ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ДВИГАТЕЛИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ПОРШНЕВЫЕ

Характеристики

Часть 1. Стандартные исходные условия, объявленные мощность, расходы топлива и смазочного масла

Методы испытаний

Издание официальное

БЗ 9—99/315

ГОССТАНДАРТ РОССИИ
Москва

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН И ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 35 «Дизели судовые, тепловозные и промышленные»

2 ПРИНЯТ И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Госстандарта России от 28 ноября 1999 г. № 374-ст

3 Настоящий стандарт представляет собой аутентичный текст ИСО 3046-1—95 «Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Характеристики. Часть 1. Стандартные исходные условия, объявленные мощность, расходы топлива и смазочного масла. Методы испытаний»

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

© ИПК Издательство стандартов, 2000

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Госстандарта России

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Определения 1
4 Обозначения 3
5 Общие требования 4
6 Стандартные исходные условия 4
7 Вспомогательное оборудование 4
8 Объявление мощности 5
9 Объявление расхода топлива 7
10 Объявление расхода смазочного масла 7
11 Информация, предоставляемая потребителем 7
12 Информация, предоставляемая изготовителем 7
13 Методы приведения мощности и пересчета удельного расхода топлива 9
14 Метод корректировки мощности 10
15 Методы испытаний 12
16 Отчет об испытаниях 12
Приложение А Примеры вспомогательного оборудования, которое может быть установлено на дизеле 13
Приложение Б Таблицы для определения давления водяного пара и коэффициентов: давления сухого воздуха, индикаторной мощности, приведения расхода топлива и приведения мощности 14
Приложение В Примеры приведения мощности и пересчета удельного расхода топлива от стандартных исходных условий или заменяющих исходных условий к местным окружающим условиям 19
Приложение Г Примеры корректировки мощности для нерегулируемых дизелей 20
Приложение Д Пример приведения мощности от местных окружающих условий к окружающим условиям при испытаниях и заменяющим местные окружающие условия для регулируемых дизелей 22

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ДВИГАТЕЛИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ПОРШНЕВЫЕ

Характеристики

Часть 1. Стандартные исходные условия, объявленные мощность, расходы топлива и смазочного масла

Методы испытаний

Reciprocating internal combustion engines. Performance. Part. 1. Standard reference conditions, declarations of power, fuel and lubricating oil consumptions. Test methods

Дата введения 2001—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на судовые, тепловозные и промышленные поршневые двигатели внутреннего сгорания, работающие на жидком топливе (далее — дизели).

Настоящий стандарт определяет стандартные исходные условия, виды объявления мощности, расхода топлива и смазочного масла, методы приведения и корректировки мощности и пересчета удельного расхода топлива, а также методы испытаний дизелей.

Настоящий стандарт не распространяется на дизели, используемые для привода тракторов, сельскохозяйственных машин, автомобилей и самолетов.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 10448—80 Дизели судовые, тепловозные и промышленные. Приемка. Методы испытаний

ГОСТ 16504—81 Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения

3 Определения

В настоящем стандарте применяют следующие термины с соответствующими определениями

зависимое вспомогательное оборудование: Любое оборудование, наличие или отсутствие которого влияет на выходную мощность дизеля;

независимое вспомогательное оборудование: Любое оборудование, для привода в действие которого используют мощность от постороннего источника, а не от дизеля;

существенное вспомогательное оборудование: Любое оборудование, необходимое для продолжения или возобновления работы дизеля;

несущественное вспомогательное оборудование: Любое оборудование, которое является необязательным для продолжения или возобновления работы дизеля;

регулировка дизеля: Физическая процедура настройки дизеля для адаптации его к различным сочетаниям параметров окружающей среды, например перемещение упора подачи топлива, пересогласование турбокомпрессора, изменение угла опережения подачи топлива или другие технические изменения. В таком случае дизель является отрегулированным;

нерегулируемый дизель: Дизель, конструкция которого не допускает физических процедур и настройки для работы в различных условиях;

частота вращения дизеля: Число оборотов коленчатого вала дизеля в единицу времени;

Издание официальное

объявленная частота вращения дизеля: Частота вращения дизеля, соответствующая объявленной мощности.

Примечание — Для некоторых применений дизелей объявленная частота вращения называется номинальной частотой вращения;

объявленная мощность: Мощность, объявленная изготовителем дизеля, которую будет вырабатывать дизель при заданных окружающих условиях.

Примечание — Для некоторых применений дизелей объявленная мощность называется номинальной мощностью;

индикаторная мощность: Общая мощность, развиваемая в рабочих цилиндрах в результате давления рабочего тела, действующего на поршень;

тормозная мощность: Мощность или сумма мощностей, измеренная на валу или валах отбора мощности;

длительная мощность: Мощность, которую дизель может развивать в течение продолжительного времени в период между обычными ремонтами, указанными изготовителем, при заданных частоте вращения и окружающих условиях, при выполнении технического обслуживания, указанного изготовителем;

мощность перегрузки (максимальная мощность): Мощность, которую может развивать дизель с продолжительностью и частотой использования, зависящими от условий его применения, при заданных окружающих условиях, сразу после работы при длительной мощности;

мощность на упоре рейки топливного насоса (полная мощность): Мощность, которую может развивать дизель в течение установленного периода, зависящего от его применения, при заданной частоте вращения и заданных окружающих условиях, при таком ограничении подачи топлива, чтобы не была превышена максимально допустимая мощность;

мощность ИСО: Мощность, определяемая в рабочих условиях на испытательном стенде изготовителя, приведенная (или скорректированная) в соответствии с требованиями изготовителя к стандартным исходным условиям, указанным в 6.1;

стандартная мощность ИСО: Длительная тормозная мощность, объявленная изготовителем, которую может развивать дизель, используя только существенное вспомогательное оборудование, между обычными ремонтами при следующих условиях:

а) при заданной частоте вращения в рабочих условиях на испытательном стенде изготовителя;

б) при объявленной мощности, приведенной (или скорректированной) в соответствии с требованиями изготовителя к стандартным исходным условиям, указанным в 6.1;

в) при соблюдении правил технического обслуживания, указанных изготовителем;

эксплуатационная мощность (расчетная): Мощность, определяемая при окружающих и рабочих условиях применения дизеля;

стандартная эксплуатационная мощность: Длительная полезная тормозная мощность, объявленная изготовителем, которую может развивать дизель, используя только существенное вспомогательное оборудование, между обычными ремонтами при следующих условиях:

а) при заданной частоте вращения, окружающих и рабочих условиях применения дизеля;

б) при объявленной мощности, приведенной (или скорректированной) в соответствии с требованиями изготовителя к заданным окружающим и рабочим условиям применения дизеля;

в) при соблюдении правил технического обслуживания, указанных изготовителем;

приведение мощности: Методика расчета, позволяющая значение мощности, измеренное при одних условиях окружающей среды, изменять так, чтобы показать ожидаемое значение мощности при других условиях окружающей среды при сохранении приблизительно постоянными термических и (или) механических нагрузок в критических узлах дизеля;

корректировка мощности: Методика расчета, позволяющая значение мощности, измеренное при одних условиях окружающей среды, изменять так, чтобы показать ожидаемое значение мощности при других рабочих или стандартных исходных условиях без какой-либо регулировки дизеля. В этом случае мощность и другие характеристики дизеля могут изменяться как функции от условий окружающей среды;

нагрузка: Общий термин для обозначения «мощности» или «крутящего момента», используемый для дизелей, приводящих в действие оборудование, и обычно соответствующий объявленной мощности или крутящему моменту.

Примечание — Термин «нагрузка» является физически неоднозначным и его необходимо избегать. Для количественных целей взамен термина «нагрузка» должны быть использованы термины «мощность» или «крутящий момент» с указанием частоты вращения;

расход топлива: Количество топлива, расходуемого дизелем в единицу времени при заданных мощности и окружающих условиях;

удельный расход топлива: Расход топлива на единицу мощности в единицу времени;

удельный расход топлива ИСО: Удельный расход топлива при стандартной мощности ИСО;

подача топлива: Дозированный объем (масса) топлива, подаваемого системой впрыска в течение одного рабочего цикла;

удельная подача топлива: Дозированный объем (масса) топлива, подаваемого системой впрыска в течение одного рабочего цикла на литр рабочего объема дизеля;

расход смазочного масла: Количество смазочного масла, расходуемого дизелем в единицу времени;

приемо-сдаточные испытания: По ГОСТ 16504;

периодические испытания: По ГОСТ 16504;

специальные испытания: По ГОСТ 16504.

