Министерство морского флота

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МОРСКОГО ФЛОТА

# И Н С Т Р У К Ц И Я

## ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ ДЛЯ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОГО ДИФФЕРЕНТА ТРАНСПОРТНЫХ СУДОВ

РД 31.27.32-85

Ленинград-1985

gost.e-ecolog.ru

РАЗРАБОТАНА Центральным ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательским институтом морского флота

Заместитель директора по научной работе
д.т.н. С.Н.Дранишын
Руководитель проблемы зав.сектором
д.т.н. В.Ф.Большаков
Руководитель темы зав.сектором
д.т.н. В.Б.Липис
Ответственный исполнитель к.т.н. Л.А.Певзнер

УТВЕРЖДЕНА Всесоюзным объединением "Мортехсудоремпром"
Заместитель председателя Ю.П.Бабий

МИНИСТЕРСТВО
МОРСКОГО ФЛОТА
(МИНМОРФЛОТ)

Руководителям предприятий
и организаций Минморфлота
(по списку)

103759 Москва, Жданова, 1/4

от 31.07.85 № МТ-34/3235

В/О "Мортехсудоремпром" утверждена "Инструкция по проведению эксплуатационных испытаний для выбора оптимального дифферента транспортных судов" (РД 31.27.32-85) со сроком введения с 1 октября 1985 года.

Инструкция устанавливает порядок проведения эксплуатационных испытаний по определению оптимального дифферента судов.

Внедрение технологических карт по выбору оптимального дифферента, разработанных в соответствии с требованиями инструкции, позволит обеспечить снижение расхода топлива транспортными судам. на эксплуатационный измеритель.

Для внедрения РД 31.27.32-85 предлагаю:

1. Главным инженерам пароходств:

1.1. Составить план эксплуатационных испытаний по выбору оптимального дифферента серийных транспортных судов.

1.2. До 01.10.85

планы испытаний судов выслать в ЦНИИМФ на согласование.

1.3. По результатам испытаний составить технологические карты по выбору оптимального дифферента для каждой из испытанных серий судов. Технологические карты направлять на согласование в ЦНИИМФ.

2. ЦНИИ морского флота:

2.1. До 01.09.85

размножить РД 31.27.32-85 и разослать пароходствам.

2.2. Обеспечить методическую помощь пароходствам по внедрению инструкции.

2.3. Согласованные технологические карты своевременно направлять в пароходства для внедрения на судах.

3. Контроль за исполнением настоящего письма возложить на ЦНИИМФ.

Председатель В/О "Мортехсудоремпром" В.М.Первов

УДК 621.431.74.018.3

Руководящий документ

| | |
|---|---|
| Инструкция по проведению эксплуатационных испытаний для выбора оптимального дифферента транспортных судов | РД 31.27.32-85 |
| | Вводится впервые |

Настоящая инструкция устанавливает методические положения по проведению эксплуатационных испытаний для выбора оптимального по расходу топлива дифферента морских транспортных судов. Инструкция предназначена для отделов теплотехники пароходств, а также для судовых экипажей при проведении ими испытаний судовых энергетических установок и в эксплуатации.

## I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Эксплуатационные испытания по выбору оптимального дифферента проводятся, как правило, на серийных судах, а их результаты распространяются на все суда данной серии. Для получения наибольшего эффекта в первую очередь испытаниям подлежат следующие суда:

принадлежащие к большим сериям;

имеющие бульбообразную форму форштевня;

крупнотоннажные с энергетической установкой сравнительно высокой мощности.

I.2. В настоящей инструкции приняты следующие термины:

I.2.I. *Оптимальный дифферент - значение дифферента суд-*

на, при котором расход топлива на главные двигатели, приходящийся на единицу транспортной продукции судна (кг/1000 тоннаже-миль) в данных условиях (скорость хода, осадка, шаг винта и т.п.), является минимальным.

I.2.2. Стояночный дифферент - значение дифферента судна, замеренное на стоянке.

I.2.3. Ходовой дифферент - значение дифферента судна, замеренное на ходу.

I.2.4. Положительный дифферент - дифферент на корму.

I.2.5. Отрицательный дифферент - дифферент на нос.

I.2.6. Среднестатистический дифферент - значение дифферента, определяемое как среднее арифметическое значений дифферента за длительный период эксплуатации (не менее I года) при средних осадках судна, близких к значениям осадок при испытаниях (с отклонением не более $\pm$0,I5 м). Определяется по данным вахтенных журналов.

## 2. МЕТОДИКА ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОГО ДИФФЕРЕНТА

2.I. Испытания проводятся при различных средних осадках судна: выбирают 3 наиболее характерных по загрузке значения.

2.2. До начала испытаний непосредственно перед отходом судна замеряют исходный стояночный дифферент. Замер производят как в метрах по маркам заглубления в носу и корме, так и по показаниям дифферентометра (см. раздел 3).

2.3. После отхода судна в процессе набора скорости по показаниям дифферентометра замеряют значения ходового дифферента. Показания снимают через каждый I,0 узел повышения скорости хода вплоть до достижения заданной эксплуатационной скорости.

По полученным данным строят зависимость дифферента от скорости судна. Для других значений осадок, если они значительно отличаются от первоначальной, эта зависимость определяется заново. На рис.I в качестве примера приведена зависимость, полученная для т/х "Смоленск".

