

О Т Р А С Л Е В О Й С Т А Н Д А Р Т

АППАРАТЫ С ВРАЩАЮЩИМИСЯ БАРАБАНАМИ
ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

ОСТ 26.260.451-92

Метод теплового расчета сушилок.

октябрь 1990 г. 5603

Дата введения 01.01.93

Настоящий стандарт устанавливает метод теплового расчета барабанных сушилок с наружным диаметром барабана $D_n = 1000-2800$ мм, предназначенных для сушки различных материалов: угля, руды, шлака, фрезерного торфа, глины, песка, химических удобрений и др.

1. ПРИНЯТЫЕ ТЕРМИНЫ

1.1. Массовая доля i -го составляющего в материале (газе) — отношение массы i -го составляющего, содержащегося в материале (газе), к общей массе материала (газа).

1.2. Массовое отношение i -го составляющего в материале (газе) — отношение массы i -го составляющего, содержащегося в материале (газе), к массе остальной части материала (газа).

1.3. Молярная доля i -го компонента в газе — отношение количества вещества i -го компонента, содержащегося в газе, к общему количеству вещества газа.

1.4. Массовое отношение влаги в газе — массовое отношение (см. п. 1.2) водяного пара в газе.

1.5. Относительный массовый выход i -го компонента газа при сгорании топлива — отношение массы i -го компонента, содержащегося в топочном газе к массе продуктов сгорания топлива.

Издание официальное

1.6. Относительный массовый расход сухого газа на испарение влаги — отношение массового расхода сухого газа к массовой производительности сушилки по влаге.

1.7. Кажущаяся плотность материала — частное от деления массы материала на объем его частиц, включая объем пор.

1.8. Объемная (насыпная) масса материала — частное от деления массы материала на объем, занимаемый его частицами.

2. УКАЗАНИЯ ПО РАСЧЕТУ

2.1. Массовую долю воды в пыли ω_n , вынесенной из сушилки, рекомендуется принимать по опытным данным. В случае, если она неизвестна, рекомендуется принимать:

$$\omega_n = 0,5 \omega_k,$$

где ω_k — массовая доля влаги в материале после сушки.

2.2. Массовая доля водяного пара в сухих газах или воздухе — отношение массы водяного пара, отнесенной к 1 кг массы сухих газов (воздуха), кг/кг:

d_0 — для наружного воздуха;

d_1 — для воздуха (газов) на входе в сушилку;

d_2 — то же на выходе из сушилки.

2.3. Относительный массовый выход водяного пара при сгорании топлива α_n определяется по формуле:

а) для жидкого и твердого топлива

$$\alpha_n = \left(\mu_n + \frac{z_n}{z_n} \mu_o \right) \alpha_n + \alpha_w,$$

где μ_n и μ_o — относительная атомная масса соответственно водорода (H) и кислорода (O). Рекомендуется принимать

$\mu_n = 1$ и $\mu_o = 16$;

$z_n = 2$ и $z_o = 1$ — число атомов соответственно водорода и кислорода в молекуле воды;

x_n и x_w - массовая доля соответственно горючей части водорода и воды в топливе;

б) для газообразного топлива

$$x_n = \sum \frac{z_{ni} (\mu_n + \frac{z_{oi}}{z_{ni}} \mu_o)}{z_{ni} \mu_n + z_i \mu_i} x_i,$$

где μ_i - относительная атомная масса элемента, соединенного с водородом в i -м компоненте топлива.

Рекомендуется принимать следующие значения μ_i :

для углерода (в углеводородах) 12

для серы (в сероводороде) 32

для компонента водород (H_2) $\mu_i = 0$;

z_{ni} и z_i - число атомов соответственно водорода и соединенного с ним элемента в i -м компоненте топлива;

x_i - массовая доля i -го компонента в топливе.

2.4. Теоретическое отношение L_0 массы сухого воздуха, необходимого для полного сгорания топлива, к массе топлива определяется по формуле:

в) для жидкого или твердого топлива

$$L_0 = \sum \frac{\mu_o z_{oi} x_i}{\mu_i z_i (x_o)_0} - \frac{x_o}{(x_o)_0},$$

где μ_o и μ_i - относительная атомная масса соответственно кислорода и i -го составляющего топлива. Рекомендуется принимать:

для кислорода $\mu_o = 16$,

для водорода $\mu_H = 1$, для углерода $\mu_C = 12$,

для серы $\mu_S = 32$;

z_{oi} и z_i - число атомов соответственно кислорода и i -го составляющего топлива в продуктах полного сгорания топлива: в воде (H_2O) $z_o = 1$ и $z_H = 2$, в углекислом газе (CO_2) $z_C = 2$ и $z_o = 1$; в сернистом ангидриде (SO_2) $z_o = 2$ и $z_S = 1$;

x_o , $(x_o)_0$ и x_i - массовая доля соответственно кислорода в топливе, кислорода в воздухе и i -го составляющего

в топливе. Рекомендуется принимать $(\alpha_0)_0 = 0,235$;

б) для газообразного топлива -

$$\alpha_0 = \sum (x_{i,1} \cdot \frac{Z_{0,1}}{Z_{i,1}} + x_{i,2} \cdot \frac{Z_{0,2}}{Z_{i,2}} - x_{i,0}) \frac{\mu_0 \cdot x_i}{\mu_i (\alpha_0)_0} - \frac{x_0}{(\alpha_0)_0},$$

где $x_{i,1}$, $x_{i,2}$, $x_{i,0}$ - число атомов соответственно 1-го горючего элемента, 2-го горючего элемента и кислорода в молекуле i -го компонента топлива;

$Z_{0,1}$ и $Z_{0,2}$ - число атомов кислорода в молекуле продукта полного сгорания соответственно 1 и 2-го горючего элемента;

$Z_{i,1}$ и $Z_{i,2}$ - число атомов соответственно 1 и 2-го горючего элемента в молекуле продукта полного сгорания;

μ_i и μ_0 - соответственно относительная молекулярная масса i -го компонента топлива и относительная атомная масса кислорода;

$x_{i,1}$, x_0 и $(\alpha_0)_0$ - массовая доля соответственно i -го компонента в топливе, свободного кислорода в топливе и кислорода в воздухе. Рекомендуется принимать $(\alpha_0)_0 = 0,235$.

2.5. Высшая удельная теплота сгорания Q_0 , Дж/кг, определяется по формуле:

а) для жидкого или твердого топлива

$$Q_0 = \sum x_i Q_i - x_0 Q_0,$$

где x_i и x_0 - массовая доля соответственно i -го горючего составляющего и кислорода в топливе;

Q_i - удельная теплота сгорания i -го составляющего топлива, Дж/кг. Рекомендуется принимать следующие значения

Q_i , Дж/кг:

для водорода (H)	$125,7 \cdot 10^6$
для углерода (C)	$33,9 \cdot 10^6$
для серы (S)	$10,83 \cdot 10^6$

Q_0 - удельная энергия связи кислорода (O) в топливе, Дж/кг.

Рекомендуется принимать $Q_0 = 10,89 \cdot 10^6$ Дж/кг;

б) для сухого газообразного топлива

$$Q_0 = \sum \alpha_i Q_i \cdot r_{\alpha_i},$$

где α_i - массовая доля i -го компонента в топливе;

Q_i - низшая удельная теплота сгорания i -го компонента, Дж/кг. Рекомендуется принимать следующие значения Q_i , Дж/кг:

для метана (CH_4)	$50,0 \cdot 10^6$
для этана (C_2H_6)	$48,2 \cdot 10^6$
для пропана (C_3H_8)	$46,4 \cdot 10^6$
для бутана (C_4H_{10})	$45,7 \cdot 10^6$
для пентана (C_5H_{12})	$45,3 \cdot 10^6$
для этилена (C_2H_4)	$47,6 \cdot 10^6$
для пропилена (C_3H_6)	$46,1 \cdot 10^6$
для изобутилена (C_4H_8)	$45,4 \cdot 10^6$
для сероводорода (H_2S)	$15,3 \cdot 10^6$
для водорода (H_2)	$119,5 \cdot 10^6$
для окиси углерода (CO)	$10,1 \cdot 10^6$

γ - удельная теплота образования воды, Дж/кг. Рекомендуется принимать $\gamma = 2,5 \cdot 10^6$ Дж/кг;

α_n - относительный массовый выход водяного пара при полном сгорании топлива.

2.6. Коэффициент полезного действия топке η , может быть принят следующим:

при слоевом сжигании топлива	$0,94 + 0,95$
при камерном сжигании твердого топлива ...	$0,96 + 0,97$
при камерном сжигании газа или мазута ...	$0,98 + 0,99$

2.7. Теплоемкость абсолютно сухого материала C_0 принимается по опытным данным. При отсутствии опытных данных значение C_0 , Дж/(кг.К), может быть принято:

для неорганических материалов 750 ± 1050
 для органических материалов 920 ± 1590

2.8. Объем смеси газов и водяного пара, отнесенный к 1 кг массы сухих газов, определяется по формуле:

$$V_0 = 4,64 \cdot 10^{-4} \cdot (273 + t) \cdot (A \cdot 622 + d \cdot 10^3),$$

где A — коэффициент, учитывающий изменение газовой постоянной.

Величина коэффициента A зависит только от избытка воздуха:

Коэффициент избытка воздуха α ,	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	~
Коэффициент A	0,931	0,950	0,963	0,973	0,981	0,986	1,00

t и d берутся соответственно для начальных (t_0, d_0), конечных (t_n, d_n) или средних (t_p, d_p) параметров газа.

