

ТЕНДЕНЦИЯ РАЗВИТИЯ СУДОВЫХ СРЕДНЕОБОРОТНЫХ ДИЗЕЛЕЙ И ИХ ОСНОВНЫХ УЗЛОВ

Табылов А.У., Султанов Т.Т.

Статияда кемелердің ортаайналымды дизельдердің қазіргі жағдаймен және даму тенденциялары қарастырылған

In the article the current status and trends of marine diesel engines sredneooborotnyh.

Практическая реализация путей улучшения экономичности судовых дизелей обеспечила значительный прогресс в процессе модернизации выпускаемых и создания новых моделей четырехтактных СОД (среднеоборотных дизелей). Достигнутые при этом значения параметров могут быть охарактеризованы рядом данных:

- топливная экономичность. Наилучший показатель по удельному эффективному расходу топлива 160...166 г/(кВт·ч) при работе на экономичной мощности (в условиях, оговоренных стандартом ISO 3046/1) достигнут на дизелях Vasa 46 фирмы Wartsila и PC30L425 фирмы S.E.M.T. Pielstick.

- уровень форсирования. Этот показатель СОД по среднему эффективному давлению возрос до 23...26 бар. Дизель L58/64 (фирмы MAN B&W) имеет $p_{me} = 23$ бара, дизель PC30L425 (S.E.M.T. Pielstick) 23,1 бара, Vasa 46 (Wartsila) 26,1 бара, ZA40S (Sulzer) 24,1 бара, M32 (MaK) 22,8 бара. В 1999 г. поставлен на производство дизель W26X (Wartsila) с $p_{me} = 28,2$ бара [1].

- цилиндровая и агрегатная мощности. В 1991 г. наиболее мощным СОД оставался дизель TM620 (CH62/66) компании Stork-Werkspoor (Германия) с цилиндровой мощностью 1411 кВт и агрегатной мощностью 12 700 кВт в девятицилиндровом исполнении. Поставленные на производство модели СОД фирм MAN B&W и S.E.M.T. Pielstick (L58/64, PC40) имеют цилиндровую мощность соответственно 1390 и 1325 кВт, при этом двигатель PC40 в модификации с числом цилиндров до 18 обеспечивает агрегатную мощность 23 850 кВт (частота вращения 375 мин⁻¹). Основная техническая характеристика СОД W64 указана в таблице. Однако самым мощным СОД, который создан в 1997-1998 гг., является двигатель типоразмерного ряда серии 64 (W64) группы компаний Wartsila. При числе цилиндров 18...20 его

агрегатная мощность составит рекордную величину: 36 000 - 40 000 кВт. Эти дизели в 18-цилиндровом исполнении уже выпускаются (с ходом поршня 770 мм).

Таблица

Основная техническая характеристика СOD W64

Параметры	Значения
Диаметр цилиндра, мм	640
Ход поршня, мм	770
Номинальная частота вращения, мин ⁻¹	333,3...428
Средняя скорость поршня, м/с	10
Среднее эффективное давление, бары	25,5
Цилиндровая мощность, кВт	2010

- перевод дизелей на тяжелое низкосортное топливо. Практически все современные модели и типы СOD ведущих зарубежных фирм обеспечивают работу на тяжелых сортах топлива с вязкостью вплоть до 730 сСт при 50 °С. Соответственно, в конструкцию дизелей введены технические решения, способствующие их надежной работе на тяжелом топливе, по направлению развития СOD дает им дополнительные козыри в конкурентной борьбе с МОД при формировании энергетической силовой установки (ЭСУ) различного типа судов дедвейтом более 2000 т.

- глубокая утилизация теплоты. Утилизация теплоты отработавших газов теплоты охлаждающей воды, наддувочного воздуха и масла - важное направление совершенствования ЭСУ судов в целях увеличения полезно используемой низшей теплоты сгорания топлива. В современных ЭСУ этот показатель доведен до 70 %.

- улучшение экологических показателей. Уменьшение содержания вредных примесей в выпускных газах - принципиальная задача современного судового дизелестроения. В настоящее время действуют международные нормы, оговаривающие предельное содержание NO_x, СО и СН в отработавших газах.

Фирма Mari Term (Швеция) опубликовала обобщенные данные по экологическим показателям четырехтактных судовых дизелей зарубежного производства на важнейших эксплуатационных режимах (80 и 20 % нагрузки по винтовой характеристике, г/(кВт·ч)):

	80 %	20 %
Оксиды азота NO _x	14,0	21,0
Оксиды углерода.....	1,0	2,2
Частицы (сажа)	0,4	0,6

Согласно перспективным требованиям, эти показатели должны быть снижены (в частности, по оксидам азота) в 1,5-2 раза.

