

ВВЕДЕНИЕ

Доминирующее применение дизелей в качестве главных и вспомогательных двигателей на судах мирового торгового флота объясняется такими их достоинствами, как высокая топливная экономичность, компактность, маневренность, незначительная чувствительность к параметрам окружающей среды, а также относительно высокая их долговечность, простота автоматизации управления, небольшие затраты на обслуживание и экологическая управляемость.

Простота конструкции дизельной установки обеспечивает легкую ее приспособляемость к системам дистанционного управления, агрегатированию и унификации энергооборудования, а также возможность осуществления прямой передачи энергии на винт. Широкий диапазон типоразмеров позволяет создать силовую установку практически для любых судов, требующую минимальных затрат времени на подготовку ее к действию с последующим быстрым нагружением до полного уровня. Дизельные двигатели могут работать на топливах с вязкостью до 700 сСт при 50°C и содержанием серы до 3,5%, а также газообразном.

В настоящее время на морских судах успешно применяются как крейцкопфные малооборотные (МОД), так и тронковые средне- и повышенной оборо́тности дизели (СОД и ПОД). Реализация новых научно-технических решений в рассматриваемых дизелях позволила обеспечить дальнейшее совершенствование рабочего процесса и улучшения их технико-эксплуатационных показателей (повышение надежности и моторесурса, автоматизация процессов управления, контроля и диагностирования). Наиболее существенное снижение расхода топлива было связано с созданием длинноходовых моделей, использованием высокоэффективного изобарного наддува и оптимальной топливоподачи.

В издании даны основные направления развития и совершенствования судовых дизелей различного класса и типа. Приводятся описания многочисленных конструкций двигателей, выпускаемых ведущими дизелестроительными фирмами, даны их основные энергетические, скоростные и экономические показатели. Книга также содержит материал по вопросам организации рабочего процесса в современном судовом дизеле и некоторые положения его технической эксплуатации, в частности работы двигателя на винт.

Учебное пособие согласуется с Государственным образовательным стандартом специальности 26.05.06 и соответствует квалификации вахтенного механика, определяемой спецификацией минимального стандарта компетентности, представленной в таблице А-III/1 Конвенции ПДНВ78 с поправками.

Издание содержит основной объем информации, необходимый для подготовки инженера-судомеханика по дисциплинам «Судовые ДВС» и «Эксплуатация судовых ДВС». Книга может быть также полезна аспирантам, занимающимся научно-исследовательской работой, и судовым механикам для изучения конструкций и обеспечения грамотной технической эксплуатации судовых дизелей.

ЧАСТЬ 1.
КОНСТРУКЦИИ СУДОВЫХ ДИЗЕЛЕЙ

1. СОВРЕМЕННЫЕ КРЕЙЦКОПФНЫЕ ДВИГАТЕЛИ

1.1. Основные направления совершенствования

На морском транспорте дизельные агрегаты используются в составе судовой силовой установки, как в качестве главных двигателей, так и дизель-генераторов. Это, как правило, крейцкопфные малооборотные двигатели (КМОД), работающие по 2-тактному принципу, и тронковые 4-тактные. Обычно, когда говорят о МОД, под этим понимают 2-тактные крейцкопфные двигатели. Тем не менее около 10% малооборотных дизелей, выпущенных за последние тридцать лет, были двигателями 4-тактными.

На удовлетворение потребностей современного судостроения и кораблестроения ориентированы основные зарубежные дизелестроительные компании: Deutz MWM, MTU, MAN-B&W и SKL (Германия), GMT (Италия), SEMT-Pielstik (Франция), Wartsila-Sulzer (Финляндия), Caterpillar, MAK (США), MHI, Daihatsu, Yanmar, Niigata (Япония), Volvo Penta (Швеция) и др.

Особое место в судовой энергетике занимает судовой КМОД, работающий по 2-тактному циклу и имеющий частоту вращения до 300 мин^{-1} . Высокая экономичность, а также большая агрегатная мощность (до 100 000 кВт), высокий моторесурс и надежность ставят двигатели этого типа на первое место при выборе пропульсивной установки морского судна. Низкие обороты дизелей этого класса гарантируют не только высокую надежность и ресурс, но одновременно существенно упрощают прямую передачу мощности к гребному винту и обеспечивают высокую эффективность его работы.

