

## 2.4.5. Выбор типа главной судовой передачи

В СЭУ различают главные и вспомогательные передачи. Главные предназначены для передачи энергии от ГД к движителям, а вспомогательные – от ВД (дизелей, турбин, электродвигателей) к машинам и механизмам вспомогательного назначения (электрогенераторам, компрессорам, насосам и т.д.). От типа передачи во многом зависят эксплуатационные свойства и показатели СЭУ в целом. По принципу действия различают следующие виды передач: прямые (непосредственные), механические (редукторные), гидравлические, электрические и комбинированные.

### 2.4.5.1. Прямая передача

Данный тип передачи не обеспечивает трансформацию крутящего момента и частоты вращения ГД, а также не позволяет приспособить ГЭУ к меняющимся условиям плавания (в случае применения ВФШ). Эти особенности предопределяют недостатки СДУ с прямой передачей:

- отклонение частоты вращения ГД от оптимальной снижает пропульсивный КПД  $\eta$ ; на крупнотоннажных судах с прямой передачей частота вращения МОД на 20–30 мин<sup>-1</sup> превышает оптимальное значение ( $n_{ГД} = 105 \div 110$   $n_{в}^{opt} = 80 \div 85$  мин<sup>-1</sup>), что снижает  $\eta$  на 5–8 %;

- при использовании МОД ГЭУ с прямой передачей имеют место неблагоприятные малогабаритные показатели;

- сложность привода вспомогательных механизмов – валогенераторов, насосов от ГД.

Достоинством ГЭУ с прямой передачей являются:

- конструктивная простота и высокая надежность передачи;
- высокий КПД передачи (0,98–0,99), частично компенсирующий снижение пропульсивного КПД.

В зависимости от размеров судна используют три типа дизелей в сочетании с прямой передачей:

- на средне- и крупнотоннажных судах дедвейтом свыше 6 тыс. т – МОД типа ДКРН с цилиндровой мощностью  $N_{\text{ен}} = 600 \div 5\ 720$  кВт и частотой вращения коленчатого вала  $n = 220 \div 5\ 720$  мин<sup>-1</sup>;

- на среднетоннажных судах дедвейтом 5–6 тыс. т – малооборотные, преимущественно двухтактные тронковые дизели с  $N_{\text{ен}} = 300 \div 750$  кВт и  $n = 220 \div 250$  мин<sup>-1</sup>;

- на небольших судах, рыболовных траулерах и буксирах – СОД, преимущественно четырехтактные тронковые дизели с  $N_{\text{ен}} = 100 \div 200$  кВт и  $n = 275 \div 400$  мин<sup>-1</sup>.

В состав прямой передачи входят муфты и валопровод. По конструктивному исполнению муфты могут быть жесткими и упругими. По назначению различают следующие муфты: соединительные, соединительно-разобщительные, включаемые и выключаемые во время работы и на стоянке; комбинированные, имеющие упругие соединительные элементы и соединительно-разобщительное звено.

Мощные крейцкопфные дизели обычно соединяются с валопроводом с помощью жестких фланцевых муфт.

Назначение упругих муфт в прямых передачах:

- соединение валопровода с ГД, установленным на амортизаторах;

- уменьшение нагрузок на элементы валопровода и коленчатый вал при деформациях корпуса судна;

- облегчение центровки;

- частичное демпфирование крутильных колебаний.

### ***2.4.5.2. Механическая передача***

#### **Общие положения**

В главных редукторных передачах используются цилиндрические (прямозубые и косозубые), конические и планетарные зацепления. В зависимости от назначения редукторные передачи подразделяют на три группы:

- изменяющие величину (трансформацию) крутящего момента, передаваемого от ГД к движителю, за счет редуцирования частоты вращения;

- суммирующие энергию нескольких двигателей с одновременной трансформацией крутящего момента;
- изменяющие направление вращения гребного вала (без реверса ГД) с одновременным редуцированием частоты вращения и возможным суммированием мощности более чем от двух двигателей.

Типы и конструкции судовых редукторов весьма разнообразны. Редуктор только с цилиндрическими ступенями внешнего зацепления называют **переборным**, только с планетарными ступенями – **планетарным**, а если он включает и те и другие ступени – **планетарно-переборным**.

Переборные редукторы одномашинных агрегатов обычно выполняют одноступенчатыми со смещением ведущего и ведомого валов в одной горизонтальной или в одной вертикальной плоскости.

Редукторы переборные одномашинной установки выпускаются в диапазоне мощностей от нескольких сот киловатт до 7–8 МВт 6–10 типоразмеров. При большой мощности двигателей (7–18 МВт) в целях повышения надежности и снижения габаритов применяют редукторы с разделением мощности на два потока и последующим их соединением на ведомый вал.

В многомашинных СДУ используют разнообразные конструкции суммирующих редукторов, объединяющих для работы на один винт от двух до четырех двигателей. Наиболее распространенные из этих редукторов двухмашинные – для судовых СОД. На судах преимущественно используются четырехтактные СОД в сочетании с механическими передачами – дизель-редукторные агрегаты (ДРА). ДРА с СОД значительно превосходят МОД по габаритным характеристикам. СОД характеризуются удельной массой  $9,5 \div 16,5$  кг/кВт, мощностной насыщенностью по длине  $320 \div 2\ 200$  кВт/м и по объему  $85 \div 100$  кВт/м<sup>3</sup>.