По-прежнему актуальны такие направления совершенствования СОД, как снижение уровней шума и вибрации, повышение надежности и ресурсов (безотказной работы до 5000...8000 ч, непрерывной до 2000 ч и более, до первой переборки до 20 000 ч, до капитального ремонта до 80 000...100 000 ч), снижение удельного расхода масла на угар до 0,5...0,7 г/(кВт-ч), общего расхода масла, тщательная отработка элементов конструкции дизелей на основе новых концепций конструирования.

В зарубежном судовом дизелестроении в области СОД продолжают процессы по интеграции фирм, технологической переоснащенности производств, поиску прорывных конструкторских решений по повышению всех показателей, определяющих высокий технический уровень дизелей и их конкурентоспособность на мировом рынке (введение адаптивных и оптимизационных механизмов, микропроцессорных систем управления и автоматизации главных дизелей и судовых дизель-электрических агрегатов; разработка нового поколения турбокомпрессоров с высокой степенью повышения давления воздуха в одной ступени и высоким КПД и др.) [2].

Особо следует подчеркнуть важность работ по привлечению средств микроэлектроники и микропроцессорной техники к решению задач автоматизации, управления и диагностики судовых дизелей. Можно отметить два важных направления этих работ (помимо реализации на новых средствах уже освоенных и апробированных алгоритмических задач):

- решение новых задач по автоматизации двигателей и управлению ими (экстремальное и связанное регулирование параметров дизелей; введение гибких, адаптирующихся программ управления; глубокое функциональное диагностирование и др.); как синтез всех частных задач - создание автоматизированных адаптирующих двигателей;
- решение комплексных задач ЭСУ, объединение функций управления, регулирования и контроля на единой основе с объединенной системой сбора и обработки первичной информации при минимальном комплекте датчиков и общими средствами представления выходной информации; это направление сопрягает системы автоматизации двигателей

и дизельных агрегатов в составе ЭСУ конкретных судов с комплексной системой управления судном, требует создания типовых стыкующих модулей определенного функционального назначения для обеспечения синтеза систем.

Важным направлением конкурентоспособности и приоритетного применения СОД на перспективных судах мирового флота также является оптимизация состава ЭСУ по числу и типу главных двигателей, по типу и параметру гребных винтов, выбору вспомогательных дизельгенераторов, валогенераторов, редукторных передач и других элементов ЭСУ. В настоящее время эта комплексная проблема мирового судового дизелестроения, а также судостроения уже достаточно разработана, но ее оптимальное решение в конкретике будет зависеть в значительной степени от комплексной системы автоматизации, управления и диагностики ЭСУ [3].

Рассматривая современное состояние и тенденции развития СОД, необходимо отметить прежде всего эффективность проведенных ведущими зарубежными фирмами работ по использованию в этих двигателях тяжелого топлива и повышению экономичности, а также по увеличению цилиндрических и агрегатных мощностей. Снижение расхода топлива достигалось путем:

- улучшения эффективности системы наддува при уменьшении потерь энергии выпускных газов в трактах, увеличения КПД агрегатов наддува (до 70 % и более), а также оптимизации фаз газораспределения и согласования системы «дизель - агрегаты наддува»;

- повышения давления впрыска топлива (до 1600 бар и более) и сокращения его продолжительности в целях интенсификации процессов смесеобразования, сгорания и, соответственно, тепловыделения;

- увеличения длинноходности двигателей (отношения хода поршня к диаметру цилиндра s/d до 2,0), что при одновременном повышении $\varepsilon_{сж}$ и p_{max} способствует увеличению высоты открытых камер сгорания, сокращению доли пристеночного смесеобразования, повышению механического КПД;

- увеличения механического КПД дизеля до 92...93 % (в том числе оптимизацией обслуживаемых его агрегатов);

- перехода при повышении среднего эффективного давления $p_{те}$ от чисто импульсных систем наддува к системам постоянного давления (в том числе и в вариантах с преобразователями импульсов) и увеличения КПД турбокомпрессоров более чем на 70 %; это создало предпосылки для развития работ по применению силовых газовых турбин, способствующих повышению мощности силовой установки и ее КПД (до 50 % и более).

Литература:

1. Конкс Г.А., Лашко В.А. Мировое судовое дизелестроение. Концепции конструирования, анализ международного опыта. М.: Машиностроение, 2005.
2. Алейников С.А., Альшиц Л.Б. Новое поколение судовых двигателей. М.: Двигатель. 2001.
3. Ванштейдт В.А. Основные направления развития современных мощных крейцкопфных дизелей с высоким наддувом. С-Петербург.: Судостроение. 2002.