

Вступ

Сучасне будівництво базується на використанні ефективних легких огорожувальних конструкцій, серед яких все ширше застосовують конструкції з теплоізоляційним шаром з газонаповнених пластмас. Газонаповнені пластмаси займають особливе місце серед теплоізоляційних матеріалів, які застосовуються в сучасному будівництві, що обумовлено їхньою низькою середньою щільністю і найнижчою в порівнянні з іншими матеріалами теплопровідністю. Разом з тим пінопластам властиві такі негативні якості, як недостатня експлуатаційна стійкість, особливо в умовах підвищеної вологості, підвищених температур, сонячної радіації, а також підвищена горючість. Істотними недоліками, стримуючими широке застосування пінопластів в будівництві, є їх дефіцитність через недостатню розвиненість сировинної бази і порівняно висока вартість. Це тягне за собою не завжди виправдане подорожчання конструкцій з теплоізоляцією з пінопластів.

В даний час питання про виробництво теплоізоляційних матеріалів, конкурентоспроможних з західними аналогами встає досить гостро. Це пояснюється тим, що наша будівельна індустрія надавала теплоізоляції житлових і господарських приміщень другорядну роль. З'явився дефіцит ефективних теплоізоляційних матеріалів, які були б конкурентноздатні в порівнянні з західними аналогами. В умовах різкого підвищення цін на енергоносії та введення нових вимог до теплоізоляції будівель і споруд, більшість вітчизняних теплоізоляційних матеріалів виявилися занадто дорогими і неефективними.

Великий інтерес представляють теплоізоляційні матеріали на основі рідкого скла, які привертають увагу технологічною простотою виробництва і дешевизною, що особливо важливо, враховуючи необхідність теплоізоляції житлових будинків та промислового устаткування, що працює за підвищених температур.

					2016.002.00.000 ПЗ	Лист
						/
Ізм	Лист	№ документа	Підп.	Дата		

1. Аналітичний огляд

Теплоізоляція

Теплоізоляція – це захист будівель, теплових промислових установок (або окремих їхніх вузлів), холодильних камер, трубопроводів й іншого від небажаного теплового обміну з навколишнім середовищем.

Так, наприклад, у будівництві й теплоенергетиці теплоізоляція необхідна для зменшення теплових втрат у навколишнє середовище, у холодильній і криогенній техніці – для захисту апаратури від припливу тепла ззовні.

Теплоізоляція забезпечується улаштуванням спеціальних огорож, виконаних з теплоізоляційних матеріалів, які можуть мати вигляд оболонок, покриттів і т.п., що уповільнюють теплопередачу.

Самі теплозахисні засоби також називаються теплоізоляцією. При переважному конвективному теплообміні для теплоізоляції використовують огороження, що містять шари матеріалу, непроникного для повітря; при лучистому теплообміні – конструкції з матеріалів, що відбивають теплове випромінювання (наприклад, з фольги, металізованої лавсанової плівки); а у випадку теплопровідності (основний механізм переносу тепла) - матеріали з розвинутою пористою структурою.

Ефективність теплоізоляції при переносі тепла теплопровідністю визначається термічним опором (R) ізолюючої конструкції. Для одношарової конструкції $R = d / \lambda$, де d - товщина шару ізолюючого матеріалу, λ - його коефіцієнт теплопровідності.

Підвищення ефективності теплоізоляції досягається застосуванням високопористих матеріалів й (або) улаштуванням багат шарових конструкцій з повітряними прошарками.

Якщо говорити про теплоізоляцію будинків, то в цьому випадку завдання зводиться до зниження втрати тепла в холодний період року й забезпечення відносної стабільності температури в приміщеннях протягом доби при коливаннях температури зовнішнього повітря.

					2016.002.00.000 ПЗ	Лист
						8
Ізм	Лист	№ документа	Підп.	Дата		

Застосовуючи для теплоізоляції ефективні теплоізоляційні матеріали, можна істотно зменшити товщину й знизити масу огорожуючих конструкцій і в такий спосіб скоротити витрату основних будівельних матеріалів (цегли, цементу, сталі й ін.), а також збільшити припустимі розміри збірних елементів.

У теплових промислових установках (промислових печах, казанах, автоклавах і т.п.) теплоізоляція забезпечує:

- 1) значну економію палива;
- 2) сприяє збільшенню потужності теплових агрегатів і підвищенню їх ккд;
- 3) інтенсифікацію технологічних процесів;
- 4) зниження витрати основних матеріалів.

Економічну ефективність теплоізоляції в промисловості часто оцінюють коефіцієнтом заощадження тепла $h = (Q_1 - Q_2)/Q_1$ (де Q_1 – втрати тепла установкою без теплоізоляції, а Q_2 – з теплоізоляцією).

Теплоізоляція промислових установок, що працюють при високих температурах, сприяє також створенню нормальних санітарно-гігієнічних умов праці обслуговуючого персоналу в гарячих цехах і запобіганню виробничого травматизму.

Велике значення має теплоізоляція в холодильній техніці, тому що охолодження холодильних агрегатів і машин зв'язано зі значними енерговитратами.

