МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по снижению плотности и повышению теплозащитной способности керамзитобетонных панелей наружных стен

ЦНИИЭП жилища

gost.e-ecolog.ru

Государственный комитет по гражданскому строительству
и архитектуре 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
Б.Р.Рубаненко
(протокол № 14
от 19.IV.1984 г.)

Москва - 1984

Настоящие Методические указания разработаны в лаборатории применения легких бетонов ЦНИИЭП жилища кандидатами техн. наук Н.Я. Спивак (ответственный исполнитель) и Н.С.Строгиным, инженерами Е.М.Сурманидзе, Б.И. Штейманом, З.С.Дупленко и В.А. Кашубой.

В работе использованы материалы лаборатории легких бетонов и конструкций НИИЖБ Госстроя СССР (руководитель - докт. техн. наук И.Е.Путляев, ответственный исполнитель - канд. техн. наук В.И. Савин), института НИИкерамзит (ответственный исполнитель - канд. техн. наук Б.С.Комиссаренко) и института ВНИИКТЭП (кандидаты техн. наук С.Н.Коротков и Х.Ш.Хаджиев).

© ЦНИИЭП жилища, 1984

Частичная неудовлетворительная теплозащитная способность однослойных панельных наружных стен в основном объясняется применением поризованного керамзитобетона с кварцевым песком и отсутствием производственного контроля теплопроводности легкого бетона.

ВНИИжелезобетон, несмотря на обоснованные возражения специалистов ЦНИИЭП жилища и МНИИТЭП, широко внедрил в заводское производство технологию поризованного керамзитобетона с кварцевым песком с введением в процессе перемешивания порообразователя. Известно, что при одинаковой плотности теплопроводность бетона такой структуры превышает теплопроводность керамзитобетона на керамзитовом песке не менее чем на 30%. Отсутствие до 1979 г. соответствующего указания в СНиП "Строительная теплотехника" было причиной массового использования поризованного керамзитобетона на кварцевом песке при производстве однослойных панелей наружных стен.

Как следствие этого возникла необеспеченность нормативной теплозащитной способности большей части наружных стен крупнопанельных домов.

В СНиП II-3-79 "Строительная теплотехника. Нормы проектирования" были введены различные значения коэффициентов теплопроводности на поризованный керамзитобетон на кварцевом песке и керамзитобетон на керамзитовом песке (табл. I).

Снижение теплозащитных показателей однослойных керамзитобетонных панелей наружных стен объясняется также отсутствием производственного контроля за их основным эксплуатационным показателем - коэффициентом теплопроводности теплоизоляционно-конструктивного керамзитобетона.

По ГОСТ 11024-72 "Панели из легких бетонов для наружных стен жилых и общественных зданий" производственный контроль теплопроводности не входил в номенклатуру аттестуемых показателей. Поэтому панели наружных стен из поризованного керамзитобетона на кварцевом песке, несмотря на снижение на одну треть фактического сопротивления теплопере-

даче по сравнению со СНиП, аттестуются даже на Знак качества. Действующее с 1981 г. "Изменение № 1 ГОСТ 11024-72" и новый ГОСТ 11024-84 (вводится с 1985 г.) требуют осуществлять производственный контроль теплопроводности легкого бетона в наружных стенах.

Таблица 1

Расчетные значения коэффициентов теплопроводности керамзитобетона

Наименование материала	Плотность кг/м³	Расчетные значения коэффициентов теплопроводности, ккал/м·ч·°С (по СНиП "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
Керамзитобетон на керамзитовом песке	1400	0,4	0,4	0,45	0,48	0,5	0,56	+7	+12
	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

К сожалению, до настоящего времени отсутствует производство стандартных приборов, предусмотренных ГОСТами для определения теплопроводности легкого бетона даже по отдельно изготовляемым образцам, а тем более непосредственно в панелях. В научно-исследовательских институтах пользуются ранее производимыми в ГДР стационарными приборами типа "Бокк" фирмы "Фоетрон". Однако эти приборы приспособлены для отдельно изготовляемых образцов (пластины 25х25х5 см), которые не могут с достаточной точностью отражать показатели бетона в панелях.

ЦНИИЭП жилища в содружестве с ЦНИЛ Главлипецкстроя разработал и по согласованию с НИИСФ внедрил на заводе № 7 ДСК г. Липецка 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 ЦНТИ Главлипецкстроя (по заказам, которые следует направлять по адресу: 398600, Липецк, пр. Мира, 33).

В современных условиях задача повышения теплозащитной эффективности керамзитобетонных панелей наружных стен может быть реализована в два этапа.

На первом этапе необходимо обеспечить изготовление легкобетонных панелей в применяемой на заводах формовочной оснастке с нормативной теплоизоляцией в пределах СНиП II-3-79, т.е. с повышением теплозащитной способности против норматива 1971 г. на 13-16%, а фактически на 35-40% за счет применения пористого песка и усовершенствованной технологии производства различных структурных модификаций керамзитобетона (разд. I.I-I.4 настоящих Методических указаний).

На втором этапе дальнейшее повышение теплозащитной способности панелей наружных стен из легкого бетона возможно за счет применения усовершенствованных типов конструкций и более эффективных материалов (разд. I.5 настоящих Методических указаний).

I. СНИЖЕНИЕ ПЛОТНОСТИ И ПОВЫШЕНИЕ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ КЕРАМЗИТОБЕТОНА

I.I. Мероприятия, необходимые для внедрения на заводах КПД

I.I.I. Средняя насыпная плотность керамзитового гравия, производимого 230 заводами, составляет 500 кг/м^3. При этом объем выпуска керамзита насыпной плотностью до 500 кг/м^3 составляет 47,5%. Керамзит марки "500" обеспечивает возможность получения теплоизоляционно-конструктивного керамзитобетона марки М 75 в зависимости от его структуры следующих плотностей, кг/м^3 (в сухом состоянии):

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

поризованного на кварцевом песке* – 1150.

