ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 52517— 2005 (ИСО 3046-1:2002)

Двигатели внутреннего сгорания поршневые

Характеристики

Часть 1

СТАНДАРТНЫЕ ИСХОДНЫЕ УСЛОВИЯ, ОБЪЯВЛЕНИЕ МОЩНОСТИ, РАСХОДА ТОПЛИВА И СМАЗОЧНОГО МАСЛА

Методы испытаний

ISO 3046-1:2002
Reciprocating internal combustion engines — Performance — Part 1: Standard reference conditions, declarations of power, fuel and lubricating oil consumptions, and test method
(MOD)

Издание официальное

БЗ 10—2004/155

Москва
Стандартинформ
2006

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения национальных стандартов Российской Федерации — ГОСТ Р 1.0—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 235 «Дизели судовые, тепловозные и промышленные» на основе собственного аутентичного перевода стандартов, указанных в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 235 «Дизели судовые, тепловозные и промышленные»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2005 г. № 567-ст

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту ИСО 3046-1:2002 «Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Характеристики. Часть 1. Объявление мощности, расхода топлива и смазочного масла и метод испытаний. Дополнительные требования для двигателей общего применения» (ISO 3046-1:2002 «Reciprocating internal combustion engines — Performance — Part 1: Standard reference conditions, declarations of power, fuel and lubricating oil consumptions, and test method»). В нем учтены основные нормативные положения международного стандарта ИСО 15550:2002 «Двигатели внутреннего сгорания. Определение и метод измерения мощности двигателя. Общие требования» (ISO 15550:2002 «Internal combustion engines — Determination and method for the measurement of engine power — General requirements»). При этом дополнительный раздел 2, а также раздел 5, учитывающие особенности стандартизации в Российской Федерации, выделены курсивом

5 ВЗАМЕН ГОСТ Р ИСО 3046-1—99, ГОСТ Р ИСО 3046-7—2001

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячно издаваемых информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет

© Стандартинформ, 2006

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 2
4 Обозначения и сокращения 4
5 Общие требования 5
6 Стандартные исходные условия 6
7 Вспомогательное оборудование 6
8 Объявление мощности 6
9 Обозначение мощности 8
10 Объявление расхода топлива 10
11 Объявление расхода смазочного масла 10
12 Информация, представляемая потребителем и изготовителем 10
13 Методы приведения мощности и пересчета удельного расхода топлива 12
14 Метод корректировки мощности 14
15 Методы испытаний 17
16 Отчет об испытаниях 17
Приложение А (обязательное) Примеры вспомогательного оборудования, которое может быть установлено на двигателе 17
Приложение Б (рекомендуемое) Определение давления водяного пара, коэффициентов и отношений 18
Приложение В (справочное) Примеры приведения мощности и пересчета удельного расхода топлива от стандартных или заменяющих исходных условий к местным окружающим условиям 25
Приложение Г (справочное) Пример приведения мощности от местных окружающих условий к окружающим условиям при испытаниях и заменяющим местные окружающие условия для регулируемых двигателей 26
Приложение Д (справочное) Примеры корректировки мощности для нерегулируемых двигателей . 28

к ГОСТ Р 52517—2005 (ИСО 3046—1:2002) Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Характеристики. Часть 1. Стандартные исходные условия, объявление мощности, расхода топлива и смазочного масла. Методы испытаний

В каком месте	Напечатано	Должно быть
Обложка, предисловие (пункт 4), первая страница стандарта	Part 1: Standard reference conditions, declarations of power, fuel and lubricating oil consumptions, and test method	Part 1: Declarations of power, fuel and lubricating oil consumptions, and test method. Additional requirements for engines for general use
Раздел 2. Для ГОСТ 10150—88	*Эксплуатационные характеристики. Часть 1. Стандартные исходные условия и объявленные значения мощности на выходе, расходы топлива и смазочного масла и метод испытаний,*	*Характеристики. Часть 1. Стандартные исходные условия, объявленные мощности, расходы топлива и смазочного масла и методы испытаний*
для ГОСТ 10448—80	*Эксплуатационные характеристики. Часть 3. Контрольные измерения*	*Характеристики. Часть 3. Методы измерения*
для ГОСТ 22836—77 и ГОСТ 23550—79	*Обозначение направления вращения, цилиндров и клапанов головок цилиндров и однофазных двигателей с правым и левым вращением и размещение обозначений на двигателе,*	*Обозначение и нумерация цилиндров и клапанов в крышках цилиндров. Определение правостороннего и левостороннего однорядного двигателя и определение сторон двигателя*

(ИУС № 1 2007 г.)

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Двигатели внутреннего сгорания поршневые
Характеристики

Часть 1

СТАНДАРТНЫЕ ИСХОДНЫЕ УСЛОВИЯ, ОБЪЯВЛЕНИЕ МОЩНОСТИ, РАСХОДА ТОПЛИВА И СМАЗОЧНОГО МАСЛА

Методы испытаний

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

Дата введения — 2007—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на судовые, тепловозные и промышленные двигатели, работающие на жидком или газообразном топливе (далее — двигатели).

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

Стандарт не распространяется на двигатели, используемые для привода тракторов, сельскохозяйственных машин, автомобилей и самолетов.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р 51249—99 Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Выбросы вредных веществ с отработавшими газами. Нормы и методы определения (ИСО 8178-3:1994 «Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Измерение выбросов отработавших газов. Часть 3. Определение и методы измерения характеристик дымности выхлопных газов в стационарном режиме», NEQ; ИСО 8178-4:1996 «Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Измерение выхлопов отработавших газов. Часть 4. Испытательные циклы для различных режимов работы двигателей», NEQ; ИСО 8178-5:1997 «Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Измерение выбросов отработавших газов. Часть 5. Топливо для испытаний», NEQ)

ГОСТ 10150—88 Дизели судовые, тепловозные и промышленные. Общие технические условия (ИСО 3046-1:1995 «Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Эксплуатационные характеристики. Часть 1. Стандартные исходные условия и объявленные значения мощности на выходе, расходы топлива и смазочного масла и метод испытаний», NEQ)

ГОСТ 10448—80 Дизели судовые, тепловозные и промышленные. Приемка. Методы испытаний (ИСО 3046-3:1989 «Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Эксплуатационные характеристики. Часть 3. Контрольные измерения», NEQ)

ГОСТ 22836—77 Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Направление вращения (ИСО 1204:1990 «Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Обозначение направления вращения, цилиндров и клапанов головок цилиндров и однофазных двигателей с правым и левым вращением и размещение обозначений на двигателе», NEQ)

ГОСТ 23550—79 Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Обозначение и нумерация цилиндров (ИСО 1204:1990 «Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Обозначение направления

Издание официальное

вращения, цилиндров и клапанов головок цилиндров и однофазных двигателей с правым и левым вращением и размещение обозначений на двигателе», NEQ)

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененным (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **зависимое вспомогательное оборудование:** Любое оборудование, наличие или отсутствие которого влияет на выходную мощность двигателя.

3.2 **независимое вспомогательное оборудование:** Любое оборудование, для привода которого используется мощность от постороннего источника, а не от двигателя.

3.3 **существенное вспомогательное оборудование:** Любое оборудование, необходимое для продолжения или возобновления работы двигателя.

3.4 **несущественное вспомогательное оборудование:** Любое оборудование, которое является необязательным для продолжения или возобновления работы двигателя.

