

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра технологии строительных материалов,  
изделий и конструкций



Методические указания к выполнению практических работ  
и курсового проектирования по дисциплине  
**«ТЕХНОЛОГИЯ СИЛИКАТНЫХ ЯЧЕЙСТЫХ СТЕНОВЫХ  
МАТЕРИАЛОВ АВТОКЛАВНОГО ТВЕРДЕНИЯ»**,  
направление подготовки «Строительство»,  
профиль «Производство и применение строительных материалов,  
изделий и конструкций» (270804.62)

Казань  
2015

УДК 691  
ББК 38.3  
К89

К89 Методические указания к выполнению практических работ и курсового проектирования по дисциплине «Технология силикатных ячеистых стеновых материалов автоклавного твердения», направление подготовки «Строительство», профиль «Производство и применение строительных материалов, изделий и конструкций» (270804.62) / Сост. Г.В. Кузнецова. – Казань: Изд-во Казанск. гос. архитектур.-строит. ун-та, 2015. – 31с.

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

Методические указания разработаны в соответствии с учебным планом и программой курса «Технология силикатных стеновых материалов». В методических указаниях приведены типовые технологические схемы и расчеты сырья, формы складского хозяйства и основного технологического оборудования. Даны расчеты состава ячеистой бетонной смеси для литьевой и ударной технологии.

Методические указания предназначены для студентов, выполняющих курсовой проект по производству силикатных стеновых изделий из ячеистого бетона автоклавного твердения и при проведении практических занятий по дисциплине.

Табл. 17; библиогр. 19 наименований.

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент кафедры строительных материалов,  
начальник НИСА КГАСУ

**М.И. Халиуллин**

УДК 691  
ББК 38.3

© Казанский государственный  
архитектурно-строительный  
университет, 2015

© Кузнецова Г.В., 2015

## Содержание

Введение.....	4
1. Номенклатура стеновых изделий из ячеистого бетона автоклавного твердения .....	4
2. Сырьевые материалы для производства изделий из ячеистого бетона автоклавного твердения.....	5
3. Технологии производства ячеистых изделий автоклавного твердения .....	5
4. Технологические расчеты.....	6
5. Расчет складского хозяйства.....	12
6. Расчет основного оборудования.....	16
7. Общие указания по технологической компоновке оборудования...22	
8. Контроль качества сырья, готовой продукции и операционный контроль технологических процессов .....	22
9. Мероприятия по охране труда и окружающей среды .....	23
10. Заключение.....	23
11. Приложение.....	24
12. Список НТД.....	31

## ВВЕДЕНИЕ

Содержанием курсового проекта является разработка технологии производства силикатных изделий и конструкций автоклавного твердения с подбором оборудования и составлением технологической схемы и плана цеха (2-й лист на усмотрение преподавателя). Результатами курсового и дипломного проекта, предъявляемой к защите, являются пояснительная записка с описанием и обоснованием принятых технологических решений и необходимыми расчетами, а также графическая часть.

### 1. Номенклатура стеновых изделий из ячеистого бетона автоклавного твердения

Изделия неармированные из ячеистого бетона автоклавного твердения ГОСТ 31360-2007. ГОСТ 31360-2007 распространяется на изделия из ячеистого конструкционно-теплоизоляционного бетона автоклавного твердения, предназначенные в качестве несущих и самонесущих элементов в наружных стенах зданий и сооружений. Изделия изготавливаются в виде блоков и плит. Блоки могут быть с пазогребневыми (замковые) элементами и карманами для захвата, а так же U – образной формы. Блоки могут иметь сквозные и несквозные пустоты. Форма и размеры должны соответствовать рабочей документации.

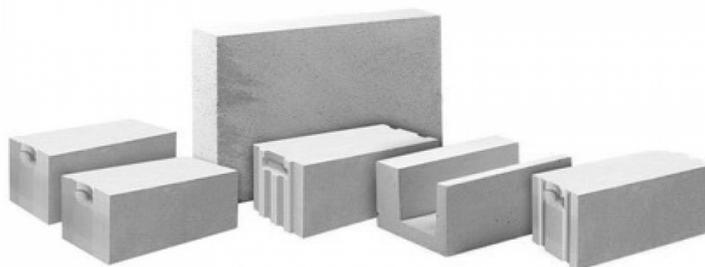


Таблица 1

Изделия изготавливают с максимальными размерами

	Плита	Блок
Длина	1500	625
Ширина	1000	500
Толщина	600	–
Высота	–	500

Для определения вида изделия и размеров необходимо пользоваться прайс-листом с производства изделий или интернетом. Необходимо привести основные показатели ГОСТа или ТУ на выпускаемые изделия. В разделе должны быть: рисунок, эскиз или картинка изделия, описаны основные свойства изделия.

Таблица 2

Характеристика изделия

Наименование продукции	Размер	Объем изделия	Плотность	Класс по прочности	Коэффициент теплопроводности
	мм	м <sup>3</sup>	Д	В	Вт/м° С

## 2. Сырьевые материалы для производства изделий из ячеистого бетона автоклавного твердения

Вяжущее, кремнеземистый компонент и добавки выбираются в соответствии с требованиями ГОСТ 31359-2007 «Бетоны ячеистые автоклавного твердения».

## 3. Технологии производства ячеистых изделий автоклавного твердения

Классическая технология производства автоклавного газобетона предусматривает вспучивание пластической смеси извести, цемента, песка и газообразователя без механических воздействий. Сегодня уже производство ячеистых изделий автоклавного твердения осуществляют по литьевой, вибрационной и ударной технологии.

**Литьевая технология** предусматривает отливку изделий, как правило, в отдельных формах из текучих смесей, содержащих до 55–70% воды от массы сухих компонентов ( $V/T=0,55-0,7$ ).

**Вибрационная технология** газобетона заключается в том, что во время перемешивания в смесителе и вспучивания в форме смесь подвергается вибрации. Используются малоподвижные смеси с  $V/T=0,35-0,5$ .

**Ударная технология** при производстве газобетона заключается в том, что залитая форма приподнимается и падает с определенной высоты

(примерно 1–5см) в течение периода активного газовыделения и роста массива. Используются малоподвижные смеси с  $V/T=0,35-0,5$ .

#### 4. Технологические расчеты

##### 4.1. Расчет потребности сырья по литьевой технологии

Исходными компонентами для приготовления газобетона являются известково-цементное вяжущее, кварцевый песок, алюминиевая пудра (газообразователь), сульфатол и вода. Доля цемента ( $n$ ) в составе известково-цементного вяжущего равняется 0,5. Фактическое содержание  $CaO$  в известии ( $A_{\phi}$ ), согласно характеристике используемого сырья, составляет 88%.

Водотвердое отношение ( $V/T$ ) для бетона марки по средней плотности для D600 по литьевой технологии – 0,55. Коэффициент увеличения массы ячеистого бетона ( $K_c$ ) в результате твердения за счет связанной воды, составляет 1,1.

##### 4.2. Расчет состава газобетона марки по прочности D600 на $1\text{ м}^3$

Расход сухих компонентов для ячеистобетонной смеси определяется по формуле:

$$P_{\text{сух}} = \gamma_c \times V \times K / K_c, \quad (1),$$

где  $\gamma_c = 600 \text{ кг/м}^3$  – объемная масса ячеистого бетона, высушенная до постоянного состояния для ячеистого бетона марки D600;  $K_c = 1,1$  – коэффициент увеличения массы ячеистого бетона в результате твердения за счет связанной воды в соответствии с исходными данными;  $K=1,1$  – коэффициент, учитывающий образование «горбуши»;  $V$  – объем замеса, равный  $1\text{ м}^3$ ;

$$P_{\text{сух}} = 600 \times 1,1 / 1,1 = 600 \text{ кг}.$$

Расход известково-цементного вяжущего для ячеистобетонной смеси определяется по формуле:

$$P_{\text{вяж}} = P_{\text{сух}} / (1+C), \quad (2),$$

где  $P_{\text{сух}} = 600 \text{ кг}$  – расход сухих компонентов на один замес ячеистобетонной смеси, в соответствии с формулой (1);  $C = 1,5$  - отношение кремнеземистого компонента к известково-цементному вяжущему, в соответствии с исходными данными;

$$P_{\text{вяж}} = 600 / (1 + 1,5) = 240 \text{ кг.}$$

Расход цемента для ячеистобетонной смеси определяется по формуле:

