МИНИСТЕРСТВО МОРСКОГО ФЛОТА

МЕТОДИКА

ВЫБОРА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ГЛАВНЫХ СУДОВЫХ ДИЗЕЛЕЙ С УЧЕТОМ ХАРАКТЕРИСТИК ГРЕБНОГО ВИНТА И УСЛОВИЙ ПЛАВАНИЯ

РД 31.21.32—84

МОСКВА·В/О «МОРТЕХИНФОРМРЕКЛАМА»
1985

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО МОРСКОГО ФЛОТА

МЕТОДИКА

ВЫБОРА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ГЛАВНЫХ СУДОВЫХ ДИЗЕЛЕЙ С УЧЕТОМ ХАРАКТЕРИСТИК ГРЕБНОГО ВИНТА И УСЛОВИЙ ПЛАВАНИЯ

РД 31.21.32—84

МОСКВА В/О «МОРТЕХИНФОРМРЕКЛАМА»
1985

Методика выбора эксплуатационных режимов работы главных судовых дизелей с учетом характеристик гребного винта и условий плавания. РД 31.21.32—84. — М.: В/О «Мортехинформреклама», 1985. — 16 с.

Разработан Центральным ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательским институтом морского флота.

Заместитель директора по научной работе — д-р техн. наук *С. Н. Дранцын*

Руководитель разработки и исполнитель — канд. техн. наук *А. Н. Неелов*

Утвержден В/О «Мортехсудоремпром»

Председатель — *В. М. Первов*

Методика выбора эксплуатационных режимов работы главных судовых дизелей с учетом характеристик гребного винта и условий плавания

РД 31.21.32—84

Отв. за выпуск А. Н. Неелов

Редактор Э. А. Андреева

Технический редактор Л. П. Бушева

Корректор О. Л. Лизина

Сдано в набор 29.11.84 г. Подписано в печать 22.03.85 г. Формат изд. 60×90/16. Бум. мн. апп. Гарнитура литературная. Печать высокая. Печ. л. 1,0. Уч.-изд. л. 0,78. Тираж 2580. Изд. № 1962/5-В. Заказ тип. № 1064. Бесплатно

В/О «Мортехинформреклама»

125080, Москва, Волоколамское шоссе, 14

Типография «Моряк», Одесса, ул. Ленина, 26

МИНИСТЕРСТВО
МОРСКОГО ФЛОТА
В/О «МОРТЕХСУДОРЕМПРОМ»
30.03.84 г.
№ МТ-31-15/1470

**ГЛАВНЫМ
ИНЖЕНЕРАМ
ПАРОХОДСТВ**

**О ВВЕДЕНИИ В ДЕЙСТВИЕ
РД 31.21.32—84**

В/О «Мортехсудоремпром» утверждена 21.03.84 г. разработанная ЦНИИморского флота «Методика выбора эксплуатационных режимов работы главных судовых дизелей с учетом характеристик гребного винта и условий плавания» РД 31.21.32—84.

Предлагаю:

1. Ввести в действие с 01.07.85 г. «Методику...» РД 31.21.32—84.

2. Считать утратившим силу с 01.07.85 г. РД 31.21.79—67 «Временная инструкция по назначению режимов работы главных дизелей типа «Зульцер» и «Бурмейстер и Вайн» на серийных судах в конкретных условиях плавания».

3. Организовать изучение «Методики...» РД 31.21.32—84 специалистами служб судового хозяйства (технических служб) пароходств и судовыми механиками с целью использования рекомендаций документа в практической деятельности.

Заместитель председателя *Ю. П. Бабий*

Методика выбора эксплуатационных режимов работы главных судовых дизелей с учетом характеристик гребного винта и условий плавания

РД 31.21.32—84

Взамен РД 31.21.79—67

Директивным письмом В/О «Мортехсудоремпром» от 30.03.84 г. № МТ-31-15/1470 срок введения в действие установлен с 1 июля 1985 г.

Настоящий руководящий документ (РД) определяет общие методические принципы выбора эксплуатационных режимов работы главных судовых дизелей, а также устанавливает ограничительные характеристики дизелей в зависимости от типа системы наддува и давления наддува. Изложенные в РД методические положения и ограничительные характеристики рекомендуется применять при назначении и контроле режимов работы дизелей судовыми механиками в условиях плавания, а также при разработке судовладельцами дополнений к инструкциям по эксплуатации двигателей.

1. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

1.1. Режим работы дизеля определяется крутящим моментом, который он развивает, частотой вращения вала и условиями эксплуатации. Возможность работы дизеля на том или ином режиме зависит от его характеристик и характеристики потребителя мощности — гребного винта.

1.2. Область режимов совместной работы главного судового дизеля и винта фиксированного шага иллюстрируется рис. 1.

1.2.1. Характеристики дизеля на рис. 1 представлены линиями:

линия 1—2 — частичная внешняя характеристика — определяет крутящий момент $M_д$, который дизель может развивать при постоянном положении топливорегулирующего органа, в зависимости от частоты вращения вала n;

линия 1—3 — регуляторная характеристика — определяет изменение крутящего момента в зависимости от частоты вращения, когда в действие вступает регулятор, воздействующий на рейки топливных насосов. Наклон этой характеристики зависит от свойств регулятора;

линия 1—4 — скоростная ограничительная характеристика — определяет верхнюю границу допустимых в эксплуатации режимов работы дизеля. Необходимо иметь в виду, что ограничительная характеристика не присуща органически самому дизелю, а является лишь инструментом для контроля нагрузки. В случае выхода нагрузки за пределы ограничительной характеристики следует предпринимать действия, направленные на изменение цикловой подачи топлива или характеристики потребите-

ля энергии, чтобы ввести дизель в область допустимых режимов работы.

1.2.2. Характеристика гребного винта, под которой в данном РД понимается зависимость потребляемого винтом крутящего момента $M_в$ от частоты вращения, определяется конструктивными элементами винта и эксплуатационными факторами: осадкой судна,

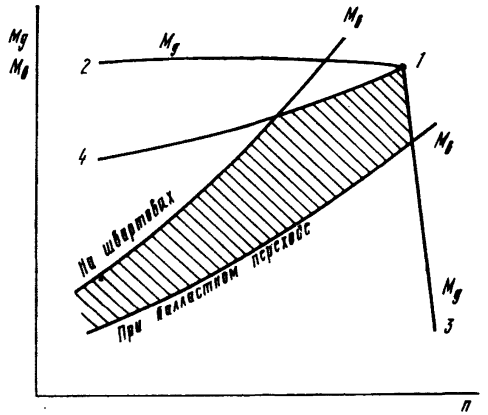


Рис. 1. Характеристики судового дизеля и гребного винта фиксированного шага

глубиной под килем, степенью обрастания корпуса судна и винта, метеорологическими условиями и др. На рис. 1 показан возможный диапазон изменения характеристики винта в эксплуатации: левая кривая соответствует нулевой скорости судна (на швартовах), правая кривая — плаванию судна в балласте с чистым корпусом и при попутном ветре.

1.2.3. Область режимов работы дизеля в эксплуатации очерчивается характеристиками дизеля и диапазоном изменения характеристики гребного винта. С учетом налагаемых ограничений на нагрузку дизеля область допустимых режимов работы соответствует заштрихованной на рис. 1.

1.3. Современные форсированные дизели с наддувом имеют то свойство, что работа на пониженной частоте вращения частичной внешней характеристики сопровождается уменьшением давления наддува. Это приводит к снижению весового заряда воздуха в цилиндре, уменьшению коэффициента избытка воздуха для сгорания и, следовательно, к увеличению средней температуры газов во время рабочего хода и свободного выпуска. В результате увеличивается тепловая нагрузка на газовыпускные органы, а в некоторых случаях наблюдается повышение температуры поршня.

При низкой степени наддува работа дизеля на пониженной частоте вращения частичной внешней характеристики сопровождается

ростом максимального давления газов в цилиндре вследствие увеличения времени для подготовки топлива и его сгорания на участке до верхней мертвой точки. Это приводит к увеличению механических нагрузок на детали дизеля. Поэтому, хотя дизель и способен воспринять нагрузку, соответствующую любой точке внешней характеристики, скоростные ограничительные характеристики устанавливаются всегда ниже внешней характеристики.

