

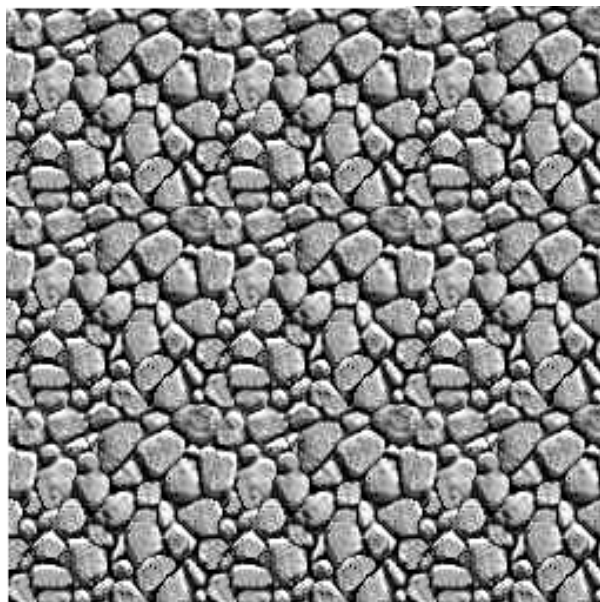
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИИ БЕТОНА И СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ НА ТЕМУ

« Заполнители бетона »

для студентов специальности 70.01.01
«Производство строительных изделий и конструкций»



Брест 2003

УДК 691.322

В методических указаниях приведены общие требования, содержание и последовательность выполнения курсовой работы, изложены основные положения проектирования технологических линий по производству эффективных видов заполнителей бетона.

Таблиц 50, приложений 20, библиографических названий -11.

Составители :

В. Н. Плосконосов, доцент, канд. техн. наук

А.И. Пикула, ассистент

Рецензент: А.Н. Грициенко, , начальник технического отдела, главный конструктор института «Брестстройпроект».

Учреждение образования
© Брестский государственный технический университет 2003

ВВЕДЕНИЕ

Заполнители занимают в бетоне до 80 % объёма и составляют 30-50 % стоимости бетонных и железобетонных конструкций, они оказывают значительное влияние на свойства бетонной смеси и бетона. В связи с большим объёмом и разнообразием выпускаемых бетонов требуется огромное количество различных по свойствам заполнителей.

В курсовой работе разрабатывается технология производства эффективных видов заполнителей на основе производственного опыта и научно-исследовательских разработок в направлении снижения материалоемкости и топливно-энергетических ресурсов.

Особое внимание следует уделить разработке безотходных технологий, предусматривающих получение различных заполнителей из разнообразных отходов промышленности и попутно добываемых пород.

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Основная задача курсовой работы - приобретение практических навыков технологического проектирования производства эффективных заполнителей бетонов различных видов. В процессе выполнения курсовой работы студенты приобщаются к самостоятельному изучению технической и справочной литературы, норм технологического проектирования предприятий по производству заполнителей бетонов, типовых проектов, стандартов и другой инструктивной литературы.

1.1 Задание на курсовую работу

Темами курсовой работы являются разработка технологии цеха, предприятия или установки по производству наиболее эффективных видов заполнителей (плотных и пористых, природных и искусственных, крупных и мелких).

В отдельных случаях курсовая работа заменяется научно-исследовательской работой.

В задании указываются вид выпускаемой продукции, производительность цеха (предприятия), характеристика сырья и его особенности.

1.2. Состав и объём курсовой работы

Курсовая работа состоит из расчётно-пояснительной записки (25 - 30 стр.) и графической части (1 лист формата А2.) Она должна представлять собой разработку студентом комплекса решений по проектируемому объекту и содержать следующие части: вводную, технологическую, технико-экономическую, по охране труда и окружающей среды.

1.2.1 Расчётно - пояснительная записка

Последовательность изложения материала в расчётно-пояснительной записке и примерный объём по разделам рекомендуется следующими :

- Задание 1 с.
- оглавление 1 с.
- реферат 1 с.
- введение 1-2 с.
- характеристика выпускаемой продукции и область её применения в строительстве 2-3с.
- характеристика сырьевых материалов 2-3с.
- режим работы и фонд рабочего времени 1-2с.
- выбор и технико-экономическое обоснование способа и технологической схемы производства 2-3 с.

- расчёт производительности цеха и оборудования технологической линии, потребности сырья и полуфабрикатов 3-6с.
- контроль технологического процесса и качества готовой продукции..... 2-3с.
- технико-экономические показатели проектируемого предприятия 2-3с.
- охрана труда 2-3с.
- охрана окружающей среды 1-2с.
- список использованных литературных, нормативных и других источников. 1-2с.

Пояснительная записка выполняется рукописным шрифтом чёрными или синими чернилами на листах стандартного формата А4 (210×297 мм).

Поля : левое – не менее 20 мм; правое, нижнее и верхнее – не менее 5 мм. Форма титульного листа приведена в стандарте университета.

1.2.2 Графическая часть

Чертежи и подписи выполняются на ватмане карандашом или тушью в соответствии с требованиями ГОСТов и ЕСПД. Масштаб для планов и разрезов цеха рекомендуется принимать 1:100 (при значительных размерах 1:200). При разработке в специальной части узлов технологического потока может применяться масштаб 1:50.

2. ИСХОДНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

2.1 Введение

Во введении следует кратко изложить сведения о состоянии и перспективах развития отечественного производства данного вида заполнителя, о его применении в строительной индустрии и строительстве, о зарубежном опыте.

Необходимо обосновать цель и задачи выполняемой курсовой работы, указать нормативные документы, положенные в основу её разработки.

2.2 Характеристика выпускаемой продукции и область применения в строительстве

В этом разделе следует изложить:

- основные требования к заполнителю, предъявляемые действующими нормативными документами;
- обоснование выбора основных показателей качества заполнителей в зависимости от исходного сырья, способа производства и других конкретных факторов;
- планируемое для производства процентное соотношение видов и фракций заполнителя (например, гравий, щебень из гравия и песка, содержание отдельных фракций в керамзитовом гравии);
- назначение данного заполнителя для рационального применения в бетонах.

2.3 Характеристика сырьевых материалов

В этом разделе сначала описываются общие требования к основному сырью для выпуска заданного вида продукции в соответствии с требованиями, изложенными в нормативных документах (химический и минерало-петрографический составы, физико-химические характеристики, специфические свойства и т.д.).

Затем указывается добавочное сырьё, необходимое для получения заданных свойств заполнителей. Приводятся цель введения добавок, влияние их на свойства сырьевой массы и готовой продукции.

2.4 Выбор и технико-экономическое обоснование способа и технологической схемы производства

Выбор и технологическую схему производства обосновывают при проектировании цехов искусственных пористых заполнителей. Для предприятий нерудных строительных материалов выбирают и обосновывают технологическую схему переработки горных пород в зависимости от их типа, рассматривая при этом принцип построения, стадийность дробления, поточность и структуру схемы. Во всех случаях нужно учитывать качество исходного сырья и требования, предъявляемые к готовой продукции.

Оптимальную схему технологического процесса производства заполнителей выбирают на основании анализа вариантов технологий, сравнения их достоинств по показателям материалоемкости, затрат топливно-энергетических ресурсов, качества готовой продукции, сложности технологического процесса, возможности механизации и автоматизации производства и др.

В этом разделе приводится принятая технологическая схема производства, а затем производится её описание в строгой технологической последовательности. Основное внимание уделяется назначению каждой технологической операции и сущности физико-химических процессов, происходящих при этом.

В этом разделе при описании отдельных важных технологических операций возможна разработка темы НИРС.

Здесь указываются принятые мероприятия для улучшения отдельных технологических приёмов, за счёт которых повышается качество готовой продукции и технико-экономическая эффективность её производства и применения в строительстве.

2.5 Режим работы и фонд рабочего времени

Режим работы щебёночных и гравийно-песчаных заводов с экскаваторным способом разработки месторождений, как правило, круглогодовой с числом рабочих дней 260, а песчаных и всех гидромеханизированных заводов и цехов сезонный, с числом рабочих дней в году, устанавливаемым по климатическим данным района размещения предприятия (например, для центрального европейского района 170 - 190 дней);

Суточный режим работы предприятия обычно принимается трёхсменным (в отдельных случаях, при обосновании - двухсменным), продолжительность смены - 8 ч.

Годовой фонд рабочего времени при трёхсменном режиме определяется за вычетом времени, необходимого для планово-предупредительных ремонтов, и составляют по нормам 6075 ч.

Расчётный годовой фонд времени работы технологического оборудования в часах ($T_{и}$), на основании которого рассчитывают производственную мощность предприятия, определяют исходя из годового фонда рабочего времени (T) с учётом коэффициентов использования оборудования во времени ($K_{и}$).

$$T_{и} = T K_{и} \quad (2.1)$$

где: $K_{и} = 0,85$ и $0,90$ соответственно для трёхсменного и двухсменного режимов работы предприятий с экскаваторным способом разработки месторождений.

Для гидромеханизированных предприятий $K_{и}$ принимается в зависимости от содержания гравия (%) в гравийно-песчаной массе :

до 5 - 0,7; 5...20 - 0,65; 20...40 - 0,6; 40...60 - 0,52.

Режим работы цехов искусственных пористых заполнителей принимается непрерывным, круглогодовым, в три смены по 8 ч. Годовой фонд рабочего времени – 8760 ч. (3x8x365).

Коэффициенты использования основного обжигового оборудования во времени следующие:

0,92 – для вращающейся печи (2,5x40) и агрегата СМС-197; 0,86 – для двухбаранной печи; 0,85 – для печи кипящего слоя (для керамзитового песка); 0,80 – для печей различной конструкции (для вспученного перлитового щебня и песка); 0,82 и 0,90 – для агломерационных машин.

Режим работы складов по отгрузке готовой продукции для всех предприятий принимается круглогодичным без выходных дней, как правило, трёхсменным.

2.6 Расчёт производительности цеха и оборудования технологической линии, потребности сырья и полуфабрикатов

2.6.1 Производство заполнителей из плотных и пористых горных пород

Схема производства рассчитывается на основе принятой технологической схемы для определения следующих показателей:

- выхода продукта на отдельных операциях схемы, % или доля единицы;
- выхода готовой продукции по схеме, % или доля единицы;
- производительности по исходной горной массе, т/ч и м³/ч.

Исходными данными для расчёта являются:

- заданная производительность по готовой продукции;
- гранулометрический состав исходной горной массы;
- граничные крупности разделения для операций грохочения (размеры отверстий сит) и классификации;
- общие эффективности операций грохочения, классификации и промывки (приложение 9);
- размеры выпускных щелей дробилок, принятых в технологической схеме;
- характеристики крупности продуктов дробления (определяемые по типовым графикам в приложениях 10,11);
- средняя насыпная плотность исходного сырья и готовой продукции, принимаемая ориентировочно по приложению 12;
- расходы воды и влажность продуктов операций промывки, классификации, обезвоживания, которые принимаются в соответствии с практическими данными или установленными нормами.

Расчёт качественно-количественной схемы основан на выполнении условий материального баланса продуктов, поступающих на операцию и выходящих после неё. Расчёт следует производить по стадиям дробления с относящимися к ним операциям грохочения.

Выбор типа дробильного оборудования производят исходя из того, что дробилки, устанавливаемые на последовательных стадиях дробления, должны быть увязаны между собой по производительности и размеру куска, выходящего из предыдущей дробилки, который не должен превышать допустимую крупность в питании последующей дробилки, принимаемую равной 0,8 ... 0,85 ширины её приёмного отверстия.

Размер наибольшего куска продукта дробления в щёковой дробилке должен быть не более 1,7e для дробилок ЩДП и 1,5e - для дробилок ЩДС (e - ширина разгрузочной щели).

Для дробления пород в конусных дробилках среднего и мелкого дробления при максимальных разгрузочных щелях коэффициент загрузки продукта дробления ($K=S_{95}/e$, где S_{95} - размер квадратной ячейки сита, через которую проходит 95% продукта дробления) должен быть не более 2,8 для КДС и 3,8 для КМД.

Последовательные расчёты выходов продуктов на каждой операции завершаются определением выходов готовой продукции по технологической схеме и вычисле-

нием производительности по исходной горной массе соответственно в метрах кубических за год и в тоннах за год.

$$Q_{\text{исх}} = Q_{\text{гот}} \cdot \rho_{\text{н}}^{\text{гот}} / \gamma_{\text{гот}} \quad (\text{т/год}) \quad (2.2)$$

$$Q_{\text{исх}} = Q_{\text{гот}} \cdot \rho_{\text{н}}^{\text{гот}} / \gamma_{\text{гот}} \cdot \rho_{\text{н}}^{\text{исх}} \quad (\text{м}^3/\text{год}) \quad (2.3)$$

где: $Q_{\text{гот}}$ – заданная производительность по готовой продукции, м³/год;

$\gamma_{\text{гот}}$ – расчётный выход готовой продукции, доли единицы;

$\rho_{\text{н}}^{\text{гот}}$ – средняя насыпная плотность готовой продукции, т/м³;

$\rho_{\text{н}}^{\text{исх}}$ – средняя насыпная плотность исходной горной массы, т/м³.

Для последующих расчётов оборудования определяют часовую производительность $Q_{\text{н}}$ (т/ч) по продуктам переработки на каждой операции:

$$Q_{\text{н}} = \gamma_{\text{н}} \cdot Q_{\text{исх}} / T_{\text{и}} \quad (2.4)$$

где: $\gamma_{\text{н}}$ – выход n -ого продукта, доля единицы;

$Q_{\text{исх}}$ – производительность по исходной горной массе, т/ч;

$T_{\text{и}}$ – годовой фонд расчётного времени оборудования, ч.

Значение $\gamma_{\text{н}}$ (%) и $Q_{\text{н}}$ (т/ч) записывают у соответствующих продуктов переработки на технологической схеме.

Примеры расчётов качественно-количественной схемы приведены в приложениях 1 и 2.

2.6.2 Расчет производственной программы

Материальный баланс и производительность предприятия по исходной горной массе и готовой продукции, рассчитываются в соответствии с параметрами качественно-количественной схемы, заданной производительностью и установленным режимом работы. Производственную программу следует представлять по форме табл. 2.1.

Таблица 2.1 **Производственная программа**

Наименование продукции	Выход по схеме %	Производительность м ³ и тонны.		
		В час	В сутки	В год
Щебень фракций, мм:				
5...10				
10...20				
Гравий фракций, мм:				
Щебень из гравия фракций:				
Песок обогащенный :				
Песок из отсевов дробления				
Всего готовой продукции:				
Отходы:				
Всего исходной горной массы				

Заданная производительность предприятия по готовой продукции определяется производительностью дробилки крупного дробления (первая стадия дробления), а гравийно-песчаного предприятия – производительностью дробилки мелкого дробления (последняя стадия дробления).

2.6.3 Выбор и расчёт оборудования

Выбор и расчёт основного технологического оборудования производят в соответствии с принятой технологической схемой по наибольшей часовой нагрузке на технологические операции ($q_{оп}$). Эту нагрузку устанавливают по данным качественно-количественной схемы (q_N) с учётом коэффициента неравномерности подачи материала K_H .

$$q_{оп} = q_N \cdot K_H \quad (2.5)$$

Значение коэффициента K_H принимается равным 1,05 - 1,15 в зависимости от мощности предприятия; при подаче материала из промежуточных бункеров $K_H=1$.

Количество единиц принимаемого к установке оборудования или коэффициент его загрузки определяется отношением $\frac{q_{оп}}{Q}$,

где: Q – расчётная производительность выбранного оборудования, т/ч или м³.

