

В современном военно-морском и гражданском флоте России применяются самые разнообразные пропульсивные системы в зависимости от назначения кораблей, судов и катеров, потребной мощности главных двигателей, приемлемой экономичности, показателей надежности, удобства в эксплуатации, ресурса и многих других технических характеристик.

Пропульсивная система необходима для обеспечения поступательного движения и маневренности судов, преобразования энергии двигателя в тягу движителя для перемещения по воде, но основное их назначение – эффективная передача мощности от двигателя к движителю.

Такие системы могут различаться в зависимости от типа двигателя – дизельные, газотурбинные или паросиловые и пр., и от типа движителя – гребной винт фиксированного шага, гребной винт регулируемого шага, водометный движитель и пр. К пропульсивным системам скоростных катеров предъявляются более жесткие требования к их общей эффективности, удельной мощности, экономичности, надежности.

При выборе главных двигателей скоростных катеров, к ресурсу которых предъявляются также высокие требования, конструкторы стараются обеспечить им высокие показатели агрегатной мощности при минимальных габаритах и массе, а также высокие показатели надежности и низкий расход топлива.

Вопрос выбора двигателя всегда остро стоял перед судостроителями. Так, на ранних стадиях проектирования судна для определения типа двигателя конструкторов интересуют в первую очередь такие параметры, как диапазон регулируемой мощности, удельный вес и удельный расход топлива, а при постройке и эксплуатации – также экономические показатели, такие, как начальная стоимость энергетического оборудования, стоимость эксплуатации в течение всего жизненного цикла судна, технического обслуживания и ремонта.

При проектировании скоростных катеров наибольшее распространение получили энергетические установки с главными дизельными двигателями благодаря их высокой экономичности, большой агрегатной мощности и крутящему моменту, высокому моторесурсу и безотказности, несложному вспомогательному оборудованию и приемлемым компоновочным решениям при размещении в машинных отделениях. Совокупность перечисленных характеристик обуславливает использование дизельного двигателя в качестве альтернативного варианта в составе пропульсивной системы, что подтверждается мировым опытом судостроения

ПРОПУЛЬСИВНЫЕ СИСТЕМЫ СКОРОСТНЫХ КАТЕРОВ ПРОЕКТОВ АО «ЦМКБ «АЛМАЗ» И ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЛЕКТУЮЩИХ ГРАЖДАНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

В. В. Барановский, д-р техн. наук, проф., зам. ген. директора,

В. С. Домнин, начальник сектора,

А. В. Довличарова, вед. инженер-конструктор,

АО «ЦМКБ «Алмаз»,

контакт. тел. (812) 373 2899, office@almaz-kb.ru



Рис. 1. Водометные движители в составе катера

при создании скоростных катеров, яхт, кораблей и судов различного назначения.

Современный высокооборотный дизельный двигатель представляет собой сложный комплекс механизмов и агрегатов, в конструкцию которого входит более 4000 деталей, обеспечивающих привод газораспределительных механизмов, системы смазки, топливо и воздухоподачи, охлаждения, газовыхлопа, а также работоспособность приводных механизмов и вспомогательного навесного оборудования.

Вопрос выбора движителя для высокоскоростных катеров также не менее важен. Так, на скоростных катерах и судах наибольшее распространение получили водометные движители и частично-погружные суперкавитирующие гребные винты (ЧПГВ).

Водометный движитель (рис. 1) работает по принципу насоса, где вода, попадая в водозаборник, проходит через насосную часть и с высокой скоростью выбрасывается на выходе из сопла, создавая упор. Такие движители не имеют выступающих вращающихся частей, поэтому для их работы достаточно толщины водяного слоя в несколько десятков сантиметров, что делает их очень удобными для использовании на мелководье, а отсутствие открытого винта – безопасными для людей в воде при проведении спасательных операций.

Катера с водометными движителями могут проходить по мелководью с глубинами, равными осадке корпуса. Движущиеся части водометного движителя находятся внутри корпуса судна и, соответственно, корпуса самого движителя, вследствие чего они надежно защищены от повреждений при встрече с подводным препятствием, а правильно рассчитанное рабочее колесо – импеллер, точно соответствует мощности двигателя, что исключает его перегрузку при работе в любых условиях.