1.4. При построении скоростных характеристик в качестве параметра нагрузки используются мощность дизеля или развиваемый им крутящий момент. Для практического применения скоростных характеристик удобнее использовать и другие параметры, связанные с мощностью или крутящим моментом определенными соотношениями и в то же время контролируемые в процессе эксплуатации.

Для судовых дизелей в качестве параметра нагрузки могут применяться:

1.4.1. Среднее индикаторное давление p_i, которое прямо пропорционально внутреннему крутящему моменту, развиваемому двигателем. Оно в наибольшей степени характеризует механические и тепловые нагрузки в правильно отрегулированном дизеле, так как непосредственно связано с рабочим процессом в цилиндрах. Однако процедура определения p_i трудоемка и не всегда обеспечена аппаратурными средствами.

1.4.2. Цикловая подача топлива $b_ц$ или пропорциональное ей отношение расхода топлива к частоте вращения дизеля $\frac{G}{n}$. Связь этих параметров со средним индикаторным давлением определяется соотношением

$$b_ц = c\frac{G}{n} = c_1 \frac{p_i g_i}{Q_н},$$

где c, c_1 — постоянные коэффициенты;

g_i — удельный индикаторный расход топлива;

$Q_н$ — теплота сгорания топлива.

Следовательно, если имеется скоростная ограничительная характеристика в координатах p_i—n, то для перехода к ограничительной характеристике в координатах $b_ц$ — n достаточно учесть изменение g_i по результатам стендовых испытаний, а также возможное в условиях эксплуатации изменение теплоты сгорания топлива. Обычно при перестроении характеристики в указанные координаты изменением g_i пренебрегают.

1.4.3. Положение реек топливных насосов (РТН) или указателя нагрузки (УН). Практика показывает, что при использовании в течение рейса одного сорта топлива между средним индикаторным давлением и указанными параметрами поддерживается достаточно точная и устойчивая прямолинейная связь. Однако в процессе длительной эксплуатации эта связь может нарушаться при перемене сорта или партии применяемого топлива, при замене или перерегулировке топливных насосов, а также вследствие износа прецизионных пар насосов и форсунок. Поэтому при использовании в качест-

ве параметра нагрузки УН или РТН следует периодически проверять их соотношение со средним индикаторным давлением или цикловой подачей топлива. Проверка должна выполняться при каждом индицировании дизеля, предусмотренном Правилами технической эксплуатации судовых технических средств (РД 31.21.30—83).

1.5. На параметры рабочего процесса и тепловую напряженность дизеля помимо цикловой подачи топлива и частоты вращения влияют параметры воздуха на входе в двигатель. Повышение температуры, снижение атмосферного давления и повышение относительной влажности приводит к уменьшению массового заряда воздуха в цилиндре и к росту температур рабочего цикла.

Стандартными атмосферными условиями для судовых дизелей являются (ГОСТ 4393—82 и стандарт ISO 3046/1):

температура окружающей среды, К(°С)	300 (27)
барометрическое давление, кПа (мм рт. ст.)	100 (750)
относительная влажность воздуха, %	60

1.6. В практике эксплуатации имеют место случаи, когда характеристика гребного винта изменяется во времени (плавание в канале за ледоколом или свободное плавание во льдах, вход в циркуляцию и выход из нее, плавание на волнении и др.). При выборе способа управления дизелем в таких условиях следует учитывать, что нестационарность режима в меньшей степени влияет на тепловую и механическую напряженность двигателя, если изменение режима происходит за счет изменения частоты вращения при постоянной или мало меняющейся цикловой подаче топлива. Обусловлено это тем, что цикловая подача в наибольшей степени определяет температурное состояние деталей цилиндро-поршневой группы и быстрое ее изменение приводит к заметному искажению температурного поля деталей и к появлению дополнительных термических напряжений.

2. МЕТОДИКА НАЗНАЧЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ГЛАВНОГО СУДОВОГО ДИЗЕЛЯ

2.1. Общие положения

2.1.1. Настоящая Методика применима для дизелей, находящихся в удовлетворительном техническом состоянии и работающих на рекомендованных сортах топлива и масла.

2.1.2. Основной принцип, заложенный в Методику, — обеспечение механических и тепловых нагрузок на детали цилиндропоршневой группы и подшипники двигателя на уровне, не превышающем нагрузок при стандартных условиях заводских испытаний.