$$P_{\text{ц}} = P_{\text{вяж}} \cdot n, \quad (3)$$

где  $P_{\text{вяж}} = 240$  кг - расход известково-цементного вяжущего, в соответствии с формулой (2);  $n = 0,5$  – доля цемента в составе известково-цементного вяжущего, соответствии с исходными данными;

$$P_{\text{ц}} = 240 \cdot 0,5 = 120 \text{ кг.}$$

Расход извести с фактическим содержанием СаО 88%, который определяется по формуле:

$$P_{\text{иф}} = P_{\text{и}} / A_{\text{ф}} \cdot 100, \quad (4)$$

где  $P_{\text{и}} = 120$  кг – расход цемента в соответствии с формулой (3);  $A_{\text{ф}} = 88 \%$  – фактическое содержание СаО в извести, согласно характеристике используемого сырья;

$$P_{\text{иф}} = 120 / 88 \cdot 100 = 136 \text{ кг.}$$

Расход воды для ячеистобетонной смеси определяется по формуле:

$$P_{\text{в}} = P_{\text{сух}} \cdot В/Т, \quad (5)$$

где  $P_{\text{сух}} = 600$  кг – расход сухих компонентов на один замес ячеистобетонной смеси, в соответствии с формулой (1);  $В/Т = 0,55$  – водотвердое отношение для ячеистого бетона марки по средней плотности D600 в соответствии с исходными данными;

$$P_{\text{в}} = 600 \cdot 0,55 = 330 \text{ кг.}$$

Расход кремнеземистого компонента для ячеистобетонной смеси определяется по формуле:

$$P_{\text{к}} = P_{\text{сух}} - (P_{\text{ц}} + P_{\text{иф}}), \quad (6)$$

где  $P_{\text{сух}} = 600$  кг – расход сухих компонентов на один замес ячеистобетонной смеси, в соответствии с формулой (1);  $P_{\text{ц}} = 120$  кг – расход цемента на один замес ячеистобетонной смеси, в соответствии с формулой (2);  $P_{\text{иф}} = 136$  кг – расход извести с фактическим содержанием СаО в соответствии с формулой (3);

$$P_k = 600 - (120 + 136) = 344 \text{ кг.}$$

Расход газообразователя для ячеистобетонной смеси определяется по формуле:

$$P_r = \Pi_r / (\alpha \cdot K) \cdot V, \quad (7)$$

где  $\Pi_r$  – пористость, определяемая по формуле (8);  $\alpha = 0,85$  – коэффициент использования газообразователя в соответствии с исходными данными;  $K=1390$  л/кг – отношение объема газа к массе газообразователя, в соответствии с исходными данными;

$V$  – объем замеса, равный рабочему объему формы;

$$\Pi_r = 1 - \gamma_c / K_c \cdot (W + B/T), \quad (8)$$

где  $\gamma_c = 0,6$  кг/л – объемная масса ячеистого бетона, высушенная до постоянного состояния для ячеистого бетона марки D600;  $K_c = 1,1$  – коэффициент увеличения массы ячеистого бетона в результате твердения за счет связанной воды в соответствии с исходными данными;  $W = 0,36$  л/кг – удельный объем сухой смеси;  $B/T = 0,55$  – водотвердое отношение для ячеистого бетона марки по средней плотности D600 в соответствии с исходными данными.

Пористость:

$$\Pi_p = 1 - \left( \frac{0,6}{1,1} \right) \times (0,36 + 0,55) = 0,5.$$

Расход газообразователя (алюминиевой пудры):

$$P_n = \frac{0,5}{0,85 \times 1390} \times 1000 = 0,42 \text{ кг.}$$

Расход сульфанола: 5% от количества алюминиевой пудры:

$$P_n = 0,021 \text{ кг.}$$

В результате проведенных расчетов расход сырьевых материалов на  $1 \text{ м}^3$  ячеистой бетонной смеси плотностью  $600 \text{ кг/м}^3$  составил следующее.

Таблица 3

Расход сырья на  $1 \text{ м}^3$  ячеистого бетона D600 по литьевой технологии

№ п/п	Наименование сырья	Един. изм.	Кол-во
1	цемент	кг;	120
2	известь	кг	136
3	песок	кг;	344

4	вода	кг	330
5	алюминиевая пудра	кг	0,42
6	ПАВ сульфанол	кг	0,021

### 4.3. Расчет потребности сырья по ударной технологии

#### 4.3.1 Исходные данные для проведения расчета

Исходными компонентами для приготовления газобетона являются известково-цементное вяжущее, кварцевый песок, алюминиевая пудра (газообразователь), сульфанол и вода. Доля цемента ( $n$ ) в составе известково-цементного вяжущего равняется 0,5. Фактическое содержание СаО в известии ( $A_{\phi}$ ), согласно характеристике используемого сырья, составляет 88%.

Водотвердое отношение (В/Т) для бетона марки по средней плотности для D600 по ударной технологии – 0,46. Коэффициент увеличения массы ячеистого бетона ( $K_c$ ) в результате твердения за счет связанной воды, составляет 1,1.

#### 4.3.2. Расчет состава газобетона марки по прочности D600 на 1 м<sup>3</sup>

Расход сухих компонентов для ячеистобетонной смеси определяется по формуле:

$$P_{\text{сух}} = \gamma_c / K_c \cdot V, \quad (9)$$

где  $\gamma_c = 600 \text{ кг/м}^3$  – объемная масса ячеистого бетона, высушенная до постоянного состояния для ячеистого бетона марки D600;  $K_c = 1,1$  – коэффициент увеличения массы ячеистого бетона в результате твердения за счет связанной воды в соответствии с исходными данными;  $V$  – объем замеса, равный фактическому рабочему объему формы;

$$P_{\text{сух}} = 600 / 1,1 = 545 \text{ кг.}$$

Расход известково-цементного вяжущего для ячеистобетонной смеси определяется по формуле:

$$P_{\text{вяж}} = P_{\text{сух}} / (1 + C), \quad (10)$$

где  $P_{\text{сух}} = 545 \text{ кг}$  – расход сухих компонентов на один замес ячеистобетонной смеси в соответствии с формулой (9);  $C = 1,5$  – отношение

кремнеземистого компонента к известково-цементному вяжущему в соответствии с исходными данными;

$$P_{\text{вяж}} = 545 / (1 + 1,5) = 218 \text{ кг.}$$

Расход цемента для ячеистобетонной смеси определяется по формуле:

$$P_{\text{ц}} = P_{\text{вяж}} \cdot n, \quad (11)$$

где  $P_{\text{вяж}} = 218$  кг – расход известково-цементного вяжущего в соответствии с формулой (10);  $n = 0,5$  – доля цемента в составе известково-цементного вяжущего в соответствии с исходными данными;

$$P_{\text{ц}} = 218 \cdot 0,5 = 109 \text{ кг.}$$

Расход извести с фактическим содержанием СаО 88% определяется по формуле:

$$P_{\text{иф}} = P_{\text{и}} / A_{\text{ф}} \cdot 100, \quad (12)$$

где  $P_{\text{и}} = 109$  кг – расход цемента, в соответствии с формулой (11);  $A_{\text{ф}} = 88\%$  – фактическое содержание СаО в извести, согласно характеристике используемого сырья;

$$P_{\text{иф}} = 109 / 88 \cdot 100 = 124 \text{ кг.}$$

Расход воды для ячеистобетонной смеси определяется по формуле:

$$P_{\text{в}} = P_{\text{сух}} \cdot В/Т, \quad (13)$$

где  $P_{\text{сух}} = 545$  кг – расход сухих компонентов на один замес ячеистобетонной смеси в соответствии с формулой (9);  $В/Т = 0,45$  водотвердое отношение для ячеистого бетона марки по средней плотности D600, в соответствии с исходными данными;

$$P_{\text{в}} = 545 \cdot 0,45 = 245 \text{ кг.}$$

Расход кремнеземистого компонента для ячеистобетонной смеси определяется по формуле:

$$P_{\text{к}} = P_{\text{сух}} - (P_{\text{ц}} + P_{\text{иф}}), \quad (14)$$

где  $P_{\text{сух}} = 545$  кг – расход сухих компонентов на один замес ячеистобетонной смеси в соответствии с формулой (9);  $P_{\text{ц}} = 109$  кг – расход цемента на один замес ячеистобетонной смеси в соответствии с формулой