Удельные массы судовых переборных редукторов изменяются в диапазоне  $6,5 \div 11,0$  кг/кВт, причем меньшие значения характерны для более мощных ДРА. Удельная мощность оценивается следующими значениями: по объему –  $110 \div 280$  кВт/м<sup>3</sup>, по площади –  $275 \div 680$  кВт/м<sup>2</sup>, по длине –  $1\ 400 \div 4\ 700$  кВт/м, по ширине –  $1\ 100 \div 3\ 700$  кВт/м. КПД современных зубчатых передач

при полной нагрузке составляет для одноступенчатых передач около 98 %, для двухступенчатых – 96–97 %.

Преимущества и особенности *планетарных зубчатых редукторов* заключаются в соосности вала двигателя и валопровода.

Планетарным редукторам свойственны высокий КПД (0,99 для одноступенчатых и 0,985 – для двухступенчатых), малые общие и удельные массы (3,5–4,5 кг/кВт по мощности и 0,15–0,71 кг/(Н·м) – по моменту), умеренные габариты (удельная мощность редукторов достигает 4 500 кВт/м), плавность хода и бесшумность (уровень шума не превышает 86 дБ), а также ряд других достоинств, к числу которых относятся: распределение нагрузки между несколькими сателлитами, т.е. разделение передаваемой мощности на несколько потоков; рациональное использование пространства внутри эпицикла; значительно меньшие диаметры зубчатых колес, чем у обычных редукторов.

По сравнению с переборными редукторами, в планетарных несколько сложнее осуществить дополнительную передачу мощности к валогенераторам и валоповоротным устройствам. Отбор мощности на валогенераторы в планетарных редукторах осуществляется от входного вала посредством повышающей передачи с внешним зацеплением.

При мощности ДУ до 3 000–4 000 кВт с нереверсивными двигателями применяют реверсредукторы. Реверсирование ведомого вала в редукторе с внешними цилиндрическими зацеплениями достигается применением двух переборов шестерен: одного – для переднего хода, другого – для заднего, включаемых в работу посредством дисковых фрикционных муфт. КПД таких реверсредукторов составляет от 0,90–0,92 – для трехступенчатых до 0,965–0,975 – для одноступенчатых.

Объединение ГД и редукторов в единый агрегат осуществляется с помощью соединительных муфт. Конструктивно исполнение этого узла может быть реализовано установкой между двигателем и редуктором следующих элементов: только соединительной упругой муфты; упругой и соединительно-разобщительной муфт; одной муфты, выполняющей одновременно обе функции; только

эластичной муфты с расположением разобщительной муфты в редукторе.

Эластичные муфты, устанавливаемые между двигателем и редуктором, обеспечивают:

- уменьшение динамических нагрузок в зацеплении благодаря демпфированию крутильных колебаний и сглаживанию неравномерного вращения дизеля;

- снижение нагрузок на подшипники и валы редуктора и дизеля, возникающих из-за деформаций корпуса судна;

- облегчение центровки при монтаже благодаря тому, что конструкция муфт допускает более широкие пределы аксиальных и радиальных смещений осей валов.

В соединительных эластичных муфтах широко используются упругие металлические и неметаллические (преимущественно резиновые) элементы самых разнообразных конструктивных исполнений. Из муфт с металлическими упругими элементами наиболее распространена демпфирующая муфта типа Гейслингер, также находят применение упругие муфты с металлическими демпфирующими элементами типа «Металластик».

Широкое распространение в судовых ДРА получили муфты типов «Вулкан» и «Спирофлекс». Упругим звеном муфты «Вулкан» служат две резинокордовые шины, которыми соединяются ведущая и ведомая полумуфты. Крепление шин к полумуфтам осуществляется посредством болтов и прижимных фланцев. Муфта каждого типоразмера может собираться с резинокордовыми элементами, различающимися крутильной жесткостью.

Типоразмерный ряд упругих муфт «Вулкан» охватывает диапазон допустимых длительных крутящих моментов от 90 до  $10^6$  Н·м. Упругое звено муфты «Спирофлекс» представляет собой два одинаковых резинометаллических диска. Каждый диск состоит из двух концентрических резиновых колец и трех стальных колец, соединенных в единое целое путем вулканизации. Резиновые элементы муфт изготавливаются с твердостью 50, 55 и 60 единиц по Шору, что позволяет варьировать крутильную жесткость. Муфты выпускаются для крутящих моментов от 1,37 до 215 тыс. Н·м и

могут иметь различные соединительные элементы (фланцы, втулки и т.д.). Применяют также соединительные муфты более простых конструкций с упругими звеньями, изготовленными из резины.

В мировой практике находят применение разнообразные типы соединительных муфт. Соединительно-разобщительные муфты, используемые в ДРА, по конструктивному исполнению также достаточно разнообразны. Из соединительно-разобщительных муфт, устанавливаемых вне редуктора, наиболее распространены шинно-пневматические муфты (ШПМ) радиального и осевого действия. Технические характеристики этих муфт различаются весьма существенно. Судовая ШПМ радиального действия состоит из двух барабанов – внутреннего и наружного. На внутренней поверхности наружного барабана закреплены резинокордовые баллоны с фрикционными колодками. Колодки дополнительно фиксируются в прорезях боковых пластин барабана стальными стержнями. Разобщение муфты при отключении сжатого воздуха осуществляется под действием центробежных сил, перемещающих фрикционные накладки в радиальном направлении.

Выпускаемые радиальные ШПМ обеспечивают передачу мощности практически любого современного СОД. В ШПМ радиального действия, обладающих определенными упругими свойствами, допускают заметные смещения осей соединяемых валов: радиальное до 2–3 мм, осевое до 10–15 мм и излом до 2 мм на 1 м длины. В связи с этим ШПМ широко используются также в составе прямых и редукторных передач при установке ГД на амортизаторах.

