

**Розробка технології виробництва стінових матеріалів на основі органомінеральних в'язучих контактного твердіння з використанням в якості кремнеземного компоненту відходів теплових електростанцій.**

**Разработка технологий производства стеновых материалов на основе органоминеральных вяжущих контактеного твердения с использованием в качестве кремнеземного компонента отходов электростанций.**

**Development of technologies for the production of wall materials based on organic binders hardening contact with silica as a component of waste power plants.**

**1. Номер державної реєстрації теми - 0110U002326**

**2. Науковий керівник – д.т.н., проф. Пащенко Є.О., Пащенко Е.А., Paschenko E.A.**

**3. Суть розробки, основні результати.**

**(укр.)**

Розроблено високоефективну технологію виробництва силікатних стінових матеріалів які твердіють та створюють водостійкі та каменеподібні композиції в момент формування (пресування) та характеризуються фізико-механічними характеристиками вищими ніж існуючі аналогічні силікатні вироби.

Визначенні основних закономірностей синтезу низькоосновних гідросилікатів кальцію при низьких температурах в межах від 25 до 90<sup>0</sup>С в залежності від виду і стану кристалічної структури кремнеземного компоненту, визначено вплив складу продуктів синтезу на фізико-механічні та експлуатаційні характеристики композицій контактено-конденсаційного твердіння, досліджено вплив органічної складової органомінеральних в'язучих контактеного твердіння на синтез основних фізико-механічних властивостей отриманих матеріалів.

Встановлені залежності середньої густини та міцності конденсованого силікатного каменю від параметрів процесу формування та від кількісного та якісного складу сировинної суміші на основі органомінеральних силікатних систем, досліджено фізико-механічних характеристик кінцевого продукту виготовленого на основі оптимального складу органомінеральної суміші. Для кожного з видів досліджених композицій, на підставі визначених рівнянь пресування, встановлені залежності зміни середньої густини від тиску пресування ( $\psi - P$ ), міцності на стиск від тиску пресування ( $\sigma - P$ ) та залежність зміни параметрів міцності на стиск від середньої густини ( $\psi - \sigma$ ). Вказані залежності дозволяють обирати значення робочого тиску формування в залежності від заданих фізико-механічних показників готових виробів.

На основі матеріального балансу та теплотехнічного розрахунку встановлено, що при реалізації розробленої технології виробництва стінових матеріалів питомі витрати теплової енергії скорочуються у 9 разів у порівнянні з традиційною технологією автоклавного виробництва (з 955 тис. кДж до 109 тис. кДж на 1000 одиниць цегли) та у 3,3 рази у порівнянні з існуючою технологією виробництва цегли на основі в'язучих контактеного твердіння (з 370 тис. кДж до 109 тис. кДж на 1000 одиниць цегли).

**(рус.)**

Разработана высокоэффективная технология производства силикатных стеновых материалов, которые твердеют и создают водостойкие и каменеподобные композиции в момент формирования (прессования) и характеризуются физико-механическими характеристиками выше, чем существующие аналогичные силикатные изделия.

Определены основные закономерности синтеза низькоосновных гидросиликатов кальция при низких температурах в интервале от 25 до 90<sup>0</sup>С в зависимости от вида и состояния кристаллической структуры кремнеземистого компонента. Определено влияние состава продуктов синтеза на физико-механические и эксплуатационные характеристики композиций контактено-конденсационного твердения, исследовано влияние органической составляющей органомінеральных вяжущих контактеного твердения на синтез основных физико-механических свойств полученных материалов.

На основе материального баланса и теплотехнического расчета установлено, что при реализации разработанной технологии производства стеновых материалов, удельный расход тепловой энергии сокращаются в 9 раз по сравнению с традиционной технологией автоклавного производства (с 955 тыс. кДж до 109 тыс. кДж на 1000 единиц кирпича) и в 3,3 раза по сравнению с существующей технологией производства кирпича на основе вяжущих контактного твердения (с 370 тыс. кДж до 109 тыс. кДж на 1000 единиц кирпича).

**(англ.)**

Developed a highly efficient production technology of silicate wall materials, which harden and create a waterproof and stone-like composition at the time of formation (compaction) and characterized by physico-mechanical characteristics higher than existing similar silicate products.

Identifies the main patterns of synthesis of calcium hydrosilicates at low temperatures in the range from 25 to 90<sup>0</sup>C, depending on the type and condition of the crystal structure of the silica component. The effect of the fusion products on the physico-mechanical and operational characteristics of the compositions of contact-condensation-curing, the influence of the organic component of organic binders contact hardening on the synthesis of basic physical and mechanical properties of the materials.

