

Узлы и системы катерных двигателей

Этой статьей мы открываем авторский цикл, посвященный узлам и системам стационарных двигателей относительно небольшой мощности (до 150 л.с.) для катеров и яхт с традиционным вальным приводом. Он рассчитан на читателей, интересующихся конструкцией таких двигателей и самостоятельно их обслуживающих, а также занимающихся их конверсией.

Б. Е. Синильщиков, В. Б. Синильщиков



Рис. 1. Дизель Beta 90 (на базе дизеля Kubota). Форкамерный дизель мощностью 90 л.с., 4 цилиндра, число оборотов – 2600 об/мин, объем цилиндров – 3769 см³, вес с редуктором – 425 кг, масса редуктора – 35 кг

В 1980 году одним из авторов в соавторстве с Ю.Н. Мухиным была написана книга «Автомобильный двигатель на катере». К сожалению, других публикаций в отечественной печати об узлах и системах, которые превращают просто двигатель в судовой (катерный), за прошедшие годы практически не было. За это время появились сверхлегкие мощные судовые дизели, мощные четырехтактные ПЛМ. А что нового появилось в системах катерных двигателей?

Рассмотрим стационарные двигатели, которые в настоящее время устанавливаются на катера. Начнем с маломощных дизелей с форкамерами (по типу «легендарных» 4Ч или Д-50). Такие двигатели в диапазоне мощностей 10–90 л.с. выпускаются и сейчас рядом весьма известных фирм (рис. 1). Эти дизели хотя и обладают повышенным удельным расходом топлива 180–195 г/л.с.ч, но отличаются простой конструкцией, высокой ремонтпригодностью и малой неравномерностью крутящего момента (в сравнении с дизелями с непосредственным впрыском), а также пониженными требованиями к используемому топливу. В отличие от дизелей 4Ч, эти весьма надежные двигатели имеют относительно небольшой вес и легкий запуск за счет применения более эф-

фективных стартеров (как правило, с планетарными редукторами), а также за счет более высокой степени сжатия. Раньше подобные двигатели с повышенными оборотами устанавливались на легковых автомобилях. Вследствие того, что маломощные дизели имеют относительно малые часовые расходы топлива, недостаток экономичности при эксплуатации не играет особой роли. Такие двигатели имеют высокий ресурс, легко обслуживаются, а их конверсия в судовые не вызывает существенных затруднений. Они широко используются на водоизмещающих катерах и яхтах.

К другой группе можно отнести дизеля с непосредственным впрыском топлива (без форкамеры), с турбонаддувом и без него, в которых не используется система Common Rail. Они имеют повышенную жесткость работы (повышенную неравномерность крутящего момента). К ним можно отнести и популярные среди владельцев тяжелых катеров автотракторные дизели Д-240..245 (62–123 л.с., вес 430–455 кг). Ряд известных фирм (Vetus, Beta, Sole Diesel) конверсирует аналогичные тракторные или промышленные дизели в судовые (рис. 2). Они, как правило, имеют мощность более 80 л.с. при числе оборотов 2100–2700 об/мин. Удельный вес таких дизелей –

3–4.5 кг/л.с.; удельный расход топлива – 146–165 г/л.с.ч. Объем одного цилиндра у этих двигателей редко бывает меньше литра, так как при меньшем размере оказывается сложнее обеспечить низкий удельный расход. Выпускаются и дефорсированные версии таких двигателей с 1500–1800 об/мин. Они обладают высокой надежностью и избыточным для большинства владельцев катеров ресурсом 6000–9000 ч (50 навигаций!). Впрочем, чтобы полностью использовать такой ресурс, необходимо исключить коррозию стенок цилиндров и седел клапанов в межсезонный период. Эти дизеля легко обслуживаются и их конверсия в судовые также не вызывает существенных затруднений.

Турбонаддув (принудительная подача в цилиндры дополнительного воздуха) позволяет повысить мощность дизеля без увеличения его размеров. Однако при сжатии воздух нагревается, поэтому, чтобы не увеличивать термонапряженность основных деталей, воздух при высоких давлениях наддува приходится охлаждать в специальном охладителе – интеркулере. На катерах для охлаждения используется забортная вода, поэтому интеркулеры на них компактны, да и охлаждение воздуха происходит лучше, однако конверсия таких дизелей более сложна.