Теплоізоляція – необхідний елемент конструкції транспортних засобів (судів, залізничних вагонів й ін.), у яких роль теплоізоляції визначається їхнім призначенням. Для засобів пасажирського транспорту - вимогою підтримки комфортних мікрокліматичних умов у салонах. Для вантажного (судів, вагонів-рефрижераторів і вантажних автомобілів для перевезення продуктів, які швидко псуються) - забезпечення заданої температури при мінімальних енергетичних витратах.

					2016.002.00.000 ПЗ	Лист
						9
Ізм	Лист	№ документа	Підп.	Дата		

До ефективності теплоізоляції на транспорті пред'являються підвищені вимоги у зв'язку з обмеженнями маси й об'єму конструкцій.

Теплоізоляційні матеріали

Теплоізоляційні матеріали – це матеріали й вироби, які застосовують для теплоізоляції будинків (споруд), технологічного устаткування, засобів транспорту й ін.

Теплоізоляційні матеріали характеризуються низькою теплопровідністю (коефіцієнт теплопровідності не більше $0,2 \text{ Вт} / (\text{м} \times \text{К})$), високою пористістю (70 —98%), незначними об'ємною масою й міцністю (межа міцності при стиску $0,05\text{—}2,5 \text{ МН} / \text{м}^2$).

Основний показник якості теплоізоляційних матеріалів — це коефіцієнт теплопровідності. Визначення коефіцієнта теплопровідності досить складне завдання й вимагає застосування спеціального устаткування, тому на практиці як такий показник — марки теплоізоляційних матеріалів — використовують величину їхньої об'ємної маси в сухому стані, виражену в $\text{кг}/\text{м}^3$, що у достатньому наближенні характеризує теплопровідність теплоізоляційних матеріалів. Існує 19 марок теплоізоляційних матеріалів (із щільністю від $15 \text{ кг}/\text{м}^3$ до $700 \text{ кг}/\text{м}^3$). В експлуатаційних умовах теплоізоляційні матеріали повинні бути захищені від проникнення вологи. Це обумовлено тим, що їхня теплопровідність при насиченні водою зростає в кілька разів.

Основні галузі застосування теплоізоляційних матеріалів - це, як правило, ізоляція будівельних конструкцій, технологічного устаткування (промислові печі, теплові агрегати, холодильні камери і т.д.) і трубопроводи. Розрізняють теплоізоляційні матеріали:

- 1) тверді (плити, блоки, цегла, шкарлупи, сегменти й ін.);
- 2) гнучкі (мати, матраци, джгути, шнури й ін.);
- 3) сипучі (зернисті, порошкоподібні);
- 4) волокнисті.

За видом основної сировини теплоізоляційні матеріали підрозділяють на органічні, неорганічні й змішані.

До органічних теплоізоляційних матеріалів відносять насамперед матеріали, які одержують переробкою деревини й відходів деревообробки (деревностружкові плити), сільськогосподарських відходів (соломіт, камишит і ін.), торфу (торфоплити) і іншої місцевої органічної сировини. Ці теплоізоляційні матеріали, як правило, відрізняються низькою водо- і біостійкістю. А от так названі газонаповнені пластмаси (пінопласти, поропласти, сотопласти й ін.) не володіють вищевказаним недоліком вони являють собою високоефективні органічні теплоізоляційні матеріали з об'ємною масою від 10 до 100 кг/м³.

Характерна риса більшості органічних теплоізоляційних матеріалів – це їх низька вогнестійкість, тому їх застосовують звичайно при температурах не більше 150 °С.

Більш вогнестійкі теплоізоляційні матеріали – це матеріали змішаної структури (фібролит, арболит і ін.). Їх одержують із суміші мінеральної в'язкої речовини й органічного наповнювача (деревної стружки, тирсу й т.п.).

Неорганічні теплоізоляційні матеріали:

- 1) мінеральна вата й вироби з неї (серед останніх досить перспективні мінераловатні плити - тверді й підвищеної твердості);
- 2) легкі і ячеїсті бетони (головним чином газобетон і пінобетон);
- 3) піноскло;
- 4) скляне волокно;
- 5) вироби зі спученого перлиту і ін.

Неорганічні теплоізоляційні матеріали, використовуються в якості монтажних. Виготовляються вони на основі азбесту (азбестовий картон, папір), із сумішей азбесту й мінеральних в'язучих речовин.

Для ізоляції промислового устаткування й установок, що працюють при температурах вище 1000 °С (металургійних, нагрівальних й ін. печей, казанів і т.д.), застосовують так звані легковагові вогнеупори, виготовлені з

					2016.002.00.000 ПЗ	Лист
						ПІ
Ізм	Лист	№ документа	Підп.	Дата		

вогнетривких глин або високовогнетривких окислів у вигляді штучних виробів (цегли, блоків різного профілю); перспективним також є використання волокнистих теплоізоляційних матеріалів з вогнетривких волокон і мінеральних в'язучих речовин. Оскільки коефіцієнт їхньої теплопровідності при високих температурах в 1,5-2 рази нижче, ніж у традиційних.