Производительность дробильного оборудования определяется расчётом на основании паспортных данных с учётом характеристик дробимого материала.

Расчётная производительность щёковых дробилок (т/ч):

$$Q = Q_{п} \cdot \rho_H \cdot K_{др} \cdot K_{ф} \cdot K_{кр} \cdot K_{вл} \quad (2.6)$$

где: $Q_{п}$ – паспортная производительность дробилки, м³/ч;

ρ_H – насыпная плотность дробимого материала, т/м³;

$K_{др}$ – поправочный коэффициент на дробимость материала, принимается в зависимости от прочности пород:

более 250МПа – 0,8; от 200 до 250 Мпа – 0,85; от 180 до 200Мпа – 0,9;

150 ... 180 Мпа – 0,95; от 60 до 150Мпа – 1,0; менее 10 Мпа – 1,2.

$K_{ф}$ – коэффициент формы, принимается равным 1 при переработке скальных пород и 0,85 – для гравийно-валунного материала;

$K_{кр}$ – поправочный коэффициент на крупность материала, принимается по таблицам норм технологического проектирования равным от 0,89 до 1,28;

$K_{вл}$ – поправочный коэффициент на влажность материала, содержащего комкующую мелочь; при влажности от 5 до 11 % принимается равным 1,0 - 1,65.

Расчётная производительность роторных дробилок (т/ч):

$$Q = Q_{п} \cdot \rho_H \cdot K_{кр} \cdot K_{ск} \cdot K_{изн} \cdot K_{щ} \cdot K_{пр} \quad (2.7)$$

Где: $K_{пр}$, $K_{кр}$, $K_{щ}$, $K_{ск}$, $K_{изн}$, – поправочные коэффициенты, зависящие соответственно от прочности и средней плотности дробимого материала, крупности дробимой природы, ширины выпускаемой щели, окружной скорости ротора, степени изношенности рабочих кромок. Эти коэффициенты вычисляются по формулам, приведённым в нормах технологического проектирования (2, 3).

Производительность вибрационных грохотов Q(т/ч) определяется по формуле:

$$Q = C \cdot F \cdot q \cdot \rho_H \cdot k \cdot l \cdot m \cdot n \cdot o \cdot p \quad (2.8)$$

где: C – коэффициент использования поверхности сита: $c = 1$ и 0,85 для верхнего сита и $C = 0,8$ и 0,7 для нижнего сита при загрузке грохота материалом по ширине соответственно не более 70 и менее 65 %

q – удельная объёмная производительность 1м² сита с квадратными отверстиями, м³/(м²,ч) ; определяемая по формуле:

$$q = \frac{q_r}{F} \quad (2.9)$$

q_r – производительность грохота, определённая по приложению 14, м³/ч

F – рабочая площадь сита выбранного грохота, м²;

ρ_H – средняя насыпная плотность, т/м³;

k, l, m, n, o, p – поправочные коэффициенты :

k и l - учитывают процентное соотношение в питании зёрен размером соответственно меньше и больше половины размера отверстия сита.

k = 0,6 ... 2,0 при содержании от 20 до 90 % с интервалом 0,2 через каждые 10 %; l = 0,94; 0,97; 1,0 для 10, 20, 25 % и l = 1,03; 1,09; 1,18; 1,32; 1,55; 2,0; 3,36 при содержании 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90%;

Таблица 2.2 коэффициент m , зависящий от эффективности грохочения E:

E, %	70	80	90	92	94	96	98
m	1,6	1,3	1,0	0,9	0,8	0,6	0,4

n = 1,0 и 1,25 соответственно для дроблёного материала и гравийно-песчаной смеси;

o = 1,0 и от 0,75 до 0,9 соответственно для сухого и влажного материала;

p = 1,25 - 1,4 при грохочении с орошением на ситах с размером отверстий менее 25мм, в других случаях при сухом и мокром грохочении p = 1.

При известной производительности операции грохочения, приведенной в качественной-количественной схеме, расчётом определяют необходимую площадь сита (м²) :

$$F = \frac{Q_{\text{оп}}}{C \cdot q \cdot \rho_n \cdot k \cdot l \cdot m \cdot n \cdot o \cdot p} \quad (2.10)$$

Другое оборудование, предусмотренное технологической схемой, выбирают и рассчитывают по справочной литературе (3,4).

Результаты выбора и расчет основного технологического оборудования рекомендуется представлять в виде табл.2.3.

Таблица 2.3 **Основное технологическое оборудование**

Номер и наименование операции	Установленное оборудование (тип, марка)	Основные данные технологического оборудования			Количество единиц оборудования	Коэффициент загрузки оборудования
		Показатель	Паспортные	Принятые в проекте		
1	Дробилка ...	Производительность, т/ч Крупность питания, мм	По приложению	По расчёту		(Не менее 0,75)
2	Грохот ...	Площадь сита, м ² Необходимая по расчёту площадь сит, м ²	По приложению	По расчёту		(Не менее 0,75)

2.6.4 Разработка и описание схемы цепи аппаратов

Установленные подбором и расчётом тип и количество единиц технологического и транспортного оборудования (в том числе приёмные и промежуточные бункера) нужно располагать в последовательности операций переработки по технологической схеме и начертить в условно обозначенном виде на отдельном листе пояснительной

записки. На схеме необходимо дать экспликацию оборудования и показать стрелками направление движения материала (от приемного бункера до склада готовой продукции). При этом необходимо указать крупность поступающих на операции и выходящих продуктов, а при промывке и классификации – также их влажность, типы, марки и количество оборудования, его основные рабочие характеристики, определяющие процесс переработки (ширину разгрузочных щелей и размеры приёмных отверстий дробилок, размеры сит грохотов, время промывки, границы разделения зёрен при гидроклассификации и др.).

Схема цепи аппаратов является основной для компоновки оборудования, выполняемой в графической части проекта. Расчётная площадь для размещения основного технологического оборудования приведена в приложении 3.

2.6.5 Расчет складов готовой продукции

Для заводов с круглогодичным режимом работы и отгрузки вместимость складов $V_{\text{скл}}$ (м^3) определяют исходя из производительности завода и допустимой неравномерности подачи транспортёра под погрузку готовой продукции.

$$V_{\text{скл}} = \frac{Q_n \cdot n \cdot k}{365} \quad (2.11)$$

где: Q_n – годовая производительность завода по выпуску вида продукции (щебень, гравий, песок) м^3 ;

n – продолжительность хранения, сут; $n = 6 \dots 8$ сут в зависимости от мощности предприятия (2);

Таблица 2.4

Поправочный коэффициент k :

Q_n тыс, м^3	150...500	600...800	1000...1300	более 1300
K	2.0...1.8	1.6...1.5	1.4...1.3	1.3...1.1

Вместимость складов готовой продукции для заводов с сезонным режимом работы и круглогодичной отгрузкой (отдельно для каждого вида продукции) с учётом неравномерности потребления заполнителей в течении года составляет:

$$V_{\text{скл}} = \frac{Q_n \cdot p \cdot (365 - t)}{365} \quad (2.12)$$

где: p – коэффициент потребления продукции в течении года, доля единицы; при отсутствии данных об условиях потребления $p = 0,6$;

t – продолжительность сезона работы, сут.

Геометрические размеры складов различной формы с учётом характеристик сыпучих материалов следует определить по приложению 6.

2.7 ПРОИЗВОДСТВО ИСКУССТВЕННЫХ ПОРИСТЫХ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ

Технологические расчёты при проектировании предприятий и цехов искусственных пористых заполнителей проводятся в два этапа. Сначала выбирают и обосновывают расчётом мощность обжиговых агрегатов, а затем на основе расчёта выхода сырья и материального баланса устанавливают состав и производительность технологических линий, обслуживающих обжиговые агрегаты.

2.7.1 Расчёт мощности предприятия и обжиговых агрегатов

Мощность предприятия $M_{\text{п}}$ определяется мощностями обжиговых агрегатов $M_{\text{об}}$.

$$M_{\text{п}} = n \cdot M_{\text{об}} \quad (2.13)$$

где: n – количество обжиговых агрегатов. Производственную мощность обжигового агрегата ($\text{м}^3/\text{год}$) рассчитывают в зависимости от средней насыпной плотности

готовой продукции:

$$M_{\text{Об}} = П \cdot T_{\text{И}} \cdot K_{\text{О}} \quad (2.14)$$

где: П – часовая паспортная производительность агрегата при соответствующей, насыпной плотности получаемого заполнителя, м³, принимается по приложению 16.

T_И – расчётный годовой фонд времени работы оборудования, ч; принимается в соответствии с режимом работы предприятия.

K_О – объёмный коэффициент выхода продукции в зависимости от её марки для керамзита и его разновидностей, принимается по табл. 2.5.

Мощность (м³/ч) предприятий или установок по производству шлаковой пемзы из расплава, подаваемого шлаковозными ковшами. Определяется по формуле:

$$M_{\text{П}} = \frac{T \cdot n \cdot V \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot \rho_{\text{Р}}}{\tau \cdot \rho_{\text{Н}}} \quad (2.15)$$

где : Т – годовой фонд рабочего времени, ч;

n – количество шлаковых ковшей в одном составе (обычно 8 - 10);

V – вместимость чаши шлаковозного ковша, м³ (16,5);

k₁ – коэффициент заполнения чаши ковша расплавом (0,8 ... 0,85);

k₂ – коэффициент опорожнения чаши (0,70 ... 0,75);

k₃ – коэффициент, учитывающий технологические потери (0,97 ... 0,99);

ρ_Р – плотность расплава, т/м³

τ - периодичность поступления шлаковидных ковшей, ч;

ρ_Н – средняя насыпная плотность пемзы, т/м³.

Таблица 2.5 **Объёмный коэфф. выхода продукции K_о в зависимости от её марки.**

Марка заполнителя	Производство	
	Керамзитового гравия и его разновидностей	Керамзитового песка в печах кипящего слоя
300	1,25	-
350	1,21	-
400	1,15	-
450	1,10	-
500	1,00	1,20
550	0,95	-
600	0,85	1,00
700	0,69	0,85
800	0,63	0,75
900	-	0,65
1000	-	0,60

2.7.2 Расчёт производительности по переделам производства, подготовительно-формировочных линий и складов готовой продукции

Перед расчётом необходимо указать следующие исходные данные:

- годовую производительность по готовой продукции;
- нормы потери по переделам;
- влажность сырьевых материалов и полуфабрикатов;
- потери массы при прокаливании;
- состав шихты с учетом вводимых добавок.

Расчёты исходного сырья, полуфабриката и готовой продукции производятся в порядке, обратном техническому процессу, путём определения производительности

соответствующего передела на выходе и входе. За исходную величину принимают выход готовой продукции, поступающей на склад (заданная годовая производительность).

Для расчёта используют формулу определения удельного сырья H , т/м³:

$$H = \frac{\rho_H}{\left(1 - \frac{П.П.П.}{100}\right) \cdot \left(1 - \frac{W_0}{100}\right) \cdot \left(1 - \frac{П_T}{100}\right)}, \quad (2.16)$$

где: ρ_H – средняя насыпная плотность заполнителя, т/м³;

П.П.П. – потери массы при прокаливании, %;

W_0 – влажность сырья, поступающего в производство, %;

$П_T$ – технологические потери сырья, %;

При производстве керамзита потери сырья принимаются: при транспортировании – 1%

- при сушке и при обжиге – 2%;

Результаты расчётов представляют в виде таблицы (табл. 2.6)

Таблица 2.6 **Производительность по переделам производства**

Материал по переделам	Ед. изм.	Количество в			
		Год	Сутки	Смену	Час

Производительность (т/ч или м³/ч) технологической линии по переработке сырья и подготовке гранул (зёрен) к обжигу:

$$Q = Q_{п} \cdot K_{т.и.} \cdot K_{г} \quad (2.17)$$

где: $Q_{п}$ – паспортная производительность наименее производительного оборудования технологической линии, т/ч или м³/ч;

$K_{т.и.}$ – коэффициент использования оборудования:

$$K_{т.и.} = \frac{T_K - T_P}{T_K} \quad (2.18)$$

T_K – количество рабочих дней в году в соответствии с установленным режимом;

T_P – наибольшая нормативная длительность простоя оборудования в год на ремонте и техническом обслуживании, сут (1);

$K_{г}$ – коэффициент готовности, учитывающий устранение случайных отказов оборудования, рассчитывается с учётом насыщенности технологической линии оборудованием:

$$K_{г} = K_{г1} \cdot K_{г2} \cdot K_{г} \quad (2.19)$$

Для отдельных видов основного оборудования $K_{г} = 0,96 - 0,98$; проектное решение должно обеспечить значение $K_{г}$ не менее 0,75.

Количество принимаемых к установке линий, обеспечивающих бесперебойную работу обжиговых агрегатов:

$$n = \frac{c}{Q} \quad (2.20)$$

где: c – потребность в сырье, т/ч или м³/г (табл.2.6)

Величина n округляется до большего целого числа.

Вместимость промежуточных складов и бункеров рассчитывают в соответствии с нормами запаса, обеспечивающими установленную продолжительность питания технологического оборудования (1).

Вместимость склада готовой продукции (м³, силосных банок или бункеров) для пофракционного хранения заполнителей:

$$V_{\text{фр}} = \frac{Q_{\text{СУТ}} \cdot T_{\text{ХР}}}{K_{\text{ЗАП}}} \quad (2.21)$$

где: $Q_{\text{СУТ}}$ - суточная потребность заполнителя определённой фракции, м^3
 $T_{\text{ХР}}$ - нормативный запас хранения, суток. Принимается от 3 до 5 суток;
 $K_{\text{ЗАП}}$ - коэффициент заполнения ёмкостей, $K_{\text{ЗАП}} = 0,8$.

2.7.3 Размещение оборудования по технологическим переделам производства

Компоновка оборудования по технологическим переделам (отделениям) должна обеспечить поточность производства.

Технологические линии по переработке шихты, формовке и сушке гранул размещаются в унифицированных пролётах промышленных зданий шириной 12; 18 или 24 м; длина пролетов определяется набором оборудования в линии в зависимости от свойств сырья.

Оборудование следует располагать либо на самостоятельных фундаментах, либо на встроенных этажерках, не связанных с конструкциями здания.

Расположение отдельных агрегатов и машин должно учитывать применение наименьшего количества пересыпных и транспортёрных устройств и наименьшей их протяжённости.

Обжигаемые агрегаты для производства керамзита размещаются на открытой площадке за исключением откатной головки, которая должна находиться в помещении.

2.7.4 Описание технологического процесса производства

Вначале нужно указать состав проектируемого предприятия по отделениям (или цехам), а затем описать их работу с учётом компоновочного решения.

Основное внимание следует уделить изложению последовательности процесса переработки материала, назначению и параметрам технологических операций.

Необходимо указать марки и рабочие характеристики оборудования, определяющие параметры процесса переработки, в особенности обжиговых агрегатов. Для последних нужно кратко описать их конструкцию и принцип работы, происходящие в них физико-химические процессы формирования структуры и свойств искусственных пористых заполнителей.

2.8 Контроль технологического процесса и качества готовой продукции

В этом разделе описываются основные положения по организации контроля качества сырья, технологического процесса готовой продукции в соответствии с требованиями нормативной, инструктивной и технической литературы.

Основные положения по организации контроля при производстве заполнителей рекомендуется представить по форме табл.2.7

Таблица 2.7 **Контроль технологического процесса и качества продукции**

Контроль	Контролируемые параметры	Методы испытания	Периодичность контроля	Место отбора проб или установки датчиков
Входной Операционный Приёмочный		ГОСТ, БСТ Методика или прибор		

3. ОХРАНА ТРУДА

Проектирование предприятий должно осуществляться с учётом всех требований и правил техники безопасности и производственной санитарии. В данном разделе указываются мероприятия, обеспечивающие безопасные условия труда и предупреждающие производственный травматизм, а также основные мероприятия по обеспечении вентиляции, тепловой изоляции борьбы с шумом, вибрацией и т.п. Производятся также противопожарные мероприятия.

4. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

В данном разделе пояснительной записки приводятся основные мероприятия, обеспечивающие охрану окружающей среды с учётом специфики и производства данного вида заполнителя, основными из которых являются рекультивация земель после разработки карьеров, организация технологического процесса, исключая запыленность и загазованность атмосферы, а также использование земли под отвалы отходов производства и т.п.

5. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЕКТИРУЕМОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ИЛИ ЦЕХА

5.1 Численность рабочих и ИТР

Численность основных производственных, дежурных и вспомогательных рабочих, должностной состав ИТР и служащих определяют, руководствуясь нормами технологического проектирования соответствующей отрасли промышленности строительных материалов и типовыми проектами предприятий.

Фонд времени для рабочих основного и вспомогательного производства принимается 230 рабочих дней или 1840 часов в году.

Явочную численность основных производственных рабочих устанавливают исходя из принятого режима работы, расстановки рабочих по местам и организации технологического процесса в соответствии с техническими решениями.

Коэффициент перехода от явочной численности к списочной принимается в зависимости от режима работы (табл.5.1).

Таблица 5.1 **Зависимость коэффициента перехода от режима работы**

Режим работы	Количество рабочих дней	Коэффициент перехода
Непрерывный	365	1,65
Прерывный	305	1,33
То же	260	1,12

Для гидромеханизированных предприятий, работающих сезонно, этот коэффициент равен 1,44 при непрерывной рабочей неделе, и 1,04 – при прерывной.

5.2 Ведомость оборудования

Она включает технологическое и транспортное оборудование, принятое в проекте или установке и составляется по форме табл 5.2.

Таблица 5.2 **Ведомость оборудования**

№ п/п	Наименование марка и характеристики оборудования	Количество	Мощность электро двигателя, кВт		Масса единицы, т	Примечание
			Единицы	Общая		
1	2	3	4	5	6	7

1	2	3	4	5	6	7
1	Дробилка щёковая ЩДП9х12, (СМД-111) Q=180 м ³ /ч при e =130	1	110	110	75	ГОСТ 7084-80 завод «Волго цеммаш» г. Тольяти
2	Ленточный конвейер типа 10050-80, =11,7 м	1	7	7	4,5	Белохолуницкий машзавод
3	Кран подвесной элек- трический однобалоч- ный, Q=5т	1	7,5+4x0,6	9,9	2,43	ГОСТ 7890-73 Забайкальский завод ПТО

5.3 Расходы электроэнергии, топлива, воды и вспомогательных материалов

В курсовой работе эти расходы следует определять только на технологические нужды, справочники (4,5).

Количество электроэнергии определяется по формуле:

$$N = P_y \cdot K_{сп} \cdot T \quad (5.1)$$

где: N – расход электроэнергии, кВт/ч;

P_y – установочная мощность двигателя, кВт;

$K_{сп}$ – коэффициент спроса, учитывающий коэффициент использования двигателя во времени;

T – рабочее время в часах.

Коэффициент спроса равен 0.7...0.8 (дробилки, мельницы и т.п.); 0.4..0.6 (смесители, дозаторы, транспортеры, шнеки); 0.2..0.3 (краны, подъёмники и т.п.); 0.8..0.9 (вращающиеся печи).

Величины топливно-энергетических и материальных расходов рекомендуется представлять в виде таблицы 5.3.

Таблица 5.3 Топливоно-энергетические и материальные расходы

№ п/п	Наименование	Единица изм.	Удельн показат.	Расходы в		
				Час	Сутки	Год

5.4 Основные технико-экономические показатели

Технико-экономическую эффективность принятых решений оценивают на основании расчета основных показателей, приведенных в табл. 5.4 и их сравнивают с показателями аналогичных действующих или запроектированных предприятий.

Таблица 5.4 Основные технико-экономические показатели

Показатель	Единица измерения	Численное значение	Данные предприятия или типовых проектов	Сравнительное отношение, %
Удельный расход сырья	т/м ³			
Трудоёмкость	чел. Ч/м ³			
Производительность	м ³ /чел			
Энерговооружённость	кВт/чел			
Съём продукции с м ² производственной площади	м ³ /м ²			

6.0 ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Графическая часть работы должна ясно показывать размещение оборудования и взаимную увязку между отдельными машинами при организации поточного производства, а также строительной конструкции цеха.

При размещении (компоновке) оборудования необходимо исходить из максимальной экономии производственных площадей и объемов зданий и возможности обслуживания оборудования минимальным количеством рабочих. Однако при этом не следует забывать о необходимости создания нормальных условий обслуживания оборудования и выполнения производственных операций на рабочих местах, а также организации достаточных проходов, обусловленных правилами по Т.Б.

Графическая часть проекта представляется одним листом. Часть листа с размещением оборудования является основной, но на ней должно быть показано размещение оборудования в двух проекциях – плана и разреза. Количество проекций должно быть по возможности минимальным, однако на них должно быть ясно видно размещение оборудования в цехе в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Места разрезов и планы должны выбираться по участкам, наиболее насыщенным оборудованием. Оборудование должно быть строго координировано в вертикальном и горизонтальном направлениях, главные оси оборудования должны быть привязаны к главным осям строительных конструкций.

Во всех проекциях показывают только общие виды оборудования. Габаритные размеры оборудования на чертежах могут быть опущены, чтобы не затемнять их множеством размеров.

На чертежах должны показываться основные конструкции зданий и сооружений цеха: фундаменты, стены, перекрытия, колонны. При этом технологический чертеж компоновки оборудования служит основой для нанесения на него чертежей здания.

Чертежи оформляются в соответствии с нормами ЕСКД.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий и цехов по производству керамзитового гравия и песка (ОНТП 11-86 Минстройматериалов СССР – М.1986).
2. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий нерудных строительных материалов (ОНТП 18-85 Минстройматериалов СССР. – Л.1987).
3. Нормы технологического проектирования предприятий промышленности нерудных строительных материалов . – Л., 1977)
4. Справочник по добыче и переработке нерудных строительных материалов (Под ред. В.Я. Вазулевича. – Л. 1975).
5. Искусственные пористые заполнители и легкие бетоны на их основе. Справочное пособие. (Под ред. Ю.П. Горлова – М. 1987)
6. ГОСТ 8267-93 Межгосударственный стандарт « Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия».
7. ГОСТ 8736-93. Межгосударственный стандарт «Песок для строительных работ. Технические условия»

Дополнительная

1. Олюнин В.С. Переработка нерудных строительных материалов, М. 1988.
2. Онацкий С.П. Производство керамзита. – М. 1987г.
3. Троицкий В.В. Обогащение нерудных строительных материалов. – Л. 1986.
4. Шлиин И.Б. Разработка месторождения нерудного сырья, - М. 1985.

Пример расчётов качественно-количественной схемы дробильно-сортировочной линии (САДЛ-И-400)

Исходные данные: Производительность – 400 тыс.м³ щебня в год крупностью до 40 мм, мелких фракций 10-20 мм и 5-10 мм не менее 50%. Исходная горная масса (табл. 1) – изверженные горные породы прочностью до 300 Мпа, крупностью до 700 мм. Загрязняющих легкопромывистых включений до 3 %.

Гранулометрический состав исходной массы (усреднённый) представлен в табл.1.

Таблица 1

Крупность мм	400...700	200...400	150...200	70...150	40...70	20...40	10...20	0...10	Сумма
Содержание %	32	34	10	11	5	3	3	2	100

Первая стадия дробления (операция 1).

В щёковой дробилке ЩДП 9x12 (СМД 136) при номинальной ширине выходной щели 120 мм дробится материал крупнее 120 мм в количестве 80 (76+4)%.

Выход продукта $\gamma_1 = \gamma_0 = 100\%$, его наибольшая крупность $1,7 \times 120 = 200$ мм.

Гранулометрический состав после первичного дробления (продукт 1) представлен в табл. 2

Таблица 2

Крупность мм	150...200	70...150	40...70	20...40	10...20	0...10	Сумма
Относит. выход продукта дробления (по прил.10)	28	47	15	5	3	2	100
Содержание: %=дробл. пород	$28 \times 0,8 = 22,4$	$47 \times 0,8 = 37,6$	$15 \times 0,8 = 12$	$5 \times 0,8 = 4$	$3 \times 0,8 = 2,4$	$2 \times 0,8 = 1,6$	80
исходного материала	-	7	5	3	3	2	20
Продукта по схеме после дробления	22,4	44,6	17	7	5,4	3,6	100

Вторая стадия дробления (операция 2).

В конусной дробилке КСД 1750Гр(СМД137) при ширине выходной щели 30 мм дробится материал крупнее 30мм в количестве 88(84+4)%.

Выход продукта $\gamma_2 = 100\%$, наибольшая крупность до 90 мм ($30 \times 2,8$)

Гранулометрический состав после вторичного дробления (продукт 2) приведен в табл. 3

Третья стадия дробления (операция 4).

Определяется выходом продукта 6, направляемого на дробление 4. Поступает на дробление КМД-1750Гр с шириной разгрузочной щели 10мм после операции поверочного грохочения 3 материал крупностью +40мм.

Таблица 3

Крупность, мм	70...90	40...70	20...40	10...20	0...10	Сумма
Относительный выход продукта дробления (по прил. 11)	10	30	30	10	20	100
Содержание, % в продукте дробления	8,8	26,4	26,4	8,8	17,6	88
Исходного материала	-	-	3	5,4	3,6	12
- γ_2 по схеме после дробления 2	8,8	26,4	29,4	14,2	21,2	100

Его количество без учёта циркуляционной нагрузки при принятой эффективности грохочения $E = 95\%$.

$$\gamma_2^{+40} = 8,8 + 26,4 + 0,05 \cdot 29,4 = 36,7\%$$

циркуляционная нагрузка рассчитывается по формуле:

$$\gamma_{ц} = \frac{\gamma_{д}(1 - \beta_{д}^{-\alpha} \cdot E)}{\beta_{д}^{-\alpha} \cdot E}$$

где: $\gamma_{д}$ - выход продукта, поступающего на дробление с предыдущей операции;

$\beta_{д}^{-\alpha}$ - относительное содержание готового продукта крупностью меньше α в продукте дробления дробилки, работающей в замкнутом цикле;

E - эффективность операции поверочного грохочения после данной операции дробления.

$$\gamma_{ц} = 36,7 (1 - 0,93 \cdot 0,95) / (0,93 \cdot 0,95) = 4,8\%$$

$$\beta_{д4}^{-40} = 0,93 \text{ (по прил. 11)}$$

$$\gamma_6 = \gamma_2^{+40} + \gamma_{ц} = 36,7 + 4,8 = 41,5\%$$

$$\text{или } \gamma_6 = \gamma_2^{-40} \cdot E_3 / E_3 \cdot \beta_{д4}^{-40} = (100 - 63,3) \cdot 0,95 / 0,95 \cdot 0,93 = 41,5\%$$

$$\gamma_6 = \gamma_7$$

Гранулометрический состав после третьего дробления (продукт 7) определяется по табл. 4

Таблица 4

Крупность, мм	+40	20...40	10...20	0...10	Сумма
Относительный выход продукта дробления, %	7	33	29	31	100
Содержание, % в продукте дробления с учётом материала, отбираемого на поверочном грохочении	$41,5 \times 0,7 = 2,9 + (41,5 - 2,9) \times 0,05 = 1,9$ 4,8	$41,5 \times 0,33 \times 0,95 = 13,0$	$41,5 \times 0,29 \times 0,95 = 11,4$	12,3	36,7 41,5

Операция поверочного грохочения (операция 3).

Принимаемая эффективность грохочения $E_3 = 95\%$

Поступает на грохочение продукт:

$$\gamma_3 = \gamma_7 + \gamma_2 = 100 + 41,5 = 141,5\% ; \quad \gamma_4 + \gamma_5 = \gamma_3 - \gamma_6 = 100\%$$

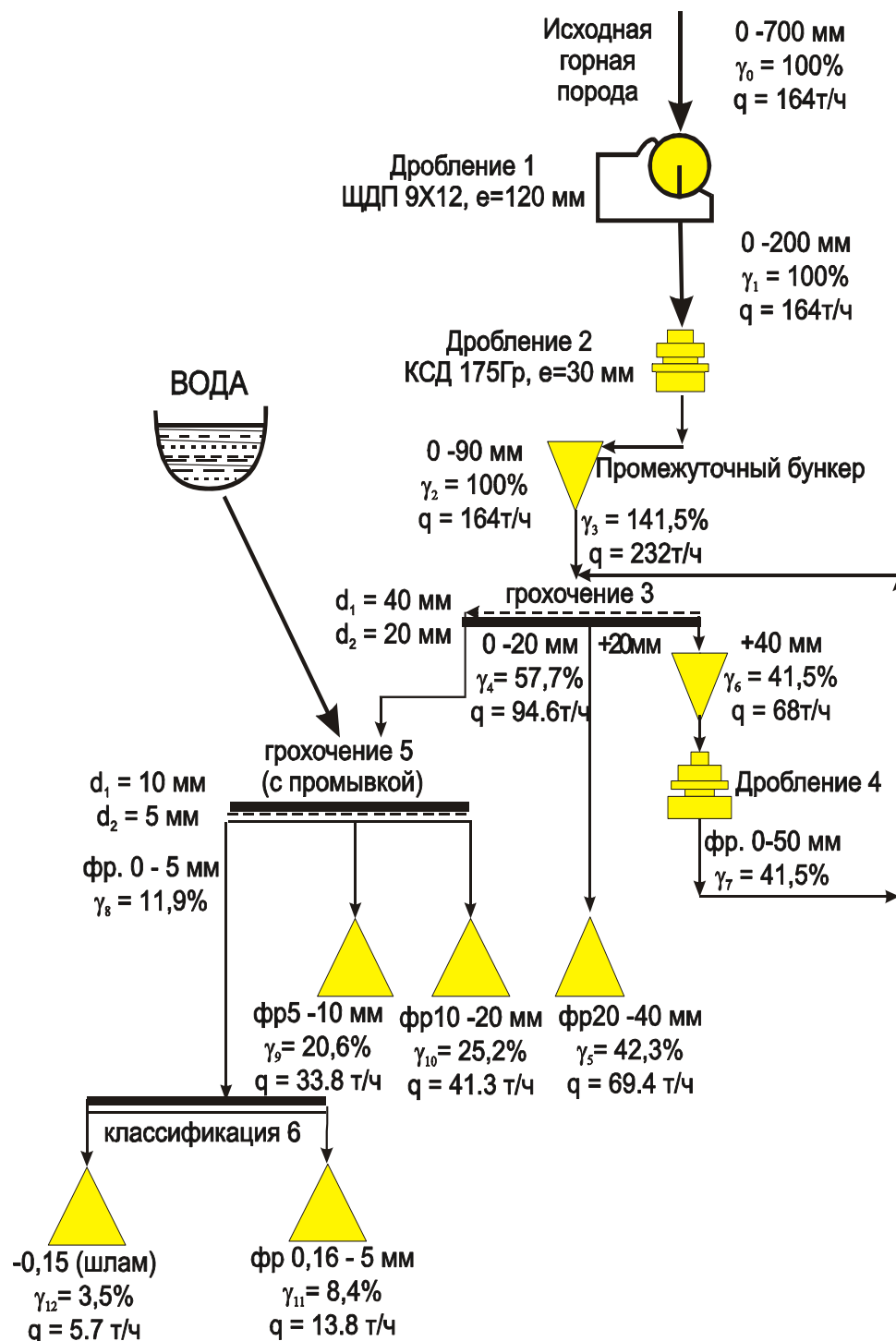


Рис. 1. Качественно количественная схема переработки изверженных пород на САДЛ-И-400

Гранулометрический состав продуктов 4 и 5 определяется по таблице 5
Таблица 5

Крупность, мм	20...40	10...20	5...10	0...5	Сумма
Содержание, %	29,4х0,95+ +13,0=41	14,2+11,4= 25,6	21,2+12,3=33,5 15+6=21	6,2+6,3=12,5	100

Распределение дроблёного материала 0...10 мм по фракциям 5...10 и 0...5мм произведено в соответствии с приложением 11.