3.5 **регулирование двигателя:** Физическая процедура настройки двигателя для получения на нем мощности, соответствующей различным сочетаниям параметров окружающей среды, например путем перемещения упора подачи топлива, пересогласования турбокомпрессора, изменения угла опережения подачи топлива или других физических изменений. Двигатель, конструкция которого допускает подобные настройки, является регулируемым двигателем.

3.6 **нерегулируемый двигатель:** Двигатель, конструкция которого не допускает регулировок применительно к измененным условиям окружающей среды.

3.7 **частота вращения двигателя:** Частота вращения коленчатого вала двигателя в единицу времени.

3.8 **объявленная частота вращения двигателя:** Частота вращения двигателя, соответствующая объявленной мощности. Для некоторых применений двигателей объявленная частота вращения называется номинальной частотой вращения.

3.9 **объявленная промежуточная частота вращения двигателя:** Частота вращения двигателя, составляющая менее 100 % объявленной частоты вращения, заявленной изготовителем, с учетом требований, установленных для конкретного применения двигателя.

3.10 **минимально устойчивая частота вращения двигателя на холостом ходу:** Минимальная частота вращения коленчатого вала двигателя на холостом ходу, допустимая в эксплуатации.

3.11 **частота вращения двигателя, соответствующая максимальному крутящему моменту:** Частота вращения двигателя, соответствующая максимальному крутящему моменту, на упоре топливной рейки, включающая в себя дополнительный крутящий момент, создаваемый корректором топливоподачи, если таковой имеется.

3.12 **объявленная мощность:** Мощность, объявленная изготовителем двигателя, которую будет вырабатывать двигатель при заданных окружающих условиях. Для некоторых применений объявленная мощность называется номинальной мощностью.

3.13 **объявленная мощность на валу отбора мощности:** Мощность, объявленная изготовителем на валу отбора мощности двигателя, поставляемого в комплекте с пропульсивной установкой, или на муфте, соединяемой с пропульсивной установкой двигателя, поставляемого с редуктором и/или реверсивной передачей.

3.14 **объявленная мощность на коленчатом валу:** Мощность, объявленная изготовителем на выходном валу отбора мощности двигателя, поставляемого без редуктора и/или реверсивной передачи.

3.15 **индикаторная мощность:** Полная мощность, развиваемая в рабочих цилиндрах в результате давления рабочего тела, действующего на поршень.

3.16 **тормозная мощность:** Мощность или сумма мощностей, снимаемая на конце коленчатого вала или его эквивалента, с учетом мощности вспомогательного оборудования и механизмов, установленных для конкретного применения.

3.17 **мощность двигателя для определения выбросов по ГОСТ Р 51249:** Мощность, получаемая на испытательном стенде на конце коленчатого вала при объявленной частоте вращения и объявленной мощности двигателя, оснащенного оборудованием и вспомогательными механизмами, необходимыми при испытаниях по ГОСТ Р 51249.

3.18 **длительная мощность (номинальная мощность):** Мощность, которую двигатель может развивать без ограничения времени в период между техническими обслуживаниями, указанный изготовителем, при заданных частоте вращения и окружающих условиях при соблюдении правил технического обслуживания, установленных изготовителем.

3.19 **мощность перегрузки (максимальная мощность):** Мощность, которую двигатель может развивать с продолжительностью и частотой использования, зависящими от условий применения двигателя при заданных окружающих условиях, сразу после работы при длительной мощности.

3.20 **мощность на упоре топливной рейки (полная мощность):** Мощность, которую может развивать двигатель в течение установленного периода времени, зависящего от его применения, при заданной частоте вращения и заданных окружающих условиях, при таком ограничении подачи топлива, чтобы не было превышено значение этой мощности.

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

3.22 **стандартная мощность ИСО:** Длительная тормозная мощность, объявленная изготовителем, которую двигатель может развивать, используя только существенное зависимое вспомогательное оборудование, в период между техническими обслуживаниями при следующих условиях:

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

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

в) при соблюдении правил технического обслуживания, указанных изготовителем.

3.23 **эксплуатационная мощность (расчетная):** Мощность, определяемая при окружающих и рабочих условиях применения двигателя.

3.24 **стандартная эксплуатационная мощность:** Длительная тормозная мощность, объявленная изготовителем, которую двигатель может развивать, используя только существенное зависимое вспомогательное оборудование, в период между техническими обслуживаниями при следующих условиях:

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

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

в) при соблюдении правил технического обслуживания, указанных изготовителем.

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

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

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

Примечание — Термин «нагрузка» является физически неоднозначным, его необходимо избегать. Для количественных целей взамен термина «нагрузка» должен быть использован термин «мощность» или «крутящий момент» с указанием частоты вращения.

3.28 **расход топлива:** Количество топлива, расходуемого двигателем в единицу времени при заданных мощности и окружающих условиях.

3.29 **удельный расход топлива:** Расход топлива на единицу мощности в единицу времени.

3.30 **удельный расход топлива ИСО:** Удельный расход топлива при стандартной мощности ИСО.

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

3.32 **удельная подача топлива:** Дозированный объем (масса) топлива, подаваемого системой впрыска в течение одного рабочего цикла на литр рабочего объема двигателя.

3.33 **расход смазочного масла:** Количество смазочного масла, расходуемого двигателем в единицу времени.

4 Обозначения и сокращения

4.1 В настоящем стандарте применены 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 условиях, г/(кВт · ч);

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

f_a — атмосферный коэффициент;

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

k — коэффициент индикаторной мощности;

m — показатель степени отношения давлений сухого воздуха или отношения полных атмосферных давлений;

n — показатель степени отношения абсолютных температур окружающего воздуха;

p_d — сухое атмосферное давление при окружающих условиях при испытаниях, кПа;

p_r — стандартное исходное полное атмосферное давление, кПа;

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

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

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

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

p_x — полное атмосферное давление при местных окружающих условиях, кПа;

p_y — полное атмосферное давление при испытаниях, кПа;

P — мощность, измеренная на конце коленчатого вала или его эквивалента, кВт;

P_r — тормозная мощность при стандартных исходных условиях, кВт;

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

P_x — тормозная мощность при местных окружающих условиях, кВт;

P_y — тормозная мощность при окружающих условиях при испытаниях, кВт;

q — удельная подача топлива на 1 л рабочего объема двигателя за цикл, мг/(цикл · л);

q_c — удельная подача топлива на 1 л подаваемого в цилиндры воздуха для сгорания за цикл, мг/(цикл · л);

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

r_r — степень повышения давления в агрегате наддува при стандартных исходных условиях;

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

s — показатель степени отношения абсолютных температур воздуха в охладителе;

t_{cr} — стандартная исходная температура охлаждающей среды на входе в охладитель наддувочного воздуха, К;

t_{cx} — температура охлаждающей среды на входе в охладитель наддувочного воздуха при местных условиях, К;

t_r — стандартная исходная температура окружающего воздуха, К;

t_x — температура окружающего воздуха при местных условиях, К;

T_{cr} — стандартная исходная абсолютная температура охлаждающей среды на входе в охладитель наддувочного воздуха, К;

T_{cra} — заменяющая исходная абсолютная температура охлаждающей среды на входе в охладитель наддувочного воздуха, К;

T_r — стандартная исходная абсолютная температура окружающего воздуха, К;

T_{ra} — заменяющая исходная абсолютная температура окружающего воздуха, К;

T_x — абсолютная температура окружающего воздуха при местных условиях, К;

T_{cx} — температура охлаждающей среды на входе в охладитель наддувочного воздуха при местных условиях, К;

T_y — абсолютная температура окружающего воздуха при испытаниях, К;

T_{cy} — температура охлаждающей среды на входе в охладитель наддувочного воздуха при испытаниях, К;

α — коэффициент приведения мощности;

α_a — коэффициент корректировки мощности для двигателей с искровым зажиганием;

α_c — коэффициент корректировки мощности для двигателей с воспламенением от сжатия;

α_m — коэффициент корректировки мощности для коэффициента полезного действия (КПД) трансмиссии;

α_s — коэффициент корректировки коэффициента поглощения света при измерениях дымности отработавших газов;

β — коэффициент пересчета расхода топлива;

η_i — КПД каждого из элементов трансмиссии;

η_m — механический КПД;

η_t — КПД трансмиссии, размещенной между коленчатым валом и местом измерения;

φ_r — стандартная исходная относительная влажность окружающего воздуха, %;

φ_x — относительная влажность окружающего воздуха при местных условиях, %;

φ_y — относительная влажность окружающего воздуха при испытаниях, %.