2.9. Максимально допускаемая скорость газа на выходе из сушилки с лопастной или секторной насадкой определяется по табл. I.

Таблица 1

Каждущаяся плотность материала ρ_n , кг/м ³	Максимально допустимая скорость газа в осушке v_g , м/с, при среднем диаметре частиц (усредненном по массе) $\delta_{н.ср}$, мм		
	менее 0,3	0,3 + 2,0	свыше 2,0
600	0,5	0,5 + 1,0	1,0 + 3,0
1500	2,0	2,0 + 5,0	5,0 + 8,0
2000	3,0	3,0 + 7,5	8,0
2500	4,0	4,0 + 10,0	10,0
Св. 2500	5,0	5,0 + 12,0	13,0

2.10. Со стороны поступления материала в начале барабана должна устанавливаться приемно-винтовая насадка, далее - основная.

По согласованию с заводом-изготовителем (особый заказ) допускается изменение порядка расположения основных насадок, а также применение насадок других типов.

Допускается также по согласованию с заводом-изготовителем вместо приемно-винтовой насадки установка лопестной насадки. При этом должны быть соблюдены следующие условия:

а) в начале барабана на длине, равной $0,2 D_n$ (где D_n - наружный диаметр барабана), насадка не устанавливается;

б) угол естественного откоса обрабатываемого материала должен быть не более 70° ;

в) угол наклона барабана в сторону выхода из него материала должен быть не менее 3° ;

г) высота переднего защитного кольца должна быть не менее $0,25 D_n$.

2.11. Оптимальные значения параметров, характеризующих эффективность работы основной насадки сушилок с корпусом по ОСТ 26.260.427 рекомендуется принимать по табл.2.

2.12. Необходимые исходные данные, рекомендуемые порядок и форма расчетов - в соответствии с табл.3.

Рекомендуемый тепловой режим сушки материалов приведен в справочном приложении I.

Пример расчета сушилки приведен в справочном приложении 2.

Таблица 2

Тип на-сед-ке	Наружный диаметр барабана, D_n , мм	Угол поворота барабана при полном ссыпании материала, β , °	Коэффициент заполнения барабана материалом φ	Средняя высота падения частиц $h_{ср}$, м	Площадь поперечного сечения материала на одной лопасти при выходе из "завала" $F_{на}$, м ²	Суммарная длина отрезков в поперечном сечении барабана, соответствующих	
						поверхности соприкосновения газа с материалом, расположенным на лопастях, $S_{л}$, м	"оголенной" поверхности $S_{ог}$, м
Лопастная	1000	140	0,15	0,617	0,0348	1,19	4,16
	1200			0,741	0,0502	1,43	4,99
	1600			1,080	0,0396	3,11	8,33
	2000			1,045	0,0596	3,43	9,10
	2200		0,18	1,345	0,0695	3,90	11,00
	2500			1,545	0,0745	4,48	12,60
	2800			1,590	0,0880	4,62	14,10
	2800			1,590	0,0880	4,62	14,10
Секторная	1000	120	0,25	0,159	0,0093	2,70	7,90
	1200			0,191	0,0135	3,23	9,50
	1600			0,245	0,0238	4,31	12,70
	2000		0,21	0,344	0,0137	4,92	15,40
	2200		0,25	0,398	0,0382	6,05	17,40
	2500			0,452	0,0494	6,86	19,80
	2800			0,439	0,0532	7,78	22,50
	2800			0,439	0,0532	7,78	22,50

Таблица 3

Наименование величины	Обозначение величины и расчетная формула	Числовое значение
Исходные данные		
1. Материал	-	
2. Кажущаяся плотность материала, кг/м^3	ρ_m	
3. Объемная (насынная) масса материала, кг/м^3	ρ_n	
4. Массовая доля влаги в материале до сушки	w_1	
5. То же, после сушки	w_2	
6. Массовая производи- тельность сушилки по высушенному материалу, кг/ч	G_2	
7. Вязимое направление движения газа в материале в сушилке (прямоточное или противоточное)	-	
8. Температура материа- ла до сушки, $^{\circ}\text{C}$	θ_1	
9. То же, после сушки, $^{\circ}\text{C}$	θ_2	
10. Температура пыли на выходе из сушилки, $^{\circ}\text{C}$	θ_n	
11. Температура газа на входе в сушилку, $^{\circ}\text{C}$	t_1	
12. То же, на выходе из сушилки, $^{\circ}\text{C}$	t_2	
13. Массовая доля . -2 фракции материала	x	
14. Угол естественного откоса материала, град.	ψ	
15. Температура нагнужно- го воздуха, $^{\circ}\text{C}$	t_0	

Продолжение табл.3

Наименование величины	Обозначение величины и расчетная формула	Числовое значение
16. Массовое отношение влаги в наружном воздухе, кг/кг	d	
17. Энтальпия наружного воздуха на массу его сухой части, Дж/кг	i	
18. Массовая доля состав- ляющего в топливе:		
а) жидком или твердом		
водород H	x_H	
углерод C	x_C	
азот N	x_N	
кислород O	x_O	
сера S	x_S	
зола (A)	x_A	
вода (W)	x_W	
б) газообразном ^{х)}		
метан CH_4	x_{CH_4}	
этан C_2H_6	$x_{C_2H_6}$	
пропан C_3H_8	$x_{C_3H_8}$	
бутан C_4H_{10}	$x_{C_4H_{10}}$	
пентан C_5H_{12}	$x_{C_5H_{12}}$	
этилен C_2H_4	$x_{C_2H_4}$	
пропилен C_3H_6	$x_{C_3H_6}$	

х) Если состав газообразного топлива задан молярными долями компонентов, то массовая доля i -го компонента определяется по формуле $x_i = \frac{y_i \cdot M_i}{\sum y_i \cdot M_i}$, где x_i , y_i , M_i - соответственно массовая доля, молярная доля и относительная молекулярная масса i -го компонента.

Продолжение табл.3

Наименование величины	Обозначение величины и расчетная формула	Числовое значение
изобутилен C_4H_8	$x_{C_4H_8}$	
сероводород H_2S	x_{H_2S}	
водород H_2	x_{H_2}	
окись углерода CO	x_{CO}	
19. Отношение массы летучих к массе сухой части топлива	x_A	
20. Температура топлива, $^{\circ}C$	t_T	
21. Отношение массы водяного пара, применяемого для распыливания топлива, к массе топлива (при газообразном топливе - массовое отношение влаги в топливе), кг/кг	d_T	
22. Энтальпия водяного пара, применяемого для распыливания топлива (при газообразном топливе - удельная энтальпия водяного пара в топливе), Дж/кг	i_n	
Расчетные данные		
23. Массовая доля влаги в пыли	w_n (см. п.2.1 настоящего стандарта)	
24. Массовая доля уносимого из сушилки материала (в зависимости от скорости газов и размера частиц материала)	$x_{y-} \cdot (3+10) \cdot 10^{-2}$	

Продолжение табл.3

Наименование величины	Обозначение величины и расчетная формула	Числовое значение
25. Массовая производи- тельность сушилки по влаге, кг/с	$W = G_2 \frac{W_1 - W_2 + x_{n1}(W_1 - W_2)}{1 - W_1}$	
26. Относительный массо- вый выход водяного пара при сгорании топлива	x_n (см.п.2.3 настоящего стандарта)	
27. Масса сухого воздуха, необходимого для полного сгорания топлива, отнесенная к 1 кг массы топлива, кг/кг	W_a (см.п.2.4 настоящего стандарта)	
28. Вышая теплота сгора- ния топлива, Дж/кг	Q_a (см.п.2.5 настоящего стандарта)	
29. Низшая теплота сго- рания топлива, Дж/кг	$Q_n = Q_a - x_n \cdot r$, где $r = 2.5 \cdot 10^6$ Дж/кг - теплота паро- образования	
30. Теплоемкость воды твердого или жидкого топ- лива, Дж/(кг.К)	$C_3 = 711 + 0.5 t_r$	
31. Теплоемкость горю- чей части топлива, Дж/(кг.К)	$C_r = 837 + 3.76(0.13 x_r)$ $x (130 + t_r)$	
32. Теплоемкость топли- ва, Дж/(кг.К)	$C_t = x_A C_3 + (1 - x_w - x_A) C_r + x_w C_w$ где $C_w = 4187$ Дж/(кг.К) - теплоемкость воды	
33. Энтальпия водяного пара, находящегося в топоч- ном газе, Дж/кг	$h_n = 2.49 \cdot 10^6 + 1968 \cdot t$	

Продолжение табл.3

Наименование величины	Обозначение величины и расчетная формула	Числовое значение
34. Коэффициент полезного действия топки	2τ (см.п.2.6 настоящего стандарта)	
35. Коэффициент избытка воздуха в газе на входе в сушилку	$\alpha_g = \frac{\rho_r Q_g + C_{gr} t_r}{L_g (C_{gr} t_r + d_g i_n - i_o)}$ $= \frac{(1 - x_n - x_A) C_{gr} t_r - x_n i_o - d_r (i_n - i_o)}{L_g (C_{gr} t_r + d_g i_n - i_o)}$ где C_{gr} - теплоемкость сухого топочного газа, Дж/(кг.К). Допускается принимать C_{gr} как теплоемкость воздуха (по справочным данным)	
36. Относительный массовый выход сухого газа при сгорании топлива, кг/кг	$e_{gr} = 1 + \alpha_g L_g \cdot x_n - x_A$	
37. Массовая доля водяного пара в сухих газах, кг/кг (см.п.2.2 настоящего стандарта)	$d_r = \frac{\alpha_g L_g d_o + x_n}{e_{gr}}$	
38. Количество теплоты, необходимой для испарения 1 кг влаги из материала, Дж/кг	$q_v = i_n C_w \psi$ где i_n - см.поз.33; C_w - см.поз.32; ψ - начальная температура материала, °C	
39. Теплоемкость абсолютно сухого материала, Дж/(кг.К)	C_s (см.п.2.7 настоящего стандарта)	

