

## Соответствие самым высоким требованиям Турборедукторы и их компоненты





Уже более 75 лет компания Voith производит редукторы, муфты и валоповоротные редукторы наилучшего качества на самом высоком техническом уровне. За это время в перечень выполненных объектов вошло более 20 000 редукторов с суммарной передаваемой мощностью более 70 000 МВт.

## Соответствие самым высоким требованиям

Рынок турборедукторов — рынок с довольно высокими требованиями: этот сегмент характеризуют такие факторы, как спрос на высококачественную и надежную продукцию, необходимость непрерывной готовности оборудования к эксплуатации, спрос на расширенные услуги от поставщиков и активное сотрудничество с производителями установок и субпоставщиками. В этом сегменте рынка все по-прежнему стремятся к сокращению сроков поставки.

Являясь производителем турборедукторов, компания Voith Turbo сталкивается с постоянно растущими требованиями в области технологий и реализации заказов со стороны производителей оборудования. По большей части эти растущие требования определяются эксплуатантами оборудования. Следствием этого являются более высокие значения частоты вращения, увеличение мощности и скоростей делительной окружности при меньших потерях мощности, снижение уровня шума, сокращение сроков поставки и постоянная оптимизация затрат. В то же время необходимо обеспечить очень высокую степень эксплуатационной безопасности. Техника компании Voith Turbo отвечает этим требованиям.

На протяжении десятилетий производители и эксплуатанты оборудования, особенно в области энергетики, а также нефтегазовой, нефтехимической, химической и других отраслях промышленности, по достоинству оценили турборедукторы, муфты для тяжелых условий эксплуатации и валоповоротные редукторы от Voith. Целый ряд конструктивных вариантов и разновидностей инновационных и соответствующих спецификациям изделий предоставляется на выбор нашим заказчикам.

#### История разработки новых изделий компании Voith Turbo

1932 год	Проектирование и производство	1980 год	Угловая скорость более 200 м/с
	планетарных редукторов по принципу	1985 год	Разработка и изготовление мембранных
	Штекихта		муфт
1954 год	Проектирование и производство	1996 год	Редуктор с параллельными валами с
	турборедукторов с параллельными валами		передачей мощности 80 МВт
1960 год	Разработка и создание валоповоротных	2001 год	Разработка и изготовление интегрального
	редукторов по принципу поворотной		редуктора с шестерней диаметром более 3
	шестерни		метров
1960 год	Проектирование и производство зубчатых	2004 год	Планетарный редуктор мощностью
	муфт		31,5 МВт
1965 год	Увеличение угловых скоростей более	2006 год	Интегральный редуктор с межосевым
	100 м/с при мощности 18 МВт		расстоянием 4,2 м
1970 год	Разработка и изготовление редукторов со		
	встроенными компрессорными ступенями		
	(интегральных редукторов)		

## Продукция

#### Таблица вариантов применения

	Турборедукторы с параллельными валами	Интегральные редукторы	Планетарные редукторы	Валоповоротные устройства	Мембранные муфты
Технические характеристики	• Мощность: до 85 МВт • Частота вращения: до 60 000 об/мин	• Мощность: до 82 МВт • Частота вращения: до 70 000 об/мин • От 1 до 10 ступе- ней компрессора	• Мощность: до 45 МВт • Частота вращения: до 80 000 об/мин	• Частота вращения: до 500 об/мин • Момент страгивания: до 100 000 Н·м	<ul> <li>Мощность: до 70 МВт</li> <li>Частота вращения: до 80 000 об/мин</li> <li>Крутящий момент: до 1 500 000 Н·м</li> </ul>
Газовая турбина – генератор	✓		✓	✓	✓
Паровая турбина – генератор	<b>√</b>		<b>√</b>	<b>√</b>	✓
Детандер – генератор	<b>√</b>	<b>√</b>	<b>√</b>	<b>/</b>	<b>✓</b>
Гидротурбина – генератор	<b>√</b>		<b>√</b>		<b>√</b>
Электродвигатель - компрессор	✓	<b>√</b>	✓	<b>√</b>	✓
Газовая турбина – компрессор	<b>✓</b>	<b>√</b>	<b>√</b>	<b>√</b>	✓
Паровая турбина – компрессор	<b>√</b>	<b>√</b>	<b>√</b>	<b>√</b>	<b>✓</b>
Дизельный / газовый двигатель – компрессор	1	✓	✓		1
Паровая турбина – насос	<b>√</b>		✓	<b>√</b>	<b>√</b>
Газовая турбина – насос	✓		✓	<b>√</b>	✓
Электродвигатель - насос	✓		<b>√</b>		✓
Электродвигатель - вентилятор	<b>√</b>		<b>√</b>		1
Испытательные	✓		✓		✓