(10);  $P_{\text{иф}} = 124$  кг – расход извести с фактическим содержанием СаО, в соответствии с формулой (11);

$$P_{\text{к}} = 545 - (109 + 124) = 312 \text{ кг.}$$

Расход газообразователя для ячеистобетонной смеси определяется по формуле:

$$P_{\text{г}} = \Pi_{\text{г}} / (\alpha \cdot K) \cdot V, \quad (15)$$

где  $\Pi_{\text{г}}$  – пористость, определяемая по формуле (16);  $\alpha = 0,85$  – коэффициент использования газообразователя в соответствии с исходными данными;  $K = 1390$  л/кг – отношение объема газа к массе газообразователя в соответствии с исходными данными;  $V$  – объем замеса, равный рабочему объему формы;

$$\Pi_{\text{г}} = 1 - \gamma_{\text{с}} / K_{\text{с}} \cdot (W + B/T), \quad (16)$$

где  $\gamma_{\text{с}} = 0,6$  кг/л – объемная масса ячеистого бетона, высушенная до постоянного состояния для ячеистого бетона марки D600;  $K_{\text{с}} = 1,1$  – коэффициент увеличения массы ячеистого бетона в результате твердения за счет связанной воды в соответствии с исходными данными;  $W = 0,36$  л/кг – удельный объем сухой смеси;  $B/T = 0,45$  – водотвердое отношение для ячеистого бетона марки по средней плотности D600 в соответствии с исходными данными.

Пористость: 
$$P_p = 1 - \left( \frac{0,6}{1,1} \right) \times (0,36 + 0,45) = 0,55.$$

Расход газообразователя (алюминиевой пудры):

$$P_n = \frac{0,55}{0,85 \times 1390} \times 1000 = 0,46 \text{ кг.}$$

Расход сульфанола: 5% от количества алюминиевой пудры:

$$P_n = 0,023 \text{ кг.}$$

В результате проведенных расчетов расход сырьевых материалов на  $1\text{ м}^3$  ячеистой бетонной смеси плотностью  $600 \text{ кг/м}^3$  составил следующее.

Расход сырья на 1 м<sup>3</sup> ячеистого бетона D600 по ударной технологии

№ п/п	Наименование сырья	Един. изм.	Кол-во
1	цемент	кг	109
2	известь	кг	124
3	песок	кг	312
4	вода	кг	245
5	алюминиевая пудра	кг	0,46
6	ПАВ сульфанол	кг	0,023

## 5. Расчет складского хозяйства

### 5.1. Расчет складов сырьевых материалов

Склады песка сооружаются и эксплуатируются в соответствии с нормами хранения, а также с нормами технологического и строительного проектирования промышленных предприятий.

Расчет склада производится в следующей последовательности:

1) при выборе типа склада необходима увязка размеров склада и его расположение с генеральным планом завода.

2) размеры склада зависят от его типа и формы штабеля, а также схемы механизации. Площадь и емкость склада определяются по следующим формулам:

$$F = \frac{V_n}{K_2 \cdot H_H}, \quad (17)$$

$$V_n = \frac{A_K \cdot P_Y \cdot C_n}{365 \cdot K_{исп} \cdot \gamma_0}, \quad (18)$$

где  $V_n$  – потребная емкость склада для данного материала, м<sup>3</sup>;  $H_H$  – максимальная высота штабеля, ориентировочно составляет 8–12 м;  $K_2$  – коэффициент загрузки склада, равен 0,87;  $A_K$  – годовая потребность сырья, м<sup>3</sup>;  $P_Y$  – потери по сырью, 1,25;  $C_n$  – число суток нормативного запаса, 7;  $K_{исп}$  – коэффициент использования склада, равен 0,9;  $\gamma_0$  – плотность сырья, кг/м<sup>3</sup>.

## 5.2. Расчет складов силосного типа для хранения порошкообразных материалов

Расчет объема склада производится по формуле:

$$V_{ц} = \frac{A_{ц} \cdot C_{н}}{365 \cdot \gamma_{ц} \cdot K_3}, \quad (19)$$

где  $A_{ц}$  – потребность завода в порошкообразном материале, т/год;  $C_{н}$  – число суток нормативного запаса (10–15суток);  $\gamma_{ц}$  – средний объемный вес порошкообразного продукта, загружаемого в силосы (гипс – 1,2–1,45; цемент – 1,3–1,4; известь – 0,8–1,0);  $K_3$  – коэффициент заполнения силосов из расчета недосыпа 2 м до верхнего обреза, обычно составляет 0,9.

## 5.3 Расчет склада готовой продукции и склада для хранения сырья, доставляемого в ящиках, пакетах и бочках.

Расчет площади склада:

$$F = (P \times T \times K) / d, \quad (20)$$

где  $F$  – полезная площадь склада в  $m^2$ ;  $P$  – среднесуточный выпуск или завоз материалов;  $T$  – нормативное число дней запаса продукции на складе 10–30 суток;  $K$  – коэффициент неравномерности прибытия или расхода материалов ( $K = 1,1–1,3$ );  $d$  – количество материалов складированного на 1  $m^2$  площади склада.

Размеры склада длина и ширина определяются из полученной площади кратным 6, 12, 24, 36 м, например,

$$L = F / 24. \quad (21)$$

Получаем пролет 24 м или 2 пролета по 12 м и длину округляем в сторону кратную 6.

## 5.4. Примеры расчетов

### 5.4.1. Пример расчета склада цемента

Расход цемента в сутки составляет:

$$P_{цем}^{сут} = P_{цем}^{зам} \cdot N_{м}^{сут}, \quad (22)$$

где  $P_{цем}^{зам} = 658,8$  кг – наибольший расход цемента на один замес;

$N_M^{сут} = 105$  – количество замесов в сутки;

$$P_{це́м}^{сут} = 658,8 \cdot 105 = 69174 \text{ кг} = 69,2 \text{ т.}$$

Необходимый запас цемента составит:

$$V_{це́м} = P_{це́м}^{сут} \cdot T_{хр} / (K_{п} \cdot \rho_{н}), \quad (23)$$

где  $P_{це́м}^{сут} = 69,2 \text{ т}$  – расход цемента в сутки;  $T_{хр} = 5 \text{ дн}$  – нормативный запас хранения цемента при доставке автотранспортом;  $K_{п} = 0,9$  – коэффициент заполнения силоса;  $\rho_{н} = 1,4 \text{ т/м}^3$  – насыпная плотность цемента

$$V_{це́м} = 69,2 \cdot 5 / (0,9 \cdot 1,4) = 274,6 \text{ м}^3.$$

Необходимый объем одного силоса составит:

$$V_c = V_{це́м} / N_c, \quad (24)$$

где  $V_{це́м} = 274,6 \text{ м}^3$  – запас цемента;  $N_c = 1$  – количество силосов;

$$V_c = 274,6 / 1 = 274,6 \text{ м}^3$$

Фактический объем одного силоса составит:

$$V_c^{\phi} = \pi \cdot r^2 \cdot H, \quad (25)$$

где  $\pi = 3,14$  – математическая константа;  $r = 3 \text{ м}$  – радиус силоса;  $H = 10 \text{ м}$  – высота силоса;

$$V_c^{\phi} = 3,14 \cdot 3^2 \cdot 10 = 283 \text{ м}^3.$$

Принимаем 1 силос вместимостью  $283 \text{ м}^3$ .

