

Современные реверс-редукторы

Борис и Валерий Синильщиковы ▶ В прошлом номере «Кия» мы открыли цикл статей, посвященных узлам и системам стационарных двигателей для малых судов, начав его с краткого обзора собственно двигателей. Здесь продолжим цикл обзором реверс-редукторов (РР) к ним.

Отечественные РР. В настоящее время на многих катерах используются отечественные РР типа РРП, которые крепятся непосредственно к двигателю, и угловые РР типа УРРП, устанавливаемые отдельно (уже не выпускаются). Редукторы РРП-15 используются с дизелями 4Ч мощностью до 30 л.с. Редукторы РРП-20, помимо судовых дизелей, использовались совместно с бензиновыми двигателями ГАЗ-51. Редукторы РРП-25 применяются с шестицилиндровыми дизелями 6Ч; любители устанавливают их также на тракторные дизели Д-50, Д-240.

По современным критериям эти РР имеют завышенную массу и габариты, а также значительное усилие на рукоятке переключения, до 16 кг. К их недостаткам также следует отнести отсутствие упругих муфт во фрикционных дисках. Для форкамерных дизелей 4Ч и 6Ч, имеющих малую неравномерность крутящего момента в сочетании с маховиками повышенной массы, этот «минус» практически не играет роли. Однако при использовании современных тракторных дизелей со значительной неравномерностью крутящего момента и с маховиком уменьшенной массы такой недостаток существенно снижает надежность и ресурс редуктора. При установке двухцилиндрового тракторного дизеля Д-21, имеющего еще большую неравномерность крутящего момента, из-за крутильных колебаний шлицы редуктора РРП-15, по которым перемещаются фрикционные диски, изна-

шиваются полностью вплоть до прокручивания дисков (износ шлицев происходит существенно быстрее, чем подшипников). Вместе с тем данные РР позволяют достаточно уверенно и мягко включать ход, и опытный судоводитель сможет остановить катер с переднего хода буквально в паре сантиметров от вертикальной стенки.

При самостоятельной конверсии автомобильных двигателей, наиболее работоспособными оказываются конструкции самодельных редукторов с использованием готовых шестерен от коробок передач тракторов и автомобилей. Однако применение автомобильных или тракторных синхронизаторов позволяет уверенно включать хода только при использовании облегченных алюминиевых винтов. При установке тяжелых винтов приходится использовать штатное сцепление.

Современные зарубежные РР выпускаются на специализированных производствах, которые производят широкую номенклатуру редукторов и коробок передач. Выпускаемые редукторы имеют малую массу и требуют минимального усилия при включении хода, что позволяет использовать для дистанционного управления гибкий трос «тяни-толкай». Все типы современных РР условно можно разделить на три группы: с самозатягивающимися коническими муфтами, с самозатягивающимися многодисковыми муфтами, с многодисковыми муфтами, имеющими гидравлическое управление.

Четыре модели РР с самозатягива-



Рис. 1. Реверс-редуктор ТМС 260. 1 – входной вал со шлицами, 2 – фланец выходного вала (стандарт 4”), 3 – фланец – заглушка канала, установленный вместо водяного холодильника в виде трубы, 4 – рычаг переключения ходов

ющимися коническими муфтами выпускает известная фирма Twin Disk. К ним относятся ТМС 40 (допускаемая мощность 35 л.с., масса 9 кг); ТМС 60 (допускаемая мощность 63 л.с., масса 14 кг); ТМС 60А (допускаемая мощность 56 л.с., масса 14 кг; выходной вал у этого редуктора наклонен на угол 8°); ТМС 260 (допускаемая мощность 109 л.с., масса 18 кг – рис. 1). Допустимая мощность указана для передаточного отношения 2.0 при числе оборотов двигателя 3000 об/мин (выпускаются РР в которых передаточное отношение находится в диапазоне 1.54–2.88). При увеличении передаточного отношения или уменьшении числа оборотов двигателя допускаемая мощность уменьшается. Данные мощности определены при условии, что на полной мощности редуктор работает не более 10% от полного времени работы.

