

ВЛИЯНИЕ ПОГРЕШНОСТИ НА ДОСТОВЕРНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОЩНОСТИ ГЛАВНЫХ СУДОВЫХ ДВС ПО РАСХОДУ ТОПЛИВА

Канд. техн. наук В.А.Амахин – АО “Мурманская судверфь”

После завершения ремонта главные двигатели внутреннего сгорания (ДВС) рыболовных траулеров, транспортных рефрижераторов, танкеров, буксиров и других судов проходят приемосдаточные испытания. В ходе испытаний необходимо достоверно определить эффективную мощность (P_e) при всех основных режимах нагрузки, предусмотренных ГОСТ 21792-89 “Установки дизельные судовые. Приемка и методы испытаний на судне” (т.е. при мощностях 25, 50, 75, 100 и 110 % от номинальной).

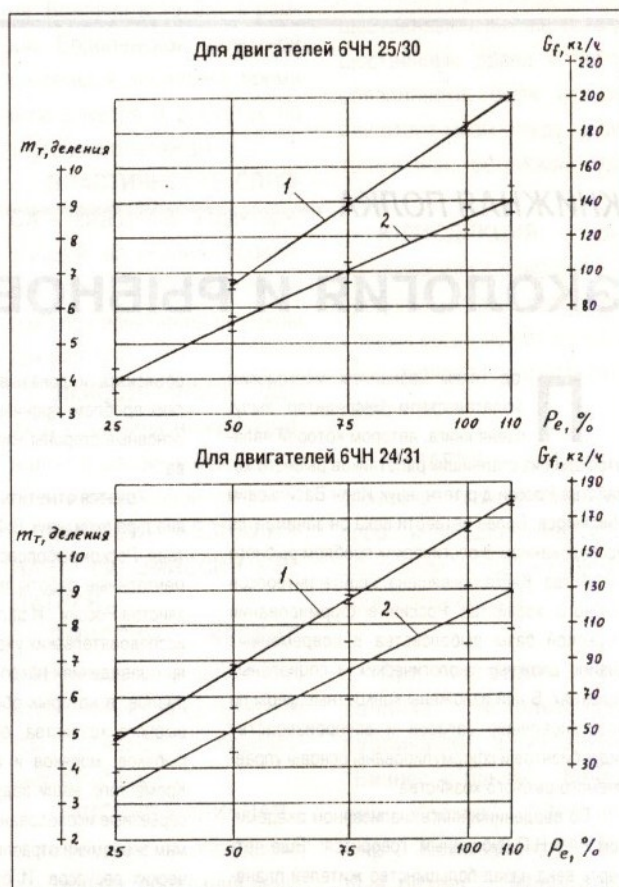
Эффективную мощность главных двигателей (ГД) судов флота рыбной промышленности определяют различными методами, в зависимости от оснащения штатными и специальными средствами измерений на судоремонтных предприятиях.

В настоящее время P_e некоторых типов ДВС устанавливают по расходу топлива объемным методом штатными мерными бачками [2] или по положению регуливающей рейки топливных насосов высокого давления (ТНВД), которое косвенно характеризует расход топлива двигателем [3].

Необходимо отметить, что в составе многих ГД эксплуатируемых судов штатные мерные бачки не предусмотрены. Это двигатели 8ЧРН 40/48 (8ZL40/48) ($P_{e\text{ ном}} = 3830$ кВт) на больших морозильных рыболовных траулерах (БМРТ) типа “Иван Бочков”, 5ДКРН 50/110-2 ($P_{e\text{ ном}} = 2580$ кВт) на танкерах дедвейтом 5800 т, 9ДКРН 60/105 (K9Z60/105E) ($P_{e\text{ ном}} = 6620$ кВт) на транспортных рефрижераторах типа “Карл Либкнехт”, 6Д 30/50-4-3 ($P_{e\text{ ном}} = 485$ кВт) на буксирах проекта 498. На остальных судах флота рыбной промышленности процесс определения расхода топлива ДВС объемным методом не автоматизирован и данные измерений не выводятся на центральный пост управления машинного отделения, из-за чего оперативный контроль P_e невозможен. Кроме того, для измерения расхода топлива ГД приходится привлекать одного или двух человек из машинной команды судна. Значительно проще контролировать P_e по положению регуливающей рейки ТНВД. В этом случае процесс измерения легче автоматизировать и данные можно вывести

на центральный пост управления машинного отделения судна, как это предусмотрено в конструкции главных двигателей 8ЧН 20/26 (8VD26/20AL-2) рыболовных траулеров типа “Атлант-333”.

Достоверное определение P_e главных двигателей судов является актуальной задачей для судоремонтных предпри-



Эталон контроля эффективной мощности P_e двигателей 6ЧН 25/30 и 6ЧН 24/31. Средние величины и диапазоны допустимых значений G_f (1) и m_T (2) на основных режимах нагрузки 25 %, 50, 75, 100 и 110 % от номинальной мощности двигателей.