On the basis of material balance and heat engineering calculations determined that the implementation of the technology of production of wall materials, the specific consumption of thermal energy are reduced by 9 times compared to conventional autoclave technology of production (from 955 thousand to 109 kJ per 1,000 bricks).

#### **4. Наявність охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності.**

- Заявка на корисну модель України № u201106665. Спосіб виготовлення будівельних виробів. В.А.Свідерський, І.В.Глуховський, В.В.Глуховський, Т.С.Дашкова., від 27.05.2011.
- Патент на корисну модель України № 49058. Сировинна суміш для виготовлення ніздрюватого бетону. В.А.Свідерський, І.В.Глуховський, В.В.Глуховський, Т.С.Дашкова. – опубл. 12.04.2010 р. Бюл. № 7.
- Патент на корисну модель України № 54051. Сировинна суміш для виготовлення ніздрюватого бетону. В.А.Свідерський, І.В.Глуховський, В.В.Глуховський, Т.С.Дашкова, Козинська О.І., Чекеренда Л.В. – опубл. 25.10.2010 р. Бюл. № 20.
- Патент на корисну модель України № 54050. Спосіб отримання суміші для виготовлення ніздрюватого бетону В.А.Свідерський, І.В.Глуховський, В.В.Глуховський, Т.С.Дашкова, Козинська О.І., Чекеренда Л.В. – опубл. 25.10.2010 р. Бюл. № 20.

#### **5. Порівняння зі світовими аналогами.**

Силікатні стінові матеріали, що отримані за розробленою технологією, за своїми фізико-механічними та експлуатаційними характеристиками перевищують аналогічні в'язучі, що виробляються за, існуючою в теперішній час, автоклавною технологією. Отримані матеріали характеризуються водостійкістю, що не притаманно аналогічним традиційним виробам, та здатні збільшувати міцність з часом.

В той же час, сам спосіб виробництва силікатних композицій, який базується на в'язучих системах нестабільної кристалічної структури, не має аналогів у світі.

На відміну від традиційної технології, робочі суміші, що отримуються у вигляді гідросилікатів нестабільної структури, здатні твердіти, тобто утворювати каменеподібні водостійкі композиції, в момент їх формування (пресування). Саме ця особливість в'язучих контактного твердіння дозволяє відмовитись у розробленій технології від енергоємного технологічного процесу – автоклавної обробки силікатної цегли.

#### **6. Економічна привабливість для просування на ринок.**

Розроблена при виконанні науково-дослідної роботи технологія виробництва силікатної цегли передбачає:

- можливість утилізації багатотоннажного відходу теплових електростанцій у кількості 60 – 70 мас. % до загального об'єму робочої суміші в залежності від сорту вапна, що використовується;
- скорочення питомих витрат теплової енергії до 105 кДж на 1000 штук цегли за рахунок відсутності автоклавної обробки;
- скорочення тривалості технологічного циклу виробництва до 7 годин;
- отримання готових виробів з максимальним рівнем міцності в межах 30 – 45 МПа;
- отримання готових виробів, які на протязі наступного терміну зберігання та експлуатації підвищують фізико-механічні характеристики;
- отримати готові вироби, які характеризуються високою водостійкістю та можуть бути використані в вологих умовах експлуатації.

Принциповою відмінністю силікатних композицій, що отримуються за розробленою технологією, є високі фізико-механічні характеристики, високе значення коефіцієнту водостійкості (0,94 – 1,07) та здатність композицій до подальшого твердіння.

Порівняльні характеристики традиційної технології та технології, що розроблена наведені у таблиці.

Таблиця - Фізико-механічні показники продукції та техніко-економічні параметри розробленої технології у порівнянні з традиційною

Показник	Одиниці виміру	Значення показника	
		для технології, що розроблена	для традиційної технології
Міцність при стиску:	МПа	7,7 – 38,0	7,5 – 30,0
Міцність при стиску через 28 діб	МПа	13,2 – 49,7	не змінюється
Міцність при стиску через 28 діб зберігання у воді	МПа	11,2 – 42,0	не визначається
Коефіцієнт водостійкості	-	0,94 – 1,07	>0,75
Витрата теплової енергії на автоклавну обробку	кДж/1000 шт. цегли	відсутня	955
Витрата електричної енергії на помел	кВт год/1000 шт. цегли	відсутня	45
Тривалість технологічного циклу виробництва	годин	7 - 8	14 - 16

## 7. Потенціальні користувачі (галузь, міністерства, підприємства, організації).

На сьогодні, в Україні налічується 43 виробників силікатної цегли. До найбільш відомими виробниками цього виду продукції відносяться: ВАТ «Цегла Трипілля» (15%), Корпорація «Харківські будматеріали» (11%), Житомирський комбінат силікатних виробів (9%), Серед областей лідерами у виробництві цього виду стінових матеріалів є: Київська (14%), Харківська (14%), Житомирська (10%) та Дніпропетровська (8%) області. Технологія, що розроблена придатна до впровадження на більшості підприємств галузі.