Наименование величины	Обозначение величины и расчетная формула	Числовое значение
40. Теплоемкость высушенного материала, Дж/(кг.К)	$C_m = (1 - w_w) c_s + w_w c_w$, где c_w - см. поз.32	
41. Количество теплоты, необходимой для нагревания материала, отнесенное к 1 кг массы испаренной влаги, Дж/кг	$q_n = \frac{G_w c_m [(\theta_n - \theta_1) + x_{wn} (\theta_n - \theta_1)]}{W}$	
42. Количество теплоты, теряемой в окружающую среду, отнесенное к 1 кг массы испаренной влаги, Дж/кг	$q_s = (85 + 170) \cdot 10^3$	
43. Теплоемкость влажного газа при начальных параметрах газа, Дж/(кг.К)	$C'_{wg} = C'_{sg} + d \cdot C'_n$, где C'_{sg} и C'_n - теплоемкость соответственно сухого газа и водяного пара при температуре на входе в сушилку, Дж/(кг.К). Рекомендуется принимать значение C'_{sg} как для сухого воздуха	
44. То же, на выходе из сушилки, Дж/(кг.К)	$C'_{wg} = C'_{sg} + d \cdot C'_n$, где C'_{sg} и C'_n - теплоемкость соответственно сухого газа и водяного пара при температуре на выходе из сушилки, Дж/(кг.К). Рекомендуется принимать значение C'_{sg} как для сухого воздуха	

Продолжение табл.3

Наименование величины	Обозначение величины и расчетная формула	Числовое значение
45. Расход сухого газа на испарение I кг масом влаги, кг/кг	$q_{сг} = \frac{q_o + q_n + q_c}{c_{влг} t_1 - c_{влг} t_2}$	
46. Приращение относительного массового расхода сухого газа за счет неогранизованных присосов воздуха в сушилку, кг/кг	$\ell_{пр} = 0,2 q_{сг}$	
47. Количество теплоты, теряемой с отработавшим газом, отнесенное к I кг массы испаренной влаги, Дж/кг	$q_r = q_{сг} [c_{влг} t_2 - (c_{влг})_o t_o] + \ell_{пр} [c_{сг} t_2 - (c_{сг})_o t_o],$ где $(c_{влг})_o$ и $(c_{сг})_o$ - удельная теплоемкость соответственно влажного и сухого воздуха при температуре t_o (по справочным данным), Дж/(кг.К)	
48. Расход теплоты на испарение I кг масом влаги с учетом всех тепловых потерь, Дж/кг	$q = \frac{q_o + q_n + q_r + q_c}{2 \tau}$	
49. Массовый расход топлива топке сушилки, кг/с	$B_r = \frac{q W}{Q_n}$	
50. То же (проверочный расчет), кг/с	$B'_r = \frac{q_{сг} W}{\ell_{сг}} \approx B_r$	

Наименование величины	Обозначение величины и расчетная формула	Числовое значение
51. Массовое отношение влаги в газе на выходе из сушилки, кг/кг	$d_n = \frac{1}{q_{cr} + e_{np}} \cdot d_i$	
52. Среднее массовое отношение влаги в газе в сушилке, кг/кг	$d_{cp} = \frac{d_i + d_n}{2}$	
53. Средняя разность температур между газом и материалом в сушилке, °С, при движении газа и мате- риала:		
а) прямоточном	$\Delta t_{cp} = \frac{(t_i - \vartheta_i) - (t_n - \vartheta_n)}{2,3 \lg \frac{t_i - \vartheta_i}{t_n - \vartheta_n}}$	
б) противоточном	$\Delta t_{cp} = \frac{(t_i - \vartheta_n) - (t_n - \vartheta_i)}{2,3 \lg \frac{t_i - \vartheta_n}{t_n - \vartheta_i}}$	
54. Средняя температу- ра газа в сушилке, °С	$t_{cp} = \frac{\vartheta_i + \vartheta_n}{2} + \Delta t_{cp}$	
55. Коэффициент, учи- тывающий изменение газо- вой постоянной	А (см. п.2.8 настоящего стандарта)	
56. Объем смеси газов и водяного пара на массу сухих газов, м ³ /кг	$V_{o, cp}$ (см. п.2.8. Здесь $V_{o, cp}$ рассчитывается при средних значениях t_{cp} и d_{cp})	
57. Средняя плотность влажного газа, кг/м ³	$\rho_{вл, cp} = \frac{1,0 + d_{cp}}{V_{o, cp}}$	

Продолжение табл.3

Наименование величины	Обозначение величины и расчетная формула	Числовое значение
58. Объем газов, проходящих через сушилку, м ³ /с	$V_{г.вр} = (q_{ог} + e_{г.вр}) v_{г.вр} W$	
59. Средний диаметр частиц (усредненный по массе) материала, м	$\delta_{п.вр} = \sum_{i=1}^n \delta_i x_i$, где δ_i и x_i - соответственно максимальный диаметр и массовая доля частиц i - й фракции (δ_i в м)	
60. Максимально допустимая скорость газа на выходе из сушилки, м/с	v_r^* (см.п.2.9 настоящего стандарта)	
61. Объемный расход сухого газа на выходе из сушилки, м ³ /с	$V_r^* = (q_{ог} + e_{г.вр}) v_r^* W$, где v_r^* - см.п.2.8 настоящего стандарта. Здесь v_r^* подочитывается при параметрах газа на выходе из сушилки	
62. Тип насадки на выходе материала из сушилки	(по ОСТ 26.260.437)	
63. Угловая скорость барабана, рад/с	ω	
64. Коэффициент заполнения барабана материалом	ψ (см.п.2.11 настоящего стандарта)	
65. Необходимая площадь поперечного сечения барабана, м ²	$F_s = \frac{V_r^*}{(1-\psi) v_r^*}$	

Продолжение табл.3

Наименование величины	Обозначение величины и расчетная формула	Числовое значение
66. Необходимый внутренний диаметр барабана, м	$D'_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4F_1}{\pi}}$	
67. Принятый внутренний диаметр барабана, м	$D_{\text{вн}} \approx D'_{\text{вн}}$ (по ОСТ 26.260.437)	
68. Наружный диаметр барабана, м	$D_{\text{н}}$ (по ОСТ 26.260.437)	
69. Общее число лопастей основной насадки	z (по ОСТ 26.260.437)	
70. Средняя высота падения частиц материала, м	$h_{\text{ср}}$ (см.п.2.II настоящего стандарта)	
71. Средняя скорость падения частиц с лопастей, м/с	$v_{\text{п.ср}} = \sqrt{\frac{g h_{\text{ср}}}{2}}$, где g - ускорение свободного падения в пункте расположения сушилки, м/с ²	
72. Средняя скорость газа вдоль оси барабана, м/с	$v_{\text{ср г}} = \frac{4 v_{\text{г ср}}}{(1-\varphi) \pi D_{\text{вн}}^2}$	
73. Средняя скорость движения газа относительно падающих частиц материала, м/с	$v_{\text{г}} = \sqrt{v_{\text{ср г}}^2 + v_{\text{п ср}}^2}$	
74. Среднее время падения частиц материала, с	$\tau_{\text{п}} = \sqrt{\frac{2 h_{\text{ср}}}{g}}$, где g - см.поз.71	

Продолжение табл.3

Наименование величины	Обозначение величины и расчетная формула	Числовое значение
75. Величина, обратная среднему диаметру частиц (усредненному по площади поверхности), м ⁻¹	$\sum_{i=1}^n \frac{x_i}{\delta_i},$ где x_i и δ_i - см. поз.59	
76. Средний диаметр частиц (усредненный по площади их поверхности), м	$\delta_{п.ср} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{x_i}{\delta_i}}$	
77. Площадь поперечного сечения материала на одной лопасте при ее выходе из "завала", м ²	$F_{п.л.}$ (см.п.2.II настоящего стандарта)	
78. Угол поворота бара- бана с момента выхода ло- пасте из "завала" до мо- мента полного сосыпания материала с лопасти, рад.	β (см.п.2.II настоящего стандарта)	
79. Площадь поверхно- сти частиц материала, отне- сенная к 1 м длины бараба- на суммики	$F_c = \frac{6 \rho_n T_n \omega F_{п.л.}}{\beta \delta_{п.ср} \rho_n}$	
80. Суммарная длина от- резков в поперечном сече- нии барабана, соответствую- щих поверхности соприкоснове- ния газа с материалом, лежа- щим на лопастях и в "зава- ле", м	S_n (см.п.2.II настоящего стандарта)	

