

ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ЛЕГКОГО БЕТОНА

С.Ж.МЕЛИБАЕВ, Ж.Д.АСАНАЛИЕВА
E.mail. ksucta@elcat.kg

Бул жумушта тосмо конструкциялардын автоклавсыз газбетонунун жана керамикалык кыштын физикалык жылуулук касиеттеринин салыштыруу жыйынтыктары келтирилди.

В работе приводятся результаты сравнений теплофизических свойств ограждающих конструкций из безавтоклавного газобетона и керамического кирпича.

The paper presents the results of comparisons of the thermophysical properties of the envelope nonautoclave gas concrete and ceramic bricks.

Важной особенностью ячеистых бетонов является возможность резкого улучшения теплоизоляционных свойств наружных ограждающих и внутренних стен, а также снижения массы зданий. Применительно к многоэтажным каркасным и высотным зданиям снижение массы здания может достигать 30 % по сравнению с использованием традиционных материалов. Проблемы уменьшения массы зданий и строительных конструкций во всем мире становятся весьма актуальными. Примером сказанного может служить широкое использование конструкций из ячеистого бетона в европейских странах, Японии, США, Австралии и других странах.

Эффективность применения облегченных конструкций в многоэтажном строительстве возрастает с увеличением этажности. Экономический эффект при использовании ячеистых бетонов складывается от снижения расходов на транспортные и погрузо-разгрузочные работы, повышения теплофизических свойств и, как следствие этого, уменьшения затрат на обогрев помещений, снижения массы зданий и затрат на возведение фундаментов.

Эти материалы не только завоевали себе прочное положение среди традиционных строительных материалов, но и продолжают свой поступательный ход в строительстве зданий и сооружений. Стеновые материалы в общем объеме бетонных изделий занимают примерно 70 %.

Для Кыргызстана одним из приоритетных направлений развития строительной индустрии и тенденции роста инвестиционной активности в строительном комплексе являются изделия из ячеистого бетона, весьма перспективные строительные материалы, так как при малой объемной плотности они обладают достаточной прочностью, необходимой для производства изделий конструкционного назначения, и хорошими теплоизоляционными свойствами.

Поэтому одной из отраслевых задач строительного комплекса является внедрение в народное хозяйство новых видов энергосберегающих строительных материалов, наиболее полно удовлетворяющих требованиям современного строительства. К таким строительным материалам относятся безавтоклавные газобетонные изделия ввиду их экологической безопасности, высокой теплоизоляционной способности и пониженной энергоемкости в сравнении с автоклавными. Низкая масса и высокая пористость таких материалов позволяет применять их в качестве стеновых материалов для малоэтажных сейсмостойких каркасных зданий.

Кыргызстан располагает значительными запасами песчаных пород, мелкозернистых песков и техногенных материалов, которые могут найти применение в производстве газобетонных изделий неавтоклавного твердения.

Республика располагает достаточным опытом выпуска автоклавных ячеистобетонных изделий, что является основой для разработки энергосберегающей безавтоклавной технологии газобетонных изделий. Одновременно решается экологическая проблема очистки окружающей среды, утилизации отходов и расширения сырьевой базы, что весьма значимо для социально-экономического развития республики.

В связи с вышеизложенным весьма актуальным является создание безавтоклавных газобетонных изделий на основе местных сырьевых материалов. Это позволит значительно повысить характеристики и снизить ТЭП их производства.

Целью данной работы является сравнение теплофизических свойств ограждающих конструкций из безавтоклавного газобетона на основе местного сырья и керамического кирпича.

Сотрудниками кафедры «Производство и экспертиза строительных материалов, изделий и конструкций» Кыргызского государственного университета строительства, транспорта и архитектуры им. Н.Исанова разработаны состав и технология производства безавтоклавного газобетона на основе композиционного вяжущего из отходов производства и некондиционного заполнителя /1/.

