

**ТАШКЕНТСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ
ИНСТИТУТ**

Кафедра «Строительно-дорожные машины»

Реферат

Асфальтобетонные заводы

Выполнил: ассистент Сармонов А.Х.

Ташкент, 2011

Асфальтобетонные заводы

Асфальтобетонные заводы являются основными производственными предприятиями дорожного хозяйства и предназначены для приготовления различных асфальтобетонных смесей для строительства, реконструкции и ремонта слоев асфальтобетонного покрытия.

Однако перечень выполняемых на АБЗ технологических операций, а следовательно и номенклатура технологического оборудования АБЗ, значительно шире просто комплекса операций по приготовлению смесей и перечня необходимого для приготовления их оборудования.

Перечень технологических и обеспечивающих операций включает:

- технологические операции по приготовлению смесей, включая предварительное дозирование минеральных материалов, нагрев и сушку минеральных материалов, сортировку и кратковременное хранение нагретых каменных материалов, точное дозирование минеральных материалов, битума или другого специального вяжущего, минерального порошка и добавок, смешение составляющих в мешалке и выгрузка из мешалки готовой асфальтобетонной смеси;

- технологические операции по приему, хранению и подаче в бункеры по фракциям каменных материалов, а при необходимости получение на АБЗ необходимых по крупности фракций щебня и песка путем дробления и сортировки более крупных фракций щебня;

- технологические операции по приему, хранению, нагреву и подаче в дозаторы битума;

- технологические операции по приему, хранению и подаче в дозатор минерального порошка (заполнителя);

- технологические операции по приему, хранению, нагреву и подаче в дозатор поверхностно-активных веществ (ПАВ);

- технологические операции по складированию, кратковременному хранению и отгрузке готовой асфальтобетонной смеси.

Для выполнения всего комплекса технологических операций в состав АБЗ входит следующее технологическое оборудование:

- асфальтосмесительные установки, приемные устройства для каменных материалов, площадки для их хранения и машины для их подачи в бункеры асфальтосмесительных установок;

- приемные устройства для битума, хранилища (емкости) для битума, битумонагревательное оборудование, битумные насосы;

- приемные устройства и площадки для бочек с ПАВ или емкости для ПАВ, нагреватели для ПАВ и насосы для их подачи к смесителю;

- приемные устройства и емкости для хранения минерального порошка и насосы для подачи его к смесителю;

- загрузочное устройство (скип или элеватор) готовой смеси, бункеры-накопители готовой смеси;

- дробильно-сортировочное оборудование для получения требуемых фракций щебня и песка.

