

## АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОВРЕМЕННЫХ СУДОВЫХ МАЛОРАЗМЕРНЫХ ДИЗЕЛЕЙ

**Бисенов А.Р.**

*Бұл мақалада кіші көлемді кеме дизелдерінің техникалық көрсеткіштеріне талдау жасалады.*

*In this clause the analysis of technical parameters modern ship of diesel engines is considered.*

Выбор основных конструктивных решений для перспективного малоразмерного дизеля должен базироваться на предварительном изучении технических показателей современных двигателей этого типа. Двигатель новой конструкции обеспечит достижение прогрессивных технических показателей только в том случае, если он будет разработан применительно к значениям этих показателей, достигнутым на лучших образцах с учетом перспективы их развития.

Современный технический уровень и динамика развития малоразмерных дизелей свидетельствует о большом внимании, уделяемый производителями их постоянному совершенствованию. При этом необходимо отметить, что основные технические показатели двигателей различных фирм колеблются в довольно широких пределах.

Анализируя уровни форсирования малоразмерных дизелей по среднему эффективному давлению  $P_e$  необходимо, прежде всего, отметить, что основная их масса выпускается в настоящее время без наддува. Так из сотен рассмотренных модификаций дизелей с диаметром цилиндра до 100мм, наддув имеют только десятки модели.

Модификации с наддувом появляется при объёме цилиндра свыше 0,8литра, все они выпускаются в шестицилиндровом исполнении и, таким образом, их общий рабочий объём оказывается не ниже 4,8литра (исключение составляет дизель ТМД-40А и 6ЧН9,2/9,0 с рабочим объёмом цилиндра 0,6литра фирмы Volvo-Penta). Форсированные наддувом дизели применяется, главным образом, в установках где, удельные показатели имеют первостепенное значение, и возможность достижения требуемых их значений вообще определяет применимость дизеля в данных условиях (специальные, служебные и спортивные картеры и т.д.). Отсутствие наддува на дизелях с меньшим цилиндрическим и общим рабочим объёмом объясняется, с одной стороны, трудностью реализации эффективного смесеобразования в камере сгорания малого объёма при впрыске в нее, увеличенной цикловой подачи и, с другой, - относительно невысокими значениями к.п.д. агрегатов наддува малой производительности. Это обстоятельство указывает на целесообразность повышения мощности данных двигателей за счет увеличения рабочего объёма цилиндра.

Номинальные значения среднего эффективного давления дизелей без наддува колеблются в пределах от 0,45МПа до 0,73МПа, причем значения выше 0,70МПа имеет только относительно небольшая группа двигателей:

DIN6270-ФРГ, SAE-США, BS649-Великобритания. Сравнивая значение  $P_e$  дизелей можно видеть, что двигатели, имеющие значения этого показателя на режиме номинальной мощности от  $0,65\text{МПа}$  до  $0,72\text{МПа}$ , оказываются в группе наиболее форсированных судовых дизелей.

Уровень форсирования по частоте вращения в значительной степени определяется назначением дизеля. Обеспечивая на своих малоразмерных дизелях наибольшую мощность, при максимальном скоростном режиме некоторые фирмы предлагают, также целый ряд дефорсированных модификаций, причём номинальные значения частоты вращения в каждом случае выбираются в зависимости от назначения. Так все дизели, входящие в состав электроагрегатов, имеют как правило, скоростной режим не выше  $1500\text{--}1800\text{об/мин}$  в зависимости от принятой частоты тока. Дизели со сниженной максимальной частотой вращения коленчатого вала применяются, также и в других областях. В то же время выпуск только дефорсированных моделей, ни один изготовитель из конкурентных соображений позволить себе того не может [1].

Производящиеся в постсоветском пространстве малоразмерные дизели, предназначены для использования в различных отраслях экономики и в зависимости от назначений также имеют различные уровни форсирования по частоте вращения.

Наибольший скоростной режим  $2200\text{об/мин}$  имеют дизели  $2\text{Ч}8,5/11(1\text{P}2\text{-}10\Phi)$  и  $2\text{Ч}9,5/10(\text{Б-}2)$ , применяемые в составе сварочных электроагрегатов; средние скорости поршня  $C_m$  этих двигателей на режиме номинальной мощности составляют соответственно  $8,06$  и  $7,34\text{м/сек}$ .

В тех случаях, когда удельные показатели значительно преобладают над другими, наддув применяется и на дизелях с весьма малым рабочим объёмом  $0,4\text{--}0,6\text{литра}$ . Примером являются транспортные малоразмерные дизели.

Значения средних скоростей поршня судовых и промышленных малоразмерных дизелей колеблются, в пределах от  $0,6\text{м/сек}$  до  $11,0\text{м/сек}$ , а на ряде дизелей с рабочим объёмом, приближающимся к  $1,0\text{литру}$ , достигают  $12,5\text{м/сек}$ .

Относительно невысокие уровни форсирования по скорости поршня являются одной из основных причин повышенной металлоёмкости малоразмерных дизелей. Сравнение их удельных масс с массами наиболее форсированных модификаций показывает, что для достижения современного уровня по затратам металла на единицу производной энергии необходимо повышение мощности двигателей на  $30\text{--}35\%$  при сохранении неизменной их массы. Такой прирост мощности, может быть, достигнут при форсировании по частоте вращения до  $2800\text{--}3000\text{об/мин}$ .

Значения удельного расхода топлива, как на режиме номинальной мощности, так и на других эксплуатационных режимах, колеблются в довольно широких пределах. Расходы повышаются по мере снижения диаметра цилиндра, в то же время существенный разброс их значений, при одинаковых диаметрах и идентичных уровнях форсирования свидетельствует о необходимости различной степени доводки рабочего процесса на двигателях.