Для получения газобетона в качестве вяжущего были использованы оптимальные составы композитов с содержанием 20 % портландцемента, 18-20 % извести, 6 % гипса и до 54 % наполнителя из хвостов флотационного обогащения сурьмяных руд (ХОСР).

При получении безавтоклавного газобетона апробировались составы, содержащие в качестве заполнителя: ХОСР и некондиционный песок, полученный дроблением песчаника Ошского месторождения. Соотношение заполнителя и вяжущего (В/З) было в пределах 0,75-1,0 с учетом содержания наполнителя в составе вяжущего. Обеспечение щелочной среды достигается известью, содержащейся в составе композиционного вяжущего. Газообразование обеспечивалось введением в состав смеси газообразователя (алюминиевой пудры). В составы газобетона из смеси песков для интенсификации газообразования и для активизации глинистой составляющей в некондиционном песке добавляли до 1 % NaOH. По результатам исследования определены оптимальный состав и основные свойства безавтоклавного газобетона на основе композиционных вяжущих с использованием ХОСР и мелкозернистых глинистых песков.

Технические характеристики газобетонных изделий на основе композиционного вяжущего ХОСР удовлетворяют требованиям ГОСТ 25485-89 «Бетоны ячеистые. ТУ». Сравнительные характеристики керамического кирпича и газобетона, полученных по безавтоклавной технологии в соответствии с техническими условиями по ГОСТ 21520-89, приведены в табл.1.

Таблица 1

Характеристика керамического кирпича и газобетона

Материал	Плотность, кг/м ³	Прочность, кгс/см ²	Влажность, в % по массе	Теплопроводность, Вт/м ² °С	Морозостойкость F _n	Усадка, %
Кирпич керамический	D1300-D1750	M75-M100	8%	0,8	F35-F50	-
Безавтоклавный газобетон	D600-D700	M25-M35	20	0.15-0.18	F25-F35	-

Характеристики и состав полученных газобетонов приведены в табл. 2.

Для сравнения теплотехнических свойств при одинаковой толщине ограждающих конструкций из газобетона и кирпича нами был проведен проверочный теплотехнический расчет сопротивления теплопередаче строительных конструкций. Данные расчеты выполняются в соответствии с требованиями СНиП КР 23-01:2009 «Строительная теплотехника».

Полное сопротивление теплопередаче R_0 ($\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$) ограждающей конструкции из безавтоклавного газобетона:

$$R_0 = 1/\alpha_{\text{int}} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{\text{ВП}} + 1/\alpha_{\text{ext}} = 1/8,7 + 1,81 + 0,125 + 1/23 = 2,215 \text{ (м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}),$$

(1)

где R_0 – термическое сопротивление всех слоев конструкции. Значение R_0 , зависит от конструкции ограждения; α_{ext} – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, принимаемый для зимних условий; $R_1 R_2 \dots R_n$ – термическое сопротивление отдельных слоев ограждающей конструкции; $R_{\text{ВП}}$ – термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки

$$R = \delta / \lambda = 0,378 / 0,21 + 0,02 / 0,16 = 1,9 \text{ (м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}),$$

(2)

где δ – толщина слоя, м; λ – расчетный коэффициент теплопроводности материала данного слоя.

Расчетный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждения:

$$\Delta t_0 = \frac{n(t_{\text{int}} - t_{\text{ext}})}{R_0 \alpha_{\text{int}}} = \frac{1(20 + (-0,77))}{2,215 \cdot 8,7} = 1,08 \text{ (м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}),$$

$$2,215 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт} \geq 1,08 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}.$$

Условие выполняется. Сопротивление теплопроводности ограждающих конструкций не менее требуемого сопротивления теплопроводности /2/.