4 Обозначения

В настоящем стандарте применяют следующие обозначения:

a — коэффициент влажности;

b_r — удельный расход топлива при стандартных исходных условиях, г/(кВт·ч);

b_x — удельный расход топлива при местных окружающих атмосферных условиях, г/(кВт·ч);

b_y — удельный расход топлива при окружающих атмосферных условиях во время испытаний, г/(кВт·ч);

f_a — атмосферный коэффициент;

f_m — коэффициент дизеля (характерный параметр для дизеля каждого типа);

k — коэффициент индикаторной мощности;

m — показатель степени отношения давлений сухого воздуха или отношение полных барометрических давлений;

n — показатель степени отношения температур окружающего воздуха;

p_r — стандартное исходное полное барометрическое давление, кПа;

p_{ra} — заменяющее исходное полное барометрическое давление, кПа;

p_{sr} — давление насыщения водяного пара при стандартных исходных условиях, кПа;

p_{sx} — давление насыщения водяного пара при местных окружающих атмосферных условиях, кПа;

p_{sy} — давление насыщения водяного пара при испытаниях, кПа;

p_x — полное барометрическое давление при местных окружающих атмосферных условиях, кПа;

p_y — полное барометрическое давление при испытаниях, кПа;

P_r — тормозная мощность при стандартных исходных условиях, кВт;

P_{ra} — тормозная мощность при заменяющих исходных условиях, кВт;

P_x — тормозная мощность при местных исходных условиях, кВт;

P_y — тормозная мощность при испытаниях, кВт;

q — удельная подача топлива на литр рабочего объема дизеля за цикл, мг/(цикл·л);

q_c — удельная подача топлива на литр подаваемого в цилиндры воздуха для сгорания за цикл, мг/(цикл·л);

r — степень повышения давления (отношение абсолютных давлений воздуха на выходе из компрессора и входе в компрессор);

r_r — степень повышения давления при стандартных исходных условиях;

$r_{r,\,max}$ — максимально возможная степень повышения давления при стандартных исходных условиях;

s — показатель степени отношения абсолютных температур воздуха в охладителе;

t_{cr} — стандартная исходная температура охладителя наддувочного воздуха, °С;

t_{cx} — температура охладителя наддувочного воздуха при местных окружающих условиях, °С;

t_r — стандартная исходная температура окружающего воздуха, °С;

t_x — температура окружающего воздуха при местных условиях, °С;

T_{cr} — стандартная исходная абсолютная температура охлажденного воздуха, К;

$T_{сга}$ — заменяющая исходная абсолютная температура охлажденного воздуха, К;
$T_г$ — стандартная исходная абсолютная температура окружающего воздуха, К;
$T_{га}$ — заменяющая исходная абсолютная температура окружающего воздуха, К;
$T_х$ — абсолютная температура окружающего воздуха при местных условиях, К;
$T_{сх}$ — температура охладителя наддувочного воздуха при местных условиях, К;
$T_у$ — абсолютная температура окружающего воздуха при испытаниях, К;
α — коэффициент приведения мощности;
α_c — коэффициент корректировки мощности;
β — коэффициент пересчета расхода топлива;
η_m — механический коэффициент полезного действия (КПД);
$\varphi_г$ — стандартная исходная относительная влажность воздуха, %;
$\varphi_х$ — относительная влажность воздуха при местных условиях, %;
$\varphi_у$ — относительная влажность воздуха при испытаниях, %.

В настоящем стандарте применяют следующие сокращения для обозначений:

a — атмосферный;
c — { дизель, охладитель, корректированный;
m — механический;
max — максимальный;
r — стандартные исходные условия;
ra — заменяющие исходные условия;
s — насыщенный;
x — местные условия;
y — условия при испытаниях.

5 Общие требования

5.1 Настоящий стандарт определяет стандартные исходные условия работы, объявленные значения мощности, расходов топлива и смазочного масла, а также методы испытаний дизелей.

5.2 Дизели, используемые на судах и установках, расположенных в открытом море, строящиеся на класс Морского Регистра судоходства или Речного Регистра Российской Федерации (далее — Регистр), должны также отвечать требованиям этих организаций. Соответствующее классификационное общество должно быть заявлено потребителем до размещения заказа.

5.3 Дополнительные требования для дизелей, на которые не распространяются Правила Регистра, определяют по согласованию между изготовителем и потребителем и (или) инспектирующими и (или) законодательными организациями, указанными потребителем до размещения заказа.

6 Стандартные исходные условия

6.1 Для определения мощности и расхода топлива дизелей принимают следующие стандартные исходные условия:

- полное барометрическое давление $p_г$ = 100 кПа;
- температура воздуха $T_г$ = 298 К ($t_г$ = 25 °С);
- относительная влажность воздуха $\varphi_г$ = 30 %;
- температура воздуха после охладителя $T_{сг}$ = 298 К ($t_{сг}$ = 25 °С).

Относительная влажность воздуха 30 % при температуре 298 К (25 °С) соответствует давлению водяного пара 1 кПа. Соответствующее барометрическое давление сухого воздуха составляет 99 кПа.

7 Вспомогательное оборудование

Для точного указания условий определения мощности следует перечислить вспомогательное оборудование, влияющее на выходную мощность дизеля и необходимое для продолжения или возобновления его работы.

Агрегаты, установленные на дизеле, без которых он ни при каких обстоятельствах не может работать при объявленной мощности, считают компонентами дизеля и не рассматривают в качестве вспомогательного оборудования.

Примечание — Такие агрегаты, как топливный насос, турбокомпрессор и охладитель наддувочного воздуха, являются компонентами дизеля.

Примеры вспомогательного оборудования, которое может быть установлено на дизеле, приведены в приложении А.

8 Объявление мощности

8.1 Объявление мощности требуется для:

а) объявления изготовителем мощности, которую будет развивать дизель при заданных условиях;

б) проверки путем измерения объявленной мощности дизеля при тех же условиях или после соответствующего соглашения при измененных условиях.

8.2 При объявлении мощности дизеля должны быть указаны следующие условия:

а) вид объявления мощности (стандартная или эксплуатационная мощность) и, при необходимости, окружающие и рабочие условия;

б) вид применения мощности [(длительная мощность с мощностью перегрузки (максимальной мощностью) и(или) мощность на упоре топливной рейки (полная мощность)];

в) вид мощности (индикаторная или тормозная мощность);

г) объявленная частота вращения.

Способы обозначения мощности дизеля в соответствии с перечислениями *а, б* и *в* приведены на рисунке 1. Термины, используемые в указанных перечислениях, можно комбинировать, например: длительная тормозная мощность на упоре топливной рейки.

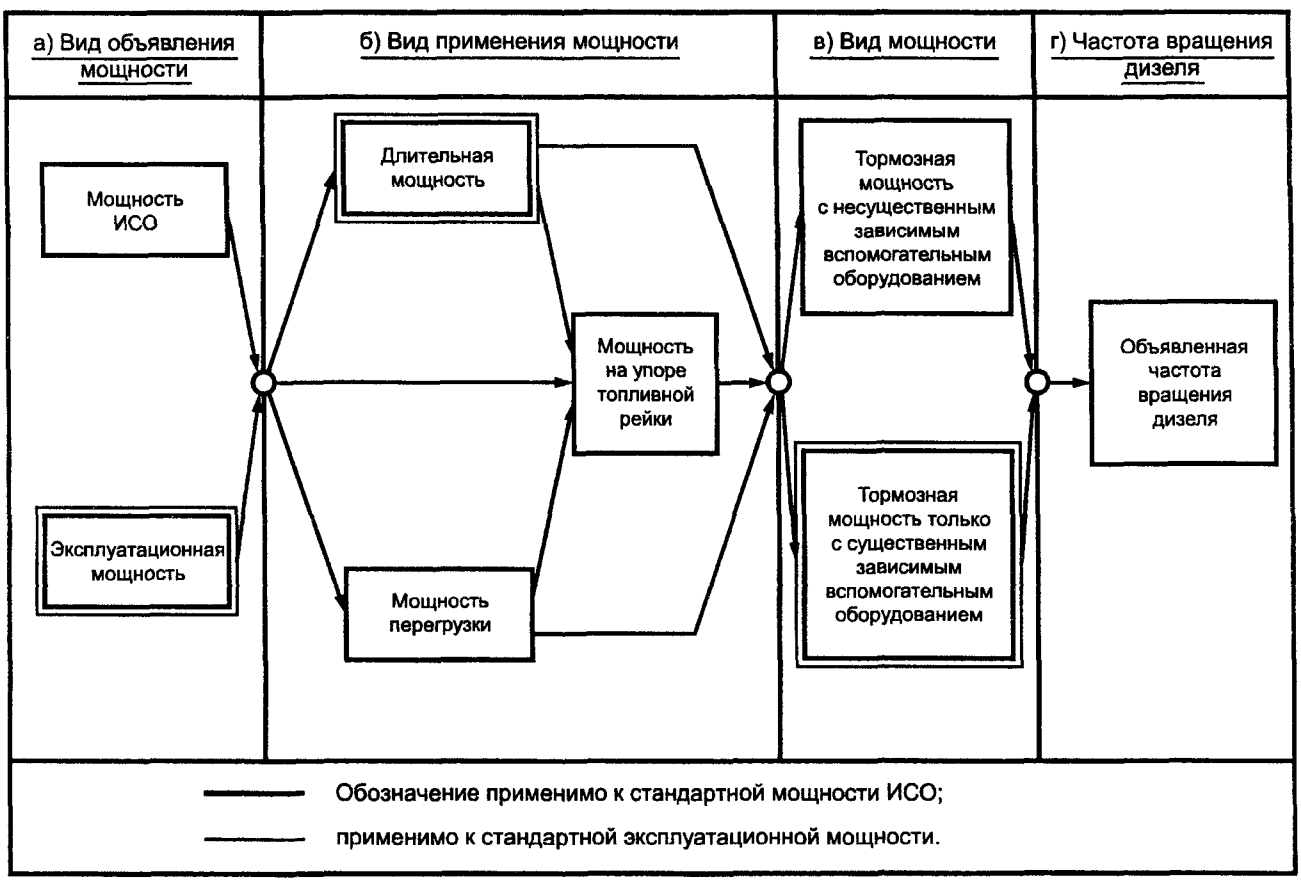


Рисунок 1 — Диаграмма, показывающая способы обозначения мощности

8.3 В зависимости от назначения дизеля и условий его изготовления реально полученная мощность может колебаться в пределах допуска на объявленную мощность. Наличие такого допуска и его значение должны быть указаны изготовителем.

8.4 Для дизелей с отбором мощности с помощью вала (валов) любая мощность, устанавливаемая настоящим стандартом, пропорциональна среднему расчетному или измеренному крутящему моменту и средней частоте вращения вала (валов), передающего этот крутящий момент.

Для дизелей, отдающих мощность иным способом, чем с вала (валов), должна быть ссылка на соответствующий стандарт, распространяющийся на установки такого рода.

8.5 При объявлении мощности дизеля со встроенной передачей должна быть указана частота вращения вала отбора мощности при объявленной частоте вращения дизеля.

8.6 Виды мощности:

а) индикаторная мощность;

б) тормозная мощность.

8.6.1 Любое объявление тормозной мощности, кроме стандартной мощности ИСО и эксплуатационной мощности, должно сопровождаться следующим перечнем вспомогательного оборудования:

а) существенное зависимое вспомогательное оборудование;

б) существенное независимое вспомогательное оборудование;

в) несущественное зависимое вспомогательное оборудование.