Производство крейцкопфных судовых малооборотных дизелей является той областью дизелестроения, где техническое развитие происходит особенно динамично, а конкурентная борьба наиболее остра. Из семи фирм, выпускавших МОД собственной конструкции в 1970-е гг., к середине 1980-х гг. практически остались лишь три: MAN-Burmeister&Wain Diesel A/S(ФРГ-Дания) и Sulzer (Швейцария), на долю которых вместе с лицензиатами приходилось более 90% производимых в мире МОД, а также японская компания Mitsubishi Heavy Industries (MHI).

При этом у потребителей судовых дизелей за последние годы особенно возрос спрос на малооборотные двигатели с малым числом цилиндров, так как уменьшение числа цилиндров примерно пропорционально снижает расходы на обслуживание двигателя (на ремонт и запчасти). К тому же при более коротком и высоком двигателе рациональнее используется объем судна (рис. 1.1).

За истекшие 25–35 лет в конструкцию двухтактных двигателей были внесены радикальные изменения. Многие фирмы-производители отказались от контурных схем газообмена и перешли на более перспективную прямоточную схему, позволяющую реализовать в новых моделях дизелей чисто газотурбинный наддув.

Процесс сокращения числа фирменных марок, выпускаемых в мире МОД, сопровождается унификацией их конструкции. К компаниям MAN-B&W Diesel и MHI, которые на протяжении десятилетий строили малооборотные двигатели

только с прямоточно-клапанной продувкой, присоединилось и объединение New Sulzer Diesel (NSD). Теперь основу производственной программы этой фирмы и ее лицензиатов составляют двигатели такой же конструктивной схемы.



Рис. 1.1.
Современный КМОД фирмы MAN-B&W Diesel

Разработчики-лицензиары постоянно ведут научно-исследовательские и конструкторские работы, стремясь предугадать изменения требований рынка на перспективу. Эти работы требуют очень больших капиталовложений и сегодня под силу только таким крупным компаниям, как MAN-B&W Diesel, Mitsubishi и новая корпорация Sulzer-Wartsila (Финляндия), имеющим возможности соперничества и выпускающим МОД. При этом они базируются на общей для всех этих компаний философии: двухтактные крейцкопфные двигатели с прямоточно-клапанной продувкой, с одиночным выпускным клапаном, снабженным гидравлическим приводом, и турбонаддув постоянного давления.

Организация рабочего процесса. Феномен резкого увеличения экономичности современных малооборотных двигателей сводится к следующему:

- элемент длинноходности;
- увеличение при этом степени последующего расширения;
- использование газотурбинного изобарного наддува;
- повышение КПД турбокомпрессора (ТК);
- снижение частоты вращения.

За последние 10 лет экономичность дизелей возросла более чем на 15%. Достигнутые на МОД рекордные показатели топливной экономичности в контрактном поле максимальных длительных мощностей (МДМ) составляют 157–168 г/(кВт·ч). Диаметр цилиндров дизелей рассматриваемого класса находится в диапазоне 260–980 мм, значение хода – 980–3200 мм.

Создан новый класс машин – длинноходовые модели судовых дизелей. Это позволило использовать винты с большим диаметром и пониженной частотой вращения ($50\text{--}100 \text{ мин}^{-1}$), что открыло новые возможности повышения пропульсивного коэффициента судовых движителей, обусловив создание таких моделей.

Снижение мощности при уменьшении оборотов компенсируется увеличением объема цилиндра за счет роста S/D и дальнейшей форсировкой рабочего

процесса по наддуву. При этом среднее эффективное давление увеличилось до 1,9–2,1 МПа. С другой стороны, рост отношения величины хода поршня к диаметру цилиндра (S/D) обеспечивает лучшие условия для развития факела топлива и повышает эффективность смесеобразования в камере сгорания за счет увеличения ее высоты, что в конечном счете способствует повышению эффективности рабочего процесса.

Существенную роль в улучшении воздухоснабжения судовых дизелей играет и применение изобарных систем наддува с более эффективными турбокомпрессорами. Воздухоснабжение, как правило, осуществляется основными газотурбонагнетателями и аварийными воздуходувками (рис. 1.2).

