

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»

Институт горного дела и строительства
Кафедра «Строительство, строительные материалы и конструкции»

Утверждено на заседании кафедры
«Строительство, строительные материалы и
конструкции»

«18» января 2022 г., протокол № 5

Заведующий кафедрой


_____ А.А. Трещев

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению курсовой работы
по дисциплине (модулю)**

**«Технология отделочных и изоляционных
строительных материалов и изделий»**

**основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы бакалавриата**

по направлению подготовки
08.03.01 Строительство

с направленностью (профилем)

**Производство и применение строительных материалов,
изделий и конструкций**

Форма обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 080301-04-22

Тула 2022 год

Разработчик методических указаний

Сергеева С.Б., канд. техн. наук
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

Содержание	Стр.
Введение.....	4
1. Цели и задачи курсовой работы.....	4
2. Основные требования к курсовой работе.....	4
2.1. Тематика курсовой работы.....	4
2.2. Исходные данные к курсовой работе.....	5
2.3. Задание на курсовую работу.....	5
2.4. Объем курсовой работы.....	5
2.5. Выполнение курсовой работы.....	5
3. Методические указания по выполнению курсовой работы.....	5
3.1. План построения и содержание разделов пояснительной записки.....	5
3.2. Методические указания к выполнению отдельных разделов курсовой работы.....	6
3.2.1. Введение.....	6
3.2.2. Описание технологического процесса.....	6
3.2.3. Технологические расчеты.....	6
3.2.3.1. Производство минерального волокна и теплоизоляционных изделий из него.....	6
3.2.3.2. Производство ячеистых теплоизоляционных материалов.....	8
3.2.3.3. Производство асбестоцементных теплоизоляционных изделий	11
3.2.3.4. Производство камышита.....	12
3.2.3.5. Производство цементного фибролита.....	12
3.2.3.6. Производство торфяных теплоизоляционных плит.....	14
3.2.3.7. Производство древесноволокнистых плит.....	15
3.2.3.8. Производство керамических теплоизоляционных изделий.....	16
3.2.4. Выбор и расчет технологического и транспортного оборудования.....	17
3.2.4.1. Подбор ящичного питателя.....	18
3.2.4.2. Подбор вальцов.....	18
3.2.4.3. Расчет ленточных транспортеров.....	18
3.2.4.4. Расчет бункеров.....	19
3.2.4.5. Расчет склада готовой продукции для штучных материалов...	20
3.2.4.6. Расчет склада готовой продукции для сыпучих материалов....	20
3.2.5. Контроль производства.....	21
3.2.6. Техника безопасности и экология.....	21
3.2.7. Техничко-экономические показатели.....	21
Библиографический список.....	22
Приложение.....	23

Введение

Курс «Технология отделочных и изоляционных строительных материалов и изделий» характеризуется изучением разнообразного сырья, большой несхожестью технологий, значительным различием свойств, базируется на ряде дисциплин общетеоретического, общепромышленного и специального цикла, и поэтому выпускник должен знать, с помощью каких технологических приемов, статических исследований, расчетов он станет выполнять план на производстве не в технологическом “завтра”, а “послезавтра”.

Выполнение курсовой работы способствует систематизации, углублению и закреплению студентами знаний теоретических разделов курса, а также получению необходимых навыков при пользовании технической, нормативной и справочной литературой.

1. Цели и задачи курсовой работы

Целью курсовой работы является комплексное решение вопросов, связанных с технологическими расчетами и разработкой технологических линий по производству теплоизоляционных и гидроизоляционных материалов, включающих определение технико-экономических показателей их производства. Выполнение курсовой работы ставит задачи:

- развить навыки студентов в технических расчетах;
- научить студентов самостоятельно разрабатывать технологические линии;
- подготовить студентов к сознательному выполнению части дипломного проекта.

2. Основные требования к курсовому проекту

2.1. Тематика курсовой работы.

По дисциплине “Технология отделочных и изоляционных строительных материалов и изделий” она разбивается на два раздела: теплоизоляционные и гидроизоляционные материалы. В качестве самостоятельной темы разрабатывается один из каких-либо разделов. Допускается вариантность тем, т.е. одна тема выполняется двумя-тремя студентами. Вариантность заключается в следующем:

- различном химсоставе исходного сырья;
- различных видах изделий, оборудования, технологии;
- специальных требованиях к свойствам.

2.2. Исходные данные к курсовой работе.

Исходными данными к курсовой работе является вид материала, годовая производительность, характеристика сырья, полуфабриката. Приводятся особенности технологий и оборудования.

2.3. Задание на курсовую работу.

Задание на курсовую работу содержит наименование темы, исходные данные, перечень вопросов, требующих проработки, и рекомендуемую литературу. В задании приводятся лишь основные данные. Недостающие сведения и характеристики следует брать из практики и литературных источников.

2.4. Объем курсовой работы.

Курсовую работу должен состоять из расчетно-пояснительной записки объемом 20-25 страниц рукописного текста с приложением формата А - 4 (210x297), результатов расчета на ЭВМ.

В расчетно-пояснительной записке должны быть отражены все вопросы, связанные с расчетом состава шихты, и оценка ее эффективности, разработана технологическая схема производства.

2.5. Выполнение курсовой работы.

Рекомендуется следующая последовательность выполнения курсовой работы:

- ознакомление с заданием и настоящими методическими указаниями;
- выбор и изучение технической и нормативной литературы применительно к конкретной задаче согласно приведенному библиографическому списку, посещение предприятий;
- выполнение соответствующих расчетов и их обоснование с применением ЭВМ;
- разработка технологической схемы производства;
- определение технико-экономической эффективности принятого решения.