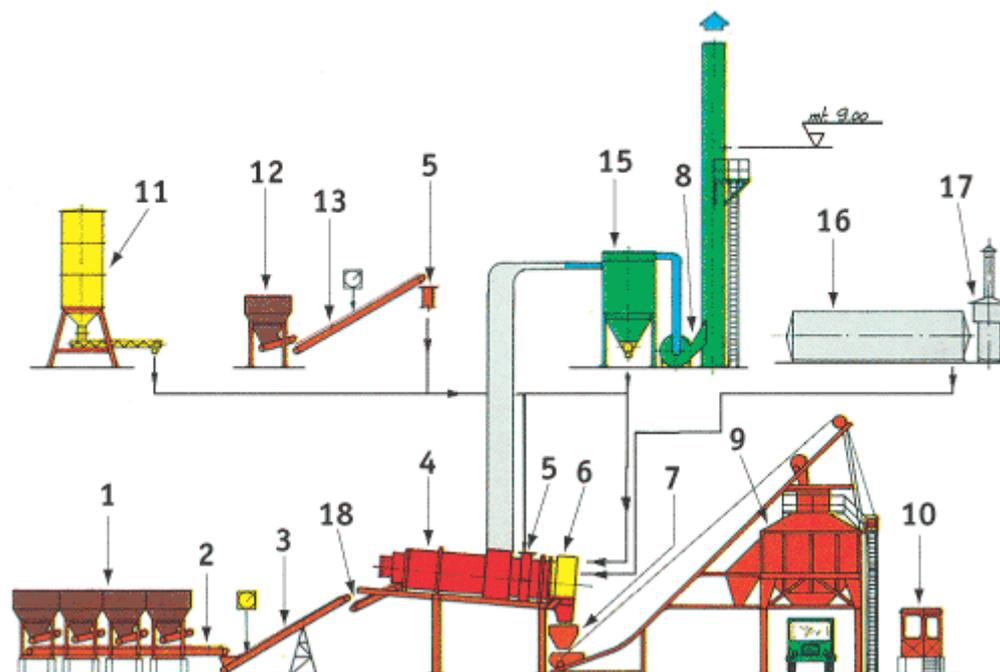


Схема асфальтосмесительной установки непрерывного действия

- | | |
|--|------------------------------------|
| 1. Бункеры - дозатор | 9. Накопительный бункер |
| 2. Сборный конвейер | 10. Кабина управления |
| 3. Конвейер с контролем влажности | 11. Силос мин порошка |
| 4. Сушильно-смесительный барабан | 12. Бункер старого асфальтобетона |
| 5. Дозатор и подача старого асфальтобетона | 13. Конвейер с контролем влажности |
| 6. Смесительная зона | 15. Пылеуловитель и силос пыли |
| 7. Бункер ожидания скипа | 16. Битумный бак-цистерна |
| 8. Пылесос-вентилятор | 17. Нагреватель масла |
| | 18. Конвейер сушильного барабана |

Помимо основного технологического оборудования в состав АБЗ могут входить:

- оборудование для приготовления и хранения битумных эмульсий;
- хранилища топлива (газа, дизтоплива или мазута);
- постройки административно-бытового назначения;
- объекты электроэнергетического обеспечения;
- котельные;
- компрессорные станции;
- водопроводное хозяйство;
- сети электро-, тепло- и водоснабжения;
- лаборатория;
- ремонтная мастерская;
- материально-технический склад.

Исходные данные

Произвести теплотехнический расчет барабана для сушки минеральных порошков производительностью 100 т/ч по высушенной. Начальной влажности $\omega_1 = 5\%$ до конечной $\omega_2 = 2\%$. Сушка производится дымовыми газами, разбавленными атмосферным воздухом в смесительной камере перед входом их в барабан. Сжигаемое топливо – газ. Сжигание газ производится с помощью универсальной горелки. Начальная температура $t_H = 15^\circ\text{C}$, конечная – $t_K = 80^\circ\text{C}$. Параметры теплоносителя: $t_H^{\text{газ}} = 700^\circ\text{C}$, $t_K^{\text{газ}} = 100^\circ\text{C}$. Параметры воздуха до входа в топку: $\phi_0 = 70\%$, $t_0 = 20^\circ\text{C}$, $d_0 = 10$ г/кг сух воздуха. Размер кусков глины 40-50 мм. Угол наклона барабана $\alpha = 4^\circ$.

Теплотехнический расчет

1. Определение конструктивных размеров барабана

Количество влажного материала, поступающего на сушку:

$$y_1 = y_2 + W \text{ кг/ч} \quad (1.1)$$

где y_2 – производительность барабана, кг/ч ;

W – количество испаренной влаги, кг/ч .

Количество испаренной влаги:

$$W = y_2 \frac{\omega_1 - \omega_2}{100 - \omega_1} \text{ кг/ч}, \quad (1.2)$$

$$W = 100000 \frac{5 - 2}{100 - 5} = 3158 \text{ кг/ч}$$

Тогда $y_1 = 100000 + 3158 = 103158 \text{ кг/ч}$

Количество влаги, содержащейся во влажном материале до сушки:

$$W_{\text{вл.н.}} = \frac{\omega_1 y_1}{100} \text{ кг/ч} \quad (1.3)$$

$$W_{\text{вл.н.}} = \frac{5 \cdot 103158}{100} = 5157 \text{ кг/ч}$$

Количество влаги, содержащейся в высушенном материале:

$$W_{\text{вл.к.}} = \frac{\omega_2 y_2}{100} \text{ кг/ч} \quad (1.4)$$

$$W_{\text{вл.н.}} = \frac{2 \cdot 100000}{100} = 2000 \text{ кг/ч}$$

Основным показателем, по которому можно определить размеры сушильного барабана, является объемное напряжение барабана по влаге, т.е. количество влаги, испаренной с 1 м³ пространства барабана в 1 час. Принимаем объемное напряжение во влаге $m_0 = 40 \text{ кг/м}^3 \cdot \text{ч}$, //

