

Методические указания по снижению плотности и повышению теплозащитной способности керамзитобетонных панелей наружных стен

- Наименование документа:** *Методические указания*
- Тип документа:** **Методические указания**
- Статус документа:** действующий
- Название рус.:** теплозащитной способности керамзитобетонных панелей наружных стен
- Краткое содержание:**
- ВВЕДЕНИЕ
1. СНИЖЕНИЕ ПЛОТНОСТИ И ПОВЫШЕНИЕ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ КЕРАМЗИТОБЕТОНА
- 1.1. Обеспечение насыпной плотности керамзита
- 1.2. Добавка золы-уноса
- 1.3. Структурные модификации керамзитобетона
- 1.4. Улучшение показателей составляющих керамзитобетона
- 1.5. Повышение теплозащитных свойств керамзитобетонных панелей наружных стен за счёт конструктивно-технологических мер
2. СНИЖЕНИЕ НАСЫПНОЙ ПЛОТНОСТИ И ЭНЕРГОЕМКОСТИ КЕРАМЗИТОВОГО ГРАВИЯ
- 2.1. Улучшение переработки сырья и формования полуфабриката
- 2.2. Органические и минеральные вспучивающие добавки
- 2.3. Эффективные материалы для опудривания полуфабриката
- 2.4. Процесс обжига
- 2.5. Производство керамзитового гравия со сниженной объемной плотностью
- 2.6. Производство дробленого керамзитового песка
- Приложение Основные предприятия, выпускающие керамзитовый гравий со сниженной насыпной плотностью (до 450 кг/м³)
- Литература
- Дата актуализации текста:** 01.10.2008
- Дата введения:** 24.05.1989
- Дата добавления в базу:** 01.02.2009
- Доступно сейчас для просмотра:** 100% текста. Полная версия документа.
- Опубликован:** ЦНИИЭП жилища № 1989
- Документ утвержден:** ЦНИИЭП жилища от 1989-05-24
- Документ разработан:** ЦНИИЭП жилища 127434, Москва, Дмитровское шоссе, д. 9, корп. Б, ЦНИИЭП жилища

Государственный комитет по архитектуре и градостроительству при Госстрое СССР

Центральный ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский и проектный институт типового и экспериментального проектирования жилища (ЦНИИЭП жилища)

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО СНИЖЕНИЮ ПЛОТНОСТИ И ПОВЫШЕНИЮ ТЕПЛОЗАЩИТНОЙ СПОСОБНОСТИ КЕРАМЗИТОБЕТОННЫХ ПАНЕЛЕЙ НАРУЖНЫХ СТЕН

Утверждены

председателем Научно-технического совета,
директором института
С.В. Николаевым
(протокол № 9 от 24/V-1989 г.)

Москва - 1989

Содержание

[ВВЕДЕНИЕ](#)

[1. СНИЖЕНИЕ ПЛОТНОСТИ И ПОВЫШЕНИЕ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ КЕРАМЗИТОБЕТОНА](#)

[1.1. Обеспечение насыпной плотности керамзита](#)

[1.2. Добавка золы-уноса](#)

[1.3. Структурные модификации керамзитобетона](#)

[1.4. Улучшение показателей составляющих керамзитобетона](#)

[1.5. Повышение теплозащитных свойств керамзитобетонных панелей наружных стен за счёт конструктивно-технологических мер](#)

[2. СНИЖЕНИЕ НАСЫПНОЙ ПЛОТНОСТИ И ЭНЕРГОЕМКОСТИ КЕРАМЗИТОВОГО ГРАВИЯ](#)

[2.1. Улучшение переработки сырья и формования полуфабриката](#)

[2.2. Органические и минеральные вспучивающие добавки](#)

[2.3. Эффективные материалы для опудривания полуфабриката](#)

[2.4. Процесс обжига](#)

[2.5. Производство керамзитового гравия со сниженной объемной плотностью](#)

2.6. Производство дробленого керамзитового песка

Приложение

Основные предприятия, выпускающие керамзитовый гравий со сниженной насыпной плотностью (до 450 кг/м³)

Литература

Настоящие Методические указания разработаны в отделе применения легких бетонов ЦНИИЭП жилища кандидатами техн.наук Н.Я. Спиваком (ответственный исполнитель), Н.С. Стронгиным, инженерами Е.М. Сурманидзе, Б.И. Штейманом, З.С. Дупленко, В.А. Кашубой при участии канд.техн.наук М.Т. Седаковой и инженера Б.П. Познянской.

В работе использованы материалы НИИЖБ Госстроя СССР (докт.техн.наук И.Е. Путляев, канд.техн.наук В.И. Савин), НИИкерамзит (кандидаты техн.наук В.П. Петров и Б.С. Комиссаренко), ВНИИКТЭП (кандидаты техн.наук С.Н. Коротков и Х.Ш. Хаджиев), ВНИИжелезобетон (кандидаты техн.наук В.Г. Довжик и И.С. Хаймов),

Отдел применения легких бетонов ЦНИИЭП жилища оказывает научно-техническую помощь ПСО, ДСК, заводам КПД и ЖБИ в разработке и совершенствовании заводской технологии производства легких бетонов, различных типов легкобетонных конструкций, в том числе панелей наружных стен из керамзитобетона.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время около 70% наружных стен для крупнопанельных жилых домов выполняется из однослойных керамзитобетонных панелей. В ряде случаев нормативная теплозащитная способность ограждений из этих панелей не обеспечивается. Одной из причин этого явилось отсутствие до 1979 г. в СНиП "Строительная теплотехника" данных о повышенной теплопроводности бетона на кварцевом песке. Вследствие этого при производстве однослойных панелей наружных стен широко применялся керамзитобетон на кварцевом песке.

В [СНиП II-3-79](#)** "Строительная теплотехника. Нормы проектирования" были введены различные значения коэффициентов теплопроводности поризованного керамзитобетона на кварцевом и керамзитовом песке (табл.1).

Низкие теплозащитные показатели однослойных керамзитобетонных панелей наружных стен объясняются также тем, что по [ГОСТ 11024-84](#)* "Панели стеновые наружные бетонные и железобетонные для жилых и общественных зданий. Общие технические условия" производственный контроль теплопроводности теплоизоляционно-конструкционного керамзитобетона не предусмотрен.

В то же время в [ГОСТ 7076-87](#) приведен метод определения коэффициента теплопроводности в производственных условиях по высверленным кернам. При систематическом производственном контроле расчетные значения коэффициентов теплопроводности можно принимать по экспериментальным данным, поэтому внедрение этого метода позволяет эффективно влиять на теплозащитные качества конструкций за счёт варьирования рецептурно-технологических и других факторов.

