

Турбoredукторы и их компоненты



Цилиндрические турбoredукторы
Мощность до 80 000 кВт
Частота вращения 500 – 40 000 об/мин.



**Высокоскоростные
интегральные редукторы**
Мощность до 35 000 кВт
Частота вращения до 55 000 об/мин.
От 1 до 10 ступеней компрессора



Планетарные турбoredукторы
Мощность до 45 000 кВт
Частота вращения до 80 000 об/мин.



Устройства вращения роторов
Частота вращения 0,1 – 400 об/мин.
Момент срагивания до 100 000 Н·м



Мембранные муфты
Мощность до 70 000 кВт
Частота вращения до 80 000 об/мин.
Крутящий момент до 1 500 000 Н·м

Турбoredукторы и их компоненты

безупречные редукторы, муфты и устройства вращения роторов высочайшего качества на протяжении уже более 75-ти лет.

За это время в документах компании зафиксировано свыше 20 000 редукторов. Суммарная мощность, передаваемая ими, превышает 100 000 МВт.



Матрица применения

Продукция Область применения	Цилиндрические турборедукторы	Интегральные редукторы	Планетарные турборедукторы	Устройства вращения роторов	Мембранные муфты
Генератор на газовой турбине	■		■	■	■
Генератор на паровой турбине	■		■	■	■
Генератор на газорасширительной турбине	■	■	■	■	■
Генератор на гидротурбине	■		■		■
Компрессор с электродвигателем	■	■	■	■	■
Компрессор на газовой турбине	■	■	■	■	■
Компрессор на паровой турбине	■	■		■	■
Компрессор с дизельным/газовым двигателем	■	■	■		■
Насос на паровой турбине	■		■	■	■
Насос на газовой турбине	■		■	■	■
Насос с электродвигателем	■		■		■
Электродвигатель с вентилятором	■		■		■
Испытательные стенды	■		■		■

Для надежной передачи высоких мощностей

Посредством цилиндрических турборедукторов реализуется передача больших удельных мощностей. BHS проектирует и выпускает цилиндрические редукторы, рассчитанные на мощности от 100 до 100 000 кВт и частоту вращения примерно до 40 000 об/мин. Тремя типоразмерами одноступенчатых редукторов обеспечиваются передаточные отношения до $i=10$. Кроме того, выпускается двухступенчатый типоразмер. Отличительными качествами всех редукторов являются низкий уровень шума при работе и длительный срок службы. Они используются именно там, где требуются зарекомендовавшие себя системы и очень высокая надежность. Цилиндрические турборедукторы это тщательно

насосы или воздуходувки.

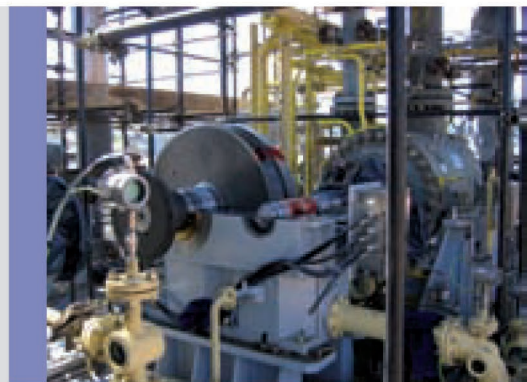
Эти цилиндрические редукторы особенно хорошо проявляют себя в высокооборотных установках и рассчитаны на длительную непрерывную работу. В зависимости от применения, наборы зубчатых колес оптимизируются, конструируются и исполняются с двойным или одинарным косозубым зацеплением, с упорными буртами или без. Цилиндрические турборедукторы можно приспособить к индивидуальным потребностям заказчиков по многим параметрам. К выходным валам редукторов можно присоединять дополнительные агрегаты, например, смазочные насосы и устройства вращения роторов.



Серия А, тип AD 80-3, для передачи мощности 37 МВт, установка для разделения воздуха, Китай



Серия А, тип AD, передаточные числа до 4:1



Серия Н, тип HD 63-2, для передачи мощности 6,2 МВт морская буровая платформа Petrobras

спроектированные, изделия, оправдывающие себя, наряду с другими применениями, в установках с турбомашинами. Цилиндрические турборедукторы BHS обычно приводятся электродвигателями, газовыми, паровыми турбинами или двигателями внутреннего сгорания. Рабочими машинами являются, прежде всего, генераторы, компрессоры,

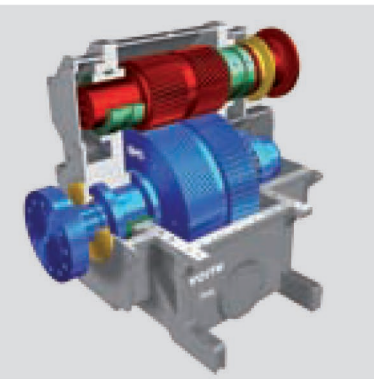
Подшипники скольжения собственной разработки могут испытываться при полной нагрузке и устанавливаться в соответствии с особыми условиями для эксплуатации в жарком климате.