#### 5.4.2. Пример расчета склада извести

Расход извести в сутки составляет:

$$P_{изв}^{сут} = P_{изв}^{зам} \cdot N_M^{сут}, \quad (26)$$

где  $P_{изв}^{зам} = 734,4 \text{ кг}$  – наибольший расход извести на один замес;

$N_M^{сут} = 105$  – количество замесов в сутки;

$$P_{изв}^{сут} = 734,4 \cdot 105 = 77112 \text{ кг} = 77,11 \text{ т.}$$

Необходимый запас извести составит:

$$V_{изв} = P_{изв}^{сут} \cdot T_{хр} / (K_{п} \cdot \rho_{н}), \quad (27)$$

где  $P_{изв}^{сут} = 77,11 \text{ т}$  – расход извести в сутки;  $T_{хр} = 5 \text{ дн}$  – нормативный запас хранения извести при доставке автотранспортом;  $K_{п} = 0,9$  – коэффициент заполнения силоса;  $\rho_{н} = 0,9 \text{ т/м}^3$  – насыпная плотность извести;

$$V_{изв} = 77,11 \cdot 5 / (0,9 \cdot 0,9) = 476 \text{ м}^3.$$

Необходимый объем одного силоса составит:

$$V_c = V_{\text{изв}}/N_c, \quad (28)$$

где  $V_{\text{изв}} = 476 \text{ м}^3$  – запас извести;  $N_c = 1$  – количество силосов;

$$V_c = 476/1 = 476 \text{ м}^3.$$

Фактический объем одного силоса составит:

$$V_c^{\phi} = \pi \cdot r^2 \cdot H, \quad (29)$$

где  $\pi = 3,14$  – математическая константа;  $r = 3,5 \text{ м}$  – радиус силоса;

$H = 14 \text{ м}$  – высота силоса;

$$V_c^{\phi} = 3,14 \cdot 3,5^2 \cdot 14 = 539 \text{ м}^3.$$

Принимаем 1 силос вместимостью  $539 \text{ м}^3$ .

### 5.4.3. Пример расчета склада песка

Расход песка в сутки составляет:

$$P_{\text{пес}}^{\text{сут}} = P_{\text{зол}}^{\text{зам}} \cdot N_{\text{м}}^{\text{сут}}, \quad (30)$$

$P_{\text{пес}}^{\text{зам}} = 1560,6 \text{ кг}$  – наибольший расход золы на один замес;

$N_{\text{м}}^{\text{сут}} = 105$  – количество замесов в сутки;

$$P_{\text{пес}}^{\text{сут}} = 1560,6 \cdot 105 = 163863 \text{ кг} = 163,9 \text{ т}$$

Необходимый запас песка составит:

$$V_{\text{пес}} = P_{\text{зол}}^{\text{сут}} \cdot T_{\text{хр}} / (K_{\text{п}} \cdot \rho_{\text{п}}), \quad (31)$$

где  $P_{\text{зол}}^{\text{сут}} = 420,3 \text{ т}$  – расход золы в сутки;  $T_{\text{хр}} = 5 \text{ дн}$  – нормативный запас хранения песка при доставке автотранспортом;  $\rho_{\text{п}} = 1,3 \text{ т/м}^3$  – насыпная плотность песка;

$$S_{\text{пес}} = 420,3 \cdot 5 \cdot 1,3 / 3,6 = 1022 \text{ м}^2.$$

Принимаем склад песка вместимостью  $1022 \text{ м}^2$ .

### 5.4.4. Пример расчета склада алюминиевой пудры

Расход пудр в сутки:

$$P_{\text{алюм.п.сут.}} = P_{\text{алюм.паст.}} \cdot N_{\text{м}}^{\text{сут}}, \quad (32)$$

где  $P_{\text{алюм.паст.}} = 0,003 \text{ т}$  – расход алюминиевой пасты на один замес;

$N_{\text{м}}^{\text{сут}} = 105$  – количество замесов в сутки;

$$P_{\text{алюм.п.сут}} = 0,003 \cdot 105 = 0,315 \text{ т.}$$

Расчет площади для хранения алюминиевой пудры:

$$S_{\text{ал.п.}} = P_{\text{алюм.п.сут}} \cdot T_{\text{хр}} \cdot K_1 / K_2, \quad (33)$$

где  $T_{\text{хр}} = 40$  дн – нормативный запас хранения алюминиевой пудры;

$K_1 = 1,5$  – коэффициент учитывающий проходы;  $K_2 = 50$  кг – норма хранения материала на  $1 \text{ м}^2$  площади склада;

$$S_{\text{ал.паст.}} = 315 \cdot 40 \cdot 1,5 / 50 = 414 \text{ м}^2.$$

Принимаем склад длиной 30 м и шириной 18 м общей площадью  $540 \text{ м}^2$ .

#### 5.4.5. Пример расчета склада готовой продукции

Производительность объема готовой продукции в сутки:

$$P_{\text{сут}} = P_{\text{м}} \cdot N_{\text{м}}^{\text{сут}}, \quad (34)$$

где  $P_{\text{м}} = 5,4 \text{ м}^3$  – объем одного массива с готовыми изделиями;

$N_{\text{м}}^{\text{сут}} = 105$  – количество формовок в сутки;

$$P_{\text{сут}} = 5,4 \cdot 105 = 567 \text{ м}^3.$$

Расчет площади для хранения готовой продукции:

$$S_{\text{гот.прод.}} = P_{\text{сут}} \cdot T_{\text{хр}} \cdot K_1 \cdot K_2 / K_3, \quad (35)$$

где  $T_{\text{хр}} = 5$  дн – нормативный запас хранения готовой продукции;  $K_1 = 1,2$  – коэффициент учитывающий проходы;  $K_2 = 1,3$  – коэффициент учитывающий вид крана;  $K_3 = 2,2 \text{ м}^3$  – норма хранения материала на  $1 \text{ м}^2$  площади склада (в зависимости от вида упаковки конкретного изделия и нормы складирования на складе по высоте не более 3-х м);

$$S_{\text{гот.прод.}} = 567 \cdot 5 \cdot 1,2 \cdot 1,3 / 2,2 = 4020,5 \text{ м}^2.$$

Принимаем склад длиной 60 м и шириной 24 м общей площадью  $1440 \text{ м}^2$  внутри производственного корпуса и склад длиной 120 м и шириной 24 м общей площадью  $2600 \text{ м}^2$ .

### 6. Расчет основного оборудования

Например, необходимо запроектировать завод газобетонных стеновых блоков производительностью 200 тыс.  $\text{м}^3$  в год.

### 6.1. Выбор режима работы

Режим работы выбирать в соответствии с указаниями кафедры экономики и ОНТП 09-85 «Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий по производству изделий из ячеистого и плотного бетонов автоклавного твердения».

Номинальное количество рабочих дней в году – 353; количество смен в сутки – 2, количество смен тепловой обработки – 2, продолжительность смены – 12 часов, фактическое время работы оборудования в смену – 12 ч, время работы автоклава в смену – 12 ч.

### 6.2. Фонд времени работы оборудования

Расчет фонда времени оборудования следует производить в соответствии с ОНТП 09-85 или другими ОНТП.

Номинальный годовой фонд рабочего времени в часах определяется по формуле:

$$T = N_D \cdot N_{см} \cdot T_{см} , \quad (36),$$

где  $N_D = 353$  – номинальное количество рабочих дней в году в соответствии с п. 1.4 [ОНТП];  $N_{см} = 2$  – количество смен в сутки в соответствии с п. 1.4 [ОНТП];  $T_{см} = 12$  – фактическое время работы оборудования в смену, ч;

$$T = 353 \cdot 2 \cdot 12 = 8472 \text{ ч.}$$

Номинальный годовой фонд рабочего времени автоклава:

$$T = 353 \cdot 2 \cdot 12 = 8472 \text{ ч.}$$

### 6.3. Расчет производительности завода

Необходимая мощность завода в год:

$$M_r = \Pi_r \cdot 1,1 , \quad (37),$$

где  $\Pi_r = 200000 \text{ м}^3$  – требуемая производительность готовой продукции в год; 1,1 – коэффициент, учитывающий 10% возможного брака готовой продукции в год;

$$M_r = 200000 \cdot 1,1 = 220000 \text{ м}^3.$$

Необходимая производительность завода в сутки:

$$P_{\text{сут}} = M_{\Gamma} / N_D, \quad (38)$$

где  $M_{\Gamma}$  – необходимая мощность завода в год;  $N_D = 353$  – номинальное количество рабочих дней в году;

$$P_{\text{сут}} = 220000/353 = 623 \text{ м}^3.$$

Необходимая производительность завода в смену:

$$P_{\text{см}} = P_{\text{сут}} / N_{\text{см}}, \quad (39)$$

где  $P_{\text{сут}} = 623,3 \text{ м}^3$  – производительность завода в сутки;

$N_{\text{см}} = 2$  – количество смен в сутки;

$$P_{\text{см}} = 623/2 = 311 \text{ м}^3.$$

Необходимая производительность завода в час:

$$P_{\text{час}} = P_{\text{см}} / T_{\text{см}}, \quad (40)$$

где  $P_{\text{см}} = 311,6 \text{ м}^3$  – производительность завода в смену;  $T_{\text{см}} = 12 \text{ ч}$  – фактическое время работы оборудования в смену;

$$P_{\text{час}} = 311/12 = 26 \text{ м}^3.$$

#### **6.4. Расчет количества бетоносмесителей**

Рабочий объем бетоносмесителя определяется с учетом наибольшего расхода сырьевых материалов, необходимых для приготовления одного замеса ячеистобетонной смеси.