Составленный в указанной последовательности курсовую работу проверяется руководителем и при отсутствии ошибок допускается к защите.

3. Методические указания по выполнению курсовой работы.

3.1. Содержание пояснительной записки.

В пояснительную записку входят:

- заглавный (титульный) лист по установленной форме;
- задание на курсовую работу;
- содержание текстовой части.

Текстовая часть содержит следующие разделы:

1. Введение.
2. Описание технологического процесса производства.
3. Технологические расчеты.
4. Разработка технологической схемы производства и ее описание.
5. Контроль производства и годовой продукции.
6. Техника безопасности и охрана труда.

7. Техничко-экономические показатели производства.
8. Библиографический список.

3.2. Методические указания к выполнению отдельных разделов курсовой работы.

3.2.1. Введение.

Во введении дается краткий обзор основных направлений научно-технического прогресса (согласно заданию) в области производства и использования данного вида материала, формулируются требования, предъявляемые к физико-механическим свойствам продукции (ГОСТ, СНИП, ТУ).

3.2.2. Описание технологического процесса.

В данном разделе необходимо дать описание общей методики выполнения курсовой работы, подробно описать характеристику продукции, технологию ее изготовления, физико-механические процессы, происходящие при ее получении, выполнить необходимые технологические расчеты.

3.2.3. Технологические расчеты.

3.2.3.1. Производство минерального волокна и теплоизоляционных изделий из него.

Расчет расхода шихты. Шихта, используемая для получения силикатного расплава при производстве минеральной ваты, может быть однокомпонентной и многокомпонентной.

Если шихта является однокомпонентной, то подготовка ее для загрузки в вагранку состоит из двух операций: получение материала определенного гранулометрического состава и отделение посторонних примесей.

Теоретически рассчитанный состав расплава в этом случае будет близок к химическому составу шихты, т.к. зола кокса незначительно влияет на изменение состава последней. При расчете однокомпонентной шихты исходят из химического состава шлака и золы кокса.

Пример. Пусть принят следующий состав рабочей калоши:

а) доменный шлак состава (в %)

SiO_2 -40,5; Al_2O_3 -10,1; Fe_2O_3 -2,2; CaO -38,5; MgO -4,5; MnO -3; S-1,3 (280кг);

б) кокс с содержанием 16% золы состава (в %)

SiO_2 -50; Al_2O_3 -20; Fe_2O_3 -10,2; CaO -10,0; MgO -6,7; S-0,4 R_2O -2,7 (60кг).

Количество каждого элемента, вводимого посредством шлака, вычисляют по формуле:

$$x = \frac{A \cdot n}{100},$$

где

A - масса шлака в рабочей калоше, кг;

n - процентное содержание компонента в шихте.

В нашем примере количество SiO_2 , вносимое со шлаком:

$$\frac{280 \cdot 40,5}{100} = 113,4 \text{ кг};$$

количество Al_2O_3 , вносимое со шлаком:

$$\frac{280 \cdot 10,1}{100} = 28,0 \text{ кг}$$

Количество каждого окисла, вносимого золой кокса, определяют по уравнению:

$$x_1 = \frac{B \cdot n \cdot a}{100},$$

где:

B - масса кокса в рабочей калоше, кг;

a - процентное содержание золы в коксе;

n - процентное содержание окисла в золе кокса.

Следовательно, в нашем примере количество SiO_2 , вносимое золой кокса:

$$\frac{60 \cdot 50 \cdot 0,16}{100} = 4,8 \text{ кг}$$

количество Al_2O_3 , вносимое золой кокса:

$$\frac{60 \cdot 20 \cdot 0,16}{100} = 1,9 \text{ кг и т.д.}$$

Результат расчета сводят в таб.3.1 и затем определяют химический состав силикатного расплава

Таблица 3.1

Компонент, кг	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	MnO	Na_2O	K_2O
Поступает с доменным шлаком	113,4	28,3	6,2	107,8	12,6	8,4	3,3	-
То же с золой кокса	4,8	1,9	1,0	0,9	0,6	-	-	0,4
Всего	118,2	30,2	7,2	108,7	13,2	8,4	3,3	0,4
Состав расплава	41,0	10,4	2,5	37,6	4,5	2,8	1,1	0,1

Заводы минеральной ваты обычно работают на многокомпонентной шихте, поскольку возможность получения минеральной ваты заданного качества из однокомпонентной шихты ограничена.

Расчет многокомпонентной шихты при производстве минеральной ваты проводят по методике, разработанной К.Э. Горайновым [2].

Сначала определяют химический состав компонентов, из которых должна состоять шихта, и данные записываются в таблицу.

Затем по тройной диаграмме определяют температуру жидко-плавкого состояния сырьевых компонентов. При этом по классификации К.Э. Горяйнова к легкоплавким относятся компоненты с $t_{ж.п.с.} = 1750^{\circ}\text{C}$, и к тугоплавким с $t_{ж.п.с.} = 1700^{\circ}\text{C}$ [2, 3]

3.2.3.2. Производство ячеистых теплоизоляционных материалов.

1. Пеностекло.

Пеностекло можно вырабатывать по двум основным схемам: из стекольного боя и стекольного гранулята. В первом случае, исходя из заданной производительности, определяют расход стеклобоя.

Годовую потребность стекольного боя определяют по формуле:

$$R = Q \cdot \rho_0 + P_n,$$

где:

Q - производительность завода, м^3 ;

ρ_0 - средняя плотность пеностекла, $\text{т}/\text{м}^3$;

P_n - производственные потери, $\text{т}/\text{год}$.