4.2 В настоящем стандарте использованы следующие сокращения:

a — атмосферный;

c — двигатель с воспламенением от сжатия;

c — охлаждающая среда наддувочного воздуха;

c — корректированный;

d — сухой;

i — каждый элемент;

m — механический;

max — максимальный;

o — стандартные исходные условия;

P — максимальная мощность;

r — стандартные исходные условия;

ra —заменяющие исходные условия;

s — насыщенный (в зависимости от применения);

s — дымность (в зависимости от применения);

t — полная;

T — максимальный крутящий момент;

x — местные условия;

y — условия при испытаниях.

5 Общие требования

*5.1 Двигатели, используемые на судах и установках, расположенных в открытом море, строящиеся на класс Морского Регистра судоходства или Речного Регистра Российской Федерации, должны также соответствовать требованиям этих организаций. Классификационное общество должно быть заявлено потребителем до размещения за*каза.

5.2 Дополнительные требования для неподнадзорных Регистрам двигателей определяют по согласованию между изготовителем и потребителем.

6 Стандартные исходные условия

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

- полное атмосферное давление p_r = 100 кПа;
- температура воздуха T_r = 298 K (t_r = 25 °C);
- относительная влажность воздуха φ_r = 30 %;
- температура охлаждающей среды на входе в охладитель наддувочного воздуха T_{cr} = 298 K (t_{cr} = 25 °C);
- сопротивление на впуске и выпуске 0 мм рт. ст.

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

7 Вспомогательное оборудование

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

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

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

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

8 Объявление мощности

8.1 Объявление мощности требуется для:

а) оглашения изготовителем мощности, которую будет развивать двигатель при заданных условиях;

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

8.2 При объявлении мощности должны быть указаны следующие условия:

а) вид объявления мощности и, при необходимости, окружающие и рабочие условия;

б) вид применения мощности;

в) вид мощности;

г) объявленная частота вращения.

Способы определения вида мощности двигателя в соответствии с перечислениями а) — в) приведены на рисунке 1.

Термины, используемые в указанных перечислениях, можно комбинировать, например: длительная тормозная мощность на упоре топливной рейки.

8.3 В зависимости от назначения двигателя 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 двигателей 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 двигателя, отдающего мощность иным способом, чем с вала (валов), должна быть ссылка на соответствующий стандарт, распространяющийся на установки такого рода.

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

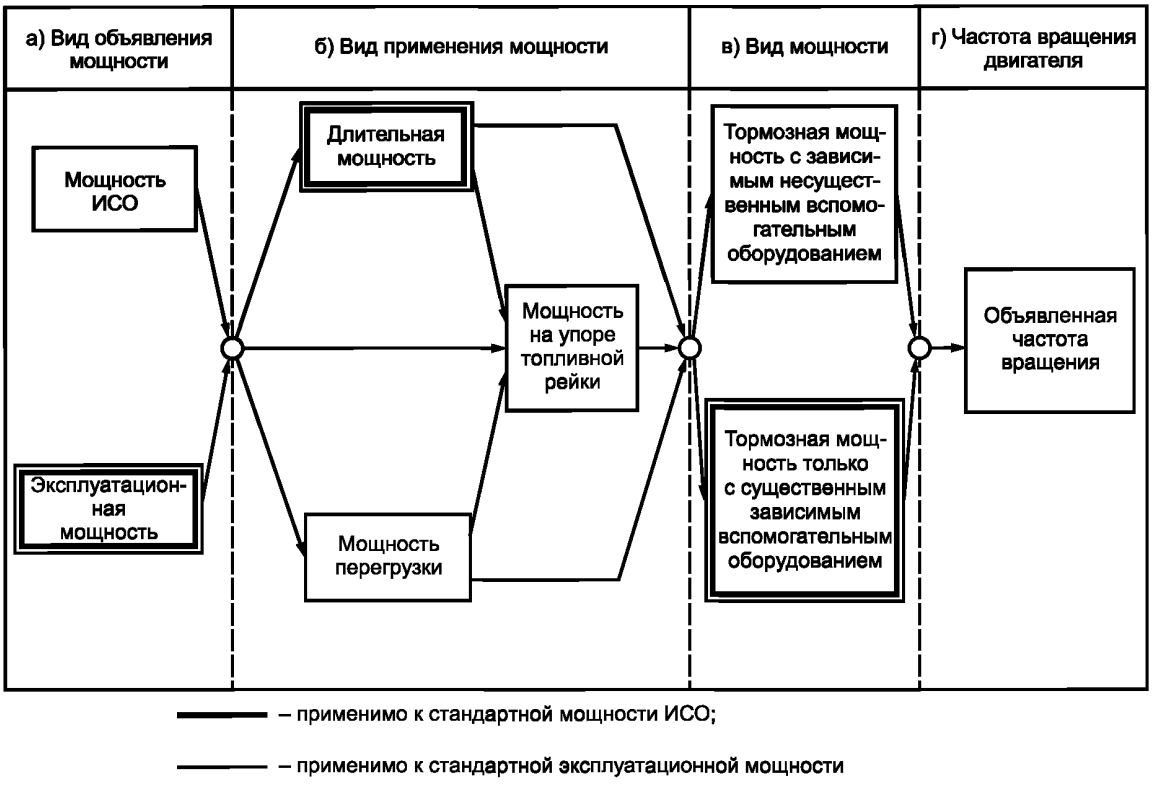


Рисунок 1 — Диаграмма, показывающая способы определения вида мощности

8.6 Виды мощности:

а) индикаторная мощность;

б) тормозная мощность.

8.6.1 Любое объявление тормозной мощности, кроме стандартной мощности ИСО и стандартной эксплуатационной мощности, должно сопровождаться следующим перечнем вспомогательного оборудования в соответствии с приложением А:

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 таком случае потребляемая этим оборудованием мощность должна быть объявлена.

8.7 Виды применения мощности:

а) длительная (номинальная) мощность;

б) мощность перегрузки (максимальная мощность);

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

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

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

Мощность главных судовых двигателей обычно ограничивается длительной мощностью, поэтому мощность перегрузки не может быть задана при их эксплуатации. При специальном использовании главные судовые двигатели могут развивать мощность перегрузки в эксплуатации.

8.8 Виды объявления мощности:

а) мощность ИСО;

б) эксплуатационная мощность.

8.8.1 Для установления эксплуатационной мощности 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 атмосферное 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 двигателя;

в) ожидаемый период работы между техническими обслуживаниями;

г) характер и объем требуемого обслуживания;

д) всю информацию, относящуюся к работе двигателя в эксплуатации.