Тогда объем барабана составит:

$$V_{\text{БАР}} = \frac{W}{m_0} \text{ м}^3 \quad (1.5)$$

$$V_{\text{БАР}} = \frac{3158}{40} = 79 \text{ м}^3$$

Размеры сушильного барабана обычно выбирают по каталогам заводов-изготовителей, т.е. стандартные, исходя из требуемого объема барабана.

Отношение длины барабана к его диаметру обычно составляет: $L/D = 3.5 \div 9 //$.

Принимаем отношение длины барабана к его диаметру равным 5 и определяем его диаметр:

$$V_{\text{БАР}} = S \cdot L_{\text{БАР}} = \frac{\pi D^2}{4} \cdot L_{\text{БАР}} = \frac{3,14 \cdot D^2}{4} \cdot 5 \cdot D_{\text{БАР}} = 3,925 \cdot D^3 \quad (1.6)$$

$$D_{\text{БАР}} = \sqrt[3]{\frac{V_{\text{БАР}}}{3,925}} = \sqrt[3]{\frac{79}{3,925}} = 2,72 \text{ м}$$

Принимаем $D_{\text{БАР}} = 2,5 \text{ м}$.

Уточняем объем барабана:

$$V_{\text{БАР}} = 3,925 \cdot D_{\text{БАР}}^3 = 3,925 \cdot 2,5^3 = 61,33 \text{ м}^3$$

Определяем площадь сечения и длину барабана:

$$S = \frac{\pi D_{\text{БАР}}^2}{4} = 0,785 \cdot 2,5^2 = 4,9 \text{ м}^2$$

$$L_{\text{БАР}} = \frac{V_{\text{БАР}}}{S} = \frac{61,33}{4,9} = 12,51 \text{ м}$$

Принимаем длину корпуса барабана 12,5 м. Тогда отношение:

$$\frac{L_{\text{БАР}}}{D_{\text{БАР}}} = \frac{12,5}{2,5} = 5, \text{ что вполне допустимо.}$$

Проверим производительность барабана по высушенной глине и m_0 :

$$y_2 = W \frac{100 - \varpi_1}{\varpi_1 - \varpi_2} \text{ кг/ч}, \quad (1.7)$$

где $W = m_0 \cdot V_{БАР}$

$$\text{Тогда } y_2 = 40 \cdot 86 \frac{100-5}{5-2} = 108000 \text{ кг/ч}$$

(фактическая производительность по сухой глине)

Объемное напряжение по влаге составит:

$$108000 = m_0 \cdot 86 \frac{100-5}{5-2} \Rightarrow m_0 = \frac{102000 \cdot (5-2)}{86 \cdot (100-5)} = 40 \text{ кг/м}^3 \cdot \text{ч}$$

2. Расчет начальных параметров теплоносителя

Температура газов при входе в сушильный барабан $t_n^{газ} = 700^\circ \text{C}$

Для получения такой температуры дымовые газы, образующиеся при горении топлива, необходимо разбавить атмосферным воздухом в камере смешивания.

Составляем уравнение теплового баланса топки и камеры смешивания на 1кг сжигаемого топлива:

$$I_{\text{общ}} \cdot \eta + \frac{L_\alpha + \chi}{V_\alpha} \cdot I_\alpha = I_{\text{дым}} + \frac{\chi}{V_\alpha} \cdot I'_{\text{дым}}, \quad (2.1)$$

где I_α - энтальпия воздуха, поступающего для смешивания при температуре 20°C :

$$I_\alpha = c_d \cdot t_\alpha = 1,3 \cdot 20 = 26 \text{ кДж/м}^3$$

$I_{\text{дым}}$ - энтальпия дымовых газов при $t_n^{газ} = 700^\circ \text{C}$

$$I_{\text{дым}} = 1025 \text{ кДж/м}^3$$

$I'_{\text{дым}}$ - энтальпия воздуха при температуре смешивания 700°C

$$I'_{\text{дым}} = 963 \text{ кДж/м}^3$$

η - кпд топки /принимается $\eta = 0,9$ /

χ - количество воздуха, необходимое для разбавления дымовых газов.

