

Известен способ тепловой обработки строительных изделий, включающий нагрев изделия до температуры 80-100°C в камере тепловой обработки потоком, нагретого в теплогенераторе газообразного теплоносителя - высокотемпературных продуктов сгорания природного газа, смешанных с циркулирующей средой, изотермическую выдержку в течение 40-60% общего цикла тепловой обработки, охлаждение изделия и рециркуляцию газообразного теплоносителя с частичным его удалением в окружающую среду в процессе цикла.

Недостатками этого способа являются следующие:

- значительные потери тепла из-за того, что часть нагретого рециркулируемого теплоносителя удаляется посредством вентиляционной системы, а также более длинного пути прохождения теплоносителя. Это увеличивает расход энергии и длительность цикла тепловой обработки;
- наличие на поверхности изделий дефектов в виде раковин вследствие того, что при контакте изделия с потоком нагретого теплоносителя происходит "вскипание" воды с поверхностных слоев влажного бетона, находящегося в жесткой герметичной форме;
- выбросы образующихся в процессе сгорания топлива токсичных оксидов серы, углерода, азота, что вызывает загрязнение окружающей среды и ухудшение условий труда обслуживающего персонала.

В основу изобретения поставлена задача создания способа тепловой обработки строительных изделий, в котором путем обработки изделий в герметичной камере потоком нагретого воздуха и рециркулируемой в замкнутой полости теплогенератора и камеры тепловой обработки паровоздушной смеси с относительной 100% влажностью снижаются тепловые потери и создаются оптимальные условия для твердения бетона, что сокращает время цикла и улучшает качество полученных изделий при заданных прочностных характеристиках. При этом вследствие отсутствия вредных выбросов в окружающую среду обеспечивается экологически чистое производство.

Поставленная задача обеспечивается тем, что в способе тепловой обработки строительных изделий, включающем нагрев до температуры 80-100°C в камере тепловой обработки потоком нагретого воздуха в теплогенераторе газообразного теплоносителя, изотермическую выдержку в течение 40-60% общего цикла тепловой обработки, охлаждение изделия и рециркуляцию газообразного теплоносителя, согласно изобретения, тепловую обработку проводят в герметичной камере потоком нагретого воздуха и рециркулирующей образовавшейся паровоздушной смеси с относительной 100% влажностью при заданной температуре тепловой обработки; при этом нагрев воздуха, подачу его в камеру тепловой обработки и рециркуляцию паровоздушной смеси производят в замкнутой полости теплогенератора и камеры тепловой обработки. В процессе изотермической выдержки осуществляют дополнительный нагрев изделия до температуры 105-120°C в течение 15-25% времени выдержки. В качестве теплогенератора используют аэродинамический нагреватель. В камеру тепловой обработки изделие помещают в перфорированной жесткой форме с тонкой полупроницаемой вставкой.

Преимущества заявляемого способа заключаются в следующем. При обработке изделия потоком нагретого воздуха (как в случае жесткой формы, так и в случае перфорированной жесткой формы с тонкой полупроницаемой вставкой) образующийся водяной пар выделяется в полость герметичной камеры и далее циркулирует в виде паровоздушной смеси со 100% относительной влажностью. В результате устанавливается термовлажностное равновесие и в реакцию твердения вступает оптимальное количество воды, что, с одной стороны, улучшает микроструктуру и однородность бетона, а с другой стороны, ускоряет набор прочности бетонного изделия. Повышающаяся влажность воздуха препятствует дальнейшему испарению влаги из бетона и снижает давление паров воды в поверхностном слое, что способствует снижению количества раковин на поверхности изделий. Нагрев изделий до температуры 80-100°C в камере тепловой обработки создает необходимые и наиболее благоприятные условия твердения бетонных изделий, а последующая изотермическая выдержка в течение 40-60% общего цикла тепловой обработки обеспечивает набор прочности изделия. Дополнительный нагрев изделия в процессе изотермической выдержки до температуры 105-120°C в течение 15-25% времени выдержки также ускоряет процесс набора прочности изделия и, соответственно, уменьшает цикл тепловой обработки. При этом за счет того, что нагрев и подачу воздуха, а также рециркуляцию указанной паро-воздушной смеси осуществляют в замкнутой полости теплогенератора и камеры тепловой обработки, практически отсутствуют потери тепла и сокращается путь прохождения теплоносителя, что позволяет значительно снизить расход энергии на тепловую обработку и сократить ее длительность. Использование аэродинамического нагревателя в качестве теплогенератора также обеспечивает экологически чистоту производства, так как все операции по нагреву теплоносителя и рециркуляции паровоздушной смеси выполняются ротором, размещенным в герметичной полости теплогенератора. Кроме того, значительно упрощается конструкция установки тепловой обработки для реализации этого способа, т.к. не требуется сложной системы подачи и циркуляции газообразного теплоносителя.

Т.к. весь цикл обработки производится в замкнутом герметичном объеме, а в качестве теплоносителя используются экологически чистые компоненты - воздух и водяной пар, решается вопрос экологической чистоты производства и улучшение условий труда обслуживающего персонала. Таким образом, совокупность существенных признаков заявляемого способа позволяет снизить тепловые потери на обработку и длительность ее цикла, уменьшить количество поверхностных дефектов изделия при обеспечении требуемых прочностных характеристик. При этом обеспечивается экологически чистое производство.

Для испытаний приготовлены бетонные смеси, характеризующие различные классы бетонных изделий:

- изделия из легких конструктивных бетонов (опыты 1-3);
- изделия из тяжелых бетонов (опыты 4-6);
- изделия из теплоизоляционных конструктивных бетонов (опыты 7-9);
- изделия из шлакобетонов (опыт 10).