9 Обозначение мощности

9.1 Мощности в соответствии с настоящим стандартом обозначают с помощью комбинации букв (кодов), взятых из обозначений мощностей трех различных видов, дополненной значением объявленной частоты вращения двигателя.

Последовательность букв, составляющих обозначение мощности, схематически представлена на рисунке 2.

За буквой С может следовать значение длительной мощности в процентах, на которое может быть превышена длительная мощность (см. таблицу 1, пункт 3). Если длительная мощность может быть превышена на 10 % стандартного значения, то ее значение заменяют буквой X (см. таблицу 1, пункт 4).

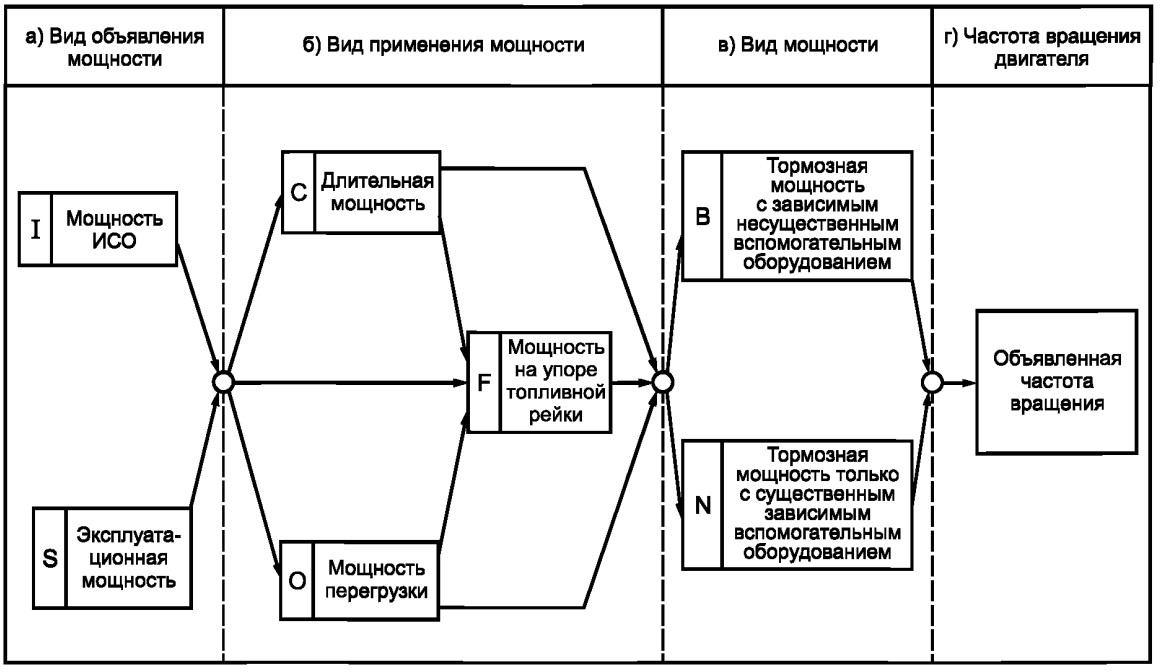
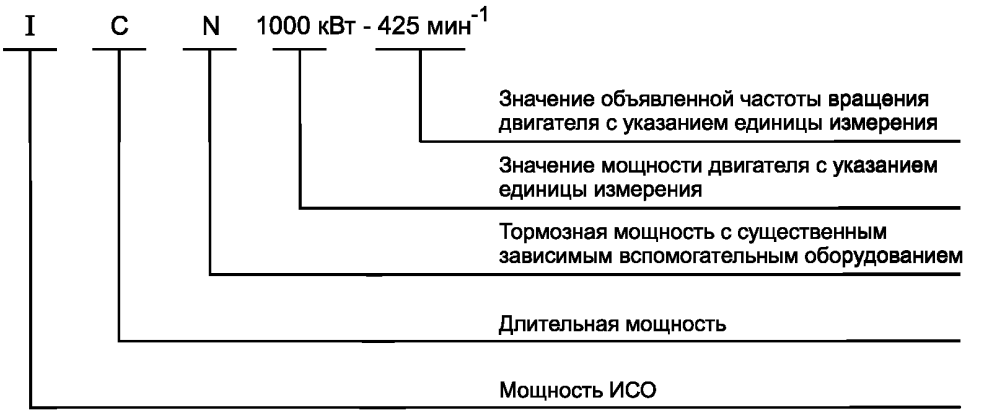


Рисунок 2 — Диаграмма, показывающая последовательность букв, применяемых при обозначении объявленных мощностей

Примечание — Для двигателей, применяемых на судах, отвечающих требованиям МАКО для неограниченного района плавания, и для которых указаны номинальные окружающие условия по 8.8.1, вместо буквы S для обозначения эксплуатационной мощности допускается использовать M. Когда использована буква M, то нет необходимости давать дополнительную информацию по конкретным окружающим и рабочим условиям.

9.2 Обозначение мощности с помощью кодов при объявлении мощности двигателя состоит из:
- буквенных кодов, представленных на рисунке 2;
- значения мощности с указанием единицы измерения;
- значения объявленной частоты вращения двигателя с указанием единицы измерения.

Пример —



Такое обозначение не определяет, допускается ли превышение мощности. Если мощность может быть превышена, то следует указать значение превышения в процентах, например ICXN.

9.3 Примеры обозначений мощности с помощью кодов приведены в таблице 1.

Таблица 1 — Кодовые обозначения наиболее применяемых мощностей

Мощность	Кодовое обозначение[1)]
1 Стандартная мощность ИСО	ICN
2 Стандартная мощность ИСО на упоре рейки	ICFN
3 Стандартная мощность ИСО в перегрузкой на X %	ICXN[2)]
4 Стандартная мощность ИСО с перегрузкой на 10 %	ICXN
5 Тормозная мощность ИСО с перегрузкой с существенным зависимым вспомогательным оборудованием	ION
6 Тормозная мощность ИСО с перегрузкой на упоре рейки с существенным зависимым вспомогательным оборудованием	IOFN
7 Тормозная мощность ИСО на упоре рейки с существенным зависимым вспомогательным оборудованием	IFN
[1)] Указанные обозначения могут также быть применены для эксплуатационной мощности. В этом случае буква I должна быть заменена на S или M (см. примечание к рисунку 2). Они могут также быть использованы для обозначения тормозной мощности с несущественным зависимым вспомогательным оборудованием, указанным в перечне. В этом случае буква N должна быть заменена на B (см. выше примеры). [2)] Вместо X должно быть указано соответствующее значение.	
Примеры ***1 Стандартная эксплуатационная мощность с перегрузкой на 10 % будет иметь обозначение*** **SCXN.** ***2 Стандартная эксплуатационная мощность на упоре рейки будет иметь обозначение*** **SCFN.** ***3 Тормозная мощность ИСО с перегрузкой с несущественным вспомогательным оборудованием, которое должно быть указано, будет иметь обозначение*** **IOB.**	

10 Объявление расхода топлива

10.1 Количество жидкого топлива должно быть указано в единицах массы (килограмм) или единицах энергии (джоуль). Количество газообразного топлива должно быть указано в единицах энергии (джоуль).

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

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

Любой объявленный расход топлива газового двигателя должен быть приведен к заявленной теплотворной способности газа. Вид газа должен быть указан.

10.4 Удельный расход топлива двигателя следует объявлять:

а) при стандартной мощности ИСО;

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

Допускается, если не указано иное, указывать удельный расход топлива с допуском плюс 5 % для объявленной мощности.