## 8. Стан готовності розробки.

Технологічна частина розробки виконана з використанням реальних сировинних матеріалів та включає технологічну схему з переліком одиниць основного та допоміжного обладнання, матеріальний баланс виробництва та теплотехнічні розрахунки, що обумовлює високий ступінь готовності розробки до впровадження.

Розроблено проект технічних умов ТУ У Б В.2.7-02070921- - 2011. «Цегла контактнo-конденсаційного твердіння виготовлена методом гіперпресування».

Результати виготовлення дослідно-промислової партії та результати випробування зразків силікатної цегли, які були виготовлені при випуску дослідно-промислової партії підтвердили ефективність розроблених технологічних рішень та відповідність виробів вимогам діючого нормативного документа ДСТУ Б В.2.7-80:2008 „Цегла та камені силікатні”.

## 9. Існуючі результати впровадження.

За результатами розробки на дослідно-промисловій технологічній лінії ПП „ЦЕНТР ДАНИХ ІНФОРМАЦІЙ” з виробництва стінової цегли в квітні 2011 року були виконані підготовчі роботи та випущена дослідно-промислова партія стінової цегли з в'язучого контактено-конденсаційного тверднення за рецептурою та технологією які були розроблені у відповідності до технічної пропозиції про впровадження способу виробництва стінової цегли на основі контактено конденсаційних в'язучих.

Результати випробування стінової цегли, що виготовлена з використанням в'язучих контактеного тверднення, виготовленої при випуску дослідно-промислової партії наведені в таблиці.

Показник	Од. вим.	Значення показника у віці		
		3 доби	28 діб	90 діб
Границя міцності на стиск при зберіганні зразків у нормальних умовах	МПа	23,1	25,6	28,4
Границя міцності на стиск при зберіганні зразків, що тверділи у воді	МПа	22,3	24,3	27,3
Границя міцності на згин	МПа	3,6	3,4	3,8
Середня густина	кг/м <sup>3</sup>	1455	1435	1456
Наявність дефектів від вапна, що не погасилося	-	немає	немає	немає
Водопоглинання	%	8,7	9,0	8,8
Коефіцієнт водостійкості	%	96,5	96,1	94,9
Зовнішній вигляд	-	задовільний	задовільний	задовільний
Насипна густина робочої суміші	кг/м <sup>3</sup>	458		

За результатами випуску дослідно-промислової партії та за результатами випробування дослідно-промислових зразків встановлено:

- виготовлені дослідно-промислові зразки стінової цегли відповідають вимогам діючого ДСТУ Б В.2.7-80:2008 „Цегла та камені силікатні”;
- запропонована технологія дозволяє виготовляти стінову цеглу без використання автоклавної обробки, що суттєво зменшує енергоємність виробництва.
- на відміну від автоклавної стінової цегли, вироби, що виготовлені за розробленою технологією з часом збільшують свою міцність та характеризуються високою водостійкістю в межах 94,9 – 96,5%.

## 10. Назва підрозділу, телефон, e-mail.

НТУУ „КПІ”, хіміко-технологічний факультет, кафедра хімічної технології композиційних матеріалів, тел. (044) 454-91-62, e-mail: [xtkm@user.ntu-kpi.ua](mailto:xtkm@user.ntu-kpi.ua).

## 11. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання розробки.

1. Дашкова Т.С., Глуховський В.В., Глуховський І.В., Свідерський В.А. Зниження енергоємності композицій на основі неорганічних в'язучих / Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2011. - №5. С. 7 - 11.
2. Свідерський В.А., Глуховський В.В., Глуховський І.В., Дашкова Т.С. Зниження енергоємності виробництва стінових матеріалів / VII Міжнародна конференція „Стратегія якості в промисловості і освіті”, 1-3 червня 2011, Варна, Болгарія, International Scientific Journal „Acta Universitatis Pontica Euxinus”, том 1, С 184 – 187.
3. Глуховський В.В., Глуховський І.В., Дашкова Т.С. Залежність міцності ніздрюватих бетонів від міцності матеріалу матриці / VII Міжнародна конференція „Стратегія якості в промисловості і освіті”, 1-3 червня 2011, Варна, Болгарія, International Scientific Journal „Acta Universitatis Pontica Euxinus”, том 3, С 67 – 70.
4. Дашкова Т.С., Глуховський В.В., Глуховський І.В., Свідерський В.А. Ефективні та низькоенергоємні композиції на основі неорганічних в'язучих / Вісник НТУУ „ХПІ” – Харків, вип. 11, 8 стор.