В отличие от радиальных, осевые ШПМ практически не компенсируют смещения и изломы соединяемых валов. Муфты осевого действия обычно состоят из двух-трех ведущих и трех-четырех ведомых дисков, которые при включении сжимаются кольцевым баллоном, расширяющимся в осевом направлении. Включение муфт происходит под действием сжатого воздуха, а отключение – с помощью пружин после стравливания воздуха.

В СДУ наиболее распространены ШПМ осевого действия типа «Вихита».

Применяется также способ соединения дизеля с редуктором в многомашинных агрегатах – комбинированные муфты, сочетающие фрикционные разобщительные элементы и упругое звено. Из муфт этой группы наиболее распространены конструкции двух типов – «Пневмофлекс» и «Вулкан».

Соединительно-разобщительным элементом в муфтах обоих типов являются двухконусные фрикционные барабаны. Наружный, ведущий, барабан соединен с фланцем двигателя. Внутренние, ведомые, конусы соединены с ведомым валом посредством упругих резинокордовых шин (у муфт «Вулкан») и резиновых конических колец (у муфт «Пневмофлекс»). Внутренние конусы перемещаются в осевом направлении, обеспечивая включение или разобщение муфт.

Сцепление муфт происходит при подаче сжатого воздуха в полость пневмоцилиндра, которая у муфты «Вулкан» образована цилиндрическими соосными поверхностями, выполненными на дисках ведомых конусов. У муфт «Пневмофлекс» детали кольцевого пневмоцилиндра изготовлены отдельно и закреплены на внутренних конусах. Конструкция обеих муфт позволяет устанавливать на них автоматические устройства, предохраняющие от перегрузок.

Разобщительные фрикционные элементы обеспечивают передачу номинального крутящего момента с запасом до 2–2,5 по отношению к моменту проскальзывания. Необходимость такого запаса обусловлена ограниченной способностью муфт к отводу теплоты и относительно низкой допускаемой температурой поверхности трения применяемых материалов (250–300 °С).

Между двигателем и редуктором устанавливают также упругую соединительную муфту, а в редукторе – фрикционную сцепную муфту. Разобщительные муфты в подавляющем большинстве случаев выполняются многодисковыми фрикционными, сухого трения или со смазкой.

Муфты сухого трения, у которых неметаллический материал работает по стали (коэффициент трения 0,25–0,3), всегда размещают вне внутренней полости редуктора, чтобы избежать попадания абразивных продуктов износа в масляную систему. В муфтах со

смазкой, где сталь с высокой поверхностной твердостью работает по стали или по твердой бронзе, микрочастицы металла, образующиеся в результате трения, не оказывают существенного влияния на качество масла и работоспособность передачи.

Дисковые масляные муфты встраиваются в редукторы только с внешним зубчатым зацеплением. Они устанавливаются на конце торсионного вала, проходящего через полый вал ведущей шестерни, или непосредственно в ступице шестерни.

Самостоятельную группу составляют муфты скольжения – электромагнитные (ЭМС) и гидравлические (ГМ). По принятой классификации они относятся к комбинированным. ЭМС устанавливаются всегда вне корпуса редукторной передачи. ГМ также в большинстве случаев размещают вне передачи, однако возможна и совместная компоновка.

Применение муфт скольжения придает ДУ ряд важных достоинств, а именно:

- главная передача практически полностью изолируется от крутильных колебаний, возбуждаемых двигателем;
- двигатель оказывается защищенным от динамических перегрузок вплоть до полной остановки винта;
- обеспечивается быстрое (за 10–15 с) и плавное подключение двигателей к передаче на любой частоте вращения;
- достигается снижение частоты вращения ведомых полумуфт без изменения частоты вращения дизеля.

Муфты скольжения имеют и ряд существенных недостатков. Это большие габариты и масса; сложность изготовления; наличие дополнительных потерь (2–5 %) из-за скольжения.

Определяющими показателями при выборе муфты служат: достаточно высокий КПД; обеспечение передачи номинального крутящего момента с определенным запасом (до 2,0–2,5) по моменту проскальзывания; быстроедействие; надежное включение и выключение при вращении ведущих и ведомых частей; простота конструкции и удобство обслуживания; амортизирующий эффект и допустимое взаимное перемещение соединяемых элементов в условиях эксплуатации при увеличении расцентровки; соответствие



способа управления муфтой системе ДАУ, принятой для данной установки; масса, габариты и стоимость.

Фрикционные муфты (дисковые, цилиндрические и конусные), в отличие от гидродинамических и электромагнитных, почти не имеют потерь на проскальзывание. Они отличаются лучшими массогабаритными характеристиками, меньшей стоимостью изготовления, более удобны с точки зрения размещения. Недостаток фрикционных муфт – ограниченная способность рассеивания теплоты, выделяемой при их включении. Из фрикционных муфт различных типов многодисковые обеспечивают более плавное включение и выключение. Они допускают также более широкое конструктивное варьирование за счет изменения диаметра и числа дисков, имеют меньшие габариты, чем муфты конусного типа.

В многомашинных установках соединительно-разобщительная муфта становится необходимым элементом передачи. Поскольку режим использования таких установок предусматривает частичную работу двигателей, а также отключение механизмов отбора мощности, возникает необходимость в соединительно-разобщительных муфтах. Типоразмер муфты выбирается по значению передаваемого крутящего момента либо по отношению  $N_e/n$ .

