

СОВЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ВЗАИМОПОМОЩИ

СТАНДАРТ СЭВ
СТ СЭВ 4394—83

ДВИГАТЕЛИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ПОРШНЕВЫЕ

МЕТОДЫ ПЕРЕСЧЕТА МОЩНОСТИ И УДЕЛЬНОГО РАСХОДА ТОПЛИВА

Цена 15 коп.

1985

gost.e-ecolog.ru

Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 23 октября 1984 г. № 3687 стандарт Совета Экономической Взаимопомощи СТ СЭВ 4394—83 «Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Методы пересчета мощности и удельного расхода топлива»

введен в действие непосредственно в качестве государственного стандарта СССР

в народном хозяйстве СССР

с 01.07.85

в договорно-правовых отношениях по сотрудничеству

с 01.07.85

Сдано в наб. 04 12 84 Подп в печ. 11.03.85 2,25 п. л 2,25 усл. кр.-отт 2,36 уч.-изд л. Тир. 4000 Цена 15 коп.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123840, Москва, ГСП, Новопресненский пер , 3.
Калужская типография стандартов, ул. Московская, 256. Зак. 3663

УДК 621.436.001.4

Настоящий стандарт СЭВ является обязательным в рамках Конвенции о применении стандартов СЭВ

СОВЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ВЗАИМОПОМОЩИ	СТАНДАРТ СЭВ	СТ СЭВ 4394—83
	ДВИГАТЕЛИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ПОРШНЕВЫЕ Методы пересчета мощности и удельного расхода топлива	Группа Д29

Настоящий стандарт СЭВ распространяется на дизели промышленные, судовые и железнодорожного транспорта (далее — двигатели) и устанавливает методы пересчета мощности и удельного расхода топлива для двигателей без газотурбинного наддува и с газотурбинным наддувом.

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

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Методы пересчета применяют:

1) для определения соответствия значений мощности и удельного расхода топлива, полученных в условиях испытаний, параметрам, указанным в технической документации на двигатель;

2) для установления максимально допустимой мощности двигателя на месте эксплуатации при отклонении атмосферных условий от стандартных условий в целях предотвращения перегрузки двигателя.

1.2. Методы пересчета мощности и удельного расхода топлива следует применять:

1) для двух- и четырехтактных двигателей без газотурбинного наддува при неизменности коэффициента избытка воздуха или неизменности температуры отработавших газов.

У двигателей при применении метода пересчета мощности и удельного расхода топлива на основе сохранения неизменности температуры отработавших газов относительная влажность воздуха не учитывается;

2) для четырехтактных двигателей с газотурбинным наддувом и газовой связью турбокомпрессора с двигателем без охлаждения и с охлаждением наддувочного воздуха при неизменности температуры отработавших газов.

Утвержден Постоянной Комиссией по сотрудничеству в области стандартизации
Дрезден, декабрь 1983 г.

Пересчет мощности и удельного расхода топлива для двигателей железнодорожного транспорта рекомендуется производить по методу, приведенному в информационном приложении 1. Допускается использование данного метода и для двигателей других назначений.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЛИ ПЕРЕСЧЕТ МОЩНОСТИ И УДЕЛЬНОГО РАСХОДА ТОПЛИВА

2.1. Определение мощности и удельного расхода топлива должно проводиться в стандартных условиях по СТ СЭВ 1582—79.

2.2. Другие исходные условия, отличающиеся от стандартных, допускается устанавливать в следующих случаях:

1) если у двигателей без газотурбинного наддува имеется запас по температуре отработавших газов или по коэффициенту избытка воздуха;

2) если у двигателей с газотурбинным наддувом на установленной при стандартных условиях мощности не достигаются предельные значения частоты вращения турбокомпрессора и температуры отработавших газов на входе в турбину.

2.3. При исходных условиях, отличающихся от стандартных, необходимо в расчетные формулы вместо значений стандартных условий подставлять значения условий, их заменяющих. При этом должны быть обеспечены значения мощности и удельного расхода топлива, указанные в технической документации на двигатель.

2.4. При отклонении атмосферных условий от стандартных в местах испытания или эксплуатации двигателя значения мощности и удельного расхода топлива должны устанавливаться путем пересчета на эти измененные условия или приводиться от них к исходным условиям.

2.5. Мощность двигателя (P_{ex}) в киловаттах при измененных атмосферных условиях определяют по формуле

$$P_{ex}=P_{er}\alpha_x, \tag{1}$$

где P_{er} — мощность при стандартных условиях;

α_x — коэффициент пересчета мощности.

2.6. Удельный расход топлива (b_{fx}) в граммах на киловатт-час при измененных атмосферных условиях определяют по формуле

$$b_{fx}=b_{fr}\beta_x, \tag{2}$$

где b_{fr} — удельный расход топлива при стандартных условиях, g/(kW·h);

β_x — коэффициент пересчета удельного расхода топлива.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПЕРЕСЧЕТА МОЩНОСТИ И УДЕЛЬНОГО РАСХОДА ТОПЛИВА

3.1. Расчет значений коэффициента пересчета мощности

3.1.1. Значения коэффициента пересчета мощности (α_x) рассчитывают по формуле

$$\alpha_x = k_x + 0{,}7(k_x - 1)\cdot\left(\frac{1}{\eta_m} - 1\right). \qquad (3)$$

Если принять, что $0{,}7\left(\frac{1}{\eta_m} - 1\right) = C$, то выражение (3) примет вид

$$\alpha_x = k_x(1 + C) - C, \qquad (4)$$

где k_x — отношение индикаторных мощностей при измененных и стандартных атмосферных условиях;

η_m — механический коэффициент полезного действия (КПД) двигателя.

Значение механического КПД, если оно не установлено, следует принимать равным 0,80.

Значение C для различных величин η_m приведено в табл. 12 информационного приложения 3.

3.1.2. Отношение индикаторных мощностей (k_x) определяют по указанным ниже формулам:

1) для двигателей без газотурбинного наддува при условии сохранения неизменности коэффициента избытка воздуха

$$k_x = \frac{P_{ix}}{P_{ir}} = \left(\frac{p_{ax} - \varphi_x p_{sx}}{p_{ar} - \varphi_r p_{sr}}\right)^{1,0} \cdot \left(\frac{T_{ar}}{T_{ax}}\right)^{0,75}; \qquad (5)$$

2) для двигателей без газотурбинного наддува с ограничением мощности по допустимой термической нагрузке, исходя из условия сохранения неизменности температуры отработавших газов

$$k_x = \left(\frac{P_{ix}}{P_{ir}}\right) = \left(\frac{p_{ax}}{p_{ar}}\right)^{1,0} \cdot \left(\frac{T_{ar}}{T_{ax}}\right)^{1,0}. \qquad (6)$$

Допускается применение формулы (6) для двигателей с механическим наддувом;

3) для двигателей с газотурбинным наддувом без охлаждения наддувочного воздуха

$$k_x = \left(\frac{P_{ix}}{P_{ir}}\right) = \left(\frac{p_{ax}}{p_{ar}}\right)^{0,7} \cdot \left(\frac{T_{ar}}{T_{ax}}\right)^{2,0}; \qquad (7)$$

4) для двигателей с газотурбинным наддувом и охлаждением наддувочного воздуха

$$k_x = \left(\frac{P_{ix}}{P_{ir}}\right) = \left(\frac{p_{ax}}{p_{ar}}\right)^{0,7} \cdot \left(\frac{T_{ar}}{T_{ax}}\right)^{1,2} \cdot \left(\frac{T_{coolr}}{T_{coolx}}\right)^{1,0}, \qquad (8)$$

где P — индикаторная мощность, kW;

P_a — атмосферное давление, кРа;

φ — относительная влажность воздуха, %·0,01;

φp_s — парциальное давление водяного пара, кРа;

T_a — температура окружающего воздуха, К;

T_{cool} — температура охлаждающей воды на входе в охладитель наддувочного воздуха, К.

Примечание. Подстрочные индексы r и x относятся соответственно к стандартным и измененным атмосферным условиям

Парциальное давление водяного пара (φp_s) находят по табл. 13 информационного приложения 3.

При использовании в соответствии с п. 2.2 для двигателей с газотурбинным наддувом других исходных условий, заменяющих стандартные условия, в формулы (7) и (8) вместо значений стандартных условий p_{ar} и T_{ar} подставляют значения заменяющих условий, принятых в качестве исходных p'_{ar} и T'_{ar}, причем

$$p'_{ar}=p_{ar}\cdot\frac{\pi_r}{\pi_{max}}, \qquad (9)$$

где π_r — степень повышения давления наддувочного воздуха на установленной мощности при стандартных условиях;

π_{max} — максимальная степень повышения давления наддувочного воздуха.

3.1.3. Во избежание перегрузки двигателя на месте эксплуатации следует полученные расчетным путем величины коэффициента пересчета мощности α_x больше 1 принимать равными 1.

При испытаниях двигателя на стенде изготовителя допускается принимать значение α_x больше 1.

3.2. Расчет значений коэффициента пересчета удельного расхода топлива

Значения коэффициента пересчета удельного расхода топлива (β_x) рассчитывают по формуле

$$\beta_x=\frac{k_x}{\alpha_x}. \qquad (10)$$

3.3. Определение коэффициентов пересчета мощности α_x и удельного расхода топлива β_x по таблицам

3.3.1. Коэффициенты пересчета мощности α_x и пересчета удельного расхода топлива β_x допускается определять по таблицам, приведенным в информационных приложениях 2 и 3:

1) по табл. 2—6 информационного приложения 2 — для двигателей без газотурбинного наддува;

2) по табл. 7 информационного приложения 3 — для двигателей с газотурбинным наддувом без охлаждения наддувочного воздуха;

3) по табл. 8—9 информационного приложения 3 — для двигателей с газотурбинным наддувом и с охлаждением наддувочного воздуха;

4) по табл. 10 информационного приложения 3 — для двигателей с газотурбинным наддувом без охлаждения и с охлаждением наддувочного воздуха;

5) по табл. 11 информационного приложения 3 — для определения коэффициента пересчета удельного расхода топлива β_x двигателей без газотурбинного наддува и с газотурбинным наддувом без охлаждения и с охлаждением наддувочного воздуха.

3.3.2. Порядок определения по таблицам коэффициентов пересчета мощности и удельного расхода топлива и примеры пересчета мощности и удельного расхода топлива двигателей без газотурбинного наддува приведены в информационном приложении 2.

3.3.3. Порядок определения по таблицам коэффициентов пересчета мощности и удельного расхода топлива и примеры пересчета мощности и удельного расхода топлива двигателей с газотурбинным наддувом без охлаждения и с охлаждением наддувочного воздуха приведены в информационном приложении 3.