Материал поступает на второе (нижнее) сито с ячейкой 20х20мм в количестве 100%.

Выход продукта 5 (надрешётного) фр. 20...40:

$$\gamma_5 = 41 + 0,05 \cdot 25,6 = 42,3\% ; \quad \gamma_4 = 100 - 42,3 = 57,7\%$$

Операция товарной сортировки (операция 5)

Поступает материал в количестве 57,7%, в том числе по фракциям (табл.6).

Таблица 6

Фракция, мм	10...20	5...10	0...5
Содержание, %	$25,6 \times 0,95 = 24,2$	21	12,5

Эффективность грохочения $E = 95\%$

Надрешетный продукт верхнего сита с ячейкой 10x10мм фр.10...20мм:

$$\gamma_{10} = 24,2 + 0,05 \times 21 = 25,2\%$$

Надрешетный продукт нижнего сита фр.5...10мм:

$$\gamma_9 = 21 \times 0,95 + 0,05 \times 12,5 = 20 + 0,6 = 20,6\%$$

Подрешетный продукт нижнего сита фр. 0...5мм:

$$\gamma_8 = \gamma_4 - \gamma_9 - \gamma_{10} = 57,7 - 20,6 - 25,2 = 11,9\%$$

Операция классификации песка (операция 6)

Для спирального классификатора принимается общая эффективность 70%. Содержание частиц 0...0,16мм в песке 6% :

$$\gamma_{12} = \gamma_{\text{пл}} + 0,7 \cdot \alpha_{0-0,16} = 3 + 0,7(0,06 \times 11,9) = 3,5\%$$

$$\gamma_{11} = \gamma_8 - \gamma_{12} = 11,9 - 3,5 = 8,4\%$$

Результаты расчётов качественно-количественной схемы записывают в табл.7.

Заданная производительность по щебню 400000 м^3 в год.

$$\gamma_5 + \gamma_{10} + \gamma_4 = 42,3 + 25,2 + 20,6 = 88,1\%$$

Производительность по исходной горной массе в год:

$$Q_{\text{исх}} = 400000 \times 1,4 / 0,881 \times 0,81 = 353134 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$\text{или } 400000 \times 1,4 / 0,881 = 635641 \text{ т/год}$$

Часовая производительность:

$$Q_{\text{исх}} = 353134 / 190 \times 24 \times 0,85 = 91,1 \text{ м}^3/\text{час} \text{ или } 164 \text{ т./час}$$

Таблица 7 Результаты расчётов качественно-количественной схемы.

Продукт		Расчет выхода продукта из условия материального баланса	Выход продукта, %	Насыпная плотность, т/м ³	Производительность по схеме = Q _{исх}	
№ по технологической схеме	Крупность				м ³ /ч	т/ч
1	2	3	4	5	6	7
0	0...700	γ_0	100	1,8	91,1	164
1	0...200	$\gamma_1 = \gamma_0$	100	1,7	96,5	164
2	0...90	$\gamma_2 = \gamma_1$	100	1,5	109,3	164
3	0...90	$\gamma_3 = \gamma_2 + \gamma_7$	141,5	1,5	154,7	232
4	0...20	$\gamma_4 = 100 - \gamma_5$	57,7	1,4	67,6	94,6

1	2	3	4	5	6	7
5	20...40	γ_5 – по гран сост	42,3	1,45	47,8	69,4
6	40...90	$\gamma_6 = \gamma_2^{+40} + \gamma_{ц}$	41,5	1,45	46,9	68
7	0...50	$\gamma_7 = \gamma_6$	41,5	1,45	46,9	63
8	0...5	$\gamma_8 = \gamma_4 - \gamma_9$ $-\gamma_{10}$	11,9	1,45	13,5	19,2
9	5...10	γ_9 – по гран сост	20,6	1,4	24,1	33,8
10	10...20	γ_{10} – по гран сост	25,2	1,4	29,5	41,3
11	0,16...5	$\gamma_{11} = \gamma_8 - \gamma_{12}$	8,4	1,45	9,5	13,8
12	0...0,16	$\gamma_{12} = \alpha_{пл} +$ $0,7\alpha_{0-0,16}$	3,5	-	-	5,7

Приложение 2

Пример расчёта качественно-количественной схемы гравийно-щебёночного за- вода

Исходные данные:

1. Производительность 1 млн. м³ в год щебня из гравия фракций 5...10 и 10...20 мм, а также гравия фракций 5...20 мм.
2. Исходная горная масса (табл. 1) – метаморфические и абразивные осадочные горные породы (песчаники) с прочностью на сжатие до 300 МПа и большим содержанием мелких фракций (0...150 мм) в исходной горной массе, загрязнены лёгко- и среднепромывочными включениями до 8 %.

Таблица 1 **Гранулометрический состав исходной массы.**

Крупность запол- нителя, мм	400... 200	200... 150	150... 70	70... 40	40... 20	20... 0
Содержание, %	5	27	20	12	22	14

Операция предварительного грохочения. Осуществляется в грохотах с эффективностью грохочения $E=70\%$. Поступает на грохочение исходная масса $\gamma_0=100\%$.

$$\gamma_1 = 5 + 27 + 0,3 \cdot 20 = 38\% \text{ – фракция } 400...150$$

$$\gamma_2 = 100 - \gamma_1 = 100 - 38 = 62\% \text{ – фракция } 150...0$$

Первичное дробление. Дробится материал крупностью 150...400 в щёковой дробилке со сложным движением щеки СМ-16Б с $e=80$ мм. Наибольшая крупность выходящего продукта : $1,7 \cdot 80 = 136$ мм

Гранулометрический состав продукта дробления и исходный продукт фракции 0...150мм представлен в таблице 2.

Таблица 2

Крупность, мм	150...70	70...40	40...20	20...0	Сумма, %
Относительный выход продукта дробления, %	40	30	17	13	100
Содержание в % продукта дробления	$40 \cdot 0,38 = 15,2$	11,4	6,46	4,94	38
Исходный материал в %	14	12	22	14	62
Содержание в % в продукте после дробления	29,2	23,4	28,46	18,94	100

Вторичное грохочение.

Осуществляется в грохотах с эффективностью грохочения $E=90\%$. На грохочение поступает исходная масса ($\gamma_3=100\%$) крупностью 0...150.

На вторичное дробление поступает материал $-\gamma_4$ (фракция 150...40), третичное $-\gamma_5$ (фракция 40...20). Общее количество материала, поступающего на дробление:

$$\begin{aligned} \gamma_4 + \gamma_5 &= (29,2 + 23,4 + 28,46 \cdot 0,1) + (28,46 \cdot 0,9 + 18,94 \cdot 0,1) = \\ &= 55,45 + 27,51 = 82,96\% \end{aligned}$$

На следующую стадию грохочения поступает продукт фракций 20...0 в количестве:

$$\gamma_6 = 100 - (\gamma_4 + \gamma_5) = 100 - 82,96 = 17,04\%$$

Вторичное дробление.

Осуществляется в дробилке КСД 1200Б с шириной выходной щели $e=30\text{мм}$. Дробится материал $\gamma_4=55,45\%$ крупностью 40...150 мм.

Третичное дробление.

Осуществляется в дробилке КСД 1200А с шириной выходной щеки $e=10\text{мм}$. Дробится материал $\gamma_5=27,51\%$ крупностью 20...40 мм.

Гранулометрический состав после вторичного дробления представлен в таблице 3.

Таблица 3

Крупность, мм	+40	40...20	20...0	Сумма, %
Относительный выход после вторичного дробления, %	14	40	46	100
Абсолютный выход, %	$14 \cdot 0,5545 = 7,76$	22,18	25,51	55,45
Относительный выход после третичного дробления, %	—	32	68	100
Абсолютный выход, %	—	$32 \cdot 0,2751 = 8,8$	18,71	27,51
Продукт после вторичного и третичного дробления, %	7,76	30,98	44,22	82,96

После вторичного и третичного дробления материал поступает на грохочение, предшествующее товарной сортировке, в количестве $\gamma_7=82,96\%$.

Эффективность грохочения 95%. На данном этапе надрешёточный продукт верхнего сита крупностью +40 мм в количестве

$$\gamma_8 = 7,76 + 30,98 \cdot 0,05 = 9,31\% \text{ идёт на повторное дробление.}$$

Подрешёточный продукт верхнего сита крупностью 20...40 мм в количестве

$$\gamma_9 = 30,98 \cdot 0,95 + 44,22 \cdot 0,05 = 31,64\% \text{ идёт на повторное дробление.}$$

Подрешёточный продукт нижнего сита крупностью 0...20 мм в количестве

$$\gamma_{10} = 44,22 \cdot 0,95 = 42,01\% \text{ идёт на следующую стадию грохочения.}$$

В результате повторного дробления фракций 20...40 мм и +40 мм, полученный материал, который в сумме с фракцией 0...20 мм, полученной до повторного дробления, даёт материал фракционного состава, который приведён в таблице 4.

Таблица 4

Крупность, мм	20...10	10...5	5...0,16	0,16...0	Сумма, %
Относительный выход после повторного вторичного дробления, %	72	13	12	3	100
Абсолютный выход, %	6,7	1,21	1,12	0,28	9,31
Относительный выход после повторного третичного дробления, %	48	20	17	15	100
Абсолютный выход, %	15,19	6,33	5,38	4,75	31,64
Ранее полученный продукт, %	29,29	10,66	1,58	0,48	42,01
Продукт после грохочения поступает на склад и классификацию, %	51,18	18,2	8,08	5,51	82,96

Грохочение, предшествующее товарной сортировке.

На грохочение поступает продукт крупностью 0-20 мм в количестве $\gamma_{11} = 82,96\%$.

Принимаем грохот СМ-652А с эффективностью $E = 95\%$. Надрешёточный продукт верхнего сита крупностью 10...20 мм в количестве

$$\gamma_{12} = 51,18 + 18,2 \cdot 0,05 = 52,09\% \text{ поступает на склад готовой продукции.}$$

Надрешёточный продукт нижнего сита с крупностью 10...5 мм в количестве

$$\gamma_{13} = 18,2 \cdot 0,95 + 8,08 \cdot 0,05 = 17,69\% \text{ поступает на склад готовой продукции.}$$

Подрешёточный продукт нижнего сита с крупностью 0...5 мм в количестве

$$\gamma_{14} = 8,08 \cdot 0,95 + 5,51 = 13,19\% \text{ поступает на классификацию и обезвоживание.}$$

В результате классификации продукта на гидравлическом классификаторе с эффективностью 70% получаем товарный продукт – песок фракции 0,16...5 мм в количестве $\gamma_{15} = 13,19 \cdot 0,7 = 9,23\%$

который идёт на обезвоживание. Остаток после классификации – фракция 0...0,16 мм в количестве: $\gamma_{16} = 13,19 - 9,23 = 3,96\%$ идёт в отходы.

В результате обезвоживания продукта получаем товарный продукт – песок 0,16...5 мм в количестве: $\gamma_{24} = 9,23 \cdot 0,7 = 6,46\%$

Остаток после обезвоживания – фракция 0...0,16 мм в количестве

$$\gamma_{25} = 9,23 - 6,46 = 2,77\% \text{ идёт в отходы.}$$

Таблица 5

Товарная сортировка

Крупность, мм	20...10, ще- бень	10...5, щебень	5...0,16, песок	0,16...0, отхо- ды
Содержание, %	52,09	17,69	6,46	6,73

Грохочение гравия с промывкой.

Операция, следующая после вторичного грохочения, использует продукт крупностью 0...20 мм. Этот продукт в количестве $\gamma_6 = 17,04\%$ идёт на грохочение с промывкой, эффективность грохочения которой $E=90\%$.

В результате данной операции получаем готовый продукт (гравий) крупностью 5...20 мм, в количестве: $\gamma_{17} = 17,04 \cdot 0,9 = 15,34\%$

Остаток крупностью 0...5 мм в количестве: $\gamma_{18} = 17,04 - 15,34 = 1,7\%$ идёт на классификацию и обезвоживание.

После обезвоживания и классификации получаем продукт 0,16...5 мм в количестве: $\gamma_{19} = 1,7 \cdot 0,7 = 1,19\%$

и остаток крупностью 0...0,16 мм в количестве $\gamma_{20} = 1,7 - 1,19 = 0,51\%$ идёт в отходы.

Продукт 0,16...5 мм идёт на обезвоживание. После обезвоживания получаем готовый продукт (песок) с крупностью 0,16...5 мм в количестве: $\gamma_{21} = 1,19 \cdot 0,7 = 0,83\%$ и остаток крупностью 0...0,16 мм в количестве: $\gamma_{22} = 1,19 - 0,83 = 0,36\%$

В результате получаем отходы: $\gamma_{23} = \gamma_{20} + \gamma_{22} = 0,51 + 0,36 = 0,87\%$

Таблица 6

Товарная сортировка.

