

стадия I: $dS_t \geq 0$ при $dS_t^{(c)} \geq dS_t^{(p)}$;
стадия II: $dS_t < 0$ при $dS_t^{(c)} < dS_t^{(p)}$.

Возможно существование переходной «стадии кажущегося покоя», когда соблюдается примерное равенство каждого из вкладов. Стадии I и II соответствуют траекториям A_1B_1 , $A_1'B_1'$, B_1K_1 , B_1M_1 и $B_1'K_1'$, $B_1'M_1'$. Продолжительность каждой стадии при прочих равных условиях зависит от соотношения интенсивностей совершающихся в абиотическом объекте созидательных и разрушительных процессов.

Учитывая общность физического смысла показателей функционального (материального) и энергетического состояний («энтропийного режима») системы, можно предположить, что в качественном аспекте графики изменения энтропии и функционального состояния, в общем, на качественном уровне носят идентичный характер [5]. Положим, что открытая неравновесная система пребывает в стационарном (квазистационарном) состоянии, наиболее благоприятном для регулирования функционального состояния. При этом соблюдается термодинамическое условие $d_s = \text{const}$. Если внешнее воздействие сообщает системе «порцию энтропии», система отвечает изменениям $di_s > 0$ и выходит из предыдущего стационарного состояния. При этом параметры состояния S_t , dS_t также должны измениться. В точках D_1 , D_1' желательнее «заставить» систему перейти в новое стационарное состояние, приняв меры по поддержанию значений S_t , dS_t на некотором удовлетворительном уровне (траектории D_1N_1 , $D_1'N_1'$). Естественно, что система, близкая

к состоянию соответствующему стадии разрушения, характеризуется максимальной энтропией и наименьшей величиной меры состояния (вблизи точки M_1) и, находясь в дезадаптивном состоянии, практически не может функционировать. Например, некоторая часть объекта (материала, конструкции, механизма) требует удаления и замены. Таким образом, в работу системы включается новый компонент с более высокой (траектории D_1N_1 , $D_1'N_1'$) мерой функционального состояния S_t . В общем, особенно на поздних этапах эксплуатации, можно рассчитывать на частичное естественное восстановление либо искусственно поддерживать на некотором уровне функциональное (адаптационное) состояние, благодаря замене либо «усилению» части конкретного объекта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зубарев Д.Н. Неравновесная статистическая термодинамика. – М.: Наука, 1971. – 415 с.
2. Рейнер М. Реология. – М.: Наука, 1965. – 223 с.
3. Новосельцев В. Н. Теория управления и биосистемы. Анализ сохранительных свойств. – М.: Наука, 1978. – 120 с.
4. Чернявский В.Л. Адаптация бетона. – Днепропетровск: Нова Ідеологія, 2002. – 116 с.
5. Mchelov-Petrosyan O.P., Chernyavski V.L. Stato energetico e diagnostica dei materiali cementizni // Il Cemento, Anno 90, №2, 1993. – S. 85-92.

УДК 625.05

Гнип О. П., канд. техн. наук, доцент;

Корнило І. М., канд. економ. наук, доцент, Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ СИЛІКАТНОЇ ЦЕГЛИ В НОВИХ ЕКОНОМІЧНИХ УМОВАХ

Ключовим елементом державної житлової політики в Україні є програма «Доступне житло». Кажучи про перспективи житлового будівництва, не можна не торкнутися чинника, який надає безпосередню дію на первинний ринок житла – поточний стан і тенденції розвитку ринку будівельних матеріалів. Експерти в один голос стверджують: будувати в Україні дорого.

Однією з основних причин ситуації, що склалася, є низькі темпи розвитку вітчизняного ринку, обумовлені невеликим числом виробників, не дуже високою якістю будматеріалів, а також слабкою конкуренцією. Проте, зважаючи на зростання сектора житлового будівництва, аналітики прогнозують стрімкий розвиток ринку будматеріалів в наступних 2–3 роки. Це, перш за все, стосується виробництва «базового» матеріалу, такого як цегла. З нього зводять більше 15% всіх кам'яних будівель. Недолік матеріалів вітчизняного виробництва забезпечує постійне дорожчання собівартості будівництва. За рік лише цегла подорожчала майже на 50%.