Таблица 1

Расчётные значения коэффициентов теплопроводности керамзитобетона

Материал	Плотность, кг/м ³	Расчётные значения коэффициентов теплопроводности, ккал/м ч °С (по СНиП II-3-79 "Строительная теплотехника")							
		в сухом состоянии		зона А		зона Б		изменение, %	
		СНиП 1971	СНиП 1979	СНиП 1971	СНиП 1979	СНиП 1971	СНиП 1979	зона А	зона Б
	1400	0,4	0,4	0,45	0,48	0,5	0,56	+7	+12
Керамзитобетон на керамзитовом песке	1200	0,3	0,31	0,35	0,38	0,4	0,45	+8	+12
	1000	0,2	0,23	0,25	0,28	0,3	0,35	+12	+16
	800	0,17	0,18	0,2	0,21	0,25	0,27	+5	+8
Керамзитобетон поризованный на кварцевом песке	1200	0,3	0,35	0,35	0,45	0,4	0,5	+29	+25
	1000	0,2	0,28	0,25	0,35	0,3	0,4	+40	+33
	800	0,17	0,2	0,2	0,25	0,25	0,3	+25	+20
Керамзитобетон на перлитовом песке	1000	0,19	0,24	0,24	0,3	0,29	0,35	+25	+21
	800	0,16	0,19	0,19	0,25	0,24	0,3	+32	+25

Однако приборы, предусмотренные ГОСТом для определения теплопроводности легкого бетона в образцах и непосредственно в панелях, не производятся.

ЦНИИЭП жилища в содружестве с ЦНИЛ Главлипецстроя и Вологодским политехническим институтом разработал и внедрил на заводе № 7 г.Липецка и ДСК г.Череповца метод контроля теплопроводности и других свойств легкого бетона в панелях по высверленным кернам. Рабочие чертежи на аппаратуру для высверливания и распиловки кернов, а также на приборы для измерения теплопроводности распространяет Липецкий межотраслевой центр научно-технической информации ЛЦНТИ (308600, Липецк, просп.Мира, 33).

Задача повышения теплозащитной способности керамзитобетонных панелей наружных стен может быть решена в два этапа.

На первом этапе необходимо обеспечить изготовление в принятой на заводах формовочной оснастке легкобетонных панелей с нормативной теплоизоляцией за счёт применения пористого песка и внедрения усовершенствованной технологии производства структурных модификаций керамзитобетона.

Дальнейшее повышение теплозащитной способности панелей наружных стен из легкого бетона возможно за счёт применения усовершенствованных типов конструкций и более эффективных материалов.

1. СНИЖЕНИЕ ПЛОТНОСТИ И ПОВЫШЕНИЕ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ КЕРАМЗИТОБЕТОНА

1.1. Обеспечение насыпной плотности керамзита

1.1.1. Средняя насыпная плотность керамзитового гравия, производимого в настоящее время, составляет 491 кг/м³. Керамзит насыпной плотностью до 450 кг/м³ производят 46,3% общего объема (см. [приложение](#)).

Керамзит марки "500" обеспечивает получение теплоизоляционно-конструктивного керамзитобетона класса В5 (М75) следующей плотности (в сухом состоянии):

	плотность, кг/м ³
керамзитобетона слитной структуры на керамзите высшей категории качества и керамзитовом песке	1000
то же, на керамзите первой категории качества	1050
керамзитобетона пластифицированного на керамзитовом песке с воздухововлечением до 50 л/м ³	1050
керамзитоперлитобетона с перлитовым песком марки по плотности "200"	900
керамзитобетона (беспесчаного)	900

1.1.2. Для обеспечения проектного значения общего термического сопротивления однослойных панелей наружных стен из керамзитобетона (при толщине панелей, определяемой эксплуатируемой формооснасткой) домостроительному предприятию необходимо:

- определить и согласовать с поставщиком сортамент керамзита по фракциям 0-5; 5-10; 10-20 мм и его насыпную плотность;

- определить расчетную насыпную плотность керамзита по результатам статистической обработки лабораторных данных завода-изготовителя при допустимой изменчивости

$$C_y = \frac{\bar{\sigma}_y}{\bar{y}} \leq 0,05 ,$$

где $\bar{\sigma}_y$ - среднее квадратичное отклонение насыпной плотности керамзита по пробам за летний и зимний периоды наблюдений;

\bar{y} - среднеарифметическое значение насыпной плотности.

Керамзит должен поставляться на завод КПД в следующих пропорциях: фр. 0-5 мм - 25%; фр. 5-10 мм - 30%; фр. 10-20 мм - 45% (по насыпным объемам). При непоставке керамзита требуемых фракций необходимо на заводе организовать его дробление, для чего следует оборудовать склад заполнителей дробилкой молотковой типа С-29, СМД-147 и др.

При повышенной насыпной плотности поставляемого керамзита, не позволяющей обеспечить получение керамзитобетона на керамзитовом песке (с добавкой золы или без нее) заданной марки и требуемой плотности, необходимо изменить технологию производства керамзитобетонной смеси и применить другую структурную модификацию керамзитобетона (с использованием вспученного перлитового песка или беспесчаного керамзитопенобетона (см. разд. [1.3](#)).

1.2. Добавка золы-уноса

1.2.1. Для снижения расхода цемента и пористого песка в керамзитобетоне может применяться добавка золы-уноса ТЭС (табл.2)

Таблица 2

Основные показатели золы-унос

Показатели	Количество
Содержание SiO ₂ , % по массе (не менее)	20
Содержание SiO ₂ + Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃ , % по массе (не менее)	
в золе антрацитовой, каменноугольной	70
в бурогоугольной золе	50
Содержание сернистых и серно-кислых соединений в пересчете на SO ₃ , % по массе (не более)	3
Суммарное содержание свободного оксида кальция (CaO) и оксида магния (MgO), % по массе (не более)	8
Потери при прокаливании, % по массе (не более), золы	
антрацитовой	15
бурогоугольной	5
каменноугольной	7
Влажность, % по массе (не более)	3
Удельная поверхность, см ² /г (в пределах)	1500-4000

1.2.2. Химический анализ золы следует выполнять по [ГОСТ 5382-73](#), зерновой состав - по [ГОСТ 9758-86](#), удельную поверхность - по [ГОСТ 310.2-76](#), влажность - по [ГОСТ 9758-86](#), потерю массы при прокаливании методом медленного озоления - по [ГОСТ 11022-75*](#).

Количество вводимой в состав керамзитобетона золы-уноса не должно превышать 50% объема мелкозернистой части (200 л/м³) и назначаться на основе подбора состава бетона с требуемыми проектными характеристиками (прочность, плотность, морозостойкость) при минимальном расходе цемента.

1.2.3. Для обеспечения минимальной плотности и высоких теплоизолирующих характеристик керамзитобетона с добавкой золы-уноса при его приготовлении следует вводить воздухововлекающие добавки. Расход воздухововлекающих добавок в керамзитозолобетоне выше, чем в бетонах на керамзитовом песке, и зависит от удельной поверхности золы и содержания углистых остатков.