Крупность, мм	20...5 гравий	5...0,16 песок	0,16...0 отходы
Содержание, %	15,34	0,83	0,87

Всего в отходы идёт продукт в количестве:

$$\gamma_{26} = \gamma_{23} + (\gamma_{16} + \gamma_{25}) = 0,87 + 3,96 + 2,77 = 7,6\%$$

Производительность гравийно-щебёночного завода по исходной массе определяется по формулам:

$$Q_{\text{исх}} = \frac{Q_{\text{гот}} \cdot \rho_{\text{н}}^{\text{гот}}}{\gamma_{\text{гот}}}, \quad (\text{т/год}); \quad Q_{\text{исх}} = \frac{Q_{\text{гот}} \cdot \rho_{\text{н}}^{\text{гот}}}{\gamma_{\text{гот}} \cdot \rho_{\text{н}}^{\text{исх}}}, \quad (\text{м}^3/\text{год}),$$

где $Q_{\text{гот}}$ – заданная производительность по готовой продукции, $\text{м}^3/\text{год}$

$\gamma_{\text{гот}}$ – расчётный выход готовой продукции, %

$\rho_{\text{н}}^{\text{гот}}$ – средняя насыпная плотность готовой продукции

$\rho_{\text{н}}^{\text{исх}}$ – средняя насыпная плотность исходной массы

$$\gamma_{\text{гот}} = \gamma_{12} + \gamma_{13} + \gamma_{17} = 52,09 + 17,69 + 15,34 = 85,12\%$$

Средняя насыпная плотность готовой продукции:

щебень фракции до 20 мм – 69,78%; $\rho_{\text{н}}=1,4 \text{ т/м}^3$

гравий фракции до 20 мм – 15,34%; $\rho_{\text{н}}=1,6 \text{ т/м}^3$

$$\text{Общая плотность: } \rho_{\text{н}}^{\text{гот}} = \frac{69,78 \cdot 1,4 + 15,34 \cdot 1,6}{85,12} = 1,436 \text{ т/м}^3$$

$$Q_{\text{исх}} = \frac{1000000 \cdot 1,436}{0,8512} = 1687030,08 \text{ т/год}$$

$$Q_{\text{исх}} = \frac{1000000 \cdot 1,436}{0,8512 \cdot 1,7} = 992370,63 \text{ м}^3/\text{год}$$

Часовая производительность по продуктам переработки на каждой операции определяется по формуле:

$$Q = \frac{\gamma_n \cdot Q_{\text{исх}}}{T_n},$$

где γ_n – выход n-го продукта.

$$Q = \frac{\gamma_n \cdot 1687030,08}{5164} = 326,69 \cdot \gamma_n \text{ (т/ч)}; \quad Q = 192,17 \cdot \gamma_n \text{ (м}^3\text{/ч)}$$

Таблица 7 Результаты расчётов качественно-количественной схемы гравийно-щебёночного завода

N	Продукт, крупность	Расчёт выхода продукта из условия материального баланса	Выход продукта	Насыпная плотность	Производительность по схеме	
					м ³ /ч	т/ч
1	2	3	4	5	6	7
	0...400	γ_0	100	1,7	192,17	326,69
1	150...400	γ_1 – по гранулометрическому составу	38	1,69	73,02	124,13
2	0...150	$\gamma_2 = 100 - \gamma_1$	62	1,69	119,15	202,56
3	0...150	$\gamma_3 = \gamma_0$	100	1,69	192,17	326,69
4	40...150	γ_4 – по гранулометрическому составу	55,45	1,69	106,56	181,15
5	20...40	γ_5 – по гранулометрическому составу	27,51	1,45	52,87	89,88
6	0...20	$\gamma_6 = 100 - (\gamma_4 + \gamma_5)$	17,04	1,4	32,74	55,66
7	0...70	$\gamma_7 = \gamma_4 + \gamma_5$	82,96	1,5	159,42	271,01
8	40...70	γ_8 – по гранулометрическому составу	9,31	1,45	17,89	30,41
9	20...40	γ_9 – по гранулометрическому составу	31,64	1,45	60,80	103,36
10	0...20	γ_{10} – по гранулометрическому составу	42,01	1,4	80,73	137,24
11	0...20	$\gamma_{11} = \gamma_7$	82,96	1,4	159,42	271,01
12	10...20	γ_{12} – по гранулометрическому составу	52,09	1,4	100,10	170,17
13	5...10	γ_{13} – по гранулометрическому составу	17,69	1,4	33,99	57,78
14	0...5	$\gamma_{14} = \gamma_{11} - (\gamma_{12} + \gamma_{13})$	13,19	1,45	25,35	43,1
15	0,16...5	$\gamma_{15} = \gamma_{14} \cdot 0,7$	9,23	1,45	17,74	30,16
16	0...0,16	$\gamma_{16} = \gamma_{14} - \gamma_{15}$	3,96	—	7,61	12,94
17	5...20	γ_{17} – по гранулометрическому составу	15,34	1,4	29,48	50,12
18	0...5	γ_{18} – по гранулометрическому составу	1,7	1,45	3,26	5,54
19	0,16...5	$\gamma_{19} = \gamma_{18} \cdot 0,7$	1,19	1,45	2,29	3,84
20	0...0,16	$\gamma_{20} = \gamma_{18} - \gamma_{19}$	0,51	1,5	0,98	1,67
21	0,16...5	$\gamma_{21} = \gamma_{19} \cdot 0,7$	0,83	1,45	1,6	2,72

1	2	3	4	5	6	7
22	0...0,16	$Y_{22} = Y_{19} - Y_{21}$	0,36	—	0,69	1,17
23	0...0,16	$Y_{23} = Y_{20} + Y_{22}$	0,87	—	1,67	2,84
24	0,16...5	$Y_{24} = Y_{15} * 0,7$	6,46	1,45	12,41	21,09
25	0...0,16	$Y_{25} = Y_{15} - Y_{24}$	2,77	—	5,32	9,05
26	0...0,16	$Y_{26} = Y_{16} + Y_{23} + Y_{25}$	7,6	—	14,61	24,84

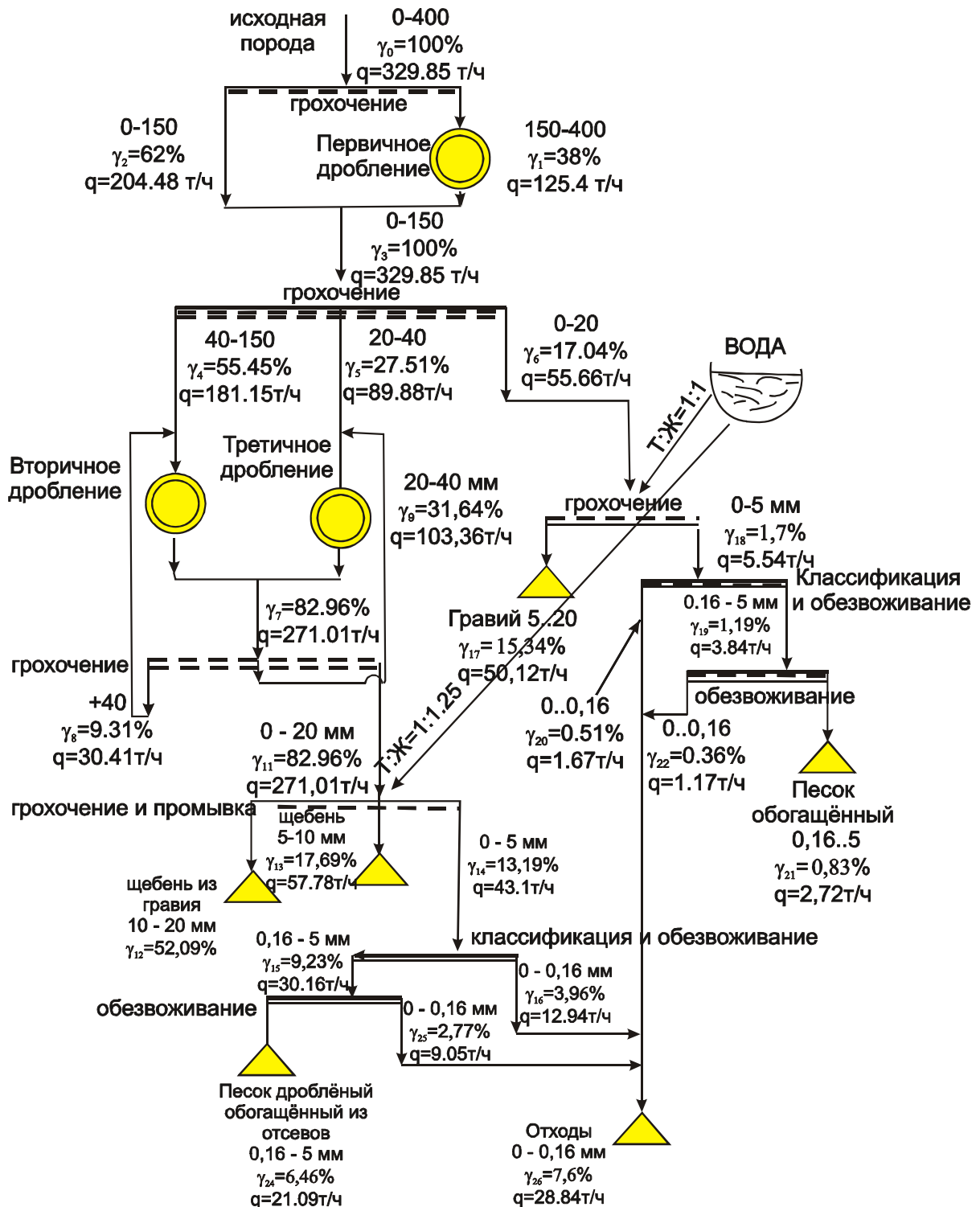


Рисунок 2. Качественно-количественная схема гравийно-щебёночного завода к приложению 2.

Расчётная площадь для размещения оборудования.

Приложение 3

Наименование и типоразмер оборудования	Рабочая площадь на единицу оборудования, м ²	
Дробилки щёковые: ЩДС-11,6х9	40	
ЩДП-9х12	80	
ЩДП-12х15	115	
ЩДП-15х21	120	
Дробилки конусные среднего и малого дробления	КСД и КМД-1200Гр и Т КСД и КМД-1750Гр и Т КСД и КМД-2200Гр и Т	35 40 70
Дробилки роторные крупного дробления	ДРК-16х12 ДРК-20х16	40 80
Дробилки роторные среднего и мелкого дробления	ДРС-10х10 ДРС-12х12	35 45
Грохоты	ГИС-52 ГИС-62 ГИС-72 ГИТ-41 ГИТ-52Н	35 45 60 30 35
Классификаторы спиральные	I-КСН-12 I-КСН-15 I-КСН-20 I-КСН-24 I-КСН-245 I-КСН-30 2-КСН-24 2-КСН-А 2-КСН-30	35 40 60 70 114 126 135 162 180
Гидроклассификаторы	ГКХ-80 ГКХ-200	25 36
Гидрогрохоты конические диаметром м.: 2,5 3		25 30
Гидроциклоны: тонкослойные сгустители типа «ТКС»		49
Пневматические классификаторы СМД-160		30
Мойки корытные		90
Мойки вибрационные СМД-158		30
Маслостанции жидкой смазки конусных дробилок	УС – 63 УС – 125	35 45

Приложение 4

Характеристика сыпучих материалов

Материал	Угол естественного откоса	Коэффициент внутреннего трения
Песок крупный:	сухой	30...35
	влажный	32...40
	мокрый	25...27
Песок средний:	сухой	28...30
	влажный	35
	мокрый	25
Песок мелкий:	сухой	25
	влажный	30...35
	мокрый	15...20
Гравий	сухой	35...40
	влажный	35
	мокрый	26...30
Щебень	40...45	0,84...1

Приложение 5

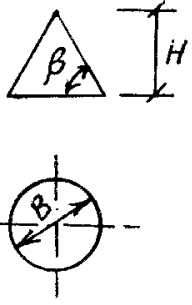
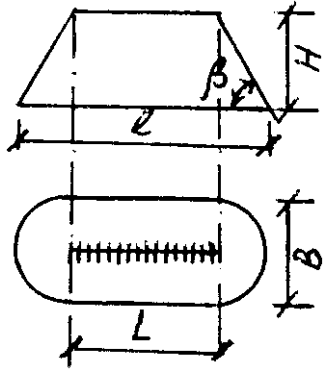
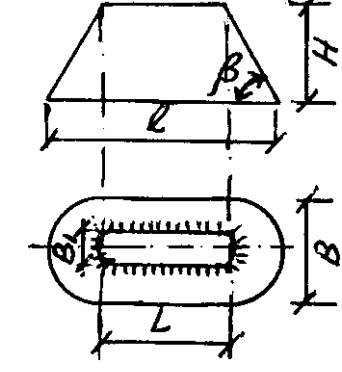
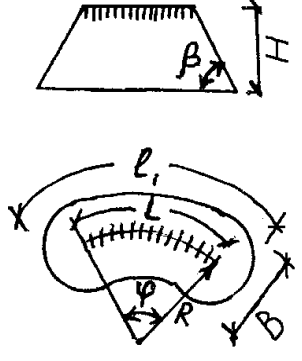
Нормы расхода электроэнергии на технологические нужды (по ОНТП II – 86)

Способ подготовки сырья	Вид топлива	Расходы электроэнергии. кВт ч /м ³			
		Керамзита марки «500%»	шунгизита марки «200»	Керамзитового песка марки «500»	
				Отдельное производство керамзитового песка	Совместное производство керамзитового гравия и песка
Пластический	Газ	32	-	65	53
То же	Мазут	33	-	-	-
Сухой	Газ	27	28	46	40
То же	Мазут	28	29	-	-

Показатели расхода электроэнергии при производстве других видов искусственных пористых заполнителей, кВт ч/м³:

- аглопорита – 25...30;
- шлаковой пемзы – 5,6;
- вспученных перлитовых щебня и песка – 15,4;
- термолита – 13,5...14,6.

Определение геометрических размеров складов различной формы с учетом характеристик сыпучих материалов

Конусный	Штабелный с треугольным сечением	Штабелный с трапециевидальным сечением	Штабелно-кольцевой
			
$B = \frac{2H}{\operatorname{tg}\beta}$ $H = \frac{\operatorname{tg}\beta}{B/2}$ $V = \frac{\pi B^2 H}{12} \text{ м}^3$ $F = \frac{\pi B^2}{4} \text{ м}^2$	$B = \frac{2H}{\operatorname{tg}\beta}$ $H = \frac{\operatorname{tg}\beta}{2}$ $L = \frac{(12V - \pi H B^2)}{6BH}$ $\ell = L + B$ $S = \frac{LB + \pi B^2}{4} \text{ (м}^2\text{)}$ $V = \frac{BH(6L + \pi B)}{12} \text{ (м}^3\text{)}$	$B = \frac{B_1 + 2H}{\operatorname{tg}\beta}$ $H = \frac{\operatorname{tg}\beta(B - B_1)}{2}$ $L = \frac{(12V - \pi H(B^2 + B_1^2 + BB_1))}{[BH(B_1 + B)]}$ $\ell = L + B$ $S = \frac{LB + \pi B^2}{4} \text{ (м}^2\text{)}$ $V = \frac{HL(B_1 + B)}{2} + \frac{(\pi \frac{H}{3})(B^2 + B_1^2 + BB_1)}{4} \text{ (м}^3\text{)}$	$B = \frac{2H}{\operatorname{tg}\beta}$ $H = \operatorname{tg}\beta \cdot \frac{B}{2}$ $L = \frac{\pi R \varphi}{180}$ $\ell_1 = L + B$ $S = \frac{\pi B^2}{4} + \frac{\pi R \varphi B}{180}$ $= \frac{\pi B^2}{4} + LB$ $V = \frac{BH(6L + \pi B)}{12}$

Примечание: ℓ , L , ℓ_1 , H , B , B_1 – основные размеры складов, м;
 β – угол естественного откоса складываемого материала, град;
 R – радиус кривизны склада;
 φ – угол поворота консольно-поворотного конвейера, град.

Приложение 7

Расход условного топлива на технологические нужды (по ОНТП II – 86)

Тип обжигового агрегата, вид производства	Расход условного топлива, кг на 1м ³					
	Керамзита марки «500»		шунгизита марки «500»		Керамзитового песка марки «500»	
	Способ подготовки					
	Пластический	Сухой	Сухой		Пластический	Сухой
Печь вращающаяся 2,5x40	90	88	88		-	-
Агрегат обжиговый	95	62	-		-	-
Отдельное производство керамзитового песка	-	-	-		107	83
Совместное производство песка в печах кипящего слоя, керамзитового гравия в обжиговом агрегате и печах 2,5x40	-	-	-		86	83

Примечание: нормативы даны с учётом отходящих газов от печи или обжигового агрегата.

Расход условного топлива в зависимости от марки продукции:

$$Q_y = \frac{Q_{\text{ТАБЛ}}}{K_0},$$

K_0 – принимается по таблице 2.5

Показатели расхода условного топлива при производстве других видов искусственных пористых заполнителей, кг усл. топлива/м³:

- аглопорита – 36...89;
- вспученных перлитовых щебня и песка – 33...34;
- термолита – 96...98.