Продолжение табл.3

Наименование величины	Обозначение величины и расчетная формула	Числовое значение
81. Средняя высота окатывания частиц о лопасти, м	$h = \frac{S_m}{2} \sin \psi$	
82. Скорость скатывания частиц в конце лопасти, м/с	$V_{сх} = \sqrt{2gh \left(1 - \frac{\xi}{\xi_0}\right)}$ где g — см. п. 8.71; ξ — коэффициент трения скольжения материала (принимается по справочным данным)	
83. Начальная ширина струи материала, падающего с лопасти, м	$B_{стр} = \frac{\omega \cdot F_{мл}}{\rho \cdot V_{сх}}$	
84. Средняя площадь сечения струи материала, падающего с лопасти, в поперечном сечении барабана, м ²	$F_{стр} = h_{стр} B_{стр} - h_{ср}^2 t_g \left[3,75 + 0,316 (\rho_{вл.ср} V_{ср} r)^2 \right]$	
85. Объемная (по внутреннему объему барабана) площадь поверхности частиц материала, падающих с лопастей, м ⁻¹	$F_v = \frac{2 \rho \pi F_e}{\pi^2 D_{вн}^2}$	
86. Коэффициент теплоотдачи от газа к поверхности падающих частиц материала, Вт/(м ² .К)	$\alpha' = 0,62 \frac{\lambda}{\sqrt{a_3}} \left(\frac{V_r}{\delta_{пер}} \right)^{0,5}$ где λ и ν — соответственно теплопроводность, Вт/(м.К) и кинематическая вязкость, м ² /с, газа при средних значениях параметров. Допускается принимать зна-	

Наименование величины	Обозначение величины и расчетная формула	Числовое значение
87. Объемный (по внутреннему объему барабана) коэффициент теплоотдачи от газа к падающим частицам материала, Вт/(м ³ .К)	Чення λ и ν как для воздуха (по справочным данным) $\alpha_v = 5,1 \left(\frac{F_e}{F_{erp}} \right)^{-0,1} \alpha F_v$	
88. Средняя длина скатывания частиц материала о лопастей, м	$l_{ck} = \frac{2,5r}{z}$	
89. Число Рейнольдса	$Re = \frac{l_{ck} \sqrt{v}}{\nu},$ где ν — см.поз.86	
90. Коэффициент теплоотдачи от газа к поверхности материала на лопастях и в "завале", Вт/(м ² .К)	$\alpha = \frac{0,347(Re)^{0,66} \lambda}{l_{ck}},$ где λ — см.поз.86	
91. Объемная (по внутреннему объему барабана) площадь поверхности материала на лопастях и в "завале", омываемая газом, м ⁻¹	$F_v = \frac{4\pi r}{z D_{вн}}$	
92. Объемный (по внутреннему объему барабана) коэффициент теплоотдачи от газа к материалу на лопастях и в "завале", Вт/(м ³ .К)	$\alpha_v = \alpha F_v$	

Наименование величины	Обозначение величины и расчетная формула	Числовое значение
93. Суммарная длина отрезков в поперечном сечении барабана, соответствующих "оголенной" поверхности (не занятой материалом) внутренних устройств, м	$S_{ог}$ (см.п.2.II настоящего стандарта)	
94. Объемная (по внутреннему объему барабана) площадь "оголенной" поверхности, м ²	$F_v = \frac{4 S_{ог}}{\pi D_{вн}^2}$	
95. Коэффициент теплоотдачи от газа к "оголенной" поверхности внутренних устройств, Вт/(м ² .К)	$\alpha_v = 5,1 + 0,5 \rho_{газ.ср} v_{ср} r$	
96. Объемный (по внутреннему объему барабана) коэффициент теплоотдачи от газа к "оголенным" поверхностям внутренних устройств, Вт/(м ³ .К)	$\alpha_v'' = \frac{\alpha_v' F_v (t_{ср} - \frac{v_1 + v_2}{K})}{\Delta t_{ср}}$	
97. Полный объемный (по внутреннему объему барабана) коэффициент теплоотдачи от газа к материалу, Вт/(м ³ .К)	$\alpha_v = \alpha_v' + \alpha_v'' + \alpha_v'''$	
98. Тепловая мощность сушилки, расходуемая на нагревание материала и испарение влаги, Вт	$Q = W (q_o + q_n)$	
99. Необходимый внутренний объем барабана, м ³	$V_{в} = 1,2 \frac{Q}{\alpha_v \Delta t_{ср}}$	

Наименование величины	Обозначение величины и расчетная формула	Числовые значения
100. Необходимая длина корпуса, м	$L'_g = \frac{4 V'_g}{\pi D_{\text{вн}}^2}$	
101. Принятая длина корпуса, м	L_g (по ОСТ 26.260.43")	
102. Принятый корпус сушилки	(по ОСТ 26.260.43")	
103. Площадь наружной поверхности барабана, м ²	$F_{\text{вн}} = \pi (D_{\text{вн}} + 2 \delta_{\text{вн}}) (L - l_{\text{загр}} - l_{\text{выгр}}),$ где $l_{\text{загр}}$ и $l_{\text{выгр}}$ — длина соответственно загрузочной и выгрузочной частей, м	
104. Средняя разность температур между веществом (газ и материал) внутри барабана и окружающей средой, °С	$\Delta t_{\text{ср}} = \frac{\alpha_1 \frac{t_1 + t_2}{2} + \alpha_2 \frac{t_3 + t_4}{2}}{\alpha_1 + \alpha_2} - t_0$	
105. Коэффициент теплопередачи через корпус сушилки, Вт/(м ² .К)	$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \sum \frac{\delta_{\text{из}}}{\lambda_{\text{из}}}},$ где α_1 — теплоотдача от газа к внутренней поверхности барабана, Вт/(м ² .К); α_2 — теплоотдача от наружной поверхности барабана с изоляцией к окружающей среде, Вт/(м ² .К);	

Продолжение табл.3

Наименование величины	Обозначение величины и расчетная формула	Числовое значение
106. Частное от деления количества теплоты, теряемой в окружающую среду, на массу испаренной влаги, Дж/кг (проверочный расчет)	$\delta_{нз}$ - толщина изоляции барабана, м. Для воздушной изоляции рекомендуется принимать $\delta_{нз} = 0,05$ м; $\lambda_{нз}$ - теплопроводность изоляции барабана, Вт/(м.К). Для воздушной изоляции $\lambda_{нз} = 0,098$ Вт/(м.К) Значения α_1 и α_2 вычисляются по формуле: $\alpha = 4,4 + 3,0 \rho_r U_r,$ где ρ_r - плотность газа у внутренней (при расчете α_1) или наружной (при расчете α_2) поверхности стенок сушилки, кг/м³; U_r - скорость газа у внутренней (при расчете α_1) или наружной (при расчете α_2) поверхности стенок сушилки, м/с	

$$q_{гс} = \frac{\kappa F \delta_{нз} \Delta t_{нар}}{W} \leq q_{гс}$$

Продолжение табл.3

Наименование величины	Обозначение величины и расчетная формула	Числовое значение
107. Угол наклона барабана, град.	$\alpha = 2 + 4$	
108. Время прохожде- ния материала через лопаст- ную насадку, с, при взаим- ном движении материала и газа: прямоточном	$\tau_1 = \frac{13,8 (l_1 + l_2)}{\omega^{0,65} D_{\text{вн}} (3,8 \operatorname{tg} \alpha + \frac{1,9 \rho_{\text{м.ср}}}{\delta_{\text{н.ср}} \rho_{\text{н}} g} v_{\text{ср}}^{1,7})},$ где l_1 и l_2 — длина соответственно прием- но-винтовой и лопаст- ной насадки, м. Значения l_1 и l_2 при- нимаются по ОСТ 26.260.451 с учетом п.2.10 насто- ящего стандарта; g — см.поз.71	
противоточном	$\tau_1 = \frac{13,8 (l_1 + l_2)}{\omega^{0,65} D_{\text{вн}} (3,8 \operatorname{tg} \alpha - \frac{1,9 \rho_{\text{м.ср}}}{\delta_{\text{н.ср}} \rho_{\text{н}} g} v_{\text{ср}}^{1,7})}$	
109. То же, через секторную насадку, с, при взаимном движении материала и газа: прямоточном	$\tau_2 = \frac{12,35 l_2}{\omega^{0,7} D_{\text{вн}} (1,95 \operatorname{tg} \alpha + \frac{0,33 \rho_{\text{м.ср}}}{\delta_{\text{н.ср}} \rho_{\text{н}} g} v_{\text{ср}}^{1,6})},$	

Продолжение табл.3

Наименование величины	Обозначение величины и расчетная формула	Числовое значение
ПРОТИВОВОТЧНОМ IIО. Внутренний объем барабана, м³ III. Масса материала находящегося в сушилке, кг II2. Средний коэффициент заполнения барабана	где l_3 - длина секторной насадки, м. Значение l_3 принимается по ОСТ 26.264.437 с учетом п.2.10 настоящего стандарта; q - см. п.3.71 $\tau_2 = \frac{12,35 \tau_1}{\omega D_{\text{вн}} (1,55 \tan \alpha - \frac{0,33 \rho_{\text{м}} \tau}{\delta_{\text{м ср}} \rho_{\text{м}} q} U_{\text{ср}}^{1,5})}$ $V_{\text{вн}} = \frac{\pi D_{\text{вн}}^2 L}{4}$ $m = (\tau_1 + \tau_2) \left(\frac{\omega}{2} + G_2 \right)$ $\varphi' = \frac{m}{\rho_{\text{м}} V_{\text{вн}}} = (0,8 - 1,1) \varphi$ При $\varphi' < 0,8$ или $\varphi' > 1,1$ расчет повторяют, начиная с п.3.107, при измененном значении α	