11 Объявление расхода смазочного масла

11.1 Расход смазочного масла выражают в литрах или килограммах за час работы двигателя при объявленных значениях мощности и частоты вращения двигателя.

11.2 Расход смазочного масла следует объявлять для двигателя, прошедшего установленную обкатку.

11.3 Смазочное масло, сливаемое во время его замены в двигателе, не должно быть учтено в объявленном расходе смазочного масла.

11.4 Вид применяемого смазочного масла должен быть указан.

12 Информация, представляемая потребителем и изготовителем

12.1 Потребитель должен представить следующую информацию:

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

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

в) местные условия:

- атмосферные давления (максимальное и минимальное), если данных о давлениях нет, то указывают высоту над уровнем моря;
- среднемесячные минимальную и максимальную температуры воздуха в наиболее жаркий и наиболее холодный месяцы года;
- максимальную и минимальную температуры воздуха, окружающего двигатель;
- относительную влажность воздуха (или давление водяного пара, или температуру влажного и сухого термометров), как правило, при максимальной окружающей температуре воздуха на месте установки;
- максимальную и минимальную температуры охлаждающей воды;

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

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

е) характеристики существенного вспомогательного оборудования, поставляемого потребителем;

ж) любую другую информацию относительно специального применения двигателя.

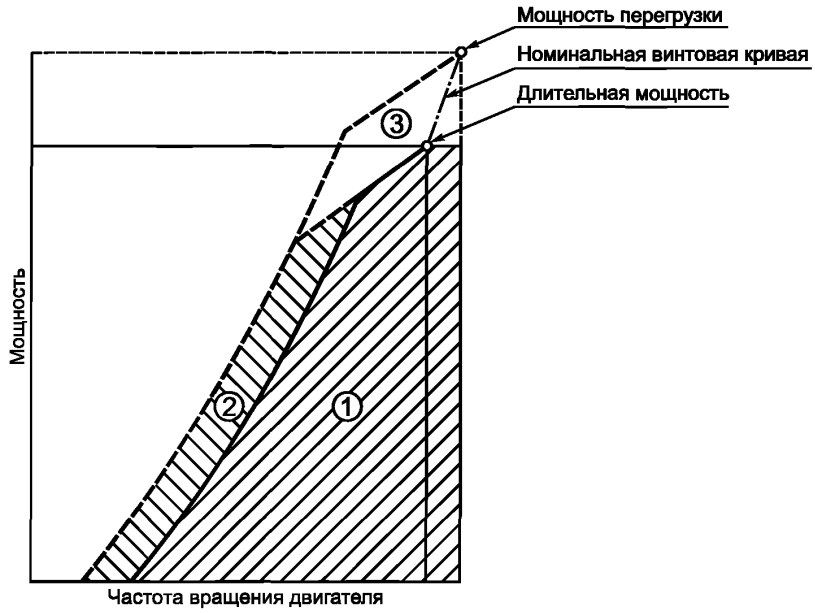
12.2 Изготовитель двигателя должен представлять следующую информацию:

а) объявленные тормозные мощности и их допустимые отклонения;

б) соответствующие частоты вращения двигателя.

Для некоторых применений двигателей, работающих с переменной частотой, обычной практикой является представление диаграммы «мощность — частота вращения», охватывающей диапазон мощности, в котором двигатель может работать как продолжительное, так и короткое время.

Типичный пример диаграммы для главного судового двигателя с винтом фиксированного шага приведен на рисунке 3.



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

Рисунок 3 — Диаграмма «мощность — частота вращения»

Для разработки такой диаграммы потребитель должен представить необходимую информацию в соответствии с 12.1:

в) направление вращения в соответствии с ГОСТ 22836;

г) число и расположение цилиндров в соответствии с ГОСТ 23550;

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

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

- сгорания и продувки,
- охлаждения и вентиляции;

ж) способ пуска, поставляемое и дополнительно необходимое оборудование;

и) вид и сорт рекомендуемого смазочного масла;

к) тип регулирования 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;

л) способ охлаждения и емкость системы охлаждения с указанием скорости циркуляции охлаждающих жидкостей;

м) возможность установки трубопровода для отвода нагретого воздуха (только для двигателей с воздушным охлаждением);

н) график периодического осмотра и ремонта;

п) спецификацию и указания о низшей теплотворной способности возможных к применению видов топлива;

р) температуру подаваемого в двигатель топлива и (или) вязкость;

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

т) характеристики существенного независимого вспомогательного оборудования, поставляемого изготовителем;

у) любую другую информацию относительно специального применения двигателя.

13 Методы приведения мощности и пересчета удельного расхода топлива

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

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

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

13.3 Приведение мощности к окружающим условиям

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

$$P_{\text{x}} = \alpha P_{\text{r}}, \tag{1}$$

где α — коэффициент приведения мощности, определяемый по формуле

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

где k — коэффициент индикаторной мощности, определяемый по формуле

$$k = \left(\frac{p_{\text{x}} - a\varphi_{\text{x}} p_{\text{sx}}}{p_{\text{r}} - a\varphi_{\text{r}} p_{\text{sr}}}\right)^{\text{m}} \left(\frac{T_{\text{r}}}{T_{\text{x}}}\right)^{\text{n}} \left(\frac{T_{\text{cr}}}{T_{\text{cx}}}\right)^{\text{s}}. \tag{3}$$

Примеры приведения мощности даны в приложениях В и Г.

13.3.2 Если у двигателя 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

$$P_{\text{x}} = \alpha R_{\text{ra}}. \tag{4}$$

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

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

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

где p_{ra} — заменяющее исходное полное атмосферное давление:

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

Значения коэффициента a и показателей степени m, n и s — по таблице 2.

Таблица 2 — Значения коэффициентов и показателей степени, используемых при приведении мощности

Тип двигателя	Вид топлива	Условия		Обозначение условий	Коэффициента	Показатель степени		
						m	n	s
Дизельные двигатели и двухтопливные двигатели с воспламенением от сжатия, работающие на жидком топливе	Дизельное топливо	Без турбонаддува	Мощность, ограниченная соотношением воздух—топливо	A	1	1,00	0,75	0
			Мощность, ограниченная термической нагрузкой	B	0	1,00	1,00	0
		С турбонаддувом без охлаждения наддувочного воздуха	Мало- и среднеоборотные четырехтактные двигатели	C	0	0,70	2,00	0
		С турбонаддувом с охлаждением наддувочного воздуха		D	0	0,70	1,20	1
Двигатели (дизели) с воспламенением от сжатия	Дизельное топливо	С турбонаддувом с охлаждением наддувочного воздуха	Малооборотные двухтактные двигатели	E	0	nr	nr	nr
Газовые двигатели с пилотным впрыском (двухтопливные или газодизели)	Газообразное топливо с пилотным топливом		Мало- и среднеоборотные четырехтактные двигатели	F	0	0,57	0,55	1,75
Двухтопливные двигатели с впрыском газа высокого давления	Газообразное топливо с пилотным топливом			G	0	0,70	1,20	1,00
			Малооборотные двухтактные двигатели	H	0	nr	nr	nr
Двигатели с воспламенением от искры	Бензин, сжиженный нефтяной газ, газообразное топливо	Без турбонаддува	Высокооборотные четырехтактные двигатели	I	1	0,86	0,55	0
Двигатели с принудительным зажиганием	Газообразное топливо	С турбонаддувом с охлаждением наддувочного воздуха	Мало- и среднеоборотные четырехтактные двигатели	J	0	0,57	0,55	1,75

Примечания

1 Обозначения условий и показатели степени были предоставлены СИМАС (International Council on Combustion Engines).