В ряде случаев, особенно если по условиям работы предусмотрено частое включение и выключение муфты, а также при использовании установки на режимах больших тяговых усилий, исходными параметрами служат: максимально допустимая температура нагрева муфты; частота вращения ведущей и ведомой частей в момент ее включения; продолжительность включения, вращающий момент на ведущей и ведомой сторонах муфты; маховой момент приводимых масс; маховой момент ускоряющихся масс при включении.

Из всех типов соединительно-разобщительных муфт наиболее предпочтительны фрикционные муфты конусного типа и многодисковые. Усовершенствование конструкций, повышение их надежности позволили добиться существенного снижения массы и габаритов этих муфт.

## Выбор редуктора

Выбор передачи для проектируемого ДРА условно состоит из двух этапов. На первом этапе выбирается конструктивный тип редуктора (например, для одномашиного агрегата одноступенчатый горизонтальный или двухступенчатый соосный и т.д., а для двухмашиного агрегата – без промежуточных шестерен и с промежуточными шестернями). На втором этапе производится выбор конкретной марки редуктора, т.е. устанавливается фирма-производитель передачи и ее размер.

Если при проектировании установки приходится выбирать конструктивный вариант исполнения редуктора, т.е. принимать решение, связанное с обеспечением оптимальных условий размещения оборудования в машинном отделении, общеприняты следующие этапы выбора передачи:

1) для принимаемого к установке ГД и требуемого передаточного отношения приблизительно подбирают редукторы соответствующих размеров нескольких наиболее подходящих исполнений;

2) далее производится компоновка вариантов ДРА из ранее выбранных элементов дизеля, редуктора, муфт;

3) на следующем этапе вычерчиваются эскизы вариантов расположения механизмов в машинном отделении для каждой компоновки ДРА;

4) на основании сравнительного анализа вариантов расположения механизмов и их технико-экономических показателей выбирается оптимальный вариант ДРА, что одновременно определяет конструктивный тип редуктора;

5) в завершение уточняются фирма-производитель редуктора и его размер, далее путем сопоставления массогабаритных характеристик редукторов других фирм делается окончательный выбор марки редуктора.

Выбор конкретного размера передачи любой фирмы производится по графикам (реже таблицам), построенным в системе координат, у которых по оси абсцисс отложены значения эффективной мощности устанавливаемого двигателя  $N_e$  к частоте вращения коленчатого вала (если в составе дизеля нет встроеного

редуктора), кВт/об/мин; на оси ординат отложены значения передаточных отношений  $i$ . Оба эти параметра ( $N_e/n_j$  и  $i$ ), как известно, наряду с геометрическими характеристиками шестерен определяют значения контактных и изгибающих напряжений в зацеплении.

На поле графиков также нанесены линии, ограничивающие сверху рабочую область использования редукторов соответствующих размеров, которые определяются допускаемыми напряжениями на зуб. Около указанных линий нанесены обозначения размеров редуктора, область которого они определяют. Для редукторов с внешним зацеплением в качестве индекса, обозначающего размерную модификацию редуктора, чаще всего используется значение межцентрового расстояния между осями валов.

При выборе редуктора находится точка, которая определяется ординатой, равной отношению  $N_e/n_j$ , вычисленному по минимальной длительной мощности двигателя и соответствующей ей частоте вращения, а также абсциссой, равной требуемому передаточному отношению. Положение указанной точки на графике относительно ближайшей сверху линии, ограничивающей область рабочих нагрузок, определяет размер необходимого для проектируемой установки редуктора.

При выборе главных зубчатых передач для судов с ледовыми усилениями значения отношений  $N_e/n_j$  должны быть соответственно увеличены:

- для судов с ледовыми усилениями категории Л2 – на 15 %;
- для судов с ледовыми усилениями категории Л1 – на 25 %;
- для судов с ледовыми усилениями категории УЛ – на 50 %.

Для судов с ледовыми усилениями УЛА выбор расчетной нагрузки в каждом случае должен согласовываться с Морским регистром. Эти требования не распространяются на установки, имеющие защиту от перегрузки по крутящему моменту.

**Передачи для одномашинных агрегатов.** Представлены справочные данные по зубчатым передачам наиболее распространенных конструктивных исполнений, используемых в судовых одномашинных ДРА. Ввиду большого разнообразия возможных

компоновок передач, определяемых их комплектацией, валотбором, встроенной соединительно-разобширительной муфтой, тормозом, технические данные приводятся только по базовым модификациям редукторов, т.е. имеющих в своем составе только шестерни главной передачи и необходимое вспомогательное оборудование.

**Одноступенчатые вертикальные редукторы. Редукторы типа HSU фирмы «Таске».** Передачи типа HSU выпускаются 13 типоразмеров, основные параметры которых приведены в табл. 2.23.

Выбор нужного типоразмера редуктора в зависимости от отношения  $N_e/n_j$  (главного двигателя) и передаточного числа  $i$  проводят по диаграмме, приведенной на рис. 2.25.