Приложение 8

Классификация горных пород при переработке на предприятиях нерудных строительных материалов (ОНТП –18- 85)

I тип – прочные однородные абразивные горные породы, включающие :

I – 1 – изверженные горные породы (граниты, диориты, сиениты, базальты и др.) с пределом прочности на сжатие до 300 Мпа, чистые или незначительно загрязнённые легкопромывистыми включениями;

I – 2 – метаморфические и абразивные осадочные горные породы (песчаники) с прочностью на сжатие до 300 Мпа и большим содержанием мелкой фракции 0-150 (200) мм в исходной горной массе, загрязнённые легко и среднепромывистыми включениями;

II тип – прочные однородные малоабразивные осадочные горные породы (известняки, доломиты и др.) с пределом прочности на сжатие до 200Мпа, незначительно загрязнённые легко и среднепромывистыми включениями;

III – неоднородные по прочности малоабразивные горные породы, содержащие слабые разности, загрязнённые средне– и труднопромывистыми включениями;

IV – сырьё для производства песка, гравия и щебня из гравия для строительных работ;

IV – 1 – валуно-гравийно-песчаная и гравийно-песчаная горные породы с содержанием гравия и валунов прочностью на сжатие до 150 Мпа – 50% и менее, загрязнённые средне– и труднопромывистыми включениями до 10-12%;

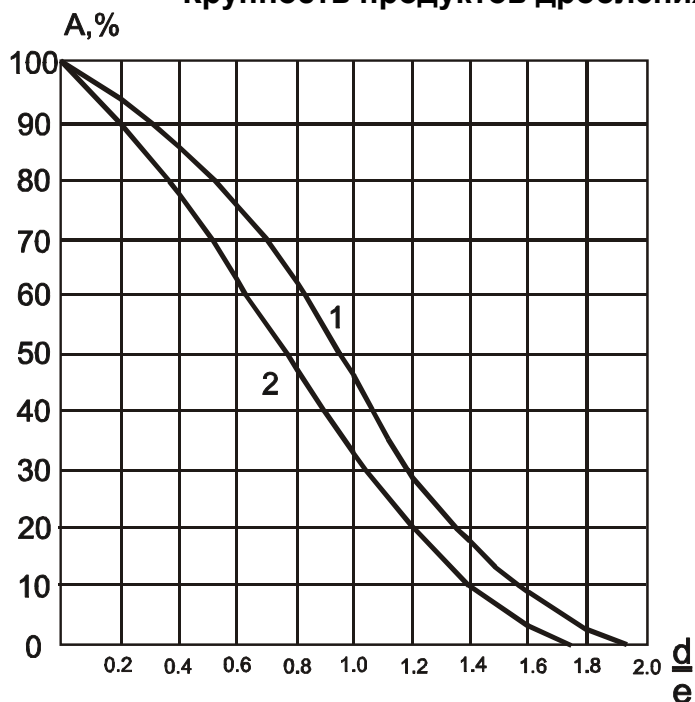
IV – 2 – валуно-гравийно-песчаная и гравийно-песчаная горные породы с содержанием гравия и валунов прочностью на сжатие до 300 Мпа – 50% и более, загрязнённые легкопромывистыми включениями до 5%.

Приложение 9

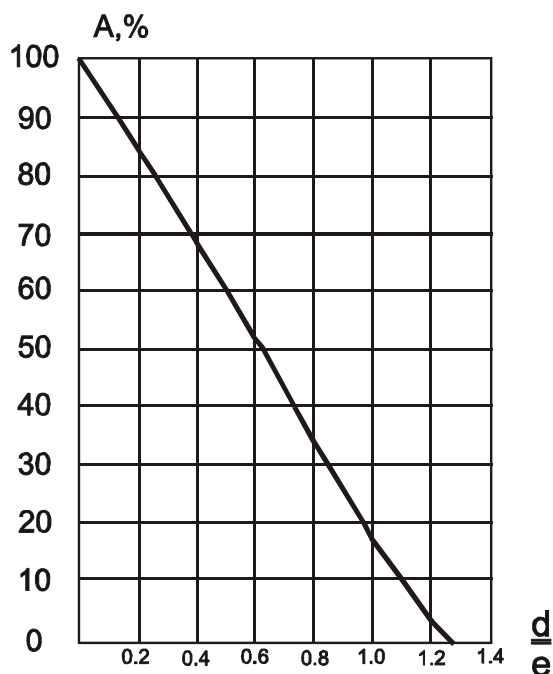
Общая эффективность технологических операций

Операция	Тип оборудования	Общая эффективность E %
Предварительное грохочение перед стадией дробления: первой второй	Неподвижный колосниковый грохот	60...70
	Инерционный грохот тяжёлого типа	70...85
	Вибрационный грохот	85...90
Окончательное (товарное) грохочение, грохочение в замкнутом цикле с дробилками второй и третьей стадий дробления, промывка и обезвоживание.	Инерционный грохот	90...98
	Вибрационный грохот	90...98
Классификация	Спиральный классификатор	60...70
	Гидравлический классификатор	60...70
Промывка	Корытные и вибрационные промывочные машины	85...90

Крупность продуктов дробления в щёковых дробилках.

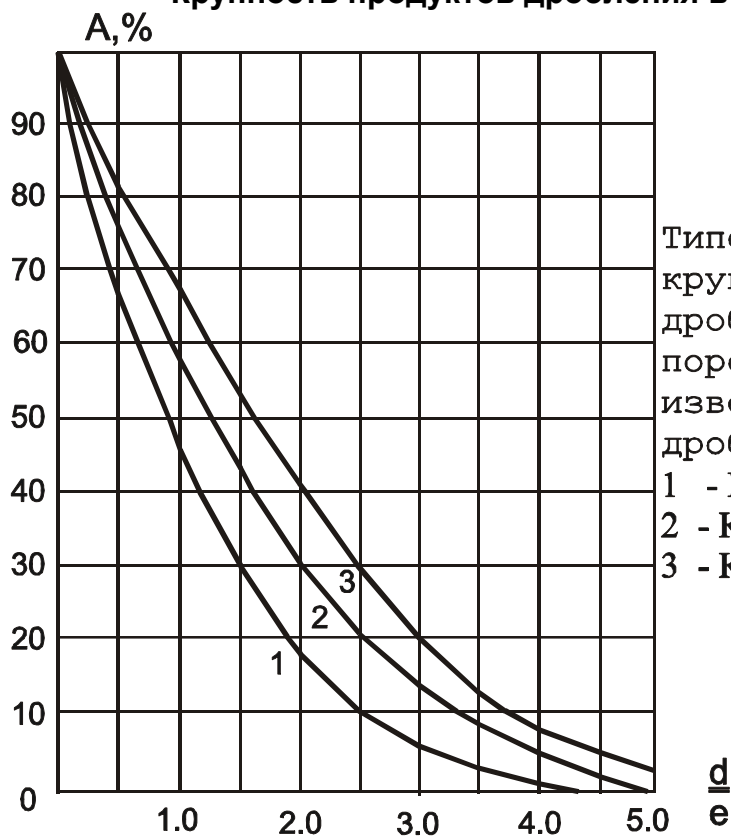


Типовые характеристики крупности продуктов дробления в щёковых дробилках с простым качанием щеки:
 1 - изверженные породы;
 2 - прочные известняки (более 60 МПа); А - суммарный выход верхнего класса (полные остатки на ситах), %;
 e - ширина разгрузочной щели дробилки.
 d - крупность классов.



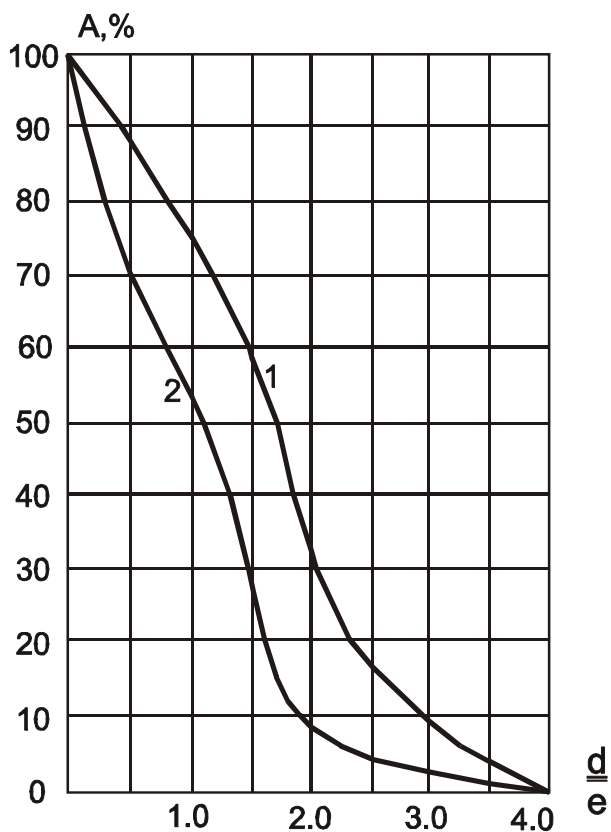
Типовая характеристика крупности продуктов дробления изверженных пород и прочных известняков в щёковых дробилках со сложным качанием щеки.

Крупность продуктов дробления в конусных дробилках.



Типовые характеристики крупности продуктов дробления изверженных пород и прочных известняков в конусных дробилках:

- 1 - КСД-1750Гр и КСД-2200Гр;
- 2 - КСД-1750Т и КСД-2200Т;
- 3 - КМД-1750Гр и КМД-2200Г



Типовые характеристики крупности продуктов дробления в конусных дробилках КМД-1750Т и КМД-2200Т:

- 1 - изверженные породы;
- 2 - прочные известняки.

Приложение 12

Расчётные значения насыпной плотности готовой продукции в зависимости от типа перерабатываемой породы т/м³

Материал	Тип породы					
	Скальные			Валуно-гравийно-песчаные		Песчаные
	I	II	III	IV-1	IV-2	
Исходная горная масса	1,7...1,8	1,7	1,5...1,6	1,6	1,7	1,6
Щебень крупностью, мм: до 20 до 40	1,35..1,45	1,3..1,35	1,25..1,3	1,35..1,4	1,4..1,45	-
	1,45..1,5	1,4..1,45	1,3..1,4	1,4..1,45	1,5..1,55	-
Гравий крупностью до 20 мм	-	-	-	1,6	1,6	-
Песок: -природный или обогащённый -из отходов отсеков дробления	-	-	-	-	-	1,6
	-	1,45..1,5	-	-	-	-

Приложение 13

Технические характеристики оборудования дробильно – сортировочных предприятий

Дробильное оборудование.

Таблица 1 Техническая характеристика щёковых дробилок с простым движением (качанием) щеки.

Элементы характеристики	Модель						
	C-644	CM-204A	C-758	C-886	C-887	C-805	C-888
1	2	3	4	5	6	7	8
Размеры загрузочного отверстия, м : ширина длина	0,4 0,6	0,6 0,9	0,6 0,9	0,9 1,2	1,2 1,5	1,2 1,5	1,5 2,1
	0,34	0,51	0,56	0,7	1,0	1,0	1,3
Ширина разгрузочной щели, м.	0,04 0,1	0,075 0,2	0,075 0,15	0,13	0,15	0,15	0,18
Эксцентриситет вала, м.	19	25	29	25	30	35	58

1	2	3	4	5	6	7	8
Число качаний щеки в 1 сек	5	4,6	5,4	2,83	2,25	2,25	1,67
Производительность при дроблении пород в м ³ /ч	10, 20, 25	42-110	45-145	110	210	210	400-500
при ширине загрузочной щели	0,04; 0,08; 0,1	0,075-0,2	0,075-0,2	0,13	0,15	0,15	0,18
Мощность электродвигателя, кВт	28	75	75	100	160	160	250
Габариты, м:							
Длина	2,32	3,75	3,4	4,85	6,4	6,4	7,35
Ширина	1,742	2,4	2,1	5,84	6,55	6,55	6,8
Высота	1,85	3,0	2,94	2,97	3,93	3,93	5,13
Масса, т	7,5	26,9	20,6	77,92	141,5	140,5	255,7
Изготовитель	Выксунский маш-стр. завод			Завод «Волгоцементмаш»			

Таблица 2 Техническая характеристика щёковых дробилок со сложным движением (качанием) щеки.

Элементы характеристики	Модель					
	С-182Б	СМ-166А	СМ-11Б	СМ-741	СМ16Б	ДРО-307
Размеры загрузочного отверстия, м:						
длина	0,25	0,25	0,4	0,4	0,6	0,25
ширина	0,4	0,9	0,6	0,6	0,9	0,9
Наибольший размер загрузочного куска, м:	0,21	0,21	0,34	0,34	0,51	0,21
Ширина разгрузочной щели, м:	0,02-0,08	0,02-0,08	0,04-0,1	0,04-0,1	0,075-0,2	0,04-0,08
Производительность при дроблении пород средней твердости, м ³ /ч,						
при ширине загрузочной щели, м	3,5-14 0,02-0,08	7-35 0,02-0,08	10-26 0,04-0,1	14,5-38 0,04-0,1	35-120 0,075-0,2	30-60 0,04-0,08
Мощность электродвигателя, кВт	22	28	28	40	75	75-100
Габаритные размеры (без двигателя):						
длина	1,33	1,352	1,65	2	2,15	2,06
ширина	1,202	1,835	1,52	2,28	2,13	2,39
высота	1,412	1,23	1,52	1,92	2,375	1,335
Масса, т	2,5	5,7	9,92	9,34	14,23	7,415

Таблица 3 Техническая характеристика конусных дробилок крупного дробления типа ККД

Элементы характеристики	Модель								
	ККД 500 /75	ККД 900 /160	ККД 1200/150	ККД 1500/180	ККД 1500/300	ККД 500 /75	ККД 900 /130	ККД 1200 /150	ККД 1500 /180
Ширина загрузочного отверстия, м	0,5	0,9	1,2	1,5	1,5	0,5	0,9	1,2	1,5
Рекомендуемый наибольший размер загружаемых кусков, м	0,4	0,75	1,0	1,2	1,2	0,4	0,75	1,0	1,2
Ширина разгрузочного отверстия, м	0,075	0,16	0,15	0,18	0,3	0,075	0,13	0,15	0,18
Производительность для материалов средней прочности, т/ч	390	800	1250	2000	2750	350-400	800	1250	2000
Мощность электродвигателя, кВт	125	250	200	320	400	125	150	200	250

Таблица 4 Техническая характеристика конусных дробилок среднего дробления нормального типа КСД

Элементы характеристики	Модель							
	КСД-600Б	КСД-900Б	КСД-1200А	КСД-1200Б	КСД-1750Б	КСД-2200А	КСД-2200Б	КСД-2200
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Диаметр основания внутреннего конуса, м	0,6	0,9	1,2	1,2	1,75	2,2	2,2	2,2
Ширина загрузочного отверстия, м	0,075	0,115	0,115	0,17	0,2	0,275	0,35	0,35
Пределы регулирования ширины разгрузочной щели, мм	12-25	15-50	8-25	20-50	25-60	10-30	30-60	30-60
Производительность для материалов средней прочности, т/ч	32-56	48-86	50-135	110-170	400-750	310-850	875-1450	875-1450
Наибольший размер загружаемых кусков материала, мм	0,065	0,1	0,1	0,11	0,145	0,25	0,3	0,3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Мощность электродвигателя, кВт	40	55	75	75	160	250	250	250
Габаритные размеры, м								
длина	1,57	2,68	2,9	2,94	3,866	4,81	4,818	4,31
ширина	1,25	1,85	2,8	2,8	2,95	3,4	3,4	3,12
высота	1,41	2,25	3,44	3,44	4,275	4,99	4,975	5,22
Масса дробилки, т	3,725	3,79	24,52	24,5				

Таблица 5 Технические характеристики короткоконусных дробилок мелкого дробления типа КМД