2 Коэффициенты и показатели степени были установлены в результате испытаний на ряде двигателей определенных типов. Они могут быть приняты как рекомендуемые. Изготовитель двигателя может в качестве альтернативы предложить свои значения, соответствующие индивидуальной конструкции двигателя.

3 Значения показателя степени s применяют для приведения мощности, основываясь на температуре охлаждающей среды на входе в охладитель наддувочного воздуха. Там, где наддувочный воздух охлаждается в одном контуре с водяной рубашкой двигателя при номинальной постоянной температуре, значение s может быть принято равным нулю.

4 Условия A и D соответствуют примерам, приведенным в приложениях В и Г.

5 Высокооборотные четырехтактные двигатели, требующие приведения мощности, не представлены в данной таблице. Корректирующие коэффициенты и показатели степени должны быть определены изготовителем двигателя.

6 nr — рекомендуемые значения отсутствуют. Изготовитель двигателя должен использовать свои собственные значения для индивидуальных конструкций двигателя.

Определение давления водяного пара, степени повышения давления сухого воздуха, коэффициента индикаторной мощности и коэффициента приведения мощности — по таблицам Б.1 — Б.5 приложения Б.

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 2 в формулах принимают значение, равное 30 %.

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

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

13.3.6 При объявлении стандартной мощности ИСО изготовитель двигателя должен указать, какое из условий в таблице 2 является применимым для данного двигателя.

13.4 Если двигатель 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 двигателей проводят с использованием нижеследующих формул, если изготовитель не указывает других методов:

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

где

$$\beta = \frac{k}{\alpha}. \tag{8}$$

14 Метод корректировки мощности

14.1 Метод корректировки мощности подтвержден испытаниями репрезентативного числа нерегулируемых двигателей с частотой вращения 2000 мин$^{-1}$ и более. Изготовитель может распространить этот метод (если считает его подходящим) или отказаться от него, если обладает достоверными опытными данными.

Этот метод корректировки мощности следует применять для расчета мощности при стандартных исходных условиях, указанных в 6.1, основываясь на мощности, измеренной (определенной) при окружающих условиях при испытании.

Для корректировки мощности измеренную (определенную) мощность вычисляют путем умножения на коэффициент по формулам:

- для двигателей с воспламенением от сжатия (дизелей)

$$P_r = \alpha_c \, P_y; \tag{9}$$

- для двигателей с принудительным зажиганием

$$P_r = \alpha_a \, P_y. \tag{10}$$

Примеры, показывающие, как коэффициенты корректировки применяют во время испытаний нерегулируемых двигателей, приведены в приложении Д.

14.2 Коэффициенты корректировки определяют при атмосферных условиях, которые должны быть в следующих пределах:

- по температуре T_y:
- для двигателей с воспламенением от сжатия (дизелей) 283 К $\le T_y \le$ 313 К;
- для двигателей с принудительным зажиганием 288 К $\le T_y \le$ 308 К;
- по атмосферному давлению сухого воздуха p_d для всех двигателей 90 кПа $\le p_d \le$ 110 кПа, где $p_d = p_y - \varphi_y p_{sy}$.

14.3 Коэффициент корректировки α_c для двигателей с воспламенением от сжатия (дизелей) с предварительно установленной подачей топлива рассчитывают по формуле

$$\alpha_c = (f_a)^{f_m}, \quad (11)$$

где f_a — атмосферный коэффициент,

f_m — характерный показатель для каждого типа двигателя и системы управления топливоподачей.

Формула (11) применима, только если значение коэффициента корректировки α_c находится в пределах $0{,}96 \le \alpha_c \le 1{,}06$. Если эти пределы превышены, то должно быть указано полученное значение корректировки, а в отчете об испытаниях должны быть точно указаны окружающие условия при испытаниях (температура и давление).

14.3.1 Атмосферный коэффициент f_a характеризует влияние окружающих условий (давление, температура и влажность) на наполнение цилиндров двигателей воздухом. Атмосферный коэффициент, зависящий от типа двигателя, рассчитывают по следующим формулам:

а) для двигателей без наддува и с механическим наддувом

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

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

$$f_a = \left(\frac{p_r - \varphi_r p_{sr}}{p_y - \varphi_y p_{sy}}\right)^{0,7}\left(\frac{T_y}{T_r}\right)^{1,2}; \quad (13)$$

в) для двигателей с турбонаддувом с охлаждением наддувочного воздуха в водовоздушном охладителе

$$f_a = \left(\frac{p_r - \varphi_r p_{sr}}{p_y - \varphi_y p_{sy}}\right)^{0,7}\left(\frac{T_y}{T_r}\right)^{0,7}. \quad (14)$$

14.3.2 Коэффициент двигателя f_m зависит от типа двигателя и коэффициента избытка воздуха на сгорание, соответствующего установленной топливоподаче.

Коэффициент двигателя f_m, представляющий собой функцию от корректируемой удельной подачи топлива q_c, рассчитывают по формуле

$$f_m = 0{,}036 q_c - 1{,}14, \quad (15)$$

где

$$q_c = \frac{q}{r_r}, \quad (16)$$

где q — удельная цикловая подача, мг/(л · цикл), рассчитываемая по формуле

$$q = \frac{zB}{v_m n}, \quad (17)$$

где z = 120000 для четырехтактных двигателей;

z = 60000 для двухтактных двигателей;

B — расход топлива, г/с;

v_m — рабочий объем двигателя, л;

n — частота вращения, мин$^{-1}$;

r_r — отношение абсолютных статических давлений воздуха на выходе из компрессора и входе в него при стандартных исходных условиях.

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

Формула (15) применима для диапазона 37,2 мг/(л · цикл) $\leq q_c \leq$ 65 мг/(л · цикл) подачи воздуха, используемого для сгорания.

Для значений q_c < 37,2 мг/(л · цикл) должно быть принято постоянное значение f_m = 0,2. Для значений q_c > 65 мг/(л · цикл) должно быть принято постоянное значение f_m = 1,2 (рисунок 4).

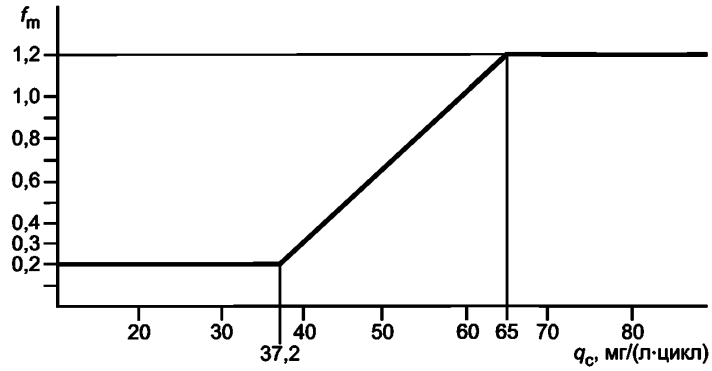


Рисунок 4 — Коэффициент двигателя f_m как функция корректированной удельной цикловой подачи топлива q_c

14.4 Для двигателей других типов коэффициент корректировки α_c 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.