2.1.3. Установление режима работы дизеля в соответствии с настоящей Методикой не исключает необходимости контроля рабочих параметров, предельные значения которых оговорены в заводской инструкции по эксплуатации двигателя.

2.1.4. Методика назначения режимов основывается на скоростных ограничительных характеристиках с учетом температуры воздуха на входе в двигатель. Скоростные ограничительные характеристики устанавливаются для длительной (неограниченной во времени) и для кратковременной работы (не более одного часа с оговоренной в заводской инструкции периодичностью).

2.2. Типовой график для назначения режима работы главного судового дизеля

2.2.1. Для назначения режима работы главного дизеля используется график (рис. 2), построенный в относительных координатах «среднее индикаторное давление — частота вращения». Для практического применения график может быть построен с использовани-

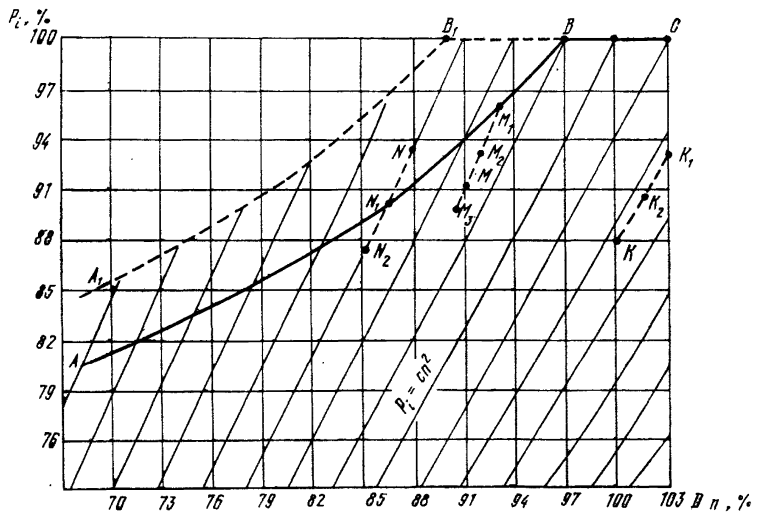


Рис. 2. Типовой график для выбора эксплуатационных режимов работы главного дизеля

ем в качестве координат абсолютных величин p_i и n. По оси ординат могут быть даны дополнительные шкалы для других параметров нагрузки с учетом общих положений, изложенных в п. 1.4.2 и 1.4.3 настоящего РД.

2.2.2. Линии на графике означают:

ABC — скоростная ограничительная характеристика для длительной работы;

A_1B_1BC — скоростная ограничительная характеристика для кратковременной работы;

CD — линия, ограничивающая наибольшую частоту вращения, допустимую при длительной эксплуатации дизеля.

На график нанесена сетка винтовых характеристик $p_i = cn^2$.

Примечание. Рекомендации по выбору скоростных ограничительных характеристик изложены в разд. 3.

2.2.3. Поле, ограниченное линией *ABCD*, графически отображает все возможные режимы, на которых двигатель может работать в эксплуатации без перегрузки, если температура воздуха на входе в дизель не превышает стандартную.

Поле, ограниченное линиями ABB_1A_1, графически отображает режимы, допустимые для кратковременной работы.

2.2.4. Порядок и последовательность использования графика (см. рис. 2) для назначения режима работы дизеля показаны на примерах.

Пример 1. После выхода из порта двигатель введен в предполагаемый длительный режим $n=91$ и произведено его индицирование. В результате получено среднее индикаторное давление $p_i=91$ (здесь и далее в примерах значения n и p_i приведены в процентах от номинальных значений). На график (см. рис. 2) наносится точка M с координатами $n=91$ и $p_i=91$.

Положение точки M на графике определяет характеристику винта $p_i = cn^2$, соответствующую конкретным условиям плавания. Передвигаясь от точки M вдоль линии $p_i=cn^2$ до пересечения с линией AB, находим предельный допустимый режим длительной работы дизеля (точка M_1 с координатами $n=92{,}8$ и $p_i=95{,}5$).

Учитывая возможность изменения режима вследствие изменения внешних условий (направление и сила ветра, глубина под килем и т. д.), рекомендуется при окончательном выборе режима иметь запас по частоте вращения и среднему индикаторному давлению относительно ограничительной характеристики в размере 1—3%. В результате выбираем режим M_2 с координатами $n=92$ и $p_i=93$.