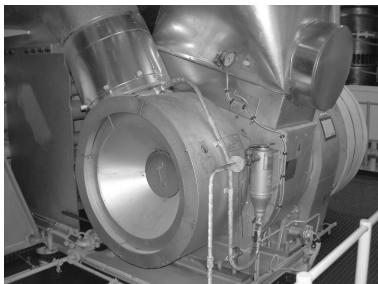


Рис. 1.2.

Агрегат системы турбонаддува крейцкопфного двигателя фирмы MAN-B&W Diesel

Повышение эффективности турбокомпрессоров было достигнуто за счет:

- увеличения площади сечения выпускного патрубка турбины;
- установки диффузора на выходе из колеса турбины;
- оптимизации формы входа в сопловой аппарат;
- увеличения габаритов фильтра воздуха компрессора;
- использования лопаток рабочего колеса компрессора, загнутых против вращения.

Выпускаемые современные МОД отвечают требованиям стандарта ISO и Международной морской организации IMO по экологическим показателям (в частности, концентрация выбросов оксидов азота NO_x не превышает величины 12–14 г/(кВт·ч)). При этом удельные расходы масла на угар составляют не более 0,5–1,2 г/(кВт·ч), ресурс до капитального ремонта — 100–120 тыс. ч. Увеличение давления наддува, несмотря на повышение отношения хода к диаметру цилиндра, позволило снизить удельную массу до 40 кг/кВт.

Форсирование рабочего процесса двигателя за счет дальнейшего повышения давления наддува сопровождается увеличением тепловых потоков, передаваемых через стенки камеры сгорания в охлаждающую воду. А также повышением температур деталей ЦПГ, которые образуют камеру сгорания и испытывают наибольшие тепловые нагрузки. Достигнутые успехи в отношении снижения тепловой напряженности получены за счет колпачковой крышки (стальная кованая плита), втулки с рубашкой, поднятой над блоком, уменьшенного проходного сечения в охлаждающем пространстве, более совершенной конструкции поршня, охлаждаемого маслом, и, главное, резкого увеличения коэффициента избытка воздуха.

Интенсификация теплового процесса КМОД потребовала улучшения системы охлаждения втулок цилиндров, их крышек и поршней. При этом охлаждающую среду приближают к тепловоспринимаемым поверхностям путем использования каналов, выполняемых в головках поршней, крышках цилиндров и буртах втулок. Наличие глубоких каналов вблизи сильно нагретых поверхностей камеры сгорания обеспечивает снижение температур и тепловых нагрузок (рис. 1.3). Это обеспечивает тепловую напряженность на уровне 4-тактного ДВС.

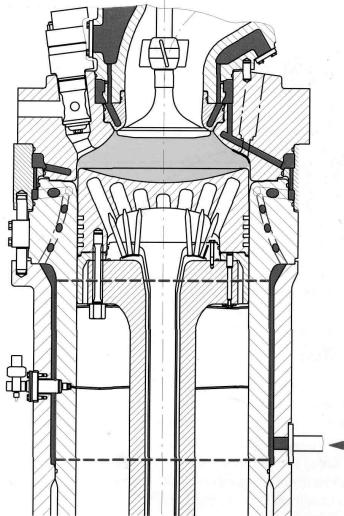


Рис. 1.3.
Конструктивное исполнение деталей ЦПГ КМОД (Sulzer-Wartsila RTA)

Не менее важное значение приобретают механические нагрузки, вызываемые повышением давления газов в цилиндрах (максимальное давление составляет 13–18 МПа), увеличением диаметра цилиндров и снижением толщины стенки в двигателях последних модификаций. Поэтому для снижения тепловой и механической напряженности детали ЦПГ подкрепляют ребрами, а иногда детали разделяют на отдельные элементы для распределения нагрузок между ними. При этом внутренние части, образующие полость камеры сгорания, воспринимают тепловые, а внешние части — механические нагрузки. Количество колец на поршне при этом сократилось до четырех. Лазерная обработка рабочих поверхностей втулок МОД повысила их стойкость к абразивному износу на 60%. Расходы на дополнительную обработку втулок компенсируются снижением затрат на смазочное масло.

