

Лекция 1. Устройство судовых дизелей. Основные понятия, определения. Классификация, маркировка.

1. Устройство судовых дизелей.

Поршневой дизельный двигатель состоит из следующих основных элементов: *неподвижные детали, составляющие остов* - фундаментная рама, станина, цилиндры, цилиндровые крышки;

Подвижные детали (поршневая и шатунная группы) - поршни, поршневые штоки, шатуны, коленчатый вал. Во время работы двигателя элементы кривошипно-шатунного механизма (КШМ) занимают различные положения. Положения КШМ, при которых ось шатуна лежит в плоскости кривошипа, называются *мертвыми точками*, так как в этих положениях приложенная к поршню сила P не может вызвать вращения вала. Мертвым точкам соответствуют крайние положения поршня в цилиндре, при которых расстояние поршня до оси коленчатого вала наибольшее - *верхняя мертвая точка (ВМТ)*, или наименьшее - *нижняя мертвая точка (НМТ)*.

Расстояние, проходимое поршнем между мертвыми точками, называется *ходом поршня S* , а расстояние между осями шеек кривошипа коленчатого вала - *радиусом кривошипа R* .

При перемещении поршня объем цилиндра изменяется. Характерными объемами являются: *объем*

камеры сжатия V_c (объем внутренней полости цилиндра при положении поршня в ВМТ), *рабочий объем цилиндра* V_s (объем описываемый поршнем за один ход) и полный объем цилиндра (*рабочий объем*) $V_a = V_c + V_s$.

Отношение объема в начале сжатия к объему в конце сжатия называется *степенью сжатия* $\varepsilon = V_a / V_c$.

В дизельных двигателях химическая энергия нефтяного топлива преобразуется в тепловую энергию непосредственно внутри рабочего цилиндра. Поступающие в цилиндр воздух и впрыскиваемое топливо образуют горючую смесь, которая самовоспламеняется благодаря высокой температуре в конце сжатия и химической реакции углеводородов топлива с кислородом воздуха. При сгорании образуются газообразные продукты, имеющие высокое давление и температуру.

Преобразование тепловой энергии в механическую происходит посредством передачи работы расширения продуктов сгорания на поршень. Поступательно-возвратное движение поршня, в свою очередь, посредством кривошипно-шатунного механизма преобразуется во вращательное движение коленчатого вала. Создаваемый на валу **крутящий момент** совершает полезную работу, преодолевая внешнее сопротивление соединенного с валом потребителя энергии (гребной винт, вспомогательные механизмы - генератор, компрессор и пр.).

*Комплекс последовательных процессов, периодически повторяющихся и определяющих работу двигателя, называется **рабочим циклом**, а совокупность всех*

изменений рабочего тела в цилиндре - индикаторным процессом.

Благодаря рациональному использованию химической энергии топлива непосредственно в цилиндрах двигателя (без промежуточного рабочего тела) и высокого срабатываемого перепада температур [$T_{\max}(T_z) - T_{\min}(T_z) = 900 - 1100^{\circ}\text{C}$] эффективный КПД в современных дизелях достигает 45 - 55 %, что существенно превышает КПД всех иных тепловых двигателей.

2. Классификация судовых дизелей

Двигатели внутреннего сгорания подразделяются по следующим основным признакам:

1) способу осуществления рабочего цикла

четырёхтактные (Ч), у которых рабочий цикл осуществляется за 4 хода поршня (два оборота вала);

двухтактные (Д), у которых рабочий цикл происходит за два хода поршня (один оборот коленчатого вала);

2) роду применяемого топлива

бензин - поступает в цилиндры в смеси с воздухом, образующейся в карбюраторах или посредством инжекторов;

Дистиллатные (дизельные) или тяжелые топлива, впрыскиваемые непосредственно в камеры сгорания;

Газообразные - вводятся с воздухом отдельно или в смеси, воспламенение от свечи или от пламени, возникающего при самовоспламенении впрыскиваемого в цилиндр запального дизельного

топлива; Двухтопливные, могут работать на газовом или дизельном/тяжелом топливе;

3) способу наполнения рабочих цилиндров

без наддува, наполнение воздухом осуществляется из атмосферы на такте всасывания при движении поршня от ВМТ к НМТ или за счет давления, создаваемого продувочным насосом (2-х тактные двигатели); в настоящее время двигатели без наддува практически не производятся ввиду низких удельных мощностей (мощности, снимаемой с единицы рабочего объема цилиндра);

с наддувом, наполнение осуществляется воздухом, предварительно сжатым в специальных надувочных агрегатах (ГТК или приводных);

4) способу смесеобразования

с непосредственным впрыском, впрыск и распыливание топлива осуществляется непосредственно в камере сгорания, образованной между головкой находящегося в ВМТ поршня, стенками цилиндра и днищем крышки цилиндра;