Конец

ИНФОРМАЦИОННОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ 1

МЕТОД ПЕРЕСЧЕТА МОЩНОСТИ И УДЕЛЬНОГО РАСХОДА ТОПЛИВА НА ОСНОВЕ СОХРАНЕНИЯ НЕИЗМЕННОСТИ ЦИКЛОВОЙ ПОДАЧИ ТОПЛИВА ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ С ГАЗОТУРБИННЫМ НАДДУВОМ

1. Мощность двигателя P_{ex} при испытаниях в атмосферных условиях, отличающихся от стандартных, находят по формуле (1).

Установка упора органа регулирования подачи топлива производится изготовителем при максимальной величине мощности, определенной по формуле (1).

2. Мощность, приведенную к стандартным атмосферным условиям, определяют по формуле

$$P_{er}=\frac{P_{ex}}{\alpha_x}. \qquad (11)$$

3. Коэффициент пересчета мощности (α'_x) рассчитывают по формуле

$$\alpha'_x=\left[k'_x+0{,}7(k'_x-1)\cdot\left(\frac{1}{\eta_m}-1\right)\right]\Delta, \qquad (12)$$

где Δ — коэффициент, учитывающий изменение плотности топлива при изменении его температуры на входе в топливный насос.

3.1. Коэффициент Δ подставляют в формулу (12) только при пересчете мощности двигателя на упоре органа регулирования подачи топлива при отклонении величины температуры топлива от значения, указанного в технической документации. Во всех остальных случаях $\Delta=1$.

3.2. Отношение индикаторных мощностей (k'_x) определяют по формуле

$$k'_x=\left(\frac{p_{ax}-\varphi_x p_{sx}}{p_{ar}-\varphi_r p_{sr}}\right)^m\cdot\left(\frac{T_{ar}}{T_{ax}}\right)^n\cdot\left(\frac{T_{coolr}}{T_{coolx}}\right)^q. \qquad (13)$$

Значения показателей m, n, q для двигателей без охлаждения и с охлаждением наддувочного воздуха приведены в табл. 1.

Таблица 1

Суммарный коэффициент избытка воздуха	m	n	q
До 1,7	0,30	$0{,}55(1-0{,}5\,\eta_c)$	$0{,}6\,\eta_c$
От 1,7 до 2,1	0,10	$0{,}35(1-0{,}5\,\eta_c)$	$0{,}3\,\eta_c$
Св. 2,1		$0{,}20(1-0{,}5\,\eta_c)$	$0{,}2\,\eta_c$

Примечание. η_c — КПД охладителя наддувочного воздуха.

При отсутствии охлаждения наддувочного воздуха $\eta_c=0$ и $q=0$.

Значение КПД охладителя наддувочного воздуха (η_c) при стандартных условиях указывается в технической документации или определяется по формуле

$$\eta_c=\frac{T_{вг}-T_{intr}}{T_{вг}-T_{coolr}}, \qquad (14)$$

где $T_в$ — температура воздуха на входе в охладитель, К;
T_{inf} — температура воздуха на выходе из охладителя, К;
T_{cool} — температура воды на входе в охладитель, К.

3.3. Коэффициент (Δ) учета изменения плотности топлива при изменении его температуры на входе в топливный насос определяют по формуле

$$\Delta = \frac{\rho_{fTx}}{\rho_{fTr}}, \qquad (15)$$

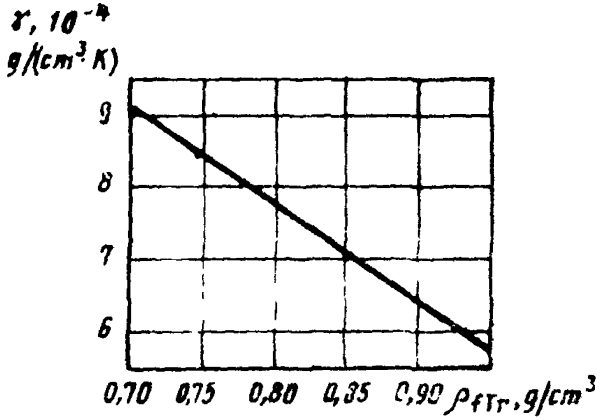
где ρ_{fT} — плотность топлива при температуре на входе в топливный насос, g/cm³.

Плотность топлива при температуре на входе в топливный насос (ρ_{fTx}) в граммах на квадратный сантиметр определяют по формуле

$$\rho_{fTx} = \rho_{fTr} + \gamma(T_{fr} - T_{fx}), \qquad (16)$$

где γ — средняя температурная поправка на 1 К;
T_{fx} — измененная температура топлива, К.

Среднюю температурную поправку (γ) определяют по графику, приведенному на чертеже.



4. Удельный расход топлива (b'_{fr}), приведенный к стандартным условиям, определяют по формуле

$$b'_{fr} = b_{fx}\alpha_x, \qquad (17)$$

где b'_{fx} — удельный расход топлива, измеренный в измененных относительно стандартных атмосферных условий при мощности, определенной по формуле (1);
α_x — коэффициент пересчета мощности, определенный по формуле (12).

ИНФОРМАЦИОННОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ПОРЯДОК ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПО ТАБЛИЦАМ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПЕРЕСЧЕТА МОЩНОСТИ α_x И УДЕЛЬНОГО РАСХОДА ТОПЛИВА β_x ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ БЕЗ ГАЗОТУРБИННОГО НАДДУВА

1. Определение коэффициента пересчета мощности α_x для двигателей, у которых пересчет мощности выполняется при условии сохранения неизменности коэффициента избытка воздуха (с учетом относительной влажности воздуха).

1.1. При относительной влажности воздуха $\varphi = 60$ % и механического КПД двигателя $\eta_m = 0{,}80$ определение значения коэффициента пересчета мощности α_x проводят по табл 2

1.2. При величине относительной влажности воздуха меньше 60 % необходимо к значению α, найденному по табл. 2, прибавить значение температурной поправки F_1, определенной по табл. 4

1.3. При величине относительной влажности воздуха больше 60 % необходимо из значения α, найденного по табл. 2, вычесть значение температурной поправки F_2, определенной по табл 5.

1.4. При значении механического КПД, меньшем или большем 0,80 необходимо в зависимости от найденных значений α или $\alpha+F_1$ или $\alpha+F_2$, округленных до второго знака после запятой, определить по табл. 6 окончательное значение коэффициента пересчета мощности α_x, соответствующее данному КПД двигателя.

1.5. При отличии указанного значения механического КПД двигателя от значений, приведенных в табл. 6, окончательное значение (α_x) определяют в зависимости от относительной влажности воздуха по следующим формулам:

1) при $\varphi = 60$ %
$$\alpha_x = \frac{\alpha + 0{,}1750}{1{,}1750}(1+C) - C; \qquad (18)$$

2) при $\varphi < 60$ %
$$\alpha_x = \frac{\alpha + F_1 + 0{,}1750}{1{,}1750}(1+C) - C; \qquad (19)$$

3) при $\varphi > 60$ %
$$\alpha_x = \frac{\alpha - F_2 + 0{,}1750}{1{,}1750}(1+C) - C. \qquad (20)$$

2. Определение коэффициента пересчета мощности α_x для двигателей, у которых пересчет мощности выполняется при условии сохранения неизменности температуры отработавших газов (без учета относительной влажности воздуха)

2.1. При значении механического КПД двигателя, равном 0,80, значение α_x определяют по табл. 3.

2.2. При значении механического КПД, меньшем или большем 0,80, необходимо по найденному по табл. 3 и округленному до второго знака после за-

пятой значения α для данных атмосферных условий определить по табл. 6 окончательное значение α_x. При необходимости α_x интерполируют или рассчитывают по формуле

$$\alpha_x = \frac{\alpha + 0{,}1750}{1{,}1750}(1+C) - C. \qquad (21)$$

3. Значение коэффициента пересчета удельного расхода топлива β_x определяют по табл. 11 по окончательному значению α_x.

Коэффициент пересчета мощности α_x двигателей без газ
Ограничение мощности устанавливается на основе неизмен
Стандартные условия: $p_{ar} = 100$ кРа;

Высота над уровнем моря, м	Атмосферное давление, кРа	Коэффициент пересчета мощности α_x						
		−25	−20	−15	−10	−5	0	5
0	101,3	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
100	100,0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
200	98,9	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
280	98,1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
400	96,6	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
500	95,5	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
600	94,3	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
700	93,2	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
800	92,1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,989
900	91,0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,993	0,975
1000	89,9	1,000	1,000	1,000	1,000	0,996	0,979	0,961
1100	88,8	1,000	1,000	1,000	1,000	0,982	0,965	0,947
1200	87,7	1,000	1,000	1,000	0,985	0,968	0,951	0,933
1300	86,6	1,000	1,000	0,989	0,971	0,954	0,937	0,920
1400	85,6	1,000	0,992	0,975	0,957	0,940	0,923	0,907
1500	84,6	0,996	0,978	0,961	0,944	0,927	0,910	0,893
1600	83,5	0,982	0,964	0,947	0,930	0,913	0,897	0,880
1700	82,5	0,968	0,950	0,933	0,916	0,900	0,883	0,867
1800	81,5	0,954	0,936	0,919	0,903	0,887	0,870	0,854
1900	80,5	0,940	0,922	0,906	0,890	0,874	0,858	0,842
2000	79,5	0,926	0,909	0,892	0,876	0,861	0,845	0,829
2200	77,5	0,899	0,882	0,866	0,851	0,835	0,820	0,804
2400	75,6	0,872	0,856	0,840	0,825	0,810	0,795	0,780
2600	73,7	0,846	0,830	0,815	0,800	0,785	0,771	0,756
2800	71,9	0,821	0,805	0,790	0,776	0,761	0,747	0,732
3000	70,1	0,796	0,781	0,766	0,752	0,738	0,724	0,710
3200	68,3	0,771	0,757	0,742	0,729	0,715	0,701	0,687
3400	66,6	0,748	0,733	0,719	0,706	0,692	0,679	0,665
3600	64,9	0,724	0,710	0,696	0,683	0,670	0,657	0,644
3800	63,3	0,701	0,687	0,674	0,661	0,648	0,635	0,623
4000	61,6	0,679	0,665	0,652	0,630	0,627	0,615	0,602

Таблица 2

отурбинного наддува.

