

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Кафедра технологии строительных материалов,
изделий и конструкций

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к практическим занятиям по дисциплине
**«Технология природных строительных
материалов и изделий на их основе»**
(подбор и расчет технологического оборудования)
по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство»
направленность (профиль)
**«Производство и применение строительных
материалов, изделий и конструкций»**

Казань 2018

УДК 691
ББК 38.32
К89

К89 Методические указания к практическим занятиям по дисциплине

«Технология природных строительных материалов и изделий на их основе» (подбор и расчет технологического оборудования) по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство» направленность (профиль) «Производство и применение строительных материалов, изделий и конструкций»/ Сост.: Н.В.Майсурадзе. - Казань: Изд-во КГАСУ, 2018.- 20 с.

Печатается по решению Редакционно-издательского совета Казанского государственного архитектурно-строительного университета

Настоящие методические указания разработаны в соответствии с учебным планом и программой курса «Технология природных строительных материалов и изделий на их основе». В методических указаниях приведены расчеты основного технологического оборудования, применяемого при производстве материалов и изделий на основе гипсовых вяжущих: дробильного, помольного, сортировочного, транспортного.

Табл. 13, рис.1, библиогр. 5 наименов.

Рецензент
Кандидат технических наук, Директор ООО «ИнжЦ
«Стройхимкомпозит»
Богданов А.Н.

УДК 691
ББК 38.32

© Казанский государственный
архитектурно-строительный
университет, 2018

© Майсурадзе Н.В., 2018

Содержание

	стр.
Введение.....	4
1 Расчет производительности дробильного оборудования.....	5
2 Расчет производительности помольного оборудования.....	8
3 Расчет производительности грохотов.....	10
4 Определение ширины ленты ленточных конвейеров.....	12
5 Расчет производительности ковшовых элеваторов.....	13
6 Методика расчета пневмотранспорта.....	14
7 Список использованных источников.....	19

ВВЕДЕНИЕ

Практические занятия являются одной из наиболее активных форм самостоятельной работы студентов, приобретения знаний, навыков инженерных расчётов, работы с нормативными источниками и технической литературой.

Важнейшие операции технологического процесса производства гипсовых вяжущих — дробление и помол гипсового сырья или обожженного материала. Дроблением или измельчением называется процесс уменьшения размеров кусков твердых материалов. Под дроблением обычно понимают уменьшение крупных кусков. Процесс измельчения мелких кусков называется размолотом (помолом).

Все дробильно-размольные машины подразделяют на две группы: дробилки и мельницы. Из дробильного оборудования наиболее распространены щековые дробилки, из помольного – шаровые мельницы.

При производстве гипса возникает необходимость разделять или сортировать материал по крупности зерен, а также выделять из обрабатываемого материала посторонние примеси. Разделять материал можно механическим, воздушным, магнитным и гидравлическим способами.

Механический способ, называемый также грохочением или просеиванием, это сортировка при помощи машин и устройств, главной частью которых являются колосники, решетки или сита. Из грохотов наиболее распространены эксцентриковые и вибрационные.

Помимо основного технологического оборудования, на гипсовых предприятиях широко применяются механизмы для перемещения кусковых и порошкообразных материалов. Это автосамосвалы, мостовые грейферные краны, ленточные транспортеры, скребковые транспортеры, винтовые транспортеры (шнеки), аэрожелоба, ковшовые транспортеры (элеваторы), пневмотранспортные установки.

1 РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ДРОБИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Расчетная производительность щековых дробилок определяется по формуле:

$$Q = Q_n \cdot \gamma \cdot K_{др} \cdot K_{ф} \cdot K_{кр} \cdot K_{в}, \text{ т/ч}, \quad (1.1)$$

где Q_n – паспортная производительность дробилки, м³/ч;

γ – насыпная масса дробимого материала, т/м³;

$K_{др}$ – поправочный коэффициент на дробимость материала; при отсутствии практических данных принимается по табл.1;

$K_{ф}$ – поправочный коэффициент, учитывающий форму дробимого материала; принимается равным 1,0 при дроблении гипсового камня;

$K_{кр}$ – поправочный коэффициент на крупность материала, принимается по табл.2;

$K_{в}$ – поправочный коэффициент на влажность дробимого материала, содержащего комкующуюся мелочь, принимается по табл.3.