1.1.2. Для обеспечения надежного соответствия общего термического сопротивления однослойных панелей наружных стен из керамзитобетона проектному значению (при толщине панелей, определяемой эксплуатируемой формооснасткой) домостроительному предприятию следует разработать и внедрить ряд мероприятий, которые должны включать:

- определение и согласование с закрепленным поставщиком сортамента керамзита по фракциям 0–5; 5–10; 10–20 мм и насыпной плотности;

- определение расчетной насыпной плотности керамзита (необходимо производить по результатам статистической обработки лабораторных данных завода-изготовителя при допустимой изменчивости $C_\gamma = \frac{\sigma_\gamma}{\gamma} \leq 0{,}05$,

где σ_γ – среднее квадратичное отклонение по пробам за период наблюдений;

γ – среднеарифметическое значение насыпной объемной массы).

При непоставке заводом-производителем фракционированного керамзита требуемого сортамента в следующих объемах: 0–5 мм – 25%; 5–10 мм – 30% и 10–20 мм – 45% (по насыпным объемам) – на заводе КПД необходимо производить недостающее количество требуемых фракций керамзита путем его дробления и последующего рассева, для чего необходимо дооборудовать склад заполнителей дробильно-сортировочным узлом, состоящим из барабанного грохота типа СМС-215 и дробилки молотковой типа С-599 или СМ-431.

При повышенной насыпной плотности поставляемого керамзита, не позволяющей обеспечить получение плотного керамзитобетона на керамзитовом песке (с золошлаковой добавкой 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 (разд. 1.3).

1.2. Золошлаковая добавка для керамзитобетона

1.2.1. Для снижения расхода пористого песка в керамзитобетоне могут применяться добавки из зол и шлаков ТЭС. Золошлаковые смеси, применяемые в качестве мелкого заполнителя для керамзитобетона марок от "50" до "100", должны соответствовать ГОСТ 25592-83 "Смесь золошлаковая тепловых электростанций для бетона". Основные характеристики золы-уноса и золошлаковых смесей, используемых в легком бетоне, приведены в табл. 2.

---

* По теплопроводности эквивалентно керамзитобетону слитной структуры плотностью 1250 кг/м^3.

Таблица 2

Основные показатели золы-уноса и золошлаковых смесей

Наименование показателей	Зола-уноса	Золошлаковая смесь
Содержание SiO_2, % по массе (не менее)	20	40
Содержание $SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3$, % по массе (не менее) для антрацитовой и каменноугольной	70	-
буроугольной	50	-
Содержание сернистых и сернокислых соединений в пересчете на SO_3, % по массе (не более)	3	3
Суммарное содержание свободного оксида кальция (CaO) и оксида магния (MgO), % по массе (не более)	8	I0
Потери массы при прокаливании, % по массе (не более) для антрацитовой	I5	I5
каменноугольной	7	7
буроугольной	5	5
Влажность, % по массе (не более)	3	35
Удельная поверхность, $см^2/г$ (не менее)	I500-4000	I500-4000
Остаток на сите 5 мм, % по массе (не более)	-	I5

I.2.2. Химический анализ золы и золошлаковой смеси определять по ГОСТ 5382-73, зерновой состав - по ГОСТ 9758-77, удельную поверхность - по ГОСТ 3I0.2-76, влажность - по ГОСТ 9758-77, потерю массы при прокаливании методом медленного озоления - по ГОСТ II022-75. Количество вводимой в состав керамзитобетона золы-уноса или золошлаковой смеси не должно превышать 50% от мелкозернистой части и назначается на основе подбора состава бетона при условии обеспечения требуемых проектных характеристик материала (прочности, объемной массы, морозостойкости) при минимальном расходе цемента.

I.2.3. Для получения керамзитобетона с использованием зол и золошлаковых смесей с минимальной объемной массой и наилучшими теплоизолирующими характеристиками его приготовление следует осуществлять с обязательным введением воздухововлекающих добавок. Расход этих добавок по сравнению с бетонами на керамзитовом песке повышается и зависит от удельной поверхности золы и содержания углистых остатков.

I.2.4. Золу-уноса, отобранную на ТЭС с фильтров, рекомендуется транспортировать на домостроительные предприятия в цементовозах или по железной дороге в специально оборудованных вагонах-хопрах. Ее разгрузку на предприятиях, подачу на хранение и в расходные емкости надлежит осуществлять так же, как и подобные операции с цементом - пневмотранспортом по автономной линии. Дозирование золы-уноса целесообразно производить при помощи автоматических весовых дозаторов цемента.

I.2.5. При применении для изготовления керамзитобетона золошлаковых смесей из отвалов гидрозолоудаления необходимо предварительно составить карты обследования золоотвалов с отбором представительных проб по аналогии с ГОСТ 5578-65 и определением основных свойств зол на различной высоте шурфов по всей площади отвала. Отбор золошлаковой смеси с допустимым содержанием шлаковых включений должен производиться из участков отвала, расположенных в удалении от мест выпуска пульпы из трубопровода гидрозолошлакоудаления.

I.2.6. В золах и золошлаковых смесях, применяемых в бетонах, не должно быть посторонних примесей (грунта, мусора, щепы, кирпичей и т.п.). При использовании отвальных зол влажностью I5-35% они должны храниться в крытых, желательно утепленных складах.

I.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 оборудуются необычными лотковыми подпорными затворами, а двухсекторными затворами с гидравлическим или механическим приводом. Такой затвор должен иметь увеличенное и регулируемое выходное отверстие. Угол наклона стенок бункеров между затворами должен быть не менее 65°.

I.2.8. Расходная течка подземной галереи склада хранения золы оборудуется двухсекторным затвором с увеличенным выходным сечением (500x800 вместо 350x550 мм). В поворотных лотках надбункерного отделения кроме увеличения угла наклона (65 вместо 45°) увеличиваются диаметр горловины (900 вместо 600 мм) и ширина лотка (600 вместо 350-400 мм). Расходный бункер золы оборудуется вибрирующими стенками и двухсекторным затвором с увеличенным выходным сечением (500x600 вмес-

то 350х350 мм). Бункер дозатора золы в отличие от типовых дозаторов заполнителей должен иметь вертикальные или близкие к ним стенки с выходным сечением 500х600 мм.