ности коэффициента избытка воздуха

$T_{ar} = 300$ K ($t_{ar} = 27$ °C); $\varphi = 60$ %; $\eta_m = 0.80$

при температуре окружающего воздуха, °C

10	15	20	25	27	30	35	40	45	50	55	60
1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,978	0,952	0,924	0,892	0,857	0,817
1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,987	0,963	0,937	0,909	0,878	0,843	0,803
1,000	1,000	1,000	0,996	0,987	0,974	0,950	0,924	0,896	0,865	0,830	0,791
1,000	1,000	1,000	0,986	0,977	0,963	0,940	0,914	0,886	0,855	0,820	0,781
1,000	1,000	0,989	0,968	0,959	0,946	0,923	0,897	0,869	0,838	0,804	0,765
1,000	0,994	0,975	0,954	0,946	0,932	0,909	0,884	0,856	0,825	0,791	0,752
0,999	0,980	0,961	0,940	0,932	0,919	0,896	0,871	0,843	0,812	0,778	0,740
0,985	0,966	0,947	0,927	0,918	0,905	0,882	0,858	0,830	0,800	0,766	0,727
0,971	0,952	0,933	0,913	0,905	0,892	0,869	0,845	0,817	0,787	0,753	0,715
0,957	0,939	0,920	0,900	0,892	0,879	0,856	0,832	0,805	0,774	0,741	0,702
0,943	0,925	0,906	0,887	0,878	0,866	0,843	0,819	0,792	0,762	0,728	0,790
0,930	0,912	0,893	0,874	0,865	0,853	0,831	0,806	0,779	0,750	0,716	0,678
0,916	0,898	0,880	0,861	0,853	0,840	0,818	0,794	0,767	0,737	0,704	0,666
0,903	0,885	0,867	0,848	0,840	0,827	0,805	0,781	0,755	0,725	0,692	0,654
0,890	0,872	0,854	0,835	0,827	0,815	0,793	0,769	0,743	0,713	0,680	0,643
0,876	0,859	0,841	0,822	0,815	0,802	0,781	0,757	0,731	0,701	0,669	0,631
0,863	0,846	0,829	0,810	0,802	0,790	0,769	0,745	0,719	0,690	0,657	0,620
0,851	0,834	0,816	0,798	0,790	0,778	0,757	0,733	0,707	0,678	0,645	0,608
0,838	0,821	0,804	0,785	0,778	0,766	0,745	0,721	0,696	0,667	0,634	0,597
0,825	0,809	0,792	0,773	0,766	0,754	0,733	0,710	0,684	0,655	0,623	0,586
0,813	0,796	0,779	0,761	0,754	0,742	0,721	0,698	0,673	0,644	0,612	0,575
0,788	0,772	0,755	0,738	0,730	0,719	0,698	0,675	0,650	0,622	0,590	0,553
0,764	0,749	0,732	0,715	0,707	0,696	0,676	0,653	0,628	0,600	0,568	0,532
0,741	0 725	0,709	0,692	0,685	0,674	0,653	0,631	0,607	0,579	0,547	0,511
0,718	0,703	0,687	0,670	0,663	0,652	0,632	0,610	0,585	0,558	0,526	0,491
0,695	0,680	0,665	0,648	0,641	0,630	0,611	0,589	0,565	0,537	0,506	0,471
0,673	0,658	0,643	0,627	0,620	0,609	0 590	0,568	0,544	0,517	0,486	0,451
0,651	0,637	0,622	0,606	0,599	0,588	0,569	0,548	0,524	0,498	0,467	0,432
0,630	0,616	0,601	0,585	0,579	0,568	0,549	0,529	0,505	0,478	0,448	0,413
0,609	0,595	0,581	0,565	0,559	0,549	0,530	0,509	0,486	0,460	0,429	0,395
0,589	0,575	0,561	0,546	0,539	0,529	0,511	0,490	0,467	0,441	0,411	0,377

Коэффициент пересчета мощности α_x двигателей
Ограничение мощности устанавливается по допу
исходя из сохранения неизменности температуры
Стандартные условия: $p_{at} = 100$ kPa;

Высота над уровнем моря, m	Атмосферное давление, kPa	Коэффициент пересчета мощности α_x при							
		−25	−20	−15	−10	−5	0	5	10
0	101,3	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
100	100,0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
200	98,9	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
280	98,1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
400	96,6	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
500	95,5	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
600	94,3	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
700	93,2	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,986
800	92,1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,993	0,972
900	91,0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,979	0,958
1000	89,9	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,986	0,965	0,945
1100	88,8	1,000	1,000	1,000	1,000	0,993	0,971	0,951	0,931
1200	87,7	1,000	1,000	1,000	1,000	0,979	0,958	0,937	0,918
1300	86,6	1,000	1,000	1,000	0,986	0,965	0,944	0,924	0,904
1400	85,6	1,000	1,000	0,995	0,972	0,951	0,930	0,910	0,891
1500	84,6	1,000	1,000	0,980	0,958	0,937	0,917	0,897	0,878
1600	83,5	1,000	0,989	0,966	0,944	0,924	0,903	0,884	0,865
1700	82,5	0,998	0,974	0,952	0,931	0,910	0,890	0,871	0,853
1800	81,5	0,983	0,960	0,938	0,917	0,897	0,877	0,858	0,840
1900	80,5	0,969	0,946	0,925	0,904	0,884	0,864	0,846	0,828
2000	79,5	0,955	0,933	0,911	0,890	0,871	0,851	0,833	0,815
2200	77,5	0,927	0,905	0,884	0,864	0,845	0,826	0,808	0,791
2400	75,6	0,900	0,879	0,858	0,839	0,820	0,801	0,784	0,767
2600	73,7	0,873	0,852	0,833	0,813	0,795	0,777	0,760	0,744
2800	71,9	0,847	0,827	0,807	0,789	0,771	0,753	0,737	0,721
3000	70,1	0,821	0,802	0,783	0,765	0,747	0,730	0,714	0,698
3200	68,3	0,796	0,777	0,759	0,741	0,724	0,707	0,692	0,676
3400	66,6	0,772	0,753	0,735	0,718	0,701	0,685	0,670	0,655
3600	64,9	0,748	0,729	0,712	0,695	0,679	0,663	0,648	0,634
3800	63,3	0,724	0,706	0,689	0,673	0,657	0,642	0,627	0,613
4000	61,6	0,701	0,684	0,667	0,651	0,636	0,621	0,607	0,593

Таблица 3

без газотурбинного наддува.
стимой термической нагрузке,
отработавших газов
$T_{ar} = 300$ K ($t_{ar} = 27$ °C); $\eta_m = 0{,}80$

температуре окружающего воздуха, °C

15	20	25	27	30	35	40	45	50	55	60
1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,985	0,966	0,948	0,931	0,914	0,898
1,000	1,000	1,000	1,000	0,989	0,970	0,952	0,934	0,917	0,900	0,884
1,000	1,000	0,995	0,988	0,976	0,957	0,939	0,922	0,905	0,888	0,872
1,000	1,000	0,985	0,977	0,966	0,947	0,929	0,912	0,895	0,879	0,863
1,000	0,987	0,968	0,960	0,949	0,931	0,913	0,896	0,879	0,863	0,848
0,993	0,974	0,954	0,947	0,936	0,918	0,900	0,883	0,867	0,851	0,836
0,980	0,960	0,941	0,933	0,922	0,905	0,887	0,871	0,854	0,839	0,824
0,966	0,946	0,927	0,920	0,909	0,892	0,875	0,858	0,842	0,827	0,812
0,952	0,933	0,914	0,907	0,896	0,879	0,862	0,846	0,830	0,815	0,800
0,938	0,919	0,901	0,894	0,883	0,866	0,850	0,833	0,818	0,803	0,788
0,925	0,906	0,888	0,881	0,871	0,854	0,837	0,821	0,806	0,791	0,776
0,912	0,893	0,875	0,868	0,858	0,841	0,825	0,809	0,794	0,779	0,765
0,899	0,880	0,863	0,856	0,845	0,829	0,813	0,797	0,782	0,768	0,754
0,886	0,868	0,850	0,843	0,833	0,817	0,801	0,785	0,771	0,756	0,742
0,873	0,855	0,838	0,831	0,821	0,805	0,789	0,774	0,759	0,745	0,731
0,860	0,842	0,825	0,819	0,809	0,793	0,777	0,762	0,748	0,734	0,720
0,847	0,830	0,813	0,806	0,797	0,781	0,766	0,751	0,737	0,723	0,709
0,835	0,818	0,801	0,794	0,785	0,769	0,754	0,740	0,725	0,712	0,698
0,822	0,805	0,789	0,783	0,773	0,758	0,743	0,728	0,714	0,701	0,688
0,810	0,793	0,777	0,771	0,761	0,746	0,731	0,717	0,703	0,690	0,677
0,798	0,781	0,765	0,759	0,750	0,735	0,720	0,706	0,693	0,679	0,666
0,774	0,758	0,742	0,736	0,727	0,712	0,698	0,685	0,671	0,658	0,646
0,751	0,735	0,720	0,714	0,705	0,690	0,677	0,663	0,650	0,638	0,626
0,728	0,712	0,697	0,692	0,683	0,669	0,656	0,642	0,630	0,618	0,606
0,705	0,690	0,676	0,670	0,662	0,648	0,635	0,622	0,610	0,598	0,586
0,683	0,668	0,654	0,649	0,641	0,627	0,615	0,602	0,590	0,578	0,567
0,661	0,647	0,633	0,628	0,620	0,607	0,595	0,583	0,571	0,559	0,548
0,640	0,626	0,613	0,608	0,600	0,587	0,575	0,563	0,552	0,541	0,530
0,620	0,606	0,593	0,588	0,580	0,568	0,556	0,545	0,533	0,523	0,512
0,599	0,586	0,573	0,568	0,561	0,549	0,537	0,526	0,515	0,505	0,495
0,579	0,566	0,554	0,549	0,542	0,530	0,519	0,508	0,498	0,487	0,477

Таблица 4

Значения температурной поправки F_1 при $\varphi_x < 60$ %

t_{ax}, °С	Значение поправки (F_1) при относительной влажности воздуха φ_x, %					
	50	40	30	20	10	0
0	0,0005	0,001	0,0015	0,002	0,0025	0,003
5	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006
10	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006
15	0,002	0,004	0,006	0,008	0,010	0,012
20	0,002	0,004	0,006	0,008	0,010	0,012
25	0,004	0,008	0,012	0,016	0,020	0,024
27	0,004	0,008	0,012	0,016	0,020	0,024
30	0,005	0,010	0,015	0,020	0,025	0,030
35	0,006	0,012	0,018	0,024	0,030	0,036
40	0,008	0,016	0,024	0,032	0,040	0,048
45	0,010	0,020	0,030	0,040	0,050	0,060
50	0,013	0,026	0,039	0,052	0,065	0,078
55	0,017	0,034	0,051	0,068	0,085	0,102
60	0,021	0,042	0,063	0,084	0,105	0,125

Таблица 5

Значения температурной поправки F_2 при $\varphi_x > 60$ %

t_{ax}, °С	Значение поправки (F_2) при относительной влажности воздуха φ_x, %			
	70	80	90	100
0	0,0005	0,001	0,0015	0,002
5	0,001	0,002	0,003	0,004
10	0,001	0,002	0,003	0,004
15	0,002	0,004	0,006	0,008
20	0,002	0,004	0,006	0,008
25	0,004	0,008	0,012	0,016
27	0,004	0,008	0,012	0,016
30	0,005	0,010	0,015	0,020
35	0,006	0,012	0,018	0,024
40	0,008	0,016	0,024	0,032
45	0,010	0,020	0,030	0,040
50	0,013	0,026	0,039	0,052
55	0,017	0,034	0,051	0,068
60	0,021	0,042	0,063	0,084