Подставляя эти данные из расчёта горения топлива в уравнение, получим:

$$2985 \cdot 0,9 + (12,55 + \chi) \cdot \frac{26}{13,168} = 1025 + \frac{\chi}{13,168} \cdot 963$$

$$\chi = 23,7 \text{ (м}^3/\text{кг топлива)}$$

Общее количество воздуха, необходимое для горения 1 кг топлива и разбавления дымовых газов до заданной температуры, составит:

$$L''_{\alpha} = L'_{\alpha} + \chi = 12,55 + 23,7 = 36,25 \text{ (м}^3/\text{кг)}$$

Общий коэффициент избытка воздуха:

$$\alpha_{\text{общ}} = \frac{L''_{\alpha}}{L'_{\alpha}} = \frac{36,25}{10,46} = 3,47$$

Влагосодержание разбавленных дымовых газов определяем как отношение массы водяных паров к массе сухих продуктов горения:

$$d_n = \frac{804 \cdot V_{H_2O}}{1,977 \cdot V_{CO_2} + 1,251 \cdot V_{N_2} + 1,429 \cdot V_{O_2}}, \text{ г/кг сух.газ.} \quad (2.2)$$

где $V_{H_2O}, V_{N_2}, V_{O_2}$ – объёмы отдельных составляющих продуктов горения при $\alpha_{\text{общ}} = 3,47$.

Необходимо при новом значении $\alpha_{\text{общ}} = 3,47$ найти объём V_{H_2O} , который увеличивается за счёт дополнительного ввода водяных паров с атмосферным воздухом и V_{N_2}, V_{O_2} , зависящих от коэффициента избытка воздуха. Объём V_{CO_2} не зависит от $\alpha_{\text{общ}}$.

$$V_{CO_2} = 1,578 \text{ м}^3/\text{кг}$$

$$V_{H_2O} = 0,112 \cdot H^P + 0,0124 \cdot W^P + 0,0016 \cdot d \cdot \alpha_{\text{общ}} \cdot L_0 = 0,112 \cdot 10,3 + 0,0124 \cdot 3 + 0,0016 \times \\ \times 10 \cdot 3,47 \cdot 10,3 = 1,76 \text{ м}^3/\text{кг}$$

$$V_{N_2} = 0,79 \cdot \alpha_{\text{общ}} \cdot L_0 + 0,008 \cdot N^P = 0,79 \cdot 3,47 \cdot 10,3 + 0,008 \cdot 0,5 = 28,24 \text{ м}^3/\text{кг}$$

$$V_{O_2} = 0,21 \cdot (\alpha_{\text{общ}} - 1) \cdot L_0 = 0,21(3,47 - 1) \cdot 10,3 = 5,34 \text{ м}^3/\text{кг}$$

Тогда влагосодержание разбавленных газов находим, подставляя в формулу (2.2) значения $V_{H_2O}, V_{CO_2}, V_{N_2}, V_{O_2}$

$$d_n = \frac{804 \cdot 1,76}{1,977 \cdot 1,578 + 1,251 \cdot 28,24 + 1,429 \cdot 5,34} = 30,71 \text{ г/кг сух.газ.}$$

3. Теоретические основы процесса сушки

Сначала производим построение теоретического процесса сушки, т.е. считаем, что в процессе сушки тепло расходуется только на испарение влаги, не учитывая потери тепла через стенки барабана в окружающую среду и на нагрев сушильного материала. Теоретический процесс сушки протекает адиабатически, т.е. при условии $I_H^{ГАЗ} = const$.

Параметры газов, идущих для смешивания с воздухом:

$$I_{ОБЩ} = 2975 \text{ кДж/м}^3$$

$$d_{ГАЗ} = 69,4 \text{ г/кг сух газа}$$

Точка В характеризуется начальными параметрами сушильного агента:

$$t_H^{ГАЗ} = 700^\circ \text{C} \text{ и } d_H = 30,71 \text{ г/кг сух газа}$$

Эта точка В характеризует начало теоретического процесса сушки сушильным агентом, т.е. смесью продуктов сгорания топлива с воздухом.