Для того, щоб збільшити об'єми житлового будівництва, необхідно працювати над зниженням собівартості об'єктів та зменшенням термінів будівельних робіт. У

60–70-і роки минулого століття дана проблема вирішувалася досить своєрідно: пріоритет був відданий монтажу недорогих панельних конструкцій. Інженери економили на площі житлових приміщень, висоті стель, товщині стін та якості будівельних матеріалів. При цьому не бралися в розрахунок величезні тепловтрати, високі транспортні витрати, не кажучи вже про якість будинків.

Ситуація змінилася за останні декілька років, коли при розрахунку собівартості стали враховувати багато і інших чинників, окрім цін на будівельні матеріали. В даний час будівництво в Україні переживає справжнісіньку революцію. Розвиток ринку диктує наступні основні вимоги: висока якість будівель, що знов зводяться та мінімальна остаточна вартість споруди. Компанії, що оперують на вітчизняному ринку будматеріалів, пропонують технологічні рішення, які дозволяють поліпшити якість будов та мінімізувати бюджет проектів.

Відомо, що властивості матеріалів визначаються їх складом та технологією виготовлення. В лабораторії ТОВ «Силікат ЛТД» розроблений склад шихти для виробництва силікатної цегли. Силікатна цегла – це

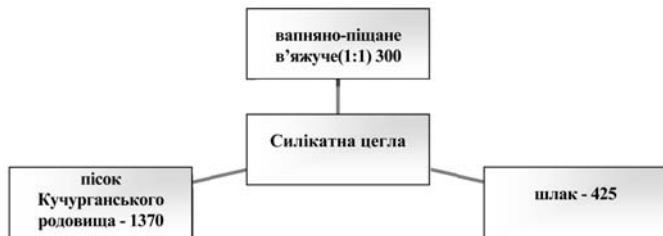


Рис. 1. Склад силікатної шихти

автоклавної матеріал, різновид силікатного бетону на дрібному заповнювачі, що має форму й розміри цегли [6]. Вона складається приблизно з 90% вапна, 10% піску й невеликої частки домішок. Додаючи деяку кількість пігментів, можна отримати силікатну цеглу різних кольорів: синього, зеленого, фіолетового. Основні характеристики силікатної цегли:

- марка по міцності – М 75, М100, М125, М150, М175, М200, М250, М300;
- марка по морозостійкості – F15, F25, F35;
- теплопровідність – 0,38...0,70 Вт/м·°С.

З метою поліпшення умов пресування, міцності сирцю-цегли, зовнішнього вигляду цегли, скорочення тривалості автоклавної обробки виробів, до складу заповнювача – кварцового піску, вводили 25–30% гранульованого доменного шлаку Криворізького металургійного комбінату насипною щільністю – 1200 кг/м³. Раніше в якості заповнювача використовували кварцовий пісок з модулем крупності від 1,7 до 2,2. Вживання піску з меншим модулем крупності знижує якість продукції, що випускається [1]. Пісок є одночасно і компонентом в'язучого матеріалу, і заповнювачем, оскільки периферійна частина зерен на глибину до 3 мкм взаємодіє з вапном. У силікатному бетоні компонентом в'язучого є лише тонкомелений кремнезем, а немелений пісок природної гранулометрії та шлаку утворює каркас.

Шлаки – це відходи, що утворюються за умов високих температур внаслідок фізико-хімічної взаємодії компонентів вихідних твердих матеріалів (палива, руди, плавнів) та газового середовища. Серед промислових відходів шлаки посідають одне з перших місць, поступаючись за об'ємом, лише відходам гірничовидобувної промисловості. За походження шлаки поділяються на дві великі групи: металургійні та паливні [2,4].

Склад суміші, кг/м³ представлений на рис. 1.

Таким чином, мається сукупність взаємодій, що приводять через динаміку частинок та їх модифікації до упорядкованості і створення, в підсумку, твердого тіла. Різноманіття та взаємозв'язок процесів, що протікають в системі, вимагають комплексного підходу до вивчення кінетики і динаміки формування структури силікатної цегли.