В связи с ростом механических нагрузок большое внимание уделяют жесткости конструкций и обеспечению минимальных деформаций. Высота двигателей возросла на 2–3 метра, несмотря на преднамеренное уменьшение длины шатуна в новых моделях. А это привело к росту усилия на крейцкопфные подшипники. Для конструктивного их усиления применяют тонкостенные многослойные вкладыши (сталь — алюминиево-оловянный или сталь — свинцовисто-оловянный сплав), имеющие повышенную усталостную прочность.

В ходе развития малооборотных ДВС внедрена система электронного управления топливоподающей и газовыпускной систем без традиционного общего распределителя, существенно повысившая эксплуатационные качества двигателей и упростившая их конструкцию и эксплуатацию. Это расценивается как этап на пути к созданию нового поколения «интеллектуальных» двигателей будущего, способных следить за собственным состоянием и изменять рабочие параметры с целью оптимизации эксплуатационной характеристики для любого заданного режима.

Утилизация тепловых потерь. Повышение эффективности рабочего процесса судовых дизелей, снижение расхода топлива, более полное использование его энергии непосредственно в двигателе не приводит однозначно к повышению эффективности энергоустановки в целом, так как меньше энергии остается для использования в теплоутилизационных судовых установках. Например, у судовых КМОД серии L-MC/MCE фирмы MAN-B&W Diesel температура отходящих газов составляет 240–245°C против 325°C у модели L-GFCA. Повышение КПД судовых дизелей привело, как известно, к снижению эффективности систем утилизации. Стремление снизить расход топлива на силовую установку в целом привело к созданию комбинированных систем глубокой утилизации тепла, включающих в свой состав утилизационный и валогенераторный комплексы.

Одним из решений проблемы утилизации, получившим широкое распространение, является применение турбокомпаундных систем (ТКС), состоящих из газовой силовой турбины, передачи и электрогенератора. Значительное повышение КПД турбонаддувочных агрегатов (свыше 70%) позволило использовать часть отработанных газов в силовом агрегате, представляющем собой малогабаритную газовую турбину, оснащенную редуктором и муфтой и связанную с утилизационным и валогенераторным комплексами.

Применение валогенератора позволяет получать электроэнергию более дешевую на основе того, что значение удельного расхода топлива у главного двигателя ниже, чем у дизель-генератора (ДГ). Помимо этого, экономятся средства, идущие на ремонт ДГ.

Существуют также схемы, в которых силовая турбина объединена в одном агрегате с паровой турбиной, работающей от утилизационного котла (рис. 1.4). В этом случае в зависимости от энергетических потребностей судна избыточная энергия, выработанная генератором силовой турбины, может передаваться на валогенератор, работающий в режиме электродвигателя и создающий дополнительный крутящий момент для вращения винта. Таким образом, турбокомпаундные системы в любом исполнении повышают КПД силовой установки, снижая при этом расход топлива на 5–8 г/(кВт·ч).

Анализ энергозатрат при экономии топлив на судах дает наибольший эффект при системном подходе. В этом случае рассматривается иерархическая схема, включающая всех потребителей энергии на судах. Здесь учитываются вопросы навигационные, гидро- и аэrodинамики корпуса судна, состояние и состав механизмов СЭУ на определенном режиме, процесс генерирования электроэнергии, а также влияние износа оборудования и многое другое.

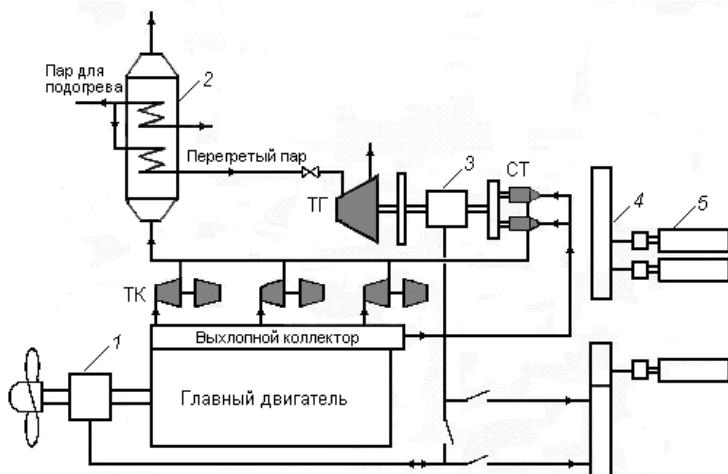


Рис. 1.4.