2.4. Испытания проводят при волнении моря не более 3 баллов, силе ветра не более 4 баллов и глубине под килем не

Зависимость дифферента от скорости хода судна
(по данным испытаний т/х "Смоленск")

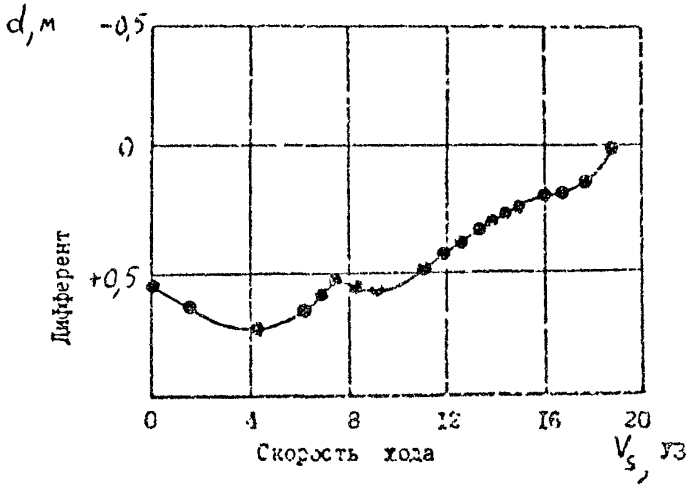



Рис. I

менее 6 осадок судна. Каждое испытание выполняют на прямом курсе при установившемся режиме работы главных двигателей.

2.5. При испытаниях в условиях одного перехода судна назначают серию последовательных режимов, не менее 4-х, отличающихся различными дифферентами в диапазоне возможных значений на корму и на нос. Конкретные значения дифферентов выбирают с учетом назначения судна, конструкции корпуса, движительного комплекса и возможностей балластной системы.

Аналогичные режимы по дифференту назначают и для других выбранных осадок судна при последующих рейсах.

2.6. Каждый последующий дифферент устанавливают непосредственно сразу за предыдущим после проведения всех необходимых замеров с тем, чтобы пройти все режимы при идентичных погодных условиях.

2.7. На судах с главными дизельными двигателями перед началом замеров (после установления первого из назначенных дифферентов) устанавливают постоянную цикловую подачу топлива. Этот режим поддерживают при всех значениях дифферента до окончания испытаний на данной осадке и скорости судна. Для двигателей, снабженных всережимными регуляторами частоты вращения, обеспечение постоянной цикловой подачи топлива в течение испытаний (не превышающей эксплуатационного уровня) не должно препятствовать работе регулятора по снижению частоты вращения или остановке двигателя в случае необходимости.

Примечание. Для реализации этого условия рекомендуется ограничить перемещение топливной рейки на увеличение цикловой подачи топлива упором, после чего установить задание всережимному регулятору по частоте вращения, большее величины, соответствующей этому положению упора, но меньшее величины срабатывания предельного регулятора. При этом достигается неизменность цикловой подачи топлива в процессе испытаний, а также обеспечивается возможность уменьшения цикловой подачи как за счет срабатывания всережимного, так и предельного регуляторов.

2.8. Изменение характеристик пропульсивного комплекса судна при перемене дифферента в условиях постоянной цикловой подачи топлива вызывает переход работы двигателя на режим частичной внешней характеристики. Это будет проявляться в некотором изменении основных параметров работы двигателя и движения судна при различных дифферентах. К таким параметрам относятся: частота вращения вала $n$, скорость хода судна $V_s$ и расход топлива главным двигателем на единицу пути $B_s$.

2.9. Условием, определяющим оптимальный дифферент, является минимальное значение $B_s$. Этому значению должны соот-

Зависимость частоты вращения вала от дифферента
при постоянном положении указателя нагрузки двигателя
(по данным испытаний т/х "Художник Пророков")

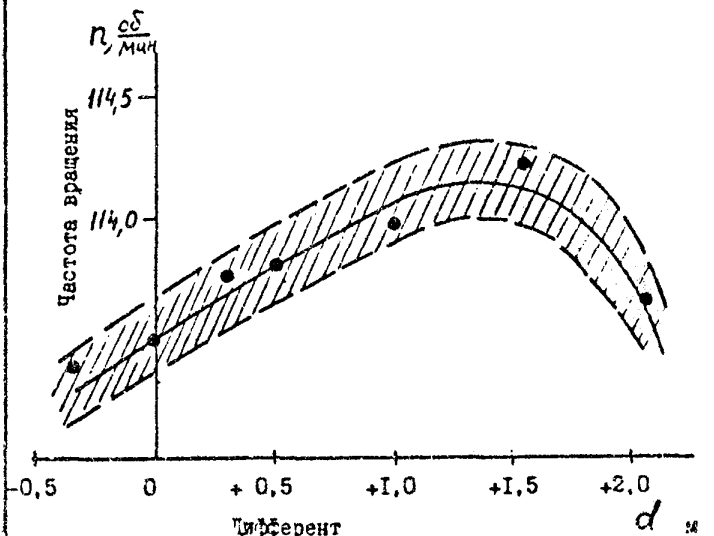



Рис. 2

ветствовать наибольшие из замеренных значений $n$ и $V_s$.

На рис.2 в качестве примера приведен график зависимости частоты вращения вала от дифферента применительно к т/х "Художник Пророков". Пунктиром показан доверительный интервал для средних значений $n$ (см. раздел 3).

2.10. При проведении испытаний скорость хода судна для серии осадок и дифферентов назначают близкой к заданной эксплуатационной. По возможности все испытания проводят также и на экономичных скоростях. При этом значение оптимального дифферента на различных скоростях может быть разным. На рис.3 приведен пример результатов испытаний, полученных на т/х "Иван Котляревский", при различных скоростях судна, определяемых положениями топливной рукоятки $S$ главного двигателя.

2.11. На судах с ВРШ при проведении испытаний, кроме того, фиксируют в постоянном положении лопасти гребного винта, т.е. обеспечивают режим работы главных двигателей, аналогичный указанному в п.2.8 с винтом фиксированного шага.

2.12. Фиксацию лопастей ВРШ производят в положении, при котором судно при данной осадке идет с заданной эксплуатационной скоростью.

При проведении испытаний при другой осадке судна фиксацию лопастей винта производят уже в том положении, которое соответствует изменившейся осадке. В остальном порядок проведения испытаний на судах с КРШ и ВФШ аналогичен.