Таблица 1.1 – Значения поправочного коэффициента $K_{др}$ на дробимость материала

Категория прочности породы	Временное сопротивление на сжатие, МПа	Значения $K_{др}$
Прочные	200...250	0,85
	180...200	0,90
	150...180	0,95
Средней прочности	60...150	1,0
Малой прочности	менее 60	1,0

Таблица 1.2 – Значения поправочного коэффициента $K_{кр}$ на крупность материала

Содержание в питании фракций крупнее 0,5В, %	5	10	20	25	30	40	50	60	70	80
Значения $K_{кр}$	1,0	1,08	1,05	1,04	1,03	1,0	0,97	0,95	0,92	0,88

Примечание: В – ширина загрузочного отверстия дробилки, мм.

Таблиц 1.3 – Значения поправочного коэффициента $K_в$ на влажность материала

Влажность материала, %	4	5	6	7	8	9	10	11
Значения $K_в$	1,0	1,0	0,95	0,90	0,85	0,80	0,77	0,65

Расчетная производительность роторных дробилок определяется по формуле:

$$Q_p = Q_n \cdot \gamma \cdot K_{np} \cdot K_{кр} \cdot K_{ц} \cdot K_{ск} \cdot K_{изн}, \text{ т/ч}, \quad (1.2)$$

где Q_n – паспортная производительность дробилки, м³/ч;

γ – насыпная масса дробимого материала, т/м³;

K_{np} – поправочный коэффициент, зависящий от прочности и объемной массы дробимого материала:

- для обожженного гипса принимается 1,05;
- для гипсового камня определяется по формуле:

$$K_{np} = \frac{D_p - \sigma_p / (\gamma \cdot 700)}{D_p - 0,053}, \quad (1.3)$$

где σ_p – предел прочности породы при растяжении, принимается равным 2,5...3,5 МПа;

γ – насыпная масса породы, г/см³;

D_p – диаметр ротора, м;

$K_{кр}$ – поправочный коэффициент, зависящий от крупности дробимой породы:

- для дробилок среднего и мелкого дробления при $d_{\max} < 0,3D_p$ определяется по формуле:

$$K_{кр} = \frac{0,53}{0,66 - 0,3\alpha}, \quad (1.4)$$

где d_{\max} – размер максимального куска, м;

α – доля массы куска дробимой породы размером менее 0,1 D_p ;

- для дробилок среднего и малого дробления при всей массе дробимой породы, содержащей куски размером менее 0,1 D_p , определяется по формуле:

$$K_{кр} = 2,7 - \frac{9 \cdot d_{\max}}{D_p}, \quad (1.5)$$

$K_{щ}$ – поправочный коэффициент, зависящий от ширины выпускной щели, определяется по формуле:

$$K_{щ} = 1 + \frac{1,95 \cdot S_{щ}}{D_p}, \quad (1.6)$$

где $S_{щ}$ – ширина выпускной щели, м;

$K_{ск}$ – поправочный коэффициент, зависящий от окружной скорости ротора, принимается по табл.4.

Таблица 1.4 – Значения поправочного коэффициента $K_{ск}$

Окружная скорость ротора, Гр, м/с	до 20,0	до 24,0	до 28,8	до 34,6	до 41,5	до 50,0
Значения $K_{ск}$	1,20	1,15	1,10	1,0	0,95	0,90

$K_{изн}$ – поправочный коэффициент, зависящий от степени изношенности рабочих кромок бил, определяется по формуле:

$$K_{изн} = 1,7 - \frac{14 \cdot r}{D_p}, \quad (1.7)$$

где r – радиус закругления изношенных рабочих кромок бил, мм.

Поправочный коэффициент $K_{изн}$ следует учитывать лишь в тех случаях, когда дробятся малообразивные породы и имеется возможность поддерживать в течение всего времени эксплуатации закругления изношенных кромок бил $r < 0,05D_p$.

2 РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПОМОЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

При производстве гипсовых вяжущих применяются шаровые, молотковые и среднеходовые мельницы.

Выбор типоразмера мельницы ведется по требуемой годовой производительности.

Производительность шаровых мельниц определяется по формуле:

$$Q = \frac{40 \cdot K_m \cdot E}{1000} \cdot 6,7 \cdot V \sqrt{D} \cdot \sqrt{\frac{G}{V}} \cdot \eta, \text{ т/ч}, \quad (2.1)$$

где Q – расчетная часовая производительность мельницы, т/ч;

K_m – коэффициент размолоспособности материала, принимаемый по табл.2.1;

E – поправочный коэффициент, учитывающий тонкость помола, принимаемый по табл.2.2;

D – внутренний диаметр мельницы за вычетом толщины футеровки, м;

G – загрузка мельницы мелющими телами, т;

η – коэффициент эффективности помола, принимаемый по табл.2.3;

V – внутренний объем мельницы, м³.