14.5 Коэффициент корректировки α_a для двигателей с принудительным зажиганием без наддува и с наддувом (без охлаждения наддувочного воздуха и с охлаждением) рассчитывают по формуле

$$\alpha_a = \left(\frac{p_r - \varphi_r p_{sr}}{p_y - \varphi_y p_{sy}} \right)^{1,2} \left(\frac{T_y}{T_r} \right)^{0,6}. \quad (18)$$

Формулу (18) применяют для двигателей с карбюраторами либо для двигателей с системами топливоподачи, поддерживающими постоянное топливовоздушное соотношение при изменении окружающих условий. Для иных двигателей применяют требования 14.4.

Формулу (18) для определения коэффициента корректировки α_a применяют в случаях, когда 0,96 $\leq \alpha_a \leq$ 1,06.

14.6 Коэффициент поглощения света при стандартных исходных условиях k_r при измерениях дымности отработавших газов рассчитывают по формуле

$$k_r = \alpha_s k, \quad (19)$$

где k — коэффициент поглощения света при испытаниях, выраженный в абсолютных единицах.

14.7 Коэффициент корректировки α_s для двигателей с воспламенением от сжатия (дизеля) при постоянной подаче топлива рассчитывают по формуле

$$\alpha_s = 1 - 5\,(f_a - 1). \quad (20)$$

Коэффициент корректировки α_s применяют в случаях, когда 0,92 $\leq f_a \leq$ 1,08, 283 К $\leq T_y \leq$ 313 К, 80 кПа $\leq p_d \leq$ 110 кПа.

15 Методы испытаний

Правила приемки и методы испытаний двигателей — в соответствии с требованиями ГОСТ 10448.

16 Отчет об испытаниях

16.1 Изготовитель должен представить отчет об испытаниях.

Отчет о приемосдаточных испытаниях представляют, как правило, для двигателей групп 3 — 5 в соответствии с ГОСТ 10448.

Отчеты о периодических испытаниях представляют для двигателей всех групп.

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

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

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

Если используют топливо в соответствии с требованиями стандарта на топливо конкретного вида, 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 установлены;

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

г) таблицу измеренных при испытаниях параметров;

д) параметры, рассчитанные при испытаниях;

е) результаты функциональных проверок;

ж) результаты дополнительных и специальных испытаний, если требуются.

Приложение А
(обязательное)

Примеры вспомогательного оборудования, которое может быть установлено на двигателе

Эти перечни являются ориентировочными и не являются исчерпывающими.

А.1 Перечень F — Существенное зависимое вспомогательное оборудование:

а) приводимый от двигателя нагнетательный масляный насос;

б) приводимый от двигателя откачивающий масляный насос для двигателей с сухим картером;

в) приводимый от двигателя насос охлаждающей воды;

г) приводимый от двигателя насос забортной воды;

д) приводимый от двигателя вентилятор для охлаждения радиатора;

е) приводимый от двигателя вентилятор для охлаждения двигателя (для двигателей с воздушным охлаждением);

ж) приводимый от двигателя компрессор газового топлива;

и) приводимый от двигателя топливоподкачивающий насос;

к) приводимый от двигателя топливный насос для обычной или сервовпрыскивающей системы;

л) приводимый от двигателя продувочный компрессор и (или) компрессор наддувочного воздуха;

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

н) приводимый от двигателя насос для смазки цилиндров;

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

р) 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 двигателей с сухим картером;

в) автономный насос охлаждающей воды;
г) автономный насос забортной воды;
д) автономный вентилятор для охлаждения радиатора;
е) автономный вентилятор для охлаждения двигателя (для двигателей с воздушным охлаждением);
ж) автономный компрессор газового топлива;
и) автономный топливоподкачивающий насос;
к) автономный топливный насос для обычной или сервовпрыскивающей системы;
л) автономный продувочный компрессор и (или) компрессор наддувочного воздуха;
м) автономный вытяжной вентилятор картера;
н) автономный насос для смазки цилиндров;
п) система регулирования или управления, приводимая от внешнего источника.

А.3 Перечень Н — Несущественное зависимое вспомогательное оборудование:

а) приводимый от двигателя пусковой воздушный компрессор;
б) приводимый от двигателя генератор, воздушный компрессор или гидравлический насос для подачи энергии на оборудование, не указанное в перечне G;
в) приводимый от двигателя откачивающий насос;
г) приводимый от двигателя пожарный насос;
д) приводимый от двигателя вентилятор;
е) приводимый от двигателя топливоперекачивающий насос;
ж) встроенный в двигатель упорный подшипник.

Приложение Б
(рекомендуемое)

Определение давления водяного пара, коэффициентов и отношений

Б.1 Определение давления водяного пара

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

Таблица Б.1 — Значения давления водяного пара

t_x, °С	Относительная влажность воздуха φ_x, %								
	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2
	Давление водяного пара $\varphi_x p_{sx}$, кПа								
–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

Продолжение таблицы Б.1

t_x, °С	Относительная влажность воздуха φ_x, %								
	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2
	Давление водяного пара $\varphi_x p_{sx}$, кПа								
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
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

Окончание таблицы Б.1

t_x, °С	Относительная влажность воздуха φ_x, %								
	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2
	Давление водяного пара $\varphi_x p_{sx}$, кПа								
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 отношений давлений сухого воздуха

Значения отношений давлений сухого воздуха, рассчитываемые по формуле $\frac{p_x - a\varphi_x p_{sx}}{p_r - a\varphi_r p_{sr}}$, входящей в формулу (3), указаны в таблице Б.2 применительно к формулам с условиями A, E и G (см. таблицу 2) при a = 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.

Б.3 Определение коэффициента индикаторной мощности *k*

Формула (3) или (5) может иметь вид

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

где

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

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

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

$$y_1 = \mathrm{m};\ y_2 = \mathrm{n};\ y_3 = \mathrm{s}.$$

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.

Б.4 Определение коэффициента пересчета расхода топлива β

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

Значение k [см. формулы (3) и (5)] можно определить по таблице Б.3.

Значение η_m устанавливает изготовитель.

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 [см. формулы (3) и (5)] может быть определено по таблице Б.3.

Значение η_m устанавливает изготовитель.

Таблица Б.2 — Значения отношений давлений сухого воздуха

Высота, м	Полное барометрическое давление p_x, кПа	Давление водяного пара $\varphi_x p_{sx}$, кПа													
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		Отношение давлений сухого воздуха $\frac{p_x - a\varphi_x p_{sx}}{p_r - a\varphi_r p_{sr}}$													
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

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

R	y								
	0,50	0,55	0,57	0,7	0,75	0,86	1,20	1,75	12,00
	R^y								
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

Окончание таблицы Б.3

R	y								
	0,50	0,55	0,57	0,7	0,75	0,86	1,20	1,75	12,00
	R^y								
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

Таблица Б.4 — Значения коэффициента пересчета расхода топлива β

k	Механический КПД η_m					
	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95
	Коэффициент пересчета расхода топлива β					
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

Окончание таблицы Б.4

k	Механический КПД η_m					
	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95
	Коэффициент пересчета расхода топлива β					
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

Таблица Б.5 — Значения коэффициента приведения мощности α

k	Механический КПД η_m					
	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95
	Коэффициент приведения мощности α					
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 или заменяющих исходных условий к местным окружающим условиям

Пример 1

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

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

Согласно таблице 2 для условий А имеют: a = 1; m = 1; n = 0,75 и s = 0.

Стандартные исходные условия:	Местные окружающие условия:
p_r = 100 кПа;	p_x = 87 кПа;
T_r = 298 К;	T_x = 318 К;
φ_r = 0,3;	φ_x = 0,8.
η_m = 0,85.	

