

Температура уходящих продуктов сгорания при этом увеличилась практически на 10 °С – со 140 °С (см. режим 1, 2) до 150 °С (см. режим 8 и 9).

Кроме того, было замечено, что при измерении температуры наружной футеровки на втором ярусе шахтной печи температура посередине между горелками всегда примерно на 5–6 °С меньше, чем над горелками. Следует предположить, что и на внутренней поверхности по периметру шахтной печи распределение температуры носит такой же характер с максимумом над горелками и с минимумом между горелками. Для исключения этой неравномерности распределения температур было рекомендовано на втором ярусе шахтной печи между существующими горелками (и вместо существующих) установить дополнительные горелки новой конструкции (инжекционного типа) с давлениями природного газа $P_r = 0,45 \text{ кг/см}^2$ (указанное давление значительно больше, чем в ранее установленных). Это продиктовано тем, что улучшение смешения природного газа с воздухом на горелках второго яруса (установлено в период вышеприведенных исследований) приводит к очевидному улучшению полноты сжигания природного. Давление природного газа, подаваемое на горелку, определяет скорость истекающей газовой струи и лучшее смешение природного газа с воздухом.

Выводы и предложения.

1. На шахтной печи № 4 неравномерность распределения известкового камня по поперечному сечению печи приводит к перекошу теплового режима по поперечному сечению печи, ухудшению прохождения газа и окислителя-воздуха по шахте печи, а также обуславливает недожог природного газа, определяемый через повышенное содержание окислов углерода CO в уходящих продуктах сгорания. Поэтому в первую очередь на шахтной печи необходимо установить распределительное устройство, а также установить второй колокол, что позволит улучшить равномерность обжига и интенсифицировать его, а также улучшить полноту сгорания природного газа.

2. На втором ярусе шахтной печи № 4 рекомендуется установить инжекционные горелки новой конструкции и установить ориентировочно следующие давления природного газа на горелках: первый ярус (где остаются старые горелки) – $P_r = 0,1 \text{ кг/см}^2$; второй ярус (где устанавливаются новые горелки) – $P_r = 0,45 \text{ кг/см}^2$.

3. Так как даже незначительное ухудшение процесса сжигания природного газа приводит к его значительному перерасходу, рекомендуется один раз в квартал приглашать специализированную организацию для наладки режимов сжигания природного газа на шахтных печах.

УДК 666.9.043.2; 691.5

Пушкарёва К.К., доктор техн. наук, профессор;

Гончар О.А., канд. техн. наук, доцент;

Борисова А.І., асистент, Київський національний університет будівництва і архітектури;

Ейне І. А., канд. техн. наук, ТОВ «СІОПОР Україна», м. Київ

ОСОБЛИВОСТІ ОТРИМАННЯ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ЛУЖНИХ АЛЮМОСИЛІКАТНИХ КОМПОЗИЦІЙ ТА СІОПОРУ

Проблеми енергозбереження, актуальні сьогодні як ніколи, обумовлюють появу на ринку будівельних матеріалів нових розробок, пов'язаних зі створенням ефективних теплоізоляційних матеріалів. Одним з таких матеріалів, який зарекомендував себе як ефективний теплоізоляційний, негорючий, екологічно чистий матеріал із звукоізоляційними властивостями, є сіопор – легкий штучний заповнювач у вигляді піску чи щебеню, отриманий на основі кремнеземистої сировини та луѓу. Галузі застосування його досить широкі: це можуть бути легкі бетони, мурувальні розчини та штукатурки, тепло- та звукоізоляційні засипки. Сіопор можна також використовувати як сорбент при збиранні нафтопродуктів з поверхні води та ґрунту, він може бути використаний для виготовлення ефективних високотемпературних утеплювачів у вигляді плит та/або шаралуп для теплоізоляції трубопроводів і промислового обладнання.

Високі технічні характеристики такого заповнювача, а також особливості хімічного складу дозволяють висунути гіпотезу щодо можливості застосування його як заповнювача для виготовлення теплоізоляційних матеріалів

на основі алюмосилікатних зв'язуючих композицій, що розроблені в Державному науково-дослідному інституті в'язучих матеріалів ім. В.Д. Глуховського [1–4].