I.2.9. Составы конструкционно-теплоизоляционного керамзитобетона с применением зол и золошлаковых смесей рассчитывают, подбирают и назначают в соответствии с указаниями разд. I.3 настоящих Методических указаний.

I.2.I0. При расчетах составов легких бетонов на золах и золошлаковых смесях следует учитывать их повышенную водопотребность, увеличивающую водосодержание керамзитобетонной смеси и плотность бетона в сухом состоянии. Водопотребность зол и золошлаковых смесей определяется по методике ГОСТ 9758-77. Ориентировочные значения водопотребности зол и золошлаковых смесей приведены в табл. 3.

Таблица 3

Наименование зол	Удельная поверхность, $см^2/г$	Водопотребность, Вп, %
Антрацитовые	3000-4000	25-30
Буроугольные	2500-3500	25-30
	2000-2500	20-25
	I500-2000	I5-20

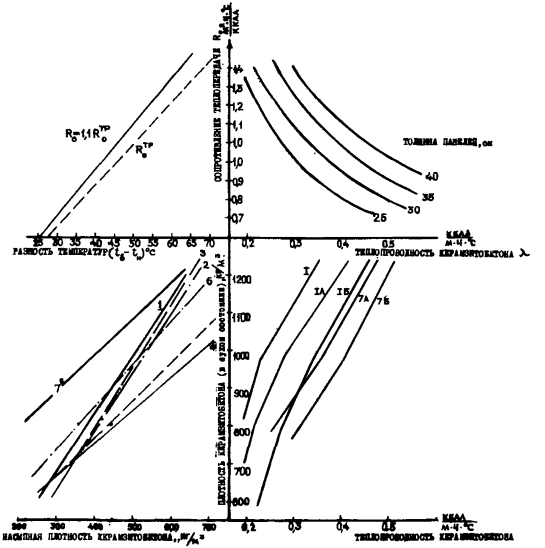
I.2.II. При расчетах составов керамзитобетона на золах и золошлаковых смесях плотность последних определяют в цементном тесте по ГОСТ 9758-77 или принимают равными I,9 $кг/дм^3$.

I.3. Составы и свойства различных структурных модификаций керамзитобетона

I.3.I. В зависимости от показателей качества керамзита и требований к керамзитобетонным панелям следует применять различную структуру керамзитобетона с учетом фактических технико-экономических показателей исходных материалов (см. таблицы 4, 5). Графическая интерпретация табл. 5 дана в номограмме расчета толщины стены (см. рисунок).

I.3.2. В качестве пенообразователей при изготовлении керамзитобетона могут быть использованы:паста омыленной канифоли "КМ"; смола нейтрализованная воздухововлекающая "СНВ" по ТУ 3I-05-75-74; хлорный сульфанол (ГОСТ 6948-70); универсальный синтетический пенообразователь "УСП", приготовленный из алкилсульфатной пасты (ТУ 38-7-2I-67);

пенообразователь ПО-I (ГОСТ 6948-70); пенообразователь ПО-6 (ГОСТ 9603-69); клееканифольный и смолосапониновый пенообразователи, приготовленные в соответствии с СН 277-70*.



Номограмма расчета толщин керамзитобетонных наружных стеновых панелей:

I - керамзитобетон на дробленом песке; 2 - то же, на керамзите высшего качества; 3 - пластифицированный СНВ (0,05%); 4 - керамзитоперлитобетон; 5 - керамзитопенобетон; 6 - керамзитозолобетон (золы 200 л/м^3); 7 - керамзитобетон поризованный с кварцевым песком (200 л/м^3); I - керамзитобетон составов I, 2, 3, 4, 5, 6 (в сухом состоянии); IA - то же, для зоны влажности А; IБ - то же, для зоны влажности Б; 7А - то же, состав 7 (поризованный) для зоны А; 7Б - то же, состав 7 для зоны влажности Б

*См. "Рекомендации по изготовлению панелей наружных стен из керамзитопенобетона" (М.: ЦНИИЭП жилища, 1983).

Таблица 4

Зависимость расчетного сопротивления теплопередаче однослойных панелей наружных стен из керамзитобетона слитной структуры на керамзитовом песке от насыпной плотности керамзита

Расчетное сопротивление теплопередаче, $\frac{м^2 \cdot ч \cdot {}^\circ C}{ккал}$	Толщина стен, см (включая 2 см отделочного слоя)											
	30			35			40			45		
	Коэф. теплопроводности в сухом состоянии	Зона А	Зона Б	Коэф. теплопроводности в сухом состоянии, $\frac{ккал}{м \cdot ч \cdot {}^\circ C}$	Зона А	Зона Б	Коэф. теплопроводности в сухом состоянии, $\frac{ккал}{м \cdot ч \cdot {}^\circ C}$	Зона А	Зона Б	Коэф. теплопроводности в сухом состоянии, $\frac{ккал}{м \cdot ч \cdot {}^\circ C}$	Зона А	Зона Б
		Плотность керамзитобетона/насыпная плотность керамзита, кг/м^3			Плотность керамзитобетона/насыпная плотность керамзита, кг/м^3			Плотность керамзитобетона/насыпная плотность керамзита, кг/м^3			Плотность керамзитобетона/насыпная плотность керамзита, кг/м^3	
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3
I	0,35	II40 550	I030 500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
I,I	0,3	I040 500	880 350	0,366	II70 575	I050 500	-	-	-	-	-	-
I,2	0,28	990 450	840 350	0,33	II00 500	950 450	0,38	I200 600	II00 550	-	-	-
I,3	0,264	950 450	750 300	0,3	I050 500	880 350	0,346	II50 550	I030 500	0,39I	I230 600	II30 550

II

Продолжение табл. 4

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3
I,4	0,233	875 350	-	0,276	I000 450	880 350	0,3I6	II00 550	950 450	0,358	II75 550	I075 500
I,5	-	-	-	0,253	970 450	750 300	0,252	I030 500	830 350	0,332	II25 550	950 450

Примечание. Требуемое сопротивление теплопередаче однослойных наружных стен $R_o^{тр}$ определяется по формуле СНиП II-3-79: $R_o^{тр} \geqslant 0{,}0222\ (t_в - t_н)$, расчетное общее сопротивление теплопередаче $R_o^{расч.} = I{,}I.\ R_o^{тр} = 0{,}0244\ (t_в - t_н)$, где $t_в$ и $t_н$ соответственно расчетные температуры внутри помещения и наружного воздуха по СНиП 2.0I.0I.82 "Строительная климатология и геофизика" и СНиП II-А.I-7I "Жилые здания".