Утеплювальні матеріали відіграють основну роль у рішенні питань енергозбереження, а також підвищення комфортності житлових приміщень.

Якщо говорити про утеплення житлових приміщень, то слід зазначити, що бажаним є утеплення всіх частин будинку: фундаменту, зовнішніх стін, перекриттів, покрівлі й т.д. Ізоляція покрівлі - найважливіша частина. Стосовно до існуючих будинків, найпростіше знизити їхнє енергоспоживання за рахунок утеплення існуючої покрівлі при ремонті. Вимоги до величини термічного опору покрівлі досить високі відповідно до цього, нове будівництво й ремонт будинків не можуть здійснюватися без застосування ефективних теплоізоляційних матеріалів.

Також, з підвищенням цін на енергоносії - стає очевидно, що утеплювати житло сьогодні потрібно якнайкраще, щоб заощаджувати в майбутньому.

При виборі теплоізоляційних матеріалів варто враховувати, що на довговічність і стабільність теплофізичних ізоляційних матеріалів впливають багато експлуатаційних факторів. До таких факторів відносять у першу чергу:

- знакопереміну (зима-літо) температурно-вологостний режим "роботи" покрівельної конструкції;
- можливість капілярного й дифузійного зволоження теплоізоляційного матеріалу;
- вплив вітрових, снігових навантажень.

Теплоізоляційні матеріали володіють рядом теплотехнічних властивостей, знання яких необхідно для правильного вибору матеріалу.

Щільність - величина, що дорівнює відношенню маси речовини до всього об'єму, який вона займає. Чим менше середня щільність матеріалу, тим більше його пористість. Від характеру пористості залежать основні властивості

					2016.002.00.000 ПЗ	Лист
						12
Ізм	Лист	№ документа	Підп.	Дата		

матеріалів, що визначають їхню придатність для застосування в будівельних конструкціях такі як:

- 1) теплопровідність;
- 2) сорбційна вологість;
- 3) водопоглинання;
- 4) морозостійкість;
- 5) міцність.

Найкращими теплоізоляційними властивостями володіють матеріали з рівномірно розподіленими дрібними замкнутими порами.

Теплопровідність - передача тепла усередині матеріалу внаслідок взаємодії його структурних одиниць, і при зіткненні твердих тіл. Чим нижче теплопровідність матеріалу - тим більше тепла він зберігає. На величину теплопровідності пористих матеріалів, якими є теплоізоляційні матеріали, впливають щільність матеріалу, вид, розміри й розташування пор, хімічний склад і молекулярна структура твердих складових частин, коефіцієнт випромінювання поверхонь, що обмежують пори, вид і тиск газу, що заповнює пори. Однак переважний вплив на величину теплопровідності мають його температура й вологість.

Вологість - вміст води в матеріалі. З підвищенням вологості теплоізоляційних матеріалів їхня теплопровідність підвищується в кілька разів.

Водопоглинання - здатність матеріалу усмоктувати й утримувати в порах вологу при безпосередньому контакті з водою.

Міцність - здатність матеріалів опиратися руйнуванню під дією зовнішніх сил, що викликають деформації й внутрішні напруження в матеріалі (наприклад, вітрові навантаження). Міцність теплоізоляційних матеріалів залежить від структури, міцності його твердої складової, зв'язуючої речовини й пористості. Твердий матеріал із дрібними порами більше міцний, ніж матеріал з великими нерівномірними порами.

Всі утеплювачі діляться на три основних види:

					2016.002.00.000 ПЗ	Лист
						13
Ізм	Лист	№ документа	Підп.	Дата		

Скловолокнисті - утеплювачі, які роблять із волокна, шляхом переробки бою скла. Такі утеплювачі мають невелику вогнестійкість і вони піддаються деформації.

Мінераловатні - утеплювачі, які виготовляють шляхом плавлення певних гірських порід, в основному базальту. Цей тип утеплювачів має найбільшу вогнестійкість.

Полімерні - утеплювачі, що виготовляють із полімерних матеріалів. Такі матеріали характеризуються низьким водопоглинанням, але вони найбільш уразливі під дією вогню.

Як уже було згадано, теплоізоляція призначена для захисту будівель від температурних впливів, тобто для захисту приміщень від холоду взимку й від жару - влітку. Теплоізоляція з використанням сучасних матеріалів відрізняється ефективністю й легкістю монтажу.

Її використання зменшує витрати основних будівельних матеріалів й енергії при опаленні приміщень. Теплоізоляція дозволяє зберегти тепло усередині приміщення й зменшує теплопровідність. Вона може використовуватися як у промисловому будівництві, так і у житловому.

Мікросфери

У цей час, у зв'язку з інтенсивним розвитком техніки, зросли вимоги до створення нових композиційних матеріалів, здатних до тривалої експлуатації в жорстких умовах - під дією високих температур, великих і різноманітних механічних навантажень, хімічно активних середовищ, випромінювань і т.д.