Мощность, потребляемая вспомогательным оборудованием, указанным в перечислениях *б* и *в*, может быть значительной. В этом случае потребляемая этим оборудованием мощность должна быть объявлена.

8.7 Виды применения мощности:

а) длительная мощность;

б) мощность перегрузки (максимальная мощность);

в) мощность на упоре топливной рейки (полная мощность).

8.7.1 Продолжительность и частота использования допустимой мощности перегрузки зависят от условий применения дизеля. При этом упор рейки топливного насоса дизеля должен быть установлен в положение, позволяющее дизелю развивать мощность перегрузки. Мощность перегрузки должна быть выражена в процентах длительной мощности, а также должны быть указаны допустимые продолжительность и периодичность ее использования и соответствующая частота вращения дизеля.

Если нет иного указания, принято допускать мощность перегрузки 110 % длительной мощности при частоте вращения, соответствующей применению дизеля, суммарной продолжительностью 1 ч с перерывами или без них в течение 12 ч работы. Этот период также применяют к некоторым мощностям с перегрузкой более 110 % длительной мощности.

Мощность главных судовых дизелей обычно ограничивается длительной мощностью, поэтому мощность перегрузки не может быть использована при эксплуатации. При специальном использовании главные судовые дизели могут развивать мощность перегрузки в эксплуатации.

8.8 Виды объявления мощности:

а) мощность ИСО;

б) эксплуатационная мощность.

8.8.1 Для установления эксплуатационной мощности дизеля следует учитывать:

а) окружающие условия или любые номинальные окружающие условия, соответствующие специальным требованиям инспектирующих и (или) законодательных органов, и(или) классификационных обществ, установленных потребителем.

Например, в соответствии с правилами Международной ассоциации классификационных обществ (МАКО) для главных и вспомогательных судовых поршневых двигателей внутреннего сгорания установлены следующие номинальные окружающие условия:

- полное барометрическое давление p_x = 100 кПа;
- температура воздуха T_x = 318 К (t_x = 45 °С);
- относительная влажность воздуха φ_x = 60 %;
- температура морской или забортной воды (на входе в охладитель наддувочного воздуха) T_{cx} = 305 К (t_{cx} = 32 °С);

б) нормальный режим работы;

в) ожидаемый период работы между ремонтами;

г) характер и объем требуемого обслуживания;

д) всю информацию о работе дизеля в эксплуатации.

9 Объявление расхода топлива

9.1 Количество жидкого топлива должно быть указано в единицах массы (кг) или единицах энергии (Дж).

9.2 Объявленный удельный расход топлива считают удельным расходом топлива ИСО, если нет иного указания изготовителя.

9.3 Любой объявленный удельный расход топлива дизеля, работающего на жидком топливе, выраженный в единицах массы, должен быть приведен к низшей теплотворной способности топлива 42700 кДж/кг.

9.4 Удельный расход топлива дизеля следует объявлять:

а) при стандартной мощности ИСО;

б) при любой другой объявленной мощности и заданной частоте вращения дизеля, соответствующих его конкретному применению (если требуется, по специальному соглашению).

Можно указывать удельный расход топлива с допуском плюс 5 % для объявленной мощности.

10 Объявление расхода смазочного масла

10.1 Расход смазочного масла выражают в литрах или килограммах за час работы дизеля при объявленных мощности и частоте вращения дизеля.

10.2 Расход масла следует объявлять для дизеля, прошедшего установленную обкатку.

10.3 Масло, сливаемое во время замены масла в дизеле, не учитывают в объявленном расходе масла.

10.4 Вид применяемого смазочного масла должен быть указан.

11 Информация, предоставляемая потребителем

11.1 Потребитель должен предоставлять следующую информацию:

а) назначение и требуемую мощность дизеля, а также относящиеся к этому особенности;

б) ожидаемые частоту и продолжительность требуемых мощностей и соответствующие частоты вращения дизеля (предпочтительно в виде нагрузочной кривой);

в) местные условия:

- барометрическое давление (максимальное и минимальное), если данных о давлении нет, то указывают высоту над уровнем моря (далее — высота);
- среднемесячная минимальная и максимальная температура воздуха в наиболее жаркий и наиболее холодный месяцы года;
- максимальная и минимальная температуры воздуха, окружающего дизель;
- относительная влажность воздуха (или давление водяного пара, или температура влажного и сухого термометра), как правило, при максимальной окружающей температуре воздуха на месте установки дизеля;
- максимальная и минимальная температуры охлаждающей воды;

г) спецификацию и указание о низшей теплотворной способности возможных к применению видов топлива;

д) необходимость соответствия дизеля требованиям какого-либо классификационного общества или специальным требованиям;

е) характеристики существенного вспомогательного оборудования, поставляемого потребителем;

ж) любую другую информацию относительно специального применения дизеля.

12 Информация, предоставляемая изготовителем

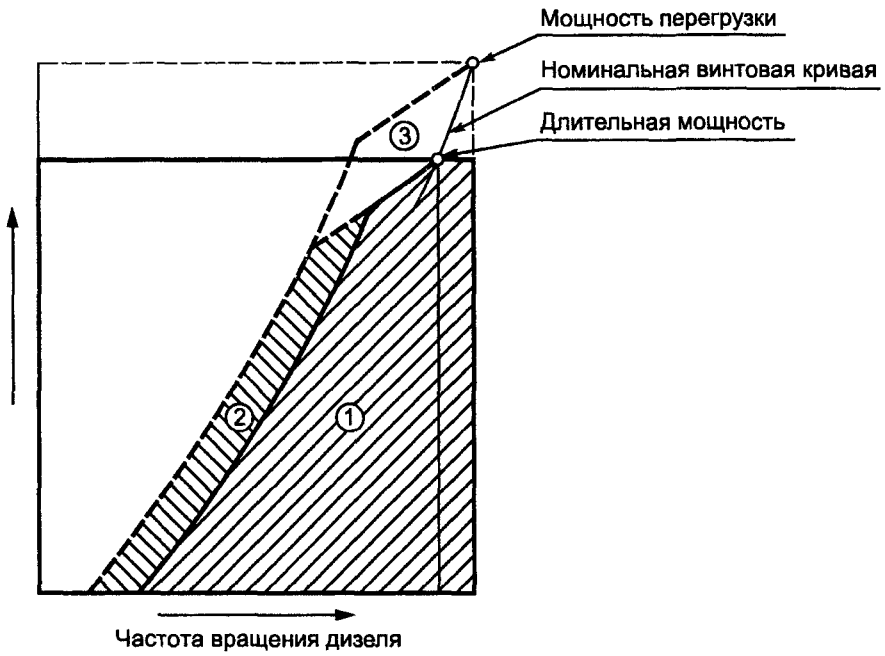
12.1 Изготовитель дизеля должен предоставлять следующую информацию:

а) объявленные мощности и их допустимые отклонения;

б) соответствующие частоты вращения дизеля.

Для некоторых применений дизелей, работающих с переменной частотой, обычной практикой является предоставление диаграммы мощность — частота вращения, охватывающей диапазон мощности, в котором дизель может работать как продолжительное, так и короткое время.

Типичный пример диаграммы для главного судового двигателя с винтом фиксированного шага приведен на рисунке 2. Для разработки такой диаграммы потребитель должен предоставить необходимую информацию в соответствии с 11.1;



1 — область длительной мощности; *2* — область прерывистой работы; *3* — область работы с кратковременной перегрузкой для некоторых применений дизелей

Рисунок 2 — Диаграмма «мощность — частота вращения»

в) направление вращения;

г) число и расположение цилиндров;

д) является ли дизель двух- или четырехтактным, без наддува, с механическим наддувом или турбонаддувом, с охлаждением наддувочного воздуха или без него;

е) количество воздуха, необходимое для работы дизеля, в частности для:

- сгорания и продувки;
- охлаждения и вентиляции;

ж) способ пуска, поставляемое и дополнительно необходимое оборудование;

з) тип и сорт рекомендуемого смазочного масла;

и) тип регулировки и наклон регуляторной характеристики, если требуется; при работе с переменной частотой вращения — диапазон рабочей частоты вращения и частоту вращения холостого хода. При необходимости должна быть указана критическая частота вращения;

к) способ охлаждения и емкость системы охлаждения с указанием скорости циркуляции охлаждающей жидкостей;

л) возможность установки трубопровода для отвода нагретого воздуха (только для дизелей с воздушным охлаждением);

м) график периодического осмотра и ремонта;

н) спецификации и значения низшей теплотворной способности рекомендуемых видов топлива;

о) температуру подаваемого в дизель топлива и(или) вязкость;

п) максимально допустимое противодавление в системе выпуска и максимально допустимое разрежение на впуске;

р) характеристики существенного зависимого вспомогательного оборудования, поставляемого изготовителем;

с) любую другую информацию относительно специального применения дизеля.

13 Методы приведения мощности и пересчета удельного расхода топлива

13.1 Изготовитель дизеля должен указать, до какой степени условия испытаний или окружающие условия могут отличаться от стандартных исходных условий без регулировки мощности и пересчета удельного расхода топлива.

13.2 Методы, указанные в настоящем стандарте, следует применять для расчетов:

- ожидаемых мощности и удельного расхода топлива при окружающих условиях по известным значениям для стандартных исходных условий;
- соответствия значений мощности и удельного расхода топлива, полученных при окружающих дизель условиях во время испытаний, объявленным значениям.

13.3 Приведение мощности к окружающим условиям

13.3.1 Если требуется, чтобы дизель работал при условиях, отличных от стандартных исходных условий, указанных в 6.1, и чтобы выходная мощность была приведена к (или от) стандартным исходным условиям, то должны быть использованы следующие формулы, если другие методы не установлены изготовителем:

$$P_x = \alpha P_r, \tag{1}$$

где коэффициент приведения мощности α определяют по формуле

$$\alpha = k - 0{,}7(1 - k)\left(\frac{1}{\eta_m} - 1\right), \tag{2}$$

где коэффициент индикаторной мощности

$$k = \left(\frac{p_x - \alpha \varphi_x p_{sx}}{p_r - \alpha \varphi_r p_{sr}}\right)^m \left(\frac{T_r}{T_x}\right)^n \left(\frac{T_{cr}}{T_{cx}}\right)^s. \tag{3}$$

Примеры приведения мощности даны в приложениях В, Г и Д.