Полное сопротивление теплопередаче R_0 ($\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$) ограждающей конструкции из керамического кирпича:

$$R_0 = 1/\alpha_{\text{int}} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{\text{ВП}} + 1/\alpha_{\text{ext}} = 1/8,7 + 0,98 + 0,03 + 1/23 = 1,16 \text{ (м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}),$$

(4)

где R_0 – термическое сопротивление всех слоев конструкции. Значение R_0 , зависит от конструкции ограждения; α_{ext} – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, принимаемый для зимних условий; $R_1 R_2 \dots R_n$ – термическое сопротивление отдельных слоев ограждающей конструкции; $R_{\text{ВП}}$ – термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки

Таблица 2

Состав и свойства безавтоклавного газобетона на основе композиционного вяжущего

Вид и марка	№ с.с	В/З	Содержание компонентов сырьевой смеси, кг/м ³					Водотвердое отношение, В/Т	Температура шлама, °С	Свойства безавтоклавного газобетона				
			КВВ	ХОСР	некондиционный песок	Al-пудра	NaOH			среднее значение плотности, кг/м ³	среднее значение прочности, МПа	пористость, %	морозостойкость, F, циклы	коэффициент теплопроводности λ, Вт/м ⁰ С
ГБО	1	0,75	191,25	318,75	-	0,45	-	0,48	37	553	2,2	69,3	25	0,14
	2	1,0	255	255	-	0,4	-	0,5	37	630	2,52	64,5	25	0,15
ГБП	3	0,75	191,25	-	318,75	0,5	6,4	0,6	44	680	1,57	61,2	20	0,17
	4	1,0	255	-	255	0,5	5,1	0,6	44	672	2,1	62,4	20	0,17

Примечание: ГБО – газобетон на основе отхода ХОСР; ГБП – газобетон на основе некондиционного песка.

$$R = \delta / \lambda = 0,503 / 0,8 + 0,02 / 0,16 = 0,8 (\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}),$$

(5)

где δ – толщина слоя, м; λ – расчетный коэффициент теплопроводности материала данного слоя.

Расчетный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждения:

$$\Delta t_0 = \frac{n(t_{\text{int}} - t_{\text{ext}})}{R_0 \alpha_{\text{int}}} = \frac{1(20 + (-0,77))}{1,16 \cdot 8,7} = 1,9 (\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}),$$

(6)

$$1,16 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт} \leq 1,9 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}.$$

По результатам расчета керамического кирпича выяснилось, что сопротивление теплопередаче данной стены не удовлетворяет требованиям норм /2/.

Необходимо принять меры по устройству теплоизоляции ограждающей конструкции.

Сравнительные технико-экономические показатели рассматриваемых наружных стен приведены в табл. 3.

Таблица 3

Технико-экономические показатели стен

№ позиции	Конструкция стены	Толщина стены, см	Масса 1 м ² стены, кг	Сопротивление теплопередаче, Вт/м ² ·С	Относительная стоимость 1 м ² стены, %	Трудозатраты на 1 м ² стены, чел-час		Энергозатраты в производстве материалов на 1 м ² стены, кг усл. топлива
						в производстве	в строительстве	
1	Кирпич керамический	50,3	535	1,16	156	2,1	4,3	50,5
2	Безавтоклавный газобетон	37,8	175	2,215	112	1,3	2,7	41,1

Оценка экономической эффективности производства газосиликатных блоков на основе местных наполнителей была произведена применительно к предприятиям регионов КР, выпускающим стеновые блоки из ячеистого бетона.

Таким образом, по результатам теплотехнического расчета видно, что преимущество безавтоклавного газобетона достигается по коэффициенту теплопроводности, стены из газобетона дешевле стен из керамического кирпича приблизительно на 40-50 %. Полные затраты на производство материалов и возведение стен из ячеистого бетона на 35 % меньше. Энергозатраты на производство материалов в расчете на квадратный метр стены из газобетона меньше на 20-50 %.

Список литературы

1. Мелибаев С.Ж. Безавтоклавный газобетон на основе композиционного вяжущего из отходов производства и некондиционного заполнителя: Автореферат диссертации на соискание ученой степени к.т.н. – Бишкек, 2012. – 22 с.
2. СНиП КР 23-01:2009 Строительная теплотехника. – Бишкек, 2009. – 71 с.