Для определения потребности сырья в месяц, сутки, смены, час количество стеклобоя, потребляемое в год, необходимо разделить соответственно на количество месяцев, суток, смен, часов.

При производстве пеностекла из стекольного гранулята сначала определяют рецепт стекольной шихты и выход стекла при стеклообразовании.

Пример.

Из сырьевых материалов, приведенных в таблице 3.2, требуется сварить стекло состава SiO_2 -72%; NaO -18%; CaO -10%.

Для получения стекла применяют SiO_2 (песок), Na_2CO_3 (соду) и CaCO_3 (известняк).

Таблица 3.2.

Материал	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	Na_2O	CO_2	SO_3	п.п.п
SiO_2	96,92	0,23	0,03	0,03	0,25	0,005	0,23	-	-	0,26
Na_2CO_3	0,05	0,05	-	-	0,08	-	52,52	37,34	-	8,97
CaCO_3	2,16	0,21	0,05	-	54,26	0,19	-	42,88	0,25	-

Обозначим компоненты SiO_2 , Na_2O и CaO соответственно x , y , z и составим систему трех уравнений:

$$x = 72 - 0,0005 y - 0,0216 z;$$

$$y = 18 - 0,0023 x;$$

$$z = 10 - 0,006 y - 0,0025 x.$$

Решив эту систему уравнений, найдем:

$$x = 71,74; y = 17,73; z = 9,81.$$

Количество песка, необходимое для стекловарения, определяем из пропорции:

из 100 частей песка переходит в стекло 98,92 части;

из x частей песка переходит в стекло 71,74 части.

Тогда:

$$x_1 = \frac{100 \cdot 71,74}{98,92} = 75,52 \text{ части песка.}$$

Соответственно необходимое количество соды определяют из пропорции:

100 частей соды - 52,52 части;

y_1 частей соды - 17,73 части.

Отсюда

$$y_1 = \frac{100 \cdot 17,73}{52,52} = 38,94.$$

В процессе варки улетучивается 5% щелочей, количество соды необходимо соответственно увеличить: $33,94 \cdot 1,05 = 35,64$.

Количество известняка будет:

100 частей известняка - 54,25 части;

z частей известняка - 9,811 части;

$$z = \frac{100 \cdot 9,81}{54,26} = 18,08 \text{ части;}$$

Состав шихты на 100 частей стекла будет следующим:

Песок - 72,52 части

Сода - 35,64 -

Известняк - 18,08 -

Шихты - 126,24 -

Выход стекла определяют из следующего соотношения:

126,24 части шихты - 100 частей стекла;

100 частей шихты - x частей стекла;

$$x = \frac{100 \cdot 100}{126,24} = 79,21 \text{ части}$$

При расчете потребности в сырьевых материалах исходят из заданной производительности завода по пеностеклу. Средняя плотность пеностекла в среднем $0,3 \text{ т/м}^3$. Следовательно, масса стекла, выработанного за год:

$$P = M \cdot 0,3;$$

где: M - производительность завода, $\text{м}^3/\text{год}$.

Необходимое суточное количество стекломассы, определяют по формуле:

$$C_{\text{сут}} = \frac{P \cdot 100^{-2}}{(100 - \varphi_1)(100 - \varphi_2)},$$

где: φ_1 - количество отходов при грануляции, %;

φ_2 - количество отходов при изготовлении и транспортировке блоков пеностекла, %.

Зная суточный расход стекломассы и состав шихты на 100 частей стекла, можно определить потребность в сырьевых материалах и составить материальный баланс.

2. Керамзит, перлит, вермикулит. Технологические расчеты при производстве керамзита, перлита и вермикулита сводятся к составлению материального баланса и определению расхода сырья на единицу готовой продукции или на единицу времени.

Производительность завода в массовых единицах определяют по формуле:

$$Q = M \cdot \rho_0,$$

где: Q - производительность завода, т/год;

M - производительность завода, м³/год;

ρ_0 - средняя плотность готовой продукции, т/м³.

Выпуск готовой продукции:

в сутки
$$q_{\text{сут}} = \frac{Q}{n}$$

где: n - число рабочих дней в году;

в час:
$$q_{\text{час}} = \frac{q_{\text{сут}}}{t},$$

где: t - количество рабочих часов в сутки.

Для обеспечения заданной часовой производительности печи в нее должно поступить сырьца:

$$q_n = q_{\text{час}} \left(1 + \frac{\varphi}{100} \right) \left(1 + \frac{n.n.n.}{100} \right) \left(1 + \frac{W}{100} \right),$$

где: φ - потери (брак и унос из печи);

$n.n.n.$ - потери при прокаливании сырьца, %;

W - влажность сырьца, поступающего в печь, %.

Расход сырья в состоянии естественной влажности определяют по формуле:

$$q_w = q_n \left(1 + \frac{W_1}{100} \right) \left(1 + \frac{\varphi_1}{100} \right),$$

где: W_1 - карьерная влажность сырья, %;

φ_1 - потери сырья при обработке, %.

3. Ячеистые бетоны. Для определения расхода материала на выпуск единицы продукции ячеистого бетона необходимо рассчитать состав ячеистой смеси. Вследствие разнородного состава сырьевой смеси состав для получения ячеистого бетона в каждом случае подбирают опытным путем. При этом определяют соотношение пенообразователя и воды и соотношение вяжущего вещества и заполнителя. Затем по эмпирическим формулам рассчитывают расход материалов на 1 м³ пенобетона.