1.2.4. Золу-унос с фильтров ТЭС рекомендуется транспортировать на домостроительные предприятия в цементовозах или по железной дороге в специально оборудованных

вагонах. Ее разгрузку на предприятиях, подачу на хранение и в расходные емкости следует осуществлять пневмотранспортом по автономной линии. Золу-унос рекомендуется дозировать с помощью автоматических весовых дозаторов цемента. Целесообразно использовать золу в виде водного шлама.

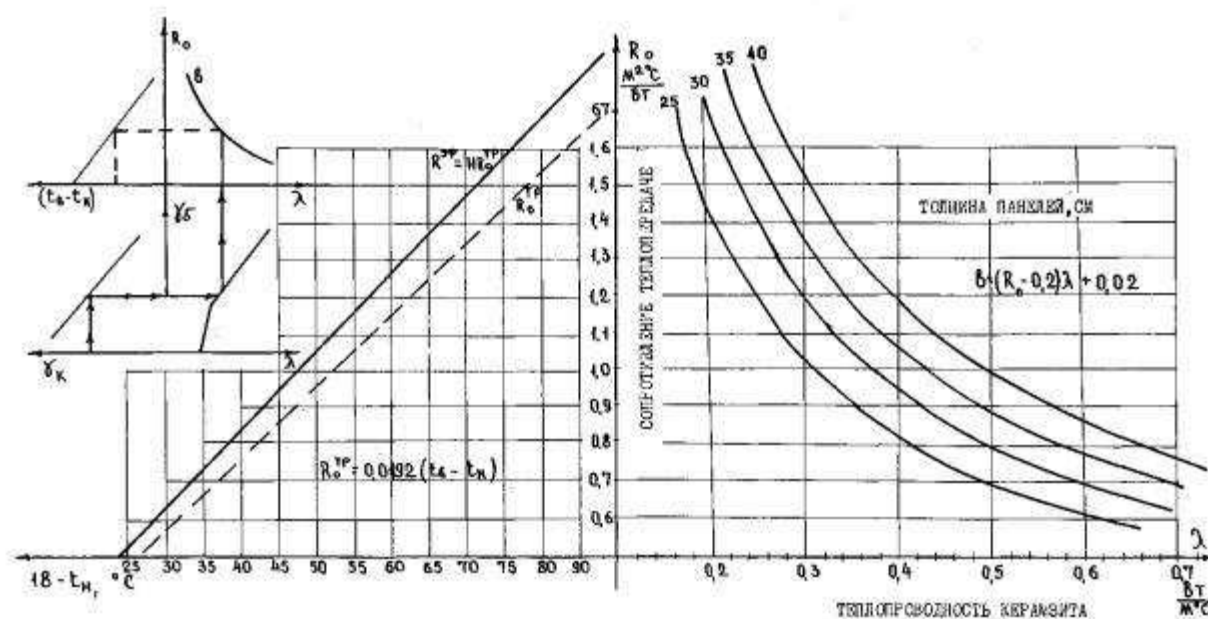
1.2.5. При применении для изготовления керамзитобетона золошлаковых смесей из отвалов гидрозолоудаления необходимо предварительно составить карты золоотвалов, отобрать представительные пробы по методике [ГОСТ 5578-65](#) и определить свойства зол на различной высоте шурфов по всей площади отвала. Золошлаковую смесь с допустимым содержанием шлаковых включений следует отбирать на участках, расположенных в удалении от мест выпуска пульпы.

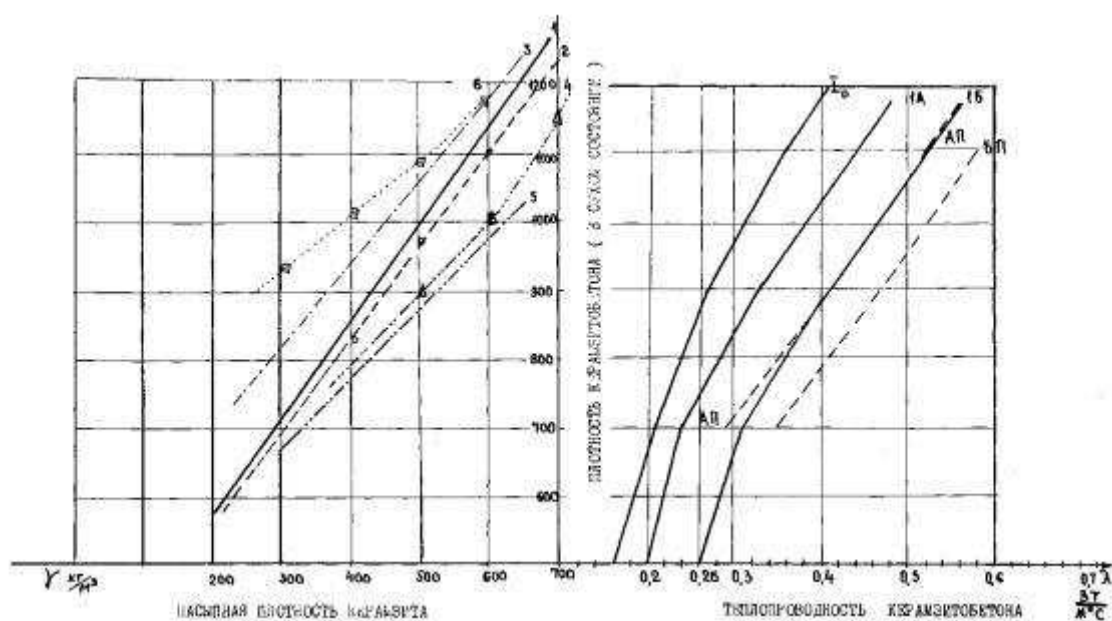
1.2.6. В золах, применяемых в бетонах, не должно быть посторонних примесей (грунта, мусора, щепы, кирпичей и т.п.). Отвальные золы влажностью 15-35% должны храниться в крытых, желательнo утепленных складах.

1.2.7. Для внутризаводского транспортирования и дозирования отвальной золы необходимо модернизировать тракты подачи и оборудование бетоносмесительного узла. Приемные бункеры склада при доставке золы железнодорожными вагонами или автотранспортом следует оборудовать двухсекторными затворами с гидравлическим или механическим приводом. Такой затвор должен иметь увеличенное и регулируемое выходное отверстие. Угол наклона бункеров между затворами должен быть не менее 65°.