Таблица 5

Расчетные составы и теплопроводность керамзитобетона марки М 75 различных структурных модификаций для однослойных панелей наружных стен

Наименование структуры керамзитобетона	Марка керамзита (насыпная плотность, кг/м^3)	Расход составляющих на I м^3 керамзитобетона							Плотность керамзитобетона в сухом состоянии, кг/м^3	Коэффициент теплопроводности, ккал/м·ч·°С			Примечания
		керамзит фракций, мм			цемент марки "400", кг	СНВ, КМ (раствор 5%), л	добавки, кг			в сухом состоянии	зона А	зона Б	
		0-5, л	5-10, л	10-20, л									
I	2	3	4	5	6	7	8		9	I0	II	I2	I3
Керамзитобетон на керамзитовом песке слитной структуры	300	440	330	495	200	-	-		7I0	0,I68	0,I9	0,24	
	400	440	355	535	I75	-	-		850	0,I93	0,22	0,28	
	500	390	380	575	I75	-	-		I000	0,23	0,28	0,35	
	600	390	405	605	I75	-	-		II20	0,278	0,33	0,39	
То же, пластифицированный	300	340	405	605	200	2	-		8I0	0,I73	0,2I	0,25	
	400	340	405	605	I75	2	-		925	0,2I2	0,24	0,3	
	500	340	405	605	I75	2	-		970	0,223	0,26	0,33	
	600	340	405	605	I75	2	-		II20	0,278	0,35	0,39	

Продолжение табл. 5

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3
Керамзито-перлитобетон	300	Перлит 575	330	495	275	2	-	700	0,I65	0,I9	0,24	Вспученный перлитовый песок насыпной плотностью 225 кг/м^3
	400	Перлит 525	355	535	250	2	-	750	0,I77	0,2	0,255	
	500	Перлит 500	380	575	225	2	-	850	0,203	0,23	0,27	
	600	Перлит 500	405	605	225	2	-	I000	0,24	0,3	0,35	
Керамзито-золобетон	300	250	460	690	I75	2	Зола 200	850	0,I9	0,22	0,29	Керамзитовый песок (отсев или дробленый) и зола ТЭС насыпной плотностью I000 кг/м^3
	400	250	460	690	I75	2	I75	880	0,2I	0,27	0,33	
	500	250	440	660	I50	2	I50	I050	0,25	0,29	0,37	
	600	250	420	630	I50	2	I50	II50	0,29	0,36	0,42	
Керамзито-пенобетон	500	-	460	690	300	-	Пенообразователи СП-I, СП-2,	900	0,2I	0,24	0,3I	См. п. I.3.2
	600	-	480	720	275	-	"Прогресс",	I000	0,23	0,28	0,35	
	700	-	480	720	275	-	клееканифольный	II50	0,29	0,355	0,425	

Продолжение табл. 5

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3
Керамзитобетон поризованный с кварцевым песком	300	(кварцевый песок) 200	900		300	7	-	935	0,253	0,3I	0,37	Керамзит фракций 5–20 мм
	400	200	900		300	7	-	I0I0	0,282	0,35	0,4	
	500	200	900		275	7	-	I085	0,32	0,39	0,44	
	600	200	900		275	7	-	II75	0,34	0,44	0,5	

I.4. Повышение теплозащитных свойств керамзитобетона за счет улучшения показателей его составляющих

I.4.I. Имеется возможность дополнительно повысить теплозащитную способность панелей наружных стен из керамзитобетона за счет улучшения свойств его составляющих. Для этой цели заводы, производящие керамзит, должны:

- строго соблюдать требования ГОСТ 9759-83, отпускать заводам КПД керамзит по фракциям 0-5; 5-I0 и I0-20 мм в соответствии с согласованной номенклатурой и предельными показателями насыпной плотности и прочности без их изменения в течение всего периода производства;

- снизить насыпную плотность керамзита не менее чем на I00 кг/м^3 (до среднего уровня 400 кг/м^3) в соответствии с рекомендациями НИИкерамзита (разд. 2).

Заводы КПД должны:

- при непоставке керамзитового песка и фракционированного керамзита организовать на месте дробление крупного керамзита на песок и сортировку фракций керамзитового гравия для их очистки;

- не допускать применения в теплоизоляционно-конструктивном керамзитобетоне для панелей наружных стен кварцевого, полевошпатного и других видов тяжелого песка (кроме конструкций, для которых производят теплотехнический расчет на перегрев).

I.4.2. На заводах КПД рекомендуется:

- применение перлитового песка взамен керамзитового или замена до 50% керамзитового песка золой-уноса ТЭС;

- применение в качестве вяжущего шлакопортландцемента марки М 300 или М 400, который в отвердевшем состоянии имеет пониженную теплопроводность;

- применение воздухововлекающих пластифицирующих добавок с воздухововлечением не более 50-60 л/м^3 (вес добавки в сухом состоянии 0,05% от веса цемента);

- использовать рекомендуемые выше составы керамзитобетона и применять малоподвижные бетонные смеси, предварительно уплотняемые вибрацией с пригрузом;

- организовать обязательный производственный контроль теплопроводности и других свойств керамзитобетона в панелях по высверленным кернам (по рекомендациям ЦНИИЭП жилища [I]);

- снизить производственную объемную влажность керамзитобетона в панелях наружных стен после тепловой обработки до 70-80 л/м^3 за счет совмещения ускорения твердения и сушки.

I.5. Повышение теплозащитных свойств керамзитобетонных панелей наружных стен за счет конструктивно-технологических мероприятий

I.5.I. При необеспеченности требуемых показателей однослойной конструкции можно рекомендовать применение двухслойной керамзитобетонной конструкции панели наружной стены с утепляющим слоем из крупнопористого керамзитобетона [2] или трехслойной керамзитобетонной конструкции с утепляющим слоем из эффективных теплоизоляционных материалов и с жесткими связями между слоями бетона.