Серия Н, тип HD 80-2, для привода компрессора на трубопроводе природного газа мощностью 20,0 МВт, Россия



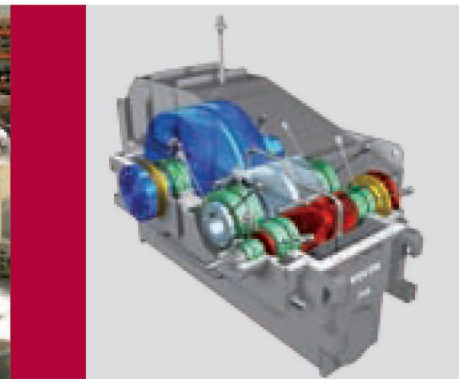
Серия F, тип FD 89-2 (19 МВт) с установленным устройством вращения ротора, для установки между газорасширительной турбиной и генератором, установка платино-глиноземной катализации



Серия А, тип AD 66UQ, специальный редуктор с вертикальным распределением нагрузки для газовых турбин



Серия В, тип BD 140, передаточное число 20:1, мощность 3 МВт, коэффициент API 2, для компрессоров природного газа, Ближний Восток



Серия F, тип FD 150-3 ZQ, с промежуточной ступенью и торсионными валами предназначен для испытательного стенда газовых турбин

Интегральные редукторы



Компрессоры с интегральными (встроенными) редукторами завоевали прочное положение в перерабатывающей промышленности, где ранее господствовали свободностоящие осевые и центробежные компрессоры, а также поршневые компрессоры с возвратно-поступательным движением поршней. Основные причины такого изменения положения – более компактные размеры и более высокий КПД комбинированных компрессоров. Именно в области переработки нефти и природного газа, химической промышленности и технологиях разделения воздуха ведется поиск новых решений и конструкций

Для высокого КПД Вашей компрессорной установки

Интегральные редукторы, проектируемые и выпускаемые компанией Voith Turbo BHS Getriebe, рассчитываются для конкретных условий эксплуатации в соответствии с требованиями заказчика. Они устанавливаются в компрессорах с числом ступеней до 10, имеют массу до 40 т и диаметр зубчатых колес до 3 м. Передаточные отношения достигают 24:1. Зубчатые передачи обычно имеют косозубое зацепление и исполняются с упорными буртиками. Компания BHS имеет самый большой в мире в мире опыт по технологии упорных буртиков.

Интегральные редукторы обычно имеют привод от электродвигателей, иногда комбинируемых с газовыми турбинами. Интегральные редукторы позволяют комбинировать несколько ступеней сжатия и расширения на одном редукторе (так называемые «компандеры»). Эти и другие варианты, напр., с промежуточной ступенью, позволяют получить очень компактные и оптимизированные концепции установок.



Разъем интегрального редуктора с несколькими валами и улитками компрессора и / или расширителя

Интегральный редуктор серии WG с несколькими валами, тип WGC5-330T, для привода от паровой турбины и электрического двигателя.



*Тип WGC 3-220 (11 МВт) и WGC 5-330T (23,5 МВт) на испытательном стенде изготовителя установки
Фото предоставлено MAN Turbo AG, Оберхаузен*



*Редукторный компрессор с интегральным редуктором типа WGC 3-110 (5,4 МВт) для сжижения испаряющегося природного газа на танкерах для перевозки сжиженного газа
Фото предоставлено Atlas Copco Energas, Кёльн*



Одновальная серия TG, тип TGC 72 (14,5 МВт) для геотермальной электростанции в США, установлен между газорасширительной турбиной и генератором



„Одновальный“ интегральный редуктор типа TGC для установки корпуса одноступенчатого компрессора

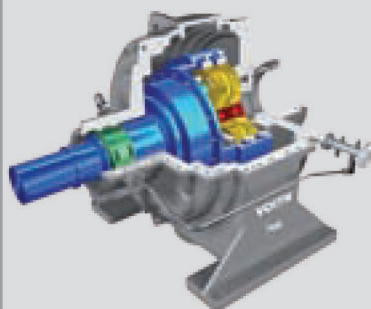


Редуктор серии WG, тип WGC 5-330T (31,5 МВт) перед испытательным прогоном на испытательном стенде