Необходимо периодически контролировать режим, лучше всего по указателю нагрузки или по положению реек топливных насосов (см. п. 1.4.3), и при изменении условий плавания корректировать его.

Пример 2. После длительной стоянки в тропическом порту в результате индицирования определен режим N ($n=88$, $p_i=93$). В этом случае необходимо снизить нагрузку по крайней мере до $p_i=90$ и $n=86{,}6$ (точка N_1). Рекомендуется установить режим, соответствующий точке N_2.

Пример 3. При плавании в балласте в результате индицирования определился режим K ($n=100$, $p_i=88$). Максимальная допустимая нагрузка в этом случае определяется максимальной допустимой частотой вращения (точка K_1). Рекомендуется установить режим K_2, имея запас по частоте вращения около 1,5%

2.3. Учет температуры наружного воздуха при назначении режима работы главного судового дизеля

2.3.1. Увеличение температуры воздуха на входе в двигатель ведет к уменьшению массового заряда воздуха в цилиндре и непосредственно связано с увеличением температуры выпускных газов. Поэтому в качестве ограничивающего параметра в тропических условиях плавания принимается температура выпускных газов.

2.3.2. Ввиду того, что температура выпускных газов по цилиндрам дизеля с импульсной системой наддува может значительно различаться, предпочтительно при наличии средств измерения использовать в качестве ограничивающего параметра температуру газов перед турбиной, которая в большей мере отражает среднемассовую температуру.

2.3.3. В качестве ограничивающего значения температуры газов должно приниматься значение, указанное в инструкциях завода—изготовителя дизеля. При превышении предельного значения температуры нагрузка дизеля должна быть соответственно снижена.

2.3.4. При отсутствии в инструкциях указаний по предельной температуре выпускных газов рекомендуется снижать нагрузку дизеля на 3—4% относительно ограничительной характеристики (разд. 2.2) на каждые 10°С превышения температуры воздуха над стандартной (27°С).Так, для первого примера, изложенного в п. 2.2.4, при температуре воздуха на входе в двигатель 37°С рекомендованный режим соответствует точке M_3 ($n=90{,}4$; $p_i=89{,}6$).

2.4. Особенности назначения режима работы главного дизеля с винтом фиксированного шага в ледовых условиях плавания

2.4.1. Режим работы главного дизеля при плавании судна во льдах отличается следующими особенностями:

возможность сравнительно медленного изменения характеристики гребного винта вследствие изменения ледового сопротивления движению судна. Крайними случаями являются швартовная характеристика винта (нулевая скорость судна) и характеристика винта, соответствующая ходу на чистой воде;

возможность кратковременного увеличения момента на винте вследствие взаимодействия лопастей гребного винта со льдом.

2.4.2. При следовании прямым курсом в канале за ледоколом или при самостоятельном плавании в ровном льду режим работы дизеля должен располагаться внутри поля режимов, допустимых для длительной работы (рис. 3, зона *A*).

2.4.3. При прохождении поворотов канала, при сжатии льдов, при форсировании ледовых перемычек допускается кратковременная работа дизеля в зоне *B* (см. рис. 3). Длительность непрерывной работы в этой зоне не должна превышать 1 ч.

2.4.4. Работа дизеля за пределами зоны *B* (зона *C* на рис. 3) допускается не более 5 мин в случае угрозы заклинивания судна.

Если в течение указанного времени нагрузка дизеля не войдет в зону *B* или *A*, необходимо уменьшить цикловую подачу топлива до ввода режима двигателя в одну из этих зон. Во всех случаях цикловая подача топлива не должна превышать номинального значения.