Соотношение между дымовыми газами и воздухом при смешивании их до заданных параметров определяется зависимостью:

$$n_1 = \frac{d_{ГАЗ} - d_H}{d_H - d_0} = \frac{69,4 - 30,71}{30,71 - 10} = 1,87$$

От точки В проводим линию $I_H^{ГАЗ} = const$ до пересечения с изотермой $t_H^{ГАЗ} = 100^\circ \text{C}$ и определяем положение конечной точки процесса C_0 . Теоретически процесс сушки на I-d диаграмме изображается линией BC_0 .

Тогда т. C_0 характеризуется параметрами:

$$I_H^{ГАЗ} = 875 \text{ кДж/кг} \text{ и } t_H^{ГАЗ} = 100^\circ \text{C}$$

Плотность сушильного агента, отходящего из сушилки, принимаем $\rho_{см} = 1,2 \text{ кг/м}^3$.

По I-d диаграмме найдем для точки C_0 влагосодержание отработанного сушильного агента $d_2 = 270 \text{ г/кг сух воздуха}$.

Расход сухих газов (по массе) при теоретическом процессе сушки:

$$y_{ГАЗ}^{ТЕОР} = \frac{1000 \cdot W}{d_2 - d_H} = \frac{1000 \cdot 3487,2}{270 - 30,71} = 14573,11 \text{ кг/час}$$

Построение действительного процесса в реальных условиях отличается от теоретического тем, что при действительном процессе сушки учитываются потери тепла в окружающую среду через стенки барабана и расход тепла на нагрев сушильного материала.

Общие тепловые потери будут составлять:

$$Q = Q_M + Q_{П}, \text{ кДж/час} \quad (3.1)$$

Расход тепла на нагрев материала определим по формуле:

$$Q_M = Y_2 \cdot C_M \cdot (t_K - t_H), \text{ кДж/час} \quad (3.2)$$

где C_M - теплоемкость высушенного материала при конечной влажности ω_K .

$$C_M = C_C \cdot \frac{100 - \omega_K}{100} + \frac{4,2 \cdot \omega_K}{100}, \text{ кДж/кг}^0\text{C} \quad (3.3)$$

где C_C – теплоемкость абсолютно сухого материала

$$C_C = 0,921 \text{ кДж/кг}^0\text{C}$$

$$C_M = 0,921 \cdot \frac{100 - 5}{100} + \frac{4,2 \cdot 5}{100} = 1,085 \text{ кДж/кг}^0\text{C}$$

$$Q_M = 16000 \cdot 1,085 \cdot (80 - 15) = 1128400 \text{ кДж/час}$$

Потери тепла через стенки в окружающую среду:

$$Q_{II} = \frac{3,6 \cdot S_{\sigma} \cdot (t_{CP}^{GA3} - t_{OKP}^{BO3})}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{S_1}{\lambda_1} + \frac{S_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_2}}, \text{ кДж/час} \quad (3.4)$$

где α_1 - коэффициент теплоотдачи от газов к внутренней поверхности сушильного барабана.

Для дымовых газов $\alpha=100-450 \text{ Вт/м}^2\text{C}$. Принимаем $\alpha_1=150 \text{ Вт/м}^2\text{C}$.

S_1 -толщина стенки барабана, принимаем $S_1=20$ мм.

S_2 -толщина теплоизоляции барабана, равная 45 мм.

λ_1 и λ_2 –теплопроводность соответственно стальной стенки барабана $\lambda_1=58,2 \text{ Вт/м}^0\text{C}$ и диатомитовой изоляции $\lambda_2=0,2 \text{ Вт/м}^0\text{C}$ при $\rho_{д.зас.}=750 \text{ кг/м}^3$ и $t_{воз}=20^0\text{C}$

α_2 - коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности теплоизоляции в окружающую среду.

Принимаем $\alpha_2=14 \text{ Вт/м}^2\text{C}$.