Будь-яка технічна проблема, де потрібно зниження ваги при низькій теплопровідності, високій міцності й економії об'єму, підвищеній стійкості до ерозії й агресивних середовищ може бути вирішена із застосуванням мікросфер.

Порожні мікросфери є одним з найважливіших наповнювачів, у виробництві пластмас. Сферична форма, контрольовані розміри й низька щільність роблять їх часто незамінними. Важливим ефектом їх застосування є зниження витрат дорогих або дефіцитних полімерів, а також зниження

					2016.002.00.000 ПЗ	Лист
						14
Ізм	Лист	№ документа	Підп.	Дата		

щільності. Традиційно вони мають розмір від 25 до 50 мм і щільність від 100 до 700 кг/м³.

Використання сумішей порожніх мікросфер (скляних, керамічних, полімерних, зольних), однакових або різних за природою, але, що розрізняються між собою розмірами в інтервалі від 10 до 500 мкм і насипною щільністю в інтервалі від 50 до 650 кг/м³ дозволяє значно підвищити ефективність теплозахисту й захисту від корозії поверхонь (бетон, штукатурка, метал, дерево).

Такі властивості порожніх мікросфер як низьке маслопоглинання, інертність і легкість диспергування роблять їх дуже привабливими в якості наповнювачів.

Порожні мікросфери зі скла, кераміки, полімерів головним чином одержують шляхом введення пороутворювачів в основний матеріал, наступного їхнього подрібнення до потрібних розмірів і нагрівання для спінювання. Так, наприклад порожні мікросфери одержують шляхом пропущення дрібних частинок, що містять порофор, через високотемпературну зону; частинки плавляться або розм'якшуються в гарячій зоні, а газоутворювач формує порожнину усередині частинок, розширюючи їх. При охолодженні сфери на повітрі її стінки твердіють.

Полімерні порожні мікросфери одержують як правило або суспензійною полімеризацією мономерів з додаванням пороутворювача (порофор, інертні гази, низькокиплячі вуглеводні), або шляхом фізичного або хімічного спінювання вже готових полімерів у вигляді подрібнених частинок. У якості порожніх полімерних мікросфер використовують порожні мікросфери полістирольні, на основі фенолформальдегідних смол, силіконові, карбамідоформальдегідні й ін.

Отже, застосування композиції, наповненої порожніми мікросферами, у якості антикорозійного й теплозахисного покриття на різних поверхнях є досить перспективним методом. У якості одного з головних компонентів є порожні скляні, керамічні, полімерні, зольні (техногенні) мікросфери, заповнені

					2016.002.00.000 ПЗ	Лист
						15
Ізм	Лист	№ документа	Підп.	Дата		

атмосферним повітрям. Другим основним компонентом композиції для покриття є зв'язуюче, функцію якого виконують водні дисперсії полімерних смол, які тверднуть і полімеризуються після випару води в дисперсії. Ретельно перемішані зі зв'язуючим мікросфери є відмінним антикорозійним і теплозахисним покриттям, що володіє високими адгезійними властивостями. Робота адгезії цього покриття до різних поверхонь, а також ступінь паропроникності покриття визначається типом полімерного зв'язуючого.

Галузі застосування теплоізоляційних матеріалів

Мікросфери знайшли своє застосування в різних областях промисловості.

У цей час стає досить розповсюдженим застосування нетрадиційних в області будівництва теплоізолюючих матеріалів.

Як правило, подібні матеріали є композицією мікросфер діаметром до декількох мікронів і зв'язуючого. Основним теплоізолятором можна вважати скляні або керамічні мікросфери. Такий теплоізолюючий матеріал при дуже малій товщині (від десятих часток міліметра до декількох міліметрів) має високі теплоізолюючі якості, гарну адгезію й міцність.

Така композиція може бути застосована для виготовлення легкого бетону. Як наповнювач для легкого бетону застосовують алюмосилікатні порожні мікросфери, які виділяють із золи вугільних теплових електростанцій. Легкий бетон на основі мікросфери має поліпшені технологічні характеристики: підвищену міцність при зменшенні об'ємної маси. Сировинна суміш для готування легкого бетону містить алюмосилікатні порожні мікросфери, глиноземистий цемент і каолін. У порівнянні з відомими легкими бетонами, бетон на основі мікросфер в 1,2 рази легше й в 3 рази міцніший. Такого роду легкий бетон може бути використаний для футеровки промислових печей, що працюють при температурах до 1200°C

Твердість однорідних полімерних матеріалів можна підвищити введенням наповнювача. Дослідження показали, що наповнювач значно підвищує модуль пружності матеріалу. Підвищення вібропоглинальних властивостей можна одержати, шляхом введення в полімер анізогеометричних наповнювачів, тобто

					2016.002.00.000 ПЗ	Лист
						16
Ізм	Лист	№ документа	Підп.	Дата		

наповнювачів шаруватої або лускатої (несферичної) форми. Крім того, два наповнювачі (особливо мікросфери порофорні), введені в зв'язуюче в певній пропорції, разом дають більший демпфуючий ефект, ніж кожен окремо.