Расход вяжущего определяют по формуле:

$$B = \frac{k \cdot \rho_0}{1 + n},$$

где: k - коэффициент учета связанной воды в бетоне после пропаривания, равный 0,95;

ρ_0 - средняя плотность ячеистого бетона в сухом состоянии, кг/м³;

n - число частей песка на 1 часть вяжущих веществ.

Необходимое количество песка будет $\Pi = B \cdot n$

Расход воды определяют по формуле:

$$B_1 = (B + \Pi) \frac{B_1}{B},$$

где: B_1/B - водовязущее отношение.

Среднюю плотность пеномассы вычисляют по формуле:

$$\rho_0 = k \left(1 + \frac{B_1}{B} \right) B_2,$$

где: B_2 - количество воды и пенообразующей эмульсии, заливаемое в пенообразователь.

Расход материалов на год определяют по следующим формулам:

$$B_r = v_r B \left(1 + \frac{\varphi}{100} \right);$$

$$\Pi_r = v_r \Pi \left(1 + \frac{\varphi}{100} \right);$$

$$B_{1r} = v_1 B_1 \left(1 + \frac{\varphi}{100} \right);$$

где: Π_r - расход песка, т/год;

B_{1r} - расход воды, л/год;

V_r - годовой выпуск ячеистого бетона, м³;

B_r, Π_r, B_{1r} - соответственно расход вяжущего, песка и воды на 1 м³ ячеистого бетона, т;

3.2.3.3. Производство асбестоцементных теплоизоляционных изделий.

Расход сырья на единицу изделия при производстве асбестоцементных теплоизоляционных изделий можно определить по приведенным ниже формулам, предложенным П.Н. Соколовым.

Расход асбеста:

$$g_A = \frac{v_{\Pi} \cdot \rho_0}{100 + 10,8} \cdot a,$$

Расход цемента:

$$g_{ц} = \frac{V_{п} \cdot \rho_0}{100 + 10,8} \cdot e$$

где: $V_{п}$ - объем изделия, вычисленный по его нормальным размерам, см³;

ρ_0 - средняя плотность изделия в высушенном состоянии, г/см³;

a - содержание в изделии асбеста, %;

e - содержание в изделии цемента, %.

Процентное содержание асбеста и цемента устанавливают по технологической карте или по справочнику. Вычисленное по приведенным формулам количество асбеста и цемента увеличивают на величину изделия и годовой выпуск, определяют годовой расход асбеста и цемента.

3.2.3.4. Производство камышита.

Для изготовления камышитовых теплоизоляционных изделий используют стебли камыша и стальную проволоку для их скрепления.

Расход камыша на изготовление 1 м³ камышита определяют исходя из средней плотности изделий. Например, на изготовление 1 м³ камышита средней плотностью 300 кг/м³ расходуется 300 кг камышита без массы проволоки, которой перевязывают стебли камыша.

Расход камыша на изготовление 1 м³ изделий средней плотности определяют по формуле:

$$G_k = V_{п} \cdot \rho_0 + \varphi - g,$$

где G_k - расход камыша, кг;

$V_{п}$ - выпуск готовых изделий, м³;

ρ_0 - средняя плотность изделий, кг/м³;

φ - производственные потери, %.

g - масса проволоки, кг.

Из практики известно, что на изготовление 1 м³ камышитовых теплоизоляционных изделий расходуется в среднем 12 кг проволоки.

3.2.3.5. Производство цементного фибролита.

Для определения расхода материалов на изготовление 1 м³ цементного фибролита необходимо подобрать его состав. Подбор состава цементного фибролита и определение расхода материала на изготовление 1 м³ фибролита можно вести по следующей методике.

При производстве фибролитовых плит в зависимости от их свойств древесную шерсть смешивают с цементом в различных соотношениях. Опытом установлено, что чем меньше должна быть средняя плотность фибролита, тем больше расход цемента на 1 кг шерсти.

Данные по расходу цемента на 1 кг древесной шерсти в зависимости от средней плотности массы фибролита приведены в табл. 3.3.

Таблица 3.3.

Средняя плотность фибролита, кг/м ³	300	360	400	500
Расход цемента на 1 кг древесной шерсти, кг	2,0	1,9 - 1,8	1,7	1,3

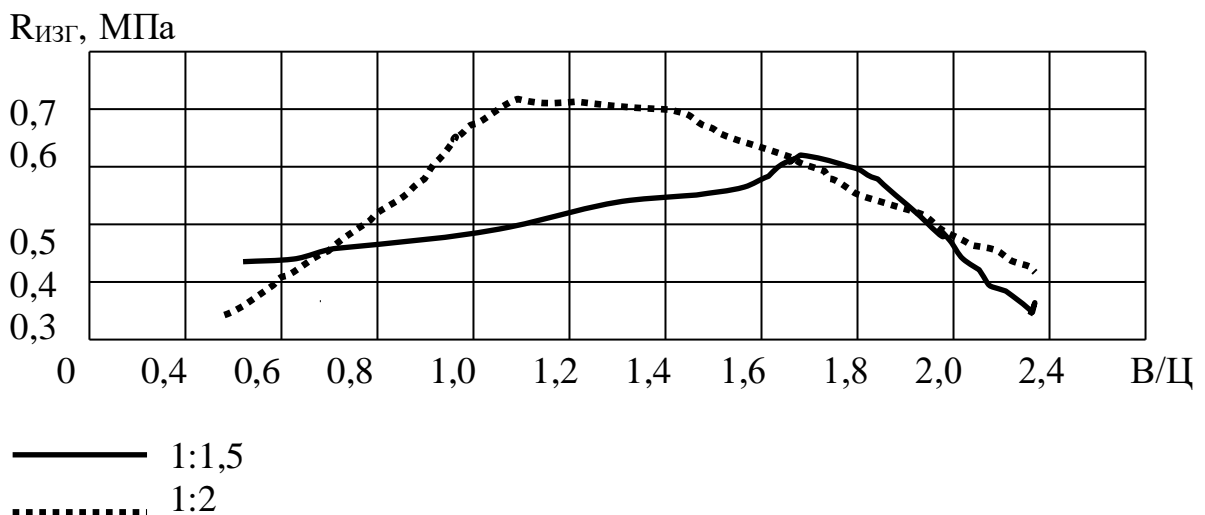
Пример. Определить расход цемента на 1 м³ фибролита, если $\rho_0 = 400$ кг/м³. По таблице 3.3 находим, что на 1 кг древесной шерсти расходуется 1,7 кг цемента. На 1 м³ фибролита необходимо цемента:

$$Ц = \frac{400 \cdot 1,7}{2,7} = 250 \text{ кг}$$

Расход древесной шерсти:

$$Ш = 400 - 250 = 150 \text{ кг.}$$

Далее необходимо определить водоцементное отношение В/Ц. Под В/Ц применительно к фибролиту понимается отношение всего количества влаги, содержащейся в плите, к массе цемента. Величину водоцементного отношения можно определить по графику.



Пример. Определить величину водоцементного отношения для фибролита с такой средней плотностью соотношение древесной шерсти и фибролита должно составить: 1:1,7. На графике показан состав 1:1,5 по которому и определяем В/Ц.

На графике видно, что оптимальная величина В/Ц составляет от 0,7 до 2. Так как с увеличением в шихте древесного компонента В/Ц возрастает, для нашего примера ее необходимо взять меньшей, например, В/Ц = 1,5.

Зная В/Ц, расход цемента и влажности шихты, определяют расход воды. Расход воды на 1 м³ фибролита для нашего примера:

$$B = Ц \cdot 15 - \left(\frac{G - W}{100} \right),$$

где:

B - расход воды на 1 м³ фибролита, л;

Π - расход цемента на 1 м³ фибролита, кг;

1,5 - водоцементное отношение;

G - масса твердых материалов в 1 м³ фибролита, кг;

W - естественная влажность материалов.

Годовой расход материалов для производства фибролита определяют по формулам:

расход цемента

$$G_{\Pi} = v_{\Pi} \left(1 + \frac{\varphi}{100} \right);$$

расход древесной шерсти

$$G_{Ш} = v_{Ш} \left(1 + \frac{\varphi}{100} \right);$$

расход воды

$$G_B = v_B \left(1 + \frac{\varphi}{100} \right).$$

где: G_{Π} и $G_{Ш}$ - соответственно годовые расходы цемента и древесной шерсти, т;

G_B - расход воды, м³;

v_{Π} , $v_{Ш}$, v_B - расход цемента, древесной шерсти, воды на 1 м³ фибролитовых плит;

φ - производственные потери, %.

3.2.3.6. Производство торфяных теплоизоляционных плит (мокрый способ)

Производительность завода по производству торфоплит задают в м³. Производительность в массовых единицах определяют по формуле:

$$Q = V \rho_0,$$

где V - годовая производительность, м³/год;

ρ_0 - средняя плотность торфоплит, кг/м³.

Выпуск готовой продукции в состоянии нормальной влажности составит в сутки:

$$q_{\text{сут}} = \frac{Q}{n},$$

где n - число рабочих дней в году;

Для обеспечения заданной суточной производительности на склад для выдерживания должно поступить в состоянии нормальной влажности:

$$q_{\text{скл}} = q_{\text{сут}} \left(1 + \frac{\varphi_1}{100} \right),$$

где: φ_1 - потери при склеивании, строжке и обрезке плит.

С учетом влажности после формовки и брака при сушке в сушилку должно поступить сырьё в количестве:

$$q_{сув} = q_{скл} \left(1 + \frac{\varphi_2}{100} \right) \left(1 + \frac{W^L + W}{100} \right);$$

где: φ_2 - потери от брака при сушке, %

W^L - влажность изделий после формования, %

W - нормальная влажность изделий, %

С учетом влажности гидромассы и брака при прессовании на формовку сырья должно поступить:

$$q_{\phi} = q_{сум} \left(1 + \frac{\varphi_3}{100} \right) \left(1 + \frac{W^R + W^L}{100} \right);$$

где: φ_3 - потери от брака при формовании, %;

W^R - влажность гидромассы после варки, %.

С учетом естественной влажности на дробление суточный расход сырья должен составить:

$$q_{др} = q_{\phi} \left(1 - \frac{W^R - W^G}{100} \right);$$

где: W^G - естественная влажность торфа, %

Расход гидрофобизаторов и антисептиков определяют на основании данных технологической карты. Расчет производства торфоплит по сухому способу аналогичен описанному выше.

3.2.3.7. Производство древесноволокнистых плит.

