

Э. Р. Саакян,  
В. В. Погосян,  
Г. Л. Закарян

### ГРАНУЛЯТОБЕТОНЫ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ

*На основе гранулированных ячеистых стекол разработаны эффективные теплоизоляционные бетоны, исследованы их технологические параметры и свойства. Получены бетоны со средней плотностью 310...635 кг/м<sup>3</sup>, прочностью 1,1...5,0 МПа и коэффициентом теплопроводности 0,05...0,15 Вт/(м·К). Бетоны предназначены для производства изделий в виде камней, блоков, плит, в том числе многослойных, для утепления ограждающих конструкций, теплого пола, чердачных перекрытий и др..*

**Ключевые слова:** искусственные заполнители, ячеистое стекло, теплоизоляционный бетон, утеплитель, теплозащита.

Необходимость теплоизоляции в современной технике определяется такими важнейшими факторами, как экономия топлива в различных энергетических установках и трубопроводах, создание условий для ведения многих высоко- и низкотемпературных технологических процессов. Теплоизоляция же зданий, транспортных средств и др. призвана создавать комфортные условия для жизнедеятельности человека.

Эффективность теплоизоляции зависит от теплофизических показателей материала, его плотности, прочности, температуроустойчивости и др. свойств, а также от его стоимости. Поскольку в настоящее время нет универсальных теплоизоляционных материалов, одинаково эффективно работающих в условиях высоких температур, глубокого холода, в водной, воздушной и других средах, под механической нагрузкой и без нее и т.д., то условия эксплуатации практически определяют выбор того или иного материала из известного ассортимента. Одновременно не прекращается поиск новых и продолжаются разработки по созданию более эффективных материалов и изделий, совершенствуются их технологии.

В этой связи на искусственном легком заполнителе – гранулированном ячеистом стекле (ГЯС), получаемом по энергосберегающей технологии из природных стекловатых пород, разработаны, с использованием различных вяжущих, материалы для тепло- и хладоизоляции [1]. Для получения теплоизоляционного гранулятобетона с использованием в качестве вяжущего портландцемента (М400) применялись следующие заполнители:

- гранулированное ячеистое стекло (ГЯС), фракции 5...10 мм с плотностью 100...260 кг/м<sup>3</sup>,
- то же, фракции 2,5...5 мм с плотностью 120...300 кг/м<sup>3</sup>,
- вспученный перлитовый песок с плотностью 120 кг/м<sup>3</sup>.

Для улучшения удобоукладываемости бетонная смесь подвергалась умеренной поризации с помощью воздухо-влекущей добавки СДО в количестве 0,1...0,2% от расхода цемента.

Экспериментировалось получение бетонов различных составов с вариациями указанных заполнителей, при различных расходах цемента и водоцементного отношения. Созревание бетона происходило в воздушно-влажных условиях в течение 28 суток и при тепло-влажностной обработке. Пропаривание производилось по режиму 3+6+3 ч. с температурой изотермического прогрева 75...95<sup>0</sup>С.

Оптимальные составы и характеристики бетонов в 28-суточном возрасте по плотности (310...635 кг/м<sup>3</sup>), прочности (1,1...5,0 МПа) и коэффициенту теплопроводности (0,06...0,150 Вт/(м·К)) приведены в табл. и на рис.

Таблица

Составы теплоизоляционных бетонов

NN п/п	Наименование материалов	Плотность заполнителя, кг/м <sup>3</sup>	Удельный расход материалов, кг, для бетонов с плотностью, кг/м <sup>3</sup>				
			310	400	500	600	635
1	Цемент (М400)		135	135	240	250	280
2	Гравий (05...10 мм) ГЯС	100	90	-	-	-	-
		150	-	150	135	-	-
		260	-	-	-	240	220
3	Песок ГЯС (2,5...5 мм)	350	-	-	80	-	-
4	Песок ГЯС дробленый < 5 мм	150	60	-	-	-	-
		300	-	90	-	-	-
5	Песок вспуч. перлита	120	-	-	-	-	95
		200	-	-	-	70	-
6	Вода		170	170	170	190	320
7	СДО		0,25	0,25	0,25	0,5	-