Повышение эффективности дизельной установки путем использования силовой турбины, турбогенератора и валогенератора:

1 — валогенератор (электродвигатель); 2 — утилизационный котел; 3 — генератор;
4 — электроощит; 5 — вспомогательный дизель; ТГ — турбогенератор; СТ — силовая турбина; ТК — турбокомпрессор.

1.2. Ассортимент современных тихоходных дизелей

Двухтактные длинноходовые крейцкопфные малооборотные двигатели с прямоточно-клапанной продувкой — основной тип главного двигателя на современных морских судах (около 70%). Их развитие характеризуется дальнейшим увеличением отношения хода поршня к диаметру цилиндра S/D (более 4), что позволило уменьшить частоту вращения до $52\text{--}80 \text{ мин}^{-1}$ и способствовало дальнейшему улучшению пропульсивных качеств судов. Снижение при этом удельных расходов топлива — результат оптимизации основных параметров (среднего эффективного давления, максимального давления сгорания), а также применения усовершенствованных систем наддува, продувки, топливоподачи, смесеобразования и горения.

Простота конструкции, высокая приспособляемость к системам дистанционного управления (ДАУ), высокая надежность, большой моторесурс и высокая экономичность являются отличительными чертами длинноходовых крейцкопфных дизелей. Это и определяет их преимущественное использование в качестве главных судовых двигателей (рис. 1.5).

В классе КМОД мировым лидером является компания MAN-B&W Diesel (MBD). По последним данным, на долю этой фирмы приходится порядка 58%, Sulzer (Wartsila) — 28%, Mitsubishi — 8%. Что касается новых достижений в развитии судовых малооборотных дизелей, то производственные программы ведущих фирм в последние годы претерпели существенные изменения.

Фирма MBD на ряде моделей малооборотных дизелей достигла наивысшего среди дизелей этого класса среднего эффективного давления (2,0 МПа и

более) с величиной отношения хода поршня к диаметру цилиндра (S/D), равной 4,2. Фирма Sulzer (Wartsila) в настоящее время достигла агрегатной мощности более 90 000 кВт в 14-цилиндровом исполнении (модель двигателя RTA 96C), фирма Mitsubishi выпускает судовые дизели мощностью до 50 000 кВт (модель UEC85LSC).



Рис. 1.5.

Система ДАУ (Kongsberg Maritime) судового крейцкопфного малооборотного двигателя

MAN-B&W Diesel первоочередными задачами совершенствования МОД, стоящими сегодня перед конструкторами, считает:

- надежность и легкость обслуживания;
- снижение производственных затрат;
- снижение удельного расхода топлива и повышение эффективности силовой установки в широком диапазоне нагрузок;
- широкое использование в двигателе высоковязких топлив;
- упрощение и облегчение монтажа двигателя на судне;
- уменьшение доли вредных составляющих в выхлопных газах;
- разработку интегрированных электронных систем управления и оптимизации режимов двигателей.

Основной объем выпускаемых MBD малооборотных крейцкопфных дизелей составляют двигатели нового поколения программы МС, наиболее популярные на мировом рынке и в настоящее время. Ни одна другая программа МОД не имеет столь большого разнообразия размерностей и модификаций, позволяющих подобрать идеальное сочетание мощности и частоты вращения вала двигателя для любых типов строящихся судов. Она непрерывно развивается: вводятся новые модификации двигателей, повышается мощность существующих моделей при одновременном совершенствовании их конструкции. Сейчас эта программа включает около 30 различных моделей двигателей с диаметром цилиндра от 260 до 980 мм и ходом поршня от 980 до 3200 мм и покрывает диапазон мощностей от 1100 до 80 000 кВт при частотах вращения от 61 до 250 мин⁻¹ (рис. 1.6).