13.3.2 Если у дизеля с турбонаддувом значения частоты вращения турбокомпрессора, температуры газа на входе в турбину турбокомпрессора и максимального давления сгорания при объявленной мощности и стандартных исходных условиях не достигают предельных значений, то изготовитель может объявить заменяющие их исходные условия, к которым или от которых должна быть приведена мощность.

В этом случае

$$P_x = \alpha P_{ra}. \tag{4}$$

Формулы (5) и (6) следует использовать вместо формулы (3).

При замене коэффициента давления сухого воздуха в формуле (3) на коэффициент полного барометрического давления коэффициент индикаторной мощности определяют как:

$$k = \left(\frac{p_x}{p_{ra}}\right)^m \left(\frac{T_{ra}}{T_x}\right)^n \left(\frac{T_{cra}}{T_{cx}}\right)^s, \tag{5}$$

где заменяющее исходное полное барометрическое давление

$$p_{ra} = p_r \cdot \left(\frac{r_r}{r_{r,max}}\right). \tag{6}$$

Значения коэффициента a и показателей степени m, n и s — по таблице 1.

Таблица 1 — Значения коэффициента и показателей степени, используемых при приведении мощности

Тип двигателя	Условия		Обозначение условия	Коэффициент	Показатель степени		
				a	*m*	*n*	*s*
Дизели и двигатели двойного топлива	Без турбонаддува	Мощность, ограниченная избытком воздуха	A	1	1	0,75	0
		Мощность, ограниченная тепловым фактором	B	0	1	1	0
	С турбонаддувом без охлаждения наддувочного воздуха	Мало- и среднеоборотные четырехтактные дизели	C	0	0,7	2	0
	С турбонаддувом с охлаждением наддувочного воздуха		D	0	0,7	1,2	1

Определение давления водяного пара и коэффициентов: давления сухого воздуха, индикаторной мощности, приведения расхода топлива и приведения мощности — по таблицам Б.1—Б.5.

13.3.3 Если условия испытаний или местные окружающие условия более благоприятные, чем стандартные исходные условия или заменяющие исходные условия, то объявленная мощность при испытаниях или местных окружающих условиях может быть ограничена изготовителем объявленной мощностью при стандартных исходных условиях или заменяющих исходных условиях.

13.3.4 Если относительная влажность воздуха неизвестна, то для условий А по таблице 1 в формулах принимают ее значение, равное 30 %.

Во всех остальных случаях приведение мощности не зависит от относительной влажности воздуха ($\alpha = 0$).

13.3.5 Значение механического КПД должно быть указано изготовителем дизеля. При отсутствии какого-либо указания принимают $\eta_m = 0{,}80$.

13.3.6 При объявлении стандартной мощности ИСО изготовитель дизеля должен указать, какое из обозначений условия по таблице 1 является применимым для данного дизеля.

13.4 Если дизель должен работать при окружающих условиях при испытаниях или на месте установки, отличных от стандартных исходных условий, указанных в 6.1, удельный расход топлива будет отличаться от объявленного при стандартных исходных условиях и должен быть приведен к (или от) стандартным исходным условиям.

Пересчет расхода топлива к окружающим условиям при испытаниях или к местным окружающим условиям для регулируемых дизелей проводят с использованием нижеследующих формул, если изготовитель не указывает других методов:

$$b_x = \beta b_r, \tag{7}$$

где $\beta = \frac{k}{\alpha}$. (8)

14 Метод корректировки мощности

14.1 Метод корректировки мощности следует применять для определения расчетным способом мощности, приведенной к стандартным исходным условиям, указанным в 6.1, от мощности, измеренной (определенной) при окружающих условиях при испытаниях.

Для приведения мощности измеренную (определенную) мощность вычисляют путем умножения на коэффициент корректировки мощности по формуле

$$P_r = \alpha_c \times P_y. \tag{9}$$

Примеры, показывающие, как коэффициенты корректировки применяют во время испытаний конкретного дизеля, приведены в приложении Г.

14.2 Коэффициент корректировки мощности α_c для дизелей с нерегулируемой подачей топлива рассчитывают по формуле

$$\alpha_c = (f_a)^{f_m}. \tag{10}$$

Формула (10) применима только, если значение коэффициента корректировки α_c находится между 0,9 и 1,1, значение температуры окружающего воздуха на входе в дизель составляет $T_r \pm 15$ K ($t_r \pm 15$ °C) и барометрического давления сухого воздуха — от 80 до 110 кПа. Если эти пределы превышены, то должно быть указано полученное значение корректировки, а в отчете об испытаниях должны быть точно установлены окружающие условия при испытаниях (температура и давление).

14.2.1 Атмосферный коэффициент показывает влияние окружающих условий (давление, температура и влажность) на наполнение цилиндров дизеля воздухом. Атмосферный коэффициент, зависящий от типа дизеля, рассчитывают по следующим формулам:

а) для дизелей без наддува и с механическим наддувом:

$$f_a = \left(\frac{p_r - \varphi_r p_{sr}}{p_y - \varphi_y p_{sy}}\right)\left(\frac{T_y}{T_r}\right)^{0,7}; \quad (11)$$

б) для дизелей с турбонаддувом без охлаждения наддувочного воздуха или с охлаждением наддувочного воздуха в воздухо-воздушном охладителе:

$$f_a = \left(\frac{p_r - \varphi_r p_{sr}}{p_y - \varphi_y p_{sy}}\right)^{0,7}\left(\frac{T_y}{T_r}\right)^{1,2}; \quad (12)$$

в) для дизелей с турбонаддувом с охлаждением наддувочного воздуха в водовоздушном охладителе:

$$f_a = \left(\frac{p_r - \varphi_r p_{sr}}{p_y - \varphi_y p_{sy}}\right)^{0,7}\left(\frac{T_y}{T_r}\right)^{0,7}. \quad (13)$$

14.2.2 Коэффициент дизеля f_m зависит от типа дизеля и коэффициента избытка воздуха, используемого для сгорания, соответствующего установленной подаче топлива.

Коэффициент дизеля f_m есть функция от корректируемой удельной подачи топлива q_c, как следует из соотношения

$$f_m = 0,036 q_c - 1,14, \quad (14)$$

где $q_c = \frac{q}{r_r}$. (15)

Для двухступенчатого турбонаддува r_r есть суммарная степень повышения давления ($r_r = 1$ для дизелей без наддува).

Формула (14) применима для диапазона $37,2 \le q_c \le 65$ в миллиграммах на цикл на литр воздуха, используемого для сгорания.

Для значений q_c менее 37,2 должно быть принято постоянное значение f_m, равное 0,2. Для значений q_c более 65 должно быть принято значение f_m, равное 1,2 (рисунок 3).

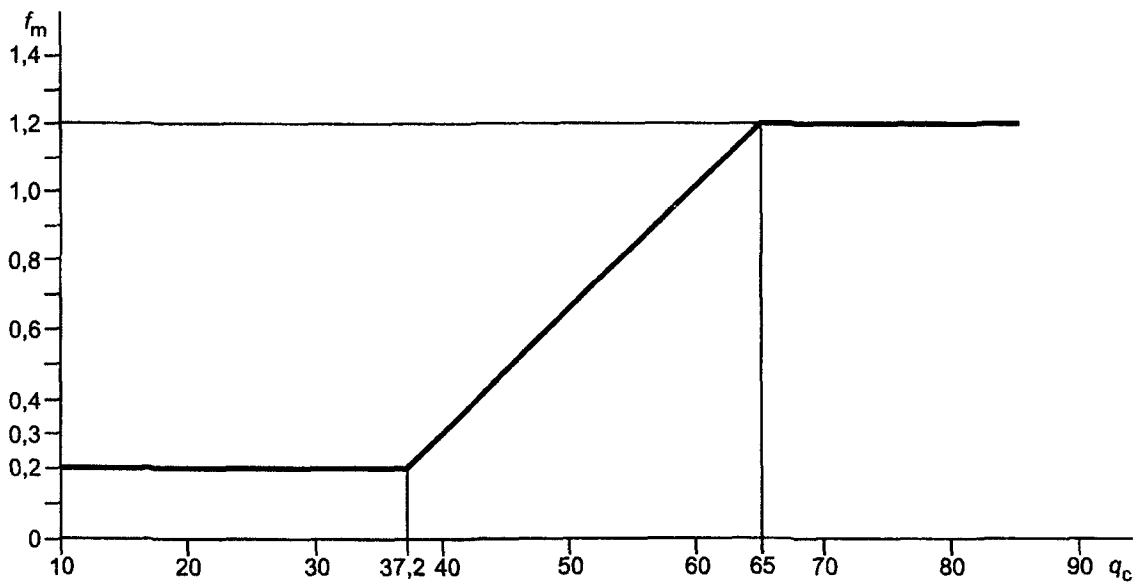


Рисунок 3 — Коэффициент дизеля f_m как функция приведенной удельной цикловой подачи топлива q_c

14.3 Для дизелей других типов коэффициент корректировки мощности должен быть принят равным 1, если плотность окружающего воздуха не отличается более чем на ±2 % от плотности при стандартных исходных условиях. Если плотность окружающего воздуха превышает эти пределы, то корректировку не применяют, но условия испытаний должны быть установлены в отчете об испытаниях.

15 Методы испытаний

Методы испытаний дизелей — в соответствии с требованиями ГОСТ 10448.

16 Отчет об испытаниях

16.1 Изготовитель должен представить отчет об испытаниях.

Отчет о приемо-сдаточных испытаниях представляют, как правило, для дизелей групп 3, 4 и 5 в соответствии с ГОСТ 10448.