5. Сви́дерский В. А., Глуховский И.В., Глуховский В.В., Дашкова Т.С. Ячеистые бетоны, твердеющие в нормальных условиях // II Международная конф. Beton Forum UA «Современные бетоны. Перспективы развития» (Киев 2010): – К.: 2010. – С. 36-38.
6. Сальник В.Г., Сви́дерський В.А., Черняк Л.П. Властивості поверхні та дисперсність сировинних матеріалів як фактори впливу на структуроутворення та технологічні параметри глинистих систем / Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут". Збірник наукових праць. Тематичний випуск "Хімія, хімічна технологія та екологія". - Харків. - НТУУ "ХПІ". - 2010. - № 66. - С. 110-120
7. Сви́дерський В.А., Бондар О.О., Гречанюк В.Г. Вплив добавок модифікованого мікрокремнезему на фазовий склад портландцементу та жаростійкістю в'язучого на його основі / Строительные материалы. - №5(64). - 2010. - С. 9-11.
8. Сви́дерський В.А., Безсмертний М.М., Безсмертний М.П. Дослідження фізико-технічних властивостей легких бетонів на основі ГЦП в'язучого з використанням відходів феросплавних виробів / Строительные материалы и изделия. - №1(60). - 2010. - С. 18-19
9. Сви́дерський В.А., К.К. Пушкарьова К.К., Бондар О.О. Вплив добавок модифікованого мікрокремнезему на фазовий склад портландцементу та жаростійкого в'язучого на його основі при дії температури 1200 С / Строительные материалы и изделия. - №6(65). - 2010. - С. 12-15
10. Рижова О.В., Кравченко А.А. Шлаколу́жні в'язучі з наповнювачами на основі глин, як засіб утилізації відходів металургійної промисловості / XIV Міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених „Екологія. Людина. Суспільство”, 18 – 22 травня 2011, С 200 – 201.
11. Кравченко А.А., Рижова О.В. Утилізація відходів металургійного виробництва ефективними лужними в'язучими / XIV Міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених „Екологія. Людина. Суспільство”, 18 – 22 травня 2011, С 183.
12. Гасанова Ю.Р., Сіонський В.С. Теоретичні основи малоенергоємної технології виробництва силікатної цегли / Одинадцята всеукраїнська конференція студентів та аспірантів, Національний університет ім. Т.Г. Шевченко, 19 – 21 травня 2010, збірка тез доповідей, С 5.
13. Кравченко А.А., Дашкова Т.С. Неорганічні в'язучі системи на основі багатотоннажних техногенних відходів / Одинадцята всеукраїнська конференція студентів та аспірантів, Національний університет ім. Т.Г. Шевченко, 19 – 21 травня 2010, збірка тез доповідей, С 17.
14. Рижова О.В., Дашкова Т.С. Високоміцні безклінкерні в'язучі на основі багатотоннажних техногенних відходів / Одинадцята всеукраїнська конференція студентів та аспірантів, Національний університет ім. Т.Г. Шевченко, 19 – 21 травня 2010, збірка тез доповідей, С 32.
15. Рижова О.В., Дашкова Т.С. Ефективні декоративні в'язучі на основі доменних гранульованих шлаків / III Міжнародна конференція студентів, аспірантів та молодих вчених з хімії та хімічної технології, НТУУ „КПІ”, 21 – 23 квітня 2010, збірка тез доповідей, С 229.
16. Кравченко А.А., Дашкова Т.С. Ефективні безклінкерні в'язучі на основі доменних шлаків / III Міжнародна конференція студентів, аспірантів та молодих вчених з хімії та хімічної технології, НТУУ „КПІ”, 21 – 23 квітня 2010, збірка тез доповідей, С. 212.
17. Сікорський О.О., Миронюк О.В. Дослідження експлуатаційних параметрів покриттів / Друга міжнародна конференція студентів, аспірантів та молодих вчених

- „Сучасні технології тугоплавких неметалевих та силікатних матеріалів”, НТУУ „ХПІ”, 23 – 24 березня 2011, збірка тез доповідей, С. 41 – 43.
18. Сікорський О.О., Миронюк О.В. Реологічне дослідження міжфазної взаємодії в системі наповнювач – латексна дисперсія / 12 всеукраїнська конференція „Сучасні проблеми хімії”, Національний університет ім. Т.Г. Шевченко, 18 – 20 травня 2011, збірка тез доповідей, С. 205.
19. Земляной І.В., Миронюк О.В., Солodka О.В. Визначення характеристик вітчизняних карбонатних наповнювачів / 12 всеукраїнська конференція „Сучасні проблеми хімії”, Національний університет ім. Т.Г. Шевченко, 18 – 20 травня 2011, збірка тез доповідей, С. 189.