Параметр	P _e , % от P _{е ном}	Расчетные значения						
		x	σx	εx (P)	Vx	v	δP _e , %	
Для двигателей 6ЧН 25/30								
G _г , кг/ч	50	93,31	0,5971	±1,3555	0,0064	1,0201	±1,5	
	75	137,94	0,8618	±1,1952	0,0062	1,0254	±1,5	
	100	182,10	0,3521	±0,7184	0,0019	0,9680	±0,4	
	110	203,78	1,1341	±2,5744	0,0056	0,8399	±1,1	
m _г , деления	25	3,94	0,1430	±0,3246	0,0363	1,0317	±8,5	
	50	5,54	0,0966	±0,2193	0,0174	1,4004	±5,5	
	75	6,99	0,1449	±0,3290	0,0207	1,4226	±6,7	
	100	8,54	0,1435	±0,2927	0,0168	1,4374	±4,9	
		110	9,07	0,1829	±0,4151	0,0202	1,6194	±7,4
Для двигателей 6ЧН 24/31								
G _г , кг/ч	25	45,971	0,5486	±1,2452	0,0119	1,0606	±3,5	
	50	84,548	1,3266	±3,0114	0,0157	1,0640	±3,8	
	75	122,882	1,1325	±2,5708	0,0092	1,0343	±2,2	
	100	163,663	0,8256	±1,4044	0,0050	0,9613	±1,1	
	110	182,470	0,7953	±1,8053	0,0044	0,8702	±0,9	
m _г , деления	25	3,27	0,2751	±0,6244	0,0841	1,1638	±22,2	
	50	5,04	0,2797	±0,6349	0,0555	1,2082	±15,2	
	75	6,68	0,3584	±0,8135	0,0537	1,2875	±15,7	
	100	8,24	0,3992	±0,8343	0,0484	1,3050	±13,2	
	110	8,89	0,4606	±1,0455	0,0518	1,2677	±14,9	

ятий и эксплуатирующих рыбопромысловый флот организаций. Это имеет важное значение в процессе обкатки и испытаний ГД после ремонта, чтобы обеспечить плавное нагружение, не перегрузить двигатель и правильно его отрегулировать.

Сравним достоверность определения P_e по расходу топлива объемным методом (G_г) и по положению регулируемой рейки (m_г) двигателей 6ЧН 25/30 (6АЛ25Д) (P_{е ном} = 816 кВт) и 6ЧН 24/31 (624ТС) (P_{е ном} = 810 кВт), которые были установлены взамен выработавших свой ресурс 6ЧН 31,8/33 (6Д50М) в качестве главных двигателей на двух группах БМРТ проекта 1376.

Воспользуемся вероятно-статистическим методом [1]. При этом эффективную мощность двигателей будем определять отдельно по каждому из рассматриваемых параметров P_e = φ(x), где x – это G_г или m_г. Предположим, что случайные измерения погрешностей рассматриваемых параметров имеют приближенно нормальные распределения.

Рассчитаем относительные ошибки определения P_e по каждому из параметров с учетом результатов стендовых испытаний для групп из b = 10 новых однотипных двигателей 6ЧН 25/30 и 6ЧН 24/31 на всех основных режимах нагрузки.

Вычислим несмещенные оценки генеральной средней по формуле

$$\bar{x} = \left(\sum_{i=1}^k m_i x_i \right) / n, \quad (1)$$

где m_i – частота варианта; x_i – вариант выборки; n = $\sum_{i=1}^k n_i$ – объем выборки (общее число измерений в b сериях).

Затем определим несмещенные оценки генеральной дисперсии

$$\sigma_x = \sqrt{\left[\sum_{i=1}^k m_i (x_i - \bar{x})^2 / (n - b) \right]}, \quad (2)$$

где n - b = f – число степеней свободы.

Зададим доверительную вероятность P = 0,95, достаточную для практических целей, и по величинам P и f определим коэффициенты распределения Стьюдента t.

Значения доверительной случайной погрешности будут

$$\epsilon_x(P) = \pm t \sigma_x. \quad (3)$$

Безразмерные коэффициенты вариации

$$v_x = \sigma_x / \bar{x}. \quad (4)$$

Безразмерный коэффициент v равен частному от деления линеаризованной на участках, соответствующих основным режимам нагрузки, приведенной функции на приведенный аргумент:

$$v = (P_e / P_{е ном}) / (x / x_{ном}). \quad (5)$$

Вычислим относительные ошибки определения эффективной мощности

$$\delta P_e = \pm t v v_x \cdot 100 \%. \quad (6)$$

Расчетные значения параметров, определенные по формулам (1)–(6) для двух групп однотипных двигателей, сведены в таблицу. На рисунке представлены эталоны контроля P_e этих двигателей по G_г и m_г.

Из таблицы видно, что достоверность определения P_e двигателей по G_г в несколько раз выше, чем по m_г. Необходимо отметить, что для разных типов ДВС достоверность определения P_e одним и тем же методом может существенно различаться. Достоверность определения эффективной мощности по положению регулирующей рейки ТНВД редко удовлетворяет требованиям стандарта.

Выводы

1. Достоверность определения эффективной мощности судовых ДВС по расходу топлива объемным методом штатными мерными бачками удовлетворяет требованиям ГОСТ 21792–89 и в несколько раз выше, чем при определении по положению регулирующей рейки ТНВД.

2. Для оперативного определения эффективной мощности главных судовых ДВС по расходу топлива штатными мерными бачками необходимо автоматизировать процесс измерений.

Литература

1. Амахин В.А. Вероятностно-статистический метод определения мощности главных судовых дизелей после ремонта // Судостроение. 1992. № 11–12. С. 31–35.
2. Судовые установки с двигателями внутреннего сгорания / Ваншейдт В.А., Гордеев П.А., Захаренко Б.А. и др. – Л.: Судостроение, 1978. – 368 с.
3. Фомин Ю.Я. Определение мощности среднеоборотных судовых дизелей в эксплуатации // Двигателестроение. 1985. № 4. С. 48–50.