Элементы характеристики	Модель				
	КМД-1200	КМД-1750	КМД-2200/400	КМД-2200/600	КМД-2200 ГРЦ
Диаметр основания внутреннего корпуса, м	1,2	1,75	2,2	2,2	2,2
Ширина загрузочного отверстия, мм	45	100	130	130	130
Пределы регулирования ширины разгрузочной щели, мм	3-13	5-15	5-15	5-15	5-15
Наибольший размер куска загружаемого материала, мм	38	85	100	100	100
Производительность для материалов средней прочности, т/ч	18-90	100-325	185-550	190-580	
Мощность электродвигателя, кВт	75	160	250-280	310-320	250
Габаритные размеры, м					
длина	2,94	3,866	5	5,233	4,31
ширина	2,8	2,95	3,87	3,87	3,12
высота	3,44	4,275	4,76	4,76	5,025
Масса, т	24,69	47,02	79,98	95,37	72,3
Изготовитель	Уральский завод тяжёлого машиностроения				

Таблица 6 Производительность конусных дробилок среднего дробления КСД в т/ч

Мо де ль	Тип	Размер разгрузочного отверстия, мм														
		5	8	10	13	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
КСД-90 ОБ	Номальный Средний	19	27	33	48 40	66 50	72 62	77	80	82	84	86				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
КС Д- 12 00 Б	Номаль- ный Средний		42	56	72	84	110 110	135 135	150	158	162	165	170		
КС Д- 17 50 Б	Номаль- ный Средний			310	400	480	640	400 760	464 850	525	580	620	660	780	790

Таблица 7 Техническая характеристика роторных дробилок ударного действия крупного дробления

Элементы характеристики	Однороторные				Двухроторные				
	СМ- 624	С-643	С-687	С-790	С-691	С-744	С-789		
Производительность при дроблении малоабразивных горных пород, м ³ /ч	До50	До 100	120-200	До350	110-160	До-180	До-350		
Мощность электродвигателя, кВт	40	75	125	320	55+ 75	100+ 125	200+ 260		
Ширина приёмного отверстия, м	0,5	0,7	1	1,4	0,75	1	1,4		
Ширина щелей смежных колосниковых решёток, м	0,03 0,05 0,075	0,05 0,075 0,1	0,075 0,15 0,15	0,1 0,022	Верхней 0,075 0,1 0,15	Верх 0,1	Верх 0,22		
					Задней 0,03 0,05			Задней 0,05 0,025	Задней 0,03
					Нижн. 0,03 0,05			Нижн. 0,05 0,025 0,1	Нижн. 0,03
Наибольший размер исходного материала, м	До 0,4	До 0,6	До 0,8	До 1	До 0,56	До 0,8	До 1,1		
Габариты, м:	Длина	2,1	3,99	4,1	4,9	6,59	4,95	4,75	
	Ширина	2,3	3,075	3,94	5,1	3,115	3,15	3,5	
	Высота	2,04	3,25	3,62	4,26	3,26	4,05	4,34	
Масса, т	4,5	15,12	25,7		24,54	4,281	5,9		

Таблица 8 Техническая характеристика молотковых дробилок.

Элементы характеристики	Однороторные				Двухроторные	
	СМ-218М	РДБ-3000	ДМРЭ 14,513	М12-10 12001	С-599	1600 1500
Размеры ротора, м. : диаметр длина	0,6 0,4	0,6 0,4	1,45 1,3	1,2 1	0,7 0,4	1 1,5
Мощность электро-двигателя, кВт	14	28		160	55	350
Ширина щели между колосниками, м	0,035		0,012	0,012	0,03 0,05	0,04
Размеры поступающих кусков, мм	100	100	80	350	100	300
Число оборотов ротора в сек.	20,8	35	12,5	12,2	20-25	8-17
Производительность т/ч	18-22		150-300	200-250	10	500
Габариты, м: Длина Ширина Высота	1,05 0,895 1,122	1,05 1,212 1,03		4 7,2 2,8	2,1 1,25 1,4	4,6 7,65 3
Масса, т	0,976	15,12	18,05	25,28	2,64	30,45

Таблица 9 Техническая характеристика валковых дробилок с гладкими валками.

Элементы характеристики	Тип (модель)						
	ДВГ-2М	ДВГ-3М	СМ-12Б	Г-80..50	Г-100..55	Г150..60	СМ-696А
1	2	3	4	5	6	7	8
Производительность т/ч м ³ /ч	12	28	25	15	45	76	18
Максимальный размер кусков, поступающих на дробление, мм	32	40	85	40	50	75	
Ширина щели между валками, мм	15	60	10-30				3
Размер дроблёного продукта, мм	2..8	2..10		16	18		
Мощность электро-двигателя, кВт	9	14	20	28	48	55	24

1	2	3	4	5	6	7	8
Габаритные размеры, м							
длина	2,385	2,63	2,235	3,89	3,91		3,24
ширина	1,53	1,6	1,71	2,731	3,16		2,615
высота	0,868	0,965	0,81	1,25	1,34		0,965
Масса, т	2,42	3,666	3,02	12,5	15,9	32,4	2,78

Таблица 10 Техническая характеристика одновалковых дробилок

Элементы характеристики	Размер дробилки (диаметр-длина валка), м			
	0,61-0,22	0,81-1,53	0,915-1,524	1,524-2,134
Максимальная крупность загружаемого материала, мм	356	356	610	1016
Крупность дроблёного продукта, мм	102	102	152	254
Производительность (по известняку), т/ч	117	147	254	510
Мощность двигателя, кВт	75	93,5	150	225

Таблица 11 Технические характеристики валковых дробилок

Элементы характеристики	Тип (модель)				
	ДДЗ-1М	ДДЗ-2М	ДДЗ-3М	ДДЗ-4М	СМ-438
Производительность т/ч	55	125	180	240	30
Максимальный размер кусков, поступающих на дробление, мм	200	600	800	1000	360
Ширина щели между валками, мм	145	75/180		180/220	
Размер дроблёного продукта, мм	25-100			125-250	
Размер валков, мм: диаметр длина	500 500	700 750	900 900	900 1200	990 900
Мощность электродвигателя, кВт	11	20	25	35	28
Габаритные размеры, м					
длина	2,225	3,16		4	
ширина	2,2	2,9		3,57	
высота	0,796	0,985		1,215	
Масса, т	3,1	5,2	11,2	12,3	6,83

Технические характеристики оборудования дробильно – сортировочных предприятий

Сортировочное оборудование.

Таблица 1 Грохоты вибрационные гирационные (эксцентрикковые) с круговым качением.

Элементы характеристики	Модель					
	СМ-570	СМ-571	СМ-572	СМ-652А	СМ653	СМ_653Б
Размеры отверстия сит, м: ширина длина	1,00 2,5	1,25 3,00	1,5 3,75	1,5 3,75	1,75 5,00	1,75 4,25
Размеры отверстий в ситах, мм	22x22	22x22	135x135 75x75	26x26	-	26-26 5x20
Производительность м ³ /ч,	50	100	250	140	-	200
Мощность электродвигателя, кВт	4,5	7	14	10	10	10
Максимально допустимая крупность кусков, мм:	150	100	400	150	150	150
Габаритные размеры, м: длина ширина	3 1,84	3,56 2,14	4,65 2,7	4,3 2,63	5,145 2,76	5 2,79
Масса, т	1,35	2,67	2,59	5,93	6,1	3,8

Примечание: Во всех грохотах два яруса сит с углом наклона 0-30 град

Таблица 2 Техническая характеристика инерционных колосниковых грохотов

Элементы характеристики	Модель		
	СМ-690	С-725	С-724
Полезная площадь грохота в м	1,5x3	2x4	1,25x2,5
Производительность по питанию, т/ч	450	900	350
Мощность двигателя, кВт	13-22	31	10
Габаритные размеры, м: длина ширина высота	3,012 2,56 1,3	4 2,8 2,38	2,5 1,95 1,23
Масса, т	5,895	9,546	3,222

Таблица 3 Техническая характеристика инерционных вибрационных грохотов

Элементы характеристики	Модель					
	C-740	C-785	CM-742	C-388	C-861	CM-13
Полезная площадь грохота в м	1,25x3	1,75x4,5	1,2x1,82	1,2x1,8	1x1,5	0,95x1,2
Производительность м ³ /ч,	50	50	50	20-30	40	40
Мощность электродвигателя, кВт	7	10	4,5	4,5	4,5	7
Габаритные размеры.: длина м ширина м высота м	3,98 2,0 2,23	5,42 2,53 1,43	3,97 1,55 1,35	2,48 1,63 1,08	2,85 2,05 1,22	3,15 1,92 1,23
Масса, т	2,47	3,64	1,82	0,89	1,14	1,8

Таблица 4 Техническая характеристика камневиделительных вальцов

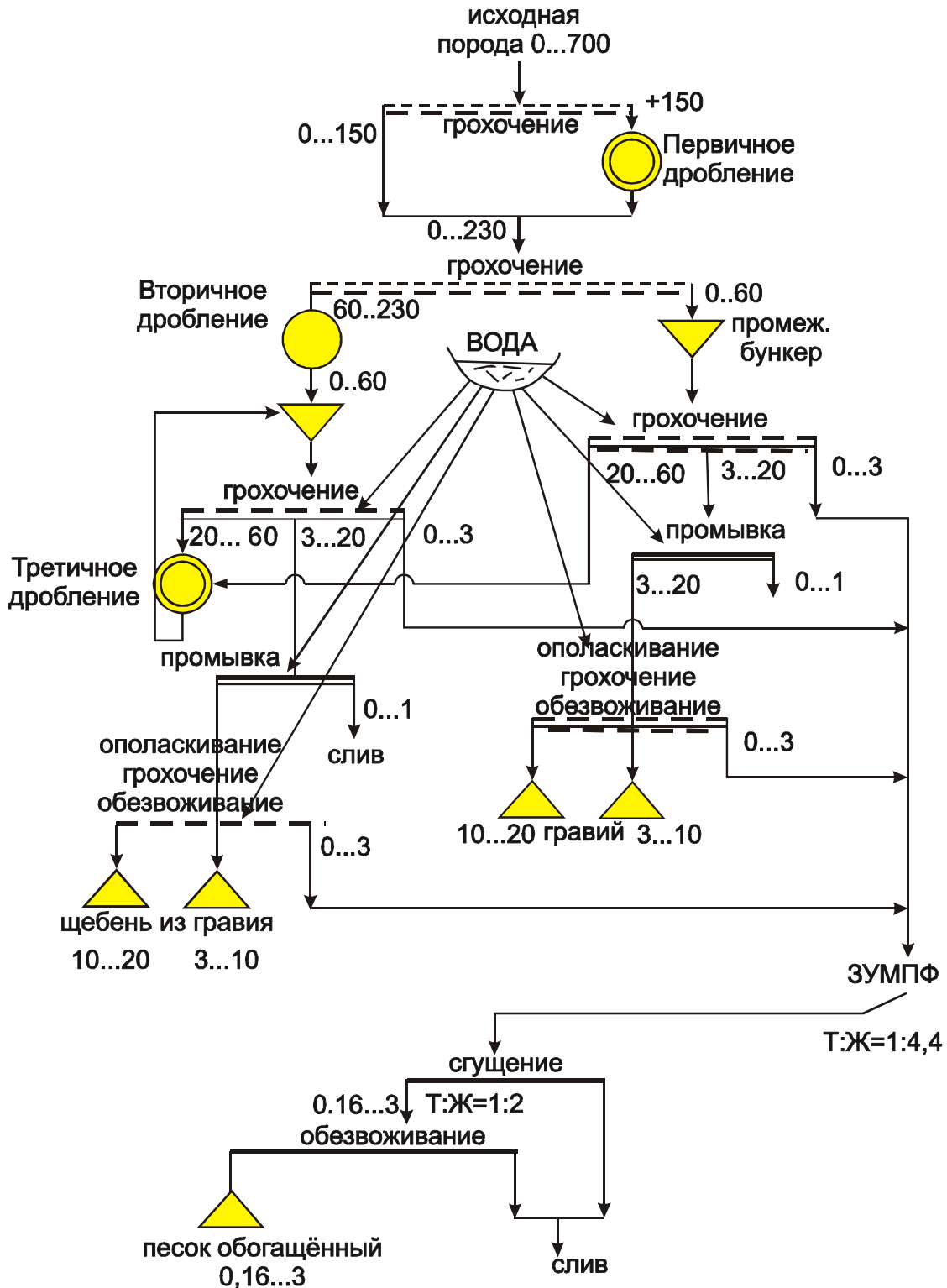
Элементы характеристики	Тип (модель)				
	CM-22	CM-150	CM150A	CM-231	CM-416A
Диаметр и ширина вальцов, мм: большого(подающего) малого (дробящего)	800-500 450-500	900-700 600-700	900-700 600-700	1000-750 630-750	450-700 530-700
Производительность, м ³ /ч	14-18	20	20	35	40
Мощность электродвигателя, кВт	20	17	15	50	20
Габаритные размеры, мм: длина ширина	1660 1450	1715 1600	1715 1600	3450 3051	3200 1500
Масса, т	2,1	2,5	2,6	7,3	2,3
Размер выделяемых камней, мм Наименьший наибольший					35 185

Таблица 5 Техническая характеристика спиральных классификаторов

Показатель	Диаметр спирали, мм			
	750	1000	1200	1500
Длина корыта, мм	7600	8750	9800	11200
Частота вращения спирали, об/мин	11-26	8-20	6,3-12,7	5,1-10,3
Угол наклона корыта,	17	17	18	18
Производительность по пескам, т/ч	До 60	До 110	До 125	До 200
Мощность, кВт	10	14	7;9;10	9,2;10,7;13,5
Масса, кг	6500	9000	9850	14800

Приложение 15

Технологическая схема гравийно-песчаного завода по переработке валуно-гравийно - песчаных пород, загрязнённых легко- и среднепромывистыми включениями



Примечание: Т:Ж – соотношение масс продукта и воды, подаваемой на его промывку; 0,16...3, 3...10 – крупность продуктов.

Производительность обжиговых агрегатов.

Характеристика заполнителя	Обжиговой агрегат	Производительность м ³ /ч
Гравий керамзитовый М500	Печь вращающаяся Φ 2,5x40	10,8
	Агрегат обжиговой СМС197	12,4
	То же двухбарабанный: Φ 2,5x20 + Φ 3,6x24	13,3
	Φ 3x24 + Φ 4,5x24	25,0
Песок: керамзитовый М600 Перлитовый вспученный М100	Печь кипящего слоя СМС139	6,7
	Печи вертикальные СМТ177 с печью термоподготовки СМТ178 и ПУВ НИИСМИ	15,0
Щебень перлитовый вспученный М500	Печь вращающаяся СМТ179 с печью термоподготовки СМТ178; печь кипящего слоя	3,5
Щебень и песок аглопоритовый М700 (из суглинков и углеотходов)	Агломерационные машины: СМС117 и СМ96 размером 1,5x40	15,0
	СМС214 размером 2,5x60	56,0
Аглопоритовый гравий из золы М800	Агломерационные машины : СМС117 (без охладителя)	21,0
	АКМ105 размером 2,5x42	76,0

Обжиговой агрегат СМС-197 (для производства керамзита)

Мощность обжигового агрегата (м³/год) определяют по формуле :

$$M_{об.а.} = C \cdot T \cdot K_{и} \cdot K_0 \quad (16.1)$$

где: С – паспортная часовая производительность обжигового агрегата по керамзиту М500, м³/ч (для однобарабанной печи 2,4x40 – 10,8; агрегата СМС197 – 12,4; двухбарабанной печи 2,5x20/3,5x24 – 13,3);

T – годовой фонд рабочего времени, T=8760 ч.;

K_и - коэффициент использования годового фонда рабочего времени (K_и= 0,92 для печи 2,5x40 и агрегата СМС197, K_и= 0,86 для двухбарабанной печи);

K₀ - объёмный коэффициент выхода продукции, учитывающий марку керамзита по насыпной плотности (K₀ =1,0 для М500; 1,15 для М400; 0,85 для М600).