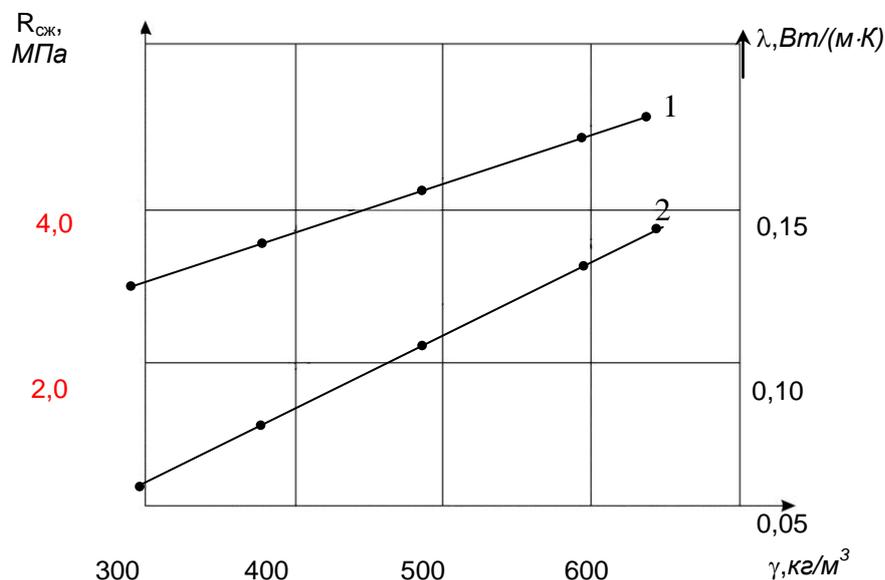


Рис. Зависимости прочности (1) и коэффициента теплопроводности (2) от плотности теплоизоляционного гранулятобетона

Исследованием влияния тепловлажностной обработки на прочность бетона установлено:

- чем меньше плотность бетона, тем значительнее влияние температуры изотермического прогрева на прочность бетона;
- с увеличением температуры термообработки на  $20^{\circ}\text{C}$  прочность бетона возрастает на 10...15%;
- бетоны, пропаренные по режиму 3+6+3 ч. при температуре изотермического прогрева  $95^{\circ}\text{C}$ , набирают 90% прочности, достигаемой за 28 суток нормального твердения.

Как показали результаты исследования, на основе гранулированного ячеистого стекла с плотностью  $100...260 \text{ кг/м}^3$  с использованием своего же крупномодульного или дробленного песка, а также вспученного перлитового песка в соответствии с ГОСТ 25820-2000 получены гранулятобетоны:

- теплоизоляционные (Д300, Д400, Д500),
- конструктивно-теплоизоляционные (Д400, Д500, Д600 и классов по прочности В2.5-В3.5).

Разработанные составы гранулятобетонов предназначены для производства изделий в виде камней, блоков, плит, в том числе многослойных, а также для утепления ограждающих конструкций, при получении теплого пола, чердачных перекрытий и др. Очень перспективны конструктивные элементы, утепленные теплоизоляционным цементным бетоном, который укладывается при сборке многослойной конструкции. Благодаря эффективной теплозащите гранулятобетоны позволяют уменьшить толщину стен, т.е. достигается значительное материалосбережение, снижение массы зданий, что важно для сейсмостойкости [2].

Особенно важным достоинством теплоизоляционных гранулятобетонов является их экологическая чистота и долговечность. Они со временем не снижают свои функциональные свойства, не горят, не выделяют вредные вещества и безопасны для человека.