Номограмма расчета толщин керамзитобетонных наружных стеновых панелей:

1 - керамзитобетон слитный на дробленом песке; 2 - то же, пластифицированный СНВ (0,05%); 3 - керамзитозолобетон (золы 200 л/м³); 4 - керамзитопенобетон; 5 - керамзитоперлитобетон; 6 - керамзитобетон, поризованный на кварцевом песке (песка 200 л/м); 10 - керамзитобетон составов 1, 2, 3, 4, 5 в сухом состоянии; 1А - то же, для зоны влажности А; 1Б - то же, для зоны Б; АП - для зоны А состав 6 поризованный; БП - то же, для зоны Б





1.2.8. Расходную точку подземной галереи склада хранения следует оборудовать двухсекторным затвором с увеличенным выходным сечением (500'800 вместо 350'550 мм). В поворотных лотках надбункерного отделения необходимо увеличить угол наклона (65 вместо 45°), диаметр горловины (900 вместо 600 мм) и ширину лотка (600 вместо 350-400 мм). Расходный бункер золы должен быть оборудован вибрирующими стенками и двухсекторным затвором с увеличенным выходным сечением. Бункер дозатора золы в отличие от типовых дозаторов заполнителей должен иметь вертикальные стенки с выходным сечением точки 500'600 мм. Транспортирование и дозирование золы облегчается при подаче в виде шлама.

1.2.9. При расчете составов легких бетонов на золах (см. разд.1.3) следует учитывать их повышенную водопотребность, приводящую к увеличению водосодержания керамзитобетонной смеси и плотности бетона в сухом состоянии. Водопотребность зол определяется по методике [ГОСТ 9758-86](#) (табл.3)

Таблица 3

Значения водопотребности зол

Золы	Удельная поверхность, см ² /г	Водопотребность, %
Антрацитовые	3000-4000	25-30
Буроугольные	2500-3500	25-30
	2000-2500	20-25
	1500-2000	15-20

1.2.10. При расчете составов керамзитобетона на золах плотность последних определяют в цементном тесте по [ГОСТ 9758-86](#) или принимают равной 1,9 кг/дм³.

1.3. Структурные модификации керамзитобетона

1.3.1. В зависимости от качества керамзита и требований к керамзитобетонным панелям следует применять керамзитобетон различной структуры (таблицы 4,5). Графическая интерпретация табл.5 дана в номограмме расчета толщины стены (см. рисунок).

1.3.2. В качестве пенообразователей при изготовлении керамзитобетона могут быть использованы: паста омыленной канифоли КМ, смола нейтрализованная воздухововлекающая СНВ (ТУ 31-05-75-74), хлорный сульфанол (ГОСТ 6948-78), универсальный синтетический пенообразователь УСП, приготовленный из алкилсульфатной пасты (ТУ 38-7-21-67), пенообразователь ПО-1, пенообразователь ПО-6 (ГОСТ 6948-81), клееканифольный и смолосапониновый пенообразователи, приготовленные в соответствии с СН 277-70, пенообразователь "Поток" (ТУ 38.5074-87), пенообразователь ТЭАс (ТУ 38107-127-87), подмыльный щелок, смола древесная омыленная СДО (ТУ 1305-02-83).

Таблица 4

Расчётное сопротивление теплопередаче однослойных панелей наружных стен из керамзитобетона слитной структуры на керамзитовом песке кл. В5 (М75)

Расчетное сопротивление теплопередаче, $\frac{м^2 \cdot С}{Вт}$	Толщина стен, см (включая 2 см отделочного слоя)											
	30			35			40			45		
	Коэффициент теплопроводности в сухом состоянии, $\frac{Вт}{м^{\circ} \cdot С}$	Зона А	Зона Б	Коэффициент теплопроводности в сухом состоянии, $\frac{Вт}{м^{\circ} \cdot С}$	Зона А	Зона Б	Коэффициент теплопроводности в сухом состоянии, $\frac{Вт}{м^{\circ} \cdot С}$	Зона А	Зона Б	Коэффициент теплопроводности в сухом состоянии, $\frac{Вт}{м^{\circ} \cdot С}$	Зона А	Зона Б
		Плотность керамзита /насыпная плотность керамзита, кг/м ³	Плотность керамзита /насыпная плотность керамзита, кг/м ³		Плотность керамзита /насыпная плотность керамзита, кг/м ³	Плотность керамзита /насыпная плотность керамзита, кг/м ³		Плотность керамзита /насыпная плотность керамзита, кг/м ³	Плотность керамзита /насыпная плотность керамзита, кг/м ³		Плотность керамзита /насыпная плотность керамзита, кг/м ³	Плотность керамзита /насыпная плотность керамзита, кг/м ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0,86	0,407	<u>114</u> 0	<u>1030</u> 500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,946	0,349	<u>104</u> 0	<u>880</u> 350	0,426	<u>117</u> 0	<u>1050</u> 500	-	-	-	-	-	-
1,032	0,326	<u>990</u> 0	<u>840</u> 500	0,384	<u>110</u> 0	<u>950</u> 575	0,442	<u>120</u> 0	<u>1100</u> 500	-	-	-

		450	350		0	450		0	550			
					500			600				
1,118	0,307	950	750	0,349	105	880	0,402	115	1030	0,455	12	1130
					0			0			30	
		450	300			350			500			550
					500			550			60	
											0	
1,204	0,271	875	-	0,321	100	880	0,367	110	950	0,416	11	1075
					0			0			75	
		350				350			450			500
					450			550			55	
											0	
1,29	-	-	-	0,294	970	750	0,293	103	830	0,386	11	950
								0			25	
					450	300			350			450
								500			55	
											0	

Примечание. Требуемое сопротивление теплопередаче однослойных наружных стен определяется по формуле СНиП II-3-79**:
 $R_0^{TP} \geq 0,0192(t_{в} - t_{н})$; расчетное общее сопротивление теплопередаче $R_0^{расч} = 1,1R_0^{TP} = 0,021(t_{в} - t_{н})$, где $t_{в}$ и $t_{н}$ - соответственно расчетные температуры внутри помещения и наружного воздуха.

Таблица 5

Расчётный состав и теплопроводность керамзитобетона кл.В5 (М75) различных структурных модификаций для однослойных панелей наружных стен

Структура керамзитобетона	Марк керамзита (насыпная плотность), кг/м ³	Расход составляющих на 1 м ³ керамзитобетона						Плотность - керамзитобетона в сухом состоянии, кг/м ³	Коэффициент теплопроводности, Вт/м·°С	Примечание		
		керамзит фракций, мм	цемент В, мар КМ	СН добавки, кг	ки (рас твор 5%-ый) л	л	л			л	л	л
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Керамзитобетон на керамзитовом песке слитной	300	440	3	4	200	-	-	710	0,195	0,	0,	
			3	9						22	27	
			0	5						1	9	
	400	440	3	5	175	-	-	850	0,224	0,	0,	
			5	3						25	32	