Древесноволокнистые плиты выпускают заданной средней плотностью. Зная среднюю плотность плит и производительность (м^3), можно определить массовую производительность завода:

$$Q = V \cdot \rho_0;$$

где: V - годовая производительность, $\text{м}^3/\text{год}$;

ρ_0 - средняя плотность древесноволокнистых плит, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Выпуск годовой продукции в состоянии нормальной влажности составит:

$$q_{сеп} = \frac{Q}{n} \quad (n - \text{число рабочих дней в году});$$

С учетом потерь при механической обработке на форматных станках (при производстве изоляционных плит) и при горячем прессовании (при производстве полутвердых и твердых плит) выпуск плит должен составить:

$$q_{\phi} = q_{свт} \left(1 + \frac{\varphi}{100} \right);$$

где: φ - потери влажности при механической обработке, %.

При влажности плит после сушки W в сушилку с отливочной машины за сутки должно поступить:

$$q_{\text{сут}} = q_{\phi} \left(1 + \frac{\phi}{100} \right) \left(1 + \frac{W^L}{100} \right);$$

где: ϕ - потери при сушке, %;

W^L - влажность плит после сушки, %;

W - влажность полотна после отливочной машины, %.

При влажности полотна W^R на отливочную машину должно поступить плит за сутки:

$$q_{\text{сут}} = q_c \left(1 + \frac{W^R - W^L}{100} \right);$$

где: W^R - влажность гидромассы, %.

При влажности получаемой гидромассы W^R в гидробассейне за сутки должно поступить древесного полотна в состоянии естественной влажности:

$$q_{\text{дв}} = q_{\text{от}} - W_{\text{в}};$$

где: $W_{\text{в}}$ - количество воды, добавляемое при получении гидромассы в бассейнах, %.

С учетом потерь древесины при распиловке, раскалывании чурок и приготовлении щепы для обеспечения заданной производительности в сутки потребуется неделовой древесины в состоянии естественной влажности:

$$q_{\text{дс}} = q_{\text{дв}} \left(1 + \frac{\phi}{100} \right);$$

где: ϕ - потери при распиловке, раскалывании чурок и приготовлении щепы, %

Зная среднюю плотность складочного кубометра древесины, можно определить расход древесины за сутки:

$$V_{\text{дсут}} = q_{\text{дсут}} \cdot \rho_0;$$

где: $V_{\text{дсут}}$ - суточный расход древесины, м³;

$q_{\text{дсут}}$ - суточный расход древесины, т;

ρ_0 - средняя плотность, кг/м³.

3.2.3.8. Производство керамических теплоизоляционных изделий.

Технологические расчеты по производству керамических теплоизоляционных материалов сводятся, в основном, к определению производительности завода. На основании материального баланса определяют годовой расход сырьевых материалов. Для составления такого материального баланса могут быть использованы формулы, приведенные ранее.

Количество выгорающих добавок и пенообразователей определяют по технологической карте. Если такой карты нет, то процентное содержание выгорающей добавки и пенообразователя вычисляют опытным путем, исходя из заданной средней плотности готовых изделий.

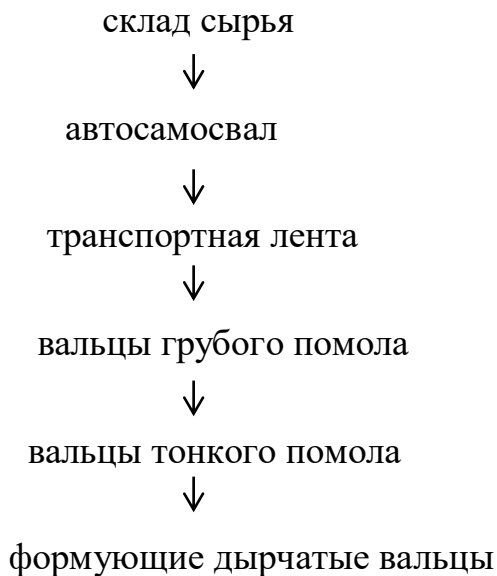
Необходимо учитывать величину отходов при механической обработке изделий. При механической обработке известна величина припусков на эту обработку, следовательно, размеры, которые имеют изделия до этой обработки, легко определить. Исходя из этого, определяют количество отходов.

3.2.4. Выбор и расчет технологического и транспортного оборудования.

Подбор оборудования производят на основании схемы технологического процесса и материального баланса производства.

Пример. Подобрать оборудование для приготовления гранул сырца при производстве керамзита.

Примерная технологическая схема следующая:



Площадь склада сырья определяют по формуле:

$$S = \frac{Q_{\text{общ}}}{\rho \cdot h};$$

где Q - общий расход сырья для производства готовых изделий, т/год;

ρ - насыпная масса сырьевых материалов (для глины $\rho=1,8$ т/м³), т/м³;

W - высота укладки, м..

Полная площадь с учетом проходов, которые составляют 30-40% полезной площади:

$$S_{\text{полн}} = \frac{100 \cdot S}{60};$$

Эти формулы можно использовать для расчета складов сырья при производстве других видов теплоизоляционных материалов.

Количество автосамосвалов определяют по формуле:

$$m = \frac{G}{G_1}; m = \frac{G}{G_1};$$

где: m - число единиц в движении;

G - масса груза, подлежащего перевозу, т;

G_1 - масса груза, перевезенного одной единицей за отрезок времени в т;

$$G_1 = q \cdot \beta \cdot \frac{T}{t},$$

где: q - грузоподъемность одной единицы, т;

β - коэффициент использования единицы;

T - расчетный отрезок времени;

t - время оборота подвижного состава, мин.

3.2.4.1. Подбор ящичного питателя.

Из материального баланса производства известно, что со склада сырья поступает на переработку 10 т в час (для нашего примера) глины с учетом всех потерь. В справочнике М.Я. Сапожникова находим техническую характеристику ящичных питателей, производительностью до 30 м³/ч.