Է. Ռ. Մահակյան,  
Վ. Վ. Ռոդոսյան,  
Գ. Լ. Զաքարյան

## ՀԱՏԻԿԱԲԵՏՈՆՆԵՐ ԱՐԴՅՈՒՆԱՎԵՏ ՁԵՐՄԱՄԵԿՈՒՍԱՑՄԱՆ ՀԱՄԱՐ

*Հատիկավորված բջջային ապակու հենքով մշակված են ջերմամեկուսիչ բետոններ, հետազոտված են դրանց տեխնոլոգիական պարամետրերը և հատկությունները: Ստացվել են բետոններ  $310...635 \text{ կգ/մ}^3$  միջին խտությամբ,  $1,1...4,0 \text{ ՄՊա}$  սեղմման ամրությամբ և  $0,06...0,15$  Վտ/(մ<sup>2</sup>·Կ) ջերմահաղորդականության գործակցով: Բետոնները նախատեսվում են իրերի՝ քարերի, բլոկների, սալերի (այդ թվում՝ բազմաշերտ), արտադրության, ինչպես նաև պատող կոնստրուկցիաների, տաք հատակների, ձեղնահարկային ծածկերի տաքացման համար: **Առանցքային բառեր.** արհեստական լցանյութ, բջջավոր ապակի, ջերմամեկուսիչ բետոն, ջերմամեկուսիչ, ջերմապաշտպանություն:*

## GRANULE CONCRETE FOR EFFECTIVE THERMAL INSULATION

*On the base of granulated cellular glasses effective heat-insulated concretes have been worked out, technological parameters and characteristics have been studied.*

*Concretes with average density of 310...635 kg/m<sup>3</sup>, compression resistance of 1.1...5.0 MPa and coefficient of thermal conductivity of 0,05...0,15 W/(m·K) were obtained. The concretes are intended for the production of different goods such as stones, blocks, slabs, including multi-layered production, for fencing constructions, warm floors, roof insulation, etc.*

**Keywords:** artificial aggregates, cellular glass, heat-insulated concrete, thermal insulation.

### Литература

1. **Саакян Э.Р.** Новые искусственные ячеистые материалы, легкие заполнители и изделия на их основе: дисс. ... д.т.н. М., 1992. 335 с.
2. **Саакян Э.Р., Тер-Петросян П.А, Язычян Р.Н., Ахпарян Н.Г.** Ячеистые стекловатые материалы и эффективность их использования в технике и строительстве // Достижения и проблемы материаловедения и модернизации строительной индустрии: Академические чтения РААСН. Казань, 2010. С. 436-439.

*Մահակյան Էմմա Ռուբենի, տ.գ.դ., պրոֆ. (ՀՀ, ք. Երևան)- ՃՇՀԱՀ, Շինարարական նյութերի, իրերի և կոնստրուկցիաների արտադրության տեխնոլոգիայի ամբիոն, քջջ. (093) 445758; Պողոսյան Վազգեն Վլադիմիրի, տ.գ.դ., պրոֆ. (ՀՀ, ք. Երևան)- ՃՇՀԱՀ, Շինարարական արտադրության տեխնոլոգիայի և կազմակերպման ամբիոն, քջջ. (091) 406900; Ջարարյան Գրիգոր Լյուդվիգի (ՀՀ, ք. Երևան)- ՃՇՀԱՀ, ասպիրանտ, քջջ. (077) 331030*

*Саакян Эмма Рубеновна, д.т.н., проф. (РА, г. Ереван) – НУАСА, кафедра Технологии производства строительных материалов, изделий и конструкций. моб.: (093) 445758; Погосян Вазген Владимирович, д.т.н., доц. (РА, г. Ереван) – НУАСА, кафедра Технологии и организации строительного производства, моб.: 091406900; Закарян Григор Людвигович (РА, г. Ереван) – НУАСА, аспирант, моб.: (077) 331030*

*Sahakyan Emma Ruben, doctor of science (engineering), professor (RA, Yerevan) – NUACA, Chair of Production Technologies of Constructive Materials, Articles and Structures, cell phone: 093445758; Poghosyan Vazgen Vladimir, doctor of science (engineering), professor, associate professor (RA, Yerevan) – NUACA, chair of Organization of Construction Production and Technology cell phone: 091406900; Zakaryan Grigor Lyudvig (RA, Yerevan) – NUACA, Postgraduate, cell phone: (077) 331030*

*Ներկայացվել է՝ 11.12.2013թ.*

*Ընդունվել է սույազրույթյան՝ 18.12.2013թ.*