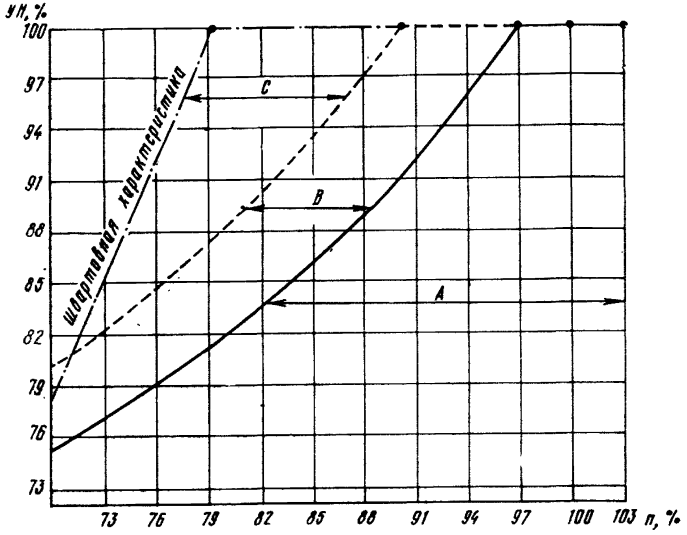


Рис. 3. Зоны режимов судового дизеля в ледовых условиях плавания:
A — длительная работа; *B* — не более 1 ч; *C* — не более 5 мин

2.4.5. Рекомендуемые скоростные ограничительные характеристики для судовых дизелей приведены в разд. 3 настоящей Методики. Для обеспечения своевременного контроля за режимом двигателя в ледовых условиях плавания в качестве параметра нагрузки целесообразно применять положение топливорегулирующего органа.

2.4.6. Выбор скорости движения судна определяется условиями ледового плавания. Однако при наличии альтернативных решений следует принимать во внимание, что наиболее тяжелыми режимами работы дизеля являются режимы вблизи швартовной характеристики гребного винта, т. е. при малой скорости хода судна. Поэтому при прочих равных условиях предпочтительно следовать с повышенной скоростью хода, преодолевая временное увеличение ледового сопротивления за счет инерции судна, а не за счет выхода дизеля на режимы зон *B* и *C*.

2.4.7. Из переходных режимов для двигателя наиболее неблагоприятным является быстрый, т. е. в течение 1—2 мин полный на-

брос нагрузки после остановки и остывания в течение 5—10 мин. Следует избегать таких набросов нагрузки. При заклиненном судне предпочтительнее работать на режиме швартовной характеристики в зоне *А*, чем останавливать двигатель.

Если двигатель был остановлен во льдах на время более 10 мин, рекомендуется до начала маневрирования запустить двигатель и проработать на пониженной нагрузке 5—10 мин.

3. СКОРОСТНЫЕ ОГРАНИЧИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДОВЫХ ДИЗЕЛЕЙ С ГАЗОТУРБИННЫМ НАДДУВОМ

3.1. Приведенные в настоящем разделе скоростные ограничительные характеристики судовых дизелей рекомендуются для применения при отсутствии аналогичных характеристик в заводских инструкциях по эксплуатации двигателя. В тех случаях, когда заводские инструкции в большей степени ограничивают область допустимых в эксплуатации режимов работы, возможность применения рекомендованных в настоящей Методике характеристик подлежит согласованию со службой судового хозяйства или технической службой пароходства.

3.2. Выбор рекомендованной характеристики для конкретного дизеля производится по следующим признакам:

тип системы наддува (система с импульсным или постоянным давлением газов перед турбиной);

давление наддува на номинальном режиме, полученное при стендовых испытаниях дизеля (избыточное);

продолжительность работы на режиме (длительная без ограничения времени или кратковременная работа).

3.3. Все рекомендованные характеристики построены с соблюдением следующих принципов:

3.3.1. Для всех двигателей допускается работа по частичной внешней характеристике, соответствующей номинальному среднему индикаторному давлению (номинальной цикловой подаче топлива), в диапазонах частот вращения:

(0,97 — 1,03) $n_н$ — для длительной работы;

(0,90—0,97) $n_н$ — для кратковременной работы.

Здесь $n_н$ — номинальная частота вращения.

3.3.2. Допускается длительная работа дизеля с частотой вращения, на 3% превышающей номинальную ($n_{max}=1{,}03\ n_н$).

3.3.3. При пониженной частоте вращения допускаемая нагрузка снижается, начиная от 0,97 $n_н$ для длительной работы и от 0,9 $n_н$ для кратковременной. Наклон характеристики в этом диапазоне определяется типом системы наддува и давлением наддува на номинальном режиме.

3.3.4. Значения среднего индикаторного давления и частоты вращения на осях координат графиков и в формулах даны в процентах от номинальных значений. Приводимые значения давления наддува относятся к избыточному давлению.