Схема редуктора ТМС 60 показана на рис. 2. Конусная полумуфта 1 посредством обычной вилки перемещается по винтовым шлицам вторичного вала 2 и прижимается к одной из шестерен 3, 4, имеющих соответствующий внутренний конус. Направление винтовых шлицев выбрано таким образом, чтобы момент, возникаю-

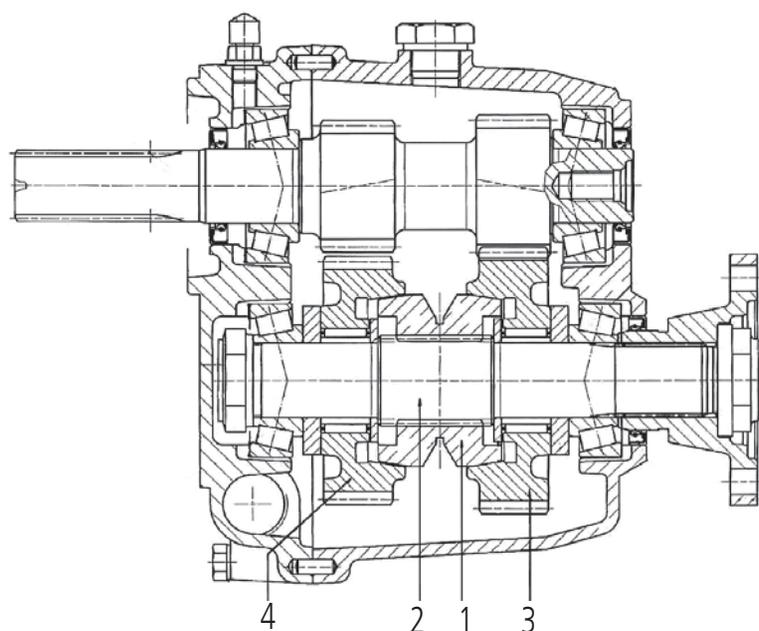


Рис. 2. Ревверс-редуктор ТМС 60

ший от сил трения, дополнительно закручивал полумуфту по винтовым шлицам и еще сильнее прижимал полумуфту к шестерне, и сила трения смогла передать момент, развиваемый двигателем. Легкое разъединение муфты обеспечивается за счет тщательного выбора углов конусов и винтовых шлицев, материалов полумуфт, их термообработки, а также за счет подбора марки масла. Тем не менее, надежное выключение хода гарантируется только на холостом ходу. Соединение муфт не сопровождается ударными нагрузками, однако и мягким его не назовешь. Если валопровод выполнен с необходимым запасом прочности, «заброс» момента при включении не опасен.

В передачах с такими редукторами также целесообразно использовать предохранительный срезной элемент. Эти легкие РР имеют высокую надежность, которая достигается не только за счет использования современных материалов и технологий, но и за счет (что, наверно не менее важно) жесткого соблюдения технологического процесса, чего явно не хватает китайским производителям.

В редукторах используются конические роликовые подшипники, которые отличаются высокой работоспособностью и способностью воспринимать упор винта, но при

условии, что осевой люфт не превышает 0.1 мм. Фланцы полумуфты для крепления гребного вала имеют стандартные размеры. Редуктор комплектуется переходным диском. Внешне он похож на диск автомобильного сцепления: имеется упругая муфта – гаситель крутильных колебаний, но без фрикционных накладок. Диск при помощи дополнительных резьбовых отверстий, нарезаемых в маховике конвертируемого двигателя, крепится к маховику. Совместно с РР можно заказать переходной фланец (поз. 1 на

рис. 3). Во фланце этого диска имеется специальное отверстие, которое центрирует его по крышке подшипника входного вала редуктора, и шесть отверстий, при помощи которых фланец крепится к этой крышке. Фланец фиксируется к кожуху-переходнику, который соединяется с дизелем. В некоторых случаях фирмы, занимающиеся конверсией (например Vetus), изготавливают единый кожух, к которому непосредственно крепится РР. Единый кожух упрощает центрирование, но усложняет снятие редуктора. Высокий КПД в сочетании с малой вязкостью заливаемого в редуктор масла позволяет при передаваемой мощности до 50–55 л.с. использовать редуктор без дополнительного охлаждения.