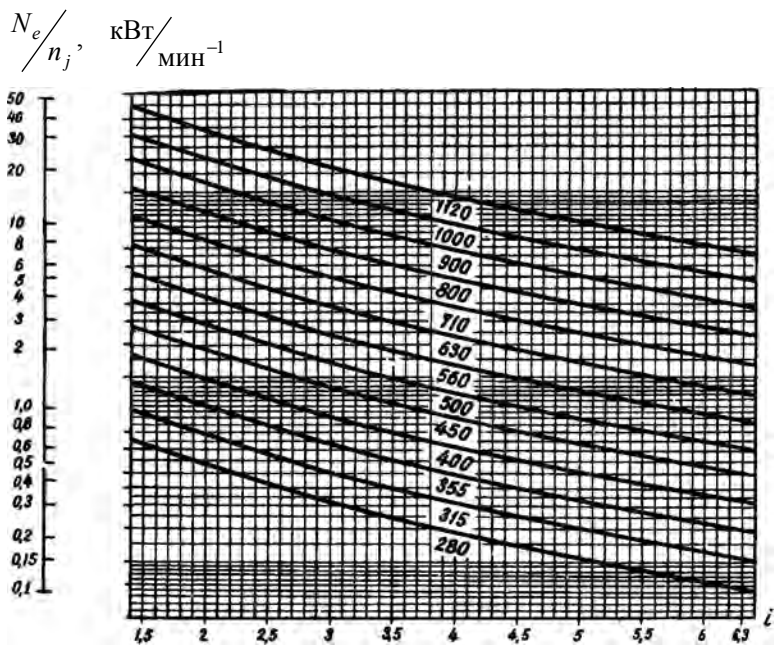


Рис. 2.25. Диаграмма для выбора редуктора типа HSU

Шестерни редукторов размером HSU280–HSU630 имеют косо-зубое зацепление, а размером HSU710–HSU1120 – двойное косо-зубое с закаленным и шлифованным зубом у всех типоразмеров.

Опорные подшипники скольжения залиты белым металлом.

Главный упорный подшипник типа Митчеля встроен с кормовой стороны. Упорные сегменты переднего хода у редукторов размером от NSU630 и более могут демонтироваться без снятия крышки подшипника через специально предусмотренное окно в корпусе подшипника. Конструкцией обеспечивается постоянное заполнение маслом полости, где размещаются упорные подушки.

Корпус отливается из серого чугуна, однако по желанию заказчика может быть выполнен стальным сварным. Снизу к корпусу крепится поддон.

Масляный насос навешен на ведущем валу с кормовой стороны.

**Редукторы типа AUS фирмы Renk.** Передачи типа AUS выпускаются восьми размеров. Основные размеры, массы и допускаемые упоры гребных винтов для редукторов размерного ряда AUS приведены в табл. 2.24.

Выбор размера редуктора должен быть выполнен в соответствии с диаграммой (рис. 2.26), размеры и массы редукторов ряда AUS представлены в табл. 2.24.

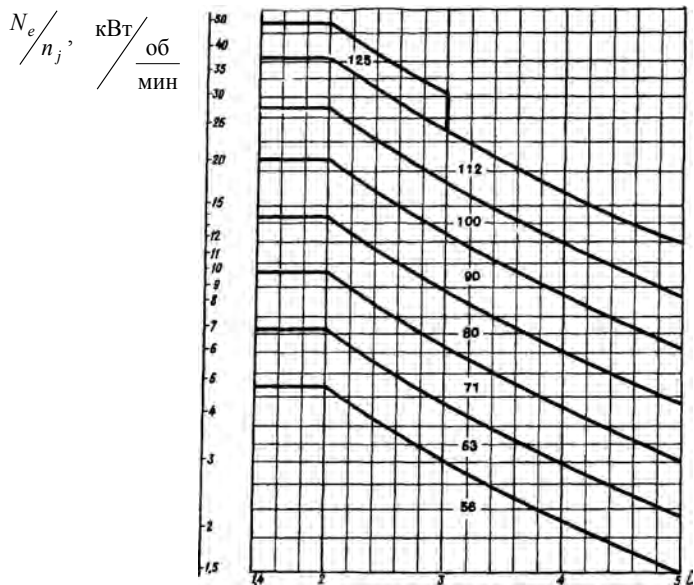
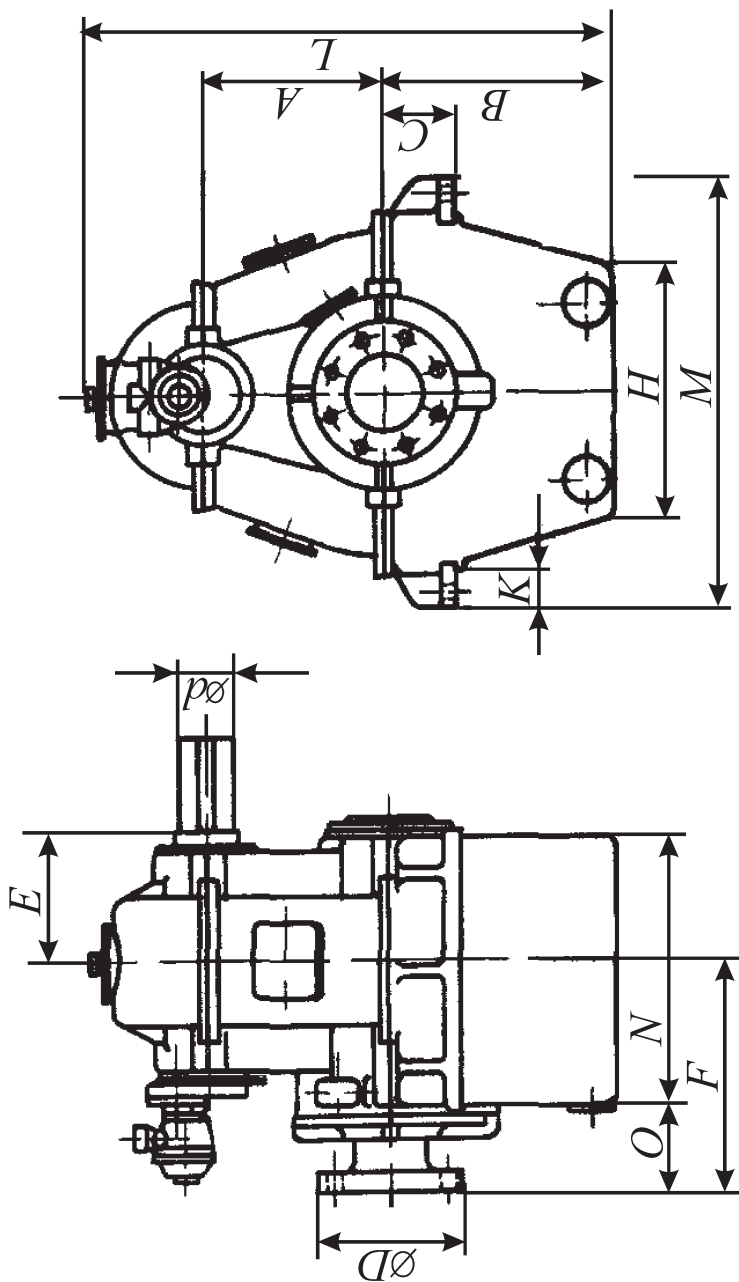