Дизеля с непосредственным впрыском используются на тяжелых водоизмещающих катерах или на катерах переходного режима, когда их повышенная масса не критична. Дополни-

и ремонте. Хорошие экологические характеристики этих двигателей способствовали тому, что они стали широко использоваться на грузовиках и фургонах. Так на автомобиле «Газель Люкс»

тов конверсии установка отечественного двигателя обойдется дешевле; дешевле будет и его эксплуатация. Оба двигателя прослужат сопоставимое время, однако после истощения



Рис. 2. Дизель VETUS DT4.85 (на базе промышленного дизеля DEUTZ). Мощность – 85 л.с., 4 цилиндра, число оборотов – 3000 об/мин, объем цилиндров – 2290 см³, вес с редуктором – 298 кг



Рис. 3. Дизель Vetus VF 190E. Используется система Common Rail, турбонаддув с изменяемой геометрией. Мощность – 190 л.с., 4 цилиндра, число оборотов – 4000 об/мин, объем цилиндров – 1910 см³, вес с редуктором – 276 кг, масса редуктора – 35 кг

тельно повысить мощность двигателя с непосредственным впрыском можно за счет увеличения оборотов, но при этом ухудшаются экономичность и экологические характеристики выхлопа, а работа двигателя становится еще более жесткой. Заметно улучшить эти характеристики позволяет система Common Rail – впрыск топлива при сверхвысоком давлении (до 2000 кг/см²) с использованием пьезофорсунок, управляемых микропроцессорами, которые позволяют осуществлять многократный впрыск за время одного цикла. Использование этой системы (в сочетании с высоким наддувом) оказалось особенно эффективным в многоцилиндровых дизелях с объемом одного цилиндра начиная с 0.4–0.5 л. Это позволило создать весьма легкие дизеля, например, Vetus VF4-190 (рис. 3) мощностью 190 л.с., весом 276 кг, объемом 1.912 л (100 л.с. на литр объема!). К сожалению, фирма-изготовитель не приводит данные по ресурсу таких двигателей, однако можно предположить, что у наиболее форсированных дизелей при работе в режиме близком к полной мощности он может составить 1000 ч, а на российской солярке – еще меньше. Система Common Rail позволяет улучшить экологические характеристики двигателя, но, как указывают сами производители, не столь надежна, как рассмотренные выше дизели с ТНВД (топливный насос высокого давления). Такие дизели оказываются более сложными в обслуживании

как опция устанавливается дизель Cummins 2.8 мощностью 120 л.с. Этот же дизель фирмой MerCruiser конвертируется в катерный дизель (2.8 E 200) с мощностью 200 л.с. Отметим, что конверсия современных высокофорсированных автомобильных дизелей с системой Common Rail, катализатором и сажевым фильтром может производиться только совместно с фирмой, выпускающей эти дизеля.

Бензиновые двигатели

Появление легких дизелей с весом даже меньшим, чем вес бензинового двигателя, но с объемным расходом 70–80% от расхода бензинового двигателя, а также четырехтактных ПЛМ, привело к падению интереса к стационарным бензиновым двигателям для катеров. И если мощные бензиновые двигатели с колонками еще продолжают выпускаться (Volvo, MerCruiser), то о массовом выпуске маломощных бензиновых двигателей для катеров нам не известно. Тем не менее, по-видимому, остается интерес к установке на катер как отечественных, так и зарубежных бензиновых автомобильных двигателей (в том числе – снятых с аварийных машин) вследствие их значительно меньшей стоимости. Так, новый двигатель УАЗ 4215 мощностью 110 л.с. обойдется в 3–4 раза дешевле, чем четырехтактный ПЛМ мощностью 80 л.с. Даже с учетом стоимости зарубежного редуктора и затрат на изготовление элемен-

ресурса ПЛМ стоимость замены основных деталей сопоставима со стоимостью нового двигателя. Стационарный же двигатель подвергается капитальному ремонту, а если владелец будет принимать активное участие в этом ремонте, то стоимость ремонта в сравнении со стоимостью оригинальных запасных частей ПЛМ покажется ему просто ничтожной, при том что стационарный мотор допускает 3, а то и 4 капитальных ремонта. Экономически оправданной будет и установка на водоизмещающий катер бензинового двигателя (например, ВАЗ) минимального литража вместо 20–30-сильного иностранного дизеля или ПЛМ. Наиболее просты в конверсии карбюраторные двигатели, которые пока еще выпускаются. Не составляет особых сложностей и конверсия первых впрысковых двигателей, хотя их цена выше, а ремонтпригодность – хуже. Но по мере увеличения цифры после символа «Евро» число узлов, обслуживающих систему впрыска, многократно возрастает; существенно возрастает стоимость двигателя, ухудшается его ремонтпригодность. Отметим, что все эти усложнения направлены прежде всего на улучшение экологических характеристик. Некоторое повышение экономичности, заявленное для этих двигателей, при плохом качестве бензина будет сведено на нет: режим работы датчика детонации изменит момент искробразования настолько, что преимущества впрыскового двигателя исчезнут.