S_{σ} - площадь боковой барабана.

$$S_{\sigma} = \pi \cdot D_{бар} \cdot L_{бар} = 3,14 \cdot (2,8 + 0,02 + 0,04) \cdot 14 = 125,73 \text{ м}^2$$

$(t_{CP}^{GA3} - t_{OKP}^{BO3})$ -разность температур газов рабочего пространства барабана и окружающего воздуха.

$$t_{CP}^{GA3} = \frac{(t_H^{GA3} - t_H^M) - (t_K^{GA3} - t_K^M)}{2,3 \cdot \lg \frac{(t_H^{GA3} - t_H^M)}{(t_K^{GA3} - t_K^M)}} + t_{CP.M.}, \quad (3.5)$$

где $t_{CP.M.}$ - средняя температура материала в барабане.

$$t_{CP.M.} = t_H^M + \frac{2}{3} \cdot (t_K^M - t_H^M) = 15 + \frac{2}{3} \cdot (80 - 15) = 58,33^0\text{C}$$

Тогда

$$t_{CP}^{ГАЗ} = \frac{(700 - 15) - (100 - 80)}{2,3 \cdot \lg \frac{(700 - 15)}{(100 - 80)}} + 58,33 = 246,7^{\circ}C$$

Подставим числовые значения в формулу и определим потери тепла в окружающую среду:

$$Q_{II} = \frac{3,6 \cdot 125,73 \cdot (246,7 - 20)}{\frac{1}{150} + \frac{0,02}{58,2} + \frac{0,045}{0,2} + \frac{1}{14}} = 338362 \text{ кДж/час}$$

Общие потери тепла в процессе сушки:

$$Q = Q_M + Q_{II} = 1128400 + 338362 = 1466762 \text{ кДж/час}$$

В процессе сушки часть тепла теряется, поэтому $I_H^{ГАЗ}$ меньше $I_K^{ГАЗ}$. Находим величину уменьшения энтальпии дымовых газов:

$$I_{ПОТ} = \frac{Q}{Y_{ГАЗ}^{ТЕОР}} = \frac{1466762}{14573,11} = 100,65 \text{ кДж/кг сух газа}$$

На I-d диаграмме откладываем значение $I_{ПОТ} = 100,65$ кДж/кг сух газа от т. С₀ вертикально вниз и получаем т. Д, которую соединяем с т. В.

Линия ВД показывает направление действительного процесса сушки. Точка С – конец процесса сушки, ее можно найти, зная конечную температуру газов ($t_K^{ГАЗ} = 100^{\circ}C$). Линия ВС обозначает действительный процесс сушки.

Определяем на I-d диаграмме конечное влагосодержание газов для точки С:

$$d_K = 242 \text{ г/кг сух газа}$$

Действительный расход газов на сушку:

$$Y_{ГАЗ} = \frac{1000 \cdot W}{d_K - d_H} = \frac{1000 \cdot 3487,2}{242 - 30,71} = 16504,33 \text{ кг сух газов/ч}$$

Определяем расход тепла на сушку:

$$Q_C = Y_{ГАЗ} \cdot (I_H - I_0) - 4,2 \cdot W \cdot t_H^M, \text{ кДж/час} \quad (3.6)$$

где I_H – энтальпия смеси газов с воздухом без учета энтальпии водяных паров продуктов горения топлива. I_H определяется по I-D диаграмме при $t_{в03} = 700^{\circ}C$ и $d_0 = 10 \text{ г/кг сух.воз}$. $I_H = 780 \text{ кДж/кг сух газ}$, $I_0 = 38 \text{ кДж/кг сух газ}$.

Тогда

$$Q_C = 16504,33 \cdot (780 - 38) - 4,2 \cdot 3487,2 \cdot 15 = 12026519,26 \text{ кДж/час}$$

Расход тепла в топке с учетом КПД топки $\eta=0,9$:

$$Q_T = \frac{Q_C}{\eta_T} = \frac{12026519,26}{0,9} = 13362799,18 \text{ кДж/ч}$$

Расход топлива:

$$B = \frac{Q_T}{Q_H^P} = \frac{13362799,18}{39303} = 340 \text{ кг/ч}$$

4. Материальный баланс сушильного барабана

При установившемся процессе сушки количество влаги, поступающей в сушильный барабан с дымовыми газами и материалом, должно быть равно количеству влаги, остающейся в материале, и влаге, уходящей с дымовыми газами.