2.13. Для охвата возможно большего количества эксплуатационных режимов целесообразно проведение испытаний по выбору дифферента при различных фиксированных положениях лопастей винта для одних и тех же значений осадок.

2.14. Методические положения определения оптимального дифферента на судах с газотурбинными двигателями (ГТД) аналогичны положениям методики для судов с дизельными двигателями (пп.2.1-2.6). Особенности методики определяются принципом работы ГТД и состоят в следующем:

2.14.1. После установления первого из назначенных значений дифферента обеспечивают постоянную подачу топлива в ГТД, соответствующую расходу топлива на режиме заданной эксплуатационной мощности (аналогично работе дизеля по частичной внешней характеристике), обеспечивая при этом сохранение защиты

Зависимость расхода топлива на пройденную милю от дифферента при различных скоростях хода судна (по данным испытаний т/х "Иван Котляревский")

$T_{ср}$= 6,I - 6,4 м

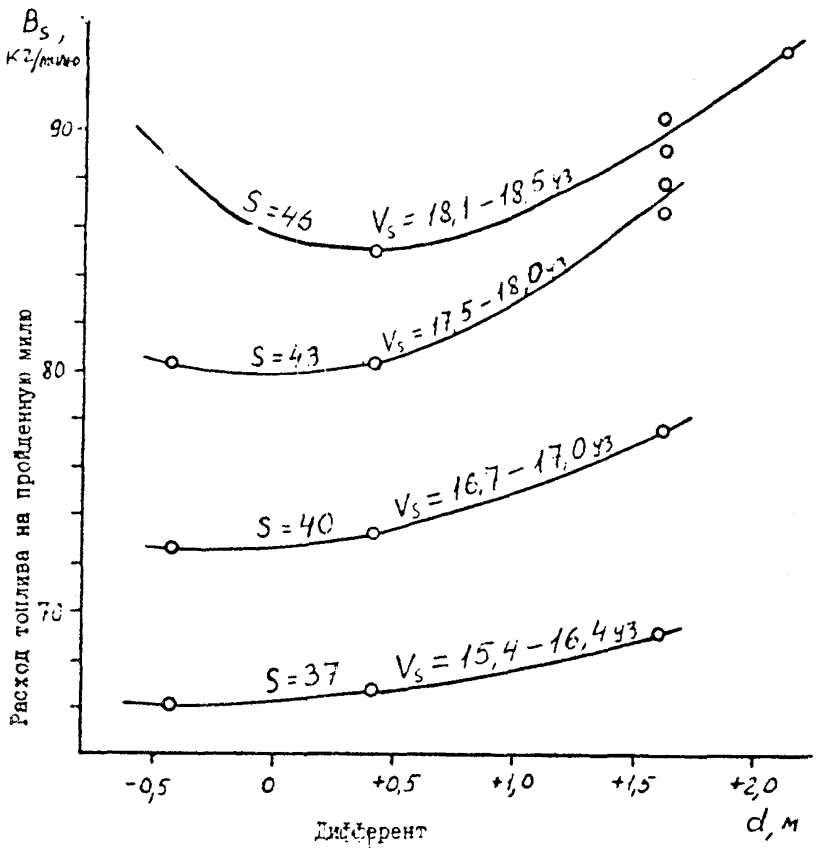



Рис. 3

ГТД по частоте вращения в случае необходимости.

2.I4.2. Изменение характеристик гидродинамического комплекса судна за счет перемены дифферента будет проявляться в изменении $\beta_\zeta$, а также $\Omega$ и $V_\zeta$. Условия, определяющие оптимальный дифферент, приведены в п.2.9.

2.I5. Условия и последовательность испытаний судов с паротурбинными установками задаются в соответствии с пп.2.I-2.6 настоящей инструкции. После установления первого из назначенных значений дифферента последовательность операций должна быть следующая:

2.I5.I. Устанавливают постоянный расход пара на турбину на режиме заданной эксплуатационной мощности, обеспечивая при этом сохранение защиты по частоте вращения в случае необходимости.

2.I5.2. На время испытаний обеспечивают постоянный расход пара на все вспомогательные потребители.

2.I5.3. При регулировании дифферента должны изменяться те же основные параметры, что и на судах с другими типами энергетических установок.

Условия, определяющие оптимальный дифферент, приведены в п.2.9.

2.I6. По результатам испытаний для внедрения на судах составляют технологическую карту по выбору оптимального дифферента данной серии судов. В технологическую карту заносятся рекомендуемые для разных осадок (скоростей, если проводились соответствующие испытания) значения стояночного дифферента, соответствующие им значения ходового дифферента и достигаемая при этих условиях эффективность по расходу топлива. Технологические карты по каждой серии судов согласовывают с ЦНИИМФом, который направляет их в пароходства, имеющие однотипные с испытанными транспортные суда.

Примеры составления технологических карт приведены в приложении справочном.

2.I7. При эксплуатации судов той серии, для которой разработана технологическая карта, рекомендуемый дифферент устанавливают на стоянке после загрузки и бункеровки судна в зависимости от средней осадки.

## 3. ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ ПО ВЫБОРУ ОПТИМАЛЬНОГО ДИФФЕРЕНТА

3.1. Основные измерения выполняют в объеме теплотехнических испытаний главной силовой установки согласно указаниям РД 31.21.29-85 "Методика испытаний судовых дизельных энергетических установок в условиях эксплуатации". На каждом режиме испытаний при проведении измерений в полном объеме определяют: дифферент $d$, м, мощность главного двигателя $N_e$ ($N_i$), кВт, часовой расход топлива на главный двигатель $B_ч$, кг/ч, скорость судна $V_S$, уз и частоту вращения гребного вала $n$. Расход топлива на пройденную милю определяется как $B_S = \frac{B_ч}{V_S}$. Средства измерения указанных параметров и требования к точности измерений указаны в РД 31.21.04-85. Конструкция топливных мерных бачков должна соответствовать указаниям ОСТ 5.4258-78 "Бачки для замера расхода топлива. Технические условия".