структуры			5 5					6 6
	500	390	3 5 175 - 8 7 0 5	-	-	1000	0,267	0, 0, 32 40 6 7
	600	390	4 6 175 - 0 0 5 5	-	-	1120	0,323	0, 0, 38 45 4 3
То же, пластифицир ованный	300	340	4 6 200 2 0 0 5 5	-	-	710	0,201	0, 0, 24 29 4 1
	400	340	4 6 175 2 0 0 5 5	-	-	825	0,227	0, 0, 24 31 9 9
	500	340	4 6 175 2 0 0 5 5	-	-	970	0,259	0, 0, 30 38 2 4
	600	340	4 6 175 2 0 0 5 5	-	-	1120	0,323	0, 0, 40 45 7 3
			Перл ит					Вспуче нный
Керамзитопе рлитобетон	300	575	3 4 275 2 3 9 0 5			700	0,192	0, 0, 22 27 1 9
	400	525	3 5 250 2 5 3 5 5	-	-	750	0,206	0, 0, 23 29 3 7
	500	500	3 5 225 2 8 7 0 5	-	-	850	0,236	0, 0, 26 31 7 4
	600	500	4 6 225 2 0 0 5 5			1000	0,279	0, 0, 34 40 9 7
				Зола				Керамз итовый
Керамзитозо лобетон	300	250	4 6 175 2 6 9 0 0	200		850	0,221	0, 0, 26 33 6 7
	400	250	4 6 175 2 6 9 0 0	175		980	0,264	0, 0, 32 38 4 4
	500	250	4 6 150 2 4 6 0 0	150		1050	0,291	0, 0, 33 43 7
	600	250	4 6 150 2 2 3 0 0	150		1150	0,337	0, 0, 41 48 9 8
Керамзитопе нобетон	500		4 6 300 6 9	Пенообразователи - "Потол"		900	0,244	0, 0, 27 36
								См. п.1.3.2

Керамзитобетон поризованный с кварцевым песком	Керамзит	Кварцевый песок			Керамзит фр. 5-20 мм
		0 0			9
600	-	4 7 275 -		1000	0,267 0, 0, 32 40
		8 2			6 7
		0 0			
700		4 7 275		1150	0,337 0, 0, 41 49
		8 2			3 4
		0 0			
300	200	9 - 300 7 -		935	0,294 0, 0, 36 43
		0			0 0
		0			
400	200	9 - 300 7 -		1010	0,328 0, 0, 40 46
		0			7 5
		0			
500	200	9 - 275 7 -		1085	0,372 0, 0, 45 51
		0			3 2
		0			
600	200	9 - 275 7 -		1175	0,395 0, 0, 51 58
		0			2 1
		0			

1.4. Улучшение показателей составляющих керамзитобетона

1.4.1. Теплозащитную способность панелей наружных стен из керамзитобетона можно повысить улучшив свойства его составляющих. Для этой цели заводы, производящие керамзит, должны

- строго соблюдать требования ГОСТ 9759-83, отпускать заводам КПД керамзит по фракциям 0-5; 5-10 и 10-20 мм в соответствии с согласованной номенклатурой и с предельными показателями насыпной плотности и прочности, не изменяя их в течение всего периода производства;

- снизить насыпную плотность керамзита в среднем до 400 кг/м³ (см. раздел [2.5](#)).

Заводы КПД должны

- при непоставке керамзитового песка и фракционированного керамзита организовать на месте дробление крупного керамзита в молотковой дробилке на песок крупностью 0-10 мм;

- не применять в теплоизоляционно-конструктивном керамзитобетоне, предназначенном для производства панелей наружных стен, кварцевый, полевошпатный и другие виды тяжелого песка (кроме конструкций, для которых производят теплотехнический расчет на перегрев).

1.4.2. При производстве керамзитобетона рекомендуется:

- применять перлитовый песок вместо керамзитового (частично либо полностью) или заменять до 50% керамзитового песка золой-уносом ТЭС;
- применять беспесчаный керамзитобетон, поризованный технической пеной;
- применять в качестве вяжущего шлакопортландцемент марки М300 или М400, который в отвердевшем состоянии имеет пониженную теплопроводность (см. таблицы 4,5);
- применять рекомендуемые выше составы керамзитобетона и малоподвижные бетонные смеси, предельно уплотняемые вибрацией с пригрузом;
- организовать обязательный производственный контроль теплопроводности и других свойств керамзитобетона в панелях по высверленным кернам ([1], [ГОСТ 7076-87](#), прил. 1);
- снижать производственную объемную влажность керамзитобетона в панелях наружных стен после тепловой обработки до 70-80 л/м³ за счёт совмещения твердения и сушки.

1.5. Повышение теплозащитных свойств керамзитобетонных панелей наружных стен за счёт конструктивно-технологических мер

1.5.1. При необеспеченности требуемых показателей однослойной конструкции можно рекомендовать двухслойную керамзитобетонную конструкцию панели наружной стены с утепляющим слоем из крупнопористого керамзитобетона или трехслойную керамзитобетонную конструкцию с утепляющим слоем из эффективных теплоизоляционных материалов и с жесткими связями между слоями бетона.

1.5.2. В двухслойных панелях внутренний слой рекомендуется выполнять несущим из керамзитобетона марки М100 и М150 на керамзитовом или кварцевом песке толщиной 10 см, утепляющий слой - из крупнопористого керамзитобетона марки М25 или М35, наружный декоративно-защитный слой толщиной 5 см - из плотного морозостойкого бетона марки М100 или М150.

Примерные составы бетонов для этих конструкций приведены в таблицах 6, 7, 8.

Таблица 6

Номенклатура и расход составляющих конструктивного керамзитобетона классов В7,5 и В10 (М100 и М150) на кварцевом песке

Составляющие	Керамзит марок		
	500	600	700
Керамзитовый гравий, л			
фр. 5-10 мм	140	170	160
фр. 10-20 мм	220	215	205
Песок кварцевый, л	800	780	745
Цемент (шлакопортландцемент) М400, кг			
для керамзитобетона марки М100	250	225	200
то же, марки М150	300	275	250
КМ, СНВ, С ДО, г			

(в пересчёте на сухое вещество)	100	100	100
С-3, г	750-900	675-825	600-750

Таблица 7

Номенклатура и расход составляющих конструктивного керамзитобетона класса В7,5 и В10 (М100 и М150) на керамзитовом песке

Составляющие	Керамзит марок		
	400	500	600
Керамзитовый гравий, л			
фр. 5-10 мм	360	340	320
фр. 10-20 мм	530	520	485
Керамзитовый песок, мм	440	425	400
Цемент (шлакопортландцемент) М400, кг			
для керамзитобетона			
кл. В7.5 (М100)	275	250	225
то же, кл. В10 (М150)	300	300	275

Таблица 8

Номенклатура и расход составляющих крупнопористого теплоизоляционного керамзитобетона

Составляющие	Керамзит марок			
	400	500	600	700
Керамзитовый гравий однофракционный - фракции 10-20 или 20-40 мм, л	1050	1050	1025	1025
Цемент (шлакопортландцемент) М300 или М400 (для керамзитобетона марки М25), кг	300	250	225	200
Цемент (шлакопортландцемент) М300, кг				
для керамзитобетона				
кл.В1 (М15)	250	200	175	150
то же, кл.В0,5 (М5)	100	100	100	100

1.5.3. Трехслойные панели на жестких связях целесообразно изготавливать из керамзитобетона на кварцевом или керамзитовом песке с утепляющим слоем из пенополистирола, различных пенопластов, жестких минераловатных плит, крупнопористого керамзитобетона М5, цементного фибролита, ячеистого бетона и т.д. Рекомендуется использовать составы керамзитобетона, приведенные в таблицах 6-8, плотностью не более 1400 кг/м³ на кварцевом и 1200 кг/м³ на керамзитовом песке.