Для высоких скоростей вращения или крутящих моментов



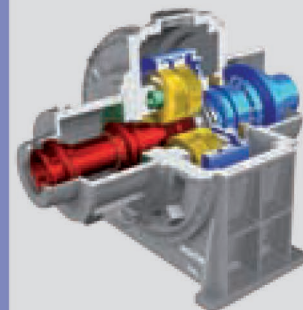
*Серия RT, тип RTP 25 (3,5 МВт)
для компрессора электростанции
на Балканах*



*Тип RTP, высокооборотный
редуктор с противоположным
направлением вращения
входного и выходного валов*



*Серия RT, тип RTP 72K (16
МВт) для электростанции,
перерабатывающей отходы
биомассы в Латвии*



*Тип RTP_K со
встроенными муфтами
на низкооборотном и
высокооборотном валах*

планетарные редукторы, рассчитанные на передачу мощности до 40 МВт, частоты вращения до 80 000 об/мин и крутящего момента до 550 кН•м. Передаточные отношения одноступенчатых редукторов достигают величины 12:1, двухступенчатых – 80:1.

Планетарные редукторы устанавливают между всеми обычно применяемыми двигателями и приводными агрегатами в трансмиссиях турбоагрегатов. Они применяются и в других концепциях приводов, например, на испытательных стендах, ветровых или гидроэлектростанциях, они встраиваются в стандартные или специализированные конструкции. Предлагаются два основных варианта исполнения корпуса: свободностоящий или крепящийся на фланце. В зависимости от типа планетарного редуктора, направления вращения входного или выходного валов могут

совпадать или быть противоположными друг другу. В зависимости от технических потребностей, выбираются прямозубые или шевронные зубчатые колеса.

Муфта для высокооборотной машины встраивается в планетарный редуктор «Штёкихт». Согласно одному из вариантов соединения, муфта также встраивается в низкооборотную часть редуктора, обеспечивая его предельную компактность. по желанию могут поставляться защитные ограждения муфты как часть редуктора. Поскольку требования постоянно растут, в ассортименте продукции реализуются новые решения, позволяющие получать наиболее компактные конструкции редукторов с передаточными соотношениями до 80:1. Использование так называемых энергораспределительных редукторов позволяет сочетать высокую мощность с высокими частотами вращения. При этом реализуемы до 100 000 об/мин при мощности 1 МВт.



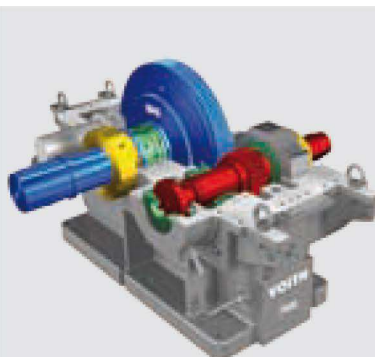
*Тип WGC 3-220 (11 МВт) и WGC 5-330T (23,5 МВт) на испытательном стенде изготовителя установки
Фото предоставлено MAN Turbo AG, Оберхаузен*



*Редукторный компрессор с интегральным редуктором типа WGC 3-110 (5,4 МВт) для сжижения испаряющегося природного газа на танкерах для перевозки сжиженного газа
Фото предоставлено Atlas Copco Energas, Кёльн*



Одновальная серия TG, тип TGC 72 (14,5 МВт) для геотермальной электростанции в США, установлен между газорасширительной турбиной и генератором



„Одновальный“ интегральный редуктор типа TGC для установки корпуса одноступенчатого компрессора



Редуктор серии WG, тип WGC 5-330T (31,5 МВт) перед испытательным прогоном на испытательном стенде

Устройства вращения роторов



Устройства вращения роторов, считаются надежными и недорогими вспомогательными механизмами для вращения цепи валов. По сравнению с другими конструктивными решениями они обладают очень высокой стойкостью к износу, долговечностью и малой трудоемкостью технического обслуживания. Эти устройства обеспечивают большую безопасность сотрудников предприятий даже при высоких скоростях вращения устройств, высоких моментах срагивания и высоких моментах инерции.