У процесі формування часто буває необхідно заповнити невеликі западини й важкодоступні місця. Суцільний склопластик досить важкий (об'ємна маса становить $1,5 \text{ г/см}^3$) і дорогий. Звичайні шпаклівки на основі смол дешевше, але важче ($2,0 \text{ г/см}^3$). Крім того, і склопластик і шпаклівки, узяті в досить великих об'ємах, мають різко виражені екзотермічні властивості, тобто незабаром після отвердження вони стають гарячими. Виникаючі термічні напруги можуть викликати інтенсивне розтріскування, а також зашкодити прилягаючі ділянки склопластикової конструкції.

Знайшли своє застосування різні бітумні ізоляційні мастики для ізоляції трубопроводів. Використовувані мастики містять ряд наповнювачів зі специфічними властивостями, що впливають на фізико-механічні й захисні властивості одержуваних покриттів, такі як гумова крихта, склохолст. Мастики наносяться в розплавленому стані. Однак вони характеризуються досить складною технологією виготовлення й незважаючи на гарні адгезійні властивості й інші механічні властивості, також не забезпечують необхідної теплоізоляції трубопроводів, а особливості нафто- і газопроводів.

Також відоме застосування композицій на основі рідкого скла з різними наповнювачами - спучений вермикуліт, доломіт або порожні мікросфери золи - віднесення ТЕЦ або суміш скляних мікросфер з мікросферами у вигляді димових відходів спалювання вугілля з розміром часток 10-300 мкм .

Однак всі ці зазначені відомі композиції призначені для одержання теплоізоляційних матеріалів, конструкцій, а не покриттів, наприклад у вигляді теплоізоляційних плит, що обмежує їхнє застосування.

Одержання газонаповнених систем

У промисловості знайшли застосування кілька методів одержання піноматеріалів:

					2016.002.00.000 ПЗ	Лист
						1 /
Ізм	Лист	№ документа	Підп.	Дата		

- 1) спінення пастоподібних полімерних композицій, насичених інертним газом під тиском;
- 2) спінення полімерів під дією газів, які виділяються при розкладанні газоутворювачів, уведених до складу композиції;
- 3) спінення полімерів під дією газів, які виділяються в результаті взаємодії між компонентами;
- 4) спінення полімерів при випарі легкокиплячих рідин, уведених до складу композиції;
- 5) одержання повітряно - механічних пін з розчинів смол і поверхово - активних речовин з наступним утворенням полімеру в стінка скупчень.

Спосіб спінення полімерів за допомогою насичення газами здавна застосовувався в технології піногум. Таким способом одержують, наприклад пінополівінілхлорид, що нагнітають у суміші полімеру із пластифікаторами вуглекислий газ під тиском 35 *ати*.

За іншим методом в суміш полістиролу з добавками, нагріту до 180 °С, вводять під тиском хлорметил. Після витримки при 100 °С від 3 до 8 годин під тиском 28 *ати* суміш продавлюють через сопло й при цьому вона спінюється.

Автоклавні методи з стисканням у полімері газів під великим тиском вимагають складного спеціального устаткування, а також вони мало придатні для безпосереднього одержання з піноматеріалів готових виробів.

Метод, при якому до складу полімеру вводять легкокиплячі рідини лежить в основі одержання полістирольних пінопластів типу «стиропор».

Метод повітряно - механічних пін використовують для спінення карбамідо - формальдегідних смол (міпори), а також рідких фенольних смол з кислим каталізатором.

Одне з найважливіших місць у виробництві піноматеріалів і виробів з них займають процеси одержання пінопластів з використанням газоутворювачів, які відрізняються простотою апаратурного оформлення. У якості таких газоутворювачів, тобто речовин, що виділяють газоподібні продукти безпосередньо в масі полімерних композицій, використовують різні як

					2016.002.00.000 ПЗ	Лист
						18
Ізм	Лист	№ документа	Підп.	Дата		

неорганічні, так і органічні сполуки, які при нагріванні розкладаються. Ґрунтуючись на даних про температурну залежність пружноеластичних властивостей і в'язкості полімерів; їхньої швидкості отвердження; температурного інтервалу й швидкості розкладання газоутворювачів; розчинності, газів, що виділяються у полімерній композиції експериментальним шляхом установлюють рецептуру й технологічні режими отвердження газонаповненого полімерного матеріалу із заданою структурою і питомою вагою.

Для одержання піноматеріалів з використанням газоутворювачів застосовують, як правило, пресовий і безпресовий методи. Пресовий метод застосовують у випадку лінійних полімерів, а безпресовий - переважно для спінення термореактивних смол.

При пресовому методі спочатку роблять пресування порошкоподібної суміші полімеру з газоутворювачем. При цьому газоутворювач підбирають таким чином, щоб його температура розкладання була трохи вище температури розм'якшення полімеру. Газ, що виділяється при цьому, перебуває в масі полімера під значним тиском. Спінюються, отримані заготівлі звичайно при повторному нагріванні в інтервалі температур, що відповідає вискоеластичному стану полімеру. Як правило ця температура на 10 - 20 град. перевищує температуру переходу в склоподібний стан.