Минимальные расходы топлива для дизелей с разделенными камерами сгорания составляют 256-258г/квт·ч. По мере повышения частоты вращения топливная экономичность ухудшается и на режимах номинальной мощности расходы топлива достигают 280-290г/квт·ч.

Топливная экономичность дизелей с непосредственным впрыском имеет аналогичную тенденцию к ухудшению при росте скоростного режима, однако абсолютные значения расходов, топлива в этом случае существенно ниже.

Высокую топливную экономичность имеют форсированные по частоте вращения малоразмерные дизели с непосредственным впрыском.

Малоразмерные дизели типа Ч8,5/11 и Ч9,5/11 имеют камеры сгорания и расходы топлива на режиме номинальной мощности на уровне 260-270г/квт·ч. По топливной экономичности они находятся в группе лучших двигателей аналогичного типа, т.е. дизелей с разделенными камерами сгорания, однако существенно отстают от дизелей с непосредственным впрыском. Перевод на непосредственный впрыск топлива является, основным путем повышения топливной экономичности этих двигателей [2].

Основными направлениями совершенствования малоразмерных дизелей, как показывает выполненный анализ, являются повышение мощности за счет форсирования по частоте вращения и улучшения топливной экономичности на основе перехода с разделенных (вихревых) камер сгорания на непосредственный впрыск топлива.

Форсирования по частоте вращения сопровождается, как известно, ухудшением условий протекания рабочего процесса и одновременным повышением механических потерь. Совместное воздействие указанных факторов обуславливает снижение предельно достижимых значений среднего эффективного давления  $P_e$  и повышение удельных расходов топлива. При увеличении частоты вращения в два раза (например, с 1600 до 3000об/мин) максимальное значение  $P_e$  снижается примерно на 10-15%, а расход топлива возрастает на 15-20г/квт·ч. Отрицательное влияние роста скоростного режима на уровень форсирования по  $P_e$  и топливную экономичность, может быть снижено, за счет высокой степени доводки рабочего процесса, при выбранном способе смесеобразования, а также тщательной отработки конструкции с целью снижения уровня механических потерь. Малоразмерный вихрекамерный дизель Ч8,5/11 имеет заметно более высокий уровень механических потерь по сравнению с другими двигателями. При скорости поршня 8,0м/сек значение среднего эффективного давления механических потерь этого дизеля составляет 0,27МПа, что примерно на 0,05-0,07МПа выше, чем у двигателей других типов. Такое различие в уровне механических потерь соответствует, для дизелей без наддува 0,6-0,7МПа, разницей в эффективном расходе топлива в 5,0-12,0г/квт·ч. Даже если учесть, что выбранные для сравнения двигатели имеют несколько большие диаметры цилиндра, большее их число и, частично, образное исполнение, тем не менее, выполненное сопоставление наглядно свидетельствует о необходимости совершенствования конструкции и технологии изготовления малоразмерных дизелей с целью снижения их уровня механических потерь.

Основными путями при этом являются: разработка и применение новых конструктивных форм, материалов и прогрессивной технологии, повышение точности изготовления отдельных узлов и деталей, использование навесных агрегатов требуемой мощности достаточно высоким к.п.д.

Характерной особенностью, отмеченной при рассмотрении показателей малоразмерных дизелей, является отсутствие средних модификаций с числом цилиндров свыше шести. Объяснение этого явления заключается, в том, что преимущества многоцилиндровых модификаций в отношении удельных показателей, сводятся к минимуму, при увеличении числа цилиндров свыше шести все более сильной степени проявляются характерные для малоразмерного дизеля недостатки [3].

В малоразмерном дизеле, как известно, весьма трудно выдержать с высокой точностью идентичность параметров наполнения топливоподачи и условий смесеобразования в отдельных цилиндрах, вследствие чего по мере увеличения их числа расчет разброс значений показателей рабочего процесса в каждом из них. Это является одной из основных причин, определяющих нецелесообразность увеличения числа цилиндров на малоразмерных дизели свыше шести.

Выполненный анализ технических показателей малоразмерных дизелей судового и общепромышленного назначения показал следующее:

- дизели с рабочим объёмом цилиндра до 0,8*литра* выпускаются в настоящее время без наддува: наддув применяется только на отдельных модификациях с объёмом цилиндра от 0,8 до 1,0*литра*, используемых в установках, где удельные показатели имеют первостепенное значение, малоразмерные дизели Ч8,5/11, Ч9,5/11, Ч9,5/10 с рабочим объёмом цилиндра до 0,78*литра*, по достигнутым значениям среднего эффективного давления  $P_e=0,72\text{МПа}$  находятся на уровне лучших мировых образцов.

- топливная экономичность дизелей, имеющих разделенные камеры сгорания соответствует уровню ( $g_e = 250\text{г/квт}\cdot\text{ч}$ ) и заметно ниже, чем у дизелей с непосредственным впрыском ( $g_e = 240\text{г/квт}\cdot\text{ч}$ ).

- наиболее актуальными направлениями совершенствования малоразмерных дизелей являются, форсирование на непосредственный впрыск топлива, отработка конструкций с целью снижения уровня механических потерь.

### Литература:

1. Чайнов Н.Д. Проблемы и перспективы поршневого двигателестроения в России. – Двигателестроение, 2001, №4, с. 46-47.
2. Завлин М.Я., Семенов В.Н. Основные направления развития отечественных судовых и промышленных малоразмерных дизелей. – Двигателестроение, 1980, № 1, С. 7-11.
3. Новый политехнический словарь. Гл. ред. А. Ю. Ишлинский. — М.: Большая Российская энциклопедия, 2000, – 671с.