с камерным смесеобразованием, впрыск и предварительное сгорание топлива осуществляются в камеру, размещенную в крышке цилиндра (предкамера, вихревая камера) или в головке поршня;

5) конструктивному выполнению

тронковые, у которых направляющей является тронковая часть поршня (юбка);

крейцкопфные, у которых в качестве направляющей используется ползун, перемещающийся по параллелям;

б) расположению рабочих цилиндров

одно - и двухрядные;

V-образные и звездообразные;

С противоположно-движущимися поршнями;

7) по направлению вращения коленчатого вала

реверсивные, у которых изменение направления вращения достигается с помощью специального реверсивного механизма, изменяющего фазы газораспределения;

нереверсивные, имеющие одно постоянное направление вращения;

8) по частоте вращения коленчатого вала n 1/мин:

<i>малооборотные (МОД)</i>	80	<	п	>350
<i>среднеоборотные (СОД)</i>	350	<	п	>750
<i>высокооборотные (ВОД)</i>	750	<	п	>2500 и выше

3. Маркировка судовых дизелей

В марках буквы дизелей обозначают: Д — двухтактный, Ч — четырехтактный, Р - реверсивный, С — судовой с реверсивной муфтой, П — с редукторной передачей, ДД — двухтактный двойного действия, К — крейцкопфный, Н — с наддувом. Цифры обозначают: первая, стоящая перед буквами, — число цилиндров, в числителе — диаметр цилиндра, в знаменателе — ход поршня 2. Цифра после дроби — номер модификации данного типа (1, 2 и т. д.) двигателя. Например, марка дизеля 5ДКРН50/110 — 2 означает пятицилиндровый, двухтактный, крейцкопфный, реверсивный, с наддувом, диаметр цилиндра 50 см, ход поршня 110 см, второй модификации. Кроме обозначений по ГОСТу, применяют также заводские марки дизелей.

Ведущими зарубежными фирмами, производящими судовые малооборотные дизели, являются: «Бурмейстер и Вайн» (Дания), «Зульцер» (Швейцария), МАИ (ФРГ), «Доксфорд» (Великобритания), «Сторк» (Нидерланды), «Гетаверкен» (Швеция), «Фиат» (Италия), «Пилстик» (Франция) и их лицензиаты.

Судовые дизельные двигатели, построенные зарубежными фирмами, имеют свои обозначения.

В марках судовых дизелей «Бурмейстер и Вайн» буквы обозначают: М — четырехтактный, V — двухтактный (второе V в конце марки — v-образный), T — крейцкопфный, F — судовой (реверсивный и главный неревверсивный серии MTFB), B — с газотурбинным наддувом, H — вспомогательный. Число цилиндров указано перед буквами, диаметр цилиндров — за числом цилиндров, ход поршня — после букв. В крейцкопфных дизелях с наддувом модификация указана в середине буквенного обозначения цифрой 2 или 3. Основным фактором, определяющим быстроходность и напряженность работы дизеля, является средняя скорость поршня (м/с)

$$c_T = S n / 30,$$

где S — ход поршня, м;

n — частота вращения, об/мин.

С 1 января 1984 г. введён ГОСТ 4393—82.

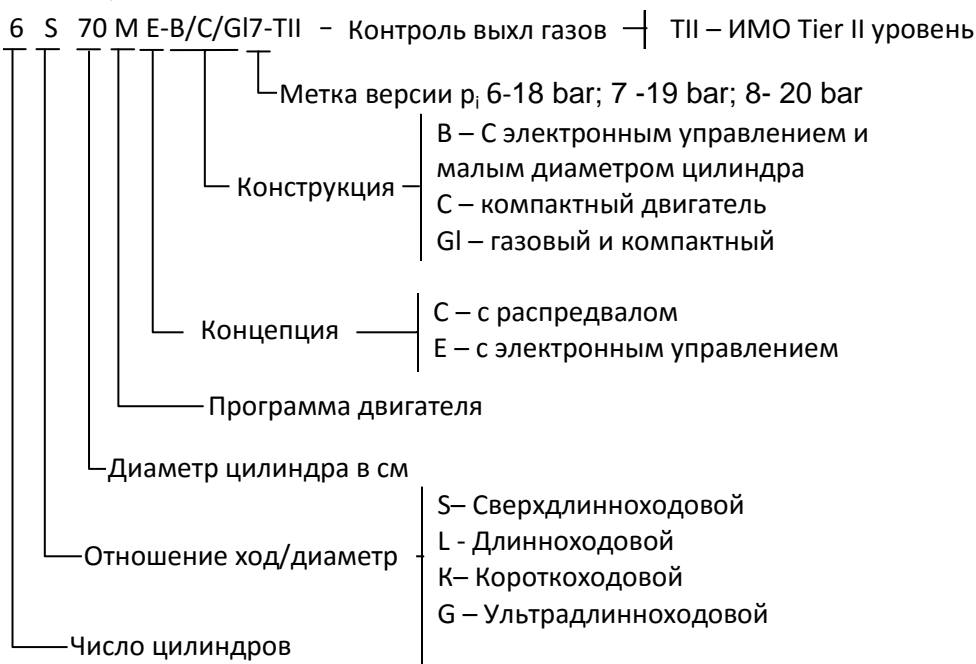
Здесь и далее для диаметра цилиндра и хода поршня принята единица измерения — сантиметр.