При одержанні піноматеріала методом полімер - мономерних паст газоутворювач вводять у суміш мономера з полімером. Після цього пасту полімерізують при температурах, які нижче значення температури, при якій відбувається розкладання газоутворювачів або вище неї.

При технологічному режимі, у якому температура полімеризації нижче температури розкладання газоутворювача, газоутворювач розкладається при нагріванні заполімеризованої заготівлі до температурного інтервалу вискоеластичного стану полімеру. У іншому випадку полімеризація пасту відбувається у формі, одночасно з розкладанням газоутворювача.

					2016.002.00.000 ПЗ	Лист
						19
Ізм	Лист	№ документа	Підп.	Дата		

Основні стадії пресового методу:

- змішання полімеру з газоутворювачем й іншими компонентами композиції;
- пресування композиції;
- спінення заготівель.

По безпресовому методу для спінення термореактивних полімерів газоутворювач намагаються підібрати так, щоб швидкість виділення газу й росту центрів пор була порівнянна із процесом утворення полімеру. Швидке розкладання газоутворювача в малов'язкому полімері проводиться до руйнування центрів і зникнення газу або ж до одержання матеріалу із грубозернистою структурою. У випадку виділення газу після утворення просторової полімерної сітки (після моменту утворення гелю) уже не може привести до спінювання, тому що просторовий полімер не має плинності й не здатний до високоеластичних деформацій.

Шляхи одержання піноматеріала безпресовим методом:

- насичення полімеру газоутворювачем в автоклаві;
- змішування компонентів з наступною термічною обробкою (без пресування) на вальцях;
- спінювання гранул;
- механічне змішання компонентів.

Піноматеріали на основі рідкого скла

Це група високопористих матеріалів, що представляє собою продукт термічного або хімічного спінення гідратованого розчинного скла (гідратованих лужних силікатів).

Класифікація гідратованих лужних силікатів:

- за природою структуроутворюючих елементів;
- за принципом спінення;
- за експлуатаційними властивостями.

Розрізняють спінені рідкоскляні матеріали, які є продуктами спінення гідратованих розчинених стекол, і композиційні матеріали, до складу яких

					2016.002.00.000 ПЗ	Лист
						20
Ізм	Лист	№ документа	Підп.	Дата		

входять гранульоване спінене рідке скло й зв'язуюче. За природою спінення матеріалів з рідкого скла прийнято розділяти на термоспінені й спінені в результаті хімічної взаємодії між склом й введеними у нього речовинами. До термоспінених матеріалів можна віднести зернисті матеріали, а також спінені монолітні матеріали. До матеріалів, спінених у результаті протікання хімічної реакції - заливні композиції, до складу яких уводиться газоутворюючі компоненти.

Зернисті матеріали, залежно від гранулометричної форми підрозділяють на:

- грубозернисті (склопор), розмір зерен яких, більше 5мм;
- дрібнозернисті (силіпор), розмір зерен яких, перебуває в межі від 0,1 до 5 мм.

Матеріали на основі рідкого скла, в залежності від їх реакції на дію води, розрізняють:

- неводостійкі матеріали. Їхня експлуатація можлива при відносній вологості повітря до 75 %;
- матеріали, які характеризуються підвищеною водостійкістю. Такі матеріали, як правило, здатні на протязі тривалого часу, витримувати дію води.

Композиційні матеріали, виготовлені у вигляді виробів на основі зернистого продукту, ділять на матеріали з контактним й об'ємним омоноличуванням. Такий поділ проводять залежно від заповнення міжфазових порожнин зв'язуючим.

До особливої форми композиційних матеріалів можна віднести сотопластові вироби. Ці вироби представляють собою сотопластовий каркас, виконаний з паперу або тканини, просочений спеціальними розчинами й заповнений дрібнодисперсним зернистим матеріалом на основі спіненого скла, наприклад силіпором.

Такого роду матеріали володіють рядом переваг:

- простота технології;
- мала енергоємність;

					2016.002.00.000 ПЗ	Лист
						21
Ізм	Лист	№ документа	Підп.	Дата		

- високі теплоізоляційні властивості;
- низька усереднена щільність;
- негорючість.

Що стосується недоліків таких матеріалів, які гальмують розвиток виробництва матеріалів на основі спіненого рідкого скла, то до таким можна віднести:

- обмежену водостійкість;
- дефіцит сировини.

Безумовно, додання таким матеріалам більше високої водостійкості можливо, але це приведе до істотного подорожчання готового продукту й до підвищення середньої щільності, а також теплопровідності матеріалів.

Технологія спінених матеріалів з рідкого скла має три різновиди.

1. Технологічний процес одержання гранульованого матеріалу (склопора) складається з ряду основних операцій:

- 1) приготування суміші з розчину рідкого скла й технологічних добавок;
- 2) часткової дегідратації отриманої суміші;
- 3) диспергування суміші;
- 4) спінення гранулята.