1.5.4. К числу перспективных конструктивных решений панелей наружных стен из керамзитобетона можно отнести следующее:

- панели трехслойные из керамзитобетона с гибкими связями;

- панели однослойные из керамзитобетона без наружного и внутреннего отделочных слоев из цементно-песчаного раствора, отделка выполняется декоративно-защитной полимерной мастикой или силикатной водорастворимой краской;

- панели из керамзитобетона с внутренним утепляющим слоем (штукатуркой) из перлитового раствора кл. В1 (М15) плотностью 500 кг/м³, толщиной 3-5 см;

- панели однослойные из керамзитобетона с межзерновой пористостью до 15 %

(структурный фактор $\frac{M}{M+K} = 0,25$) с экраном на отnose, изготавливаемые в применяемой для однослойных панелей оснастке в едином производственном цикле;

- панели керамзитобетонные комбинированные с утепляющими вкладышами из пенополистирола, теплоизоляционного крупнопористого керамзитобетона и т.п.

1.5.5. Конструктивное решение панелей наружных стен рекомендуется выбирать на основе технико-экономического сопоставления с учетом их первоначальной и приведенной стоимости (табл.9).

Таблица 9

Технико-экономические показатели наружных стен различных конструкций

$R_{\sigma}^{TP} \geq R_{\sigma}^{TP}$ гигиенические требования												
панельные стены											кирпичные стены	
Показатели	поризованный на кварцевом песке на керамзите "400"		минеральная вата жесткая		цементный фибролит		дышистые ячейки бетоны		с гибкими связями		сплошной кирпич	эффективный кирпич
	"400"	"500"	5	6	7	8	9	10	11	12		
Толщина панели (стены), см	30	35	40	30	35	35	30	30	30	30	64	51

Плотность, кг/м ³	90 10 0 00 1000										1800 1400
R _о ^{тп}	0, 0, 89 89										
	8 8 0,898	0,895	0,898	0898	0,994	0,994	0094	0,994	0,841	0,898	
R _о ^{тп}	3, 0, 93										
	9 3 0,94	1038	1,157	1,12	2,173	1,344	2,301	1,472	0,918	1,004	
Приведенные затраты, руб.	10 41 ,8 ,8 41,7	43	40,7	38,4	34,1	37,3	34,3	36,7	50,9	45,7	
В том числе стоимость конструкций "в деле"	20 22 ,6 ,3 22,3	23,8	24,9	22,1	24,9	22,5	25,6	23,1	32,8	27,6	
Затраты на отопление (за срок службы дома), руб.	20 19 ,2 ,5 19,4	19,3	15,8	16,3	9,2	14,8	8,7	13,6	19,8	18,1	
Годовой расход топлива на отопление, кг.у.т	23 22 ,1 ,3 22,1	21,9	18	18,5	10,5	16,9	9,9	15,5	22,6	20,7	
Энергоемкость производства (материалы, конструкции, транспорт, монтаж), кг у.т.	80 93 ,2 ,8 94,4	57,2	63,7	77	40,6	46	51,9	57,1	103,2	84,6	
Затраты труда,	2, 2, 7 75 2,8	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	7,2	6,4	

всего, чел.-ч													
в том числе:													
на заводе	1, 75	1, 8	1, 85	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	1,8	1,5	
на стройплощадке	0, 95	0, 95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	5,4	4,9	

Продолжение таблицы 9

Показатели	$R_{\sigma}^{TP} \geq R_{\sigma}^{ЭК}$ - экономические требования						кирпичные стены	
	панельные стены							
	однослойные	трехслойные с гибкими связями		легкий бетон		сплошной кирпич	эффективный кирпич	
	керамзитобетон плотный на керамзите марок "400" "500"	тяжелый бетон пенополистирол	минеральная вата жесткая	пенополистирол	минеральная вата жесткая			
1	14	15	16	17	18	19	20	21
Толщина панели (стены), см	35	40	30	35	30	35	64	51
Плотность, кг/м ³	900	1000					1800	1400
R_{σ}^{TP}	0,898	0,898	0,994	0,994	0,994	0,994	0,841	0,898
$R_{\sigma}^{ЭК}$	1,031	1,049	2,173	1,897	2,301	2,024	0,918	1,004
Приведенные затраты, руб.	40,7	41,9	34,1	34,6	34,3	34,6	50,9	45,7
В том числе стоимость конструкции и "в деле"	23	24,5	24,9	25	25,6	25,6	32,8	27,6
Затраты на отопление (за срок службы дома), руб.	17,7	17,4	9,2	9,6	8,7	9	19,8	18,1
Годовой расход топлива на отопление,	20,2	19,9	10,5	10	9,9	10,3	22,6	20,7

кг. у.т								
Энергоемкость производства (материалы, конструкции, транспорт, монтаж), кг у.т.	95,1	107,6	40,6	53,6	51,9	61,7	103,2	84,6
Затраты труда, всего, чел.-ч	2,75	2,8	3,1	3,1	3,1	3,1	7,2	6,4
в том числе:								
на заводе	1,8	1,85	2,15	2,15	2,15	2,15	1,8	1,5
на стройплощадке	0,95	3,95	0,95	0,95	0,95	0,95	5,4	4,9

Примечания: 1. При расчете технико-экономических показателей стен приняты климатические условия для Московской области.

2. Расчёты проводились на 1 м² конструкции за вычетом проемов.

3. Приняты обозначения: $R_{\circ}^{тп}$ - требуемое сопротивление теплопередаче; $R_{\circ}^{пр}$ - приведенное сопротивление теплопередаче; $R_{\circ}^{эк}$ - экономически целесообразное сопротивление теплопередаче.

4. Показатели таблицы рассчитаны по ценам 1982 г.

2. СНИЖЕНИЕ НАСЫПНОЙ ПЛОТНОСТИ И ЭНЕРГОЕМКОСТИ КЕРАМЗИТОВОГО ГРАВИЯ

2.1. Улучшение переработки сырья и формования полуфабриката

2.1.1. При снижении насыпной плотности керамзитового гравия на одну марку (50 кг/м³) снижается расход топлива на его обжиг в среднем на 6 кг.у.т./м³ и электроэнергии на 2 кВт.ч/м³.

2.1.2. Для получения керамзитового гравия насыпной плотностью 450 кг/м³ и ниже в качестве сырья следует использовать глинистые породы (глины, сланцы, аргилиты и др.) и смеси на их основе, содержащие не более 60% кремнезема и не менее 12% глинозема, причем содержание свободного кремнезема в виде кварца не должно превышать 30%. Пригодность глин для производства керамзитового гравия указанных марок определяется заводскими испытаниями.