Таблиця 1

Хімічний склад сировини для виробництва силікатної цеглини

Матеріал	Зміст, %							Модуль крупності, мкр	Вологість, %
	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	SO ₃	MgO	MnO	R ₂ O ₃		
Вапно	0,42		82,10		0,38		-		
Пісок	92,23	1,69	0,4	0,08	0,2		0,61	2,0-2,2	6-8
Шлак	35,0	-	46,0	-	3,0	3,0	15,0	2,5	6-10

Вміст силікатної шихти: активність CaO складає 7–7,2%, вологість – 6,5–7,0%. Результати випробування приведені в табл. 1.

При розробці технологічних рішень з виробництва будівельних матеріалів на основі металургійних шлаків варто враховувати, що хімічна стійкість окремих силікатів залежить від ступеня насичення їх SiO₂ та від хімічної природи силікатоутворюючого оксиду. Чим більш насичені силікати SiO₂, тим вони хімічно більш стійкі. Тому хімічна стійкість зменшується від метасилікатів (CaO·SiO₂) до ортосилікатів (γ-2CaO·SiO₂) для того самого CaO. При одному і тому ж ступені насичення SiO₂ силікат тим стійкіший, чим стійкіший відповідний силікатоутворюючий оксид. Так, хімічна стійкість CaO·SiO₂ підвищується в міру заміщення SiO₂ CaO через Mg до MgO чи FeO.

Механічна міцність і хімічна стійкість матеріалів залежить від повноти закристалізованості маси, щільності структури, що визначаються розмірами, формою та взаємним зчепленням кристалів зі склофазою.

Гранульований доменний шлак має тонкозернисту скловидну структуру та є активним компонентом. В результаті автоклавної обробки силікатної цегли цей компонент взаємодіє з гідроксидом кальцію, з утворенням низькоосновних гідросилікатів кальцію типу C₂SH(A) і CSH(B) та гідрогранатів [3]. Часткова заміна кварцового піску в технології виробництва силікатної цегли дозволила отримати вироби відповідно вимогам ДСТУ [5] (рис. 2).

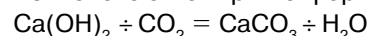
Для визначення основних фізико-механічних характеристик була виготовлена та випробувана дослідна партія силікатної цегли (рис.3).

Результати випробування приведені в таблиці 2.

Режим автоклавної обробки цегли з 1 по 3 партій – 1,5+8+1,5 ч при 0,8 МПа, а з 4–6 партій 1,5+7+1,5 ч при тому ж тиску.

Згідно з отриманими даними, використання шлаку дозволяє збільшити міцність цегли-сирцю в два рази та зменшити тривалість автоклавної обробки силікатної цегли на 1 годину без зниження якості виробів, відповідно вимогам ДСТУ [5], що значно прискорює оборотність автоклавів.

Механічна міцність силікатної цегли, вивантаженої з автоклава, нижча тієї, котру вона здобуває при витриманні її на повітрі. Це пов'язано з карбонізацією гідрату з вуглекислотою повітря по формулі:



Одним з основних критеріїв при виборі напряму використання промислових відходів є економічний ефект. У виробництві силікатної цегли економічний ефект

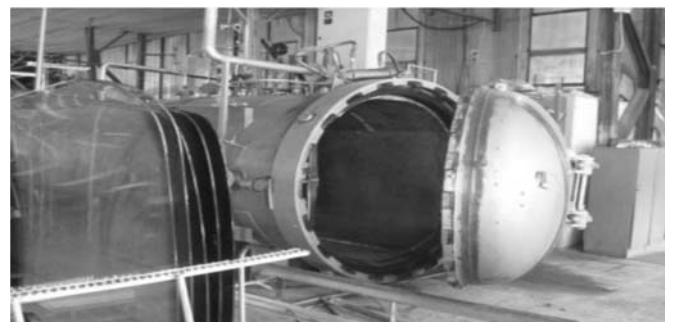


Рис. 2. Автоклав для пропарювання силікатної цегли

Таблиця 2

Результати випробування дослідної партії силікатної цегли

Номер партії	Об'ємна маса, г/см ³	Межа міцності, цегли-сирцю МПа		Морозостійкість, цикл	Ефективна сумарна питома активність природних радіонуклідів (клас вживання)	Межа міцності цегли, МПа		Водопоглинання, %
		R _{ст}	R _{зг}			R _{ст}	R _{зг}	
1	1650	3,0	3,2	35	A _{эф} ≤ 370 Бк·х·кг ⁻¹	22,5	3,2	7,0
2	1700	3,1	3,1	35	A _{эф} ≤ 370 Бк·х·кг ⁻¹	21,7	3,1	6,8
3	1780	3,2	3,0	35	A _{эф} ≤ 370 Бк·х·кг ⁻¹	22,6	3,0	7,2
4	1620	6,0	3,4	35	A _{эф} ≤ 370 Бк·х·кг ⁻¹	22,3	3,4	7,1
5	1700	5,8	3,1	35	A _{эф} ≤ 370 Бк·х·кг ⁻¹	21,8	3,1	6,9
6	1750	5,9	3,1	35	A _{эф} ≤ 370 Бк·х·кг ⁻¹	22,9	3,1	7,2

