

## ГЕЛИОТЕРМООБРАБОТКА БЕТОНА

**Заволока М.В.**, *к.т.н., профессор.*, **Шиманская О.О.**, *м.н.с.*,  
**Гапон В.Н.**, *студент*, **Шевчук М.К.**, *студент*,  
**Матан А.И.**, *студент*

*Одесская государственная академия строительства и архитектуры.*

Использование возобновляемых источников энергии является приоритетной задачей при изготовлении сборного железобетона. Гелиоэнергия является экологически чистым и возобновляемым источником энергии, который эффективно используется во многих передовых странах мира для термообработки бетона при изготовлении железобетонных конструкций.

Фирма «ВМК Билдерс Продактс К°» в Лас-Вегасе одной из первых начала применять в США гелиосистемы с промежуточным теплоносителем для тепловой обработки бетонных блоков.

Японская фирма в префектуре Нагано также применяет гелиосистему для тепловой обработки бетонных изделий [3].

В нашей стране при производстве сборного железобетона гелиосистемы пока широко не применяются для тепловой обработки крупно-размерных панелей, блоков и других изделий. Хотя их применение позволило бы экономить дорогостоящие энергоресурсы и снизить себестоимость выпускаемой продукции.

Анализ литературных данных по использованию гелиосистем различных типов покрытия (силикатное стекло, полиэтиленовая пленка, поликарбонат; Рис.1) показал, что существенное значение при использовании солнечной энергии для ускорения твердения бетона имеет вид светопрозрачных покрытий гелиокамер.

По результатам исследований [4] и таблицам 1, 2 можно сделать заключение, что при высокой облачности и выпадении осадков наибольший прогрев изделий был достигнут в гелиоустройстве с покрытием из силикатного стекла. При высокой интенсивности солнечной радиации в отсутствие какой-либо облачности максимальные показатели температуры зафиксированы под поликарбонатным светопрозрачным ограждением. Минимальный набор температуры в устройствах соответствует покрытиям из полиэтиленовой пленки.

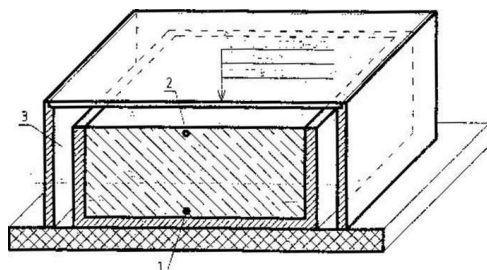


Рис. 1. Состояние гелиоформ при твердении бетонных образцов в условиях слабой интенсивности солнечного излучения: 1 - укрытие с силикатным остеклением; 2 - укрытие с полиэтиленовой пленкой; 3 - укрытие с поликарбонатом.

Таблица 1. Основные теплофизические показатели, полученные в процессе твердения бетона при выдерживании его в безоблачную погоду

Схемы		Теплофизические показатели					
		Максимальная температура нагрева бетона в поверхностном слое, °С		Скорость подъема температуры в поверхностном слое, °С/час		Суточная амплитуда колебания температуры в поверхностном слое, °С/сутки	
№	Укрывной материал	Время твердения, сут.					
		1	2	1	2	1	2
1	Стекло	62	56	10	8	44	39
2	Полиэтиленовая пленка прозрачная	54	49	8	8	38	34
3	Поликарбонат	69	56	10	9	41	40

При укрытии камеры двумя слоями полиэтилена (с воздушной прослойкой между ними) температура воздуха повысится. В условиях реализации принципа «парникового эффекта» интерес представляют следующие системы (Рис.2)

Таблица 2. Основные теплофизические показатели, полученные в процессе твердения бетона при выдерживании его при облачной и дождливой погоде

Схемы		Теплофизические показатели					
		Максимальная температура нагрева бетона в поверхностном слое, °С		Скорость подъема температуры в поверхностном слое, °С/час		Суточная амплитуда колебания температуры в поверхностном слое, °С/сутки	
№	Укрывной материал	Время твердения, сут.					
		1	2	1	2	1	2
1	Стекло	35	40	6	5	17	22
2	Полиэтиленовая пленка прозрачная	35	42	5	4	19	25
3	Поликарбонат	34	38	4	4	18	22

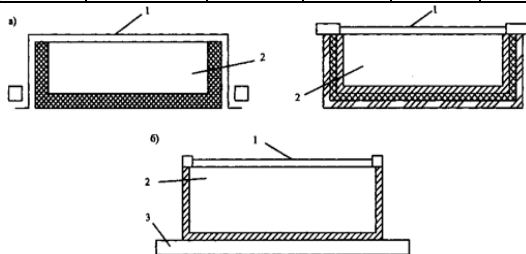


Рис 2. Принципиальные схемы гелиотехнических систем.

- а – светопрозрачное покрытие – бетонное тело, как аккумулятор тепла;  
 б – светопрозрачное покрытие – бетонное тело – аккумулятор тепла;  
 в – светопрозрачное покрытие, 2 – бетон, 3 – аккумулятор.