Метою даної роботи було встановлення можливості отримання ефективних теплоізоляційних матеріалів на

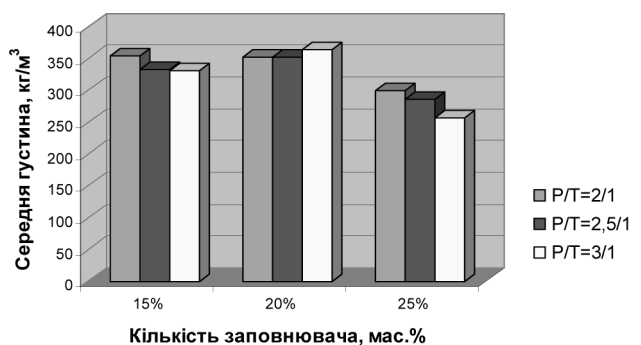


Рис. 1. Вплив розчино-твердого відношення сумішей на середню густину отриманих теплоізоляційних матеріалів на основі сіопору та лужних алюмосилікатних композицій складу $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-6\text{SiO}_2-\text{H}_2\text{O}$ (температура термообробки 300 °С)

Технічні характеристики сіопору

Найменування показника	Одиниця вимірювання	Величина показника за фракціями		
		дрібна	середня	крупна
Розмір гранул	мм	0,1–0,63	0,63–2,5	2,5–10
Насипна густина	кг/м ³	120 +/- 20	70 +/- 20	60 +/- 20
Границя міцності при стиску	МПа	0,17	0,14	0,14
Коефіцієнт теплопровідності, λ	Вт/м °К	0,055	0,05	0,048

Таблиця 2

Таблиця 3

Вплив кількості сіопору на властивості теплоізоляційних матеріалів, отриманих на основі алюмосилікатної композиції складу $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-6\text{SiO}_2-\text{H}_2\text{O}$, при розчино-твердому відношенні реакційних сумішей 1,5/1 та температурі термообробки 300 °С

Кількість заповнювача, %	Показники фізико-механічних властивостей отриманих матеріалів				
	ρ_m , кг/м ³	λ , Вт/(м·К)	$R_{ст}$, МПа	K_p	К.к.я., МПа
5	463	0,140	2,61	0,93	12,17
10	391	0,108	2,05	0,65	13,41
15	411	0,116	1,75	0,74	10,36
20	365	0,096	1,67	0,68	12,54
25	367	0,097	1,25	0,70	9,28

основі лужних алюмосилікатних композицій та легкого заповнювача – сіопору.

Теплоізоляційні матеріали виготовляли на основі базової алюмосилікатної системи складу $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-6\text{SiO}_2-\text{H}_2\text{O}$, приготування якої включає перемішування вихідних компонентів (розчину рідинного скла, метакооліну та мікрокремнезему) за допомогою змішувача примусового типу дії зі швидкістю перемішування 940 об/хв; в якості заповнювача застосовували сіопор, технічні характеристик якого наведено у табл. 1, у кількості 5...25%.

Таблиця 4

Вплив різної кількості сіопору та розчино-твердого відношення на властивості теплоізоляційних матеріалів, отриманих на основі алюмосилікатних композицій, які модифіковані сполуками магнію та феруму і випалені при температурі 300 °С

Кількість заповнювача, %	Розчино-тверде відношення	Показники фізико-механічних властивостей отриманих матеріалів				
		ρ_m , кг/м ³	λ , Вт/(м·К)	$R_{ст}$, МПа	K_p	К.к.я., МПа
композиція складу $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-0,5\text{FeO}-6\text{SiO}_2-\text{H}_2\text{O}$						
15	2,5/1	253	0,052	0,98	0,70	15,31
20	2,5/1	266	0,057	0,735	0,94	10,39
25	2,5/1	250	0,051	0,76	0,74	12,16
композиція складу $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-0,5\text{MgO}-6\text{SiO}_2-\text{H}_2\text{O}$						
15	2/1	267	0,058	2,31	0,92	32,40
20	2,5/1	295	0,068	2,45	0,96	28,15
25	2,5/1	272	0,060	2,22	0,91	30,00
композиція складу порівняння $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-6\text{SiO}_2-\text{H}_2\text{O}$						
15	1,5/1	411	0,116	1,75	0,74	10,36
20	1,5/1	365	0,096	1,67	0,68	12,54
25	1,5/1	367	0,097	1,25	0,70	9,28