I.5.2. В двухслойных панелях внутренний слой рекомендуется выполнять несущим из керамзитобетона марок MI00 и MI50, толщиной I0 см, на керамзитовом или кварцевом песке, утепляющий слой из крупнопористого керамзитобетона марок М25 или М35, наружный декоративно-защитный слой толщиной 5 см из плотного морозостойкого бетона марок MI00 и MI50.

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

Таблица 6

Конструктивный керамзитобетон марок MI00 и MI50 на кварцевом песке

Номенклатура и расход составляющих	Керамзит марок		
	500	600	700
Керамзитовый гравий, л			
фр. 5–I0 мм	340	320	3I0
фр. I0–20 мм	520	485	465
Песок кварцевый, л	425	400	380
Цемент (шлакопортландцемент) М400, кг:			
для керамзитобетона марки MI00	250	225	200
то же, марки MI50	300	275	250
КМ, СНВ, ЦНИИС-I, г (в пересчете на сухое вещество)	I00	I00	I00

Таблица 7

Конструктивный керамзитобетон марок МI00 и МI50 на керамзитовом песке

Номенклатура и расход составляющих	Керамзит марок		
	400	500	600
Керамзитовый гравий, л :			
фр. 5–I0 мм	360	340	320
фр. I0–20 мм	530	520	485
Керамзитовый песок, л	440	425	400
Цемент (шлакопортландцемент) М400, кг:			
для керамзитобетона марки МI00	275	250	225
то же, марки МI50	300	300	275

Таблица 8

Крупнопористый теплоизоляционный керамзитобетон

Номенклатура и расход составляющих	Керамзит марок			
	400	500	600	700
Керамзитовый гравий однофракционный – фракции I0–20 или 20–40 мм, л	I050	I050	I025	I025
Цемент (шлакопортландцемент) М300 или М400 (для керамзитобетона марки М25), кг	300	250	225	200
Цемент (шлакопортландцемент) М300, кг: для керамзитобетона марки МI5	250	200	I75	I50
то же, марки М5	I00	I00	I00	I00

I.5.3. Трехслойные панели целесообразно изготовлять 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. При этом рекомендуется использовать составы керамзитобетона, приведенные в п. I.5.2, плотностью не более I400 кг/м^3 на кварцевом и I200 кг/м^3 на керамзитовом песке.

I.5.4. К числу перспективных конструктивных решений панелей наружных стен из керамзитобетона, подготовленных для внедрения в строительство, можно отнести следующие:

- панели наружных стен из керамзитобетона трехслойные на гибких связях;

- панели однослойные керамзитобетонные с наружным декоративно-защитным слоем из полимерной мастики или из силиконатной водорастворимой краски, без наружного и внутреннего отделочных слоев из цементно-песчаного раствора;

- панели керамзитобетонные с внутренним утепляющим слоем (штукатуркой) из перлитового раствора марки МI5 плотностью $\gamma \leq 500$ кг/м^3 толщиной 3-5 см;

- панели из керамзитобетона с межзерновой пористостью до I5% (структурный фактор $\frac{М}{М+К} = 0{,}25$) с экраном на относе, изготовляемые в применяемой для однослойных панелей оснастке в едином производственном цикле;

- панели керамзитобетонные с утепляющими вкладышами из теплоизоляционного крупнопористого керамзитобетона или насыпного керамзита.

I.5.5. При выборе конструктивного решения панелей наружных стен рекомендуется руководствоваться данными технико-экономического сопоставления различных конструкций, разработанными НИИЭС, НИИЖБ, НИИСФ, ЦНИИЭП жилища и ЦНИИпромзданий (табл. 9).

2. СНИЖЕНИЕ НАСЫПНОЙ ПЛОТНОСТИ И ЭНЕРГОЕМКОСТИ КЕРАМЗИТОВОГО ГРАВИЯ НА ЗАВОДАХ ПО ПРОИЗВОДСТВУ КЕРАМЗИТА

2.I. Улучшение переработки сырья и формования полуфабриката

2.I.I. При снижении насыпной плотности керамзитового гравия на одну марку (50 кг/м^3) снижается расход топлива на его обжиг в среднем на 6 кг.у.т./м^3 и электроэнергии на 2 кВт·ч/м^3.

2.I.2. Для снижения насыпной плотности керамзитового гравия с 600-500 до 450 кг/м^3 и ниже должны использоваться в качестве сырья глинистые породы (глины, сланцы, аргилиты и др.) и смеси на их основе, содержащие в своем составе не более 60% кремнезема и не менее I2% глинозема, причем содержание свободного кремнезема в виде кварца не должно превышать 30%. Пригодность глин для производства керамзитового гравия указанных марок определяется заводскими испытаниями (перечень предприятий, выпускающих керамзитовый гравий насыпной плотностью не выше 450 кг/м^3, приведен в приложении).

Продолжение табл. 9

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	20	2I
Энергоемкость производства (материалы, конструкции, транспорт, монтаж), кг у.т		80,2	93,8	94,4	57,2	63,7	77	40,6	46	5I,9	57,I	I03,2	84,6	95,I	I07,6	40,6	53,6	5I,9	6I,7	I03,2	84,6
Затраты труда, всего, чел.-ч		2,7	2,75	2,8	3,I0	3,I0	3,I	3,I	3,I	3,I	3,I	7,2	6,4	2,75	2,8	3,I	3,I	3,I	3,I	7,2	6,4
В том числе:																					
по заводу		I,75	I,8	I,85	2,I5	2,I5	2,I5	2,I5	2,I5	2,I5	2,I5	I,8	I,5	I,8	I,85	2,I5	2,I5	2,I5	2,I5	I,8	I,5
на строительной площадке		0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	5,4	4,9	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	5,4	4,9

Примечания: I. При расчете технико-экономических показателей стен климатические условия приняты для Московской обл.

2. Расчеты производились на I $м^2$ конструкции за вычетом проемов.