Подъемно-поворотные приводы с частично-погружными гребными винтами (рис. 2) это движительный комплекс, состоящий из гребного вала с гребным винтом, помещенного в корпус, имеющий подвижную и неподвижную части. Неподвижная часть оснащена карданным шарниром и упорным подшипником, воспринимающим упор винта. Неподвижный корпус привода крепится фланцем к транцу судна, а его подвижная часть подвешивается к транцу системой гидроцилиндров, позволяющей поворачивать валы в вертикальной плоскости в пределах до 15° – оптимизируя заглубление винта, а также в горизонтальной плоскости до 40° – для управления курсом судна. Классическая рулевая система при этом не требуется.



Рис. 2. Подъемно-поворотные приводы с частично-погружными гребными винтами в составе катера

Двигатель и движитель соединяют трансмиссия и валопровод. Трансмиссия представляет собой редуктор, обеспечивающий снижение оборотов коленчатого вала главного двигателя до оборотов, необходимых для эффективной работы движителя, а также для обеспечения плавного включения и выключения (сцепления) движителя при работающем главном двигателе. Валопровод в свою очередь обеспечивает передачу крутящего момента от двигателя к движителю и состоит из набора валов, муфт и подшипников.

В пропульсивных системах скоростных катеров большое распространение получили реверсивные редукторы фирм ZF (Германия) и Twin Disc (США) (рис. 3), которые имеют

небольшие габариты и массу, допускающие возможность их стыковки практически с любыми дизельными двигателями. Редукторы указанных производителей позволяют в достаточно большом диапазоне делать выбор передаточных чисел, входной мощности и частоты вращения главных двигателей.

АО «ЦМКБ «Алмаз», будучи ведущим российским проектантом скоростных катеров, до введения санкционных ограничений активно применяло высокооборотные дизельные двигатели большой удельной мощности в составе энергетических установок скоростных катеров и судов, а также водометные движители и ЧПГВ ведущих мировых производителей.



Рис. 3. Судовые реверс-редукторные передачи фирм ZF и Twin Disc

Водометные движители обладают рядом неоспоримых преимуществ, привлекающих заказчиков, вследствие чего в последнее время они получили наибольшее распространение.

На счету КБ есть как ряд активных, так и ряд завершенных проектов, ходовые испытания которых показали правильность выбора оборудования для пропульсивной установки. Это проекты катеров «Мангуст», «Соболь», «Ястреб», «Катран», «Стриж», «Буревестник». Серийное строительство ряда этих катеров временно остановлено в связи с невозможностью на настоящий момент закупки комплектующего оборудования зарубежного производства. Данные катера очень востребованы у заказчиков и после импортозамещения главных двигателей, редукторных передач и движителей строительство серии катеров по данным проектам может быть возобновлено.

АО «ЦМКБ «Алмаз» ведет ряд перспективных работ, для которых необходимо использование высокооборотных дизельных двигателей мощностью до 2000 кВт. Примером может служить высокоскоростной катер специального назначения, спроектированный по заказу Министерства промышленности и торговли РФ, который активно строится в настоящее время. На изначально разработанном и согласованном с заказчиком проекте в составе ЭУ планировалось использование главных двигателей MAN V12–1800 (Германия) и водометных движителей фирмы MJP (Швеция). Однако изменение геополитической ситуации и введение новых санкционных ограничений фирмами MAN и MJP сделали невозможными их поставку, что побудило конструкторов к вынужденной замене главных двигателей на Hensel Diesel 16V2316.

Водометные движители также были заменены на аналоги китайского производства, собираемые на территории Российской Федерации.

Реверсивные редукторы фирмы ZF успели заменить изделиями Dong-I (Южная Корея), которые впоследствии также оказались недоступными, поэтому в случае серийного строительства катеров необходимо будет решить указанную проблему.

Все перечисленные составные части пропульсивной системы, которые пришлось заменить на катере, по своим характеристикам оказались хуже планируемых к применению изначально, что привело к снижению тактико-технических характеристик катера.

В настоящее время российский рынок судовых высокооборотных дизельных двигателей (в диапазоне мощности от 200 до 2000 кВт) представлен в основном автомобильными и промышленными двигателями морского исполнения мощностью до 620 кВт и единичными моделями двигателей, созданных изначально как судовые, такими как, например, двигатели ПАО «Звезда» М470 разных модификаций и двигатели ООО «УДМЗ» серии ДМ-185.