3.2. Стояночный дифферент $d_{ст}$ определяют на стоянке судна по маркам углубления в носу и корме

$$d_{ст} = (T_н - T_к)(1 \pm \delta_{ст}) \quad , \qquad (3.1)$$

где $T_н$ – осадка носом, м;

$T_к$ – осадка кормой, м;

$\delta_{ст}$ – относительная погрешность измерения, м.

Величина $\delta_{ст}$ не должна превышать 3%.

3.3. Ходовой дифферент $d_{ход}$ определяется либо с помощью штатных судовых дифферентометров различных типов[x], либо с помощью дифферентометров, устанавливаемых на время испытаний.

Простейший водяной шланговый дифферентометр (ватерпас) состоит из резиновой соединительной трубки и двух стеклянных мерительных трубок с линейными шкалами (в мм). База ватерпаса $l$ должна быть не менее 5% от длины судна между перпендикуля-

---

x) Описание применяемых на судах штатных систем измерения осадок и дифферента с указанием их инструментальных погрешностей, см. книгу: Е.В.Найденов "Контроль посадки и остойчивости судна", М, "Транспорт", 1983.

рами $L$, внутренний диаметр шланга – не менее 1% от $\ell$, длина мерительных трубок – не менее 10% от $\ell$. Ватерпас устанавливается на ходовом мостике (или на его крыле) в плоскости, параллельной диаметральной.

3.4. Для обеспечения необходимой точности измерения $d$ на каждом режиме испытаний показания дифферентометра снимаются 12–15 раз.

Значения $d_x$ определяют по формуле

$$d_{x_{ср}} = \tilde{d}_{x_{ср}} \pm \Delta d \quad , \tag{3.2}$$

где $\tilde{d}_{x_{ср}}$ – оценка среднего значения, м;

$\Delta d$ – ошибка измерения, м.

Значения $\tilde{d}_x$ определяют по формуле

$$\tilde{d}_{x_{ср}} = \frac{1}{N} \sum_{i}^{N} (d_x)_i \quad , \tag{3.3}$$

где $(d_x)_i$ – отсчеты показаний дифферентометра в каждом замере.

$$i = 1, \ldots, N \, , \quad N = 12 \div 15 \, .$$

Значение $\Delta d$ определяют как доверительный интервал для среднеквадратичной ошибки по критерию Стьюдента с надежностью 70%

$$\Delta d = 1{,}09 \sqrt{\frac{1}{N(N-1)} \sum_{1}^{N} (d_i - \tilde{d})^2} \, . \tag{3.4}$$

3.5. При использовании шлангового ватерпаса величину $d_x$ рассчитывают согласно (3.2)–(3.4) по формуле

$$d_{x_{ср}} = \frac{L}{\ell} \, 10^{-3} \left[ \frac{1}{N} \sum_{1}^{N} \left( h_{1i} + h_{2i} \right) \pm 1{,}0 \right] , \tag{3.5}$$

где $L$ – длина судна между марками углубления в носу и в корме (по чертежу), м;

$\ell$ – база ватерпаса, м;

$N$ – количество измерений на режиме;

$h_{1i}, h_{2i}$ – отсчеты показаний носовой и кормовой шкал ватерпаса в каждом измерении (мм) от исходных уровней для условий стояночного дифферента.

Пример. На испытаниях т/х "Художник Пророков" при $L$ = 145,81 м и $\ell$ = 9,00 м на одном режиме произведено 12 замеров по шланговому ватерпасу и получены следующие результаты ($N$ = 12):

$$\frac{1}{N}\sum_{1}^{N}(h_{1i}+h_{2i}) = 57 \text{ мм};$$

$$d_{ход} = \frac{145,81}{9,00}(57,0\pm1,0)\cdot10^{-3} = (0,923\pm0,016) \text{ м}.$$

3.6. В результате обработки измерений ходовой дифферент определяют в виде

$$d_{ход} = d_{ст} + k V_S, \quad м, \qquad (3.6)$$

где $d_{ст}$ – исходный стояночный дифферент, м;
$V_S$ – скорость судна, уз;
$k$ – коэффициент, зависящий от средней осадки, м/уз.

$$k = \frac{d_{ход}-d_{ст}}{V_S}(1\pm\delta_k). \qquad (3.7)$$

Относительную погрешность $\delta_k$ определяют по формуле

$$\delta_k = 1,09\sqrt{\delta_{ст}^2+\delta_{ход}^2+\delta_v^2}, \qquad (3.8)$$

где $\delta_{ст}$, $\delta_{ход}$, $\delta_v$ – относительные погрешности измерения соответственно стояночного, ходового дифферента и скорости судна.

При определении скорости судна с погрешностью до $\pm2\%$ и дифферента с погрешностью до $\pm5\%$ погрешность $\delta_k$ составляет до 8%. Разность $(d_{ход}-d_{ст})$ определяют при этом в соответствии с п.2.3 настоящей инструкции.

Пример. На испытаниях т/х "Художник Пророков" получено

$V_S$ = 19,2 ± 0,2 уз, $d_{ст}$ = 1,50 ± 0,05 м;
$d_{ход}$ = 1,15 ± 0,02 м;

Согласно (3.8)

$$\delta_k = 1{,}09 \cdot \sqrt{\left(\frac{0{,}2}{19{,}2}\right)^2 + \left(\frac{0{,}02}{1{,}15}\right)^2 + \left(\frac{0{,}05}{1{,}50}\right)^2} = 0{,}0425.$$

По формуле (3.7) определяют коэффициент $k$

$$k = \frac{1{,}15 - 1{,}50}{19{,}2}\ (1 \pm 0{,}04) = -\ (0{,}018 \div 0{,}019)\ \text{м/уз}\ .$$

3.7. При измерении дифферента с помощью штатных дифферентометров следует предварительно выполнить тарировочные испытания для учета влияния средней осадки и скорости судна на показания дифферентометра. Для контрольных измерений может быть использован дифферентометр-ватерпас (п.3.5).