3. Принятые обозначения:

$R_o^{тр}$ - требуемое сопротивление теплопередаче;

$R_o^{пр}$ - приведенное сопротивление теплопередаче;

$R_o^{эк}$ - экономически целесообразное сопротивление теплопередаче.

4. Столбцы 5–II и I6–I9 - утеплители.

Таблица 9

Сравнительные технико-экономические показатели наружных стен различных конструкций

Технико-экономические показатели	$R_o^{пр} \geq R_o^{тр}$ - гигиенические требования												$R_o^{пр} \geq R_o^{эк}$ - экономические требования							
	панельные стены										кирпичные стены		панельные стены						кирпичные стены	
	однослойные			трехслойные									однослойные		трехслойные с гибкими связями					
	керамзитобетон			с жесткими связями			с гибкими связями						керамзитобетон плотный на керамзите марок		тяжелый бетон		легкий бетон			
	плотный на керамзите марок		пористый на кварцевом песке на керамзите марки М400	минеральная вата жесткая	цементный фибролит	вкладыши из ячеистого бетона	тяжелый бетон		легкий бетон		сплошной кирпич	эффективный кирпич			пенополистирол	минеральная вата	пенополистирол	минеральная вата	сплошной кирпич	эффективный кирпич
	"400"	"500"					пенополистирол	минеральная вата жесткая	пенополистирол	минеральная вата жесткая			"400"	"500"						
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	20	2I
Толщина панели (стены), см	30	35	40	30	35	35	30	30	30	30	64	5I	35	40	30	35	30	35	64	5I
Плотность, кг/м^3	900	I000	I000								I800	I400	900	I000					I800	I400
$R_o^{тр}$	I,044	I,044	I,04I	I,044	I,044	I,044	I,I56	I,I56	I,I56	I,I56	0,978	I,044	I,044	I,044	I,I56	I,I56	I,I56	I,I56	0,978	I,044
$R_o^{пр}$	I,046	I,085	I,093	I,207	I,345	I,302	2,527	I,563	2,676	I,7I2	I,068	I,I67	I,I99	I,22	2,527	2,206	2,676	2,354	I,068	I,I67
Приведенные затраты, руб.	40,8	4I,8	4I,7	43	40,7	38,4	34,I	37,3	34,3	36,7	50,9	45,7	40,7	4I,9	34,I	34,6	34,3	34,6	50,9	45,7
В том числе стоимость конструкций "в деле"	20,6	22,3	22,3	23,8	24,9	22,I	24,9	22,5	25,6	23,I	32,8	27,6	23	24,5	24,9	25	25,6	25,6	32,8	27,6
Затраты на отопление (за срок службы дома), руб.	20,2	I9,5	I9,4	I9,3	I5,8	I6,3	9,2	I4,8	8,7	I3,6	I9,8	I8,I	I7,7	I7,4	9,2	9,6	8,7	9	I9,8	I8,I
Годовой расход топлива на отопление, кг у.т.	23,I	22,3	22,I	2I,9	I8	I8,5	I0,5	I6,9	9,9	I5,5	22,6	20,7	20,2	I9,9	I0,5	I0	9,9	I0,3	22,6	20,7

2.I.3. Добыча, транспортировка и хранение сырья должны быть организованы так, чтобы исключить попадание в него вскрышных и подстилающих пород, утеплителя, мусора. На качество керамзитового гравия, кроме свойств исходного сырья, влияет степень переработки сырья, условия формования гранул полуфабриката, использование добавок, температурно-временной режим обжига, среда обжига и температура вспучивания, повышение которой ведет, как правило, к снижению насыпной плотности керамзитового гравия.

2.I.4. При производстве керамзитового гравия марок не выше "400" перерабатывающее оборудование должно обеспечивать разрушение естественной структуры глинистых пород, равномерное распределение разностей самой глинистой породы и вводимых добавок, создание однородной формовочной массы с коэффициентом вариации пластической прочности не более 7%.

2.I.5. Набор оборудования для переработки глинистого сырья устанавливается в зависимости от начальных физико-механических свойств глинистой породы, которые с достаточной для практической цели точностью могут быть охарактеризованы двумя константами;
- числом пластичности $W_{пл.}$, которое определяют по ГОСТ 2I2I6.I0-75;
- коэффициентом консистенции, равным

$$B = \frac{W - W_P}{W_{пл}}$$

где W - начальная влажность (абсолютная) исходного сырья, %;
W_P - влажность сырья на пределе раскатывания, определяемая по ГОСТ 2I2I6.0-75, ГОСТ 2I2I6.I0-75, %.

Чем менее увлажнено сырье (меньше его коэффициент консистенции), чем выше его дисперсность (пластичность), тем больше требуется энергии на его переработку.

2.I.6. Рекомендуемый набор оборудования для переработки глинистого сырья по пластическому способу в зависимости от начальных физико-механических свойств сырья (числа пластичности и коэффициента консистенции) приведен в табл. I0.

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

2.I.7. Сырцовые гранулы можно формовать на ленточных прессах, оборудованных специальными гранулирующими приставками.

Таблица 10

Рекомендуемые технологические схемы
переработки глинистого сырья по пластическому способу

Коэффициент консистенции	Число пластичности	Классификационная группа	Технологические схемы переработки сырья
Менее 0,25	Более 25	I,а	Глинорыхлитель → ящичный подаватель → вальцы грубого помола → глиномешалка с пароводяным увлажнением → бегуны мокрого помола → ленточный шнековый пресс с камневыделительной приставкой → глинорастиратель → вальцы тонкого помола → башни гомогенизации → ленточный формующий пресс
Менее 0,25	I5-20	I,б	Глинорыхлитель → ящичный подаватель → вальцы грубого помола → глиномешалка с пароводяным увлажнением → бегуны мокрого помола → ленточный шнековый пресс с камневыделительной приставкой → вальцы тонкого помола башня гомогенизации → формующий агрегат
От 0,25 до 0	Более 25	2,а	
От 0,25 до 0	I5-25	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 25	3,а	
Более 0,25	Более 25	4,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	I5-25	4,б	

Примечание. В качестве вальцов грубого помола могут быть использованы вальцы для камневыделения с ребристым валком. Устройства для повышения однородности керамзитового гравия производятся Минсельстроем РСФСР по заданиям НИИкерамзит.