Отчет о периодических испытаниях представляют для дизелей всех групп.

16.2 Отчет об испытаниях должен содержать паспорт дизеля, а также следующие сведения об испытаниях:

а) дату, место, цель испытания и наименование инспектирующей организации;

б) виды топлива и смазочного масла, применяемых при испытаниях.

Если используют топливо в соответствии с требованиями стандарта, то свойства его, при необходимости, проверяют только по согласованию между изготовителем и потребителем. При отсутствии стандарта на используемое топливо свойства и состав его должны быть установлены по согласованию между изготовителем и потребителем.

Низшая теплотворная способность топлива и метод ее определения должны быть приведены;

в) зависимое вспомогательное оборудование и стендовое оборудование, обслуживающее дизель;

г) таблицу измеренных при испытаниях параметров;

д) параметры, рассчитанные при испытаниях;

е) результаты функциональных проверок;

ж) результаты дополнительных и специальных испытаний, если требуется.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

Примеры вспомогательного оборудования, которое может быть установлено на дизеле

Эти перечни, приведенные только для целей руководства, не являются исчерпывающими.

А.1 Перечень F — Существенное зависимое вспомогательное оборудование:

а) приводимый от дизеля нагнетательный масляный насос;

б) приводимый от дизеля откачивающий масляный насос для дизелей с сухим картером;

в) приводимый от дизеля насос охлаждающей воды;

г) приводимый от дизеля насос забортной воды;

д) приводимый от дизеля вентилятор для охлаждения радиатора;

е) приводимый от дизеля вентилятор для охлаждения дизеля (для дизелей с воздушным охлаждением);

ж) приводимый от дизеля компрессор газового топлива;

з) приводимый от дизеля топливоподкачивающий насос;

и) приводимый от дизеля топливный насос для обычной или сервовпрыскивающей системы;

к) приводимый от дизеля продувочный компрессор и(или) компрессор наддувочного воздуха;

л) приводимый от дизеля генератор, воздушный компрессор или гидравлический насос для подачи энергии на оборудование, указанное в перечне G;

м) приводимый от дизеля насос для смазки цилиндров;

н) воздушный фильтр или глушитель шума (обычный или специальный);

о) глушитель шума выпуска (обычный или специальный).

А.2 Перечень G — Существенное независимое вспомогательное оборудование:

а) автономный нагнетательный масляный насос;

б) автономный откачивающий масляный насос для дизелей с сухим картером;

в) автономный насос охлаждающей воды;

г) автономный насос забортной воды;

д) автономный вентилятор для охлаждения радиатора;

е) автономный вентилятор для охлаждения дизеля (для дизелей с воздушным охлаждением);

ж) автономный компрессор газового топлива;

з) автономный топливоподкачивающий насос;

и) автономный топливный насос для обычной или сервовпрыскивающей системы;

к) автономный продувочный компрессор и(или) компрессор наддувочного воздуха;

л) автономный вытяжной вентилятор картера;

м) автономный насос для смазки цилиндров;

н) система регулирования или управления, приводимая от внешнего источника.

А.3 Перечень Н — Несущественное зависимое вспомогательное оборудование:

а) приводимый от дизеля пусковой воздушный компрессор;

б) приводимый от дизеля генератор, воздушный компрессор или гидравлический насос для подачи энергии на оборудование, не указанное в перечне G;

в) приводимый от дизеля откачивающий насос;

г) приводимый от дизеля пожарный насос;

д) приводимый от дизеля вентилятор;

е) приводимый от дизеля топливоперекачивающий насос;

ж) встроенный в дизель упорный подшипник.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(рекомендуемое)

Таблицы для определения давления водяного пара и коэффициентов: давления сухого воздуха, индикаторной мощности, приведения расхода топлива и приведения мощности

Б.1 Определение давления водяного пара

В таблице Б.1 указаны значения давления водяного пара ($\varphi_x p_{sx}$), кПа, для различных температур воздуха t_x, °С, и относительной влажности воздуха φ_x.

Таблица Б.1 — Значения давления водяного пара

t_x	$\varphi_x p_{sx}$, кПа								
	φ_x								
°С	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2
−10	0,30	0,27	0,24	0,21	0,18	0,15	0,12	0,09	0,06
−9	0,33	0,29	0,26	0,23	0,20	0,16	0,13	0,10	0,07
−8	0,35	0,32	0,28	0,25	0,21	0,18	0,14	0,11	0,07
−7	0,38	0,34	0,30	0,27	0,23	0,19	0,15	0,11	0,08
−6	0,41	0,36	0,32	0,28	0,24	0,20	0,16	0,12	0,08
−5	0,43	0,39	0,35	0,30	0,26	0,22	0,17	0,13	0,09
−4	0,46	0,41	0,37	0,32	0,28	0,23	0,18	0,14	0,09
−3	0,49	0,44	0,39	0,34	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
−2	0,53	0,47	0,42	0,37	0,32	0,26	0,21	0,16	0,10
−1	0,56	0,50	0,45	0,39	0,34	0,28	0,22	0,17	0,11
0	0,60	0,54	0,48	0,42	0,36	0,30	0,24	0,18	0,12
1	0,64	0,58	0,51	0,45	0,39	0,32	0,26	0,19	0,13
2	0,69	0,62	0,55	0,48	0,41	0,34	0,28	0,21	0,14
3	0,74	0,66	0,59	0,52	0,44	0,37	0,30	0,22	0,15
4	0,79	0,71	0,63	0,55	0,47	0,40	0,32	0,24	0,16
5	0,85	0,76	0,68	0,59	0,51	0,42	0,34	0,25	0,17
6	0,91	0,82	0,73	0,64	0,55	0,46	0,36	0,27	0,18
7	0,98	0,88	0,78	0,68	0,59	0,49	0,39	0,29	0,20
8	1,05	0,94	0,84	0,73	0,63	0,52	0,42	0,31	0,21
9	1,12	1,01	0,90	0,78	0,67	0,56	0,45	0,34	0,22
10	1,20	1,08	0,96	0,84	0,72	0,60	0,48	0,36	0,24
11	1,28	1,16	1,03	0,90	0,77	0,64	0,51	0,39	0,26
12	1,37	1,24	1,10	0,96	0,82	0,69	0,55	0,41	0,27
13	1,47	1,32	1,17	1,03	0,88	0,73	0,59	0,44	0,29
14	1,57	1,41	1,25	1,10	0,94	0,78	0,63	0,47	0,31
15	1,67	1,51	1,34	1,17	1,00	0,84	0,67	0,50	0,33
16	1,79	1,61	1,43	1,25	1,07	0,89	0,71	0,54	0,36
17	1,90	1,71	1,52	1,33	1,14	0,95	0,76	0,57	0,38
18	2,03	1,83	1,62	1,42	1,22	1,01	0,81	0,61	0,41
19	2,16	1,94	1,73	1,51	1,30	1,08	0,86	0,65	0,43
20	2,30	2,07	1,84	1,61	1,38	1,15	0,92	0,69	0,46
21	2,45	2,20	1,96	1,71	1,47	1,22	0,98	0,73	0,49
22	2,60	2,34	2,08	1,82	1,56	1,30	1,04	0,78	0,52
23	2,77	2,49	2,21	1,94	1,66	1,38	1,11	0,83	0,55
24	2,94	2,65	2,35	2,06	1,76	1,47	1,18	0,88	0,59
25	3,12	2,81	2,50	2,19	1,87	1,56	1,25	0,94	0,62
26	3,32	2,98	2,65	2,32	1,99	1,66	1,33	0,99	0,66
27	3,52	3,17	2,82	2,46	2,11	1,76	1,41	1,06	0,70
28	3,73	3,36	2,99	2,61	2,24	1,87	1,49	1,12	0,75
29	3,96	3,56	3,17	2,77	2,38	1,98	1,58	1,19	0,79
30	4,20	3,78	3,36	2,94	2,52	2,10	1,68	1,26	0,84
31	4,45	4,01	3,56	3,12	2,67	2,23	1,78	1,34	0,89
32	4,72	4,25	3,78	3,30	2,83	2,36	1,89	1,42	0,94
33	5,00	4,50	4,00	3,50	3,00	2,50	2,00	1,50	1,00
34	5,29	4,76	4,24	3,71	3,18	2,65	2,12	1,59	1,06
35	5,60	5,04	4,48	3,92	3,36	2,80	2,24	1,68	1,12
36	5,93	5,34	4,74	4,15	3,56	2,97	2,37	1,78	1,19
37	6,27	5,64	5,02	4,39	3,76	3,14	2,51	1,88	1,25

Окончание таблицы Б.1

t_x	$\varphi_x p_{sx}$, кПа								
	φ_x								
°С	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2
38	6,63	5,97	5,30	4,64	3,98	3,32	2,65	1,99	1,33
39	7,01	6,31	5,61	4,90	4,20	3,50	2,80	2,10	1,40
40	7,40	6,66	5,92	5,18	4,44	3,70	2,96	2,22	1,48
41	7,81	7,03	6,25	5,47	4,69	3,91	3,12	2,34	1,56
42	8,24	7,42	6,59	5,77	4,94	4,12	3,30	2,47	1,65
43	8,69	7,82	6,95	6,08	5,21	4,34	3,47	2,61	1,74
44	9,15	8,24	7,32	6,41	5,49	4,58	3,66	2,75	1,83
45	9,63	8,67	7,71	6,74	5,78	4,82	3,85	2,89	1,93
46	10,13	9,12	8,11	7,09	6,08	5,07	4,05	3,04	2,03
47	10,65	9,58	8,52	7,45	6,39	5,33	4,26	3,20	2,13
48	11,18	10,07	8,95	7,83	6,71	5,59	4,47	3,36	2,24
49	11,73	10,56	9,39	8,21	7,04	5,87	4,69	3,52	2,35
50	12,30	11,07	9,84	8,61	7,38	6,15	4,92	3,69	2,46

Б.2 Определение коэффициента давления сухого воздуха

Значения коэффициента давления сухого воздуха $\frac{p_x - \alpha \varphi_x p_{sx}}{p_r - \alpha \varphi_r p_{sr}}$, входящего в формулу (3), указаны в таблице Б.2 применительно к формулам с условиями А (см. таблицу 1) при $\alpha = 1$ и для различных значений полного барометрического давления p_x и давления водяного пара $\varphi_x p_{sx}$. Если значение давления водяного пара неизвестно, то оно может быть определено исходя из значений температуры воздуха и относительной влажности воздуха при использовании таблицы Б.1.