Пример тарировочного графика приведен на рис.4. Он получен на испытаниях т/х "Надежда Обухова" для осадкомера марки "Метритейп". На графике дана зависимость между показаниями дифферентометра и фактическим значением дифферента.

3.8. Измерение частоты вращения $n$ выполняют с помощью вращающегося указателя направления вращения вала (или других вращающихся с частотой $n$ деталей) и секундомера марки СДСпр-I с общей шкалой на 30 с и ценой деления 0,I с. Частоту вращения измеряют по времени $t$ с, за которое вал совершает $a$ = 50 оборотов. Измерения проводят $N$ = I2-I5 раз в течение каждого режима испытаний. При абсолютной погрешности $\pm 0{,}2$ с в измерении $t$ и $\pm(0{,}08 - 0{,}12)$ оборота в величине $a$ значение $n$ определяют по формуле

$$n = \frac{3000}{\tilde{t}}\left[1 \pm 0{,}7 \cdot 10^{-3}\sqrt{1 + \left(\frac{53}{\tilde{t}}\right)^2}\ \right], \qquad (3.9)$$

где $\tilde{t} = \frac{1}{N}\sum_{1}^{N} t_i$ .

П р и м е р. Для указанного в п.3.5 примера при измерении получены следующие результаты:

Соответствие между фактическим дифферентом и дифферентом, замеренным по осадкомеру

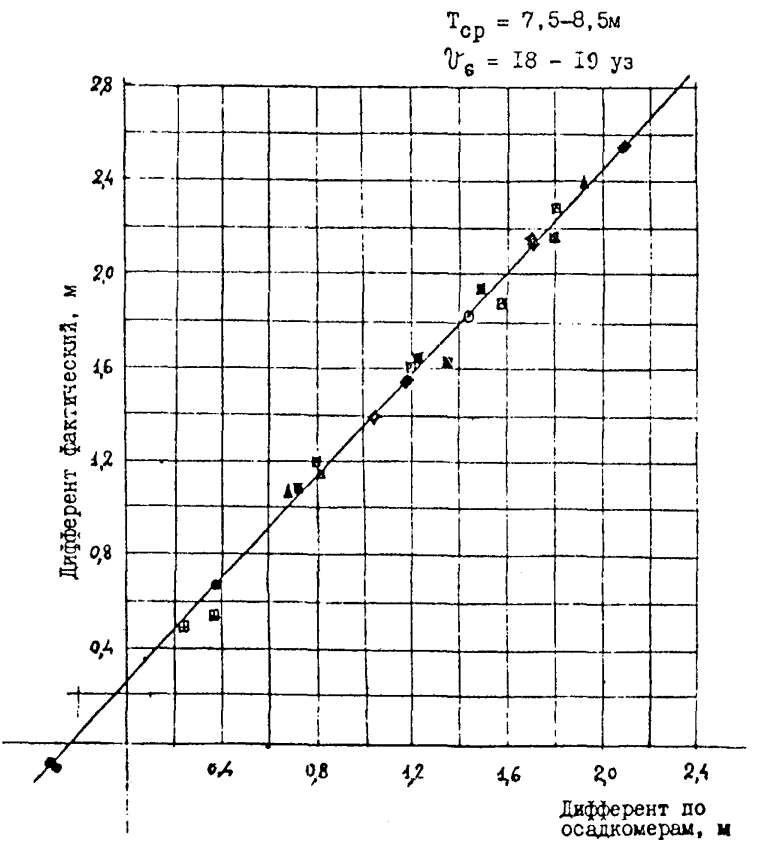



Рис. 4

$$\tilde{t} = 36{,}3 \text{ с}; \quad n = \frac{3000}{36{,}3}\left[1 \pm 0{,}7 \cdot 10^{-3}\sqrt{1 + \frac{53}{36{,}3}^{2}}\right] =$$

$$= 114{,}07 \pm 0{,}18 \text{ об/мин.}$$

Измерение $n$ на испытаниях может быть также выполнено по суммирующему счетчику частоты вращения за время не менее 10 мин. Применение для этой цели штатных судовых тахометров не допускается.

3.9. Перед началом и по окончании испытаний должны быть зафиксированы: район испытаний, глубина моря, состояние поверхности корпуса и гребных винтов (время после очередного докования) и внешние условия: волнение моря (в баллах), скорость и направление ветра.

## 4. ОЦЕНКА ЭКОНОМИИ РАСХОДА ТОПЛИВА

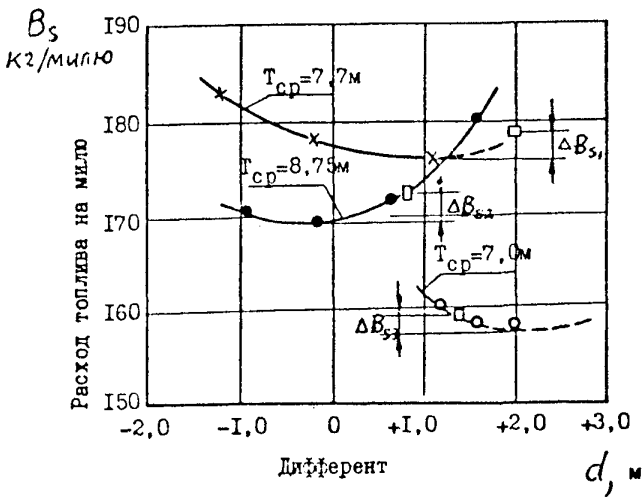
4.1. Эффективность оптимизации дифферента определяется величиной экономии топлива главными двигателями на единицу транспортной продукции судна (в кг/1000 тоннаже-миль).