Таблица 2.1 – Коэффициент размолоспособности

Наименование размалываемого материала	Коэффициент размолоспособности, K_m
Гипсовый камень	1,4...1,9
Обожженный гипс	1,2...1,5
Шлак доменный, гранулированный	0,7...1,0
Песок кварцевый	0,65

Таблица 2.2 – Поправочный коэффициент на тонкость помола

Остаток на сите с отверстиями размером 0,085 мм, %	Коэффициент на тонкость помола	Остаток на сите с отверстиями размером 0,085 мм, %	Коэффициент на тонкость помола
2	0,59	13	1,13
3	0,65	14	1,17
4	0,71	15	1,21
5	0,77	16	1,26
6	0,82	17	1,30
7	0,86	18	1,34
8	0,91	19	1,38
9	0,95	20	1,42
10	1,00	25	1,64
11	1,04	30	1,86
12	1,09	35	2,08

Таблица 2.3 – Коэффициент эффективности помола

Схема помола	Наименование типа мельниц	Коэффициент эффективности помола
С однократным прохождением материалов в открытом цикле	2-х камерные мельницы	0,9
С многократным прохождением материала	Мельницы с сепаратором или классификатором	1,2

3 РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ГРОХОТОВ

Производительность вибрационных грохотов, м³/ч, определяется по формуле:

$$Q = c \cdot F \cdot q \cdot k \cdot l \cdot m \cdot n \cdot o \cdot p, \quad (3.1)$$

где c – коэффициент использования поверхности сита:

$c=1$ – для верхнего сита при загрузке грохота материалом

по ширине не менее $0,7B_c$ (ширина сита, м);

$c=0,85$ – то же, по ширине не более $0,65B_c$;

$c=0,85$ и $c=0,7$ – соответственно для нижнего сита;

q – удельная объемная производительность 1 м² сита с квадратными отверстиями, м³/м²·ч, принимается по табл.3.1;

F – рабочая площадь сита, м²;

k, l, m, n, o, p – поправочные коэффициенты, принимаемые по табл.3.2.

Таблица 3.1 – Удельная производительность металлического сита, м³/м²·ч

Размер отверстий, мм	q	Размер отверстий, мм	q	Размер отверстий, мм	q
0,6	3,2	8,0	17,0	40,0	38,0
0,8	3,7	10,0	19,0	50,0	42,0
1,17	4,4	16,0	25,5	80,0	56,0
2,0	5,5	20,0	28,0	100,0	63,0
3,15	7,0	25,0	31,0	-	-
5,0	11,0	31,5	34,0	-	-

Примечание: удельные нагрузки даны для условий грохота под углом 18⁰; при отсутствии практических данных можно принимать, что при увеличении или уменьшении угла наклона грохота на 3⁰ от условий, указанных выше, его удельная производительность изменяется в среднем на 25% соответственно в большую или меньшую сторону.

Таблица 3.2 – Поправочные коэффициенты к расчету производительности грохотов

Факторы, учитываемые коэффициентом и условиями грохочения	Значения								
Содержание в питании зерен размером меньше половины отверстия сита, % Коэффициент k	-	20	30	40	50	60	70	80	90
	-	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
Содержание в питании зерен размером меньше половины отверстия сита, % Коэффициент l	10	20	30	40	50	60	70	80	90
	0,94	0,97	1,03	1,09	1,18	1,32	1,55	2,0	3,36
Эффективность грохочения, E , % (определяется по формуле) Коэффициент m	70	80	80	92	94	96	98		
	1,6	1,3	1,0	0,9	0,8	0,6	0,4		
Исходный материал Коэффициент n	Дробленый материал 1,0				Песчано-гравийная смесь 1,25				
Размер отверстий сита, мм Влажность материала Коэффициент o	- Сухой 1,0		Менее 25 Влажный 0,75...0,85			Более 25 В зависимости от влажности 0,9...1,0			
Размер отверстий сита, мм Способ грохочения Коэффициент p	- Сухой 1,0		Менее 25 С орошением 1,25...1,40			Более 25 Любой 1,0			

Для определения коэффициента m необходимо рассчитывать требуемую эффективность грохочения, E , по формуле:

$$E = 100 - \frac{100}{\alpha} \cdot \left(\frac{\alpha - \beta}{100 - \beta} \right), \quad (3.2)$$

где α – содержание материала крупностью меньше размера отверстия сита в исходном продукте, поступающем на грохот, %; определяется по характеристике крупности этого материала;

β – допустимая засоренность верхнего продукта грохота нижним продуктом, %; при товарном грохочении $\beta=5\%$.