Широкое распространение получили РР с самозатягивающимися многодисковыми муфтами марки ZF. Ряд таких редукторов для двигателей малой мощности включает 10 моделей. Самый маломощный редуктор на (20 л.с.) весит 8 кг; самый мощный (на 97 л.с. при 3000 об/мин) весит 25 кг. РР средней мощности (53–61 л.с. при 3000 об/мин) выпускаются с параллельными валами, с наклонным (под углом 8°) выходным валом и в угловом исполнении. На рис. 4 приведена схема углового редуктора ZF 15 MIV, а на рис. 3 показан редуктор с параллельными валами ZF 12 M.



Рис. 3. Ревверс-редуктор ZF 12 M
1 – переходной фланец, 2 – патрубки водяного охлаждения, 3 – фланец выходного вала (стандарт 4"), 4 – водяной холодильник

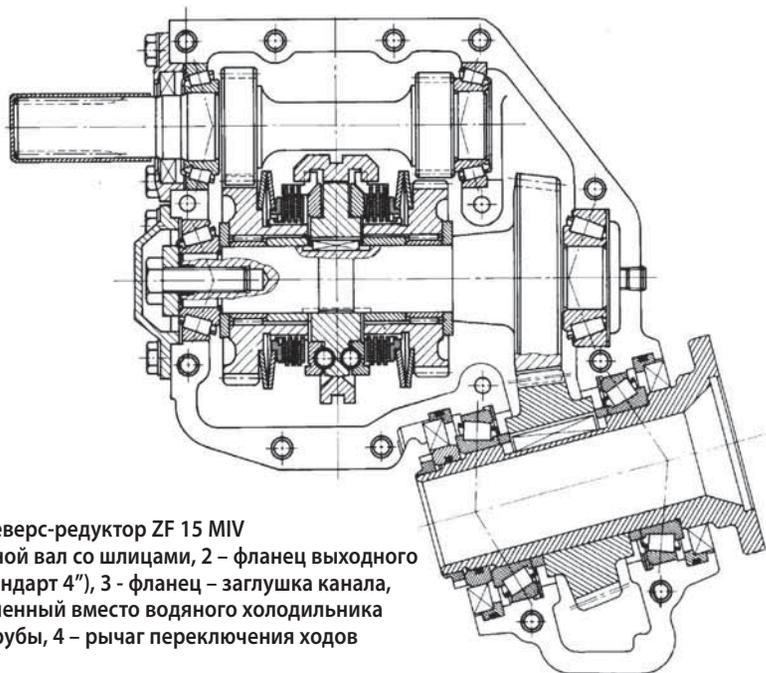


Рис. 4. Реверс-редуктор ZF 15 MIV
1 – входной вал со шлицами, 2 – фланец выходного вала (стандарт 4"), 3 – фланец – заглушка канала, установленный вместо водяного холодильника в виде трубы, 4 – рычаг переключения ходов

Каждая из муфт сцепления состоит из четырех металлокерамических дисков с внутренними шлицами и трех металлических дисков с наружными шлицами. Диски с нарезанными шлицами упираются в три шарика, которые перемещаются по винтовой поверхности. При включении хода диски поворачиваются, и, перекачиваясь по шарикам, дополнительно сжимаются.

Особенностью фрикционных муфт фирмы ZF является то, что диски при сжатии упираются в шестерню через пакет из двух предварительно поджатых тарельчатых пружин. Данная муфта, в отличие от ранее рассмотренных конических муфт, ограничивает передаваемый момент. В случае мгновенной остановки винта катера муфты начнут прокручиваться, и, при правильно спроектированном валопроводе, никаких поломок произойти не должно. Муфта срабатывает бесшумно, хотя отнюдь не мягко (как и предыдущая).