Лабораторные исследования осуществлялись в гелиоустановке типа «Горячий ящик», который представляет собой деревянный каркас обтянутый двумя слоями полиэтиленовой пленки, как наиболее дешевого вида светопрозрачного покрытия. В экспериментах была использована добавка двойного действия Dypamon SP3 – суперпластификатор с эффектом ускорения твердения.

Для определения эффективности применения добавки Dypamon SP3, были изготовлены две серии образцов бетона, без добавки и с добавкой. Результаты экспериментов твердения образцов бетона в гелио-

камере циклического действия, в весенний период, при температуре наружного воздуха 10-15 градусов приведены в таблицах 3,4.

Таблица 3. Результаты испытаний мелкозернистого бетона в гелиокамере циклического действия

Наименование добавки	В/Ц	Сутки	Предел прочности на растяжение при изгибе, МПа	Предел прочности на растяжение при изгибе, %	Предел прочности на сжатие, МПа	Прирост прочности на сжатие, %
Dynamon SP-3	0,31	1	4,5	61	15,8	41
		2	5,3	72	25,2	65
		3	6	81	33,2	86
		7	7,1	96	45,0	116
		14	7,8	105	49,7	128
		28	8,5	115	54,4	140

Таблица 4. Результаты испытаний мелкозернистого бетона с добавкой SP-3 в гелиокамере циклического действия

Наименование добавки	В/Ц	Сутки	Предел прочности на растяжение при изгибе, МПа	Прирост прочности на растяжение при изгибе, %	Предел прочности на сжатие, МПа	Прирост прочности на сжатие, %
Dynamon SP-3	0,31	1	4,5	61	15,8	41
		2	5,3	72	25,2	65
		3	6	81	33,2	86
		7	7,1	96	45,0	116
		14	7,8	105	49,7	128
		28	8,5	115	54,4	140

По приведенным экспериментальным данным в Таблице 3 следует, что для мелкозернистого бетона без добавки и В/Ц=0,44 прирост прочности в гелиокамере составил в первые сутки 20%, 2-е сутки – 37% , в 3-е сутки – 50%, а на 7-е сутки – 110%. По данным, приведенным в Таблице 4, применение добавки Dynamon SP-3 позволило, при одинаковой подвижности бетона снизить В/Ц до 0,31 и прирост прочности

бетона составил в первые сутки – 41%, во 2-е сутки- 65%, 3-е сутки – 86%, а на 7-е сутки – 116%.

### **Выводы**

По экспериментальным данным видно, что твердение бетона в гелиоустановке циклического действия типа «Горячий ящик» позволяет увеличить скорость твердения бетона без добавки ( $B/C= 0,44$ ) в 1-3 сутки на 20-37 %. Применение добавки Dynamon SP-3 Marei ( $B/C= 0,31$ ) двойного действия ПАВ+ускоритель твердения позволило в 1-3 сутки твердения увеличить скорость набора прочности бетона на 70-86 %.

Экспериментально подтверждена высокая эффективность применения простейших по конструкции гелиокамер циклического действия, что позволяет применение добавки Dynamon SP-3 обеспечить отпускную прочность бетона для большинства железобетонных изделий в весенний период.

### **Summary**

**The results of experimental studies of the processes of helio heat treatment concrete climatic conditions of the South of Ukraine. The achieved results of thermal conditions in the helium chamber under the shelter of the light transparent fencing showed a high degree of utilization of solar energy in the spring, that allows us to conclude the feasibility of helio heat treatment of concrete in the spring and especially in summer.**

1. ISSN 0536-1052. Н.И. Подгорнов, Т.В.Аппарович, Д.Д.Коротеев. Известия вузов. Строительство №6, 2009. 2. Т.В. Щукина, А.В. Акопян, Е.Ю.Семенова. Строительные материалы, технологии XXI века, №1, 2015. 3. Сусуму Исимура. Экономия энергии при выдерживании бетонных изделий: Пер. с япон. //Онода кенкю хококу. – 1980. Т.32. – №2. С. 168-188. 4. Л.Б.Аруова, к.т.н., доцент Н.Т.Даужанов. Технологии строительства 7(69) 2009. 5. Б.Н.Андерсон. Солнечная энергия (Основы строительного проектирования). - М.: Стройиздат,1982. – 375с. 6. Гелиотехнические системы и установки для тепловой обработки бетона. –М.: ЦНИИОМТП, 1984. 7. А.В.Ткачев, А.В.Колеганов. О возможности гелиотермообработки бетона в южных областях Украины // Материалы Международной научно-практич конф. «Совершенствование строительных материалов, технологий и методов расчета конструкций в новых экономических условиях». – Сумы, 25-27 октября, 1994. – С.135-142. 8. Т.З.Зиняев. Исследование по использованию солнечной энергии для тепловой обработки бетонных и железобетонных изделий: Автореф. дис канд. техн. наук. – Ашхабад, 1997. – 21с.