Приложение I
Справочное

ТЕМПЕРАТУРНЫЕ РЕЖИМЫ СУШКИ

Наименование материала	Массовая доля воды в матери- але, %		Диаметр чре- сти ма те- рмала, δ, мм	Температура газа, °С	
	началь- ная w_1	конеч- ная w_2		началь- ная t_1	конеч- ная t_2
Аммоний сернокис- лый	3,5	0,4	4	85	40
Глина	14+22	5,0	1,5	600+700	80+100
Глина огнеупорная	9,0	0,7	1,5	800+1000	70+80
Ем свекловичный	84,0	12,0	-	7+50	90
Земля инфузорная	40,0	15,0	2,5	600	90
Зерно (пшеница)	16+18	12,0	1,5	250+350	60+70
Известняк	10+15	1,5	7,5	800+1000	80
Каолин	27,0	0,7	-	800+1000	70
Кок цинковый	35,0	3+5	2,0	700	90
Колчедан флота- ционный	10+12	0,5+2,3	-	450+550	70+90
Концентрат пире- товый	13+16	0+1,0	0,5	600+700	90
Концентрат флота- ционный	18,0	2,0	0,3	600+700	100+120
Концентрат цирко- новый	9+16	0+1,0	0,5	700	100
Концентраты суль- фитные	12,0	3,0	200	500+600	100
Лигнит	53+60	28+35	25	800+900	80+100
Мезга кукурузная	68,0	12,0	1,5	300	100
Мергель	8+15	0,5+1,5	10	1000	80+120
Опилки	40+50	15,0	1,5	350	-
Отдушина	65,0	30,0	7,5	350	70

Продолжение

Наименование материала	Массовая доля воды в матери- але, %		Диаме- тр час- тиц мате- риала, δ, мм	Температура газа, °C	
	началь- ная w ₁	конеч- ная w ₂		началь- ная t ₁	конеч- ная t ₂
Песок речной	4+8	0,05	0+1,75	900	90
Песок сахарный	3+14	0	-	100	40
Руда марганцевая	14,0	2,0	2+5	120	60
Руда железная	6,0	0,5	0+50	900	90
Руда фосфоритная	13+15	1,0+2,5	0+4	800	80
Селитра аммиачная	3+5	0,2+0,5	-	100+120	60
Селитра натриевая	4	0,1	0+1	200	60
Сланец	38	12,0	0+ 40	600+800	90
Соль анкириновая	6	1,0	-	200	85
Соль поваренная	4+10	0,2	-	250+500	70
Суперфосфат гра- нулированный	22	6,0	0+30	750	80
Суспензия уголь- ная	50	1,0	0+2	750+900	120
Уголь бурый	30+55	7,5+15	0+25	900	100
Уголь каменный	10+25	2+6	0+12	900	100
Уголь гранулиро- ванный противог- азовый	20	3	1,8	450	100+120
Уголь кизеловский (промпродукт)	14	3,5	0+12	750	90
Уголь подмосков- ный	30	10+15	0+10	850	90
Торф фрезерный	50	20	0+10	500	80
Шлак доменный	21	0,3	-	500+900	90

ПРИМЕР РАСЧЕТА БАРАБАНОНОЙ ГАЗОВОЙ СУШИЛКИ

1. Исходные данные в расчет сушки представлены в таблице.

Наименование величины	Обозначение величины и расчетная формула	Числовое значение
Исходные данные		
1. Материал	-	Бурый уголь
2. Кажущаяся плотность материала, кг/м^3	ρ_n	1400
3. Объемная (насыпная) масса материала, кг/м^3	ρ_n	650
4. Массовая доля воды в материале до сушки	w_1	0,52
5. То же, после сушки	w_2	0,44
6. Массовая производительность сушки по высушенному материалу, кг/с	G_2	16,65
7. Взаимное направление движения газа и материала в сушке	-	Прямоточное
8. Температура материала до сушки, $^{\circ}\text{C}$	θ_1	5
9. То же, после сушк.л., $^{\circ}\text{C}$	θ_2	60
10. Температура пыли на выходе из сушки, $^{\circ}\text{C}$	θ_n	65
11. Температура газа на входе в сушку, $^{\circ}\text{C}$	t_1	800

Продолжение

Наименование величины	Обозначение величины и расчетная формула	Числовое значение
12. То же, на выходе из сушилки, °C	t_c	110
13. Кассовая доля фракции материала с диаметром частиц, мм:		
до 125	x_1	0,025
60 + 90	x_2	0,005
35 + 60	x_3	0,010
20 + 35	x_4	0,080
10 + 20	x_5	0,110
5 + 10	x_6	0,150
2,5 + 5	x_7	0,240
1,5 + 2,5	x_8	0,086
0,75 + 1,5	x_9	0,045
0,375 + 0,75	x_{10}	0,081
0,175 + 0,375	x_{11}	0,071
0,050 + 0,175	x_{12}	0,040
до 0,050	x_{13}	0,057
14. Угол естественного откоса материала, град.	ψ	45
15. Температура наружного воздуха, °C	t_0	15

Продолжение

Наименование величины	Обозначение величины и расчетная формула	Числовое значение
16. Массовое отношение влаги в наружном воздухе, кг/кг	d_o	0,008
17. Энтальпия наружного воздуха на массу его сухой части, Дж/кг	i_o	35600
18. Массовая доля составляющего в жидком или твердом топливе:		
водород H.	x_H	0,0240
углерод C	x_C	0,2466
азот N	x_N	0,0021
кислород O	x_O	0,0975
сера S	x_S	0,0052
зола (A)	x_A	0,1846
вода (W)	x_W	0,4400
19. Отношение массы летучих к массе сухой части топлива	x_A	0,63
20. Температура топлива, °C	t_T	15
21. Отношение массы водяного пара, применяемого для распыливания топлива (при газообразном топливе - массовое отношение влаги в топливе), кг/кг	d_T	-

Продолжение

Наименование величины	Обозначение величины и расчетная формула	Числовое значение
22. Энтальпия водяного пара, применяемого для распыливания топлива (при газообразном топливе - удельная энтальпия водяного пара, содержащегося в топливе), Дж/кг		—
Расчетные данные		
23. Массовая доля влаги в пыли	w_n (п.2.1 ОСТ 26.260.45/)	$0,5 \cdot 0,44 = 0,22$
24. Массовая доля уносимого из сушилки материала	$x_{yn} = (3 \cdot 10) \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-2} = 0,03$
25. Массовая производительность сушилки по влаге, кг/с	$W = G_s \frac{w_1 - w_2 + x_{yn}(w_1 - w_n)}{1 - w_1}$	$16,65 \cdot \frac{0,52 - 0,44 + 0,03(0,52 - 0,22)}{1 - 0,52} = 3,08$
26. Относительный массовый выход водяного пара при сгорании топлива	α_n (по п.2.3 ОСТ 26.260.45/)	$(1 + \frac{1}{2} \cdot 16) \cdot 0,024 + 0,440 = 0,656$

Продолжение

Наименование величины	Обозначение величины и расчетная формула	Числовое значение
27. Масса сухого воздуха, необходимого для полного сго- рения топлива, отнесенного к 1 кг массы топлива, кг/кг	L_0 (по п.2.4 ОСТ 26.260.451)	$\frac{16.1.0,0240}{1.2.0,235} + \frac{16.2.0,2466}{12.1.0,235} +$ $+ \frac{16.2.0,0052}{32.1.0,235} - \frac{0,0975}{0,235} = 3,223$
28. Высшая теплота сго- рения топлива, Дж/кг	Q_h (по п.2.5 ОСТ 26.260.451)	$0,0240 \cdot 125,7 \cdot 10^6 + 0,2466 \cdot 33,0 \cdot 10^6 +$ $+ 0,0052 \cdot 10,89 \cdot 10^6 - 0,0975 \cdot 10,89 \cdot 10^6 = 10,37 \cdot 10^6$
29. Низшая теплота сго- рения топлива, Дж/кг	$Q_n = Q_h - x_n \cdot r$, где $r = 2,5 \cdot 10^3$ Дж/кг - теплота парообразова- ния	$10,37 \cdot 10^6 - 0,656 \cdot 2,5 \cdot 10^6 =$ $= 8,73 \cdot 10^6$
30. Теплоемкость зола твердого или жидкого топлива, Дж/(кг.К)	$c_3 = 711 + 0,5 t_1$	$711 + 0,5 \cdot 15 = 718$