Таблица 6

Коэффициент пересчета мощности α_x при отклонении значения механического КПД от 0,80

α, $\alpha+F_1$, $\alpha-F_2$	Коэффициент пересчета мощности α_x при величине механического КПД, η_m			
	0,900	0,850	0,750	0,700
1,00	1,000	1,000	1,000	1,000
0,99	0,991	0,990	0,990	0,989
0,98	0,982	0,981	0,979	0,978
0,97	0,972	0,971	0,969	0,967
0,96	0,963	0,962	0,958	0,956
0,95	0,954	0,952	0,948	0,945
0,94	0,945	0,943	0,937	0,934
0,93	0,936	0,933	0,927	0,923
0,92	0,927	0,924	0,916	0,911
0,91	0,917	0,914	0,906	0,900
0,90	*0,908*	*0,904*	*0,895*	*0,889*
0,89	0,899	0,895	0,885	0,878
0,88	0,890	0,885	0,874	0,867
0,87	0,881	0,876	0,864	0,856
0,86	0,872	0,866	0,853	0,845
0,85	0,862	0,857	0,843	0,834
0,84	0,853	0,847	0,832	0,823
0,83	0,844	0,837	0,822	0,812
0,82	0,835	0,828	0,811	0,801
0,81	0,826	0,818	0,801	0,790
0,80	0,817	0,809	0,790	0,779
0,79	0,807	0,799	0,780	0,768
0,78	0,798	0,790	0,769	0,757
0,77	0,789	0,780	0,759	0,746
0,76	*0,780*	*0,771*	*0,748*	*0,734*
0,75	0,771	0,761	0,738	0,723
0,74	0,762	0,751	0,727	0,712
0,73	0,752	0,742	0,717	0,701
0,72	0,743	0,732	0,706	0,690
0,71	0,734	0,723	0,696	0,679
0,70	0,725	0,713	0,685	0,668
0,69	0,716	0,704	0,675	0,657
0,68	0,706	0,694	0,664	0,646
0,67	0,697	0,684	0,654	0,635
0,66	0,688	0,675	0,643	0,624
0,65	0,679	0,665	0,633	0,613
0,64	0,670	0,656	0,622	0,602
0,63	0,661	0,646	0,612	0,591
0,62	0,651	0,637	0,601	0,580
0,61	0,642	0,627	0,591	0,569
0,60	0,633	0,618	0,580	0,557
0,59	0,624	0,608	0,570	0,546
0,58	0,615	0,598	0,559	0,535
0,57	0,606	0,589	0,549	0,524
0,56	0,596	0,579	0,538	0,513
0,55	0,587	0,570	0,528	0,502
0,54	0,578	0,560	0,517	0,491

Продолжение табл. 6

α, $\alpha+F_1$, $\alpha-F_2$	Коэффициент пересчета мощности α_x при величине механического КПД, η_m			
	0,900	0,850	0,750	0,700
0,53	0,569	0,551	0,507	0,480
0,52	0,560	0,541	0,496	0,469
0,51	0,551	0,531	0,486	0,458
0,50	0,541	0,522	0,475	0,447
0,49	0,532	0,512	0,465	0,436
0,48	0,523	0,503	0,454	0,425
0,47	0,514	0,493	0,444	0,414
0,46	0,505	0,484	0,433	0,403
0,45	0,496	0,474	0,423	0,391
0,44	0,486	0,465	0,412	0,380
0,43	0,477	0,455	0,402	0,369
0,42	0,468	0,445	0,391	0,358
0,41	0,459	0,436	0,381	0,347
0,40	0,450	0,426	0,370	0,336
0,39	0,440	0,417	0,360	0,325
0,38	0,431	0,407	0,349	0,314

ПРИМЕРЫ ПЕРЕСЧЕТА МОЩНОСТИ И УДЕЛЬНОГО РАСХОДА ТОПЛИВА У ДВИГАТЕЛЕЙ БЕЗ ГАЗОТУРБИННОГО НАДДУВА

Пример 1. Двигатель без газотурбинного наддува с мощностью, ограниченной избытком воздуха, имеет мощность при стандартных условиях $P_{er}=500$ kW и удельный расход топлива 220 g/(kW·h). Значение механического КПД двигателя $\eta_m=0{,}85$. Определить максимально допустимую мощность двигателя и удельный расход топлива в местных условиях при атмосферном давлении $p_{ax}=86{,}6$ kPa, температуре окружающего воздуха $T_{ax}=318$ K ($t_{ax}=45$ °C) и относительной влажности воздуха $\varphi_x=80$ %.

1. По табл. 2 находим для атмосферного давления $p_{ax}=86{,}6$ kPa и температуры окружающего воздуха $T_{ax}=318$ K ($t_{ax}=45$ °C) значение $\alpha=0{,}755$.

2. По табл. 5 находим для температуры окружающего воздуха $t_{ax}=45$ °C и относительной влажности воздуха $\varphi_x=80$ % температурную поправку $F_2=0{,}020$.

3. В соответствии с п. 1.1.3 информационного приложения 2 определяем значение $(\alpha-F_2)$:

$$\alpha-F_2=0{,}755-0{,}020=0{,}735.$$

4. В соответствии с п. 1.2 информационного приложения 2 округляем полученное значение $\alpha-F_2$ до второго знака после запятой и получаем

$$\alpha-F_2=0{,}74.$$

5. По табл. 6 определяем окончательное значение $\alpha_x=0{,}751$.

6. Значение максимально допустимой мощности в местных условиях составит

$$P_{ex}=P_{er}\alpha_x=500\cdot0{,}751=376\ \text{kW}.$$

7. Из табл. 11 для $\alpha_x = 0{,}75$ и $\eta_m = 0{,}85$ определяем значение коэффициента пересчета удельного расхода топлива $\beta_x = 1{,}037$, тогда удельный расход топлива при местных условиях составит:

$$b_{fx} = b_{fr}\beta_x = 220 \cdot 1{,}037 = 228 \text{ g/(kW·h)}.$$

Пример 2. Двигатель без газотурбинного наддува с мощностью, ограниченной термической нагрузкой из условия сохранения неизменности температуры отработавших газов, имеет при стандартных условиях мощность $P_{er} = 750$ kW и удельный расход топлива $b_{fr} = 210$ g/(kW·h). Значение механического КПД двигателя $\eta_m = 0{,}82$.

Определить максимально допустимую мощность двигателя и удельный расход топлива b_{fx} в местных условиях при высоте над уровнем моря 2000 m и температуре окружающего воздуха $T_{ax} = 318$ K ($t_{ax} = 45$ °C).

Стандартные условия:

$$p_{ar} = 100 \text{ kPa};$$
$$T_{ar} = 300\text{K} (t_{ar} = 27°\text{C}).$$

Местные условия:

$$p_{ax} = 79{,}5 \text{ kPa};$$
$$T_{ax} = 318\text{ K} (t_{ax} = 45°\text{C});$$
$$\eta_m = 0{,}82.$$

1. Определение α_x и β_x по таблицам

1.1. По табл. 3 находим для атмосферного давления $p_{ax} = 79{,}5$ кРа и температуры окружающего воздуха $t_{ax} = 45$ °C значение $\alpha = 0{,}706$.

1.2. В соответствии с п. 1.2 информационного приложения 2 округляем полученное значение $\alpha = 0{,}706$ до второго знака после запятой $\alpha = 0{,}71$ и по табл. 6 определяем с помощью интерполяции окончательное значение коэффициента пересчета мощности α_x для $\eta_m = 0{,}82$

$$\alpha_x = 0{,}696 + \frac{0{,}723 - 0{,}696}{10} \cdot 7 = 0{,}715.$$

1.3. По табл. 11 находим по округленному значению $\alpha = 0{,}71$ с помощью интерполяции значение коэффициента пересчета удельного расхода топлива β_x для $\eta_m = 0{,}82$;

$$\beta_x = 1{,}061 - \frac{1{,}061 - 1{,}045}{5} \cdot 2 = 1{,}055,$$

откуда удельный расход топлива при измененных условиях составит

$$b_{fx} = b_{fr}\beta_x = 210 \cdot 1{,}055 = 221{,}5 \text{ g/(kW·h)}.$$

2. Определение α_x и β_x по расчетным формулам

$$\alpha_x = k_x + 0{,}7(k_x - 1) \cdot \left(\frac{1}{\eta_m} - 1 \right).$$

2.1. Коэффициент (k_x) без учета относительной влажности воздуха вычисляют по формуле (6)

$$k_x = \left(\frac{p_{ax}}{p_{ar}}\right)^{1,0} \cdot \left(\frac{T_{ar}}{T_{ax}}\right)^{1,0} = \frac{79.5}{100} \cdot \frac{300}{318} = 0,795 \cdot 0,943 = 0,7493 = 0,750,$$

откуда

$$\alpha_x = 0,750 + 0,7(0,750 - 1) - \left(\frac{1}{0,82} - 1\right) = 0,750 + 0,7(-0,250) \cdot (0,220) =$$

$$= 0,750 - 0,038 = 0,712.$$

2.2 По формуле (10) определяем $\beta_x = \frac{k_x}{\alpha_x} = \frac{0,750}{0,712} = 1,053.$

Тогда удельный расход топлива при местных условиях составит

$$b_{fx} = 210 \cdot 1,053 = 221,13 \text{ g (kW·h)}.$$

ИНФОРМАЦИОННОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ 3

ПОРЯДОК ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПО ТАБЛИЦАМ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПЕРЕСЧЕТА МОЩНОСТИ α_x И УДЕЛЬНОГО РАСХОДА β_x ТОПЛИВА α_x ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ С ГАЗОТУРБИННЫМ НАДДУВОМ

1. Для двигателей с газотурбинным наддувом без охлаждения наддувочного воздуха

1.1. Если значение механического КПД двигателя не указано, то его принимают равным 0,80. В этом случае значение коэффициента пересчета мощности $\alpha = \alpha_x$ определяют прямым считыванием по табл. 7

1.2. Если указано иное значение механического КПД, большее или меньшее чем 0,80, то полученное прямым считыванием по табл. 7 значение α округляют до второго знака после запятой и по нему определяют из табл 10 окончательное значение коэффициента пересчета мощности α_x. При необходимости следует провести интерполяцию или рассчитать по формуле (3), где значение C берется по табл. 12.