стенды



## Обеспечение надежной передачи самых высоких мощностей Турборедукторы с параллельными валами

Производители и эксплуатанты оборудования отдают предпочтение компании Voith как поставщику турборедукторов с параллельными валами благодаря их способности надежно передавать очень высокие мощности и частоту вращения с высоким КПД. Такие свойства возможны благодаря оптимальному проектированию редукторов в соответствии с накопленным за десятилетия опытом, всеми современными техническими рекомендациями и специальными методиками расчетов, разработанными внутри предприятия.

Турборедукторы с параллельными валами от компании Voith позволяют достигать высокую удельную мощность. Voith разрабатывает и производит редукторы с параллельными валами мощностью от 100 кВт до 100 000 кВт и частотой вращения примерно до 40 000 об/мин. Три серии одноступенчатых редукторов обеспечивают передаточное

отношение до i=10. Для достижения более высоких передаточных чисел имеется серия двухступенчатых редукторов. Все редукторы характеризуются плавностью хода и длительным сроком службы. Они применяются именно там, где требуется проверенная система с очень высокой степенью надежности.

Турборедукторы с параллельными валами Voith — это продуманное, высококачественное оборудование, неоднократно показавшее себя с самой лучшей стороны в различных турбинных установках, а также в других областях применения. Турборедукторы с параллельными валами обычно имеют привод от электродвигателей, газовых турбин, паровых турбин или двигателей внутреннего сгорания.

Приводимыми устройствами являются, как правило, генераторы, компрессоры, насосы или нагнетатели воздуха. Эти редукторы специально разработаны для применения в оборудовании, работающем на высоких оборотах, и рассчитаны на длительную непрерывную работу. В зависимости от области применения комплекты шестерен оптимизируются,

проектируются и изготавливаются в виде двойных или одинарных косозубых передач с упорными подшипниками или без них. Во многих случаях есть возможность адаптировать турборедуктор к индивидуальным требованиям заказчика в плане места присоединения. На свободных концах редукторного вала могут быть закреплены дополнительные устройства, такие как маслонасосы и валоповоротные редукторы. Voith обладает собственным ноу-хау в области технологий разработки и изготовления зубчатых передач и подшипников. Подшипники скольжения, разработанные на фирме, могут испытываться в условиях полной нагрузки и быть адаптированы к экстремально жарким климатическим условиям окружающей среды в соответствии со специальными требованиями.

Серия А, тип АD, для передаточных отношений до 4:1



Серия F, тип FD 150-3 ZQ с промежуточной шестерней и полым валом, создан для испытательного стенда для газовых турбин



Серия A, тип AD 66 UQ, вертикальный редуктор высокой мощности, специально для применения в газовых турбинах



- 1 Серия А, тип AD 80-3, с передаваемой мощностью 37 МВт, изготовлен для воздухоразделительной установки, находящейся в Китае
- 2 Серия Н, тип НD 63-2 с передаваемой мощностью 6,2 МВт, на морской платформе недалеко от Бразилии
- 3 Серия В, тип ВD 140, передаточное отношение 20:1, P=3 МВт и коэффициентом АРI 2, для компрессора природного газа на Ближнем Востоке
- 4 Серия F, тип FD 89-2 (P=19 МВт) со встроенным валоповоротным редуктором, для применения между детандером и генератором на заводе по производству терефталевой кислоты
- 5 Серия Н, тип HD 80-2, для компрессорной установки для газопровода в России, мощность = 20 МВт





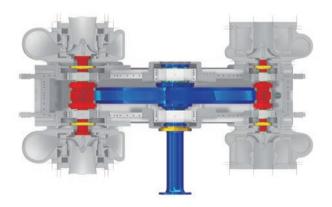
# Высокоэффективная компрессорная установка Интегральные редукторы

Интегральные компрессоры хорошо зарекомендовали себя в технологической промышленности, где изначально применялись лишь отдельно стоящие осевые, центробежные, а также поршневые компрессора. Одной из основных причин этого является меньшая занимаемая площадь и более высокая общая эффективность компрессорной установки. Компания Voith, являясь поставщиком основного компонента для интегрального компрессора, в сотрудничестве со своими клиентами разрабатывает и затем предлагает всеобщему вниманию новые решения и концепции, особенно востребованные на предприятиях по разделению воздуха, в нефте- и газопереработке, а также в химической промышленности.