На основании вышеприведенных расчетов составляем таблицу материального баланса, предварительно определив расход влажных отходящих газов при выходе из сушильного барабана Y_{CM} и количество водяных паров в дымовых газах, поступающих на сушку по формулам:

$$Y_{B.П.} = \left(\frac{9 \cdot H^P + W^P}{100} + L_0 \cdot \alpha_{общ} \cdot d_0 \right) \cdot B = \left(\frac{9 \cdot 10,3 + 3}{100} + 10,3 \cdot 3,47 \cdot 0,01 \right) \cdot 340 = 447 \text{ кг/ч}$$

$$Y_{CM.} = (1 + 0,001 \cdot d_0) \cdot Y_{газ} + W = (1 + 0,001 \cdot 30,71) \cdot 16504,33 + 3487,2 = 20498,38 \text{ кг/ч}$$

Таблица 4.1

Материальный баланс сушильного барабана.

Приход	Кол-во (кг/ч)	%	Расход	Кол-во(кг/ч)	%
1. Влажный материал	103580	53,48	1. Высушенный материал	100000	43,91
2. Сухие дымовые газы	16504,33	45,29	2. Отходящие газы	20498,38	56,25
3. Водяные пары в газах	447	1,23	3. Невязка	-59,85	-0,16
Итого:	36438,53	100	Итого:	36438,53	100

5. Тепловой расчёт сушильного барабана.

Тепловой баланс составляется для определения расхода тепла на сушку, а также для оценки отдельных статей прихода и расхода тепла в сушильной установке. Для сушил составляется единый баланс. Тепловой баланс условно принято составлять при 0°C ; считается, что все тела, влага, газы, участвующие в балансе, вносят в него тепло, если их $t > 0^{\circ}\text{C}$ и

расходуют тепло на нагрев за счет баланса, если имеют $t < 0^{\circ}\text{C}$. Тепловой баланс составляется в кДж на 1 час работы сушила и в кДж на 1 кг испарённой влаги.

Для составления теплового баланса необходимо рассчитать некоторые статьи прихода и расхода тепла.

Приход тепла.

1. Тепло от сгорания топлива:

$$Q_{\text{гор}} = B \cdot Q_H^P = 340 \cdot 39303 = 13363020 \text{ кДж/час}$$

2. Тепло, вносимое воздухом, подаваемым на горение и разбавления дымовых газов:

$$Q_B = L''_{\alpha} \cdot I_B \cdot B = 36,25 \cdot 26 \cdot 340 = 320450 \text{ кДж/час}$$

Расход тепла.

1. Тепло на испарение и нагрев влаги материала

$$Q_{\text{исп}} = (2493 + 1,97 \cdot t_K^{\text{ГАЗ}} - 4,2 \cdot t_H^M) \cdot W = (2493 + 1,97 \cdot 100 - 4,2 \cdot 15) \cdot 3487,2 = 9160874,4 \text{ кДж/час}$$

2493 кДж/кг - скрытая теплота парообразования при 0°C

1,97 кДж/кг $^{\circ}\text{C}$ - теплоемкость водяных паров

4,2 кДж/кг $^{\circ}\text{C}$ - теплоемкость влаги материала

2. Тепло с отходящими дымовыми газами, за исключением тепла, уносимого испарившейся влагой:

$$Q_{\text{вх}} = (\alpha_{\text{общ}} \cdot L'_0 + \Delta V) \cdot B \cdot I_{\text{вх}} = (3,47 \cdot 10,46 + 0,618) \cdot 340 \cdot 143 = 1794768,4 \text{ кДж/час}$$

3. Потери в топке:

$$Q_T = B \cdot Q_H^P \cdot (1 - \eta_{\text{топ}}) = 340 \cdot 39303 \cdot (1 - 0,9) = 1336302 \text{ кДж/час}$$

Таблица 5.1.