Наименование величины	Обозначение величины и расчетная формула	Числовое значение
31. Теплоемкость орочей части топлива, Дл/(кг.К)	$C_r = 837 + 3,76 (0,13 + x_A) \cdot$ $\cdot (130 + t_r)$	$837 + 3,76(0,13 + 0,63) \cdot (130 + 15) =$ $= 1251$
32. Теплоемкость топлива, Дл/(кг.К)	$C_T = x_A C_A + (1 - x_H - x_A) C_r + x_H C_H$ Где: $C_H = 4187$ Дл/(кг.К) - теплоемкость воды	$0,1846 \cdot 718 + (1 - 0,44 - 0,1846) \cdot 1251 +$ $+ 0,44 \cdot 4187 = 2440$
33. Энтальпия водяного пара, находящегося в топоч- ном газе, Дл/кг	$h_n = 2,49 \cdot 10^6 + 1968 t$	$2,49 \cdot 10^6 + 1968 \cdot 800 = 4,07 \cdot 10^6$
34. Коэффициент полез- ного действия топки	η_T (по п.2.6 ОСТ 26.26.45/1)	0,94 (сжигание - слоевое)
35. Коэффициент избытка воздуха в газе на входе в сушилку	$\alpha_0 = \frac{\eta_T Q_A + C_T t_r}{h_0 (C_{ert} + d_0 i_n - i_0)}$ $- \frac{(1 - x_H - x_A) C_{ert}}{h_0 (C_{ert} + d_0 i_n - i_0)}$ $- \frac{x_H h_n - d_T (i_n - i_0)}{h_0 (C_{ert} + d_0 i_n - i_0)}$	$0,94 \cdot 10,37 \cdot 10^6 + 2440 \cdot 15$ $3,223(1050 \cdot 800 + 0,008 \cdot 0,7 \cdot 10^6 - 35600)$ $(1 - 0,656 - 0,1846) \cdot 1050 \cdot 800$ $3,223(1050 \cdot 800 + 0,008 \cdot 4,07 \cdot 10^6 - 35600)$ $0,656 \cdot 4,07 \cdot 10^6 - 0$ $3,223(1050 \cdot 800 + 0,008 \cdot 4,07 \cdot 10^6 - 35600)$ $= 2,43$

Продолжение

Наименование величины	Обозначение величины и расчетная формула	Числовое значение
36. Относительный массовый выход сухого газа при сгорании топлива, кг/кг 37. Массовая доля водяного пара в сухих газах, кг/кг (см. п. 2.2 ОСТ 26.260.45/) 38. Количество теплоты, необходимой для испарения 1 кг влаги из материала, Дж/кг	где $C_{сг}$ - теплоемкость сухого топочного газа, Дж/(кг.К). Допускается принимать $C_{сг}$, как теплоемкость воздуха (по справочным данным) $C_{сг} = 1 + \alpha, \quad \alpha_0 - \alpha_n - \alpha_A$ $d_v = \frac{\alpha_0 L_0 d_0 + \alpha_n}{t_{сг}}$ $q_v = i_n - c_w \vartheta$, где i_n - см. поз. 33, c_w - см. поз. 32; ϑ - начальная температура материала, °C	$1 + 2,43 \cdot 3,223 - 0,656 - 0,1846 = 7,99$ $\frac{2,43 \cdot 3,223 \cdot 0,008 + 0,656}{7,99} = 0,090$ $4,07 \cdot 10^6 - 4187,5 = 4,05 \cdot 10^6$

Наименование величины	Обозначение величины и расчетная формула	Числовое значение
39. Теплоемкость абсолютного сухого материала, Дж/(кг.К)	c_s (по п.2.7 ОСТ 26,260,451)	1275
40. Теплоемкость высушенного материала, Дж/(кг.К)	$c_m = (1 - w_k) c_s + w_k c_w$, где c_w - см. п.3.32	$(1 - 0,44) \cdot 1275 + 0,44 \cdot 4187 = 2560$
41. Количество теплоты, необходимой для нагревания материала, отнесенное к 1 кг массы испарения влаги, Дж/кг	$q_m = \frac{G_m c_m (t_k - t_n) + q_{km} (t_k - t_n)}{W}$	$\frac{16,65 \cdot 2560 (60 - 5)}{3,08} + \frac{16,65 \cdot 2560 \cdot 0,3 (65 - 5)}{3,08} = 0,77 \cdot 10^6$
42. Количество теплоты, теряемой в окружающую среду, отнесенное к 1 кг испаренной влаги, Дж/кг	$q_c = (86 + 170) \cdot 10^3$	85000
43. Теплоемкость влажного газа при начальных параметрах газа, Дж/(кг.К)	$c'_{\text{влаг}} = c'_{\text{сг}} + d \cdot c'_{\text{в}}$, где $c'_{\text{сг}}$ и $c'_{\text{в}}$ - теплоемкость соответственно сухого газа и водяного пара при температуре на входе в сушиль-	$1075 + 0,090 \cdot 2080 = 1260$

Наименование величины	Обозначение величины и расчетная формула	Числовое значение
44. То же, на выходе из сушилки, Дж/(кг.К)	ку, Дж/(кг.К). Рекомендуется принимать значение $C'_{сг}$ как для сухого воздуха $C'_{сг,г} = C'_{сг} + d \cdot C'_n,$ где $C'_{сг}$ и C'_n - теплоемкость соответственно сухого газа и водяного пара при температуре на выходе из сушилки, Дж/(кг.К). Рекомендуется принимать значение $C'_{сг}$ как для сухого воздуха	$1050 + 0,090 \cdot 1880 = 1220$
45. Относительный массовый расход сухого газа на испарение 1 кг массы влаги, кг/кг	$q_{сг} = \frac{q_a + q_m + q_c}{C_{сг} t_1 - C'_{сг,г} t_2}$	$\frac{4,05 \cdot 10^6 + 0,79 \cdot 10^6 + 85000}{1260,860 - 1220,110} = 5,64.$

Наименование величины	Обозначение величины и расчетная формула	Числовое значение
46. Приращение относительного массового расхода сухого газа за счет неорганизованных приточных воздушных масс в сушилку, кг/кг	$\epsilon_{gr} = 0,2 q_{gr}$	$0,2 \cdot 5,64 = 1,13$
47. Количество теплоты, теряемой с отработавшим газом, отнесенное к 1 кг испаренной влаги, Дж/кг	$q_r = q_{gr} [C_{gr}^* t_{gr} - (C_{gr})_0 t_0] +$ $+ t_{gr} [C_{gr}^* t_{gr} - (C_{gr})_0 t_0],$ где $(C_{gr})_0$ и $(C_{gr})_0$ - удельная теплоемкость соответственно влажного и сухого воздуха при температуре t_0 (по справочным данным), Дж/(кг.К)	$5,64(1220,110 - 1020,15) +$ $+ 1,13 \cdot (1050,110 - 1005,15) =$ $= 0,785 \cdot 10^6$
48. Расход теплоты на испарение 1 кг массы влаги с учетом всех тепловых потерь, Дж/кг	$q = \frac{q_0 + q_{gr} + q_r + q_c}{2 \tau}$	$\frac{4,05 \cdot 10^6 + 0,79 \cdot 10^6 + 0,782 \cdot 10^6}{0,94} +$ $+ \frac{0,085 \cdot 10^6}{0,94} = 6,07 \cdot 10^6$

Наименование величины	Обозначение величины и расчетная формула	Числовое значение
49. Массовый расход топлива в топке сушилки, кг/с	$B_T = \frac{q_w W}{Q_n}$	$\frac{6,07 \cdot 10^6 \cdot 3,08}{8,73 \cdot 10^6} = 2,14$
50. То же (проверочный расчет), кг/с	$B_T' = \frac{q_{cr} W}{I_{cr}}$	$\frac{5,64 \cdot 3,08}{7,99} = 2,17 \approx 2,14$
51. Массовое отношение влаги в газе на выходе из сушилки, кг/кг	$d_z = \frac{1}{q_{cr} + l_{np}} \cdot d_1$	$\frac{1}{5,64 + 1,13} + 0,090 = 0,238$
52. Среднее массовое отношение влаги в газе в сушилке, кг/кг	$d_{cp} = \frac{d_1 + d_z}{2}$	$\frac{0,090 + 0,238}{2} = 0,164$
53. Средняя разность температур между газом и материалом в сушилке, °С, при прямоточном движении газа и материала	$\Delta t_{cp} = \frac{(t_1 - d_1) - (t_2 - d_z)}{2,3 \lg \frac{t_1 - d_1}{t_2 - d_z}}$	$\frac{(800-5) - (110-60)}{2,3 \lg \frac{800-5}{110-60}} = 270$
54. Средняя температура газа в сушилке, °С	$t_{cp} = \frac{d_1 + d_z}{2} + \Delta t_{cp}$	$\frac{5 + 60}{2} + 270 = 303$

Наименование величины	Обозначение величины и расчетная формула	Числовое значение
55. Коэффициент, учитывающий изменение газовой постоянной	A (по п.2.8 ОСТ 26.260.45/)	0,972
56. Объем смеси газов и водяного пара на массу сухих газов, $\text{м}^3/\text{кг}$	$V_{0\text{cp}} = 4,64 \cdot 10^{-6} (273 + t_{\text{cp}}) \cdot$ $\cdot (A \cdot 622 + t_{\text{cp}} \cdot 10^3)$ (по п.2.8 ОСТ 26.260.45/)	$4,64 \cdot 10^{-6} (273 + 303) (0,972 \cdot 622 +$ $+ 0,164 \cdot 10^3) = 2,06$
57. Средняя плотность влажного газа, $\text{кг}/\text{м}^3$	$\rho_{\text{вл ср}} = \frac{10 \cdot d_{\text{ср}}}{V_{0\text{ср}}}$	$\frac{10 + 0,192}{2,13} = 0,56$
58. Объем газов, проходящих через суженку, $\text{м}^3/\text{с}$	$V_{\text{г ср}} = (q_{\text{г ср}} - l_{\text{пр}}) V_{0\text{ср}} W$	$(5,64 + 1,13) \cdot 2,06 \cdot 3,08 = 43,0$
59. Средний диаметр частиц (усредненный по массе) материала, м	$\delta_{\text{м ср}} = \sum_{i=1}^n \delta_i x_i$ где δ_i и x_i - соответственно максимальный диаметр и массовая доля частиц i -й фракции (δ_i в м)	$10^{-3} (125 \cdot 0,025 + 90 \cdot 0,005) +$ $+ 10^{-3} (60 \cdot 0,010 + 35 \cdot 0,080 +$ $+ 20 \cdot 0,110) + 10^{-3} (10 \cdot 0,150 +$ $+ 5 \cdot 0,240 + 2,5 \cdot 0,086) +$ $+ 10^{-3} (1,5 \cdot 0,045 + 0,75 \cdot 0,081 +$ $+ 0,375 \cdot 0,071) + 10^{-3} (0,175 \cdot 0,040 +$ $+ 0,050 \cdot 0,057) = 12,25 \cdot 10^{-3}$

