

Изобретение относится к технологии производства строительных материалов и может быть использовано в промышленности строительных материалов для изготовления кирпича, ячеистых блоков, газобетонных плит, перлитно-известковых, асбесто-магнезиальных, теплоизоляторов и других изделий на основе извести, цемента и магнезиальных вяжущих, в герметичных камерах с применением карбонизации.

Известен способ изготовления строительных изделий, включающий формование изделий на основе перлитового песка и извести с последующим просасыванием CO_2 через находящееся в форме изделие в течение 1-4 мин [Авт.св. СССР №294810, кл. С 04 В 15/14, 1962].

Способ ограничен смесями, имеющими хорошую проницаемость, и характеризуется большими потерями CO_2 .

Известен способ, включающий перемешивание сырьевых компонентов. Формование изделий и их обработку паром в герметичных камерах при давлении 1,0-1,2 МПа, температуре 150-200°C в течение 8-10 ч с последующей карбонизацией их в течение 10-14 ч при давлении 0,5 МПа [Маточешек М., Мишковский И. Влияние углекислого газа на автоклавные материалы//Труды Московского инженерно-строительного института - 1975, - №107. - С.118-125].

Недостатками данного способа являются ограниченность силикатными смесями, длительность процесса, большие трудо- и энергозатраты.

Наиболее близким к предлагаемому является принятый в качестве прототипа способ изготовления строительных изделий путем приготовления сырьевой смеси, формования изделий и их последующей обработки карбонизацией в дымовых газах при давлении 0,2-1,0 МПа в течение 2,5-6,5 ч при температуре 20-200°C [Авт.св. СССР №298560, кл. С 04 В 15/14, 1969].

К причинам, препятствующим достижению указанного ниже технического результата при использовании известного способа, принятого за прототип, относятся наличие посторонних газов в порах изделия, низкая концентрация диоксида углерода в дымовых газах, большая продолжительность процесса и высокое давление в карбонизационных камерах.

В основу изобретения поставлена задача усовершенствования известного способа изготовления строительных изделий.

Технический результат - глубокая пропитка диоксидом углерода, ускорение процесса и снижение конструктивных требований к камерам карбонизации.

Указанный технический результат при осуществлении изобретения достигается тем, что в известном способе изготовления строительных изделий путем приготовления сырьевой смеси, формования изделий и их последующей обработки, особенность заключается в том, что обработку изделий осуществляют двух-десятикратным попеременным вакуумированием, карбонизацией в концентрированном CO_2 и орошением по режиму:

Вакуумирование при остаточном давлении не более 0,05 МПа	1-3 мин
Карбонизация при давлении 0,1-0,6 МПа и концентрации CO_2 80-100%	2-5 мин
Орошение при давлении 0,1-0,6 МПа и температуре 20-80°C	0,5-2,0 мин

Причем орошение производят на завершающей стадии карбонизации, а откачиваемую в процессе вакуумирования пароуглекислотную смесь охлаждают в теплообменниках до температуры 20-80°C путем барботирования через слой воды толщиной 0,5-1,0 м при температуре 5-70°C, после чего конденсат и остатки CO_2 используют в следующих циклах карбонизации - орошения.

Между совокупностью существенных признаков заявляемого изобретения и достигаемым техническим результатом существует следующая причинно-следственная связь:

1. Вакуумирование карбонизационных камер освобождает поры обрабатываемых изделий и обеспечивает их быструю и глубокую пропитку диоксидом углерода.
2. Использование концентрированного диоксида углерода исключает повторное заполнение пор посторонними газами и ускоряет процесс карбонизации.
3. Орошение изделий водой предохраняет их от перегрева и позволяет утилизировать тепло экзотермической реакции карбонизации.
4. Вакуумирование и карбонизация при пониженных давлениях снижают конструктивные требования к карбонизационным камерам, уменьшает их стоимость, упрощает процесс обработки изделий и повышает его безопасность.