2.2. Использование органических и минеральных вспучивающих добавок

2.2.I. В производстве керамзитового гравия рекомендуется использовать органические добавки: опилки, сульфитно-спиртовую барду (ССБ), антрацен, пиролизную смолу - отход производства синтетического спирта, нефтепродукты (ниогрин, универсин, судовое топливо и др.), отходы коксобензольного производства, производства полиэтиленгликоля, 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 высоковязких веществ их необходимо предварительно подвергнуть диспергированию в воде или другом растворителе.

2.2.3. В качестве минеральных добавок, улучшающих вспучивание, рекомендуется применять: пиритные огарки и пиритный концентрат, отходы меде- и сталелетейного 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 щелочных и 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. Частицы измельченной 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 органо-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.

2.2.6. Выбор конкретного вида и количества добавок осуществляется исходя из их наличия в данном районе и на основании специальных лабораторных исследований с учетом снижения энергоемкости производства.

2.2.7. Подготовку добавок производят согласно [5].

2.3. Применение эффективных материалов для опудривания полуфабриката

2.3.I. Опудривание гранул полуфабриката порошками огнеупорных или тугоплавких материалов применяют для повышения температуры и расширения температурного интервала вспучивания, что повышает 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;
- глиноземсодержащие отходы производства (отработанные катализаторы на основе оксидов алюминия, золы ТЭС с низким содержанием несгоревшего топлива и др.);
- кремнеземистые (мелкий кварцевый песок, отходы переработки кварцита и т.п.);
- молотый мел, известняк, доломитовая пыль и др.

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

2.3.4. Опудриватель должен быть сухим для предотвращения его слеживания в бункере запаса.

2.3.5. Тонкость помола опудривателя контролируется просевом через сито с отверстиями размером 0,2 мм, остаток на котором должен быть не более I%.

2.3.6. Если опудриватель, поставляемый керамзитовому предприятию, не удовлетворяет пп. 2.3.4 и 2.3.5, то опудриватель может приготавливаться непосредственно на керамзитовом предприятии.

2.3.7. Добавки-опудриватели полуфабриката могут вводиться:

в барабан окатки или сушильный барабан;

во вращающуюся печь.

2.3.8. 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. Улучшение процессов обжига

2.4.I. Обжиг гранул целесообразно проводить по двухступенчатому режиму:

- медленный нагрев (со скоростью I0-30°С/мин до I00-500°С);

- быстрый нагрев (со скоростью выше 60°С/мин до температуры вспучивания).

Конкретные значения скоростей и температуры перехода определяются исходя из свойств сырья с помощью специальных лабораторных исследований.

2.4.2. Обжиг гранул производят во вращающихся печах различных диаметров и длины. В печах заканчивается сушка гранул, производится нагрев материала до температуры вспучивания, выдержка при этой температуре и охлаждение (до 800-900°С).

2.4.3. Для производства керамзитового гравия марок до "450" рекомендуется использовать двухбарабанные печи или обжиговый агрегат СМС-197, так как они позволяют в широких пределах регулировать режим обжига.*

2.4.4. Получившие широкое распространение вращающиеся печи диаметром 2,5 м и длиной 40 м часто не обеспечивают требуемого режима обжига, что вызывает утяжеление керамзитового гравия на одну-две марки.

Частично решить задачу оптимизации режима обжига можно за счет изменения скорости прохождения материала в печи и опудривания огнеупорными порошками в зоне вспучивания. Изменение скорости материала может быть проведено регулировкой наклона и скорости вращения печи, а также установкой ребер на ее футеровке.

Подбор соответствующих параметров осуществляется путем проведения специальных испытаний в промышленных условиях.

2.5. Производство керамзитового гравия со сниженной объемной массой

2.5.1. При организации производства керамзитового гравия со сниженной насыпной плотностью необходимы следующие мероприятия:

- обследование технологической линии по производству керамзитового гравия;
- контрольные лабораторно-технологические испытания глинистого сырья;
- выявление перспективных сырьевых источников;
- изучение промышленных отходов данного региона для определения пригодности их использования в качестве корректирующих добавок и опудривателей для производства керамзитового гравия;

---

* НИИкерамзит рекомендует использовать обжиговый агрегат СМС-197, который проходит стадию производственной доводки.

- анализ результатов обследования технологической линии и сырьевой базы и определение оптимальных параметров производства керамзита по составу сырьевых шихт, комплекту технологического оборудования, температурной кривой обжига и режиму охлаждения керамзитового гравия;

- выполнение технико-экономического обоснования реконструкции или технического перевооружения керамзитового цеха или завода *;

- определение исходных технологических данных на реконструкцию или техническое перевооружение керамзитового цеха или завода *;

- разработка проекта и реконструкция или техническое перевооружение керамзитового цеха или завода *;

- комплексная наладка реконструированной или переоснащенной технологической линии цеха или завода *;

- разработка технологической карты (регламента) производства керамзитового гравия с представлением ее на утверждение в министерство.

2.6. Сортировка и экспедиция керамзитового гравия

2.6.1. Охлажденный керамзитовый гравий обязательно сортируют по размерам на четыре фракции: 0-5; 5-10; 10-20 и 20-40 мм. Существуют сортировки различного типа - с помощью вибросита, сита-бурата, гравиесортировки.

2.6.2. Наибольшее распространение получили гравиесортировки в виде барабанов-грохотов ГС-14, ГСК-14 производительностью 200 тыс. $м^3$ керамзитового гравия в год.

2.6.3. Для повышения однородности керамзитового гравия рекомендуется разделять его на два класса по насыпной плотности в специальном устройстве-классификаторе.

2.6.4. Классификатор представляет собой аэрожелоб, в верхнюю камеру которого поступает керамзитовый гравий, а в нижнюю вентилятором подается воздух. Более легкие гранулы перемещаются в верхние слои, а более тяжелые - в нижние. Легкая фракция разгружается через бортовые окна, тяжелая - через торцевой порог камеры классификации.