3.4. Рекомендуемые скоростные ограничительные характеристики дизелей с импульсной системой газотурбинного наддува приве-

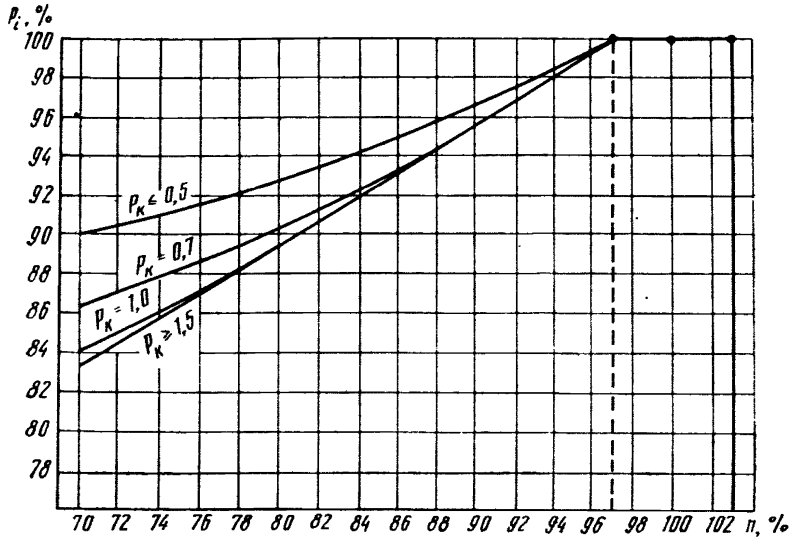


Рис. 4. Скоростные ограничительные характеристики дизелей с импульсной системой наддува (длительная работа)

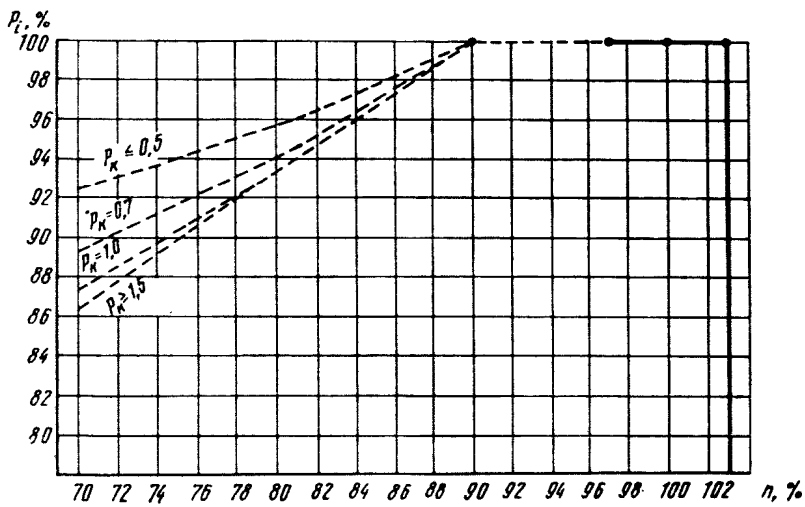


Рис. 5. Скоростные ограничительные характеристики дизелей с импульсной системой наддува (кратковременная работа)

дены на рис. 4 (длительная работа) и рис. 5 (кратковременная работа).

Вид характеристики для промежуточных значений давления наддува находится путем интерполяции.

Наклонные участки характеристик, аппроксимированные линейными уравнениями вида $p_i = a + bn$, приведены в табл. 1 (значения p_i и n выражены в процентах от номинальных значений):

Таблица 1

Давление наддува $p_к$, бары (избыточное)	Длительная работа $n \leqslant 0{,}97\ n_н$	Кратковременная работа $n \leqslant 0{,}9\ n_н$
$\leqslant 0{,}5$	$p_i = 64 + 0{,}37\ n$	$p_i = 67 + 0{,}37\ n$
0,7	$p_i = 51 + 0{,}5\ n$	$p_i = 53 + 0{,}52\ n$
1,0	$p_i = 44 + 0{,}58\ n$	$p_i = 44 + 0{,}62\ n$
$\geqslant 1{,}5$	$p_i = 40 + 0{,}62\ n$	$p_i = 39 + 0{,}68\ n$

3.5. Рекомендуемые скоростные ограничительные характеристики дизелей с системой наддува при постоянном давлении газов перед турбиной приведены на рис. 6 (длительная работа) и рис. 7 (кратковременная работа).