2.1.3. При добыче, транспортировке и хранении сырья должно быть исключено попадание в него вскрышных и подстилающих пород, утеплителя, мусора. Качество керамзитового гравия зависит от степени переработки сырья, его свойств, условий формования гранул полуфабриката, использования добавок, температурно-временного режима и среды обжига, температуры вспучивания, повышение которой ведет, как правило, к снижению насыпной плотности керамзитового гравия.

2.1.4. Для получения керамзитового гравия марок не выше "400" применяемое оборудование должно обеспечивать разрушение естественной структуры глинистых пород, равномерное распределение добавок, что позволяет получить однородную массу с коэффициентом вариации пластической прочности не более 7%.

2.1.5. Набор оборудования для переработки глинистой породы зависит от её начальных физико-механических свойств - пластичности $W_{пл}$ определяемой по [ГОСТ 21216.10-81](#), и коэффициента консистенции, равного

$$B = \frac{W - W_p}{W_{пл}}$$

где W - начальная влажность (абсолютная) исходного сырья, %;

W_p - влажность сырья на пределе раскатывания, определяемая по [ГОСТ 21216.0-81*](#), [ГОСТ 21216.10-81*](#), %.

Чем меньше влажность сырья (меньше его коэффициент консистенции), чем выше его дисперсность (пластичность), тем больше требуется энергии на его переработку.

Рекомендуемый набор оборудования для переработки глинистого сырья по пластическому способу приведен в табл.10.

Таблица 10

Рекомендуемые технологические схемы переработки глинистого сырья по пластическому способу

Коэффициент консистенции	Пластичность	Классификационная группа	Технологические схемы переработки сырья
Менее 0,25	Более 25	1,а	Глинорыхлитель ® ящичный подаватель

Менее 0,25	15-20	1,б	® вальцы грубого помола ® глиномешалка с пароводяным увлажнением ® бегуны мокрого помола ® ленточный шнековый пресс с камневыделительной приставкой ® глинораститель ® вальцы тонкого помола ® башни гомогенизации ® ленточный формующий пресс
От 0,25 до 0	Более 25	2,а	Глинорыхлитель ® ящичный подаватель ® вальцы грубого помола ® глиномешалка с пароводяным увлажнением ® бегуны мокрого помола ® ленточный шнековый пресс с камневыделительной приставкой ® глинораститель ® вальцы тонкого помола ® башни гомогенизации ® формующий агрегат
От 0,25 до 0	15-20	2,б	Глинорыхлитель ® ящичный подаватель ® вальцы грубого помола ® глиномешалка с пароводяным увлажнением ® ленточный шнековый пресс с камневыделительной приставкой ® вальцы тонкого помола ® формующий агрегат
От 0 до 0,25	Более	3,а	Глинорыхлитель ® ящичный подаватель (если необходимо) ® сушильный барабан ® вальцы грубого помола ® ленточный шнековый пресс с камневыделительной приставкой ® вальцы тонкого помола ® формующий агрегат
Более 0,25	Более 25	4,а	
Более 0,25	15-25	4,б	

В процессе переработки глинистое сырье измельчается глинорыхлителем и вальцами грубого помола, увлажняется в бегунах, глиномешалках, очищается от крупных твердых включений валками грубого помола, глиноочистителем или глиномешалкой с протирачной головкой, переминается в глиноочистителе, вальцах тонкого помола, глинорастирателе.

2.1.7. Сырцовые гранулы можно формовать на ленточных прессах, оборудованных специальными гранулирующими приставками.

2.2. Органические и минеральные вспучивающие добавки

2.2.1. Для производства керамзитового гравия рекомендуется использовать органические добавки: опилки, сульфитно-спиртовую барду (ССБ), антрацен, пиролизную смолу - отход производства синтетического спирта, нефтепродукты (нигроин, универсин, судовое топливо и др.), отходы коксобензольного производства, производства полиэтилен гликоля, растворы фенольных смол или декстрина, жирные амины, водные эмульсии этилсиликата и моноэтаноламина, коксовый порошок и др.

2.2.2. Наиболее эффективны жидкие, низковязкие органические добавки, так как они более равномерно распределяются в сырье.

Для повышения эффективности использования высоковязкие вещества необходимо предварительно подвергнуть диспергированию в воде или другом растворителе.

2.2.3. В качестве минеральных добавок, улучшающих вспучивание, рекомендуются пиритные огарки и пиритный концентрат, отходы меде- и сталелитейного производства, золы ТЭС с низким содержанием несгоревшего остатка (не более 5%), шлаки ТЭЦ (ТЭС), высокопластичные глины (от 5 до 30%), порошки стекол специального состава, соли щелочно-земельных металлов и др.

2.2.4. Водорастворимые минеральные добавки, например, соли щелочных металлов, следует вводить с водой затворения. Другие добавки для их равномерного распределения в сырьевой смеси необходимо измельчать. Добавки размером выше 0,2 мм допускаются в количестве не более 5%.

2.2.5. Для повышения вспучиваемости слабо- и средневспучивающихся глин рекомендуется в некоторых случаях вводить в состав шихты комплексные органико-минеральные добавки, например, отходы металлообработки, содержащие органические масла, железо и его оксиды. Могут готовиться специальные смеси, например, суспензия, содержащая мазут и пиритные огарки. Возможны и другие комбинации органических и минеральных добавок [4].

2.2.6. Вид и качество добавок назначают исходя из их наличия в данном районе и на основании специальных лабораторных исследований с учетом снижения энергоемкости производства.

2.3. Эффективные материалы для опудривания полуфабриката

2.3.1. Опудривание гранул полуфабриката порошками огнеупорных или тугоплавких материалов применяют для повышения температуры и расширения температурного интервала вспучивания, что увеличивает эффект вспучивания, а также для предотвращения слипания гранул и привара их к футеровке печи.

2.3.2. В качестве опудривателя рекомендуется использовать огнеупорные и тугоплавкие материалы в виде порошка. К таким материалам относятся:

- каолин, огнеупорные глины, отходы обогащения каолинов;
- глинозemosодержащие отходы производства (отработанные катализаторы на основе оксидов алюминия, золы ТЭС с низким содержанием несгоревшего топлива и др.);
- кремнеземистые материалы (мелкий кварцевый песок, отходы переработки кварцита и т.п.);
- молотый мел, известняк, доломитовая пыль и др.

2.3.3. Расход опудривателя ориентировочно принимается 3% от массы сырцевых гранул и уточняется опытным путем при заводских испытаниях.

Опудриватель должен быть сухим для предотвращения его слеживания при хранении в бункере.

Для контроля тонкости помола опудриватель просеивается через сито с отверстиями 0,2 мм, остаток на сите не должен превышать 1%. Если поставляемый опудриватель не удовлетворяет этим требованиям, его следует производить непосредственно на предприятии по выпуску керамзита.

2.3.4. Добавки-опудриватели полуфабриката могут вводиться в барабан окатки или в сушильный барабан либо во вращающуюся печь.