Необходимый рабочий объем бетоносмесителя составит:

$$V_{\text{бсм}} = V_{\text{бс}} / k, \quad (41)$$

где  $V_{\text{бс}} = 5,58 \text{ м}^3$  – объем сухих компонентов для приготовления одного замеса ячеистобетонной смеси;  $k = 0,95$  – коэффициент выхода ячеистобетонной смеси;

$$V_{\text{бсм}} = 5,58/0,95 = 5,87 \text{ м}^3.$$

Необходимая продолжительность цикла работы бетоносмесителя определяется с учетом формирования необходимого количества ячеистобетонных массивов для обеспечения заданной производительности.

Объем массива готовых изделий (после резки) составляет:

$$V_M = L_M \times B_M \times H_M, \quad (42)$$

где  $L_M = 6,0$  м – длина массива;  $B_M = 0,6$  м – ширина массива;  $H_M = 1,5$  м – высота массива;  $V_M = 6,0 \times 0,6 \times 1,5 = 5,4$  м<sup>3</sup>.

Необходимое количество массивов в час:

$$N_M^{\text{ч}} = P_{\text{час}} / V_M, \quad (43)$$

где  $P_{\text{час}} = 26$  м<sup>3</sup> – необходимый выпуск готовой продукции в час;

$V_M = 5,4$  м<sup>3</sup> – объем массива готовых изделий;

$$N_M^{\text{ч}} = 26 / 5,4 = 4,8 \text{ шт.}$$

Необходимая продолжительность цикла работы бетоносмесителя:

$$T_{\text{бсм}} = 60 / N_M^{\text{ч}}, \quad (44)$$

где 60 – количество минут в одном часе;  $N_M^{\text{ч}} = 4,8$  – необходимое количество массивов в час;

$$T_{\text{бсм}} = 60 / 4,8 = 12 \text{ мин.}$$

Продолжительность цикла работы бетоносмесителя выбрана в соответствии с ОНТП 09-85.

С учетом принятой продолжительности цикла работы бетоносмесителя фактическая производительность бетоносмесителя в год составит:

$$M_{\Gamma}^{\Phi} = 60 / T_{\text{бсм}}^{\Phi} \cdot V_M \cdot T, \quad (45)$$

где  $T_{\text{бсм}}^{\Phi} = 12$  мин – фактическая продолжительность цикла работы бетоносмесителя;  $V_M = 5,4$  м<sup>3</sup> – объем массива готовых изделий;  $T = 8472$  ч – рабочий фонд работы бетоносмесителя в год;

$$M_{\Gamma}^{\Phi} = 60 / 12 \cdot 5,4 \cdot 8472 = 228744 \text{ м}^3.$$

Необходимое количество бетоносмесителей для обеспечения заданной производительности определяется по формуле:

$$N_{\text{бсм}} = M_{\Gamma} / M_{\Gamma}^{\Phi}, \quad (46)$$

где  $M_{\Gamma} = 220000$  м<sup>3</sup> – необходимая производительность завода в год с учетом 10 % возможного брака готовых изделий;  $M_{\Gamma}^{\Phi} = 228744$  м<sup>3</sup> – фактическая производительность бетоносмесителя в год;

$$N_{\text{бсм}} = 220000 / 228744 = 0,96.$$

Принимаем один бетоносмеситель, с рабочим объемом 6 м<sup>3</sup> и продолжительностью цикла работы 12 мин.

### 6.5. Расчет количества автоклавов

Расчет количества автоклавов произведен в соответствии с ОНТП 09-85. Количество автоклавов для обеспечения заданной производительности определяется с учетом коэффициента заполнения и продолжительностью цикла работы автоклава.

Принимаем автоклав диаметром 2,6 м и длиной 34 м.

Коэффициент заполнения автоклава определяется по формуле:

$$K_A = E_A / V_A, \quad (47)$$

где  $E_A$  – объем изделий в автоклаве;

$$E_A = V_M \cdot N_M \cdot N_T, \quad (48)$$

где  $V_M = 5,4 \text{ м}^3$  – объем сформованного массива;  $N_M = 3$  – количество массивов установленных на одну запарочную тележку;  $N_T = 5$  – количество запарочных тележек вмещаемое автоклавом одновременно;

$$E_A = 5,4 \cdot 3 \cdot 5 = 81 \text{ м}^3,$$

где  $V_A$  – рабочая вместимость автоклава;

$$V_A = \pi \cdot D^2 / 4 \cdot L, \quad (49)$$

где  $D = 2,6 \text{ м}$  – внутренний диаметр автоклава;  $L = 34 \text{ м}$  – рабочая длина автоклава;

$$V_A = 3,14 \cdot 2,6^2 / 4 \cdot 34 = 180,4 \text{ м}^3,$$

$$K_A = 81 / 180,4 = 0,45.$$

Режим автоклавной обработки выбран в соответствии с ОНТП 09-85(табл.11.11). Согласно п. 3.10, продолжительность автоклавной обработки составила 14 ч.

Годовая производительность автоклава определяется по формуле:

$$Q_A = E_A / T_A \cdot T, \quad (50)$$

где  $E_A = 81 \text{ м}^3$  – объем изделий в автоклаве;  $T_A = 19,6 \text{ ч}$  – продолжительность цикла работы автоклава;  $T = 8472 \text{ ч}$  – рабочий фонд времени работы автоклава;

$$Q_A = 81/19,6 \cdot 8472 = 35012 \text{ м}^3.$$

Требуемое количество автоклавов для обеспечения заданной производительности:

$$N_A = M_{\Gamma}^{\Phi} / Q_A, \quad (51)$$

где  $M_{\Gamma} = 200000 \text{ м}^3$  – фактическая производительность завода в год;

$Q_A = 35012 \text{ м}^3$  – производительность автоклава;

$$N_A = 200000/35012 = 5 \text{ шт.}$$

Принимаем 5 автоклавов диаметром 2,6 м и длиной 34 м.

### 6.6. Расчет количества поддонов и автоклавных тележек

1) Потребность поддонов:

– в автоклавах:  $5 \times 18 = 90$  шт.;

– в комплектации и разгрузке:  $1,7 \times 18 = 30$  шт.;

– в ремонте и резерве 5%: 6 шт.;

Итого: 126 шт.

2) Потребность автоклавных тележек:

– в автоклавах:  $5 \times 6 = 30$  шт.;

– в комплектации и разгрузке:  $1,7 \times 6 = 11$  шт.;

– в ремонте и резерве 5%: 2 шт.

Итого: 43 шт.

### 6.7. Расчет количества камер созревания

Количество камер созревания определяется с учетом продолжительности процесса созревания и обеспечения суточной производительности. Продолжительность процесса созревания для ударной технологии при использовании известково-цементного вяжущего, согласно п. 3.8 [ОНТП], составляет 1,5 ч.

Необходимое количество камер созревания составит:

$$N_{\text{кам}} = N_{\text{м}}^{\text{сут}} / (T_{\text{см}}^{\Phi} / T_{\text{кам}}), \quad (52)$$

где  $N_{\text{м}}^{\text{сут}} = 120$  – фактическое количество формовок в сутки;  $T_{\text{см}}^{\Phi} = 24$  ч – фактическое время работы оборудования в сутки;  $T_{\text{кам}} = 1,5$  ч – продолжительность процесса созревания;

$$N_{\text{кам}} = 120 / (24 / 1,5) = 18 \text{ шт.}$$

Принимаем 18 камер созревания с продолжительностью созревания массива 1,5 часа.