Применение таких редукторов стало возможно после создания специальных масел – для автоматических коробок передач (АТФ). Владельцам таких РР следует помнить, что при утечке масла из редуктора проскальзывающие диски быстро нагреваются докрасна со всеми вытекающими отсюда последствиями. Тем не менее, с маслом АТФ редукторы греются мало и, подобно редукторам ТМС, не нуждаются в охлаждении при мощ-

ностях до 50 л.с. Для охлаждения редуктора к его обработанной плоскости, расположенной на боковой стенке привинчивается коробочка – холодильник (рис. 3), через который пропускается забортная вода.

Во всех современных РР, передающих мощность более 100 л.с., и даже в некоторых менее мощных, используются многодисковые муфты, имеющие гидравлическое управление с помощью поршня, приводимого давлением от

небольшого шестеренного масляного насоса. Вал заднего хода расположен сбоку от входного вала, конструктивно схож с входным валом и приводится от его первого зубчатого колеса, передавая вращение на шестерню выходного вала. Конструкция широко распространенного реверс-редуктора ТМ 345А (Twin Disk) показана на рис. 5 и 5а. Похожие РР, в том числе и угловые, выпускает также фирма ZF.

Подводя давление от масляного насоса при помощи гидравлического крана к той или иной муфте, мы включаем передний или задний ход; если давление не подводится, то обе муфты проскальзывают, обеспечивая нейтральное положение. Наличие мас-

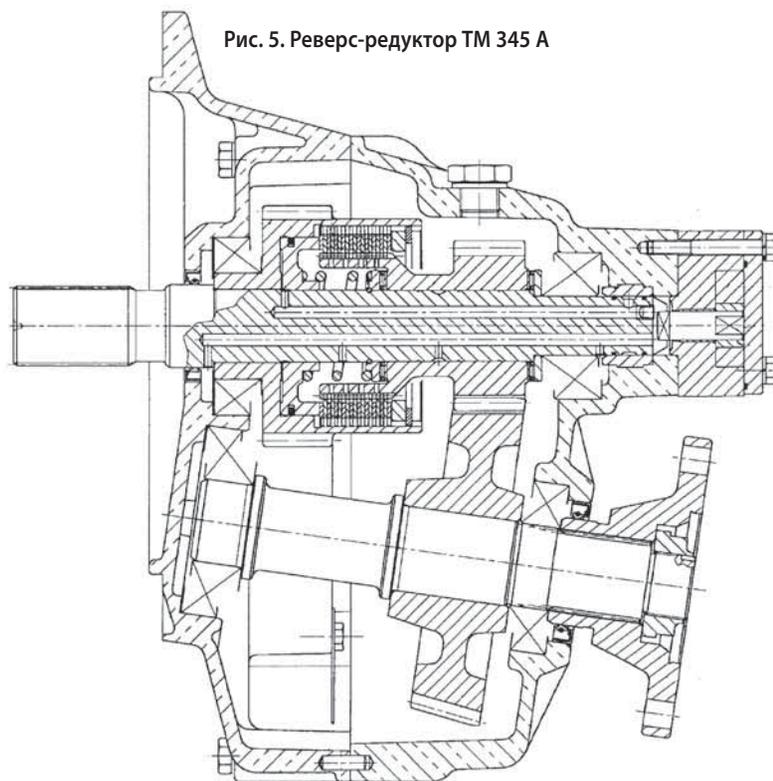


Рис. 5. Реверс-редуктор ТМ 345 А

ляного насоса позволило выполнить сам редуктор по более простой схеме и улучшить смазку узлов. Однако никакой полезной работы сжатое в насосе масло не производит и вся работа, подводимая к насосу переходит в тепло. Это снижает КПД редуктора и он требует более интенсивного охлаждения. По этой причине во всех редукторах с гидравлическим управлением масло охлаждается во внешнем водомасляном холодильнике, а в системе смазки

**vetus®**

www.vetus.com

Регистрация



Морские дизельные двигатели Vetus

Линейка дизельных двигателей мощностью от 12 до 231 л.с. отличаются моделями базовых силовых агрегатов и целевым назначением. Более мощные двигатели имеют одобрение РРР. Голландская сборка, простота в установке и надежность в эксплуатации, большой ресурс.