Наиболее эффективный способ нанесения покрытий на гранулы из тугоплавких и огнеупорных материалов - введение опудривающего материала непосредственно в зону вспучивания с помощью специального устройства, разработанного институтом НИИкерамзит.

2.4. Процесс обжига

2.4.1. Обжиг гранул целесообразно проводить по двухступенчатому режиму:

- медленный нагрев (со скоростью 10-30 °С/мин до 100,500 °С);
- быстрый нагрев (со скоростью выше 60 °С/мин до температуры вспучивания).

Конкретные значения скоростей и температуры перехода определяют в заводской лаборатории исходя из свойств сырья.

2.4.2. Во вращающихся печах заканчивается сушка гранул, производится их нагрев до температуры вспучивания, выдержка при этой температуре и охлаждение до 800-900 °С.

2.4.3. Керамзитовый гравий марок до "450" рекомендуется обжигать в двухбарабанных печах, позволяющих в широких пределах регулировать режим обжига.

2.4.4. Широко распространенные вращающиеся печи диаметром 2,5 м и длиной 40 м часто не обеспечивают требуемого режима обжига, что вызывает утяжеление керамзитового гравия.

Для оптимизации режима обжига следует изменить скорость прохождения материала в печи и производить его опудривание огнеупорными порошками в зоне вспучивания. Для изменения скорости прохождения материала регулируется наклон и скорость вращения печи и устанавливаются ребра на ее футеровке.

Подбор соответствующих параметров осуществляется путем проведения специальных испытаний.

2.4.5. Охлажденный керамзитовый гравий сортируют по фракциям: 0-5; 5-10; 10-20 мм и более. Сортировку осуществляют на вибросите, сите-бурат, в гравиесортировке.

В качестве гравиесортировки наиболее распространение получили барабаны-грохоты типа ГС-14, ГСК-14 производительностью 200 тыс.м³ керамзитового гравия в год.

2.5. Производство керамзитового гравия со сниженной объемной плотностью

2.5.1. Для организации производства керамзитового гравия со сниженной насыпной плотностью необходимо:

- провести контрольные лабораторно-технологические испытания глинистого сырья;
- выявить перспективные сырьевые источники;
- определить пригодность промышленных отходов в качестве добавок и опудривателей для производства керамзитового гравия;
- определить оптимальные параметры производства керамзита (состав сырьевых шихт, комплект технологического оборудования, температурную кривую обжига, режим охлаждения керамзитового гравия);
- выполнить технико-экономическое обоснование реконструкции или технического перевооружения керамзитового цеха или завода;
- определить исходные технологические данные на реконструкцию или техническое перевооружение керамзитового цеха или завода;
- провести реконструкцию или техническое перевооружение керамзитового цеха или завода;
- разработать технологическую карту (регламент) производства керамзитового гравия.

2.6. Производство дробленого керамзитового песка

2.6.1. Применение дробленого керамзитового песка позволяет снизить плотность и теплопроводность и уменьшить до минимальной нормы (180 кг/м³) расход цемента.

2.6.2. Дробление керамзита на песок целесообразно организовать на заводе КПД с использованием молотковой дробилки. Через перфорированную или колосниковую решетку обеспечивается выход дробленой массы фр. 0-10 мм со стабильным соотношением фр. 0-5 и 5-10 мм (обычно 55 : 45).

2.6.3. Применение керамзита фр. 0-10 мм (дробленого) и 10-20 мм позволяет ввести в керамзитобетонную смесь необходимое количество песка, а также компенсировать недостающее количество керамзита фр. 5-10 мм. Это позволяет использовать дробленый керамзит без отсева, а также вписать дробилку в тракт подачи заполнителей на БСУ.

Дробленый керамзит фр. 5-10 мм имеет лучшие характеристики по массе и теплопроводности по сравнению с обычным керамзитом этой фракции.

Приложение

Основные предприятия, выпускающие керамзитовый гравий со сниженной насыпной плотностью (до 450 кг/м³)

Предприятие-изготовитель	Объем выпуска керамзита, тыс.м ³	Свойства, керамзита	
		насыпная плотность, кг/м ³	прочность МПа
1	2	3	4
Безымянский опытный керамзитовый завод института НИИ керамзит Минстройматериалов РСФСР, г.Куйбышев	141,7	262	1,1
Вурмакасинский завод керамических блоков и керамзита, г.Чебоксары	161,25	435	2
Комбинат стройматериалов, г.Ульяновск	89	340	1,4
Черновский кирпичный завод, г. Отрадный Куйбышевской обл.	53,9	426	1,88
Керченский завод стройматериалов, г.Керчь	385	438	2,25
Витебское производственное объединение "Керамика", г.Витебск	534	434	1,5
Безмеинский комбинат стройматериалов им. 50-летия ТАССР, г.Безмеин	254	397	2,1
Волгоградский завод ЖБИ № 1, г.Волгоград	236,9	417	1,89
Комбинат промконструкций, г.Волгоград	74,3	409	1,7
Керамзитовый завод № 10, г.Куйбышев	470,9	350-500	0,8-3,3
Кирпичный завод, г.Донской Тульской обл.	81,2	450	1,8
Завод керамзита, г.Кушва Свердловской обл.	176,55	378	1,47
Завод керамзитового гравия треста "Стройиндустрия" г.Сыктывкар	46,4	440	22,4
Завод крупнопанельного домостроения, г.Калининград	51,2	350-500	10-18
Завод ЖБИ № 1, г.Калининград	32,8	400	9
Завод керамзитового гравия, г.Нижнекамск Татарской АССР	149,8	438	15,4
Завод крупнопанельного домостроения, г.Балаково Саратовской обл.	132,6	400	13
Производственное объединение "Стройиндустрия", г.Волжский Волгоградской обл.	208,9	342	14,7
Альметьевский комбинат нерудных материалов, г.Альметьевск Татарской АССР	175,5	320	14,9
Завод ЖБИ треста "Вологдасельстрой", г.Вологда	24,4	432	32,4
Домостроительный комбинат, Г.Энгельс Саратовской обл.	134,5	435	20
Алексеевский ССК треста "Кокчетаевсельстрой-4", пос.Алексеевка Кокчетавской обл.	118,9	350-400	18
Ржевский завод керамзитобетонных изделий, г.Ржев	76	380	11

Калининской обл.

Завод керамзита управления Куйбышевсельстрой, пос.Смышляевка Куйбышевской обл.	464	300-350	8,12
Сельский строительный комбинат, г.Оренбург	95,3	400	14,9
Новолукомльский завод керамзитового гравия, г.Новолукомль	183,5	344	15
Богдинский комбинат железобетонных изделий, пос.Богдинский Тюменской обл.	28,2	450	21,48
Гяурский экспериментальный комбинат строительных материалов, пос.Гяур Туркменской ССР	51,8	375	21,5
Завод стройматериалов и изделий, г.Томск	84,9	416	21,8