанавливаются между газовой или паровой турбиной и генератором электростанции с комбинированным циклом с целью преобразования момента с высоким КПД.

Доступны планетарные редукторы мощностью до 45 МВт, частотой вращения до 80 000 об/мин и моментом до 550 000 Нм. В одноступенчатых устройствах коэффициент редукции может достигать величины 12:1, в двухступенчатых устройствах — до 80:1.

Редукторы с параллельными валами способны передавать мощность до 85 МВт при коэффициенте редукции от 1:1 до 10:1.

Все редукторы можно адаптировать для установки в существующие системы и привести в соответствие с требованиями оператора. То есть для адаптации редуктора можно изменить направление вращения ведущего и ведомого валов, конструкцию зубьев, форму и материал корпуса. Редукторы соответствуют требованиям международных стандартов ISO, AGMA и API. Благодаря использованию планетарной конструкции (Stoeckicht principle) обеспечивается оптимальный баланс нагрузок между центральной шестерней, планетарными шестернями и ведомыми шестернями, расположенными на планетарных шестернях. КПД планетарных передач достигает максимального уровня при коэффициенте редукции $i > 6$; при этом обеспечивается компактность системы привода.

В редукторы с параллельными валами можно установить внутренние торсионные валы для прямого соединения генератора с маслонасосами, приводимыми от вала, шестернями вращения или с устройством AeroMaXX для повышения КПД передачи.

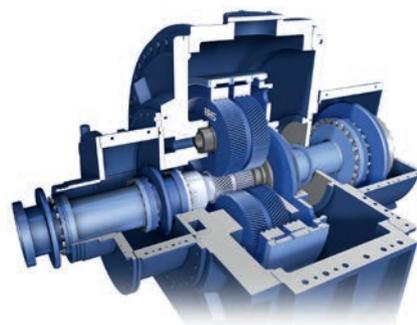
Соединительные муфты, используемые в высокоскоростных машинах, изначально встраиваются в планетарный редуктор либо могут заказываться в виде блока с шестернями параллельных валов.

Благодаря этим свойствам значительно повышается надежность системы, и срок ее эксплуатации составляет более 250 000 рабочих часов. КПД агрегата может достигать 99,3 %, особенно при использовании технологии AeroMaXX. Таким образом достигается высочайшая общая производительность установки, особенно в системах, в которых осуществляется передача больших мощностей.

Преимущества

- + **Эффективность:** экономия энергии за счет использования зубчатых передач с высоким КПД
- + **Эксплуатационная готовность:** увеличенный срок службы и повышенная эксплуатационная надежность
- + **Надежность:** высочайшая продолжительность безотказной работы
- + **Установленные стандарты:** индивидуальные решения в зависимости от требований операторов
- + **Низкий уровень шума** за счет использования двойных косозубых шестерен
- + **Малая масса и габариты системы привода**

Редуктор с параллельными валами и планетарный редуктор





Наш сервис
для Вашего
бизнеса

Служба сервиса рядом с Вами

Опираясь на команду из 500 квалифицированных сервисных специалистов, располагая 43 ремонтными мастерскими и обладая более чем 150-летним опытом работы в отрасли, подразделение Voith Service по праву считается надежным партнером операторов электростанций с газовыми и паровыми турбинами. Эта команда ежедневно помогает решать самые разные задачи. Руководящий принцип этих специалистов заключается в создании условий для надежной, безопасной, безотказной и эффективной работы компонентов электростанций независимо от того, кто является производителем компонента: Voith или сторонний поставщик.

Выполняя эти задачи, Voith рассматривает себя как партнера операторов электростанций, и в соответствии с философией сервисного обслуживания фирмы Voith все действия и усилия направляются на удовлетворение потребностей каждого заказчика.

Помимо традиционных сервисных услуг Voith предлагает весьма интересные дополнительные возможности для операторов электростанций: соглашения на сервисное обслуживание, быстрое производство и доставку запасных частей, концепцию индивидуальных складских решений для машинного парка, быструю и экономичную оценку состояния оборудования, экспертную техническую поддержку при решении эксплуатационных задач, а также модификацию и реконструкцию оборудования с целью повышения производительности и совершенствования технологических процессов.

По вопросам дальнейшей оптимизации Вашей установки обращайтесь к нашим специалистам!

Ознакомьтесь с примерами реализации проектов сервиса приводных систем турбин, насосов и компрессоров на нашем веб-сайте: www.voith.com/turbo-industry-service



Техническое обслуживание и соглашения

- Круглосуточная неотложная поддержка по телефону
- Техническая поддержка
- Анализ первопричин отказов
- Устранение неисправностей
- Удаленное сервисное обслуживание
- Мониторинг состояния
- Оценка состояния
- Измерения и анализ
- Обучение специалистов заказчика
- Соглашения на сервисное обслуживание
- Расширенная гарантия



Запасные части и компоненты машин

- Пакеты запасных частей
- Запасные машины
- Производство частей
- Экспресс-доставка
- Складские помещения
- Инструмент и принадлежности



Техническое обслуживание, текущий и капитальный ремонт

- Монтаж и наладка
- Наружные установки
- Сервисное обслуживание на базе ремонтных центров
- Ремонт по месту
- Срочный (аварийный) ремонт
- Пробный пуск



Реконструкция и модернизация

- Модернизация
- Модификация
- Замена
- Реконструкция
- Решения под ключ

Представительства и ремонтные мастерские по всему миру



Voith Group
St. Poeltener Str. 43
89522 Heidenheim, Germany

Contact:

Variable speed drives
Phone +49 7951 32-261
vs.drives@voith.com
www.voith.com/vsd

SafeSet

Phone +46 650 540-150
info.safeset@voith.com
www.voith.com/safeset

Actuators and governors

Phone +49 7951 32-470
turcon@voith.com
www.voith.com/turbine-control

Turbo gears

Phone +49 8321 802-0
info.bhs@voith.com
www.voith.com/bhs

Voith Service

industry.service@voith.com
www.voith.com/turbo-industry-service



VOITH