Возможности гибкой настройки двигателя позволяют судостроителям выбрать для оптимизации пропульсивного КПД движителя любую постоянную частоту вращения. Конструктивными параметрами машины учтены и такие ключевые для выбора силовой установки факторы, как планируемая скорость, диаметр гребного винта и размеры двигателя.



Рис. 1.6.
Длинноходовая модель судового дизеля тип MC фирмы MBD

Идя навстречу запросам рынка торговых судов, фирма MAN- B&W Diesel дополнила семейство длинноходовых ($S/D = 3,24$) дизелей типоразмерного ряда серии L-MC/MCE еще более длинноходовыми модификациями серии S-MC/MCE для привода гребных винтов большого диаметра с частотой вращения $63\text{--}123 \text{ мин}^{-1}$ ($S/D = 3,82$).

Одновременно для использования на судах, осадка которых требует применения винтов меньших размеров (быстроходные контейнеровозы, ролкеры), были спроектированы модификации дизелей серии K-MC/MCE с уменьшенным ходом поршня ($S/D = 3,0$). Следует отметить, что варианты S, L и K при одном и том же диаметре цилиндра имеют практически одинаковые значения удельного расхода топлива.

Результатом изысканий по совершенствованию моделей типа МС стало появление серии двигателей новейшей «компактной» модификации МС-С с теми же диаметрами цилиндров, но с повышенной мощностью (соответственно повышению среднего эффективного давления с 1,8 до 1,9 МПа) и увеличенным на 4–5% ходом поршня ($S/D = 4,0\text{--}4,2$). Новые двигатели серии МС-С имеют увеличенную примерно на 10% мощность при сниженных на 10% длине и массе по сравнению с соответствующими двигателями МС (рис. 1.7).

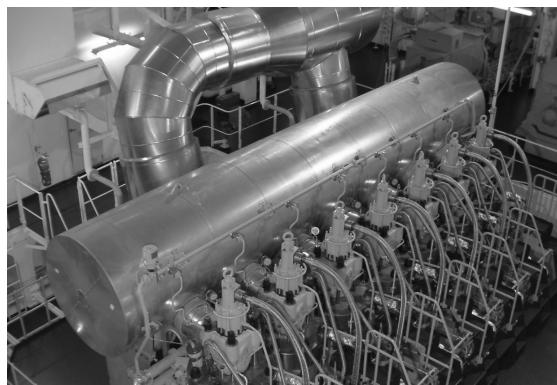


Рис. 1.7.
Судовой дизель типа MC-C фирмы MAN-B&W Diesel

Двигатели «компактной» версии нашли широкое применение на судовом рынке. Интерес судовладельцев к двигателям новой модификации вызван такими их привлекательными качествами, как эксплуатационная надежность, экологическая безопасность, существенно сниженные размеры и, как следствие, высокая удельная мощность и низкая производственная стоимость деталей и конструкции в целом.

Примером гибкости в смене основных направлений конструкторских разработок является выпущенный MAN-B&W в предвидении перспективных потребностей мирового рынка двигатель K98MC-C с диаметром цилиндра 980 мм. Двигатель K98MC-C является экстраполяцией очень удачной модели K90MC-C с укороченным ходом поршня для быстроходных контейнеровозов, на которых из-за лимитированной осадки необходимо использовать гребной винт уменьшенного диаметра при большей частоте вращения.

Длинноходовые МОД фирмы Sulzer-Wartsila, представленные на мировом рынке дизелями серии RTA, в своем первоначальном виде тоже выглядели достаточно стройно: все модели (с диаметром цилиндров 380, 480, 580, 760 и 840 мм) имели отношение (S/D) , равное 2,9, а соседние модели различались по диаметру на 80 или 100 мм (рис. 1.8). Эти судовые двигатели имели успех на мировом рынке, однако добиться преимущества над объединением MAN-B&W не удалось.



Рис. 1.8.

Девятицилиндровый КМОД фирмы Sulzer-Wartsila (9RTA96C)

Стремясь повысить конкурентоспособность своих малооборотных дизелей, фирма Sulzer-Wartsila создала внутри семейства дизелей серии RTA модели нового поколения с отношением $S/D = 3,45\text{--}3,47$: RTA52, RTA62, RTA72 и RTA84M. Все они отличаются пониженной частотой вращения при сохранении среднего эффективного давления, равного 1,66 МПа. Двигатель серии RTA84M в значительной степени унифицирован с RTA84, но благодаря длинноходности имеет несколько меньший расход топлива (на 1–2 г/(кВт·ч)).