2. Для двигателей с газотурбинным наддувом и охлаждением наддувочного воздуха

2.1. Если значение механического КПД не указано и в соответствии с п. 1.1 информационного приложения 2 принято равным 0,80, а отношение температур охлаждающей воды на входе в охладитель наддувочного воздуха при стандартных и измененных условиях составляет $\frac{T_{coolr}}{T_{coolx}} = 1$, то значение коэффициента пересчета мощности $\alpha = \alpha_x$ определяют прямым считыванием по табл. 3

2.2. При отклонении значения механического КПД двигателя η_m от 0,80, но при отношении $\frac{T_{coolr}}{T_{coolx}} = 1$ полученное прямым считыванием по табл 8 значение α округляют до второго знака после запятой и по нему из табл 10 определяют окончательное значение коэффициента пересчета мощности $\alpha' = \alpha_x$. При необходимости следует произвести интерполяцию или рассчитать по формуле (3)

2.3 Если температура охлаждающей воды на входе в охладитель наддувочного воздуха T_{coolx} будет больше или меньше 300 К, то окончательное значение α_x определяют по табл. 9:

1) по значению α из табл. 8 при $\eta_m = 0{,}80$;

2) по значению α' из табл. 10 или формуле разд. 1 при $\eta_m \neq 0{,}80$.

3. Для определения значения коэффициента пересчета удельного расхода топлива β_x по табл. 11 применяют полученное значение для α_x соответственно по пп. 1.1, 1.2, 2.1—2.3.

Коэффициент пересчета мощности α_x дви
без охлаждения надду
Стандартные условия: $p_{ar} = 100$ kPa;

Высота над уровнем моря, m	Атмосферное давление, kPa	Коэффициент пересчета мощности α_x						
		−25	−20	−15	−10	−5	0	5
0	101,2	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
100	100,0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
200	98,9	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
280	98,1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
400	96,6	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
500	95,5	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
600	94,3	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
700	93,2	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
800	92,1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
900	91,0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1000	89,9	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1100	88,8	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1200	87,7	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1300	86,6	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1400	85,6	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1500	84,6	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1600	83,5	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1700	82,5	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1800	81,5	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1900	80,5	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2000	79,5	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,990
2200	77,5	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,970
2400	75,6	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,992	0,950
2600	73,7	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,971	0,931
2800	71 9	1,000	1,000	1,000	1,000	0,994	0,951	0,911
3000	70,1	1,000	1,000	1,000	1,000	0,973	0,932	0,892
3200	68,3	1,000	1,000	1,000	0,996	0,953	0,912	0,873
3400	66,6	1,000	1,000	1,000	0,975	0,933	0,893	0,855
3600	64,9	1,000	1,000	0,999	0,955	0,913	0,874	0,836
3800	63,3	1,000	1,000	0,978	0,935	0,894	0,855	0,818
4000	61,6	1,000	1,000	0,957	0,915	0,874	0,836	0,800

Таблица 7

гателей с газотурбинным наддувом

вочного воздуха.

$T_{ar} = 300$ К ($t_{ar} = 27$ °С); $\eta_m = 0{,}80$

при температуре окружающего воздуха, °С

10	15	20	25	27	30	35	40	45	50	55	60
1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,988	0,950	0,914	0,880	0,848	0,817	0,788
1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,977	0,940	0,905	0,871	0,839	0,808	0,779
1,000	1,000	1,000	1,000	0,991	0,968	0,932	0,896	0,863	0,831	0,801	0,772
1,000	1,000	1,000	1,000	0,984	0,961	0,925	0,890	0,857	0,825	0,795	0,766
1,000	1,000	1,000	0,987	0,972	0,949	0,913	0,879	0,846	0,814	0,785	0,756
1,000	1,000	1,000	0,978	0,962	0,940	0,904	0,870	0,837	0,806	0,777	0,748
1,000	1,000	1,000	0,968	0,953	0,931	0,895	0,861	0,829	0,798	0,769	0,740
1,000	1,000	0,998	0,959	0,943	0,921	0,886	0,852	0,820	0,790	0,761	0,733
1,000	1,000	0,988	0,949	0,934	0,912	0,877	0,844	0,812	0,782	0,753	0,725
1,000	1,000	0,978	0,940	0,925	0,903	0,868	0,835	0,804	0,774	0,745	0,718
1,000	1,000	0,968	0,930	0,915	0,894	0,860	0,827	0,795	0,766	0,737	0,710
1,000	0,988	0,958	0,921	0,906	0,885	0,851	0,818	0,787	0,758	0,729	0,703
1,000	0,988	0,949	0,911	0,897	0,876	0,842	0,810	0,779	0,750	0,722	0,695
1,000	0,978	0,939	0,902	0,888	0,867	0,833	0,801	0,771	0,742	0,714	0,688
1,000	0,968	0,930	0,893	0,879	0,858	0,815	0,793	0,763	0,734	0,707	0,680
0,999	0,959	0,920	0,884	0,870	0,849	0,816	0,785	0,755	0,726	0,699	0,673
0,989	0,949	0,911	0,875	0,861	0,840	0,808	0,777	0,747	0,719	0,692	0,666
0,979	0,939	0,902	0,866	0,852	0,832	0,799	0,768	0,739	0,711	0,684	0,659
0,969	0,930	0,892	0,857	0,843	0,823	0,791	0,760	0,731	0,703	0,677	0,651
0,959	0,920	0,883	0,848	0,834	0,814	0,783	0,752	0,723	0,696	0,669	0,644
0,949	0,911	0,874	0,839	0,826	0,806	0,774	0,744	0,716	0,683	0,662	0,637
0,930	0,892	0,856	0,822	0,808	0,789	0,758	0,723	0,700	0,673	0,648	0,623
0,911	0,873	0,838	0,804	0,791	0,772	0,742	0,713	0,685	0,659	0,633	0,609
0,892	0,855	0,820	0,787	0,774	0,756	0,726	0,697	0,670	0,644	0,619	0,596
0,873	0,837	0,803	0,770	0,753	0,739	0,710	0,682	0,655	0,630	0,605	0,582
0,855	0,819	0,786	0,754	0,741	0,723	0,694	0,667	0,641	0,615	0,592	0,569
0,837	0,802	0,769	0,737	0,725	0,707	0,679	0,652	0,626	0,602	0,578	0,556
0,819	0,784	0,752	0,721	0,709	0,692	0,664	0,637	0,612	0,588	0,565	0,543
0,801	0,767	0,735	0,705	0,693	0,676	0,649	0,623	0,598	0,574	0,551	0,530
0,783	0,750	0,719	0,689	0,678	0,661	0,634	0,608	0,584	0,561	0,538	0,517
0,766	0,734	0,703	0,674	0,662	0,646	0,619	0,594	0,570	0,547	0,525	0,505

Коэффициент пересчета мощности α_x с охлаждением

Стандартные условия: $p_{ar} = 100$ кРа;

Высота над уровнем моря, m	Атмосферное давление, кРа	Коэффициент пересчета мощности α_x						
		−25	−20	−15	−10	−5	0	5
0	101,3	1,000	1,000	1 000	1,000	1,000	1,000	1,000
100	100,0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
200	98,9	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
280	98,1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
400	96,6	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
500	95,5	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
600	94,3	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
700	93,2	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
800	92,1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
900	91,0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1000	89,9	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1100	88,8	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1200	87,7	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1300	86,6	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,990
1400	85,6	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,980
1500	84,6	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,995	0,970
1600	83,5	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,985	0,960
1700	82,5	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,975	0,950
1800	81,5	1,000	1,000	1,000	1,000	0,991	0,965	0,941
1900	80,5	1,000	1,000	1,000	1,000	0,981	0,955	0,931
2000	79,5	1,000	1,000	1,000	0,997	0,971	0,946	0,921
2200	77,5	1,000	1,000	1,000	0,977	0,951	0,926	0,902
2400	75,6	1,000	1,000	0,983	0,957	0,931	0,907	0,884
2600	73,7	1,000	0,990	0,963	0,937	0,912	0,888	0,865
2800	71,9	0,997	0,969	0,943	0,917	0,893	0,870	0,847
3000	70,1	0,977	0,949	0,923	0,898	0,874	0,851	0,829
3200	68,3	0,956	0,929	0,904	0,879	0,856	0,833	0,811
3400	66,6	0,936	0,910	0,885	0,860	0,837	0,815	0,794
3600	64,9	0,916	0,890	0,866	0,842	0,819	0,797	0,776
3800	63,3	0,897	0,871	0,847	0,824	0,801	0,780	0,759
4000	61,6	0,877	0,852	0,828	0,806	0,784	0,763	0,742

Таблица 8

двигателей с газотурбинным наддувом
наддувочного воздуха.

$T_{ar} = 300$ K ($t_{ar} = 27$ °C); $\eta_m = 0{,}80$; $\frac{T_{coolr}}{T_{coolx}} = 1$

при $\frac{T_{coolr}}{T_{coolx}} = 1$ и температуре окружающего воздуха, °C

10	15	20	25	27	30	35	40	45	50	55	60
1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,997	0,974	0,952	0,931	0,910	0,891	0,871
1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,986	0,964	0,942	0,921	0,901	0,881	0,862
1,000	1,000	1,000	1,000	0,991	0,978	0,955	0,933	0,913	0,892	0,873	0,854
1,000	1,000	1,000	0,993	0,984	0,970	0,948	0,927	0,906	0,886	0,866	0,848
1,000	1,000	1,000	0,981	0,972	0,958	0,936	0,915	0,895	0,875	0,856	0,837
1,000	1,000	0,995	0,972	0,962	0,949	0,927	0,906	0,886	0,866	0,847	0,829
1,000	1,000	0,985	0,962	0,953	0,940	0,918	0,897	0,877	0,857	0,838	0,820
1,000	1,000	0,976	0,952	0,943	0,930	0,909	0,888	0,868	0,849	0,830	0,812
1,000	0,990	0,966	0,943	0,934	0,921	0,900	0,879	0,859	0,840	0,821	0,804
1,000	0,980	0,956	0,934	0,925	0,912	0,891	0,870	0,850	0,831	0,813	0,795
0,994	0,970	0,947	0,924	0,915	0,902	0,882	0,861	0,842	0,823	0,805	0,787
0,985	0,960	0,937	0,915	0,906	0,893	0,873	0,853	0,833	0,814	0,796	0,779
0,975	0,951	0,928	0,906	0,897	0,884	0,864	0,844	0,825	0,806	0,788	0,771
0,965	0,941	0,918	0,896	0,888	0,875	0,855	0,835	0,816	0,798	0,780	0,763
0,955	0,932	0,909	0,887	0,879	0,866	0,846	0,827	0,808	0,789	0,772	0,755
0,946	0,922	0,900	0,878	0,870	0,857	0,837	0,818	0,799	0,781	0,764	0,747
0,936	0,913	0,891	0,869	0,861	0,849	0,829	0,809	0,791	0,773	0,756	0,739
0,926	0,904	0,881	0,860	0,852	0,840	0,820	0,801	0,783	0,765	0,748	0,731
0,917	0,894	0,872	0,851	0,843	0,831	0,811	0,793	0,774	0,757	0,740	0,723
0,908	0,885	0,863	0,842	0,834	0,822	0,803	0,784	0,766	0,749	0,732	0,716
0,898	0,876	0,854	0,834	0,826	0,814	0,795	0,776	0,758	0,741	0,724	0,708
0,880	0,858	0,837	0,816	0,808	0,797	0,778	0,760	0,742	0,725	0,708	0,693
0,861	0,840	0,819	0,799	0,791	0,780	0,761	0,743	0,726	0,709	0,693	0,678
0,843	0,822	0,802	0,782	0,774	0,763	0,745	0,727	0,710	0,694	0,678	0,663
0,825	0,805	0,785	0,765	0,758	0,747	0,729	0,711	0,695	0,679	0,663	0,648
0,808	0,787	0,768	0,749	0,741	0,730	0,713	0,696	0,679	0,664	0,648	0,633
0,790	0,770	0,751	0,732	0,725	0,714	0,697	0,680	0 661	0,649	0,634	0,619
0,773	0,754	0,735	0,716	0,709	0,699	0,682	0,655	0,649	0,634	0,619	0,605
0,756	0,737	0,718	0,700	0,693	0,683	0,666	0,650	0,635	0,620	0,605	0,591
0,740	0,721	0,702	0,685	0,673	0,668	0,651	0,635	0,620	0,605	0,591	0,577
0,723	0,704	0,685	0,669	0,632	0,652	0,636	0,621	0,603	0,591	0,577	0,564