В соответствии с конкретным применением и требованиями заказчика компания Voith проектирует и производит интегральные редукторы с 10 ступенями компрессии, массой более 40 тонн и диаметром зубчатых колес более 3 метров. До настоящего времени максимальное реализованное передаточное отношение остается до i=24. Комплект шестерен, как правило, одинарный косозубый с упорным подшипником. Компания обладает самым богатым в мире опытом в области технологии изготовления упорных подшипников.

Интегральные редукторы обычно приводятся в движение электродвигателями, иногда в сочетании с турбинами. С помощью встроенного редуктора можно объединить несколько ступеней компрессора и расширения на одном редукторе (так называемый «компандер»). Эти и другие варианты, например, с промежуточной шестерней, позволяют создавать очень компактные и оптимизированные системные концепции.

### Сечение многовального интегрального редуктора, в котором размещен корпус компрессора и/или расширителя



электродвигателя

тип WGC5-330T, для привода от паровых турбин и

Многовальные интегральные редукторы, серия WG,



Одновальный интегральный редуктор, тип TGC, для размещения корпуса одноступенчатого компрессора





- 1 Типы WGC 3-220 (P=11 MBт) и WGC 5-330T (P=23,5 MBт) на испытательном стенде производителя установки (с разрешения компании MAN Turbo AG, Оберхаузен)
- 2 Редукторный компрессор с интегральным редуктором, тип WGC3-110 (P = 5,4 МВт), для повторной подачи испаряющегося природного газа на танкеры СПГ (с разрешения фирмы Atlas Copco Energas, Кельн)
- 3 Серия WG, тип WGC 5-330T (P=31,5 MBт), перед тестом на испытательном стенде в Voith
- 4 Одновальная серия TG, тип TGC 72 (Р = 14,5 МВт), для геотермальной электростанции в США, применяется как детандер на генераторе



# Высокая частота вращения и высокий крутящий момент Планетарные редукторы Штекихт

Компания Voith известна во всем мире как производитель планетарных редукторов, работающих по принципу Штекихта, с самым большим опытом работы. В первую очередь эта конструкция характеризуется бесподшипниковой солнечной шестерней; радиально упругие половинки бесподшипниковой полой шестерни обеспечивают равномерное распределение нагрузки на планетные шестерни, что, в свою очередь, приводит к благоприятному распределению нагрузки на компоненты. В результате достигается высокая удельная мощность при малой занимаемой площади в сочетании с меньшим весом. Кроме того, в пользу планетарных редукторов Штекихта производства Voith говорит их длительный срок службы.

Voith производит планетарные редукторы мощностью до 40 МВт, частотой вращения до 80 000 об/мин и крутящим моментом до 550 кН·м. Для одноступенчатых редукторов доступно передаточное число до i=12, для двухступенчатых — до i=80.

Планетарные редукторы Штекихта Voith используются во всех обычных общепринятых приводных и моторных агрегатах. Они интегрируются также в стандартные или специальные конструкции в других приводных концепциях, например на испытательных стендах, в ветро- или гидроэнергетике. Имеются два основных варианта корпуса: свободностоящий и фланцевый. В зависимости от конструкции планетарного редуктора направление вращения входной и выходной сторон может совпадать или быть противоположным. В зависимости от технических требований зубья зубчатых колес могут быть прямыми или шевронными.

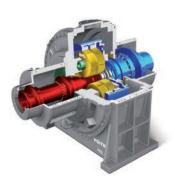
Муфта для соединения с высокоскоростным двигателем уже встроена в планетарный редуктор Штекихта. В одном из вариантов также встроена муфта в низкооборотную часть редуктора, что обеспечивает чрезвычайно компактные размеры всей конструкции. По запросу как часть редуктора. могут также поставляться защитные кожухи для муфт.

В связи с растущими требованиями в ассортимент продукции были добавлены новые решения, с помощью которых можно реализовать самые компактные размеры при передаточных отношениях до i=80. Так называемый распределительный редуктор позволяет сочетать высокую мощность с высокой частотой вращения. В такой конструкции реализуются характеристики 100 000 об/мин при мощности 1 МВт.