При объемной массе глины 1,8 т/м³ производительность такого питателя: 30/18=16,7 т/ч.

Далее необходимо выписать полную техническую характеристику ящичного питателя и определить коэффициент его использования. При этом необходимо учесть коэффициент равномерности заполнения питателя K , зависящий от организации погрузочных работ на складе сырья, и коэффициент использования рабочего времени питателя K_p .

Коэффициент K_3 принимают в пределах 0,5-0,7, коэффициент K_p - в пределах 0,7-0,9. Коэффициент использования определяют по формуле:

$$K_n = \frac{G}{G_1 \cdot k_3 \cdot k_p},$$

где: G - необходимая производительность машины, т/ч или м³/ч;

G_1 - необходимая производительность машины, т/ч или м³/ч.

После подстановки данных получим:

$$K_n = \frac{10}{16,7 \cdot 0,7 \cdot 0,9} = 0,94$$

3.2.4.2. Подбор вальцов.

Таким же путем, пользуясь справочниками по оборудованию, делают подбор вальцов грубого и тонкого помола и формующих вальцов, а также подбор оборудования при проектировании заводов (цехов) по производству других теплоизоляционных материалов.

3.2.4.3. Расчет ленточных транспортеров.

При расчете ленточных транспортеров по заданной часовой производительности определяют ширину ленты. Длина её известна из условий компоновки оборудования. Ширина плоской ленты определяется по следующей формуле:

$$B = \left[0,05 \sqrt{\frac{G}{200 \cdot V \cdot \rho \cdot k_3 \cdot k_{рых}}} \right] \div 0,9;$$

где: G - производительность транспортера, т/ч;

V - скорость ленты, м/с;

ρ - средняя плотность транспортируемой породы в плотном теле;

k_p - коэффициент использования рабочего времени ленты;

$k_{рых}$ - коэффициент рыхления породы (для мягких пород $k_{рых} = 0,9$, для скальных $k_{рых} = 0,8$);

$k_3 = 0,9$ - коэффициент равномерности заполнения ленты.

Ширину желобчатой ленты определяют по формуле:

$$B = \left[0,05 \cdot \sqrt{\frac{G}{400 \cdot V \cdot \rho \cdot k_3 \cdot k_p \cdot k_{рых}}} \right] : 0,9,$$

Ширину ленты, определенную по требуемой производительности, проверяют по крупности транспортируемого материала. Для сортированного материала $B \geq 3,3a + 0,2$ м, для рядового материала $B \geq 2a + 0,2$ м, для штучных грузов $B \geq a + 0,1$ м, где a - максимальный размер транспортируемого материала.

3.2.4.4. Расчет бункеров.

Бункерами называют емкость для хранения и перегрузки сыпучих материалов. Бункера бывают прямоугольной формы, корпус которых имеет форму призмы, а днище пирамиды, круглые с цилиндрическим корпусом и коническим дном.

Объем прямоугольного бункера можно определить по формуле как сумму двух объемов параллелепипеда и усеченной пирамиды:

$$V = V_1 + V_2 = \left[\ell_1 \cdot \ell_2 \cdot h + \frac{\ell_1 \cdot \ell_2 + a_1 \cdot a_2}{2} \cdot h_1 \right],$$

где $V_1 = \ell_1 \cdot \ell_2 \cdot h$ и $V_2 = \frac{\ell_1 \cdot \ell_2 + a_1 \cdot a_2}{2} \cdot h_1$ - собственно объемы прямоугольной и усеченной части бункера.

Полезный объем, занимаемый материалом, практически всегда меньше теоретически вычисленного, поэтому при расчете бункеров необходимо учитывать коэффициент заполнения, который зависит от угла естественного откоса материала и условий подачи его.

При расчете бункера необходимо правильно выбрать размер и форму выпускного отверстия. Наилучшими формами выпускного отверстия следует считать квадрат и круг.

Для определения наименьших допустимых размеров выпускных отверстий бункеров квадратной и круглой форм для материалов с углом естественного откоса в пределах $30-50^\circ$ К.В.Алферовым предложена следующая формула:

$$a = \kappa(D + 80) \operatorname{tg} \alpha,$$

где: a - размер стороны квадрата или диаметра круга, мм;

D - диаметр максимальных кусков, мм;

α - угол естественного откоса материала в условиях покоя;

κ - опытный коэффициент (для сортированного материала принимают, $\kappa=2,6$, для рядового материала $\kappa=2,4$).

Пропускная способность бункера при равномерном потоке материала и нормальных размерах выпускного отверстия может быть определена по формуле:

$$V=3600 \cdot F \cdot v,$$

где: F - площадь выпускного отверстия, м²;

v - скорость выхода материала через отверстие, м/с. Среднюю расчетную скорость материала для нормальных отверстий можно принять в пределах 0,5+2 см/с.

3.2.4.5. Расчет склада готовой продукции для штучных материалов.

Требуется рассчитать площадь склада для хранения продукции, изготовленной за n суток. Если количество изделий, изготовленных в сутки, равно m , а объем одного изделия равен q м³, то объем продукции, выработанной за n суток, составит:

$$V=n \cdot m \cdot q$$

Полезную площадь склада определяют по формуле:

$$S = \frac{V}{h},$$

где: h - высота загрузки, м.

Проходы в складе должны составлять 30%, следовательно, полная площадь склада будет:

$$S_{пол} = \frac{S \cdot 100}{70}$$

3.2.4.6. Расчет склада готовой продукции для сыпучих материалов.