В качестве исходных компонентов бетонных смесей используют:

- портландцемент М400, ГОСТ 10178-85 (опыты 1,4,5, 7);

- шлакопортландцемент М400, ГОСТ 10178-85 (опыты 2, 3, 6, 8, 9, 10).
- В качестве заполнителя используют:
- мелкий пористый заполнитель - керамзитовый песок М500, ГОСТ 9759-83;
- крупный пористый заполнитель - керамзитовый гравий фракции 20мм плотностью 500 кг/м<sup>3</sup>, ГОСТ 8759-83;

- шлаковый заполнитель - шлаковый песок из отвального шлака сталеплавильного производства марки 850 ГОСТ 10832-83.

Бетонные смеси приготавливают в лабораторном смесителе вместимостью 5 л и затем из них формуют образцы размером 0,1 х 0,1 х 0,1 м. После этого отформованные образцы некоторое время выдерживают в нормальных комнатных условиях:

- образцы из легких конструктивных и тяжелых бетонов - 1 час;
- образцы из шлакобетонов и теплоизоляционных конструктивных бетонов - 3 часа.

После предварительной выдержки отформованные изделия подвергают тепловой обработке по режимам, указанным в таблице:

- в жестких формах;
- в перфорированных жестких формах с тонкой полупроницаемой вставкой.

Особенностью процесса твердения легких бетонов является их повышенное водосодержание. Поэтому после стадии дополнительного нагрева изделия и последующего остывания часть паров воды выпускают в атмосферу. Это дает возможность получить конструктивные и конструктивно-теплоизоляционные бетоны заданной плотности и влажности. Прочность бетонных изделий на сжатие определена по ГОСТ 10180-78. Плотность бетона - по ГОСТ 12730.1-78. Результаты испытаний представлены в таблице.

Сравнительный анализ способа-прототипа и предлагаемого способа показывает следующее:

- расход энергии уменьшается в среднем на 15-25%;
- время цикла тепловой обработки уменьшается в среднем на 8-15%;
- улучшается качество лицевой поверхности изделий (уменьшается количество раковин 0,2 мм на 1 дм<sup>2</sup> поверхности);
- практически отсутствуют экологически вредные выбросы продуктов сгорания, содержащие оксиды серы, азота и т.п.;
- существенно улучшаются условия труда обслуживающего персонала из-за проведения процесса тепловой обработки в герметичных условиях.

1	Наименование показателя	Прототип		Опыты по заявленному					
		Легкий бетон	Тяжелый бетон	1	2	3	4	5	6
				Легкий бетон конструктивный			Тяжелый бетон конструктивный		
1	Состав бетонной смеси, кг/м <sup>3</sup>								
	Цемент марки М400	320	350	270	290	300	350	350	350
	Мелкий плотный заполнитель (песок)		680	-	-	-	680	680	680
	Мелкий пористый заполнитель	430		375	390	420	-	-	-
	Крупный плотный заполнитель (щебень)		900	-	-	-	960	930	990
	Крупный пористый заполнитель (гравий)	530	-	455	470	510	-	-	-
	Шлаковый заполнитель (песок)	-	-	-	-	-	-	-	-
	Вода	300	180	300	300	300	180	180	180
2	Температура цикла тепловой обработки, °С	100	80	80	95	100	80	90	100

Наименование показателя		Прототип		Опыты по заявленным					
		Легкий бетон	Тяжелый бетон	1	2	3	4	5	6
				Легкий бетон конструкционный			Тяжелый бетон конструкционный		
3	Время цикла тепловой обработки (ТО), час	10	11	9	8,5	8,5	10	9,5	9
	а) в жесткой форме (без перфорации)	-	-	9,0	-	-	-	9,5	-
	б) с перфорацией жесткой формы и тонкой полупроницаемой вставкой (% от площади поверхности)								
	6	-		-	8,5	-	-	-	9
	10	-	-	-	-	8,5	10	-	
4	Время изотермической выдержки, час	6,0	5,5	4,5	5,1	3,4	6	3,8	4
	40% всего цикла ТО	-	-	-	-	3,2	-	3,8	-
	50% всего цикла ТО	-	5,5	5,0	-	-	-	-	4
	60% всего цикла ТО	6,0	-	-	6,0	-	6,0	-	-

Наименование показателя		Прототип		Опыты по заявленным					
		Легкий бетон	Тяжелый бетон	1	2	3	4	5	6
				Легкий бетон конструкционный			Тяжелый бетон конструкционный		
5	Время дополнительного нагрева, час	—	—	1,1	1,02	0,50	1,5	0,76	0,6
	а) % к времени изотермической выдержки	—	—	25	20	15	25	20	15
	б) температура дополнительного нагрева, °С	—	—	120	115	105	105	110	120
6	Расход энергии на тепловую обработку, кг у.т./м <sup>3</sup> бетона	18,2	18,5	13,4	14,6	15,3	12,6	13,8	14,0
7	Выделение токсичных веществ в процессе тепловой обработки	да	да	нет	нет	нет	нет	нет	нет
8	Дефекты поверхности изделия (раковины Ø 2 мм шт/дм <sup>2</sup> )	8	10	1	2	1	1	2	2
9	Плотность сухого бетона, кг/м <sup>3</sup>	1360	2020	1170	1230	1310	2080	2050	2100
10	Прочность бетона МПа (на сжатие)	18,8	20,3	16,5	17,0	19,3	22,4	21,3	23,0