Надёжное вращение цепи валов

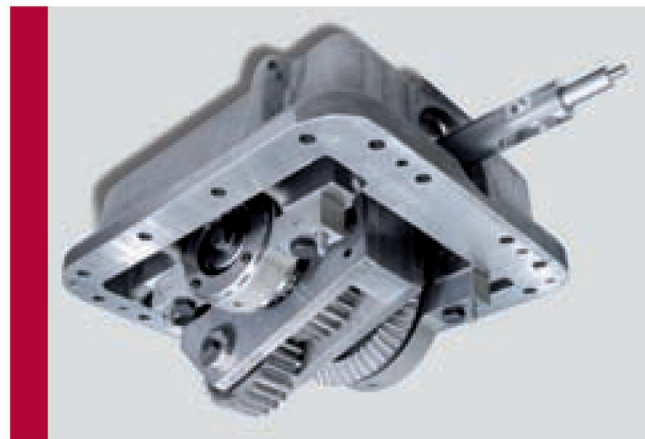
Устройства вращения роторов (валоповоротные редукторы) используются в первую очередь для того чтобы стронуть с места и запустить цепь валов (валопровод). Они также применяются для медленного вращения роторов, что позволяет их элементам равномерно охлаждаться для сохранения формы. Одновременно исключается неравномерность отложений в межлопаточных / межлопастных каналах. Кроме того, эти редукторы используются для совмещения и позиционирования больших цепей валов. Частота вращения устройств вращения роторов варьирует от 0,2 до 400 об/мин, момент срагивания — от 300 до 100 000 Н•м.



Устройство вращения роторов с откидной шестерней для установки поверх цепи валов

Благодаря применению закаленных коническо-цилиндрических редукторов, они отличаются особой стойкостью к износу и длительным сроком службы. По сравнению с червячными передачами, они позволяют использовать двигатели значительно меньшей мощности, обеспечивая экономию затрат. Устройства вращения роторов Voith Turbo BHS Getriebe собираются из простых стандартизированных деталей и узлов, запасные части незамедлительно поставляются заказчиком. Устройства вращения роторов могут иметь различные взрывозащищенные исполнения и комплектоваться автоматизированными системами управления.

Помимо собственно устройств вращения роторов, также предоставляет в качестве дополнения распределительные шкафы для управления и части для встраивания, например, переходные фланцы и зубчатые венцы. Устройства вращения роторов специальной конструкции могут встраиваться в трансмиссию/цепь валов с гидромотором. При наличии свободного конца вала устройство



Механика устройства вращения роторов с откидной шестерней

вращения роторов может оснащаться обратным стопором и предохранительной муфтой с гидравлическим приводом, а также переключаемой автоматической муфтой с синхронизатором (блокировочного типа).



Устройство вращения роторов с откидной шестерней, размер 5, с автоматическим режимом 3 ($n = 283$ об/мин, $BAT^* = 6000$ Н•м, $MOI^* = 4856$ кг м²)



Тип RVD 3 HSO ($n = 283$ об/мин, $BAT^* = 6000$ Н•м, $MOI^* = 4856$ кг м²) с гидромотором, устанавливаемый на подшипниковую опору газовой турбины



Устройство вращения роторов с обгонной муфтой, устанавливаемый на свободный конец вала



Тип RDV 120 ($n = 170$ об/мин, $BAT^* = 5679$ Н•м, $I = 2108$ кг м²) для свободного конца вала во время сборки на заводе



Тип RDV 2A1 с откидной шестерней на подшипниковой опоре паровой турбины ($n = 42$ об/мин, $BAT^* = 715$ Н•м, 2860 кг м²)

Фото предоставлено MAN Turbo AG, Оберхаузен



Тип RDV 80 с обгонной муфтой на свободном конце вала компрессора ($n = 316$ об/мин., $BAT^* = 1663$ Н•м, 138 кг м²)

Фото предоставлено MAN Turbo AG, Оберхаузен

* MOI – момент инерции

* BAT – момент страгивания

Мембранные муфты



Тщательно разработанные мембранные муфты подтвердили свою высокую марку, особенно, в турбинных агрегатах. Будучи изделиями высочайшего класса, они способны передавать высокий крутящий момент на больших скоростях, обладая при этом малой массой. Одновременно с этим они компенсируют осевое, радиальное и угловое смещение двух соединяемых валов.

Надёжность даже на предельных режимах

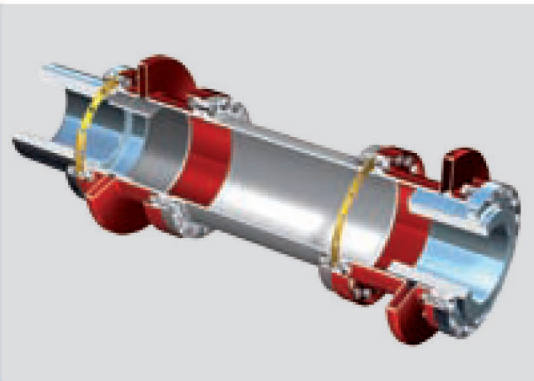
мембранные муфты, рассчитанные на передачу крутящего момента до 1 500 000 Н·м и частоты вращения до 80 000 об/мин. В стандартном исполнении муфты рассчитываются на угловое смещение осей до 0,25°. Имеются также специальные модели с допустимым угловым смещением осей до 0,5°. Эти муфты высокой мощности соответствуют требованиям стандартов API 671 и ISO 10441. Они допущены для взрывоопасных зон 1 и 2 в соответствии с ATEX.