### 6.8. Расчет производительности шаровых мельниц

Производительность шаровых мельниц (по сухому материалу) в т/ч определяется по формуле:

$$Q_{\text{м}} = 0,237 \sqrt{D^3 L G_{\text{м}} K_{\text{м}} K_{\text{т}} K_{\text{з}}}. \quad (53)$$

Для мельницы 1456 эта формула имеет вид:

$$Q_{\text{м}} = 3,07 K_{\text{м}} K_{\text{т}} K_{\text{з}}, \quad (54)$$

Для мельницы АЕ 2×10,5:

$$Q_M = 11,3 K_M K_T K_{\Sigma}, \quad (55)$$

где  $D$  – внутренний диаметр барабана за вычетом толщины футеровки, мм;  
 $L$  – внутренняя длина барабана, м;  $G_M$  – загрузка мельницы мелющими телами, т;  $K_M$  – коэффициент размолоспособности, определяемый технологическим регламентом, ориентировочные данные приведены в табл. 1;  $K_T$  – поправочный коэффициент на тонкость помола, принимаемый по табл. 2;  $K_{\Sigma}$  – коэффициент эффективности помола, принимаемый по табл. (11.7).

При совместном помоле разных материалов, коэффициент размолоспособности определяется по формуле:

$$K_M = \frac{K_{M1}A + K_{M2}B + K_{M3}C + \dots}{100}, \quad (56)$$

где  $K_{M1}$ ,  $K_{M2}$ ,  $K_{M3}$  – коэффициент размолоспособности соответствующих материалов;  $A$ ,  $B$ ,  $C$  – процентное содержание этих материалов в размалываемой смеси. Данные для расчета приведены в приложении.

Потребное количество мельниц:

$$N = M_{\Pi} / 0,9 \times P \times Q_M, \quad (57)$$

где  $P$  – количество часов работы в году.

## 6.9. Характеристика используемого оборудования

Характеристики используемого оборудования приводим в табл. 5

Таблица 5

Характеристика используемого оборудования

№	Наименование	Марка	Характеристика	Показатель	Кол-во
1	2	3	4	5	6

## 7. Общие указания по технологической компоновке оборудования

Расположение отделений и цехов предприятия по производству стеновых изделий из ячеистого бетона автоклавного твердения определяется непрерывностью технологического процесса и должно обеспечивать максимально возможную компактность предприятия.

## 8. Контроль качества сырья готовой продукции и операционный контроль технологических процессов

Необходимо указать нормативные показатели сырья готовой продукции, подлежащие контролю, а также указать, в каких точках технологического процесса и каким образом контролируются параметры, обеспечивающие заданный технологический режим

## Контроль качества изделий и правила их приемки

№ п/п	Наименование материалов и технологических процессов	Наименование контролируемых параметров и свойств материалов
1	Цемент	Дисперсность (удельная поверхность)
		Активность по прочности
2	Известь немолотая	Содержание СаО
		Сроки гашения
		Температура гашения
3	Зола-унос кислая	Дисперсность
4	Зола-унос высокоосновная	Содержание СаО
		Дисперсность
5	Алюминиевая пудра	Содержание активного алюминия
6	Помол песка	Плотность шлама
		Дисперсность песка (удельная поверхность)
7	Усреднение шлама в бассейнах	Однородность шлама по высоте шламбассейна
8	Приготовление известково-песчаной	Содержание активного СаО
	(известково-зольной) тонкомолотой смеси	Удельная поверхность
9	Приготовление водной суспензии алюминиевой пудры	Содержание алюминия в 1 л или в 1 кг
10	Приготовление ячеистобетонной смеси	Температура шлама
		Температура воды
		Расход материалов
11	Формование изделий	Температура ячеистобетонной смеси при заливке в формы
		Вязкость ячеистобетонной смеси при заливке
12	Ячеистый бетон	Пластическая прочность ячеистого бетона-сырца перед разрезкой массивов и срезкой «горбушки»
		Объемная масса
		Прочность при сжатии

### 9. Мероприятия по охране труда и окружающей среды

Разрабатываются в соответствии с нормативными документами по технике безопасности, производственной санитарии для предприятий данной категории. В работе должны быть предусмотрены мероприятия по охране труда и окружающей среды с учетом особенностей заданного производства.

### 10. Заключение

В данном разделе студент в краткой форме останавливается на усовершенствованиях, внесенных им в технологический процесс, при выборе оборудования и т.д., а также делает выводы о целесообразности этих усовершенствований

## 11. ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Таблица 11.1

Допустимые нормы потерь сырья и материалов

Потери	Количество потерь от общего расхода, в %
Известь: -привозная -собственного производства	3 1-1,5
Песок: -при транспортировке -при очистке	1,5-2,0 5,0

Таблица 11.2

Насыпная плотность материалов

Материал	Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>
Песок кварцевый при влажности 5% -немолотый -молотый	1250-1600 1200-1300 500-800
Известь - молотая негашеная -комовая и дробленная -молотая с песком (ИКВ состава 1:1)	900-1100 800-1200 750-800
Портландцемент	1300-1800
Зола унос	1600-1800
Зола сланцевая	1050-1250
Гипсовый камень	1000-1200
Гипс строительный	900-1300
Алюминиевая пудра	250-300

Таблица 11.3

Технические характеристики молотковых дробилок

Тип	Произв-ть , т/час	Крупность на входе, мм	Мощность эл-я, кВт
РС 400*300	5-8	30	11
РС600*400	10-15	100	18,5
РС800*600	20-25	150	55
РСН0606	18-30	200	30
РСН0808	30-50	150	45

Таблица 11.4

Коэффициент размолоспособности материалов, Км

№ п/п.	Наименование материала	Коэффициент размолоспособности, Км
1	Цементный клинкер (принимается за эталон)	1
2	Известь	от 1,5 до 1,8
3	Известняк	от 0,8 до 1,8
4	Шлак доменный, гранулированный	от 0,55 до 1,1
5	Сланцевая зола	от 0,5 до 0,8
6	Кварцевый песок	от 0,6 до 0,7

Таблица 11.5

Зависимость между удельной поверхностью и остатком на сите № 008

№ п.п.	Наименование материала	Удельная поверхность, м <sup>2</sup> /кг	Примерный остаток на сите 008, %
1	Известь	300	20
		400	15
		500	10
		600	6
2	Песок	150	25
		200	20
		250	15
		300	10
		350	7
3	Известково-песчаное вяжущее	300	12
		400	8
		500	6
		600	4,5
4	Известково-зольное и известково-шлаковое вяжущее	400	9
		500	7
		600	5

Таблица 11.6

Коэффициент на тонкость помола, Кт

Остаток на сите № 008 в %	Коэффициент на тонкость помола, Кт	Остаток на сите № 008, %	Коэффициент на тонкость помола, Кт
2	0,59	13	1,13
3	0,65	14	0,17
4	0,71	15	1,21
5	0,77	16	1,26
6	0,82	17	1,30
7	0,86	18	1,34
8	0,91	19	1,38
9	0,95	20	1,42
10	1,00	25	1,64
11	1,04	30	1,86
12	1,09	35	2,08

Таблица 11.7

Коэффициент эффективности помола,  $K_3$ 

№ п.п.	Тип мельницы и схема помола	Коэффициент эффективности помола, $K_3$	
		при сухом помоле	при мокром помоле
1	Двухкамерные мельницы с однократным прохождением материала в открытом цикле	0,9	1,08
2	Мельница с сепараторами или классификаторами с многократным прохождением материала	1,2	-

Таблица 11.8

## Технические характеристики дозаторов

Характеристики	Тип дозатора					
	Периодического действия					
Предназначены для дозирования цемента, извести или других сыпучих материалов с аналогичными свойствами аналог АВДЦ	ВДЭ (С)					
	200	300	400	500	600	700
Предназначены для дозирования жидких и сухих добавок аналог АВДЦ	ВДЭ (С) (Ж)					
	30	60	100			
Предназначены для дозирования воды и других жидкостей аналог АВДЖ	ВДЭ (Ж)					
	100	200	300	400	500	

Таблица 11.9

## Техническая характеристика вертикальных мельниц

№ п/п	Характеристика	Модель мельницы										
		MT М 100	MT М 130	MT М 160	YG М 65	YG М 75	YG М 85	YG М 95	YG М 130	XZM 215	XZ М 221	XZ М 227
1	Производительность, т/час	3-8,8	6-13	13-22	0.4-1.8	1-3	1.2-4	2.1-5.6	2.5-9.5	0.35-2.5	0.6-4.0	0.9-6.0
2	Максимальная крупность входа, мм	25	30	35	15	15	20	25	30	10	10	10
3	Тонина изделия на выходе	1,6-0,045 (0,038)			0.613-0.033				0.045-0.005			
4	Мощность главного электродвигателя, кВт	45	90	132	15	18.5	22	37	75	37	55	90
5	Мощность мотора регулируемой скорости на выходе, кВт	5,5	7,5	11								
6	Мощность мотора центробежного, кВт дымососа	37	75	110								