При наличии на грохоте двух сит расчет производительности ведется отдельно по верхнему и нижнему ситам.

4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ШИРИНЫ ЛЕНТЫ ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ

Ширина ленты определяется из условий оптимального использования формы ее сечения, обеспечения ее прочности и транспортирования максимальных кусков материала. Из условий оптимального использования формы сечения ленты ее ширина, м, определяется по формуле:

$$B = \sqrt{\frac{Q}{C \cdot V \cdot \gamma}}, \quad (4.1)$$

где Q – производительность конвейера техническая, т/ч;

γ – объемная масса груза, т/м³;

V – скорость ленты конвейера, м/с;

C – коэффициент, зависящий от угла конвейера к горизонту α , угла естественного откоса материала в покое β и угла наклона боковых роликов роликкоопор, принимается по табл.4.1.

Таблица 4.1

Угол естественного откоса материала в покое, β , град	Угол наклона конвейера α , град							
	0...10		11...15		16...18		19...22	
	Угол наклона боковых роликов роликкоопор, град							
	20	30	20	30	20	30	20	30
30	257	296	245	282	232	267	225	259
35	277	319	262	302	250	288	240	276
40	294	338	279	320	264	304	250	288
45	313	358	295	340	280	322	265	305

Полученная ширина ленты проверяется по условию обеспечения транспортирования максимальных кусков материала по табл.4.2.

Таблица 4.2 – Максимальный размер кусков транспортируемого материала

Ширина ленты <i>B</i> , мм	Содержание максимальных кусков материала по массе в транспортируемом материале, %						
	5	10	20	50	80	90	100
500	200	160	150	120	100	90	90
650	270	220	200	160	140	130	120
800	350	300	250	220	200	170	160
1000	-	360	350	300	250	220	200
1200	-	-	400	350	300	280	250
1400	-	-	-	400	350	330	300
1600	-	-	-	-	400	350	320
2600	-	-	-	-	-	450	400

5 РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КОВШОВЫХ ЭЛЕВАТОРОВ

Производительность ковшového элеватора, т/ч, определяется по формуле:

$$Q = 3,6 \cdot V \cdot \gamma \cdot \psi \cdot i_0 / t_k, \quad (5.1)$$

где i_0 – емкость ковша, л;

t_k – шаг ковшей, м;

i_0/t_k – погонная емкость ковшей, л/м (табл.5.1);

V – скорость движения ковшей, м/с;

γ – насыпная масса транспортируемого материала, т/м³;

ψ – коэффициент заполнения ковшей; значения в зависимости от типа ковшей (табл.5.2).

Таблица 5.1 – Погонная емкость ковшей i_0/t_k , л/м

Ширина ковша, мм	Типы ковшей		
	глубокий	мелкий	остроугольный
160	3,2	2,0	7,5
200	5,0	3,3	12,1
250	8,0	6,3	16,8
320	12,8	9,0	27,0
400	20,0	15,8	41,0

Таблица 5.2 – Значения коэффициента ψ

Типы ковшей	Значения
Глубокий со скругленным днищем	0,6
Мелкий со скругленным днищем	0,4
Остроугольный	0,75

6 МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПНЕВМОТРАНПОРТА

1. Расчетная производительность насосов:

$$Q_{расч} = K_1 \cdot K_2 \cdot Q_{макс.зад.}, \quad (6.1)$$

где K_1 – коэффициент, учитывающий тип пневмонасоса:

- для пневмовинтовых насосов – 1...1,1;
- для однокамерных насосов – 1,5...2,0;
- для двухкамерных насосов – 1,2...1,3;

K_2 – коэффициент резерва, принимается 1...1,5.

2. Приведенная (расчетная) длина транспортного трубопровода определяется путем суммирования его геометрической длины, с эквивалентными длинами местных сопротивлений (колен, переключателей и др. арматуры).