Вплив температури термообробки на властивості теплоізоляційних матеріалів на основі сіопору та алюмосилікатних композицій з розчино-твердим відношенням 3/1

Температура термообробки, °С	Показники фізико-механічних властивостей отриманих матеріалів				
	ρ_m , кг/м ³	λ , Вт/(м·К)	$R_{ст}$, МПа	K_p	К.к.я., МПа
200	285	0,065	1,60	0,72	19,70
300	256	0,054	1,67	0,68	25,48
400	327	0,081	1,61	0,69	15,05
500	311	0,074	1,59	0,75	16,44
600	324	0,080	1,68	0,70	16,00

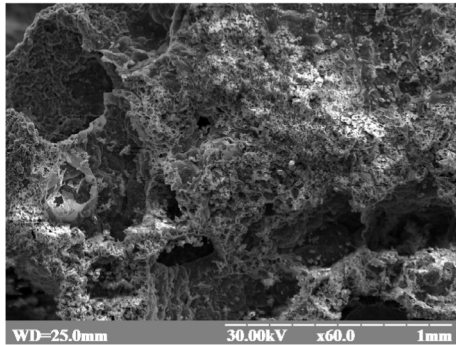
На першому етапі роботи було досліджено вплив кількості заповнювача (5...25%), температури термообробки та розчино-твердого відношення алюмосилікатних композицій складу $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-6\text{SiO}_2-\text{H}_2\text{O}$ на фізико-механічні властивості отриманих теплоізоляційних матеріалів. Результати представлено в табл. 2, 3 та на рис. 1.

Застосування сіопору для виготовлення теплоізоляційних матеріалів на основі алюмосилікатних композицій у кількості 5...10% дає змогу отримати матеріали з середньою густиною 365...460 кг/м³ та міцністю при стиску 1,6...2,6 МПа. Збільшення кількості заповнювача позитивно впливає на показники середньої густини теплоізоляційних матеріалів – вони зменшуються до 360...370 кг/м³, однак при цьому знижуються і показники міцності та водостійкості. У зв'язку з цим було розглянуто можливість регулювання середньою густиною штучного каменю за рахунок зміни розчино-твердого відношення алюмосилікатних зв'язуючих речовин (рис. 1) та за рахунок збільшення температури випалювання (табл. 3).

Як свідчать отримані результати, мінімальні показники середньої густини (250...260 кг/м³) досягаються при збільшенні Р/Т до 3/1 та термообробці композицій при температурі 250...300 °С (табл. 3).

Підвищення температури термообробки призводить до збільшення середньої густини та погіршення міцнісних характеристик отриманих матеріалів, що може бути пов'язано з реакціями, які відбуваються на границі контакту «заповнювач-в'язуча речовина». Утворення в контактній зоні легкоплавкої рідкої фази при підвищенні температури випалювання обумовлює зниження міцності та збільшення середньої густини і теплопровідності отриманого штучного каменю.

а)



б)

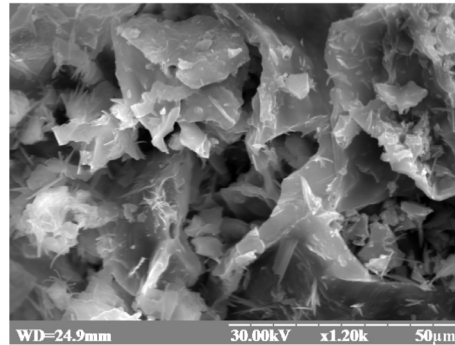


Рис. 2. Електронно-мікроскопічні фотографії поверхні сколу зразків штучного каменю, випалених при температурі 300°C і отриманих на основі лужної алюмосилікатної композиції з використанням в якості заповнювача сіопору. Збільшення: а – в 60 разів, б – в 1200 разів

Результати електронної мікроскопії, представлені на рис. 2, свідчать про формування в продуктах випалювання дрібнозернистої структури з рівномірно розподіленими мікро- та макропорами. При використанні сіопору структура штучного каменю конгломератна і відрізняється наявністю дрібних пор (діаметром до 50 м), проте характер пористості свідчить про добре зчеплення гранул заповнювача зі зв'язуючим та формування однорідної дрібнозернистої контактної зони. (рис. 2, а). На мікрорівні так само спостерігається утворення окремих агрегатів шаруватої будови (рис. 2, б).