Полный ассортимент комплектующих и вспомогательного оборудования для установки и эксплуатации: дистанционное управление, валопроводы, муфты, гребные винты, выхлопные системы, фильтры-сепараторы, контрольные приборы и многое другое под одной торговой маркой – Vetus.

Каталог и контактные данные дилеров на сайте www.vetus.ru



имеется фильтр. Повысить КПД практически можно только уменьшением производительности насоса, однако это ведет к увеличению времени включения хода, а по мере износа утечки быстро начнут превышать расход и муфта начнет проскальзывать. Сократить время включения можно, уменьшив расстояние между дисками в разведенном состоянии, но это приведет к увеличению трения между дисками и к уменьшению КПД. Таким образом, определение производительности насоса – это поиск компромисса между скоростью включения, КПД и надежностью редуктора. Заметим, что время включения одного и того же РР с гидравлическим управлением для судоводителя быстроходного катера с облегченным винтом малого диаметра покажется большим, в то время как судоводителю тихоходного катера с тяжелым винтом большого диаметра – малым, так как ход в этом случае включается достаточно жестко.

Муфты с гидравлическим управлением более неприхотливы и надежны, чем самозатягивающиеся муфты, однако без особого дополнительного устройства судоводитель

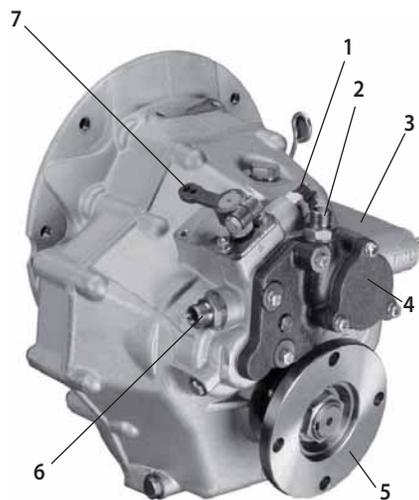


Рис. 5а. Реверс-редуктор ТМ 345А
1 – стопор нейтрали, 2 – штуцер отвода масла к холодильнику, 3 – полость маслофильтра, 4 – масляный насос, 5 – фланец выходного вала (стандарт 5"), 6 – штуцер подвода масла от холодильника, 7 – рычаг переключения ходов

вряд ли рискнет остановить катер с такими муфтами непосредственно перед стенкой. Дополнительное устройство – троллинговый клапан – позволит уверенно выполнить и такой маневр. Это редукционный клапан, который за счет сброса излишнего расхода масла

после насоса обратно в масляную полость редуктора позволяет создавать пониженную силу сжатия дисков муфты. При достижении определенных оборотов винта муфта начинает проскальзывать. Минимальное число оборотов винта в этом случае может быть в несколько раз меньше числа оборотов на самом малом ходу без клапана. При маневрировании включение ходов производится штатным рычагом, а регулирование скорости катера (числа оборотов винта) производится не ручкой газа, а рычагом управления троллинговым клапаном. Для этого, как правило, используется электрическое управление, при котором небольшой рычажок на пульте водителя управляет работой двух электрических клапанов, установленных на самом троллинговом клапане. Управлять троллинговым клапаном в принципе можно и посредством гибкого троса. Использование режима с проскальзыванием муфт (троллинговый режим) допустимо только до определенных чисел оборотов двигателя (примерно 1200 об/мин).

Полная авторская версия статьи будет размещена на сайте «КиЯ»