Таблица 9

Коэффициент пересчета мощности α_x двигателей с газотурбинным наддувом при отклонении температуры охлаждающей воды на входе в охладитель наддувочного воздуха от исходных значений $T_{coolr} = 300$ К ($t_{coolr} = 27$ °С)

$\frac{\alpha}{\alpha'}$	t_{coolx}, °С			$^{s}_{°C}$ coolr,	t_{coolx}, °С					
	12	17	22	27	32	37	42	47	52	54
	α_x									
1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	0,982	0,964	0,946	0,930	0,914	0,907
0,99	1,000	1,000	1,000	0,99	0,972	0,954	0,937	0,920	0,904	0,893
0,98	1,000	1,000	0,999	0,98	0,962	0,944	0,927	0,911	0,895	0,889
0,97	1,000	1,000	0,989	0,97	0,952	0,935	0,918	0,902	0,886	0,880
0,96	1,000	0,997	0,978	0,96	0,942	0,925	0,908	0,892	0,877	0,871
0,95	1,000	0,987	0,968	0,95	0,932	0,915	0,899	0,883	0,867	0,861
0,94	0,996	0,977	0,958	0,94	0,923	0,906	0,889	0,874	0,858	0,852
0,93	0,985	0,966	0,948	0,93	0,913	0,896	0,880	0,864	0,849	0 843
0,92	0,975	0,956	0,938	0,92	0,903	0,886	0,870	0,855	0,840	0,834
0,91	0,964	0,946	0,928	0,91	0,893	0,877	0,861	0,845	0,830	0,825
0,90	0,954	0,935	0,917	0,90	0,883	0,867	0,851	0,836	0,821	0,815
0,89	0,943	0,925	0,907	0,89	0,873	0,857	0,842	0,827	0,812	0,806
0,88	0,933	0,915	0 897	0,88	0,864	0,848	0,832	0,817	0,803	0,797
0,87	0,922	0,904	0,887	0,87	0,854	0,838	0,823	0,808	0,794	0,788
0,86	0,912	0,894	0,877	0,86	0,844	0,828	0,813	0,799	0,784	0,779
0,85	0,901	0,884	0,867	0,85	0,834	0,819	0,804	0,789	0,775	0,770
0,84	0,891	0,873	0,856	0,84	0,824	0,809	0,794	0,780	0,766	0,760
0,83	0,880	0,863	0,846	0,83	0,814	0,799	0,785	0,770	0,757	0,751
0,82	0,870	0,853	0,836	0,82	0,805	0,790	0,775	0,761	0,747	0,742
0,81	0,859	0,842	0,826	0,81	0,795	0,780	0,766	0,752	0,738	0,733
0,80	0,849	0,832	0,816	0,80	0,785	0,770	0,756	0,742	0,729	0,724
0,79	0,838	0,822	0,805	0,79	0,775	0,761	0,746	0,733	0,720	0,715
0,78	0,828	0,811	0,795	0,78	0,765	0,751	0,737	0,724	0,710	0,705
0,77	0,817	0,801	0,785	0,77	0,755	0,741	0,727	0,714	0,701	0,696
0,76	0,807	0,790	0,775	0,76	0,746	0,731	0,718	0,705	0,692	0,687
0,75	0,796	0,780	0,765	0,75	0,736	0,722	0,708	0,695	0,683	0,678
0,74	0,785	0,770	0,755	0,74	0,726	0,712	0,699	0,686	0,674	0,669
0,73	0,775	0,759	0,744	0,73	0,716	0,702	0,689	0,677	0,664	0,660
0,72	0,764	0,749	0,734	0,72	0,706	0,693	0,680	0,667	0,655	0,650
0,71	0,754	0,739	0,724	0,71	0,696	0,683	0,670	0,658	0,646	0,641
0,70	0,743	0,728	0,714	0,70	0,688	0,673	0,661	0,649	0,637	0,632
0,69	0,733	0,718	0,704	0,69	0,677	0,664	0,651	0,639	0,627	0,623
0,68	0,722	0,708	0,694	0,68	0,667	0,654	0,642	0,630	0,618	0,614
0,67	0,712	0,697	0,683	0,67	0,657	0,644	0,632	0,620	0,609	0,604
0,66	0,701	0,687	0,673	0,66	0,647	0,635	0,623	0,611	0,600	0,595
0,65	0,691	0,677	0,663	0,65	0,637	0,625	0,613	0,602	0,590	0,586
0,64	0,680	0,666	0,653	0 64	0,627	0,615	0,604	0,592	0,581	0,577
0,63	0,670	0,656	0,643	0,63	0,618	0,606	0,594	0,583	0,572	0,568
0,62	0,659	0,646	0,633	0,62	0,608	0,596	0,585	0,574	0,563	0,559
0,61	0,649	0,635	0,622	0,61	0,598	0,586	0,575	0,564	0,554	0,549

Продолжение

α, α'	t_{coolx}, °C			t_{coolr}, °C	t_{coolx}, °C					
	12	17	22	27	32	37	42	47	52	54
	α_x									
0,60	0,638	0,625	0,612	0,60	0,588	0,577	0,563	0,555	0,544	0,540
0,59	0,628	0,615	0,602	0,59	0,578	0,567	0,556	0,545	0,535	0,531
0,58	0,617	0,604	0,592	0,58	0,568	0,557	0,546	0,536	0,526	0,522
0,57	0,607	0,594	0,582	0,57	0,559	0,548	0,537	0,527	0,517	0,513
0,56	0,596	0,584	0,572	0,56	0,549	0,538	0,527	0,517	0,507	0,504
0,55	0,585	0,573	0,561	0,55	0,539	0,528	0,518	0,508	0,498	0,494
0,54	0,575	0,563	0,551	0,54	0,529	0,519	0,508	0,499	0,489	0,485
0,53	0,564	0,553	0,541	0,53	0,519	0,509	0,499	0,489	0,480	0,476
0,52	0,554	0,542	0,531	0,52	0,509	0,499	0,489	0,480	0,470	0,467
0,51	0,543	0,532	0,521	0,51	0,500	0,490	0,480	0,470	0,461	0,458
0,50	0,533	0,522	0,511	0,50	0,490	0,480	0,470	0,461	0,452	0,449
0,49	0,522	0,511	0,500	0,49	0,480	0,470	0,461	0,452	0,443	0,439
0,48	0,512	0,501	0,490	0,48	0,470	0,461	0,452	0,442	0,434	0,430
0,47	0,501	0,490	0,480	0,47	0,460	0,451	0,442	0,433	0,424	0,421
0,46	0,491	0 480	0,470	0,46	0,450	0,441	0,432	0,424	0,415	0,412
0,45	0,480	0,470	0,460	0,45	0,441	0,431	0,423	0,414	0,406	0,403
0,44	0,470	0,459	0,450	0,44	0,431	0,422	0,413	0,403	0,397	0,393
0,43	0,459	0,449	0,439	0,43	0,421	0,412	0,404	0,395	0,387	0,384
0,42	0,449	0,439	0,429	0,42	0,411	0,402	0,394	0,386	0,378	0,375
0,41	0,438	0,428	0,419	0,41	0,401	0,393	0,385	0,377	0,369	0,366
0,40	0,428	0,418	0,409	0,40	0,391	0,383	0,375	0,367	0,360	0,375
0,39	0,417	0,408	0,399	0,39	0,382	0,376	0,366	0,358	0,350	0,348
0,38	0,407	0,397	0,389	0,38	0,372	0,364	0,356	0,349	0,341	0,338

Таблица 10

Коэффициент пересчета мощности α_x двигателей с газотурбинным наддувом без охлаждения и с охлаждением наддувочного воздуха при отклонении значения механического КПД от $\eta_m = 0{,}80$ [$\alpha' = \alpha_x$ при $\frac{T_{coolr}}{T_{coolx}} = 1$]

α'	Коэффициент пересчета мощности α_x при значении механического КПД, η_m			
	0,900	0,850	0,750	0,700
1,00	1,000	1,800	1,000	1,000
0,99	0,991	0,990	0,990	0,989
0,98	0,982	0,981	0,979	0,978
0,97	0,972	0,971	0,969	0,967
0,96	0,963	0,962	0,958	0,956
0,95	0,954	0,952	0,948	0,945
0,94	0,945	0,943	0,937	0,934
0,93	0,936	0,933	0,927	0,923
0,92	0,927	0,924	0,916	0,911
0,91	0,917	0,914	0,906	0,900
0,90	0,908	0,904	0,895	0,889
0,89	0,899	0,895	0,885	0,878
0,88	0,890	0,885	0,874	0,867

Продолжение табл. 10

ε'	Коэффициент пересчета мощности α_x, при значении механического КПД, η_m			
	0,900	0,850	0,750	0,700
0,87	0,881	0,876	0,864	0,856
0,86	0,872	0,866	0,853	0,845
0,85	0,862	0,857	0,843	0,834
0,84	0,853	0,847	0,832	0,823
0,83	0,844	0,837	0,822	0,812
0,82	0,835	0,828	0,811	0,801
0,81	0,826	0,818	0,801	0,790
0,80	0,817	0,809	0,790	0,779
0,79	0,807	0,799	0,780	0,768
0,78	0,798	0,790	0,769	0,757
0,77	0,789	0,780	0,759	0,746
0,76	0,780	0,771	0,748	0,734
0,75	0,771	0,761	0,738	0,723
0,74	0,762	0,751	0,727	0,712
0,73	0,752	0,742	0,717	0,701
0,72	0,743	0,732	0,706	0,690
0,71	0,734	0,723	0,696	0,679
0,70	0,725	0,713	0,685	0,668
0,69	0,716	0,704	0,675	0,657
0,68	0,706	0,694	0,664	0,646
0,67	0,697	0,684	0,654	0,635
0,66	0,688	0,675	0,643	0,624
0,65	0,679	0,665	0,633	0,613
0,64	0,670	0,656	0,622	0,602
0,63	0,661	0,646	0,612	0,591
0,62	0,651	0,637	0,601	0,580
0,61	0,642	0,627	0,591	0,569
0,60	0,633	0,618	0,580	0,557
0,59	0,624	0,608	0,570	0,546
0,58	0,615	0,598	0,559	0,535
0,57	0,606	0,589	0,549	0,524
0,56	0,596	0,579	0,538	0,513
0,55	0,587	0,570	0,528	0,502
0,54	0,578	0,560	0,517	0,491
0,53	0,569	0,551	0,507	0,480
0,52	0,560	0,541	0,496	0,469
0,51	0,551	0,531	0,486	0,458
0,50	0,541	0,522	0,475	0,447
0,49	0,532	0,512	0,465	0,436
0,48	0,523	0,503	0,454	0,425
0,47	0,514	0,493	0,444	0,414
0,46	0,505	0,484	0,433	0,403
0,45	0,496	0,474	0,423	0,391
0,44	0,486	0,465	0,412	0,380
0,43	0,477	0,455	0,402	0,369
0,42	0,468	0,445	0,391	0,358
0,41	0,459	0,436	0,381	0,347
0,40	0,450	0,426	0,370	0,336
0,39	0,440	0,417	0,360	0,325
0,38	0,431	0,407	0,349	0,314