У сировинну базу для виробництва таких матеріалів входять: натрієве рідке скло, дрібнодисперсні мінеральні наповнювачі, у якості яких можуть бути використані крейда, пісок, тальк, маршаліт, каолін, оксид олюмінія, азбестовий пил й ін. Всі ці наповнювачі призначені для регулювання реологічних характеристик суміші й підвищення міцності готових гранул.

В рецептуру вводять також добавки, які спрямовані на регулювання експлуатаційних властивостей матеріалу. Такі добавки ділять на зміцнювальні й гідрофобізуючі (які підвищують водостійкість і спіненість матеріалу).

У вихідну суміш уводять 93 – 95 % рідкого скла, щільність якого перебуває в межах від 1,4 до 1,45 г/см³; 7 – 5 % тонкодисперсного наповнювача

					2016.002.00.000 ПЗ	Лист
						22
Ізм	Лист	№ документа	Підп.	Дата		

з питомою поверхнею 2000 – 3000 см²/г й 0,5 – 1,0 % гідрофобізуючої добавки – кремнійорганічної рідини ГКЖ – 94, ГКЖ – 10 або ГКЖ – 11.

На рис. 1.1 наведена схема технологічного процесу одержання склопора.

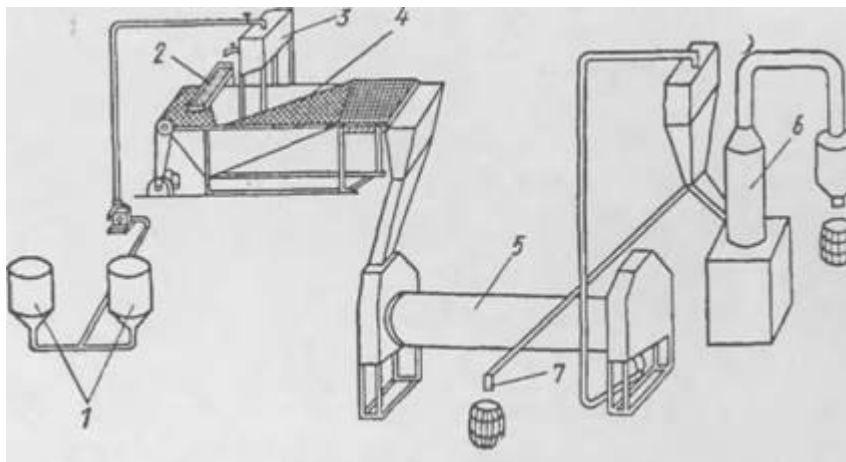


Рис.1.1 Схема технологічного процесу одержання склопора

Суміш готують у двох змішувачах вертикального типу 1. Як тільки суміш досягне однорідності вона перекачується у розходний бак 3 гранулятора 4 і через філ'єрну пластину 2 самотпливом у вигляді крапель надходить у ванну гранулятора, заповнену розчином хлориду кальцію щільністю 1,29 – 1,35 г/см³. При попаданні в розчин хлориду кальцію, крапельки утворюють гранули (бісер), які мають зміцнений поверхневий шар – так званий кремнегель, у якому втримується адсорбований оксид кальцію. Гранули, що утворилися, осідають на сітку конвеєра й виносяться нею в прийомний пристрій гранулятора, з якого безперервним потоком через пересипний пристрій попадають у сушильний барабан 5. Зміцнення верхнього шару гранул у розчині хлориду кальцію відбувається в часі й залежить від температури розчину. Оптимальним параметром для формування гранул з міцним поверхневим шаром є 40 – хвилинне перебування їх у розчині хлориду кальцію, що забезпечується певною швидкістю руху сітки конвеєра. Температура розчину при цьому повинна бути в межах від 22 до 30 °С. З метою підтримки температури розчину в заданому діапазоні ванну гранулятора обладнують нагрівачем - паровим змійовиком.

В сушильному барабані гранули висушують при температурі 85–90 °С впродовж 20 – 10 хвилин, до моменту, коли вологість стане дорівнює 27 – 30 %

					2016.002.00.000 ПЗ	Лист 23
Ізм	Лист	№ документа	Підп.	Дата		

і по трубопроводу надходять у місце затарювання 7 для відправлення споживачеві або у розходний бункер печі киплячого шару 6 для спінення. Спінення здійснюється на протязі 1 – 3 хв, температура процесу становить 350 – 500 °С. Отриманий продукт надходить на подальшу переробку у виробі або затарюється в поліетиленові мішки й відправляється споживачеві.

У випадку одержання силіпора (матеріалу з гранулами менш 5 мм) грануляція суміші здійснюється шляхом її розпилення в баштовій сушарці. У цьому випадку процес грануляції й спінення відбуваються одночасно. Спінення гранулята відбувається за рахунок випару зв'язаної води, що міститься в рідкому склі, у момент переходу матеріалу в піропластичний стан. Температура розм'якшення розчинного скла тим нижче, чим більше води в ньому міститься. Але надмірний вміст води (більше 40 %) приводить до розтріскування гранул або до утворення великих пор з тонкими неміцними перегородками.