Приведенная длина транспортного трубопровода, м, определяется по формуле:

$$L_{пр} = \sum l_z + \sum l_e + \sum l_{эк} + \sum l_{эн}, \quad (6.1)$$

где Σl_z – сумма длин горизонтальных участков;

Σl_b – сумма длин вертикальных участков;

$\Sigma l_{эк}$ – сумма длин, эквивалентных коленам;

$\Sigma l_{эн}$ – сумма длин, эквивалентных переключателям.

Эквивалентная длина $l_{эк}$ для колен с углом поворота 90° определяется из следующей зависимости:

Значения R_0/d_m	10	15	20	25
$l_{эк}, \text{ м}$	7	8	10	12

Где R_0 – радиус колена;

d_m – радиус трубопровода.

Эквивалентную длину для двухходового переключателя следует принимать равной 8 м.

3. Скорость воздуха на выходе из трубопровода (V_k) и концентрацию перемещаемого материала (μ) в зависимости от приведенной длины транспортирования принимают по номограмме, изображенной на рис.6.1.

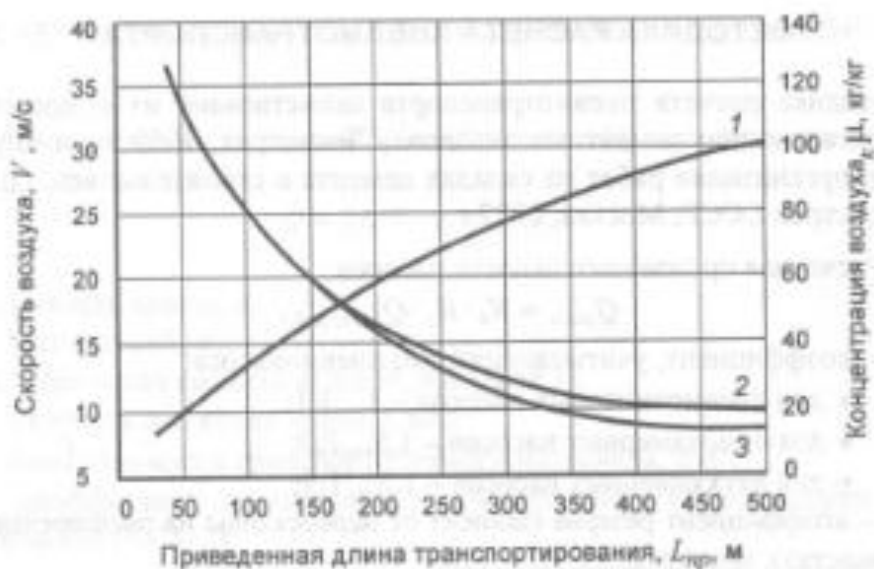


Рисунок 6.1 – Номограмма зависимости оптимальной скорости воздуха V_k на выходе из трубопровода и концентрации μ от приведенной длины транспортирования; 1 - V_k для всех пневмотранспортных установок; 2 - μ для камерных насосов; 3 - μ для винтовых насосов

4. Расход сжатого воздуха (G_B) определяется по формуле:

$$G_B = \frac{100 \cdot Q_{расч}}{6 \cdot \mu \cdot \gamma_B}, \text{ нм}^3/\text{мин} \quad (6.2)$$

где $Q_{расч}$ – расчетная производительность, т/ч;

γ_B – плотность воздуха в нормальных условиях, кг/м³;

μ – оптимальная концентрация смеси, кг/кг, представляющая собой отношение массы материала, транспортируемого в единицу времени к массе воздуха.

5. Внутренний диаметр трубопровода определяется по формуле:

$$d_{mp} = \sqrt{\frac{4G_B}{60 \cdot \pi \cdot V_K}}, \text{ м} \quad (6.3)$$

где G_B – расход сжатого воздуха, нм³/мин;

V_K – скорость воздуха на выходе из трубопровода, м/с.

Далее в соответствие с ГОСТ подбираются трубы с внутренним диаметром, равным или ближайшим большим рассчитанному.

После этого уточняется расход воздуха по выбранному при той же скорости по формуле:

$$G_d = \frac{60 \cdot V_K \cdot \pi \cdot d_{mp}^2}{H}, \text{ нм}^3/\text{мин} \quad (6.4)$$

и фактическая концентрация смеси:

$$\mu_{ф} = \frac{100 \cdot Q_{расч}}{6 \cdot \gamma_B \cdot G_d}, \text{ кг/кг} \quad (6.5)$$

6. Полное сопротивление трубопровода (общие потери давления) выражается суммой:

$$H_{полн} = H_n + H_{под} + H_{ex}, \text{ МПа}, \quad (6.6)$$

где H_n – путьевые потери давления в трубопроводе с учетом потерь в отводах и переключателе, МПа;

$H_{под}$ – потери давления на подъем материала при наличии вертикальных участков, МПа;

H_{ex} – потери давления в загрузочном устройстве на ввод материала в трубопровод, МПа.