4.2. Для определения непосредственно экономии топлива по результатам испытаний строится зависимость $B_S$ от дифферента. Значение дифферента, соответствующее минимальному расходу топлива на пройденную милю, сравнивают со среднестатистическим значением дифферента. Среднестатистический дифферент, определяемый по п.1.2.6, наносят на кривую зависимости $B_S$ от дифферента. Разница в расходе топлива на пройденную милю, снимаемая по оси ординат, определяет экономию топлива при оптимизации дифферента.

Пример оценки экономии расхода топлива по данным испытаний т/х "Смоленск" приведен на рис.5.

4.3. При возможности измерения мощности $N_e(N_i)$ главного двигателя на испытаниях или при наличии надежных расчетно-эксплуатационных данных о винтовых и внешних характеристиках двигателя в эксплуатационной области допускается оценивать экономию топлива без непосредственных замеров его расхода. Оценка экономии топлива от оптимизации дифферента в этом случае имеет следующие особенности.

Зависимость расхода топлива на пройденную милю
от дифферента (по данным испытаний т/х "Смоленск")




□ – среднестатистический дифферент

Рис. 5

4.3.1. При определении изменения дифферента в процессе набора скорости судна (п.2.3) регистрируют дополнительно значения положения рейки ТНВД $S$ и частоты вращения $n$. По полученным данным строят зависимость значения $n$ от $S$ при значениях средней осадки судна на испытаниях. Пример такой зависимости для т/х "Художник Пророков" приведен на рис.6.

4.3.2. По значениям мощности главного двигателя во время испытаний либо по расчетно-эксплуатационным данным для условий испытаний строят рабочий участок паспортной диаграммы ходкости судна, представляющей собой зависимость мощности $N_e$ от скорости $V_S$ и положения рейки ТНВД $S$ (с использованием данных по п.4.3.1). Пример диаграммы дан на рис.7. Линии I построены при различных постоянных значениях $n$, об/мин, линии II – при постоянных значениях $S$. Линии 1, 2, 3 – участки винтовых характеристик при различном дифференте для одной и той же средней осадки судна в грузу во время испытаний. Линия $A_e$ – эксплуатационное ограничение мощности.

4.3.3. Значения $n$, соответствующие оптимальному и среднестатистическому дифференту, отмечают на паспортной диаграмме ходкости на одной из линий II, соответствующей зафиксированному на испытаниях значению $S$. В рассматриваемом примере на рис.7 это соответственно точки $A$ и $B$.

4.3.4. Экономия топлива от оптимизации дифферента определяется через снижение потребной мощности главных двигателей при условии сохранения постоянной скорости хода.

4.3.5. Определение экономии топлива указанным способом приведено на рис.7 на примере результатов испытаний т/х "Художник Пророков".

Винтовая характеристика при оптимальном дифференте легче (кривая 3), чем при среднестатистическом (кривая 2). Эффект от оптимизации дифферента определяют переходом от точки $A$ к точке $B$ (области доверительных интервалов отмечены заштрихованными зонами). При этом скорость хода возрастает в данных условиях с 19,2 до 19,4 узла. При сохранении постоянной скорости хода (в данном случае 19,2 уз) в условиях оптимального дифферента можно снизить потребную мощность двигателя, перейдя от $S_1 = 6,7$ (точка $B$) к $S_2 = 6,6$ (точка $A'$ на рис.7). При

Зависимость частоты вращения от положения
топливной рукоятки двигателя
(по данным испытаний т/х "Художник Пророков")

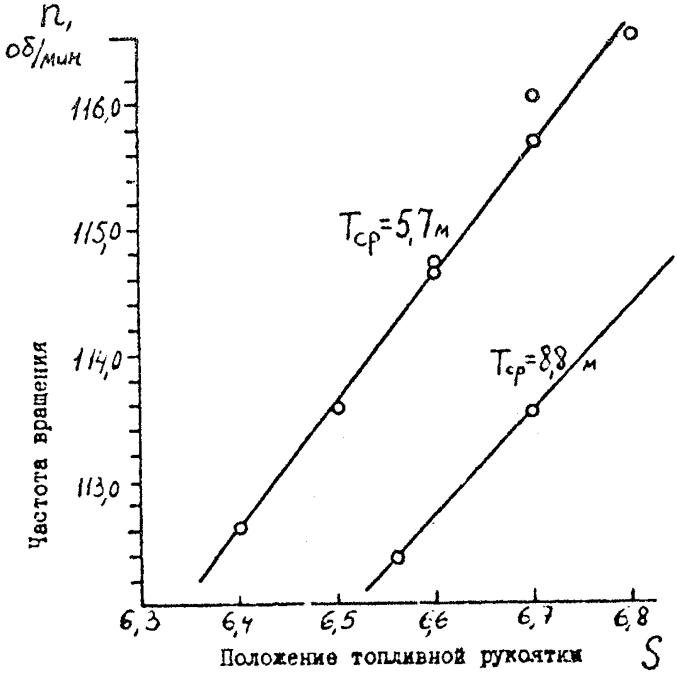
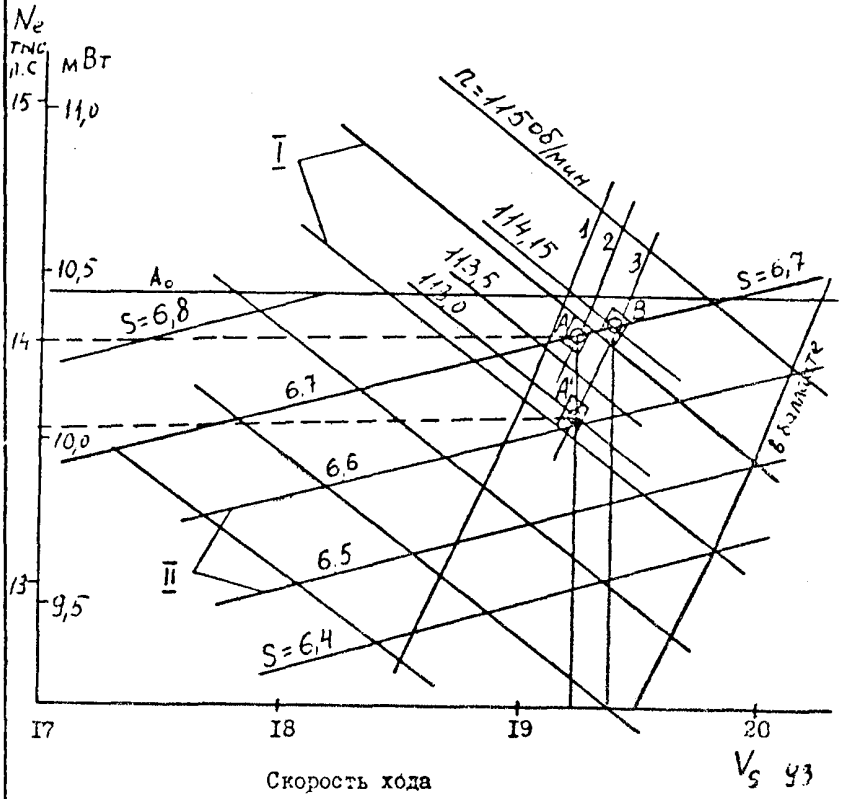