Таблица Б.2 — Значения коэффициента давления сухого воздуха

Высота, м	Полное барометрическое давление p_x, кПа	$\frac{p_x - \alpha \varphi_x p_{sx}}{p_r - \alpha \varphi_r p_{sr}}$													
		$\varphi_x p_{sx}$, кПа													
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0	101,3	1,02	1,03	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89
100	100,0	1,01	1,00	0,98	0,97	0,96	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88	0,87
200	98,9	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88	0,87	0,86
400	96,7	0,97	0,96	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84
600	94,4	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,82
800	92,1	0,93	0,92	0,91	0,90	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,82	0,81	0,80	0,79
1000	89,9	0,90	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,82	0,81	0,80	0,79	0,78	0,77
1200	87,7	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,82	0,81	0,80	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75
1400	85,6	0,86	0,85	0,84	0,83	0,82	0,81	0,80	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	0,74	0,73
1600	83,5	0,84	0,83	0,82	0,81	0,80	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	0,74	0,73	0,72	0,71
1800	81,5	0,82	0,81	0,80	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	0,74	0,73	0,72	0,71	0,70	0,69
2000	79,5	0,80	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	0,74	0,73	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68	0,67
2200	77,6	0,78	0,77	0,76	0,75	0,74	0,73	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68	0,67	0,66	0,65
2400	75,6	0,76	0,75	0,74	0,73	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68	0,67	0,66	0,65	0,64	0,63
2600	73,7	0,74	0,73	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68	0,67	0,66	0,65	0,64	0,63	0,62	0,61
2800	71,9	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68	0,67	0,66	0,65	0,64	0,63	0,62	0,61	0,60	0,59
3000	70,1	0,70	0,69	0,68	0,67	0,66	0,65	0,64	0,63	0,62	0,61	0,60	0,59	0,58	0,57
3200	68,4	0,69	0,68	0,67	0,66	0,65	0,64	0,63	0,62	0,61	0,60	0,58	0,57	0,56	0,55
3400	66,7	0,67	0,66	0,65	0,64	0,63	0,62	0,61	0,60	0,59	0,58	0,57	0,56	0,55	0,54
3600	64,9	0,65	0,64	0,63	0,62	0,61	0,60	0,59	0,58	0,57	0,56	0,55	0,54	0,53	0,52
3800	63,2	0,63	0,62	0,61	0,60	0,59	0,58	0,57	0,56	0,55	0,54	0,53	0,52	0,51	0,50
4000	61,5	0,62	0,61	0,60	0,59	0,58	0,57	0,56	0,55	0,54	0,53	0,52	0,51	0,50	0,48
4200	60,1	0,60	0,59	0,58	0,57	0,56	0,55	0,54	0,53	0,52	0,51	0,50	0,49	0,48	0,47
4400	58,5	0,59	0,58	0,57	0,56	0,55	0,54	0,53	0,52	0,51	0,50	0,48	0,47	0,46	0,45
4600	56,9	0,57	0,56	0,55	0,54	0,53	0,52	0,51	0,50	0,49	0,48	0,47	0,46	0,45	0,44
4800	55,3	0,55	0,54	0,53	0,52	0,51	0,50	0,49	0,48	0,47	0,46	0,45	0,44	0,43	0,42
5000	54,1	0,54	0,53	0,52	0,51	0,50	0,49	0,48	0,47	0,46	0,45	0,44	0,43	0,42	0,41

Б.3 Определение коэффициента индикаторной мощности *k*

Формулы (3) или (5) могут иметь вид:

$$k = (R_1)^{y_1}(R_2)^{y_2}(R_3)^{y_3},$$

где

$$R_1 = \frac{p_x - \alpha\varphi_x p_{sx}}{p_r - \alpha\varphi_r p_{sr}} \text{ или } \frac{p_x}{p_{ra}};$$

$$R_2 = \frac{T_r}{T_x} \text{ или } \frac{T_{ra}}{T_x};$$

$$R_3 = \frac{T_{cr}}{T_{cx}} \text{ или } \frac{T_{cra}}{T_{cx}}$$

и $y_1 = m$; $y_2 = n$; $y_3 = s$.

Значение R_1 может быть определено по таблице Б.2, а остальные значения R могут быть рассчитаны.
Значения m, n и s определяют по таблице Б.3.
Значения R^y для известных отношений R и известных показателей y приведены в таблице Б.3.

Таблица Б.3 — Значения R^y для определения коэффициента индикаторной мощности k

R	R^y								
	y								
	0,5	0,55	0,57	0,7	0,75	0,86	1,2	1,75	12,0
0,60	0,775	0,755	0,747	0,699	0,682	0,645	0,542	0,409	0,360
0,62	0,787	0,769	0,762	0,716	0,699	0,663	0,564	0,433	0,384
0,64	0,800	0,782	0,775	0,732	0,716	0,681	0,585	0,458	0,410
0,66	0,812	0,796	0,789	0,748	0,732	0,700	0,607	0,483	0,436
0,68	0,825	0,809	0,803	0,763	0,749	0,718	0,630	0,509	0,462
0,70	0,837	0,822	0,816	0,779	0,765	0,736	0,652	0,536	0,490
0,72	0,849	0,835	0,829	0,795	0,782	0,754	0,674	0,563	0,518
0,74	0,860	0,847	0,842	0,810	0,798	0,772	0,697	0,590	0,548
0,76	0,872	0,860	0,855	0,825	0,814	0,790	0,719	0,619	0,578
0,78	0,883	0,872	0,868	0,840	0,830	0,808	0,742	0,647	0,608
0,80	0,894	0,885	0,881	0,855	0,846	0,825	0,765	0,677	0,640
0,82	0,906	0,897	0,893	0,870	0,862	0,843	0,788	0,707	0,672
0,84	0,917	0,909	0,905	0,885	0,877	0,861	0,811	0,737	0,706
0,86	0,927	0,920	0,918	0,900	0,893	0,878	0,834	0,768	0,740
0,88	0,938	0,932	0,930	0,914	0,909	0,896	0,858	0,800	0,774
0,90	0,949	0,944	0,942	0,929	0,924	0,913	0,881	0,832	0,810
0,92	0,959	0,955	0,954	0,943	0,939	0,931	0,905	0,864	0,846
0,94	0,970	0,967	0,965	0,958	0,955	0,948	0,928	0,897	0,884
0,96	0,980	0,978	0,977	0,972	0,970	0,966	0,952	0,931	0,922
0,98	0,990	0,989	0,989	0,986	0,985	0,983	0,976	0,965	0,960
1,00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1,02	1,010	1,011	1,011	1,014	1,015	1,017	1,024	1,035	1,040
1,04	1,020	1,022	1,023	1,028	1,030	1,034	1,048	1,071	1,082
1,06	1,030	1,033	1,034	1,042	1,045	1,051	1,072	1,107	1,124
1,08	1,038	1,043	1,045	1,055	1,059	1,068	1,097	1,144	1,166
1,10	1,049	1,054	1,056	1,069	1,074	1,085	1,121	1,182	1,210
1,12	1,058	1,064	1,067	1,083	1,089	1,102	1,146	1,219	1,254
1,14	1,068	1,075	1,078	1,096	1,103	1,119	1,170	1,258	1,300
1,16	1,077	1,085	1,088	1,110	1,118	1,136	1,195	1,297	1,346
1,18	1,086	1,095	1,099	1,123	1,132	1,153	1,220	1,336	1,392
1,20	1,095	1,106	1,110	1,135	1,147	1,170	1,245	1,376	1,440

Б.4 Определение коэффициента приведения расхода топлива β

В таблице Б.4 указаны значения коэффициента приведения расхода топлива β [см. формулу (8)] для известных значений коэффициента индикаторной мощности k и механического КПД η_m.

Значение k можно определить по формулам (3) и (5) и таблице Б.3.

Значение η_m устанавливает изготовитель.

Таблица Б.4 — Значения коэффициента приведения расхода топлива β

R	β					
	η_m					
	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95
0,50	1,429	1,304	1,212	1,141	1,084	1,038
0,52	1,383	1,275	1,193	1,129	1,077	1,035
0,54	1,343	1,248	1,175	1,118	1,071	1,032
0,56	1,308	1,225	1,159	1,108	1,065	1,030
0,58	1,278	1,203	1,145	1,098	1,060	1,027
0,60	1,250	1,184	1,132	1,090	1,055	1,025
0,62	1,225	1,167	1,120	1,082	1,050	1,023
0,64	1,203	1,151	1,109	1,075	1,046	1,021
0,66	1,183	1,137	1,099	1,068	1,042	1,019
0,68	1,164	1,123	1,090	1,062	1,038	1,018
0,70	1,148	1,111	1,081	1,056	1,035	1,016
0,72	1,132	1,100	1,073	1,051	1,031	1,015
0,74	1,118	1,089	1,066	1,045	1,028	1,013
0,76	1,105	1,080	1,059	1,041	1,025	1,012
0,78	1,092	1,070	1,052	1,036	1,022	1,011
0,80	1,081	1,062	1,046	1,032	1,020	1,009
0,82	1,071	1,054	1,040	1,028	1,017	1,008
0,84	1,061	1,047	1,035	1,024	1,015	1,007
0,86	1,051	1,040	1,029	1,021	1,013	1,006
0,88	1,043	1,033	1,024	1,017	1,011	1,005
0,90	1,035	1,027	1,020	1,014	1,009	1,004
0,92	1,027	1,021	1,016	1,011	1,007	1,003
0,94	1,020	1,015	1,011	1,008	1,005	1,002
0,96	1,013	1,010	1,007	1,005	1,003	1,002
0,98	1,006	1,005	1,004	1,003	1,002	1,001
1,00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1,02	0,994	0,995	0,997	0,998	0,999	0,999
1,04	0,989	0,991	0,993	0,995	0,997	0,999
1,06	0,983	0,987	0,990	0,993	0,996	0,998
1,08	0,978	0,983	0,987	0,991	0,994	0,997
1,10	0,974	0,979	0,984	0,989	0,993	0,997
1,12	0,969	0,976	0,982	0,987	0,992	0,996
1,14	0,965	0,972	0,979	0,985	0,991	0,996
1,16	0,960	0,969	0,976	0,983	0,989	0,995
1,18	0,956	0,966	0,974	0,982	0,988	0,994
1,20	0,952	0,963	0,972	0,980	0,987	0,994

Б.5 Определение коэффициента приведения мощности α

В таблице Б.5 указаны значения коэффициента приведения мощности α [см. формулу (2)] для известных значений коэффициента индикаторной мощности k и механического КПД η_m.