Рис. 2.26. Диаграмма для выбора редуктора типов AUS

Таблица 2.23

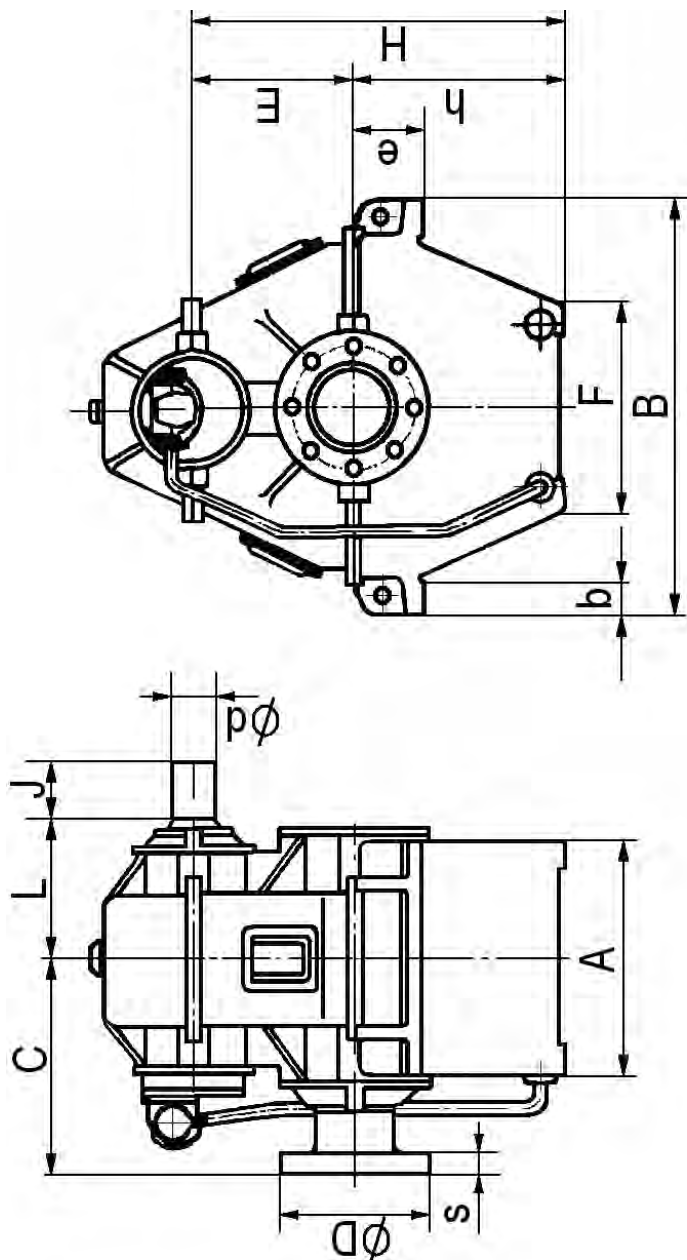
Основные размеры и массы редукторов размерного ряда HSU



Типо- размер HSU	Размеры, мм													Масса, кг
	A	B	C	D	E	F	H	K	L	M	N	0	max d	
280	280	360	110	220	220	380	460	70	840	760	440	145	85	710
315	315	400	125	250	245	440	520	70	930	830	510	165	95	940
355	355	450	140	280	270	480	580	75	1 050	930	560	180	105	1 300
400	400	500	160	320	295	520	650	80	1 170	1 030	620	190	120	1 650
450	450	560	180	360	325	590	720	90	1 300	1 140	690	220	135	2 200
500	500	630	200	400	360	640	800	100	1 450	1 260	760	235	155	2 900
560	560	710	225	450	395	720	880	110	1 620	1 400	840	270	175	3 850
630	630	800	250	500	440	780	1 000	120	1 820	1 570	920	290	195	5 100
710	710	900	280	560	560	960	1 110	130	2 040	1 740	1 180	330	220	7 600
800	800	1 000	315	630	630	1 080	1 220	140	2 280	1 920	1 320	370	245	10 450
900	900	1 120	355	710	690	1 210	1 400	150	2 550	2 160	1 480	400	275	14 500
1 000	1 000	1 250	400	800	770	1 330	1 530	170	2 830	2 380	1 650	450	310	19 750
1 120	1 120	1 400	450	900	850	1 550	1 700	200	3 170	2 700	1 880	530	350	29 500