утилізації 1 т твердих відходів визначають як різницю сумарних питомих приведених витрат на виготовлення аналогічних матеріалів з традиційної сировини та експлуатацію відвалів і витрат на виробництво аналогічних матеріалів з відходів промисловості.

Річний економічний ефект при впровадженні результатів дослідження склав 185 тис. грн на поточний рік.

Показник прибутку досить повно відображає результати раціонального використання ресурсів і служить основою для розрахунку прибутку, який представляє один з кінцевих показників господарської діяльності підприємства та служить джерелом поповнення його заохочувальних фондів, тому доля прибутку, що утворюється в результаті здійснення заходу щодо використання відходів, є обов'язковою умовою визначення його фактичної ефективності.

Результати дослідження.

1. Введення меленого шлаку дозволяє скоротити тривалість автоклавної обробки силікатної цегли на 1 годину без зниження її міцності, що значно прискорює оборотність автоклавів.

2. Вживання меленого шлаку при виробництві силікатної цегли покращує формувальні властивості силікатної шихти та підвищує міцність цегли-сирцю.

3. Вживання шлаку в технології виробництва силікатної цегли зменшить витрати вапна на 10%.

4. Річний економічний ефект при впровадженні результатів дослідження склав 185 тис. грн в рік.

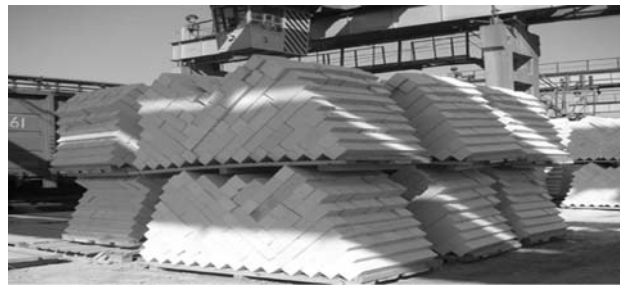


Рис. 3. Складування силікатної цегли після пропарювання

Резюмуючи вищесказане, необхідно відзначити, що тенденції житлового будівництва в нашій країні залежать як від держави, так і від виробників будівельних матеріалів. Досягнення необхідного об'єму житлового будівництва можливе лише при реалізації інтересів всіх гравців ринку.

При цьому велику роль грає створення нових будматеріалів та впровадження інноваційних технологій, які сприяють зменшенню собівартості будівництва, а також дозволяють здійснювати ефективну утилізацію відходів промисловості, що містять кремнезем, при цьому досягається не тільки економічний ефект, але й покращується екологічний стан навколишнього середовища.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Бутт Ю.М. Химическая технология вяжущих материалов / Ю. Бутт, М. Сычев, В. Тимашев. – М.: Высшая школа, 1980. – 472 с.
2. Волженский А.В. Минеральные вяжущие вещества / А. Волженский. – М.: Стройиздат, 1986. – 464с.
3. Энергосберегающие и безотходные технологии получения вяжущих веществ / Под ред. А.А. Пашенко, – К.: Вища школа, 1990. – 223 с.
4. Чернявский И.Я. Шлаки цветной металлургии / И. Чернявский. – Л.: Наука, 1984. – 374 с.
5. ДСТУ Б В.2.7-80:2008: Нац. стандарт України. Цегла та камені силікатні: Технічні умови / ДП "НДІБ-МВ", ДП "Укрархбудінформ". – Вид. офіц. – На заміну ДСТУ Б В.2.7-80-98; Чинний від 01.01.2010 р. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 20 с.
6. Вахнин М.П. Производство силикатного кирпича / М. Вахнин, А. Анищенко. – М.: Высшая школа, 1983. – 191 с.