В зависимости от предъявляемых требований, муфты могут иметь одинарные или двойные мембраны. В своей основе мембранные муфты проектируются как

Мембранные муфты BHS обычно работают без смазки, не изнашиваются и не требуют технического обслуживания. В течение всего срока службы мембранные элементы сохраняют эластичность. Даже при выравнивании больших смещений вала возникают очень малые, но точно определяемые возвратные усилия. Отличительной особенностью этих муфт является линейная характеристика прогиба под нагрузкой. Линейные контуры этих мембран и отсутствие резьбовых соединений на внешней окружности мембраны муфты с двойной мембраной снижают уровень шума и имеют очень низкие вентиляционные потери. Кроме того, высокое воспроизводимое качество балансировки является еще одним аргументом в пользу мембранных муфт



Муфта с двойной мембраной TwinTors muна MKA 300 FFS (максимальный крутящий момент 43808 Н·м, до 20000 об/мин, 37,6 кг) для установки между редуктором и турбиной



Муфта с двойной мембраной TwinTors MKB AIS с внешней ступицей с левой и внутренней ступицей с правой стороны

жесткие цельнометаллические муфты без зазора. Возможны и специальные исполнения, например, со сварной промежуточной втулкой, промежуточной втулкой из пластика, армированного углеродным волокном, или с валом измерения крутящего момента.

Эти муфты отличаются также высочайшей точностью хода и минимальным изгибающим моментом. Длительные испытания на долговечность подтвердили очень высокую стабильность формы и подтвердили концепцию легкой конструкции.

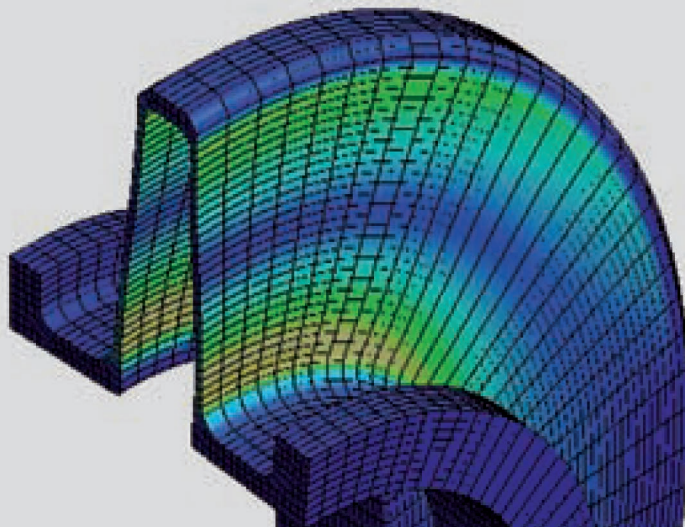
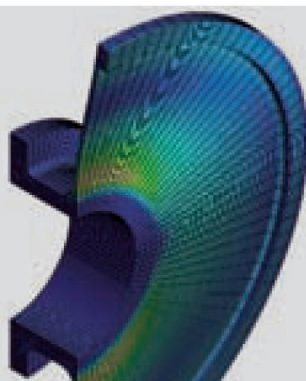


Схема распределения нагрузки по методу конечных элементов – диаграмма компенсации углового смещения осей двойной мембраной муфты TwinTors

Муфта с двойной мембраной TwinTors типа MKB 300 IIS (максимальный крутящий момент 65800 Н•м, до 20 000 об/мин, 64,9 кг) с внутренней ступицей для передачи пониженного момента, предназначена для установки между паровой турбиной и компрессором для окислов азота



Однодисковая мембранная муфта EconTors типа MKS 450 AAS (максимальный крутящий момент 183 000 Н•м, максимальная частота вращения 5 500 об/мин, 321,5 кг), предназначена для установки между электродвигателем и Vorecon

Схема распределения нагрузки по методу конечных элементов – диаграмма компенсации углового смещения осей муфты EconTors с одной мембраной

Муфта с двойной мембраной TwinTors типа MKB 160 FFS с сваренной втулкой из пластика, армированного углеродным волокном (максимальный момент 6040 Н•м, до 30 000 об/мин, 6,4 кг)