Тип RTP для использования с высокой частотой вращения и с противоположным направлением вращения входного и выходного вала



Тип RTP\_K со встроенными мембранными муфтами как на тихоходном, так и на быстроходном валу



Тип RHP для использования с большим передаточным отношением и с одинаковым направлением вращения входного и выходного валов



Тип RTP\_E для фланцевого монтажа на электрическую машину





- 1 Серия RT, тип RTP 25 (P=3,5 MBт), для применения с компрессорами на электростанции на Балканах
- 2 Серия RT, тип RTP 72K (P=16 MBт), для применения на электростанции на биомассе в Латвии
- 3 Тип RHP 12 (P=0,5 MBт), для компрессоров хлорного газа в Китае (с разрешения компании Siemens Turbomachinery Equipment, Лейпциг)
- 4 Серия RH, тип RTP 56E E-Pack (P=26 МВт), на паротурбинной электростанции в Германии
- 5 Серия RH, тип WRP 140 (P=5,6 MBт), для производства электроэнергии на прямоточной турбине Каплана

Распределительный редуктор как комбинированное решение для передачи большой мощности при высокой частоте вращения



Тип RTG\_CS со встроенным рабочим колесом компрессора в исполнении со ступенчатой планетой





# Надежное вращение вала приводов Валоповоротные редукторы

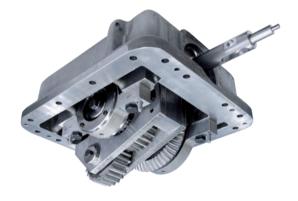
Валоповоротные редукторы Voith ценятся как надежное и экономичное вспомогательное приспособление для вращения роторов. По сравнению с другими конструктивными решениями они очень износостойкие, долговечные и не требуют особого ухода. Они обеспечивают эксплуатанту установки высокий уровень безопасности даже при высоких частотах вращения, больших значениях начального вращающего момента и момента инерции массы.

Валоповоротные редукторы (устройства для вращения ротора) используются в первую очередь для того, чтобы провернуть и запустить валы трансмиссии. Кроме того, они также используются для медленного вращения ротора, чтобы ротор остывал равномерно и не деформировался. Вместе с этим такая конструкция позволяет исключить неравномерные отложения в межлопастных каналах ротора. Кроме того, они применяются для выравнивания и позиционирования крупных трансмиссионных линий.

Частота вращения валоповоротного редуктора — от 0,2 до 400 об/мин, начальный вращающий момент — от 300 до  $100\,000~\text{H}\cdot\text{M}$ .

Валоповоротные редукторы Voith устанавливаются на свободном конце вала, если таковой имеется, либо встраиваются в трансмиссию. Благодаря использованию закаленных конических цилиндрических шестерен они отличаются особой износостойкостью и длительным сроком службы. По сравнению с червячными редукторами используются значительно меньшие двигатели — это сокращает затраты. Валоповоротные редукторы Voith состоят из простых и стандартизированных компонентов; запасные части могут быть поставлены заказчику в кратчайшие сроки. Валоповоротные редукторы поставляются в различных вариантах взрывозащиты и с автоматизированным управлением. Помимо самих валоповоротных редукторов, компания Voith также поставляет шкафы управления и комплектующие, например, переходные фланцы и зубчатые венцы. Особый вариант исполнения валоповоротного редуктора — для установки в трансмиссию с гидродвигателем. Если конец вала находится в свободном доступе, валоповоротный редуктор может быть оснащен механизмом блокировки обратного хода и гидравлически расцепляемой муфтой для защиты от перегрузки, а также самовключающейся обгонной муфтой (блокировочной).

#### **Механика валоповоротного редуктора с поворотной шестерней**



### Валоповоротный редуктор с поворотной шестерней для установки поверх трансмиссии



### Валоповоротный редуктор с обгонной муфтой для установки на свободный конец трансмиссии





- 1 Валоповоротный редуктор с поворотной шестерней размера 5 с автоматическим режимом 3 (283 об/мин, ВАТ = 6 000 Н⋅м, I = 4856 кгм²)
- 2 Тип RDV 120 (170 об/мин, BAT = 5 679 H⋅м, I = 2108 кгм²) для установки на свободный конец вала во время сборки на заводе Voith
- 3 Тип RDV 80 с обгонной муфтой, установленной на свободном конце вала компрессора (316 об/мин, BAT=1663 H⋅м, MOI=138 кгм²) (с разрешения MAN Turbo AG, Оберхаузен)
- 4 Тип RDV 3 HSO (283 об/мин, BAT=6000 H·м, I=4856 кгм²) с гидромотором, смонтированным на подшипниковой опоре газовой турбины
- 5 Тип RDV 2 А1 с поворотной шестерней на подшипниковой опоре паровой турбины (42 об/мин, BAT=715 H⋅м, MOI=2860 кгм²) (с разрешения MAN Turbo AG, Оберхаузен)



## Надежность даже на предельных режимах Мембранные муфты

Продуманные, идеально спроектированные высококачественные мембранные муфты Voith доказали свою эффективность, особенно в турбоустановках. Являясь лучшими в своем роде, такие муфты способны передавать высокий крутящий момент с одновременно высокой частотой вращения при малом весе. Кроме того, они компенсируют осевое, радиальное и угловое смещение двух сопряженных валов.