В развернутом виде полное сопротивление определяется формулой:

$$H_{полн} = \left[K \cdot \mu \cdot \lambda \cdot \frac{\gamma_{ex} \cdot V_{\kappa}^2 \cdot L_{np}}{2g \cdot d_{mp}} + \gamma_{\epsilon} \cdot \mu_{\phi} \cdot h + (x + \mu_{\phi}) \frac{\gamma_{ex} \cdot V_{ex}^2}{2g} \right] \cdot 10^{-5}, \quad (6.7)$$

где K – опытный коэффициент сопротивления:

- для теплового вяжущего $K = 0,4 \dots 0,5$;
- для сыромолотого гипса $K = 0,3 \dots 0,4$;

d_{mp} – внутренний диаметр трубопроводов, мм;

V_{κ} – скорость воздуха на выходе из трубопровода, м/с;

λ – коэффициент трения чистого воздуха о стенки трубы, для гладких стальных труб $\lambda = 0,246Re$ (Re – критерий Рейнольдса);

g – ускорение силы тяжести, м/с²;

$\gamma_{в}$ – средняя плотность воздуха на вертикальном участке, равная 1,8 кг/м³;

h – высота подъема материала, м;

x – коэффициент, зависящий от типа загрузочного устройства:

- для пневмовинтовых насосов $x = 1$; - для камерных $x = 2 \dots 3$;

γ_{ex} и V_{ex} – плотность и скорость воздуха на входе в трубопровод при начальном давлении P_0 , определяемые по формулам:

$$\gamma_{ex} = \gamma_{\epsilon} \frac{H_n + H_{под} + 0,1}{P_0}; \quad (6.8)$$

$$V_{ex} = V_{\kappa} \frac{P_0}{H_n + H_{под} + 0,1}. \quad (6.9)$$

Критерий Рейнольдса определяется из выражения:

$$Re = \frac{V_{\kappa} \cdot d_{mp}}{\nu}, \quad (6.10)$$

где ν – коэффициент кинематической вязкости, для «стандартного воздуха» $\nu = 1,49 \cdot 10^{-5}$ м²/с.

Потери давления на ввод материала в трубопровод $H_{вх}$ определяются после подсчета $H_{п}$ и $H_{под}$. Обычно $H_{вх} = 0,002 \dots 0,15$ МПа; при расчетах следует принимать большие значения для коротких трасс, меньшие – для средних и длинных трасс.

Давление воздуха:

$$P_{м} = P_{р} \cdot \alpha + P_{с}, \quad (6.11)$$

где $P_{р} = H_{полн} + 0,1$ – рабочее давление в смесительной камере, МПа;

α – коэффициент потери в загрузочном устройстве, $\alpha = 1,1 \dots 1,3$;

$P_{с}$ – потери давления в подводящем трубопроводе,

$P_{с} = 0,03 \dots 0,05$ МПа.

Список использованных источников

1. Гипсовые материалы и изделия (производство и применение): Справочник / Под ред. А.В.Ферронской. - М. : АСВ, 2004. - 488с.
2. Расчет щековых дробилок. - Методические указания для выполнения курсовой работы / Ю. А. Федотенко, П. В. Коротких, В. М. Ворожейкин. - Омск: СибАДИ, 2014 - 20с.
3. Спиваковский А.О., Дьячков В.К. Транспортирующие машины. - М.: Машиностроение. 1983,487 с.
4. Конвейеры. Справочник. Ленинград: Машиностроение – 1984 - 366 с. Под ред. Пертена.
5. Шмитько Е.И. Процессы и аппараты в технологии строительных изделий (расчет аппаратов). Учебное пособие. - Воронеж: ВГАСУ, 2006 - 165с.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к практическим занятиям по дисциплине
**«Технология природных строительных
материалов и изделий на их основе»**
(подбор и расчет технологического оборудования)
по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство»,
направленность (профиль)
«Производство и применение строительных
материалов, изделий и конструкций»

Составитель: Майсурадзе Н.В.