Таблица 2.24

Основные размеры и массы редукторов размерного ряда AUS





Типоразмер AUS	Размеры, мм													Максимальный упор, т	Масса, кг			
	A	B	b	C	E	e	F	H	h	L	D	s	при $i < 3,5$					
													d			j		
56	770	1 400	110	820	560	220	800	1 630	710	460	530	63	190	240	150	190	40	3 800
63	870	1 600	120	940	630	250	900	1 820	800	500	600	71	210	265	170	215	46	5 400
71	940	1 800	140	1 060	710	280	1 000	2 050	900	550	670	80	220	275	185	235	52	7 500
80	1 500	2 000	160	1 000	800	320	1 100	2 190	950	670	630	90	280	350	220	280	60	10 500
90	1 700	2 200	180	1 120	900	360	1 200	2 450	1 050	730	710	100	320	400	280	350	82	15 000
100	1 850	2 500	200	1 250	1 000	400	1 300	2 700	1 150	800	800	112	360	450	320	400	112	20 500
112	2 000	2 800	220	1 400	1 120	450	1 400	2 980	1 250	900	900	125	400	500	360	450	131	28 000
125	2 000	2 800	220	1 400	1 120	450	1 400	3 180	1 250	900	900	125	400	500	-	-	131	29 500

Шестерни редукторов AUS56, AUS63 и AUS71 имеют косо-зубое зацепление, а все остальные – шевронные. Зубчатые колеса редукторов больших размеров (AUS80–AUS125) выполнены составными: ступица изготавливается из чугуна с шаровидным графитом, а обод – из цементируемых сталей. Ведущие шестерни, а также колеса редукторов AUS56–AUS71 изготовлены из цементируемых сталей. У редукторов всех размеров зубья колес и шестерен шлифуются.

Опорами валов у редукторов AUS56–AUS71 являются подшипники качения, а начиная с размера AUS80 и выше – подшипники скольжения.

Главный упорный подшипник у редукторов небольших размеров выполнен на базе подшипников качения. У редукторов AUS80–AUS125 применяются подшипники скольжения типа Митчеля. Корпус отлит из серого чугуна, но при необходимости может быть изготовлен из сварной конструкции. Масляный насос навешен на кормовом конце ведущего вала.

КПД редуктора при полной нагрузке – 98,5 %.

**Редукторы типа RV фирмы MWD.** Передачи типа RV выпускаются восьми размерных модификаций; их основные размеры, массы и допускаемые упоры гребных винтов представлены в табл. 2.25.

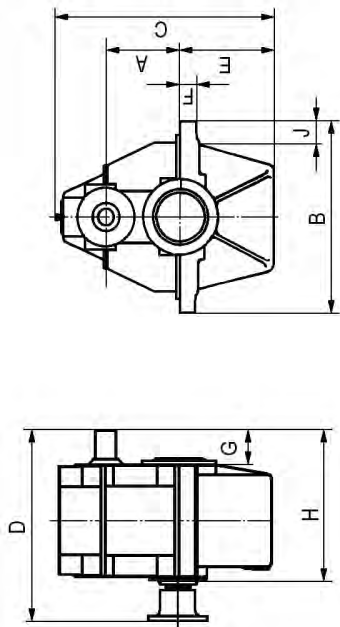
Выбор соответствующего размера редуктора производится по диаграмме (рис. 2.27).

Шестерни имеют косо-зубое зацепление с азотированным профилем. Ведущие шестерни изготавливают из поковок высококачественных сталей, колеса выполняются составными – чугунные ступицы с напрессованными на них стальными зубчатыми венцами.

Опорами валов у редукторов малых размеров R450V–R630V служат подшипники качения, а у редукторов R710V–R1000V – подшипники скольжения, залитые белым металлом.

Главный упорный подшипник (ГУП) встроен в корпус передачи, допускаемые упоры для которых указаны в табл. 2.24. У редукторов R450V–R630V ГУП также образованы из подшипников качения, а у редукторов больших размеров – из сегментных подушек.

Таблица 2.25  
**Основные размеры и массы редукторов размерного ряда RV**



Типо- размер RV	Размеры, мм										Максималь- ный упор, т	Масса, кг
	A	B	C	D	E	F	G	H	J			
R 450 V	450	1 160	1 370	1 220	560	100	195	750	120	26	2 300	
R 500 V	500	1 265	1 480	1 370	600	115	230	800	130	30	2 700	
R.560V	560	1 390	1 600	1 400	645	130	255	860	150	36	3 500	
R630V	630	1 540	1 800	1 555	700	150	280	930	160	46	4 500	
R710V	710	1 800	1 990	1 950	820	150	245	1 167,5	170	56	7 500	
R 800V	800	2 020	2 230	2 100	930	160	215	1 295	125	66	1 000	
R 900V	900	2 140	2 450	2 370	1 000	170	235	1 455	210	84	14 300	
R 1000V	1 000	2 480	2 725	2 670	1 125	175	280	1 570	230	94	17 650	