Агломерационные машины СМС-117 и СМ-961.(Длина 40 м. ширина 1,5 м.)

Производительность агломерационной машины (т/ч) :

$$П = 0,06 \cdot V \cdot L_a \cdot B \cdot \rho_n \cdot K_n \cdot K_b \quad (16.2)$$

где : V – вертикальная скорость спекания, мм/мин (5- 10 мм/мин);

L_a – активная длина агломерационной машины, м, равная общей длине машины L за вычетом длины зон сушки L_с (обычно 0,05- 0,1 L) и охлаждения L_о (при наличии холодильника L_о = 0.2L, при отсутствии холодильника и производстве агломерационного гравия L_о= 0,4L);

B – активная зона ширины агломерационной машины, м;

ρ_n - насыпная плотность сырцовых гранул 1 - 1,1 т/м³;

K_n – коэффициент выхода аглопорита 0,75 – 0,9;

K_b – коэффициент учитывающий возврат в шихту недожога; при отсутствии подачи возврата в шихту K_b = 1.

Толщина слоя шихты примерно 200 мм. Годовая мощность агломерационной машины ($\text{м}^3/\text{год}$):

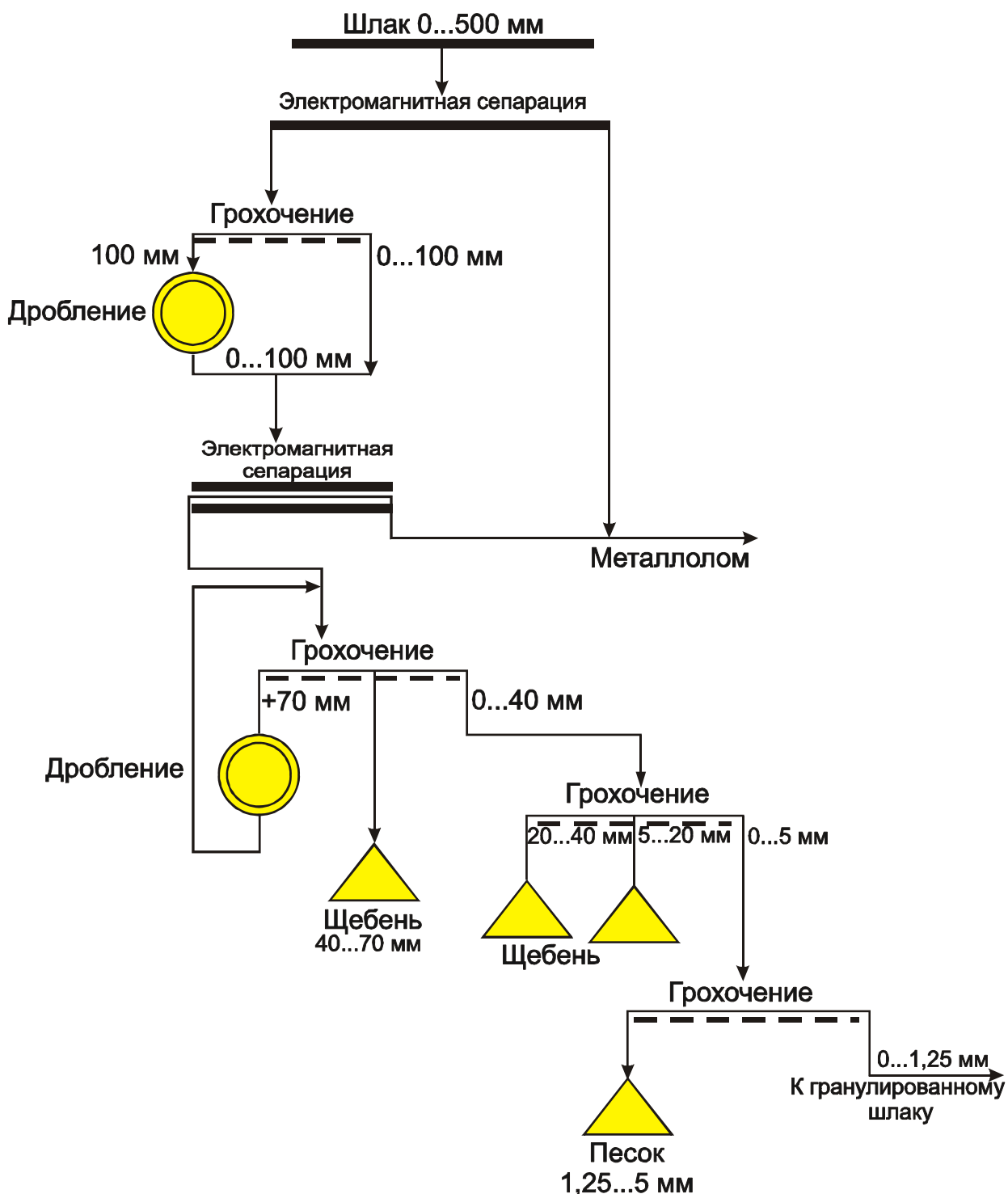
$$M_{\text{ар}} = \frac{T \cdot \Pi \cdot K_{\text{и}}}{\rho_{\text{н}}} \quad (16.3)$$

где: $K_{\text{и}}$ – коэффициент использования годового фонда рабочего времени, $K_{\text{и}} = 0,83 - 0,9$;

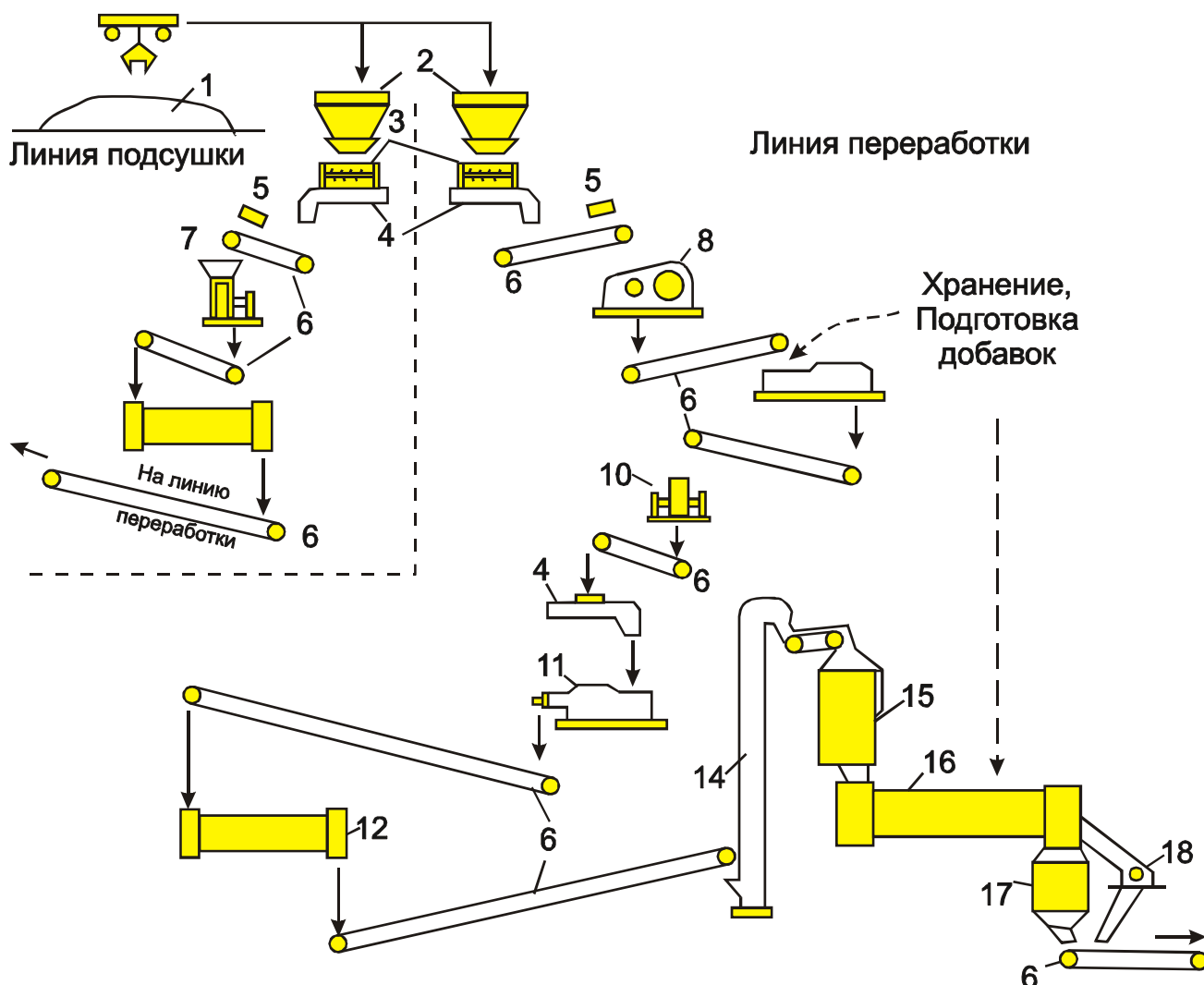
$\rho_{\text{н}}$ – насыпная плотность аглопоритового щебня (гравия), $\text{т}/\text{м}^3$.

Приложение 17

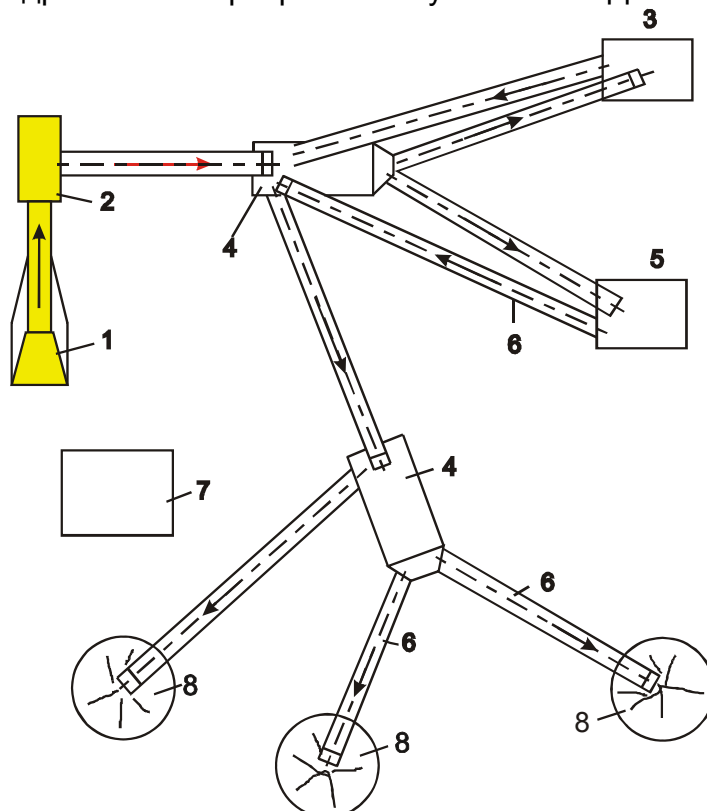
Технологическая схема производства щебня из доменных шлаков.



Технологическая схема производства керамзита с подготовкой сырцовых гранул по пластическому способу и обжигом в агрегате СМС- 197.

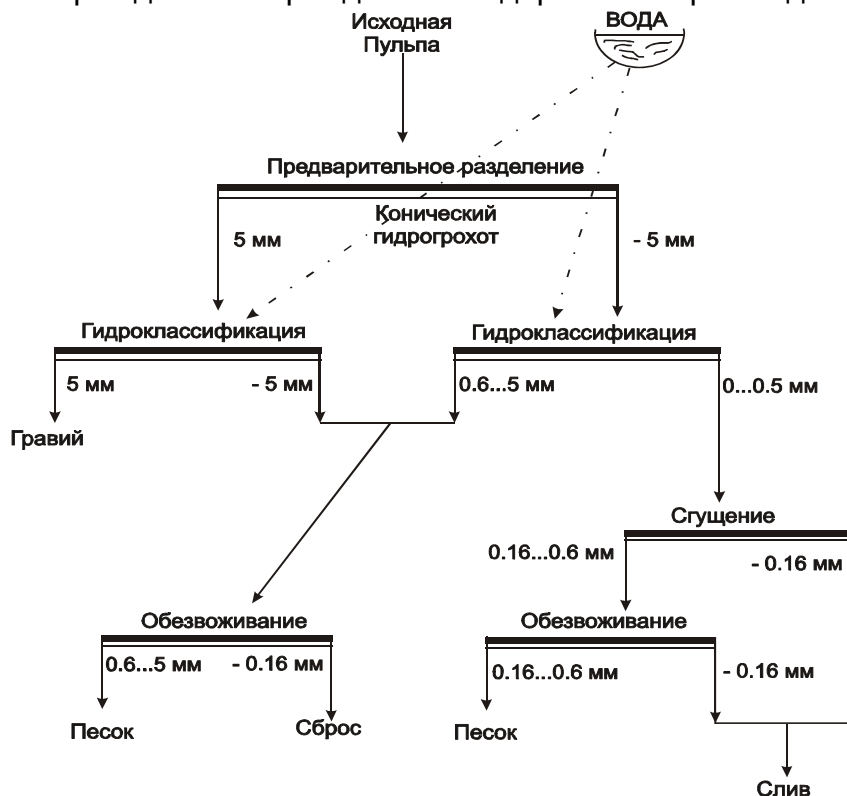


На схеме цифрами обозначены :1 – склад глины, оборудованный мостовым электрическим краном с грейфером; 2 – бункер приёмный; 3 – глинорыхлитель; 4 – питатель ящичный; 5 – железоотделитель подвесной; 6 – конвейер ленточный; 7 – вальцы дырчатые (или камневыделительные); 8 – вальцы грубого помола (или камневыделительные); 9 – пресс ленточный шнековый с камневыделительной приставкой (или смеситель с фильтрующей решёткой); 10 – вальцы тонкого помола; 11 – пресс ленточный шнековый с гранулирующей приставкой; 12 – барабан сушильный для подсушки гранул; 13 - барабан сушильный для подсушки глины; 14 – элеватор; 15 – подготовитель слоевой; 16 – печь вращающаяся 2,8 x 20м; 17 – холодильник слоевой; 18 – дробящее устройство (для спёков).



1 - Приёмный бункер с питателем; 2 – агрегат крупного дробления; 3 – агрегат среднего дробления; 4 – агрегат сортировки; 5 – агрегат мелкого дробления; 6 – ленточные конвейеры; 7 – пульт управления; 8 – склады готовой продукции.

Технологическая схема песчаного завода с гидромеханизированным способом добычи сырья для месторождений с содержанием гравия до 5%



Учебное издание

Составители: Плосконосов Владимир Николаевич
Пикула Александр Иванович

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ НА ТЕМУ

« Заполнители бетона »

для студентов специальности 70.01.01
«Производство строительных изделий и конструкций»

Ответственный за выпуск : А.И. Пикула
Редактор: Т.В. Строкач
Технический редактор: А.Д. Никитчик
Корректор: Е.В. Никитчик

Подписано к печати Формат 1/16 Бумага писч. Гарнитура . Arial
Усл. п. л. Уч. изд. л. Тираж экз. Заказ № Отпечатано на ризо-
графе Брестского государственного технического университета.
224017, Брест, ул. Московская, 267.