Начиная с 1967 г., фирмой «Бурмейстер и Вайн» введены следующие обозначения: первая цифра — число цилиндров, следующая за ней первая буква —

тип двигателя (К — двухтактный крейцкопфный); вторые цифры — диаметр цилиндра; следующая буква — обозначение модели (например, E или F); последняя буква — назначение дизеля (например, F—судовой реверсивный для прямой передачи).

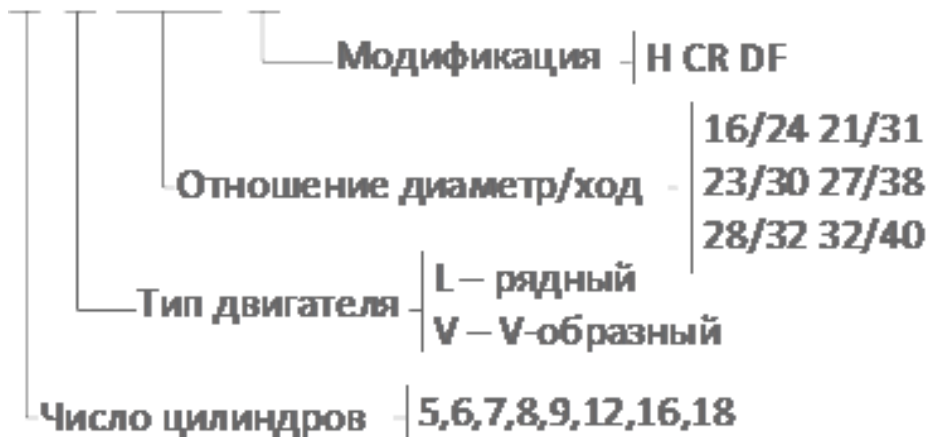
Современная маркировка дизелей фирмы «MAN Diesel & Turbo»

Двухтактных



Четырехтактных

6 L 28/32 H



H – тяжелое топливо

DF – двухтопливный

CR – common rail

В судовых дизелях «Зульцер» буквы обозначают: **B** — четырехтактный, **Z** — двухтактный, **S** — крещкопфный, **T** — тронковый, **D** — реверсивный, **H** — вспомогательный, **A** — с наддувом, **R** — с управляемым выпуском, **V** — U-образный, **G** — с редукторной передачей, **M** — тронковый с коротким ходом поршня. Число цилиндров указано перед буквами, диаметр цилиндра — после букв. Некоторые судовые двигатели внутреннего сгорания этой фирмы имеют сокращенное буквенное обозначение: у серии **Z** и **ZV** не проставляют буквы **M**, **H**, **A**, а у серии **RD** — буквы **S**; и **A**.

Обозначения в судовых дизелях **MAN**: **V** — четырехтактный (повторное **V** — V-образный), **Z** —

двухтактный, К — крейцкопфный, G — тронковый, А — двухтактный без наддува или четырехтактный с низкой степенью наддува. С, D и E — двухтактные с низкой, средней и высокой степенью наддува, L — четырехтактный с охлаждением наддувочного воздуха, T — с наличием предкамеры, m — четырехтактный с наддувом без воздухоохладителя. Число цилиндров указано между буквами K и Z, числитель дроби — диаметр цилиндра, знаменатель — ход поршня. Заводы-лицензиаты фирмы МАН (в Ростоке и Хальберштадте) наличие наддува обозначают буквой А с цифровыми индексами: А3 и А5—последовательно-параллельная система наддува с газотурбонагнетателями, работающими на газах соответственно с постоянным и переменным давлением.

Фирмой «Фиат» приняты обозначения: S и SS — с наддувом первой и второй форсировки по p_i , T — крейцкопфный с диаметром цилиндра до 600 мм (при Z=600 мм буква T может отсутствовать), R — четырехтактный реверсивный, C и B — модификации дизеля. Первые цифры означают диаметр цилиндра, последующие — число цилиндров.

Судовые дизели ГДР: D — дизель, V — четырехтактный, Z — двухтактный, K — с малым ходом поршня ($S/D < 1,3$); N — со средним ходом поршня ($S/D > 1,3$) и — реверсивный; первая цифра означает число цилиндров, вторая — ход поршня (см.).

Литература

Возницкий И. В. Судовые двигатели внутреннего

сгорания. Том 1. / И.В.Возницкий, А.С.Пунда –
М.:МОРКНИГА, 2010.- 260 с. Стр.6-11