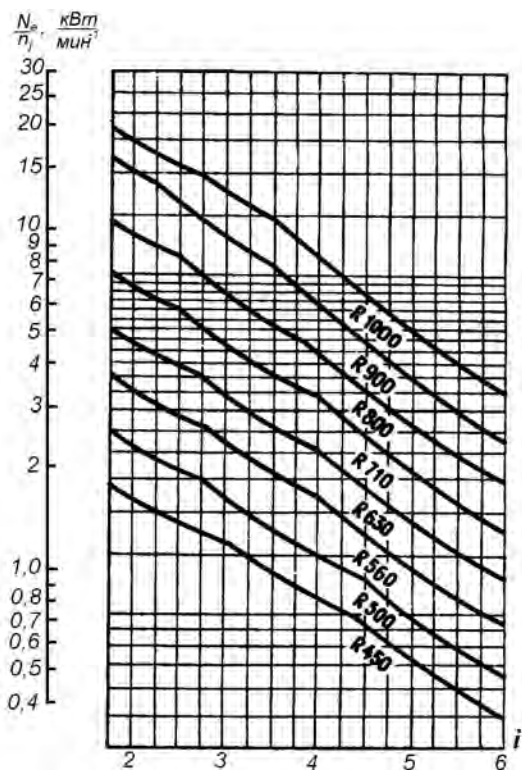


Рис. 2.27. Диаграмма для выбора редуктора типа RV

**Редукторы типа HSC фирмы «Таске».** Передатки типа HSC выпускаются десяти размеров, основные геометрические характеристики и массы которых приводятся в табл. 2.26.

Выбор соответствующего размера редуктора производится по диаграмме (рис. 2.28).

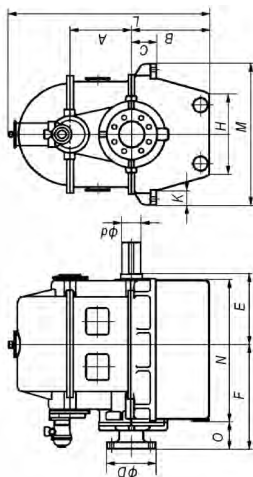
Шестерни редуктора имеют косозубое зацепление. Особенности конструкции опорных и главных упорных подшипников такие же, как у передач типа HSU.

Корпус отливается из серого чугуна, однако по желанию заказчика может быть выполнен стальным сварным.

Масляный насос навешен на промежуточный (верхний) вал редуктора с кормового его конца.

Таблица 2.26

## Основные размеры и массы редукторов размерного ряда HSC



Типо- размер HSU	Размеры, мм													Мас- са, кг
	A	B	C	D	E	F	H	K	L	M	N	O	max d	
200	280	360	110	220	355	515	390	70	930	700	690	145	85	1 050
315	315	400	125	250	395	595	450	70	1 030	780	790	165	95	1 350
355	355	450	140	280	435	645	500	75	1 165	870	860	180	105	1 850
400	400	500	160	320	485	710	570	80	1 300	950	965	190	120	2 500
450	450	560	180	360	535	800	620	90	1 450	1 060	1 075	220	135	3 300
500	500	630	200	400	595	875	690	100	1 615	1 160	1 190	235	155	4 300
560	560	710	225	450	660	985	780	110	1 805	1 280	1 330	270	175	5 750
630	630	800	250	500	730	1 075	870	120	2 025	1 450	1 470	290	195	7 950
710	710	900	280	560	820	1 220	990	130	2 280	1 600	1 660	320	220	11 000
800	800	1 000	315	630	910	1 350	1 100	140	2 540	1 770	1 840	360	245	15 300

**Редукторы типа RC фирмы MWD.** Соосные передачи данной фирмы поставляются восьми размеров. Массы, размеры и допускаемые упоры гребных винтов для редукторов данного ряда представлены в табл. 2.27.

Выбор редуктора, соответствующего проектируемой установке, следует проводить по диаграмме (рис. 2.29).

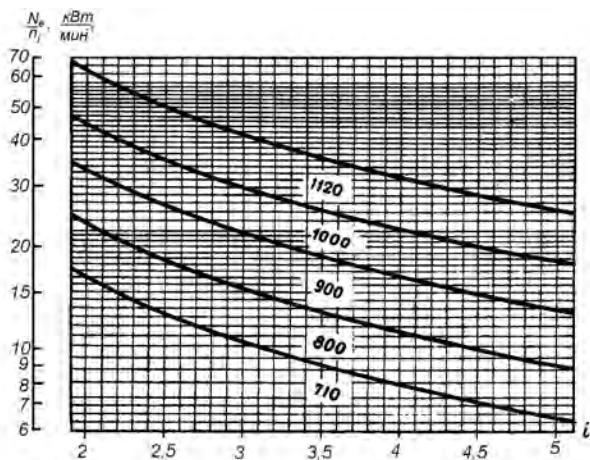
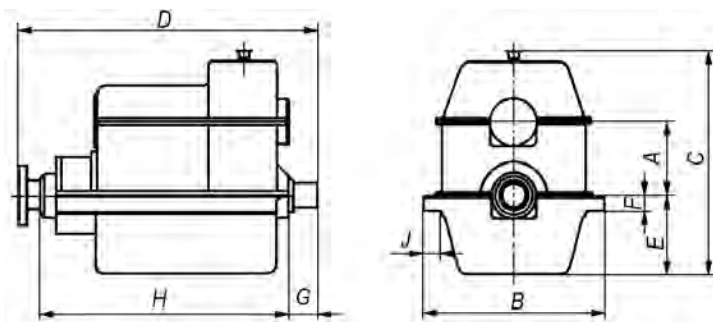


Рис. 2.28. Диаграмма для выбора редуктора типа HSC

Таблица 2.27

### Основные размеры и массы редукторов размерного ряда RC



Типоразмер RC	Размеры, мм									Максимальный упор, т	Масса, кг
	A	B	C	D	E	F	G	H	J		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
450	450	1 160	1 400	1 840	560	100	215	1 460	120	26	4 400
500	500	1 280	1 500	1 970	600	115	245	1 550	130	30	5 150
560	560	1 420	1 650	2 145	630	130	260	1 700	150	36	6 650