Таблица 11

Коэффициент пересчета удельного расхода топлива β_x

α_x	Коэффициент пересчета удельного расхода топлива β_x при значении механического КПД, η_m				
	0,900	0,850	0,800	0,750	0,700
1,00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
0,99	1,001	1,001	1,002	1,002	1,002
0,98	1,001	1,002	1,003	1,004	1,005
0,97	1,002	1,003	1,005	1,006	1,007
0,96	1,003	1,005	1,006	1,008	1,010
0,95	1,004	1,006	1,008	1,010	1,012
0,94	1,005	1,007	1,010	1,012	1,015
0,93	1,005	1,008	1,011	1,014	1,017
0,92	1,006	1,010	1,013	1,016	1,020
0,91	1,007	1,011	1,015	1,019	1,023
0,90	1,008	1,012	1,017	1,021	1,026
0,89	1,009	1,014	1,018	1,023	1,029
0,88	1,010	1,015	1,020	1,026	1,031
0,87	1,011	1,016	1,022	1,028	1,034
0,86	1,012	1,018	1,024	1,031	1,038
0,85	1,013	1,019	1,026	1,033	1,041
0,84	1,014	1,021	1,028	1,036	1,044
0,83	1,015	1,023	1,031	1,039	1,047
0,82	1,016	1,024	1,033	1,042	1,051
0,81	1,017	1,026	1,035	1,044	1,054
0,80	1,018	1,027	1,037	1,047	1,058
0,79	1,019	1,029	1,040	1,050	1,061
0,78	1,020	1,031	1,042	1,053	1,065
0,77	1,022	1,033	1,044	1,057	1,069
0,76	1,023	1,035	1,047	1,060	1,073
0,75	1,024	1,037	1,050	1,063	1,077
0,74	1,025	1,039	1,052	1,066	1,081
0,73	1,027	1,041	1,055	1,070	1,085
0,72	1,028	1,043	1,058	1,074	1,090
0,71	1,029	1,045	1,061	1,077	1,094
0,70	1,031	1,047	1,064	1,081	1,099
0,69	1,032	1,049	1,067	1,085	1,104
0,68	1,034	1,052	1,070	1,089	1,109
0,67	1,036	1,054	1,073	1,093	1,114
0,66	1,037	1,057	1,077	1,097	1,119
0,65	1,039	1,059	1,080	1,102	1,124
0,64	1,041	1,062	1,084	1,106	1,130
0,63	1,042	1,065	1,087	1,111	1,136
0,62	1,044	1,067	1,091	1,116	1,141
0,61	1,046	1,070	1,095	1,121	1,148
0,60	1,048	1,073	1,099	1,126	1,154
0,59	1,050	1,076	1,103	1,131	1,160
0,58	1,052	1,080	1,108	1,137	1,167
0,57	1,054	1,083	1,112	1,143	1,174
0,56	1,057	1,086	1,117	1,149	1,181
0,55	1,059	1,090	1,122	1,155	1,189
0,54	1,061	1,094	1,127	1,161	1,197
0,53	1,064	1,098	1,132	1,168	1,205

Продолжение табл 11

α_x	Коэффициент пересчета удельного расхода топлива β_x при значении механического КПД, η_m				
	0,900	0,850	0,800	0,750	0,700
0,52	1,067	1,101	1,137	1,175	1,213
0,51	1,069	1,106	1,143	1,182	1,222
0,50	1,072	1,110	1,149	1,189	1,231
0,49	1,075	1,114	1,155	1,197	1,240
0,48	1,078	1,119	1,161	1,205	1,250
0,47	1,081	1,124	1,168	1,213	1,260
0,46	1,085	1,129	1,175	1,222	1,271
0,45	1,088	1,134	1,182	1,231	1,282
0,44	1,092	1,140	1,190	1,241	1,294
0,43	1,096	1,146	1,197	1,251	1,306
0,42	1,100	1,152	1,206	1,261	1,319
0,41	1,104	1,138	1,214	1,272	1,332
0,40	1,108	1,165	1,223	1,284	1,346
0,39	1,113	1,172	1,233	1,296	1,361
0,38	1,118	1,179	1,243	1,309	1,377

Таблица 12

Значения $C = 0{,}7\left(\frac{1}{\eta_m} - 1\right)$ при различных значениях механического КПД η_m

η_m	C	η_m	C	η_m	C	η_m	C	η_m	C
0,70	0,3000	0,75	0,2333	0,80	0,1750	0,85	0,1235	0,90	0,0778
0,71	0,2859	0,76	0,2210	0,81	0,1642	0,86	0,1140	0,91	0,0692
0,72	0,2722	0,77	0,2091	0,82	0,1537	0,87	0,1046	0,92	0,0609
0,73	0,2589	0,78	0,1974	0,83	0,1434	0,88	0 0955	—	—
0,74	0,2459	0,79	0,1861	0,84	0,1333	0,89	0,0863	—	—

Таблица 13

Парциальные давления водяного пара φ_x, p_{sx} для различных значений температуры воздуха t_{ax} и его относительной влажности φ_x

t_{ax}, °C	φ_x, %				
	100	80	60	40	20
	$\varphi_x p_{sx}$, кРа	$\varphi_x p_{sx}$, кРа	$\varphi_x p_{sx}$, кРа	$\varphi_x p_{sx}$, кРа	$\varphi_x p_{sx}$, кРа
—10	0,26	0,21	0,16	0,10	0,05
—5	0,40	0,32	0,24	0,16	0,08
0	0,61	0,49	0,37	0,24	0,12
5	0,87	0,69	0,52	0,35	0,17
10	1,23	0,98	0,74	0,49	0,24

Продолжение табл. 13

t_{ax}, °C	φ_x, %				
	100	80	60	40	20
	$\varphi_x p_{sx}$, кРа	$\varphi_x p_{sx}$, кРа	$\varphi_x p_{sx}$, кРа	$\varphi_x p_{sx}$, кРа	$\varphi_x p_{sx}$, кРа
15	1,71	1,37	1,02	0,68	0,34
20	2,33	1,87	1,40	0,93	0,47
25	3,17	2,54	1,90	1,27	0,63
27	3,56	2,85	2,14	1,42	0,71
30	4,24	3,39	2,54	1,70	0,85
32	4,76	3,81	2,86	1,90	0,95
34	5,32	4,26	3,19	2,13	1,06
36	5,95	4,76	3,57	2,38	1,19
38	6,63	5,30	3,98	2,65	1,32
40	7,37	5,90	4,42	2,95	1,47
42	8,20	6,56	4,92	3,28	1,64
44	9,10	7,28	5,46	3,64	1,82
46	10,09	8,07	6,05	4,04	2,02
48	11,16	8,93	6,69	4,46	2,23
50	12,33	9,86	7,40	4,93	2,47

ПРИМЕРЫ ПЕРЕСЧЕТА МОЩНОСТИ И УДЕЛЬНОГО РАСХОДА ТОПЛИВА У ДВИГАТЕЛЕЙ С ГАЗОТУРБИННЫМ НАДДУВОМ

Пример 1. Четырехтактный двигатель с газотурбинным наддувом без охлаждения наддувочного воздуха должен развивать в соответствии с техническими условиями на поставку при стандартных условиях мощность $P_{er} = 736$ kW при удельном расходе топлива $b_{fr} = 217$ g/(kW·h).

Механический КПД двигателя $\eta_m = 0{,}85$.

Двигатель подвергают приемо-сдаточным испытаниям на стенде при атмосферных условиях:

давлении $P_{ax} = 94{,}3$ *кРа*;

температуре окружающего воздуха $T_{ax} = 318$ К ($t_{ax} = 45$ °С).

Требуется определить:

1) мощность P_{ex} при данных атмосферных условиях в период испытаний;

2) удельный расход топлива b_{fx}.

1. Пересчет мощности

1.2. Определяем по табл. 7 для давления $p_{ax} = 94{,}3$ кРа и температуры окружающего воздуха $T_{ax} = 318$ К ($t_{ax} = 45$ °С) предварительное значение коэффициента пересчета мощности $\alpha = 0{,}829$ и округляем его до второго *знака после запятой. Получаем* $\alpha \cong 0{,}83$.

1.3. Из табл. 10 по значению $\alpha = 0{,}83$ определяем окончательное значение коэффициента пересчета мощности α_x при $\eta_m = 0{,}85$. Получаем значение $\alpha_x = 0{,}837$.

1.4. Величина мощности при данных в период испытаний атмосферных условиях на месте испытания определяется по формуле (1) $P_{ex} = P_{er} \cdot \alpha_x$ и составляет

$$P_{ex} = 736 \cdot 0{,}837 = 616 \text{ kW}.$$

2 Определение удельного расхода топлива

2 1 Из табл 11 определяем по окончательному значению коэффициента пересчета мощности $\alpha_x = 0{,}84$ значение коэффициента пересчета удельного расхода топлива для $\eta_m = 0{,}85$.

2 2 Находим по табл. 11 значение $\beta_x = 1{,}021$

2 3 Значение удельного расхода топлива определяем по формуле (2)

$$b_{fx} = b_{fr}\beta_x = 217 \cdot 1{,}021 = 221{,}6 \text{ g/(kW·h)}.$$

Таким образом, для соответствия требованиям технических условий на поставку двигатель должен развивать при данных условиях испытаний номинальную мощность 616 kW и иметь удельный расход топлива не более $b_{fx} = 221{,}6$ g/(kW·h).

Пример 2. Четырехтактный двигатель с газотурбинным наддувом и охлаждением наддувочного воздуха имеет при стандартных условиях, температуре охлаждающей воды на входе в охладитель наддувочного воздуха $T_{coolr} = 300$ K ($t_{coolr} = 27$ °C) и механическим КПД $\eta_m = 0{,}90$ мощность $P_{er} = 555$ kW и удельный расход топлива $b_{fr} = 224$ g/(kW·h).