Однако если двигатели серии М470, которые к настоящему времени морально устарели, но по массогабаритным характеристикам могут быть использованы в составе энергетических установок скоростных катеров, то двигатели серии ДМ-185 могут использоваться на кораблях и судах водоизмещением не менее 600–800 т и только в составе дизель-генераторов.

Таким образом, в открытом доступе на российском рынке присутствуют лишь двигатели М470 максимальной мощностью до 1100 кВт и менее мощные (до 620 кВт) промышленные дизели морского исполнения производителей ПАО «Автодизель» и ПАО «Тутаевский моторный завод». В редких случаях встречаются дизели морского исполнения производства ПАО «КАМАЗ», причем доведением до морского исполнения данных двигателей, как правило, занимаются не сами произво-

дители, а сторонние организации с соответствующим согласованием с производителями.

Морские высокооборотные двигатели представляют собой особый класс, который сильно отличается от автомобильных и промышленных аналогов по режимам работы, цикличности нагрузок, требованиям к надежности, а также по исполнению систем охлаждения, управления, аварийно-предупредительной сигнализации и защиты. В силу указанных причин достаточно сложно промышленный дизельный двигатель довести до морского исполнения под полное соответствие судовым стандартам и требованиям классификационных обществ. Но если эту задачу удастся выполнить, то это позволит сэкономить значительные средства по сравнению с разработкой судового дизеля с «чистого листа».

Однако, даже опираясь на возможность маринизации, в линейке выпускаемых на настоящий момент отечественных автомобильных и промышленных дизельных двигателей отсутствует номенклатура изделий, удовлетворяющих по характеристикам требованиям к энергетическим установкам перспективных высокоскоростных катеров и яхт. По имеющейся информации, в линейках выпускаемых автомобильных двигателей (ПАО «Автодизель», ПАО «Тутаевский моторный завод», ПАО «КАМАЗ») их мощность ряд не превышает значений 750 кВт, а перспективных – не более 850–880 кВт, что не согласуется с перечисленными ранее реализованными и перспективными проектами катеров АО «ЦМКБ «Алмаз», потребная мощность которых достигает значений 1500 кВт, а в перспективе до 2000 кВт.

Следует также отметить, что производство легких судовых редукторных передач, аналогичных зарубежным ZF и Twin Disc, в России также отсутствует. Компания «Р-Флот. Машиностроение» занимается импортозамещением

реверсивных редукторов производства фирмы Dong-I, и в номенклатуре разработанной и выпускаемой продукции на данный момент есть только две модели редукторов – РРФ-90 и РРФ-160, которые предназначены для агрегатирования с двигателями серии: ЯМЗ-534, ЯМЗ-536, ЯМЗ-236, ЯМЗ-238 и ТМЗ8486.10–03 с максимальной подводимой мощностью до 413 кВт. В разработке находятся редукторы моделей РРФ-210 и РРФ-350, предназначенные для агрегатирования с двигателями ЯМЗ-770 и ЯМЗ-865.10 с максимальной подводимой мощностью до 843 кВт. У данных редукторов отсутствует точка отбора мощности для привода гидронасосов управления движителем, а также нет возможности выбора передаточного отношения при их заказе.

Ситуация с водометными движителями, которые могут использоваться в составе пропульсивных систем проектируемых скоростных катеров, более благоприятная, однако также требует определенного внимания. Так, в частности, разработанные ранее в рамках выполнения ОКР «Слеминг-Водозабор» водометные движители ВД-177Д, ВД-280Д и ВД-490Д, производимые серийно ООО «ДМ Технолоджи» и НПО «Винт», не отвечают требованиям, предъявляемым заказчиками к пропульсивным и маневренным характеристикам, характеристикам надежности, и требованиям к системе управления.

Учитывая, что основными потребителями пропульсивных комплексов скоростных катеров и судов являются силовые структуры России, решение проблемы замещения основных комплектующих пропульсивных комплексов изделиями гражданского назначения, выполненными в морском исполнении, – важнейшая задача уже на самую ближайшую перспективу. Обозначенная проблема должна найти отклик у Министерства промышленности и торговли Российской Федерации, в частности, для того, чтобы можно было начать соответствующие опытно-конструкторские работы по обозначенным направлениям судового машиностроения. ■



Рис. 4. Катера проектов «Мангуст», «Ястреб» и «Катран»