Наименование величины	Обозначение величины и расчетная формула	Числовое значение
60. Максимально допускаемая скорость газа на выходе из сушилки, м/с	v_g' (по п.2.9 ОСТ 26.266.45/1)	7,0
61. Объемный расход сухого газа на выходе из сушилки, м ³ /с	$V_g' = (q_{gr} + t_{gr}) v_g' w$ Здесь v_g' подсчитывается при параметрах газа на выходе из сушилки (по п.2.8 ОСТ 26.266.45/1)	$(5,64 + 1,13) \cdot 1,50 \cdot 3,08 = 31,3$ $v_g' = 4,64 \cdot 10^{-6} (273 + 110) \cdot$ $\times (0,972 \cdot 622 + 0,238 \cdot 10^3) = 1,50$
62. Тип насадки на выходе материала из сушилки	- (по ОСТ 26.266.43/1)	Секторная
63. Угловая скорость барабана, рад/с	ω	0,628
64. Коэффициент заполнения барабана материалом	ψ (по п.2.11 ОСТ 26.266.45/1)	0,25
65. Необходимая площадь поперечного сечения барабана, м ²	$F_g' = \frac{V_g'}{(1-\psi) v_g'}$	$\frac{31,3}{(1-0,25) \cdot 7,0} = 6,0$

Наименование величины	Обозначение величины и расчетная формула	Числовое значение
66. Необходимый внутренний диаметр барабана, м	$D_{вн} = \sqrt{\frac{4 F_2^2}{\pi}}$	$\sqrt{\frac{4,6}{3,14}} = 2,76$
67. Принятый внутренний диаметр барабана, м	$D_{вн} \approx D'_{вн}$ (по ГОСТ 26.260.437)	$2,768 \approx 2,76$
68. Наружный диаметр барабана, м	$D_{н}$ (по ГОСТ 26.260.437)	2,8
69. Общее число лопастей основной насадки	Z (по ГОСТ 26.260.437)	24
70. Средняя высота падения частиц материала с лопастей, м	$h_{ср}$ (по п.2.II ГОСТ 26.260.437)	0,439
71. Средняя скорость падения частиц с лопастей, м/с	$V_{ср} = \sqrt{\frac{g h_{ср}}{2}}$, где g — ускорение свободного падения в пункте расположения сушилки, м/с ²	$\sqrt{\frac{9,81 \cdot 0,439}{2}} = 1,47$

Наименование величины	Обозначение величины и расчетная формула	Числовое значение
72. Средняя скорость газа вдоль оси барабана, м/с	$V_{ср г} = \frac{4 V_{г ср}}{(1 - \varphi) \pi D_{вн}^2}$	$\frac{4,43,0}{(1-0,25) \cdot 3,14 \cdot 2,768^2} = 9,56$
73. Средняя скорость дви- жения газа относительно пада- ющих частиц материала, м/с	$V_{г} = \sqrt{V_{ср г}^2 + V_{н ср}^2}$	$\sqrt{9,56^2 + 1,47^2} = 9,7$
74. Среднее время паде- ния частиц материала, с	$\tau_n = \sqrt{\frac{2h_{ср}}{g}},$ где g - см. поз. 71	$\sqrt{\frac{2 \cdot 0,439}{9,81}} = 0,3$
75. Величина, обратная среднему диаметру частиц (усредненному по площади по- верхности), м ⁻¹	$\sum_{i=1}^n \frac{x_i}{\delta_i},$ где x_i и δ_i - см. поз. 59	$\begin{aligned} & \frac{0,025}{0,125} + \frac{0,005}{0,090} + \frac{0,010}{0,060} + \frac{0,080}{0,035} + \\ & + \frac{0,110}{0,020} + \frac{0,150}{0,010} + \frac{0,240}{0,005} + \frac{0,086}{0,0025} + \\ & + \frac{0,045}{0,0015} + \frac{0,081}{0,00075} + \frac{0,071}{0,00075} + \\ & + \frac{0,040}{0,000175} + \frac{0,057}{0,00005} = 1802 \end{aligned}$

Наименование величины	Обозначение величины и расчетная формула	Числовое значение
76. Средний диаметр частиц (усредненный по площади их поверхности), м	$\delta_{\text{ср}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{x_i}{\delta_i}}$	$\frac{1}{1802} = 0,000555$
77. Площадь поперечного сечения материала на одной лопасти при ее выходе из "завала", м ²	$F_{\text{пл}} \quad (\text{по п.2.II})$ ОСТ 26.260.451)	0,0532
78. Угол поворота барабана с момента выхода лопасти из "завала" до момента полного высыпания материала с лопасти, град.	$\beta \quad (\text{по п.2.II})$ ОСТ 26.260.451)	$\frac{2\pi}{3} = 2,1$
79. Площадь поверхности частиц материала, отнесенная к 1 м длины барабана сушилки, м	$F_t = \frac{\delta \rho_n \tau_n \omega F_{\text{пл}}}{\beta \delta_{\text{ср}} \rho_n}$	$\frac{6,650 \cdot 0,3 \cdot 0,628 \cdot 0,0532}{2,1 \cdot 0,000555 \cdot 1400} = 24,0$

Наименование величины	Обозначение величины и расчетная формула	Числовое значение
80. Суммарная длина отрезков в поперечном сечении барабана, соответствующих поверхности соприкосновения газа с материалом, падающим на лопасти и в "завале", м	s_n (по п.2.II ГОСТ 26.264451)	7,78
81. Средняя высота скатывания частиц с лопастей, м	$h = \frac{s_n}{2} \sin \psi$	$\frac{7,78}{24} \cdot 0,707 = 0,229$
82. Скорость скатывания частиц в конце лопасти, м/с	$v_{ск} = \sqrt{2gh \left(1 - \frac{\xi}{\tan \psi}\right)}$ где g — см. п.03.71; ξ — коэффициент трения скольжения материала (принимается по справочным данным)	$\sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,229 \left(1 - \frac{0,25}{1}\right)} = 1,84$
83. Начальная ширина струи материала, падающего с лопасти, м	$B_{стр} = \frac{\omega F_{пл}}{\beta v_{ск}}$	$\frac{0,628 \cdot 0,0532}{2 \cdot 1 \cdot 1,84} = 0,00865$
84. Средняя площадь сечения струи материала, падающего с лопасти, в поперечном сечении барабана, м ²	$F_{стр} = h_{сп} B_{стр} + h_{сп}^2 \tan^2 [3,75 + 0,316 (\rho_{пл,сп} v_{ск})^2]$	$0,439 \cdot 0,00865 + 0,439^2 \cdot \tan^2 [3,75 + 0,316 (0,56 \cdot 9,56)^2] = 0,048$

Наименование величины	Обозначение величины и расчетная формула	Числовое значение
85. Объемная (по внутреннему объему барабана) площадь поверхности частиц материала, падающих с лопастей, м^{-1}	$F_v = \frac{2 \beta z F_L}{\pi z D_{\text{вн}}^2}$	$\frac{2,2,1,24,24,0}{3,14^2 \cdot 2,768^2} = 32,2$
86. Коэффициент теплоотдачи от газа к поверхности падающих частиц материала, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$	$\alpha' = 0,62 \frac{\lambda}{\sqrt{g_s}} \left(\frac{v_r}{\delta_{\text{тер}}} \right)^{0,5},$ где λ и ν — соответственно теплопроводность, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ и кинематическая вязкость, $\text{м}^2/\text{с}$, газа при средних значениях параметров. Допускается принимать значения λ и ν как для воздуха (по справочным данным)	$0,62 \cdot \frac{0,0462}{(48,7 \cdot 10^{-6})^{0,5}} \times$ $\times \left(\frac{9,7}{0,000555} \right)^{0,5} = 541$
87. Объемный (по внутреннему объему барабана) коэффициент теплоотдачи от газа к падающим частицам материала, $\text{Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{К})$	$\alpha_v = 5,1 \left(\frac{F_L}{F_{\text{сгр}}} \right)^{-0,8} \alpha'$	$5,1 \cdot \left(\frac{24,0}{0,048} \right)^{-0,8} \cdot 541,32,2 = 616$