При производстве сыпучих материалов (перлит, вермикулит, керамзит) склады готовой продукции устраивают в виде бункеров или в виде силосов. Полезную емкость склада можно определить по формуле:

$$E = \frac{\Pi \cdot t}{T},$$

где: Π - проектная производительность по готовой продукции, т/год;

t - запас готового продукта в сутках;

T - число рабочих суток в году.

Полезную емкость каждого бункера цилиндрической формы определяют по формуле:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D^2}{4H} H \cdot \rho \cdot \zeta$$

где: V_{ϕ} - полезная емкость одного бункера, т;

D - внутренний диаметр бункера, м;

H - геометрическая высота бункера без подбункерной части;

ρ - средняя плотность материала, т/м³;

ζ - коэффициент заполнения бункера с учетом остатка в десятых долях единицы.

Для бункера (силоса) другой формы полезная емкость определяется по формуле:

$$V_{\delta} = F \cdot H \cdot \rho \cdot \zeta,$$

где: F - площадь поперечного сечения бункера, м, индексы H, ρ, ζ имеют те же значения, что и в предыдущей формуле.

Количество бункеров (силосов) цилиндрической формы может быть определено по формуле:

$$m = \frac{F}{V_{\delta}} = \frac{\Pi \cdot t \cdot 4}{T \cdot \pi \cdot D^2 \cdot H \cdot \rho \cdot \zeta}$$

3.2.5. Контроль производства

В данном разделе следует описать требования действующих стандартов на методы испытаний исходного сырья, полуфабрикатов, готовой продукции, указать контроль параметров процесса на технологических пределах.

3.2.6. Техника безопасности и экология.

В этом разделе излагаются требования к процессу производства заданного вида материала или изделия с точки зрения экологии, техники безопасности, противопожарной безопасности. Необходимо точно указать, какими предохранительными устройствами снабжается оборудование (элеваторы, конвейеры, грузоподъемное оборудование) и тепловыми установками (вагранки, печи, сушила и т.д.) в соответствии с разработкой технологической схемы.

3.2.7. Техничко-экономические показатели

Эффективность и срок окупаемости капитальных вложений в строительство проектируемой линии оценивают коэффициентом экономической эффективности E_K и показателем окупаемости капитальных вложений T_K :

$$E_K = \frac{c_2 - c_1}{k_1 - k_2}; \quad T_K = \frac{1}{E_K};$$

где: c_1, c_2 - себестоимость выпуска продукции по вариантам, руб;

k_1, k_2 - капитальные вложения по вариантам, руб.

Вариант проектного решения может считаться эффективным, если соблюдается условие:

$$E_K \geq E_H;$$

где:

E_H - нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений, равный 0,12.

Необходимые для расчета значения себестоимости выпуска продукции и капитальных вложений по вариантам следует принимать на основании литературных данных.

Библиографический список

1. Технология изоляционных строительных материалов и изделий. В 2ч. Ч.2. Стеновые материалы и изделия: учеб. пособие для студ. учреждений высш. проф. образования / В.Ф. Завадский. - М. : Издательский центр «Академия», 2012. – 192 с.
2. Технология изоляционных строительных материалов и изделий. В 2ч. Ч.1. Тепло- и гидроизоляционные материалы и изделия: учеб. пособие для студ. учреждений высш. проф. образования / О.А. Игнатова. - М. : Издательский центр «Академия», 2012. – 288 с.
3. Вешневская В.Г. Неразрушающие методы испытаний строительных материалов : учебно-методическое пособие (лабораторный практикум) для студентов направления подготовки 08.03.01 Строительство (профиль «Производство и применение строительных материалов, изделий и конструкций») / Вешневская В.Г., Корниенко С.В., Малинин Д.Г.. — Макеевка : Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, ЭБС АСВ, 2020. — 91 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/93866.html> (дата обращения: 27.12.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
4. Гилязидинова, Н. В. Строительные материалы : учебное пособие / Н. В. Гилязидинова, Т. М. Федотова, В. Б. Дуваров. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2019. — 172 с. — ISBN 978-5-00137-050-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/122210> (дата обращения: 27.12.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей
5. Дворкин Л.И. Строительное материаловедение [Электронный ресурс]/ Дворкин Л.И., Дворкин О.Л.— Электрон. текстовые данные.— М.: Инфра-Инженерия, 2013.— 832 с.
6. Кононова О.В. Современные отделочные материалы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Кононова О.В.— Электрон. текстовые данные.— Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, Поволжский государственный технологический университет, ЭБС АСВ, 2010.— 97 с.
7. Дворкин Л.И. Строительные минеральные вяжущие материалы [Электронный ресурс]: учебно-практическое пособие/ Дворкин Л.И., Дворкин О.Л.— Электрон. текстовые данные.— М.: Инфра-Инженерия, 2013.— 544 с.
8. Дергунов С.А. Сухие строительные смеси (состав, технология, свойства) [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Дергунов С.А., Орехов С.А.— Электрон. текстовые данные.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2012.— 106 с.

Приложение.

*Форма титульного листа текстовой части
курсовой работы.*

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»

Институт горного дела и строительства
Кафедра «Строительство, строительные материалы и конструкции»

Пояснительная записка
к курсовой работе
по дисциплине " Технология отделочных и изоляционных
строительных материалов и изделий "

(тема курсовой работы прописными буквами)

Студент гр. _____
индекс гр. _____ подпись, дата _____ Ф.И.О. _____

Руководитель _____
должность, _____ подпись, дата _____ Ф.И.О. _____
ученая степень _____

Тула _____
год