Дизели марок RTA52 и RTA62 спроектированы на базе дизелей меньшей размерности (соответственно RTA48 и RTA58), причем особое внимание уделено их компактности: расстояния между осями цилиндров практически не увеличились, высота возросла лишь незначительно (благодаря применению укороченных шатунов).

Двигатель конструкции RTA84T является модификацией известной модели RTA84M, но с увеличенным до 3150 мм ходом поршня, чем было достигнуто значительное уменьшение частоты вращения коленчатого вала до 54 мин^{-1} . Самой крупной моделью по диаметру цилиндра и агрегатной мощности, разработанной и выпущенной фирмой Sulzer-Wartsila, стал двигатель марки RTA96C ($D = 960 \text{ мм}$, $S = 2500 \text{ мм}$) для нового поколения быстроходных контейнеровозов.

При разработке фирмой Sulzer-Wartsila новых моделей нашли широкое применение как турбокомпаундные системы, так и микропроцессорные устройства для управления топливоподачей и газообменом с целью улучшения топливной экономичности в широком диапазоне нагрузок выпускаемых дизелей.

Значительный прогресс достигнут за последние годы и японской компанией Mitsubishi, причем, учитывая конъюнктуру мирового рынка, она сосредоточила свои усилия на совершенствовании МОД малых и средних размеров ($D = 370, 500$ и 600 мм).

Первым двигателем из класса длинноходовых МОД был двигатель серии UEC-L (6UEC52L). Разработанные затем новые модификации этих двигателей получили общее наименование UEC-LA ($S/D = 3,0\text{--}3,17$). По мощности и основным размерам они не отличались от соответствующих моделей UEC-L, но имели улучшенный примерно на 7 г/(кВт·ч) расход топлива благодаря применению новых турбокомпрессоров MET-SC в сочетании с усовершенствованными системами впрыска и газообмена. Позже фирма сообщила о разработке еще более длинноходовой серии UEC-LS ($S/D = 3,56\text{--}3,67$).

Вторжение фирмы Mitsubishi в область дизелей с цилиндрами большого диаметра, где на протяжении многих лет безраздельно властвовали MAN-B&W и Sulzer, произошло с выпуском двигателя марки UEC75LSII. Двигатель с $D = 750 \text{ мм}$ и $S = 2800 \text{ мм}$ ($S/D = 3,7$) имел максимальную цилиндровую мощность 2940 кВт на частотах вращения от 63 до 84 мин^{-1} . Выпуском фирмой серии двигателей марки UEC85LSII ($D = 850 \text{ мм}$, $S = 3150 \text{ мм}$) началось последующее освоение рынка длинноходовых дизелей большого диаметра. Двигатели марки UEC50LSII, имеющие отношение $S/D = 3,9$, перекрывают диапазон мощностей 5500–15 900 кВт.

Российские дизелестроительные предприятия пошли по пути приобретения лицензий на производство судовых дизелей у ведущих зарубежных фирм: MAN-B&W Diesel, S.E.M.T. Pielstick (Франция), Wartsila (Финляндия) и т. д.

Брянский машиностроительный завод (БМЗ), являющийся лицензиатом современного дизелестроительного объединения MAN — Burmeister&Wain Diesel A/S, успешно работал на рынке КМОД. Так как фирма-лицензиар непрерывно совершенствовала «программу» своих машин, улучшая их конструкцию, повышая надежность и требования к «экологической чистоте», БМЗ постоянно модернизировал свое оборудование и осваивал выпуск все более современных дизелей этой фирмы (последняя модель «компактных» двигателей серии MC-C). Но в связи со сложной конъюнктурой рынка в настоящее время программа производства судовых дизелей приостановлена.

Эпохальным событием на современном рынке судовых дизелей стало появление двигателей, имеющих системы электронного управления и контроля

Конец ознакомительного фрагмента.
Приобрести книгу можно
в интернет-магазине
«Электронный универс»
e-Univers.ru