Предлагаемый способ осуществляют следующим образом,

В герметичную теплоизолированную камеру или автоклав загружают свежесформованные кирпичи или ячеистые блоки на основе извести, откачивают из камеры воздух до остаточного давления 0,001 МПа, которое поддерживают в течение 1 мин, после чего вакуумсистему отключают и в камеру подают CO_2 под давлением 0,1-0,6 МПа. При этом CO_2 заполняет поры и пустоты в материале и реагирует с $\text{Ca}(\text{OH})_2$, что сопровождается твердением изделий и подъемом температуры до 130-150°C. Через 3 мин карбонизации образовавшийся пар и непрореагировавший CO_2 в течение 1 мин откачивают из камеры вакуум-насосом и пропускают через теплообменник. В теплообменнике пар, охлаждаясь, конденсируется и стекает в конденсатосборник, откуда затем его берут для следующего цикла орошения. Освобожденный от пара CO_2 подают в буферную емкость и используют в следующем цикле карбонизации.

Предлагаемый способ иллюстрируется данными таблицы.

Пример 1 - контрольный (таблица, п. 1). В герметичный теплоизолированный сосуд (лабораторный

автоклав) загружают образцы-кубы, полученные прессованием смеси извести и карбонатных отсеков в соотношении - известь:отсевы:вода - 1:30,4. Выдерживают 2 мин, после замеряют температуру и прочность образцов.

Пример 2 - оптимизационный (таблица, поз. 2-5). В герметичный теплоизолированный сосуд загружают образцы-кубы, полученные прессованием смеси извести и карбонатных отсеков в соотношении известь:отсевы:вода - 1:3:0,4, Откачивают из сосуда воздух вакуум-насосом ВН-461 М до остаточного давления 0,075-0,01 МПа, выдерживают 1,0 мин, после чего подают CO₂ при давлении 0,1 МПа и выдерживают 1,0 мин, Образцы вынимают, замеряют температуру, выдерживают 20 мин для охлаждения и определяют прочность. Данные записывают в таблицу (пп.2-5).

Пример 3 - оптимизационный (таблица, поз.6-7). Образцы-кубы того же состава помещают в герметичный теплоизолированный сосуд, создают разрежение 0,01 МПа, выдерживают 0,5-2 мин, после чего подают CO₂ при давлении 0,1 МПа в течение 1 мин. Замеряют температуру и прочность образцов на сжатие.

Пример 4 – оптимизационный (поз.8-11). Опыт по примеру 2, п.5 повторяют, но карбонизируют образцы в течение 0,1-4,0 мин.

Пример 5 - оптимизационный (поз. 12-15). Опыт по примеру 2, п.5, повторяют, но карбонизируют в течение 3,0-0,1 мин при давлении соответственно 0,2-0,5 МПа.

Пример 6 - оптимизационный (поз. 16-19). Опыт по примеру 4, п. 10 повторяют, но образцы орошают водой в течение 0,5-2,0 мин, после чего вакуумирование и карбонизацию по п. 10 повторяют.

Пример 7 - оптимизационный (поз. 20-22). Опыт по примеру 6, п. 16 повторяют 3-5 раз на одних и тех же образцах.

Пример 8 - сравнительный с автоклавированием (поз.23).

Образцы состава известь:отсевы:вода - 1:3:0,4 в автоклаве запаривают в течение 16 ч при давлении 1,2 Мпа и температуре 170°C.

Пример 9 - контрольный по прототипу (п.24).

Образцы состава известь:отсевы:вода - 1:3:0,4 загружают в автоклав, после чего компрессором нагнетают дымовые газы или воздухоуглекислотную смесь с содержанием CO₂ - 27% при давлении 0,6-1,0 МПа. Процесс ведут по режиму:

Подъем давления, час 1,0

выдержка при

0,6-1,0 МПа 3,0

Спуск давления, час 1,0

Образцы вынимают, замеряют температуру и прочность.

Пример 10 - оптимизационный (поз.25-28).

Образцы того же состава 1:3:0,4 загружают в автоклав, создают в автоклаве разрежение 0,0075, 0,005, 0,0025, 0,001 МПа, вакуумируют 1 мин, после чего в автоклав запускают 80-100%-ный CO₂, карбонизируют 3 мин при атмосферном давлении, орошают при этом же давлении в течение 1 мин.

Все это повторяют 2 раза, после чего образцы вынимают, замеряют температуру и прочность.

Пример 11 - оптимизационный (поз.29-32).

Опыт п.28 повторяют, но не 2 цикла, а 4, 6, 8, 10 циклов.

Анализ данных таблицы позволяет сделать следующие выводы.