З метою покращення міцнісних показників та підвищення водостійкості отриманих теплоізоляційних матеріалів в якості зв'язуючих речовин було використано алюмосилікатні системи, модифіковані сполуками магнію та феруму. Результати досліджень їхніх фізико-механічних властивостей наведено в табл. 4.

Модифікація алюмосилікатних зв'язуючих сполуками феруму дозволяє знизити середню густину та

коефіцієнт теплопровідності отриманих матеріалів, а сполуками магнію – підвищити водостійкість та міцність штучного каменю. Це обумовлює доцільність використання комплексної добавки, яка дасть змогу отримати теплоізоляційні матеріали з наперед заданими експлуатаційними характеристиками на основі алюмосилікатних композицій та сіопору.

Зазвичай для приготування лужних алюмосилікатних композицій, що здатні до спучування, використовують силікатовміщуючий побічний продукт виробництва металевого кремнію – аморфний мікрокремнезем, який має темно-сірий колір. Заміна його на інші види кремнеземистих компонентів (трепел або білу сажу), що мають білі та світлі кольори, дозволить отримувати теплоізоляційні матеріали світлої кольорової гама, які зможуть поєднати в собі теплоізоляційні та декоративні характеристики (табл. 5).

Отримані результати свідчать про доцільність введення білої сажі до складу алюмосилікатної композиції для заміни мікрокремнезему. При цьому відмічено найменше значення середньої густини отриманого матеріалу (244 кг/м³), в той час як використання мікрокремнезему призводить до збільшення середньої густини матеріалу майже на 5 %, а трепелу – на 16 %. Декоративні властивості таких композицій є найкращими при застосуванні білої сажі, що дає змогу отримати матеріали, які можуть бути використані і для оздоблення, і для теплоізоляції.

Таблиця 5

Вплив різних типів кремнеземистого компонента в складі лужної алюмосилікатної композиції на властивості отриманих теплоізоляційних матеріалів з використанням сіопору (температура термообробки 300°C)

Тип кремнеземистого компонента	Колір	Показники фізико-механічних властивостей отриманих теплоізоляційних матеріалів					
		ρ_m , кг/см ³	λ , Вт/(м·К)	$R_{сух}$, МПа	$R_{нас}$, МПа	K_p	Кк.я., МПа
Трепел (родовище Стальне Могілівської області)	світло-жовтий	284	0,064	1,16	1,06	0,91	14,38
Біла сажа БС-100 (суха розмелена аморфна кремнекислота)	білий	244	0,050	1,25	0,89	0,71	20,99
Мікрокремнезем (Запорізького алюмінієвого комбінату)	темно-сірий	256	0,054	1,67	1,14	0,68	25,48

Отже, в роботі показано можливість виготовлення теплоізоляційних матеріалів на мінеральній основі, властивості яких можна регулювати на мікро- та макрорівнях. На макрорівні властивості матеріалу можна змінювати як шляхом варіювання кількості легкого заповнювача (сіопору), так і шляхом зміни технологічних параметрів (розчино-твердого відно-

шення та температури термообробки). На мікрорівні регулювання здійснюється за рахунок зміни складу та структури продуктів дегідратації алюмосилікатних систем. Введення до їх складу сполук магнію та феруму забезпечує направлений синтез новоутворень типу гідрослюд [5], що обумовлює високі експлуатаційні характеристики штучного каменю та можливість застосування його для внутрішньої та зовнішньої теплоізоляції.

Література:

1. Глуховский В.Д. Грунтосиликаты / В.Д. Глуховский. – К.: Госстройиздат, 1959. – 127 с.
2. Скурчинская Ж.В. Синтез аналогов природных минералов с целью получения искусственного камня: автореф. дис. на соискание науч. степени канд. техн. наук: спец. 05.17.11 «Строительные материалы и из-

делия» / Ж.В. Скурчинская. – Львов, 1973. – 24 с.

3. Жукова Р.С. Синтез и исследование щелочных алюмосиликатов на основе глинистых минералов и гидроксида калия: автореф. дис. на соискание науч. степени канд. техн. наук: спец. 05.23.05 «Строительные материалы и изделия» / Р.С. Жукова. – К., 1972. – 18 с.