Таблица 11.10

## Техническая характеристика шаровых мельниц GMQY

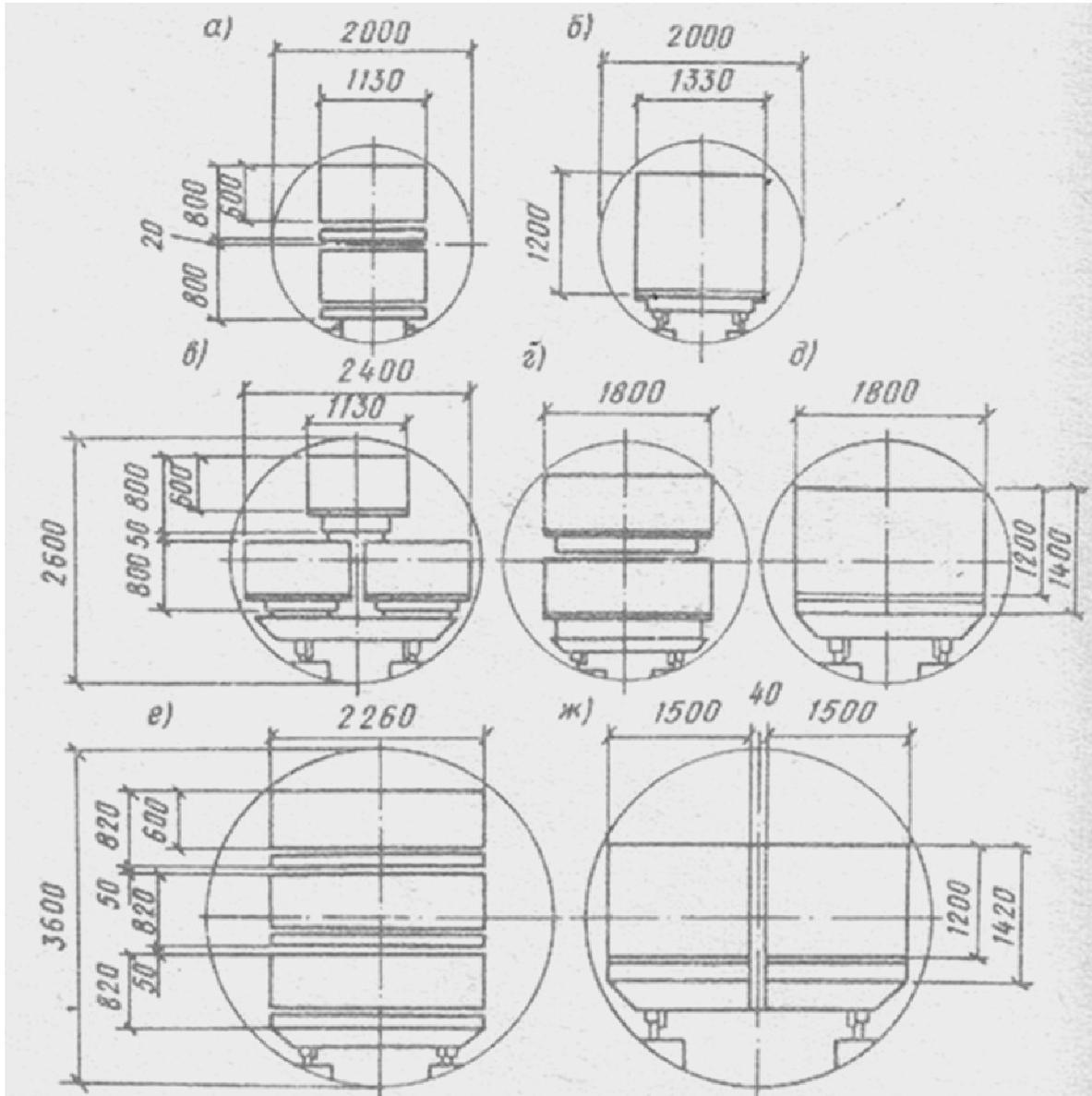
Тип	Размер (мм)	Полезный объем м <sup>3</sup>	Масса шаров (т)	Скорость барабана, (об/мин)	Мощность, кВт	Размер готового продукта (мм)	Производительность, (т/час)	Примечание
	D×L							
GMQY1845	1800×4500	9.75	18	25.3	185-210	0.8-0.074	28-6.8	380V
GMQY2145	2100×4500	13.8	22	23.8	250	0.8-0.074	34-8.0	380V
GMQY2445	2400×4500	18.2	31	22.8	355	0.8-0.074	50-9.8	380V
GMQY2745	2700×4500	23	42.5	21.7	500	3.0-0.074	180-13	6-10KV
GMQY3245	3200×4500	32.8	61	18.6	630	3.0-0.074	228-22	6-10KV
GMQY3254	3200×5400	39.3	73	18.6	710	3.0-0.074	270-26	6-10KV
GMQY3645	3600×4500	40.8	76	17.3	800-1000	3.0-0.074	233-26	6-10KV
GMQY3650	3600×5000	45.3	86	17.3	1120	3.0-0.074	260-31.5	6-10KV
GMQY3660	3600×6000	54.4	102	17.3	1250	3.0-0.074	280-34	6-10KV
GMQY3685	3600×8500	79	131	17.3	1500	3.0-0.074	400-45	6-10KV

Таблица 11.11

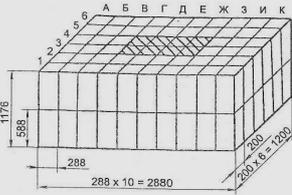
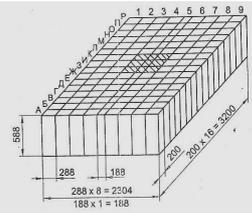
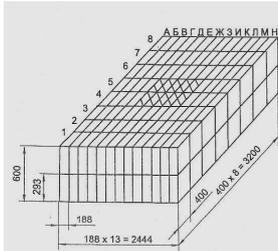
## Режимы автоклавной обработки изделий из ячеистого бетона

Номенклатура	Толщина изделия, мм	Продолжительность периодов, ч					Общая Продолжительность автоклавной обработки, ч
		Прогрев и продувка паром	Подъем давлени пара до 8 ат	Выдержка при 8 ат	Снижение давления	Вакуумирование	
Изделия для наружных стен из ячеистого бетона объемной массы 500-700 кг/м <sup>3</sup>	200	0,7-1,5	1,5	6-7	1,5-2	0,5-1,5	10,2-13,2
	240	0,7-1,6	1,5	7-8	1,5-2	0,5-1,5	11,2-14,5
	300	0,7-1,5	1,5	9-10	1,5-2	1-1,5	13,7-16,5
Изделия, горизонтальной разрезки массива высотой 600 мм	-	0,7-1,5	1,5	5-14	1,5-2	1-1,5	<u>9,7-11,5</u> <u>19,2-20,5</u>
Изделия, вертикальной разрезки массива высотой 600 мм	-	0,7-1,5	1,5	5-9	1,5-2	1-1,5	<u>9,7-11,5</u> <u>13,7-15,5</u>
Изделия для внутренних стен из ячеистого бетона объемной массы 800-1200 кг/м <sup>3</sup>	-	0,7-1,5	1,5	9-10	2-3	1-1,5	14,2-17,5
Теплоизоляционные изделия объемной массы 300-400 кг/м <sup>3</sup>	200	0,7-1,5	1,5	5-6	1,5-2	1-1,5	9,7-12,5
	240	0,7-1,5	1,5	6-7	1,5-2	1-1,5	10,7-13,5
	300	0,7-1,5	1,5	8-9	1,5-2	1-1,5	12,7-16,5

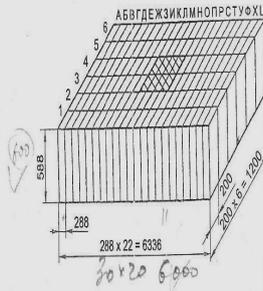
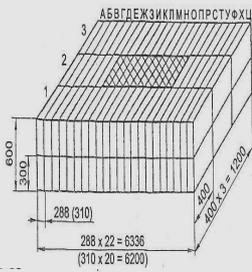
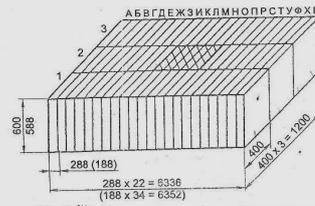
Схема расположения массива в автоклаве [19]