Требуется определить допустимое значение мощности двигателя P_{ex} и удельный расход топлива b_{fx} на месте его эксплуатации при:

1) давлении $p_{ax} = 84{,}6$ кРа;

2) температуре окружающего воздуха $T_{ax} = 308$ K ($t_{ax} = 35$ °C);

3) температуре охлаждающей воды на входе в охладитель наддувочного воздуха $T_{coolx} = 310$ K ($t_{coolx} = 37$ °C).

1 Пересчет мощности

1 1 Определяем по табл. 8 предварительное значение коэффициента пересчета мощности и получаем $\alpha = 0{,}837 \approx 0{,}84$.

1 2 Ввиду отклонения механического КПД от $\eta_m = 0{,}80$ находим из табл 10 по округленному значению $\alpha = 0{,}84$ значение α' при $\eta_m = 0{,}90$, которое составляет $\alpha' = 0{,}853$

1 3 По округленному значению $\alpha' = 0{,}85$ определяем из табл. 8 окончательное значение коэффициента пересчета мощности для $t_{coolx} = 37$ °C, которое составляет $\alpha_x = 0{,}819$

1 4 Величину допустимой мощности на месте эксплуатации двигателя определяем по формуле (1)

$$P_{ex} = P_{er}\alpha_x = P_{ex} = 555 \cdot 0{,}819 = 454 \text{ kW}.$$

2 Определение удельного расхода топлива

2 1 Из табл. 11 определяем по величине окончательного значения коэффициента пересчета мощности $\alpha_x = 0{,}819 \approx 0{,}82$ значение коэффициента пересчета удельного расхода топлива для $\eta_m = 0{,}90$.

Находим по табл. 11 величину $\beta_x = 1{,}016$.

2 2 Значение удельного расхода топлива определяем по формуле (2)

$$b_{fx} = b_{fr}\beta_x = 224 \cdot 1{,}016 = 228 \text{ g/(kW·h)}.$$

Пример 3. Четырехтактный двигатель с газотурбинным наддувом и охлаждением наддувочного воздуха имеет при стандартных условиях, температуре охлаждающей воды на входе в охладитель наддувочного воздуха $T_{coolr} = 300$ K ($t_{coolr} = 27$ °C), механическом КПД $\eta_m = 0{,}90$ и степени повышения давления наддува $\pi_r = 2{,}0$ мощность $P_{er} = 1000$ kW. Установлена $\pi_{max} = 2{,}36$.

В связи с тем, что при стандартных условиях двигатель не достигает пределов частоты вращения турбокомпрессора и температуры газов на входе в турбину, установлены более жесткие исходные условия, заменяющие стандартные

1) температура окружающего воздуха $T_{ar} = 313$ K ($t_{ar} = 40$ °C);

2) исходное давление определяют по формуле (9)

$$p'_{ar} = p_{ar}\frac{\pi_r}{\pi_{max}} = \frac{100 \cdot 2{,}00}{2{,}36} = 84{,}8 \text{ kPa}.$$

Таким образом, заменяющие исходные условия, при которых гарантируется значение указанной мощности, будут:

1) давление $p'_{ar} = 84{,}8$ kPa;

2) температура окружающего воздуха $T'_{ar} = 313$ K ($t'_{ar} = 40$ °C),

3) температура охлаждающей воды на входе в охладитель наддувочного воздуха $T_{coolr} = 300$ K ($t_{coolr} = 27$ °C);

4) механический КПД дизеля $\eta_m = 0{,}90$.

Требуется определить допустимую мощность дизеля на месте эксплуатации при следующих местных условиях:

$$p_{ax} = 61{,}6 \text{ kPa};$$

$$T_{ax} = 323\text{K} \; (t_{ax} = 50\text{°C}),$$

$$T_{coolx} = 362\text{K} \; (t_{coolx} = 89\text{°C}).$$

1. Пересчет мощности

1.1. Для определения коэффициента пересчета мощности определяем значение k_x по формуле (8):

$$k_x = \left(\frac{p_{ax}}{p'_{ar}}\right)^{0,7} \cdot \left(\frac{T'_{ar}}{T_{ax}}\right)^{1,2} \cdot \left(\frac{T_{coolr}}{T_{coolx}}\right)^{1,0},$$

$$\left(\frac{p_{ax}}{p'_{ar}}\right)^{0,7} = \left(\frac{61{,}6}{84{,}7}\right)^{0,7} = 0{,}726^{0,7}; \left(\frac{T'_{ar}}{T_{ax}}\right)^{1,2} = \left(\frac{313}{323}\right)^{1,2} = 0{,}969^{1,2},$$

$$\left(\frac{T_{coolr}}{T_{coolx}}\right)^{1,0} = \frac{300}{362} = 0{,}829.$$

$$0{,}726^{0,7} = 0{,}800; \qquad 0{,}969^{1,2} = 0{,}963;$$

$$k_x = \left(\frac{p_{ax}}{p'_{ax}}\right)^{0,7} \cdot \left(\frac{T'_{ar}}{T_{ax}}\right)^{1,2} \cdot \left(\frac{T_{coolr}}{T_{coolx}}\right)^{1,0} = 0{,}800 \cdot 0{,}963 \cdot 0{,}829 = 0{,}638.$$

1.2. Подставляем найденное значение $k_x = 0{,}638$ в формулу (4), где значение C определяем по табл. 12.

$$\alpha_x = k_x(1+C) - C = 0{,}638(1+0{,}0778) - 0{,}0778 = 0{,}611.$$

1.3. Допустимую величину мощности двигателя на месте эксплуатации определяем по формуле (1)

$$P_{ex} = P_{er}\alpha_x = 1000 \cdot 0{,}611 = 611 \text{ kW}.$$

Пример 4. Четырехтактный двигатель с газотурбинным наддувом и охлаждением наддувочного воздуха в водовоздушном охладителе должен развивать в соответствии с технической документацией номинальную мощность $P_{er} = 1000$ kW при удельном расходе топлива $b_{fr} = 210$ g/(kW·h) + 5 % и максимальную мощность на упоре рейки топливного насоса $P_{emax} = 1100$ kW. Температура топлива, соответствующая исходным стандартным условиям, $T_{fr} = 303$ K (30 °C).

Двигатель имеет при исходных стандартных условиях механический КПД $\eta_m = 0{,}80$, суммарный коэффициент избытка воздуха 1,9 и КПД охладителя наддувочного воздуха $\eta_c = 0{,}65$.

Двигатель подвергаем испытаниям при следующих условиях.

1) атмосферное давление $p_{ax} = 100{,}2$ kPa;

2) температуре воздуха на входе в компрессор $T_{ax} = 313$ K ($t_{ax} = 40$ °C);

3) относительной влажности воздуха $\varphi = 60$ %;

4) температуре воды на входе в охладитель наддувочного воздуха $T_{coolx}=305$ K ($t_{coolx}=32$ °C),

5) температуре топлива на входе в топливный насос $T_{fx}=313$ K ($t_{fx}=40$ °C)

1 Определение мощности двигателя при испытании в измененных условиях на основе сохранения неизменности цикловой подачи топлива

1 1 По формуле (13), табл 1 информационного приложения 1 и табл 13 информационного приложения 3 определяем k_x'

$$k_x'=\left(\frac{752-34}{750-16}\right)^{0,1}\left(\frac{300}{313}\right)^{0,35(1-0,5\cdot0,65)}\cdot\left(\frac{300}{305}\right)^{0,3\cdot0,65}=0,984.$$

1 2 По формуле (12) при $\Delta=1$ (так как пересчет ведется не на упоре рейки топливного насоса) определяем коэффициент пересчета мощности α_x'

$$\alpha_x'=0,984+0,7(0,984-1)\cdot\left(\frac{1}{0,8}\right)=0,981.$$

1 3 По формуле (1) определяем мощность двигателя в измененных условиях

$$P_{ex}=1000\ 0,981=981\ \text{kW}.$$

Замер расхода топлива для определения удельного расхода должен производиться при мощности 981 kW

2 Определение удельного расхода топлива в измененных условиях

2 1 Удельный расход топлива, определенный по результатам измерений при мощности 981 kW составляет $b_{fx}=217$ g/(kW·h)

2 2 По формуле (17) определяем удельный расход топлива, приведенный к исходным стандартным условиям

$$b_{fr}=217\ 0,981=213\ \text{g/(kW h)},$$

что соответствует с учетом допуска спецификационному значению, указанному в технической документации на двигатель

3 Определение максимальной мощности двигателя при работе на упоре рейки топливного насоса P_{emax} с учетом коэффициента изменения плотности топлива Δ

3 1 В соответствии с п 3 1 информационного приложения 1 к стандарту СЭВ пересчет мощности должен производиться с учетом влияния температуры топлива

3 2 Коэффициент изменения плотности топлива Δ определяем по формулам (15) и (16) с использованием графика в п 3 3 1 1

Значение плотности применяемого топлива при исходных стандартных условиях $\rho_{fTr}=0,80$ g/cm^3

Значение плотности топлива в измененных условиях определяем по формуле (16)

$$\rho_{fTx}=0,80+7,75\ 10^{-4}(303-313)=0,792\ \text{g/cm}^3$$

$$\Delta=\frac{0,792}{0,800}=0,99,$$

3 3 По формуле (12) определяем коэффициент пересчета мощности α_x'

$$\alpha_x'=\left[0,984+0,7(0,984-1)\cdot\left(\frac{1}{0,8}-1\right)\right]\cdot0,99=0,971.$$

3 4. По формуле (1) определяем максимальную мощность на упоре рейки топливного насоса

$$P_{emax}=1100\cdot0,971=1068 \text{ kW}.$$

Упор регулирования подачи топлива должен устанавливаться при $P_{emax}=1068$ kW.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. Автор — делегация СССР в Постоянной Комиссии по сотрудничеству в области машиностроения.
2. Тема — 17.036.02—81.
3. Стандарт СЭВ утвержден на 54-м заседании ПКС.
4. Сроки начала применения стандарта СЭВ:

Страны — члены СЭВ	Сроки начала применения стандарта СЭВ	
	в договорно-правовых отношениях по экономическому и научно техническому сотрудничеству	в народном хозяйстве
НРБ	—	—
ВНР	Июль 1986 г.	Июль 1986 г.
СРВ		
ГДР	Январь 1985 г.	Январь 1985 г.
Республика Куба		
МНР		
ПНР	Январь 1985 г.	Январь 1985 г.
СРР	—	—
СССР	Июль 1986 г.	Июль 1985 г.
ЧССР	Январь 1986 г.	Январь 1986 г.

5. Срок проверки — 1990 г.
6. Использованные международные документы по стандартизации: стандарт СЭВ соответствует стандарту ИСО 3046/1—81 в части определения и пересчета мощности и удельного расхода топлива.

gost.e-ecolog.ru