

## Определение мощности и экономичности судовых дизелей в эксплуатационных условиях.

Малооборотные судовые дизели, как правило, оборудованы механическими индикаторными приводами, которые позволяют снимать с каждого цилиндра индикаторные диаграммы и затем по ним

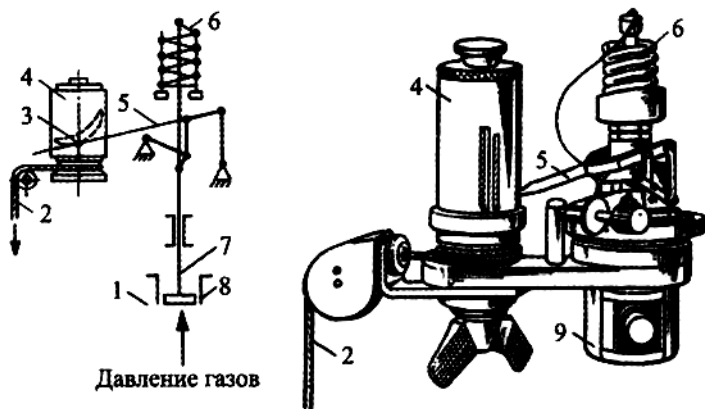


Рис.1. Схема и внешний вид индикатора «Майгак»

1 – поршень; 2 – шнур; 3 – перо; 4 – барабан; 5 – пишущий механизм; 7 – шток поршня; 8 – втулка; 9 – гайка.

определять среднее индикаторное давление. Запись диаграмм осуществляется с помощью механического индикатора «Майгак», схема и внешний вид которого показаны на рисунке 1.

Индикатор устанавливается на индикаторный кран и закрепляется гайкой 9. Уплотнение достигается благодаря конической посадке корпуса индикатора и крана. Шнур 2 с помощью крючка на его конце подсоединяется к кольцу на тросике индикаторного привода. При включении привода шнур вместе с тросиком совершает возвратно-поступательные движения синхронно с движением поршня в данном цилиндре. Барабан 4 в нижней части имеет шкив, на который намотан шнур, а внутри - спиральную пружину, удерживающую шнур все время в натянутом состоянии. Движение шнура приводит к вращению барабана синхронно с движением поршня.

На барабан устанавливается и закрепляется держателем специальная мелованная бумага размером 50 x 140 мм. Нажим пера 3 (сменный бронзовый штифт) регулируется специальным винтом. При

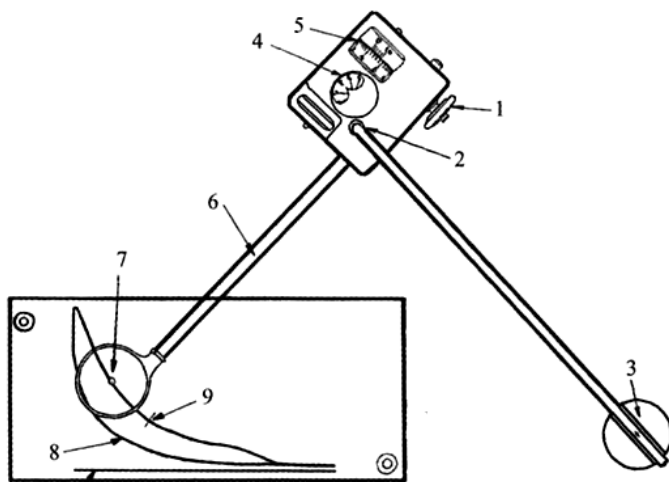


Рис. 2. Планиметрирование индикаторной диаграммы:  
 1 – ролик; 2 – съёмный рычаг; 3 – груз; 4 – счётчик; 5 – верньер;  
 6 – рычаг; 7 – центр регистрирующего устройства; 8 –  
 индикаторная диаграмма; 9 – начальная точка; 10 – нулевая

движении барабана и пишущего механизма на бумаге записывается индикаторная диаграмма.