2.6.5. Для большей эффективности классификатора его следует устанавливать после гравиесортировки. Классификации целесообразно подвергать только гравий фракций 5-10 и 10-20 мм.

---

* Указаны организационно-технические мероприятия, выполняемые при реконструкции или техническом перевооружении производства. Сроки производства работ проектными и наладочными организациями и порядок финансирования по каждому заводу устанавливаются по согласованию с министерством по подчиненности.

Приложение

Основные предприятия, выпускающие керамзитовый гравий со сниженной насыпной плотностью (до 450 кг/м^3)

Наименование предприятия	Объем выпуска керамзита, тыс.м^3	Качество керамзита	
		насыпная плотность, кг/м^3	прочность, МПа
I	2	3	4
Безымянский опытный керамзитовый завод института НИИкерамзит Минстройматериалов РСФСР, г. Куйбышев	I4I,7	262	I,I
Вурмакасинский завод керамических блоков и керамзита, г. Чебоксары (Чувашская АССР)	I6I,25	435	2
Комбинат стройматериалов, г. Ульяновск	89	340	I,4
Черновский кирпичный завод, г. Отрадный Куйбышевской обл.	53,9	426	I,88
Керченский завод стройматериалов, г. Керчь Крымской обл.	385	438	2,25
Витебское производственное объединение "Керамика", г. Витебск	534	434	I,5
Безменинский комбинат стройматериалов им. 50-летия ТАССР, г. Безменин	254	397	2,I
Волгоградский завод ЖБИ № I, г. Волгоград	236,9	4I7	I,89
Комбинат промконструкций, г. Волгоград	74,3	409	I,7
Керамзитовый завод № I0, г. Куйбышев	470,9	350-500	0,8-3,3
Кирпичный завод, г. Донской Тульской обл.	8I,2	450	I,8
Завод керамзита, г. Кушва Свердловской обл.	I76,55	378	I,47
Завод керамзитового гравия треста "Стройиндустрия", г. Сыктывкар	46,4	440	22,4

Продолжение приложения

I	2	3	4
Завод крупнопанельного домостроения, г. Калининград	5I,2	350-500	I0-I8
Завод ЖБИ № I, г. Калининград	32,8	400	9
Завод керамзитового гравия, г. Нижнекамск Татарской АССР	I49,8	438	I5,4
Завод крупнопанельного домостроения, г. Балаково Саратовской обл.	I32,6	400	I3
Производственное объединение "Стройиндустрия", г. Волжский Волгоградской обл.	208,9	342	I4,7
Альметьевский комбинат нерудных материалов, г. Альметьевск Татарской АССР	I75,5	320	I4,9
Завод ЖБИ треста "Вологдасельстрой", г. Вологда	24,4	432	32,4
Домостроительный комбинат, г. Энгельс Саратовской обл.	I34,5	435	20
Алексеевский ССК треста "Кокчетавсельстрой-4", пос. Алексеевка Кокчетавской обл.	II8,9	350-400	I8
Ржевский завод керамзитобетонных изделий, г. Ржев Калининской обл.	76	380	II
Завод керамзита управления Куйбышевсельстрой, пос. Смышляевка Куйбышевской обл.	464	300-350	8,I2
Сельский строительный комбинат, г. Оренбург	95,3	400	I4,9
Новолукомльский завод керамзитового гравия, г. Новолукомль	I83,5	344	I5
Богадинский комбинат железобетонных изделий, пос. Богадинский Тюменской обл.	28,2	450	2I,48
Гяурский экспериментальный комбинат строительных материалов, пос. Гяурс Туркменской ССР	5I,8	375	2I,5
Завод стройматериалов и изделий, г. Томск	84,9	4I6	2I,8

Л И Т Е Р А Т У Р А

I. Рекомендации по технологии производства и контролю качества легкого бетона и крупнопанельных конструкций жилых зданий. - М.: ЦНИИЭП жилища, 1980.

2. Рекомендации по проектированию, изготовлению и применению двухслойных панелей наружных стен для жилых зданий. - М.: ЦНИИЭП жилища, 1978.

3. Рекомендации по технологии производства керамзитопенобетона и панелей наружных стен на его основе. - М.: ЦНИИЭП жилища, 1983.

4. Легкобетонное домостроение. Сборник научных трудов. - М.: ЦНИИЭП жилища, 1983.

5. Инструкция по применению добавок в производстве керамзитового гравия. - Куйбышев: НИИкерамзит, 1982.

С О Д Е Р Ж А Н И Е

Стр.

Введение 3

I. Снижение плотности и повышение теплозащитных свойств керамзитобетона 5

I.I. Мероприятия, необходимые для внедрения на заводах КПД 5

I.2. Золошлаковая добавка для керамзитобетона 6

I.3. Составы и свойства различных структурных модификаций керамзитобетона 9

I.4. Повышение теплозащитных свойств керамзитобетона за счет улучшения показателей его составляющих I6

I.5. Повышение теплозащитных свойств керамзитобетонных панелей наружных стен за счет конструктивно-технологических мероприятий I7

2. Снижение насыпной плотности и энергоемкости керамзитового гравия на заводах по производству керамзита I9

2.I. Улучшение переработки сырья и формования полуфабриката I9

2.2. Использование органических и минеральных вспучивающих добавок 24

2.3. Применение эффективных материалов для опудривания полуфабриката 25

2.4. Улучшение процессов обжига 25

2.5. Производство керамзитового гравия со сниженной объемной массой 26

2.6. Сортировка и экспедиция керамзитового гравия 27

Приложение 28

Литература 30

Редактор И.З. Балковская

Л. 111819 Подписано к печати 20/XI.84 Формат 70x90/16
Офс. 70 гр. Школьная а/ж Печ.л. 1,0 Уч.-изд.л. 2,2
Изд.зак. №38 Тип.зак.№ 591 Тираж 1000экз. Цена 15 коп.

Ротапринт ОМПР и ВП ЦНИИЭП жилища
127434, Москва, Дмитровское шоссе, 9, корп."Б"
т. 218-41-20

gost.e-ecolog.ru