Рис. 6

Совмещенные характеристики т/х "Художник Пророков"




Скорость хода

Точки А и А' – соответствуют потребной мощности двигателя при среднестатистическом (А) и оптимальном (А') дифференте и скорости хода I9,2 узла

Рис. 7

этом экономия мощности составит 250±80 кВт (для данных условий). Отсюда экономия расхода топлива на милю получается порядка 2%.

4.3.6. В случае, если оптимальный дифферент определяют для различных скоростей хода, то экономия топлива может быть оценена путем построения по замеренным параметрам участков винтовых характеристик и определения разности потребной мощности при неоптимальном дифференте по сравнению с оптимальным. На рис.8 в качестве примера приведены участки винтовых характеристик, полученные при испытаниях т/х "Капитан Владимир Труш" для различных скоростей хода и дифферентов. Снижение потребной мощности двигателя при идентичной частоте вращения (например при $n$ = 110 об/мин) и при оптимальном дифференте по сравнению с неоптимальным показано пунктиром.

4.4. Экономическая эффективность оптимизации дифферента с учетом плавания судов с разными осадками при заданной эксплуатационной скорости по одному судну определяют по формуле

$$Э = q\, B_г\, Ц_т \sum_{1}^{p} \frac{\Delta B_{Si}}{B_{Si}^{c}}\, \bar{\tau}_{Ti} \quad \text{руб/год,} \qquad (4.1)$$

где $\Delta B_{Si}$ – разность расходов топлива на пройденную милю при среднестатистическом $B_S^c$ и оптимальном $B_S^{опт}$ дифферентах для какой-либо конкретной осадки, кг/милю;

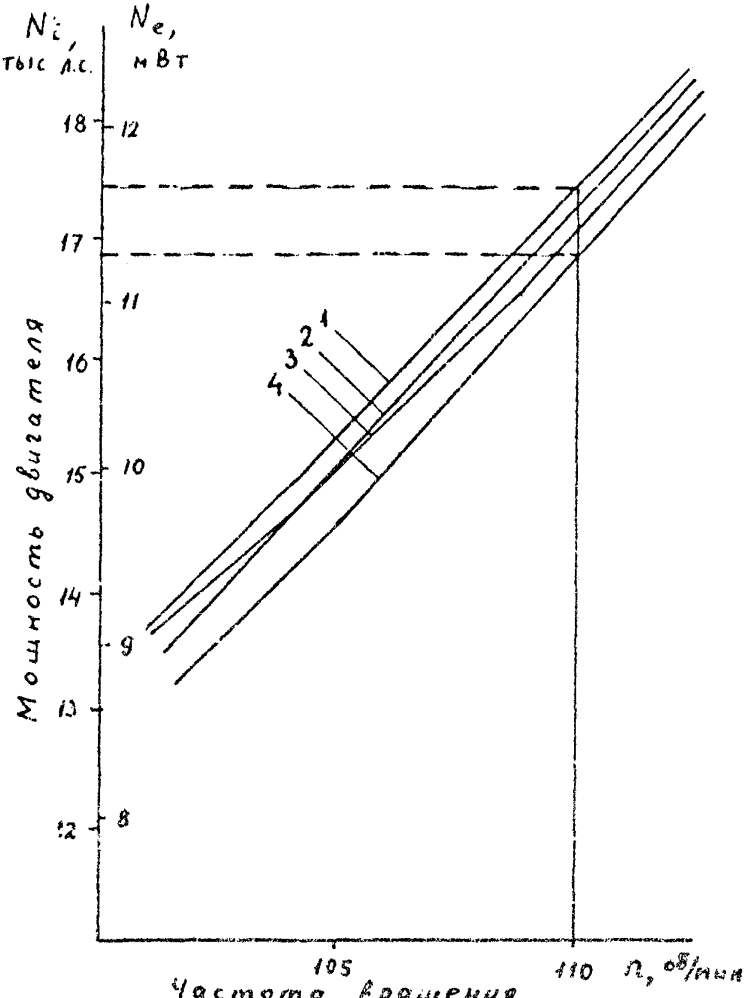
$B_г$ – годовой расход топлива на главный двигатель на испытываемом судне, т/год;