Значение k можно определить по формулам (3) и (5) и таблице Б.3.

Значение η_m устанавливает изготовитель.

Таблица Б.5 — Значения коэффициента приведения мощности α

k	α					
	η_m					
	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95
0,50	0,350	0,383	0,413	0,438	0,461	0,482
0,52	0,376	0,408	0,436	0,461	0,483	0,502
0,54	0,402	0,433	0,460	0,483	0,504	0,523
0,56	0,428	0,457	0,483	0,506	0,526	0,544
0,58	0,454	0,482	0,507	0,528	0,547	0,565
0,60	0,480	0,507	0,530	0,551	0,569	0,585
0,62	0,506	0,531	0,554	0,573	0,590	0,606
0,64	0,532	0,556	0,577	0,596	0,612	0,627
0,66	0,558	0,581	0,601	0,618	0,634	0,648
0,68	0,584	0,605	0,624	0,641	0,655	0,668
0,70	0,610	0,630	0,648	0,663	0,677	0,689
0,72	0,636	0,655	0,671	0,685	0,698	0,710
0,74	0,662	0,679	0,695	0,708	0,720	0,730
0,76	0,688	0,704	0,718	0,730	0,741	0,751
0,78	0,714	0,729	0,742	0,753	0,763	0,772
0,80	0,740	0,753	0,765	0,775	0,784	0,793
0,82	0,766	0,778	0,789	0,798	0,806	0,813
0,84	0,792	0,803	0,812	0,820	0,828	0,834
0,86	0,818	0,827	0,836	0,843	0,849	0,855
0,88	0,844	0,852	0,859	0,865	0,871	0,876
0,90	0,870	0,877	0,883	0,888	0,892	0,896
0,92	0,896	0,901	0,906	0,910	0,914	0,917
0,94	0,922	0,926	0,930	0,933	0,935	0,938
0,96	0,948	0,951	0,953	0,955	0,957	0,959
0,98	0,974	0,975	0,977	0,978	0,978	0,979
1,00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1,02	1,026	1,025	1,024	1,023	1,022	1,021
1,04	1,052	1,049	1,047	1,045	1,043	1,042
1,06	1,078	1,074	1,071	1,067	1,065	1,062
1,08	1,104	1,099	1,094	1,090	1,086	1,083
1,10	1,130	1,123	1,118	1,112	1,108	1,104
1,12	1,156	1,148	1,141	1,135	1,129	1,124
1,14	1,182	1,173	1,165	1,157	1,151	1,145
1,16	1,208	1,197	1,188	1,180	1,172	1,166
1,18	1,234	1,222	1,212	1,202	1,194	1,187
1,20	1,260	1,247	1,235	1,225	1,216	1,207

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(справочное)

Примеры приведения мощности и пересчета удельного расхода топлива от стандартных исходных условий или заменяющих исходных условий к местным окружающим условиям

В.1 Пример 1

Дизель без наддува мощностью, ограниченной коэффициентом избытка воздуха, имеет стандартную мощность ИСО 500 кВт, механический КПД 85 % и удельный расход топлива ИСО 220 г/(кВт·ч).

Каковы ожидаемая стандартная эксплуатационная мощность и удельный расход топлива на месте установки дизеля при полном барометрическом давлении 87 кПа, температуре воздуха 45 °С и относительной влажности воздуха 80 %?

В таблице 1 для условий А указано, что $\alpha = 1$, $m = 1$, $n = 0{,}75$ и $s = 0$.

Стандартные исходные условия
$p_r = 100$ кПа
$T_r = 298$ К
$\varphi_r = 0{,}3$
$\eta_m = 0{,}85$

Местные окружающие условия
$p_x = 87$ кПа
$T_x = 318$ К
$\varphi_x = 0{,}8$

По таблице Б.1 при $t_x = 45$ °С и $\varphi_r = 0{,}8$:

$$\varphi_x p_{sx} = 7{,}71 \text{ кПа}.$$

По таблице Б.2 при $p_x = 87$ кПа и $\varphi_x p_{sx} = 7{,}71$ кПа путем интерполяции:

$$\frac{p_x - \alpha \varphi_x p_{sx}}{p_r - \alpha \varphi_r p_{sr}} = 0{,}801.$$

По таблице Б.3 при $\frac{T_r}{T_x} = \frac{298}{318} = 0{,}937$ и $n = 0{,}75$ путем интерполяции:

$$\left(\frac{T_r}{T_x}\right)^n = 0{,}952.$$

По формуле (3) $k = 0{,}801 \times 0{,}952 = 0{,}763$.

По таблице Б.4 при $k = 0{,}763$ и $\eta_m = 0{,}85$ путем интерполяции $\beta = 1{,}040$.

По таблице Б.5 при $k = 0{,}763$ и $\eta_m = 0{,}85$ путем интерполяции $\alpha = 0{,}7336$.

Отсюда:

- стандартная эксплуатационная мощность на месте установки = 500 × 0,7336 = 366,8 кВт;
- удельный расход топлива на месте установки = 220 × 1,040 = 228,8 г/(кВт·ч).

В.2 Пример 2

Среднеоборотный четырехтактный дизель с турбонаддувом и охлаждением наддувочного воздуха имеет объявленную мощность 1000 кВт при стандартных исходных условиях, с механическим КПД 90 % и степенью повышения давления 2. Изготовитель объявляет, что пределы температуры и частоты вращения турбокомпрессора не были достигнуты при стандартных исходных условиях, и устанавливает заменяющие исходные условия с температурой 313 К и максимальной степенью повышения давления 2,36.

Какую мощность можно получить на высоте 4000 м при температуре окружающего воздуха 323 К и температуре охладителя наддувочного воздуха 310 К?

В таблице 1 для условий D указано, что $\alpha = 0$, $m = 0{,}7$, $n = 1{,}2$ и $s = 1$.

По формуле (6) при $p_r = 100$ кПа, $r_r = 2$ и $r_{max} = 2{,}36$:

$$p_{ra} = \frac{100 \times 2{,}0}{2{,}36} = 84{,}7 \text{ кПа}.$$

По таблице Б.2 при высоте 4000 м: $p_x = 61{,}5$ кПа.

Заменяющие исходные условия
$p_{ra} = 84{,}7$ кПа
$T_{ra} = 313$ К
$T_{cr} = 298$ К
и $\eta_m = 0{,}90$

Местные окружающие условия
$p_x = 61{,}5$ кПа
$T_x = 323$ К
$T_{cx} = 310$ К

Отсюда:

$$\frac{p_x}{p_{ra}} = \frac{61,5}{84,7} = 0,726;$$

$$\frac{T_{ra}}{T_x} = \frac{313}{323} = 0,969;$$

$$\frac{T_{cr}}{T_{cx}} = \frac{298}{310} = 0,961.$$

По формуле (5):

$$k = \left(\frac{p_x}{p_{ra}}\right)^{0,7} \left(\frac{T_{ra}}{T_x}\right)^{1,2} \left(\frac{T_{cr}}{T_{cx}}\right)^{1}.$$

По таблице Б.3 путем интерполяции:

$$(0,726)^{0,7} = 0,799;$$

$$(0,969)^{1,2} = 0,963;$$

$$k = 0,799 \times 0,963 \times 0,961 = 0,741.$$

По таблице Б.5 при $k = 0,740$ и $\eta_m = 0,90$: $\alpha = 0,720$.
Отсюда:
- мощность на месте установки = 0,720 × 1000 = 720 кВт при степени повышения давления 2,36.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(справочное)

Примеры корректировки мощности для нерегулируемых дизелей

Г.1 Пример 1

Четырехтактный дизель с турбонаддувом с охладителем наддувочного воздуха развивает мощность 280 кВт при окружающих условиях при испытаниях. Частота вращения дизеля 0,0167 $с^{-1}$, полный рабочий объем 14,2 л и расход топлива 16,3 г/с. Степень повышения давления в турбокомпрессоре при стандартных исходных условиях 2,28.

Какую приведенную мощность можно ожидать для перечисленных ниже окружающих условий на месте установки дизеля?

Окружающие условия при испытаниях	Местные окружающие условия
p_y = 99 кПа	p_x = 98 кПа
T_y = 298 К	T_x = 315 К
φ_y = 0,2	φ_x = 0,4

Согласно разделу 12:

$$P_x = \alpha_c \times P_y.$$

По 14.2:

$$\alpha_c = (f_a)^{f_m}.$$

По 14.2.1:

$$f_a = \left(\frac{p_x - \varphi_x p_{sx}}{p_y - \varphi_y p_{sy}}\right)^{0,7} \left(\frac{T_y}{T_x}\right)^{0,7}.$$

По 14.2.2:

$$f_m = 0,036 q_c - 1,14,$$

где $q_c = \frac{q}{r_r}$.