Продолжение

Наименование величины	Обозначение величины и расчетная формула	Числовое значение
88. Средняя длина скаты- вания части материала о ло- пастей, м	$l_{сх} = \frac{2 S_{\pi}}{\pi}$	$\frac{2.7,78}{24} = 0,648$
89. Число Рейнольдса	$Re = \frac{l_{сх} U_{\tau}}{\nu}$, где ν - см. поз. 86	$\frac{0,648 \cdot 9,7}{48,7 \cdot 10^{-6}} = 129068$
90. Коэффициент теплоот- дачи от газа к поверхности материала на лопастях и в "завале", Вт/(м ² ·К)	$\alpha' = \frac{0,347 (Re)^{0,66} \lambda}{l_{сх}}$, где λ - см. поз. 86	$\frac{0,347 \cdot 129068^{0,66} \cdot 0,0462}{0,648} = 58,4$
91. Объемная (по внутрен- нему объему барабана) площадь поверхности материала на ло- пастях и в "завале", омывае- мая газом, м ⁻¹	$F_v' = \frac{4 S_{\pi}}{\pi D_{вн}^2}$	$\frac{4 \cdot 7,78}{\pi \cdot 2,768^2} = 1,3$

Наименование величины	Обозначение величины и расчетная формула	Числовое значение
92. Объемный (по внутреннему объему барабана) коэффициент теплоотдачи от газа к материалу из лопастях и в "звезде", Вт/(м ³ .К)	$\alpha_v = \alpha^* F_v^*$	58,4.1,3 = 75,9
93. Суммарная длина отрезков в поперечном сечении барабана, соответствующих "оголенной" поверхности (не занятой материалом) внутренних устройств, м	$s_{ог}$ (по п.2.II ОСТ 26.260.45.1)	22,5
94. Объемная (по внутреннему объему барабана) площадь "оголенной" поверхности, м ⁻¹	$F_v^* = \frac{4 s_{ог}}{\pi D_{вн}^2}$	$\frac{4.22,5}{\pi \cdot 2,768^2} = 3,76$
95. Коэффициент теплоотдачи от газа к "оголенной" поверхности внутренних устройств, Вт/(м ² .К)	$\alpha^* = 5,1 + 3,5 \rho_{газ} \sqrt{v_{ср.г}}$	5,1+3,5.0,56.9,56 = 23,8

Продолжение

Наименование величины	Обозначение величины и расчетная формула	Числовое значение
96. Объемный (по внутреннему объему барабана) коэффициент теплоотдачи от газа к "оголенным" поверхностям внутренних устройств, Вт/(м ³ .К)	$\alpha_v'' = \frac{\alpha \cdot F_v'' (t_{cp} \frac{v_1 + v_2}{2})}{\Delta t_{cp}}$	$\frac{23,8 \cdot 3,76 \cdot (306 - \frac{5+60}{2})}{270} = 90,8$
97. Полный объемный (по внутреннему объему барабана) коэффициент теплоотдачи от газа к материалу, Вт/(м ³ .К)	$\alpha_v = \alpha_v' + \alpha_v'' + \alpha_v'''$	$616,0 + 75,9 + 90,8 = 783$
98. Тепловая мощность сушки, расходуемая на нагревание материала и испаренно, Вт	$Q = W (q_v + q_m)$	$3,08(4,05 \cdot 10^6 + 0,79 \cdot 10^6) = 14,9 \cdot 10^6$
99. Необходимый внутренний объем барабана, м ³	$V_v' = 1,2 \frac{Q}{\alpha_v \Delta t_{cp}}$	$1,2 \frac{14,9 \cdot 10^6}{783 \cdot 270} = 84,6$
100. Необходимая длина корпуса, м	$L_v' = \frac{4 V_v'}{\pi D_{вн}^2}$	$\frac{4 \cdot 84,6}{\pi \cdot 2,768^2} = 14,4$

Продолжение

Наименование величины	Обозначение величины и расчетная формула	Числовое значение
101. Принятая длина корпуса, м	L (по ГОСТ 26-2260437)	16
102. Принятый корпус сушилки	-	Корпус сушилки 2,8-16-7 ГОСТ 26.2260437
103. Площадь наружной поверхности барабана, m^2	$F_{\Sigma} = \pi (D_n + 2\delta_n) (L - l_{\text{загр}} - l_{\text{выгр}})$ где $l_{\text{загр}}$ и $l_{\text{выгр}}$ — длины соответственно загрузочной и выгрузочной частей, м	$\pi \cdot (2,8 + 2 \cdot 0,05) (16 - 0,5 - 0,3) = 134$
104. Средняя разность температур между веществом (газ и материал) внутри барабана и окружающей средой, $^{\circ}C$	$\Delta t_{\text{ср}} = \frac{\alpha' \frac{t_1 + t_2}{2} + \alpha'' \frac{t_3 + t_4}{2}}{\alpha' + \alpha''} - t_0$	$23,8 \cdot \frac{800 + 110}{2} + 58,4 \cdot \frac{5 + 60}{2}$ $23,8 + 58,4 - 15 = 140,0$

Наименование величины	Обозначение величины и расчетная формула	Числовое значение
105. Коэффициент теплопередачи через корпус сушилки, Вт/(м ² .К)	$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \sum \frac{\delta_{n3}}{\lambda_{n3}}}$ $\alpha_1 = 4,4 + 3,0 \rho_{в.ср} \cdot U_{ср.г}$ $\alpha_2 = 4,4 + 3,0 \rho_{г.2} \cdot U_{г.2}$	$\frac{I}{\frac{I}{20,5} + \frac{I}{13,0} + \frac{0,05}{0,098}} = I,57$ $4,4 + 3,0 \cdot 0,56956 = 20,5$ $4,4 + 3,0 \cdot 0,798359 = 13,0$
106. Частное от деления количества теплоты, теряемой в окружающую среду, на массу испаренной влаги, Дж/кг (проверочный расчет)	$q'_{с} = \frac{K F_{сн} \Delta t_{окр}}{W} \leq q_c$	$\frac{1,57 \cdot 134 \cdot 137,7}{3,08} = 9888 < 85000$
107. Угол наклона барабана, град.	$\alpha = 2 + 4$	2°40'
108. Время прохождения материала через лопастную послед-ку, с, при прямоточном движении материала и газа	$\tau_1 = \frac{13,8 (l_1 + l_2)}{\omega^{0,65} D_{ок} (3,8 t_{г2} + \frac{1,9 \rho_{в.ср} U_{ср.г}}{\delta_{н.ср} \rho_{г2}})}$	$\frac{13,8 \cdot (1,5 + 2,0)}{0,628^{0,65} \cdot 2,768 (3,8 \cdot 0,0466 + \frac{1,9 \cdot 0,56956 \cdot 1,7}{0,01225 \cdot 1400 \cdot 0,981})} = 63$

Наименование величины	Обозначение величины и расчетная формула	Числовое значение
109. То же, через секторную насадку, с, при движении : прямоточном	где l_1 и l_2 - длина соответственно прямо-винтовой и лопастной насадок, м. Значения l_1 и l_2 принимаются по ОСТ 26.260.437 с учетом п.2.10 ОСТ 26.260.451 q - см. п.03.71 $\tau_1 = \frac{12,35 l_2}{\omega^2 D_{\text{вн}} (1,95 \lg 2 + \frac{0,33 \rho_{\text{вн}}}{\delta_{\text{вн}} \rho_{\text{ж}}} \sqrt{f_{\text{тр}}^{1,6}})}$ где l_2 - длина секторной насадки, м. Значение l_2 принимается по ОСТ 26.260.437 с учетом п.2.10 ОСТ 26.260.451	$\frac{12,35 \cdot 12,5}{0,628^{0,7} \cdot 2,768 (1,95 \cdot 0,0466 + \frac{0,33 \cdot 0,56 \cdot 9,56^{1,6}}{0,01225 \cdot 1400 \cdot 9,81})} = 898$

Наименование величины	Обозначение величины и расчетная формула	Числовое значение
II0. Внутренний объем барабана, м ³	q - см. поз. 71 $V_{г.в.} = \frac{\pi D_{в.в.}^2 L}{4}$	$\frac{\pi \cdot 2,768^2 \cdot 16}{4} = 96$
III. Масса материала, находящегося в сушилке, кг	$m = (G_1 + G_2) \left(\frac{W}{Z} + G_L \right)$	$(63+898) \cdot \left(\frac{3,08}{2} + 16,65 \right) = 16390$
III2. Средний коэффициент заполнения барабана	$\psi' = \frac{m}{\rho_n V_{г.в.}} =$ $= (0,8+1,1) \cdot \psi$ При $\psi' < 0,8 \psi$ или $\psi' > 1,1 \psi$ расчет повторяют, начиная с поз. I07, при измененном значении z	$\frac{16390}{650 \cdot 96} = 0,26$

2. Результаты расчета

Должен быть принят корпус сушилки 2,8-IC-7 ГОСТ 26260-487.

Угловая скорость барабана 0,628 рад/с (6 об/мин). Угол наклона барабана 2°40'

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. УТВЕРЖДЕН Департаментом химического машиностроения
29.07.92
2. ИСПОЛНИТЕЛИ
В.В.Иванов (руководитель темы); Г.В.Беднягин, канд.
техн. наук; В.И.Мазяр
3. ЗАРЕГИСТРИРОВАН НИИ химмашем
зв 26.260.457 ст 30.07.92
4. СВЕДЕНИЯ О СРОКАХ И ПЕРИОДИЧНОСТИ ПРОВЕРКИ СТАНДАРТА:
Срок первой проверки- 1995 г.,
периодичность проверки- 5 лет
5. ВЗАМЕН ОСТ 26-01-450-85
6. ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

Обозначение НТД, на которые дана ссылка	Номер пункта, подпункта, перечисления, приложения
ОСТ 26.260.437 -92	2.11; 2.12 табл. 3; приложение 2