4. Чиркова В.В. Материалы на основе стеклоподобных безкальциевых алюмосиликатов и соединений натрия: автореф. дис. на соискание науч. степени канд. техн. наук: спец. 05.23.05 «Строительные материалы и изделия» / В.В. Чиркова. – К., 1974. – 22 с.

5. Пушкарёва К.К., Гончар О. А., Борисова А.І., Самченко Д.М. Особливості спучування лужних алюмосилікатних композицій, модифікованих залізовміщуючими добавками Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури «Сучасні будівельні матеріали» – 2010. Макеєвка, вип. 1 (81). – С. 67–72.

УДК 699.866

Павлик А.В., директор «Кнауф Інсулейшн Україна», м. Київ

ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ КОМПАНІЇ «КНАУФ ІНСУЛЕЙШН»

В умовах подорожчання енергоресурсів проблема економії енергії стає для України не просто елементом економічної доцільності, а питанням виживання. Адже наша держава входить в першу десятку країн світу за обсягом споживання природного газу, витрачаючи значні кошти на його закупівлю. Статистика свідчить, що Україна споживає енергії в 2,1 рази більше, ніж в середньому споживається в світі. Фактично ми є однією з найбільш енерговитратних країн світу.

Між тим, економити енергоресурси можна різними шляхами. Наприклад, зменшувати втрати тепла, використовувати відновні джерела енергії, впроваджувати сучасні енергозберігаючі технології [1, 2, 3].

Основні споживачі тепла в Україні – житлові та адміністративні споруди, на їх опалення витрачається більше 40% всіх паливно-енергетичних ресурсів. При цьому левова частка припадає на житлово-комунальний сектор. І це вже та проблема, яка безпосередньо торкається кожного. Адже витрачаючи величезні кошти на опалення, мешканці багатьох будинків часто взимку страждають від холоду. У 2006–2007 рр. в Україні намітився певний прогрес в галузі нормування показників енергозбереження та енергоефективності й були прийняті норми нового покоління.

«Кнауф Інсулейшн» – підрозділ міжнародної групи «КНАУФ», є однією з провідних компаній в галузі виробництва теплоізоляційних матеріалів та експертом в їх системному застосуванні. Місія компанії – стати світовим лідером в галузі енергоефективних систем для будівель. Цінності «Кнауф Інсулейшн» – орієнтація на клієнта, підприємницький дух, відкритість та відданість – диктують підхід компанії до ведення бізнесу [4, 5].

Грунтуючись більш ніж на тридцятирічному досвіді в сфері енергоефективності, «Кнауф Інсулейшн» забезпечує комплексний набір рішень для тепло-

та звукоізоляції житла, будівель промислового, комерційного та адміністративного призначення [6].

«Кнауф Інсулейшн» прагне виробляти будівельні матеріали, які покращують загальну екологічну атмосферу будівель. Впроваджуючи нове покоління мінераловатної теплоізоляції з ECOSE Technology, компанія втілює це прагнення в життя.

«Кнауф Інсулейшн» здійснює свою діяльність більш ніж в 35 країнах світу, маючи 30 виробничих потужностей у материковій частині Європи, Великобританії, Росії та США. В Україні «Кнауф Інсулейшн» працює з 2006 року, пропонуючи високоякісні мінераловатні теплоізоляційні матеріали на основі скляного штапельного волокна, вироблені з використанням ECOSE Technology та на основі базальтового волокна.

Теплоізоляційна продукція Knauf Insulation пройшла ресурсні випробування на відповідність вимогам до терміну ефективної експлуатації та теплопровідності. Згідно з протоколами випробувань, термін ефективної експлуатації всієї лінійки виробів зі скляного штапельного волокна і ключових продуктів мінеральної вати на основі базальту, пропонованих компанією «Кнауф Інсулейшн», складає мінімум 25 років. Випробування були проведені Українським науково-дослідним інститутом будівельних конструкцій ДП НДІБК.

Протокол випробувань, отриманий на теплоізоляційну продукцію «Кнауф Інсулейшн», підтверджує, що всі утеплювачі відрізняються високою якістю, і протягом мінімум 25-ти років будуть ефективно працювати, не змінивши при цьому своїх теплотехнічних властивостей.

Згідно ДБН В.2.631:2006 «Конструкції будівель і споруд. Теплова ізоляція будівель», всі теплоізоляційні матеріали, що використовуються для утеплення будинків, повинні мати такий протокол, оскільки цей