Тепловой баланс сушильного барабана

Приход	Общее количество теплоты			Расход	Количество теплоты		
	кДж/час	кДж/ кг вл	%		кДж/час	кДж/ кг вл	%
1. От сгорания топлива, $Q_{гор}$	133020	3832,02	97,7	1. На нагрев глины, Q_M	1128400	323,58	8,25
2. С атмосферным воздухом, Q_B	320450	91,89	2,3	2. В окружающую среду, $Q_{п}$	338362	97,03	2,47
				3. На испарение и нагрев влаги материала, $Q_{исп}$	9160874,4	2627	66,95
				4. С отходящими дымовыми газами, $Q_{ух}$	1794768,4	514,67	13,12
				5. Потери в топке, Q_T	1336302	383,2	9,76
				6. Невязка баланса	-75236	-21,57	-0,55
ИТОГО	13683470	3923,91	100		13683470	3923,91	100

Удельное количество теплоты на 1 кг испаренной влаги:

$$q = \frac{Q_{гор}}{W} = \frac{13363020}{3487,2} = 3832,02 \text{ кДж}$$

Обычно $q = 3700-5000$ кДж при $t_{газ} = 400-800$ °С (3)

Удельный расход топлива на 1 кг испаренной влаги:

$$b = \frac{B}{W} = \frac{340}{3487,2} = 0,097 \text{ кг}$$

Тепловой КПД барабанной сушилки:

$$\eta = \frac{Q_{исп}}{q} = \frac{2627}{3832,02} = 0,69$$

Обычно КПД сушилок такого типа составляет 0,6-0,8

6. Расчет времени сушки материала, частоты вращения и мощности привода сушильного барабана

Определим время нахождения материала в барабане по формуле:

$$\tau = 120 \frac{\beta \cdot \rho}{m_0} \cdot \frac{\omega_1 - \omega_2}{200 - (\omega_1 - \omega_2)}, \text{ мин} \quad (6.1)$$

β - коэффициент заполнения барабана, принимаем $\beta = 0,1$;

ρ - плотность глины при средней влажности ω_{CP} , можно определить по формуле:

$$\omega_{CP} = \frac{\omega_1 - \omega_2}{2} = \frac{22 + 5}{2} = 13,5\% \omega$$

$$\rho = \rho_C \frac{100}{100 - \omega_{CP}} = 1450 \frac{100}{100 - 13,5} = 1676,3 \text{ кг/м}^3$$

Таким образом, получаем

$$\tau = 120 \frac{0,1 \cdot 1676,3}{55} \cdot \frac{22 - 5}{200(22 - 5)} = 365,74 \cdot 0,0929 = 33,98 = 34 \text{ мин} \Rightarrow 2040 \text{ сек}$$

По практическим данным время пребывания материала в барабане составляет 20-40 минут.

Число оборотов барабана приближенно можно определить по формуле:

$$n = \frac{A \cdot L_{БАР}}{\tau \cdot D_{БАР} \cdot \text{tg} \alpha}, \text{ обор/мин} \quad (6.2)$$

где A – коэффициент, зависящий от типа насадки и характера движения материала, для глины и песка обычно $A = 0,4-0,65$ (2);

α - угол наклона барабана.

Тогда

$$n = \frac{0,65 \cdot 14}{34 \cdot 2,8 \cdot 0,069} = \frac{91}{6,5688} = 1,385 \approx 1,4 \text{ обор/мин}$$

Обычно барабаны вращаются со скоростью $1-9 \text{ обор/мин}$.

Мощность, необходимую для вращения барабана, можно определить по формуле А.П.Ворошилова (2):

$$N_{\text{э}} = 0,0013 \cdot D_{\text{б}}^3 \cdot L_{\text{б}} \cdot n \cdot \sigma \cdot \rho_{\text{н}}, \text{ кВт} \quad (6.3)$$

где σ - коэффициент мощности, зависящий от типа насадки и коэффициента заполнения объема барабана β . При $\beta = 0,1$ для лопастной системы $\sigma = 0,038$.

Тогда

$$N_{\text{э}} = 0,0013 \cdot 2,8^3 \cdot 14 \cdot 1,4 \cdot 0,038 \cdot 1676,3 = 35,63 \text{ кВт}$$