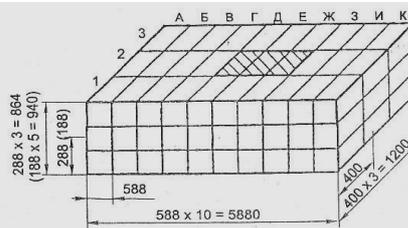
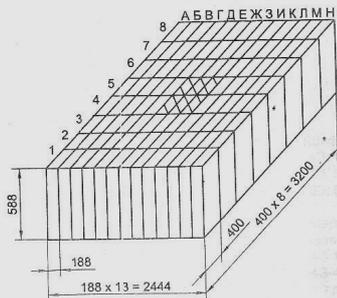
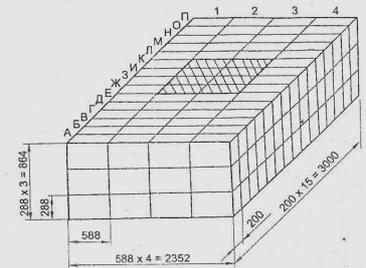
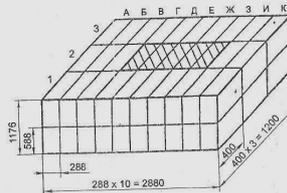
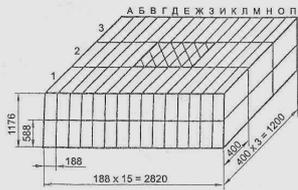
# Схемы резки массивов



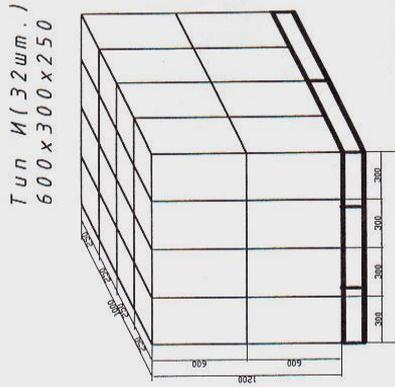
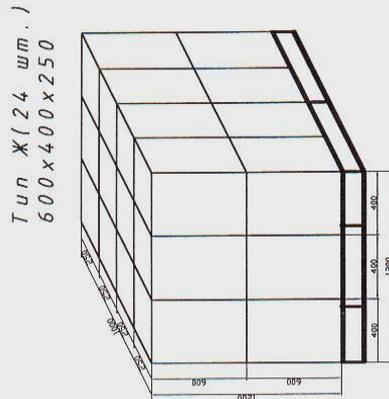
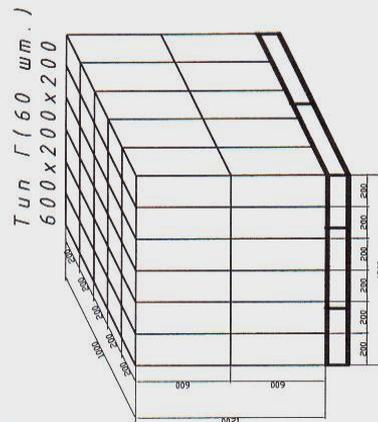
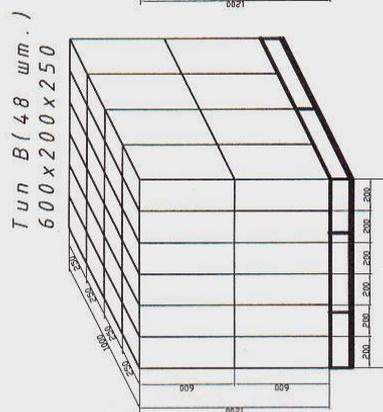
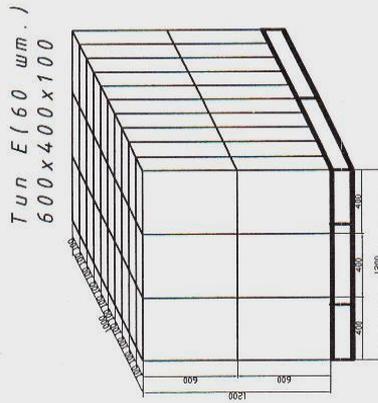
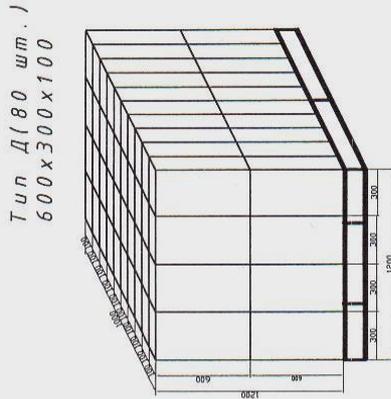
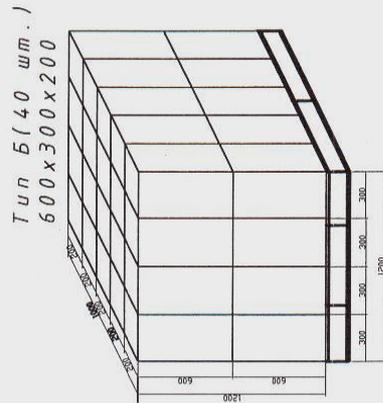
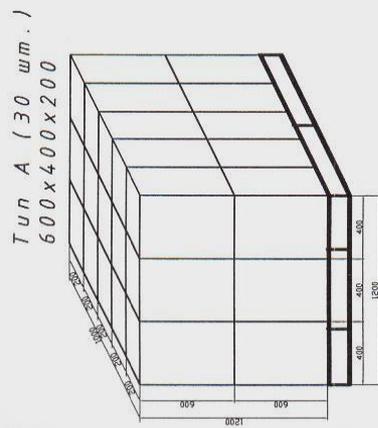
Шифры блоков  
3Г, 3Д, 3Е.



Шифры блоков  
3К, 3Л, 3М.



Схемы упаковок блоков на деревянных поддонах



## 12. Список НТД

1. ГОСТ 9179-77. Известь строительная. ТУ.
2. ГОСТ 10178-85. Портландцемент и шлакопортландцемент. ТУ.
3. ГОСТ 8736-93. Песок для строительных работ. ТУ.
4. ГОСТ 5494-95. Пудра алюминиевая. ТУ.
5. ГОСТ 4013 82. Камень гипсовый и гипсоангидритовый для производства вяжущих материалов.
6. ГОСТ 10180-90. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам.
7. ГОСТ 12730.2-78. Бетоны. Метод определения влажности.
8. ГОСТ 13015-2003. Изделия железобетонные и бетонные для строительства. Общие технические требования. Правила приемки, маркировки, транспортирования и хранения.
9. ГОСТ 18105-86. Бетоны. Правила контроля прочности.
10. ГОСТ 23732-79. Вода для бетонов и растворов. ТУ.
11. ГОСТ 24211-2003. Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия.
12. ГОСТ 25485-89. Бетоны ячеистые. Технические условия.
13. ГОСТ 27005-86. Бетоны легкие и ячеистые. Правила контроля средней плотности.
14. ГОСТ 31108-2003. Цементы общестроительные. Технические условия.
15. ГОСТ 31359-2007. Ячеистые бетоны автоклавного твердения ТУ.
16. ГОСТ 31360-2007. Изделия стеновые неармированные из ячеистого бетона автоклавного твердения ТУ.
17. ОНТП 09-85. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий по производству изделий из ячеистого и плотного бетонов автоклавного твердения.
18. СН 277-80. Инструкция по изготовлению изделий из ячеистого бетона.
19. Зейфман М.И. Изготовление силикатного кирпича и силикатных ячеистых материалов. – М.: Стройиздат, 1990. – С. 104.

Методические указания к выполнению практических работ  
и курсового проектирования по дисциплине  
«ТЕХНОЛОГИЯ СИЛИКАТНЫХ ЯЧЕИСТЫХ СТЕНОВЫХ  
МАТЕРИАЛОВ АВТОКЛАВНОГО ТВЕРДЕНИЯ»,  
направление подготовки «Строительство»,  
профиль «Производство и применение строительных материалов,  
изделий и конструкций» (270804.62)

Составитель Кузнецова Г.В.