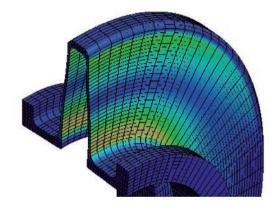
Мембранные муфты разрабатываются и производятся компанией Voith для крутящих моментов до  $1500\,000\,$  H·м и частоты вращения до  $80\,000\,$  об/мин. Стандартный ассортимент включает муфты для угловых смещений до  $0.25^\circ$ . Возможны специальные варианты исполнения для угловых смещений до  $0.5^\circ$ . Это муфты для тяжелых условий эксплуатации, отвечающие требованиям API 671, а также ISO 10441. Допускается их использование в 30нах 1 и 2 по стандарту ATEX.

В зависимости от требований эксплуатации муфты имеют одинарную или двойную мембрану. Мембранные муфты Voith созданы по принципу жесткой, беззазорной цельнометаллической муфты. Возможны специальные варианты исполнения, например, со сварной вставкой, промежуточной втулкой из углепластика или валом с функцией измерения крутящего момента.

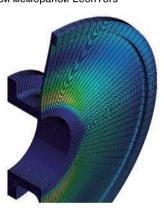
Мембранные муфты Voith как правило не требуют смазки и технического обслуживания и практически не подвержены износу. В течение всего срока службы мембранные элементы сохраняют свои эластичные свойства. Кроме того, при компенсации больших смещений валов возникают небольшие, но точно измеряемые возвращающие силы. Данные муфты высшего качества отличаются линейными характеристиками эластичности. Прямой контур мембран и отсутствие резьбовых соединений на внешнем диаметре двойной мембранной муфты обуславливают низкий уровень шума и очень малые потери на сопротивление воздуха. Еще одним преимуществом мембранных муфт Voith является их высокое воспроизводимое качество балансировки. Кроме того, муфты характеризуются максимальной точностью хода и минимальным консольным моментом. Многочисленные испытания на усталостную прочность доказывают высочайшую прочность и размерную стабильность и подтверждают преимущества легкой конструкции.

#### Графики компенсации углового смещения по методу конечных элементов

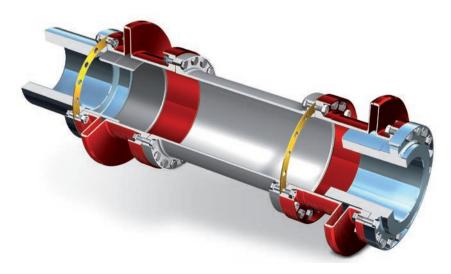
Муфта с двойной мембраной TwinTors



Муфта с одинарной мембраной EconTors



Муфта с двойной мембраной TwinTors, тип МКВ AIS, с наружными ступицами слева и внутренней ступицей справа





- 1 Муфта с двойной мембраной TwinTors, тип МКА 300FFS (пиковый крутящий момент 43 808 Н⋅м, макс. 20 000 об/мин, 37,6 кг), для соединения редуктора и турбины
- 2 Муфта TwinTors с двойной мембраной, тип MKB 300 IIS (пиковый крутящий момент 65 800 Н⋅м, макс. 20 000 об/мин, 64,9 кг), с внутренней ступицей (конструкция для передачи уменьшенного момента), для использования между паровой турбиной и компрессором оксидов азота
- 3 Муфта с двойной мембраной TwinTors, тип MKB 160 FFC, с приварной углепластиковой втулкой, для испытательного стенда вертолета (пиковый крутящий момент 6 040 H⋅м, макс. 30 000 об/мин, 6,4 кг)
- 4 Однодисковая муфта с одинарной мембраной EconTors, тип MKS 450 AAS (пиковый крутящий момент 183 000 H·м, макс. 5 330 об/мин, 321,5 кг), для применения между электродвигателем и Voith Vorecon



Как мы можем поддержать вас? Просто свяжитесь с нами через нашу веб-форму.

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

Контактные данные: Телефон +49 7951 32-693 Industry@voith.com www.voith.com