Измерение давления осуществляется поршнем 1 диаметром 9,06 мм, который перемещается во втулке 8. Поршень через шток 7 нагружен пружиной 6, имеющей строго определенную жесткость. В комплект индикатора входит набор пружин (8-10 шт.) с различной жесткостью. При воздействии давления на поршень шток 7 перемещается вверх, пружина растягивается. Со штоком связана система рычагов 5, обеспечивающая перемещение пишущего пера строго вертикально.

Каждая пружина имеет номер, по которому в прилагаемой к индикатору таблице определяется максимальное давление, которое можно измерить, и масштаб давлений. Масштаб  $m$  имеет размерность мм/бар и показывает, на сколько мм перемещается перо при воздействии на поршень давления в 1 бар.

На рисунке 2. показана снятая механическим индикатором *нормальная* индикаторная диаграмма и полярный планиметр, с помощью которого определяется ее площадь.

Листок с записанной индикаторной диаграммой 8 закрепляется кнопками на доске для обработки диаграмм, как показано на рис. 2. Полярный планиметр состоит из двух рычагов 2 и 6. Рычаг 2 на одном конце имеет груз 3 с иглой, которые фиксируют его относительно доски. Второй конец вставляется в гнездо измерительной каретки.

Каретка прикреплена к рычагу 6, оборудована роликами 1 и счетчиками площади 4,5. Второй конец рычага 6 оборудован лупой с точкой 7 в ее центре.

Для измерения площади индикаторной диаграммы на нее наносят начальную точку отсчета 9, затем устанавливают в эту точку центр лупы 7. Записывают показания счетчика. Затем аккуратно по контуру обводят диаграмму не менее трех раз, записывая после каждого оборота показания счетчика. Площадь диаграммы определяют как среднее арифметическое по числу замеров.

Линия 10 на рисунке получена при включенном индикаторном приводе и закрытом индикаторном кране, ее называют *нулевой линией*. Вполне очевидно, что площадь индикаторной диаграммы  $f$ , мм<sup>2</sup> пропорциональна индикаторной работе, а длина нулевой линии  $l$ , мм пропорциональна рабочему объему цилиндра. Их отношение  $f/l$  будет пропорционально среднему индикаторному давлению. С учетом масштаба пружины индикатора  $m_p$ , реальное значение  $p_i$  определится как

$$p_i = \frac{f}{l \cdot m_p}, \text{ бар.}$$

Индикаторные диаграммы снимают с каждого цилиндра. При индицировании по суммарному счетчику точно определяют частоту вращения коленчатого вала двигателя.

Цилиндровые мощности подсчитывают по формуле  $N = 100 C p_i n$ , кВт. Значения среднего индикаторного давления по цилиндрам в реальном дизеле отличаются друг от друга, поэтому будут отличаться и цилиндровые мощности. Общую индикаторную мощность двигателя определяют как сумму цилиндровых мощностей  $N_i = \sum N_{iij}$ .

В настоящее время широкое распространение на морском флоте получили электронные системы индицирования. Наиболее простым вариантом таких систем являются переносные электронные индикаторы, включающие пьезокварцевый датчик давления, датчик частоты вращения и ВМТ и переносной электронный регистрирующий блок. Электрический сигнал от датчика давления газов (напряжение в милливольтгах, пропорциональное давлению газов в цилиндре) передается в регистрирующий блок, дискретизируется, масштабируется (милливольты пересчитываются в бары) и сохраняется в памяти регистрирующего блока. Импульсы ВМТ цилиндров позволяют точно определить частоту вращения коленчатого

вала двигателя и привязать снятые индикаторные диаграммы к ВМТ цилиндров.

После завершения индицирования всех цилиндров двигателя информация переписывается в обычный персональный компьютер, в котором обрабатывается по специальной программе. Определяются все необходимые параметры индикаторной диаграммы, включая упомянутые выше энергетические показатели.

Преимуществом электронных индикаторов является возможность индицировать любые двигатели, отсутствие ручной обработки диаграмм и удобство хранения и передачи информации (включая электронную почту).

#### Литература

Возницкий И. В. Судовые двигатели внутреннего сгорания. Том 2. / И.В.Возницкий, А.С.Пунда – М.:МОРКНИГА, 2010.- 382 с. Стр. 52-56.