$q$ – коэффициент, характеризующий долю расхода топлива судами, приходящуюся на работу в условиях плавания при волнении не более 4 баллов (для неограниченного района плавания относительное время нахождения судна в этих условиях, а следовательно, и пропорциональная ему доля расхода топлива составляет около 60%), тогда $q$ = 0,6;

$Ц_т$ – средневзвешенная цена используемого топлива, руб/т;

$\bar{\tau}_{Ti}$ – доля времени по отношению к общему бюджету ходового времени, при котором судно имело осадки,

Участки винтовых характеристик при различном дифференте
(по данным испытаний т/х Капитан Владимир Труш")




1. $d = +2{,}1$ м  2. $d = 0$  3. $d = -0{,}75$ м  4. $d = +0{,}95$ м

Рис. 8

соответственно близкие по значениям (±0,15 м) той осадке, для которой получены данные по оптимальному дифференту;

$\rho$ – количество осадок, при которых проведены испытания.

4.5. Экономическую эффективность оптимизации дифферента способом, изложенным в п.4.3, определяют по формуле

$$Э = g_e \cdot \Delta N_e \cdot \bar{\tau} \, Ц_т \cdot 10^{-3} \quad \text{руб/год,} \qquad (4.2)$$

где $g_e$ – удельный эффективный расход топлива на главный двигатель на режиме эксплуатационной мощности, кг/кВт.ч;

$\Delta N_e$ – снижение потребной мощности двигателя при равной скорости хода, кВт;

$\bar{\tau}$ – время эксплуатации судна при осадке, близкой по значению той, при которой проводились испытания, ч.

4.6. При различных осадках судна определение $\Delta N_e$ (п.4.3) производят по формуле

$$\Delta N_e = \sum_{1}^{\rho} \Delta N_{e_i} \, \bar{\tau}_{T_i} \quad , \qquad (4.3)$$

где $\Delta N_{e_i}$ – снижение потребной мощности двигателя от оптимизации дифферента при соответствующем значении осадки, кВт.

4.7. Уточнение нормы расхода топлива в результате оптимизации дифферента производят по формуле

$$N_T' = N_T - \frac{\Delta B_S}{1000\, Q} \quad , \qquad (4.4)$$

где $N_T$ – эксплуатационная норма расхода топлива, кг/1000 тоннаже-миль;

$Q$ – плановая грузоподъемность судна, тонн.

Приложение
Справочное

Примеры оформления технологической карты
по выбору оптимального дифферента судов

УТВЕРЖДАЮ
Начальник Балтийского
морского пароходства
В.И.Харченко
" " _____ 198 г.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ПО ВЫБОРУ
ОПТИМАЛЬНОГО ДИФФЕРЕНТА СУДОВ ТИПА "МАГНИТОГОРСК"

| Эксплуатационные данные | | Рекомендуемое значение стояночного дифферента, $d_{ст}$, м | Соответствующее значение ходового дифферента $d_{хоу}$, м | Эффективность |
|---|---|---|---|---|
| средняя осадка, $T_{ср}$, м | скорость судна, $V_s$, уз | | | |
| | Эксплуатационная скорость 17-19 | | при | Экономия топлива по сравнению со среднестатистическими значениями дифферента; |
| 8,75 | | +(0,3-0,6) | - 0,2+0,1 | 1,3% |
| 7,7 | | +(1,5-1,8) | +(1,0-1,3) | 1,6% |
| 7,0 | | +(2,6-2,9) | +(2,2-2,5) | 1,3% |

Примечание. Дифферент на корму принят положительной величиной; дифферент на нос - отрицательной.

СОГЛАСОВАНО

Зам.директора ЦНИИМФа
по научной работе
С.Н.Дранишин

Главный инженер
Балтийского морского
пароходства
Э.К.Блинов

Руководитель проблемы
зав.сектором топлив и
масел
К.Ф.Большаков

Начальник отдела
теплотехники
О.С.Цветков

УТВЕРЖДАЮ

Начальник _____
морского пароходства

_____

" " 198 г.

# ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ПО ВЫБОРУ ОПТИМАЛЬНОГО ДИФФЕРЕНТА СУДОВ ТИПА "ХУДОЖНИК САРЬЯН"

| Эксплуатационные данные | | Рекомендуемое значение стояночного дифферента, $d_{ст}$, м | Ходовой дифферент, $d_{хсд}$, м | Эффективность |
|---|---|---|---|---|
| средняя осадка, $T_{ср}$, м | скорость судна, $V_s$, уз | | | |
| | Эксплуатационная скорость | 1,4-1,5 м на корму | $d_{хсд} = d_{ст} + k V_s$<br>$k$ = 0,018-0,019 м/уз | Экономия топлива (1,7-2,3)% |
| 8,5-9,0 м | 19,0-19,4 уз | | | |
| 7,5-8,5 м | 18,0-19,0 уз | 1,5-1,6 м на корму | | около 2,0% |

СОГЛАСОВАНО

Зам.директора ЦНИИМФа
по научной работе

С.Н.Дранишын

Руководитель проблемы
зав.сектором топлив и масел

В.Ф.Большаков

Зав.сектором мореходных
качеств руководитель темы

В.Б.Липис

Главный инженер _____
морского пароходства

_____

Начальник отдела теплотехники

_____

## СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ . . . . . I

2. МЕТОДИКА ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОГО ДИФФЕРЕНТА . . . . . 2

3. ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ ПО ВЫБОРУ ОПТИМАЛЬНОГО ДИФФЕРЕНТА . . . . . 9

4. ОЦЕНКА ЭКОНОМИИ РАСХОДА ТОПЛИВА . . . . . I4

Приложение. Примеры оформления технологической карты по выбору оптимального дифферента судов. . 22

gost.e-ecolog.ru

Тип.БМП Зак.85 Тир.1000 13.01.86