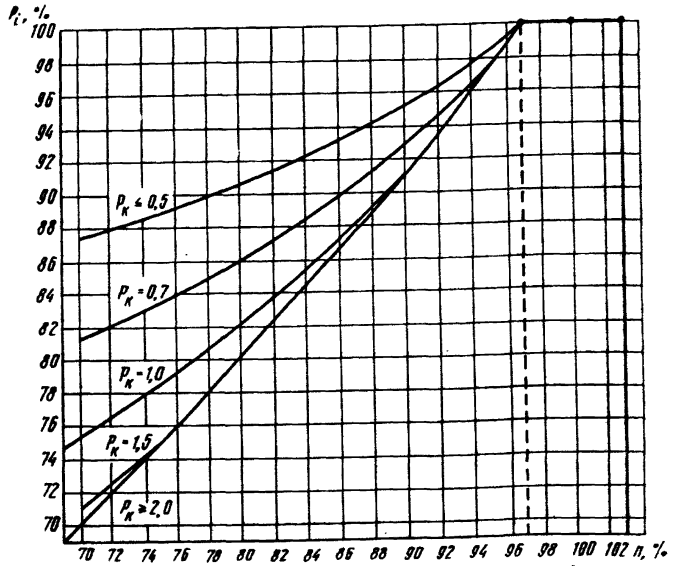


Рис. 6. Скоростные ограничительные характеристики дизелей с системой наддува постоянного давления (длительная работа)

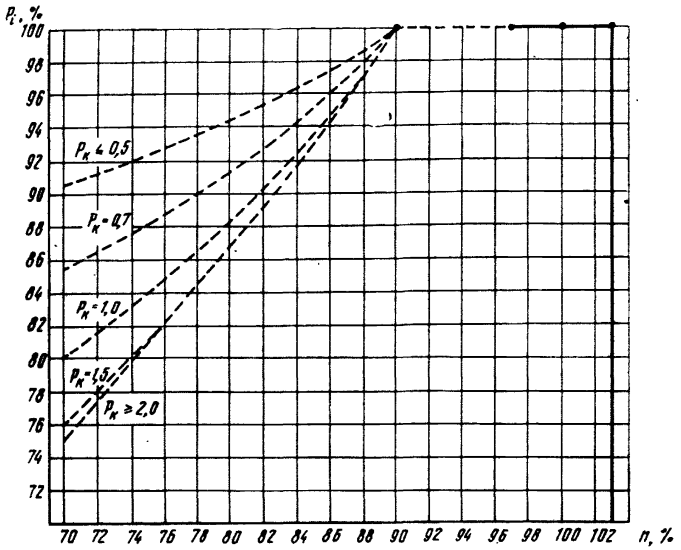


Рис. 7. Скоростные ограничительные характеристики дизелей с импульсной системой наддува постоянного давления (кратковременная работа)

Наклонные участки характеристик, аппроксимированные линейными уравнениями вида $p_i = a + bn$, приведены в табл. 2.

Таблица 2

Давление наддува $p_к$, бары (избыточное)	Длительная работа $n \leqslant 0{,}97\ n_н$	Кратковременная работа $n \leqslant 0{,}9\ n_н$
$\leqslant 0{,}5$	$p_i = 54 + 0{,}47\ n$	$p_i = 58 + 0{,}47\ n$
0,7	$p_i = 32 + 0{,}7\ n$	$p_i = 35 + 0{,}72\ n$
1,0	$p_i = 12 + 0{,}91\ n$	$p_i = 11 + 0{,}99\ n$
1,5	$p_i = -5 + 1{,}08\ n$	$p_i = -8 + 1{,}2\ n$
$\geqslant 2{,}0$	$p_i = -7 + 1{,}1\ n$	$p_i = -10 + 1{,}22\ n$

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие понятия и определения 4
2. Методика назначения эксплуатационных режимов работы главного судового дизеля 7
3. Скоростные ограничительные характеристики судовых дизелей с газотурбинным наддувом 12

gost.e-ecolog.ru