Согласно таблице Б.1 при t_x = 45 °С и φ_x = 0,8 имеют:

$\varphi_x p_{sx}$ = 7,71 кПа.

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

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

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

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

По формуле (3) вычисляют k = 0,801 · 0,952 = 0,763.

Согласно таблице Б.4 при k = 0,763 и η_m = 0,85 путем интерполяции получают β = 1,040.

Согласно таблице Б.5 при k = 0,763 и η_m = 0,85 путем интерполяции получают α = 0,7336.

Отсюда получают:

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

Пример 2

Среднеоборотный четырехтактный двигатель 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 условия при температуре 313 К и максимальной степени 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?

Согласно таблице 2 при условиях D имеют; a = 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 вычисляют:

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

Согласно таблице Б.2 при высоте 4000 м имеют p_x = 61,5 кПа.

Заменяющие исходные условия:	Местные окружающие условия:
p_{ra} = 84,7 кПа;	p_x = 61,5 кПа;
T_{ra} = 313 К;	T_x = 323 К;
T_{cr} = 298 К;	T_{cx} =310 К.
η_m = 0,90.	

Отсюда получают:

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

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

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

По формуле (5) рассчитывают:

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

Согласно таблице Б.3 путем интерполяции получают:

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

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

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

Согласно таблице Б.5 при k = 0,74 и η_m = 0,90 получают α = 0,720.

Отсюда получают:

мощность на месте установки 0,720 · 1000 = 720 кВт при степени повышения давления 2,36.

Приложение Г
(справочное)

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

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

Какую тормозную мощность будет он 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 рассматриваемого примера является определение тормозной мощности при стандартных исходных условиях.

Основными формулами, необходимыми для приведения мощности, являются формулы (1), (2) и (5) по 13.3.1.

Для приведения тормозной мощности P_x при местных окружающих условиях к тормозной мощности при стандартных исходных условиях P_r используют преобразованную формулу (1):

$$P_r = \frac{P_x}{\alpha}.$$

Коэффициент 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 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 2 для условий D:

m = 0,7; n = 1,2; s = 1,0.

Полученные значения подставляют в формулу (5):

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

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

Следовательно, тормозная мощность при стандартных исходных условиях

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

Это является выходной мощностью при стандартных исходных условиях.

Следующей ступенью будет приведение тормозной мощности от стандартных исходных условий к окружающим условиям при испытаниях.

Приведение тормозной мощности от стандартных исходных условий к окружающим условиям при испытаниях рассчитывают 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, находят:

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

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

Следовательно, тормозная мощность при окружающих условиях при испытаниях

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

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

Приложение Д
(справочное)

Примеры корректировки мощности для нерегулируемых двигателей

Пример 1

Четырехтактный двигатель с турбонаддувом с охладителем наддувочного воздуха развивает мощность 280 кВт при окружающих условиях при испытаниях. Какую корректированную мощность можно ожидать для перечисленных окружающих условий на месте установки? Частота вращения двигателя 1900 мин$^{-1}$, полный рабочий объем 14,2 л и расход топлива 16,3 г/с. Степень повышения давления в турбокомпрессоре при стандартных исходных условиях 2,28.

Окружающие условия при испытаниях:
p_y = 99 кПа;
T_y = 298 К;
φ_y = 0,2.

Местные окружающие условия:
p_x = 98 кПа;
T_x = 315 К;
φ_x = 0,4.

Согласно разделу 14

$$P_x = \alpha_c P_y.$$

Из 14.3 коэффициент корректировки:

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

Из 14.3.1 атмосферный коэффициент:

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

Из 14.3.2 коэффициент двигателя:

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

где $q_c = \frac{q}{r_r}$.

Сначала рассчитывают значение удельной цикловой подачи топлива q, мг/(л · цикл), в двигатель:

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

Следовательно, значение корректированной удельной цикловой подачи топлива

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

Поскольку q_c < 37,2 мг/(л · цикл), то 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 · 280 = 276 кВт, которую будет развивать двигатель при местных окружающих условиях.

Пример 2

Четырехтактный двигатель с турбонаддувом, без охладителя наддувочного воздуха, с механическим КПД η_m = 0,85 развивает мощность P_x = 310 кВт при окружающих условиях при испытаниях. Какую корректированную мощность можно ожидать при нижеприведенных местных окружающих условиях? Частота вращения двигателя 1200 мин$^{-1}$, полный рабочий объем 15 л и расход топлива 17,05 г/с. Степень повышения давления в турбокомпрессоре при стандартных исходных условиях 1,95.

Окружающие условия при испытаниях:	Местные окружающие условия:	Стандартные исходные условия:
$p_у$ = 98 кПа;	$p_х$ = 69 кПа;	$p_г$ = 100 кПа;
$T_у$ = 302 К;	$T_х$ = 283 К;	$T_г$ = 298 К;
$\varphi_у$ = 0,2.	$\varphi_х$ = 0,4.	$\varphi_г$ = 0,3.

Рассчитывают удельную цикловую подачу топлива q, мг/(л · цикл), в двигателе:

$$q = \frac{(1000 \cdot 60 \cdot 2)17{,}05}{(15 \cdot 1200)} = 113{,}7.$$

Следовательно,

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

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

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

Следовательно,

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

В соответствии с ограничением, приведенным в 14.3, формулы из раздела 14 не могут быть использованы непосредственно для корректировки от окружающих условий при испытаниях к местным окружающим условиям.

Корректировка должна быть выполнена двумя ступенями:

- с использованием формул (15) — (17), приведенных в разделе 14, для корректировки от окружающих условий при испытаниях к стандартным исходным условиям;
- затем с использованием формул (1) — (3) и (5), приведенных в 13.3, для перехода от стандартных исходных условий к местным окружающим условиям.

Используя формулы (15) и (16) раздела 14, получают:

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

Значение f_a для корректировки от окружающих условий при испытаниях к стандартным исходным условиям рассчитывают следующим образом:

$$f_a = \left(\frac{100 - 0{,}94}{98 - 0{,}79}\right)^{0{,}7}\left(\frac{302}{283}\right)^{1{,}2} = 1{,}030.$$

Следовательно,

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

и мощность

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

Такую мощность можно ожидать при стандартных исходных условиях.

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

$$P_х = \alpha P_г;$$

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

и

$$k = \left(\frac{p_х}{p_г}\right)^m\left(\frac{T_г}{T_х}\right)^n\left(\frac{T_{cr}}{T_{cx}}\right)^s.$$

В таблице 2 для условий С показатели степени 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 значения, полученные выше, находят:

$$\alpha = 0,855 - (0,7 \cdot 0,145 \cdot 0,176\ ) = 0,837;$$

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

Такую мощность развивает двигатель при местных окружающих условиях.

УДК 621.435:006.354 ОКС 27.020 Г84 ОКП 31 2000

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

Редактор *Л.В. Афанасенко*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Р.А. Ментова*
Компьютерная верстка *В.И. Грищенко*

Сдано в набор 20.02.2006. Подписано в печать 21.03.2006. Формат 60x84 $^{1}/_{8}$. Бумага офсетная. Гарнитура Ариал.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 4,18. Уч.-изд. л. 3,30. Тираж 266 экз. Зак. 168. С 2602.

ФГУП «Стандартинформ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru
Набрано во ФГУП «Стандартинформ» на ПЭВМ
Отпечатано в филиале ФГУП «Стандартинформ» — тип. «Московский печатник», 105062 Москва, Лялин пер., 6

gost.e-ecolog.ru