Сначала определяют значение удельной цикловой подачи топлива, мг/(цикл·л), в дизель:

$$q = \frac{(1000 \times 60 \times 2)(16{,}3)}{(14{,}2 \times 1900)} = 72{,}50.$$

Следовательно, значение приведенной удельной цикловой подачи топлива:

$$q_c = \frac{72{,}50}{2{,}28} = 31{,}8 \text{ мг/(цикл} \cdot \text{л)}.$$

Поскольку q_c меньше чем 37,2, $f_m = 0{,}2$.

Далее рассчитывают значения f_a и α_c:

$$f_a = \left(\frac{98 - 3{,}30}{99 - 0{,}62}\right)^{0{,}7} \left(\frac{298}{315}\right)^{0{,}7} = 0{,}936;$$

$$\alpha_c = 0{,}936^{0{,}2} = 0{,}987.$$

Затем определяют значение мощности:

$$P_x = 0{,}987 \times 280 = 276 \text{ кВт}.$$

Такую мощность будет развивать дизель при местных окружающих условиях.

Г.2 Пример 2

Четырехтактный дизель с турбонаддувом, без охладителя наддувочного воздуха, с механическим КПД 0,85 развивает мощность 310 кВт при окружающих условиях при испытаниях. Частота вращения дизеля 1200 об/мин, полный рабочий объем 15 л и расход топлива 17,05 г/с. Степень повышения давления в турбокомпрессоре при стандартных исходных условиях 1,95.

Какую приведенную мощность можно ожидать при следующих местных окружающих условиях?

Окружающие условия при испытаниях	Местные окружающие условия	Стандартные исходные условия
$p_y = 98$ кПа	$p_x = 69$ кПа	$p_r = 100$ кПа
$T_y = 302$ К	$T_x = 283$ К	$T_r = 298$ К
$\varphi_y = 0{,}2$	$\varphi_x = 0{,}4$	$\varphi_r = 0{,}3$

Определяют значение удельной цикловой подачи топлива q в дизеле:

$$q = \frac{(1000 \times 60 \times 2)(17{,}05)}{(15 \times 1200)} = 113{,}7 \text{ мг/(цикл} \cdot \text{л)}.$$

Следовательно,

$$q_c = \frac{113{,}7}{1{,}95} = 58{,}3 \text{ мг/(цикл} \cdot \text{л)};$$

$$f_m = (0{,}036 \times 58{,}3) - 1{,}14 = 0{,}959;$$

$$f_a = \left(\frac{69 - 0{,}48}{98 - 0{,}79}\right)^{0{,}7} \left(\frac{302}{283}\right)^{1{,}2} = 0{,}846.$$

Следовательно,

$$\alpha_c = (0{,}846)^{0{,}959} = 0{,}852.$$

В соответствии с ограничением, указанным в 14.2, формулы из раздела 14 не могут быть использованы для непосредственного пересчета от окружающих условий при испытаниях к местным окружающим условиям.

Для пересчета, выполняемого двумя ступенями, используют формулы:

- сначала приведенные в разделе 14 — для пересчета от окружающих условий при испытаниях к стандартным исходным условиям;
- затем приведенные в 13.3 — для пересчета от стандартных исходных условий к местным окружающим условиям.

Используя формулы раздела 14, получают:

$$q_c = 58{,}3 \text{ и } f_m = 0{,}959.$$

Для пересчета от окружающих условий при испытаниях к стандартным исходным условиям определяют, что значение:

$$f_a = \left(\frac{100 - 0{,}94}{98 - 0{,}79}\right)^{0{,}7} \left(\frac{302}{298}\right)^{1{,}2} = 1{,}030.$$

Следовательно,

$$\alpha_c = (1{,}030)^{0{,}959} = 1{,}029$$

и

$$P_г = 1{,}029 \times 310 = 319 \text{ кВт}.$$

Такую мощность можно ожидать при стандартных исходных условиях.

Теперь мощность может быть пересчитана от стандартных исходных условий к местным окружающим условиям по следующим формулам:

$$P_x = \alpha P_г;$$

$$\alpha = k - 0{,}7(1 - k)\left(\frac{1}{\eta_m} - 1\right)$$

и

$$k = \left(\frac{p_x}{p_г}\right)^m \left(\frac{T_г}{T_x}\right)^n \left(\frac{T_{cг}}{T_{cx}}\right)^s.$$

В таблице 1 для условий С указано, что $m = 0{,}7$; $n = 2$ и $s = 0$, следовательно

$$k = \left(\frac{69}{100}\right)^{0{,}7} \left(\frac{298}{283}\right)^2 = 0{,}855.$$

Подставляя в формулы значения, полученные выше, находят:

$$\alpha = 0{,}855—(0{,}7 \times 0{,}145 \times 0{,}176) = 0{,}837;$$

$$P_x = 0{,}837 \times 319 = 267 \text{ кВт}.$$

Такую мощность можно ожидать при местных окружающих условиях.

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
(справочное)

Пример приведения мощности от местных окружающих условий к окружающим условиям при испытаниях и заменяющим местные окружающие условия для регулируемых дизелей

Четырехтактный дизель с турбонаддувом с охладителем наддувочного воздуха развивает тормозную мощность $P_x = 640$ кВт при местных окружающих условиях.

Какую тормозную мощность он будет развивать при окружающих условиях при испытаниях?

Местные окружающие условия	Окружающие условия при испытаниях
$p_x = 70$ кПа	$p_y = 100$ кПа
$T_x = 330$ К	$T_y = 300$ К
$T_{cx} = 300$ К	$T_{cy} = 280$ К

Механический КПД η_m относится к стандартным исходным условиям и составляет 85 %.

Сначала требуется привести мощность при местных окружающих условиях к стандартным исходным условиям, а затем полученный результат привести к окружающим условиям при испытаниях.

Первой ступенью решения рассматриваемого примера является определение тормозной мощности при стандартных исходных условиях.

Основными формулами, необходимыми для приведения мощности, являются формулы (1), (2) и (5) по 13.3.

Для приведения тормозной мощности при местных окружающих условиях P_x к тормозной мощности при стандартных исходных условиях $P_г$ используют формулу (1) по 13.3, измененную следующим образом:

$$P_г = \frac{P_x}{\alpha}.$$

Коэффициент приведения α для приведения тормозной мощности от местных окружающих условий к стандартным исходным условиям определяют как

$$\alpha = k - 0{,}7(1 - k)\left(\frac{1}{\eta_m} - 1\right).$$

Коэффициент индикаторной мощности k, необходимый для приведения тормозной мощности от местных окружающих условий к стандартным исходным условиям, определяют как

$$k = \left(\frac{p_x}{p_r}\right)^m \left(\frac{T_r}{T_x}\right)^n \left(\frac{T_{cr}}{T_{cx}}\right)^s,$$

где m, n и s — показатели степени, определяемые по таблице 1 для условий D:

$$m = 0{,}7;\ n = 1{,}2;\ s = 1{,}0.$$

Полученные значения подставляют в формулы (5) и (6):

$$k = \left(\frac{70}{100}\right)^{0{,}7} \left(\frac{298}{330}\right)^{1{,}2} \left(\frac{298}{300}\right)^{1{,}0} = 0{,}685;$$

$$\alpha = 0{,}685 - 0{,}7(1 - 0{,}685)\left(\frac{1}{0{,}85} - 1\right) = 0{,}685 - (0{,}7 \times 0{,}315 \times 0{,}176) = 0{,}646.$$

Следовательно, тормозная мощность при стандартных исходных условиях

$$P_r = \frac{640}{0{,}646} = 991 \text{ кВт}.$$

Это выходная мощность при стандартных исходных условиях.

Следующей ступенью решения рассматриваемого примера будет пересчет тормозной мощности от стандартных исходных условий к окружающим условиям при испытаниях.

Приведение тормозной мощности от стандартных исходных условий к окружающим условиям при испытаниях осуществляют по формулам:

$$P_y = \alpha P_r;$$

$$\alpha = k - 0{,}7(1 - k)\left(\frac{1}{\eta_m} - 1\right);$$

$$k = \left(\frac{p_y}{p_r}\right)^m \left(\frac{T_r}{T_y}\right)^n \left(\frac{T_{cr}}{T_{cy}}\right)^s.$$

Подставляя значения, полученные выше, в формулы (5) и (6), находят:

$$k = \left(\frac{100}{100}\right)^{0{,}7} \left(\frac{298}{300}\right)^{1{,}2} \left(\frac{298}{280}\right)^{1{,}0} = 1{,}056;$$

$$\alpha = 1{,}056 - 0{,}7\,(1 - 1{,}056)\left(\frac{1}{0{,}85} - 1\right) = 1{,}056 + (0{,}7 \times 0{,}056 \times 0{,}176) = 1{,}063.$$

Следовательно, значение тормозной мощности при окружающих условиях при испытаниях

$$P_y = 1{,}063 \times 991 = 1053 \text{ кВт}.$$

Если при мощности 808 кВт существует ограничение по максимальному давлению сгорания, то по решению изготовителя дизель должен быть испытан под нагрузкой, не превышающей 808 кВт. Для этого возможно применение метода имитации местных окружающих условий на испытательном стенде в соответствии с ГОСТ 10448.

УДК 621.435:006.354 ОКС 27.020 Г84 ОКП 31 2000

Ключевые слова: судовые, тепловозные и промышленные дизели; характеристики; стандартные исходные условия; объявленные мощность, расходы топлива и смазочного масла; методы испытаний

Редактор *Л.В. Афанасенко*
Технический редактор *О.Н. Власова*
Корректор *Н.Л. Шнайдер*
Компьютерная верстка *Л.А. Круговой*

Изд. лиц. № 021007 от 10.08.95. Сдано в набор 29.11.99. Подписано в печать 12.01.2000. Усл. печ. л. 3,26. Уч.-изд. л. 2,85.
Тираж 276 экз. С4178. Зак. 17.

ИПК Издательство стандартов, 107076, Москва, Колодезный пер., 14.
Набрано в Издательстве на ПЭВМ
Филиал ИПК Издательство стандартов — тип. "Московский печатник", 103062, Москва, Лялин пер., 6.
Плр № 080102

gost.e-ecolog.ru