1. Без карбонизации образцы на извести и карбонатном песке не твердеют ни при нормальной (20°C), ни при повышенной (170°C) температурах (п.п. 1; 23).

2. С повышением степени разрежения и времени вакуумирования, условия карбонизации улучшаются. При этом оптимальными следует считать режимы с остаточным давлением не более 0,05 МПа и временем вакуумирования не менее 1,0 мин.

3. С повышением давления и времени обработки образцов в CO₂ температура и прочность образцов возрастают, однако из-за высушивания оптимальным следует считать давление 0,1-0,6 МПа и время 2-5 мин.

4. Увлажнение образцов с повторным вакуумированием-карбонизацией предотвращает интенсивное высыхание образцов и повышает их прочность. Оптимальное количество циклов карбонизации-орошения - 2-10, а продолжительность орошения - 0,5-2 мин, причем орошение лучше совмещать по времени с заключительной стадией карбонизации.

Таким образом, предложенный способ позволяет производить быструю и глубокую пропитку изделий диоксидом углерода, одновременно повышая качество готовых изделий, снижая энергозатраты, трудоемкость и продолжительность процесса.

№ пп	Режимы обработки								Свойст- ва об- разцов	
	Вакуумирование		Карбонизация		Орошение		Циклы, шт.	Темпе- ратура, °C		Проч- ность R _{сж} , МПа
	Рост, МПа	t, мин	P, МПа	t, мин	P, МПа	t, мин				
1	Выдерживание 2 мин при P=0,1 МПа								20	0,0
2	0,075	1,0	0,1	1,0	0,1	1,0	1	25	0,5	
3	0,050	1,0	0,1	1,0	0,1	1,0	1	38	1,4	
4	0,025	1,0	0,1	1,0	0,1	1,0	1	55	3,4	
5	0,01	1,0	0,1	1,0	0,1	1,0	1	100	5,0	
6	0,01	0,5	0,1	1,0	0,1	1,0	1	32	1,8	
7	0,01	2,0	0,1	1,0	0,1	1,0	1	60	4,7	
8	0,01	1,0	0,1	0,1	0,1	1,0	1	27	1,2	
9	0,01	1,0	0,1	2,0	0,1	1,0	1	100	5,4	
10	0,01	1,0	0,1	3,0	0,1	1,0	1	100	6,6	
11	0,01	1,0	0,1	4,0	0,1	1,0	1	100	5,8	
12	0,01	1,0	0,2	3,0	0,1	1,0	1	100	6,6	
13	0,01	1,0	0,3	1,0	0,1	1,0	1	100	4,8	
14	0,01	1,0	0,4	1,0	0,1	1,0	1	100	5,3	
15	0,01	1,0	0,5	0,1	0,1	1,0	1	100	3,1	
16	0,01	1,0	0,01	3,0	0,1	0,5	2	70	8,4	
17	0,01	1,0	0,01	3,0	0,1	1,0	2	67	7,3	
18	0,01	1,0	0,01	3,0	0,1	1,5	2	60	7,0	
19	0,01	1,0	0,01	3,0	0,1	2,0	2	62	6,7	
20	0,01	1,0	0,01	3,0	0,1	0,5	3	70	10,0	
21	0,01	1,0	0,01	3,0	0,1	0,5	4	65	11,3	
22	0,01	1,0	0,01	3,0	0,1	0,5	5	68	11,1	
23	0,0	0,0	пар с t=170°C		1,2	16	1	170	0,2	
24	0,0	0,0	1,0	300	Дымовые газы		1	120	0,5	
25	0,075	1,0	0,1	3,0	0,1	1,0	2	105	10,1	
26	0,05	1,0	0,1	3,0	0,1	1,0	2	112	14,2	
27	0,0025	1,0	0,1	3,0	0,1	1,0	2	130	16,3	
28	0,001	1,0	0,1	3,0	0,1	1,0	2	145	19,8	
29	0,001	1,0	0,1	3,0	0,1	1,0	4	115	25,4	
30	0,001	1,0	0,1	3,0	0,1	1,0	6	118	28,7	
31	0,001	1,0	0,1	3,0	0,1	1,0	8	120	32,4	
32	0,001	1,0	0,1	3,0	0,1	1,0	10	120	36,7	