Крім гранульованого матеріалу освоєне виробництво штучних виробів у вигляді плит розміром 500 x 500 (1000) x 70 - 100 мм. Технологія таких виробів також досить проста й відрізняється тим, що суміш із рідкого скла, мінерального наповнювача й спеціальних добавок спінюється у формах при тепловій обробці. Стабілізація пористої структури здійснюється при поступовому охолодженні. Для підвищення показників міцності виробів і зниження небезпеки утворення тріщин при їхньому виготовленні в суміш необхідно вводити пористі наповнювачі (спінений перліт, вермікуліт).

Технологія виробів із гранульованого спученого скла (склопора) полягає в підготовці зв'язуючого, готуванні формувальної маси зі склопора й зв'язуючого, формуванні виробів і створенні умов для якнайшвидшого отвердження зв'язуючого. Введення зв'язуючого у формувальну суміш можна робити різними способами. Наприклад, при готуванні гідромас у мішалках періодичної дії, протокою гранул у формі з перфорованим днищем або способом розпилення безпосередньо при укладанні склопора у форму.

На Рязанському картонно - рубероїдному заводі освоєне виробництво теплоізоляційних виробів зі склопора на бітумному зв'язуючому. Розроблено

					2016.002.00.000 ПЗ	Лист
						24
Ізм	Лист	№ документа	Підп.	Дата		

суміші й визначені технологічні параметри виробництва виробів на гіпсовому, цементному й полімерному зв'язуючому (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 Характеристика виробів на основі склопора

Вид виробу	Вид сполучного	Витрата зв'язуючого на 1 м ³ , кг	Середня щільність виробів кг/м ³	Міцність при стискуванні, МПа
Склогіпс	Гіпс	55-80	130-250	0,1-0,3
Скросилікат	Рідке скло	50-80	80-200	0,15-0,4
Склобітум	Розплавлений бітум БН – IV	50-75	120-200	0,15-0,3
Склоцемент	Цементне молоко	55-70	120-200	0,15-0,3
Склополімер	Термопласти	30-40	70-110	0,15-0,7

Сировина для виробництва спіненого гранульованого теплоізоляційного матеріалу на основі рідкого скла

Рідке скло

Рідке скло представляє собою густу рідину жовтого або сіруватого кольору без видимих механічних включень і домішок. Це водяний розчин лужних силікатів натрію й калію, який одержують шляхом випалювання суміші, що складається із кварцового піску (двоокису кремнію) і соди. Отримане скло дроблять і розчиняють у воді.

Як правило рідке скло характеризують по: виду лужного катіона (бувають натрієві, калієві, літієві, а також четвертинного амонію); по масовому або мольному співвідношенню в розчині Si₂ і M₂O (де М – К, Na, Li або четвертинний амоній), при цьому мольне співвідношення SiO₂ до M₂O прийнято називати силікатним модулем рідкого скла й позначити як n; за

абсолютним вмістом в рідкому склі SiO_2 і M_2O в мас. %; за вмістом домішок оксидів Al_2O_3 , Fe_2O_3 , Ca, Mg, Si_3 й ін.; за щільністю розчинів рідкого скла (г/см^3). Хімічний склад рідкого скла характеризують за вмістом кремнезему й інших оксидів, незалежно від конкретної форми їхнього існування в розчині. У деяких країнах у характеристику рідких стекол включають також значення в'язкості в розчині.

У відповідності з діючою нормативно - технічною документацією в нашій країні випускаються "скло натрієве рідке " й "стекло калієве рідке", а так само змішані калієво - натрієві й натрієво - калієві рідкі стекла. Інші види рідких стекол випускаються за тимчасовими технічними умовами і стандартами підприємств.

Калієве рідке скло.

Рідке калієве скло (гідросилікат калію) випускається, зазвичай в межах силікатного модуля 2,8 – 4,0 і щільністю 1,25 - 1,4 г/см^3 . Модуль рідкого скла у випадку калієвого скла значно вище, значить і міцність застиглого рідкого скла в цьому випадку буде значно перевищувати міцність натрієвого скла. Саме цей якісний показник рідкого калієвого скла визначає сферу його застосування.

Цей матеріал застосовують для зміцнювальних покриттів різних поверхонь, до міцності яких висувають підвищені вимоги. Також рідке калієве скло застосовують у промисловості, у тому числі й у нафтовидобутку й видобутку природного газу для приготування бурових розчинів.

У будівельній сфері рідке калієве скло використовують як компонент для одержання кислотостійких і жаростійких будівельних матеріалів. Високотемпературні клеї для металів, стекла й кераміки виготовляють із додаванням рідкого калієвого скла, що надає клейкому шару необхідні термостійкі властивості. Також рідке калієве скло застосовують для пом'якшення води й додання воді антисептичних властивостей.

Промислові об'єкти нашої держави в основному спеціалізуються на випуску натрієвих рідких стекол, у значно меншій кількості випускають калієві

					2016.002.00.000 ПЗ	Лист
						26
Ізм	Лист	№ документа	Підп.	Дата		

рідкі стекла, а літієві й рідкі стекла на основі четвертинного амонію випускаються у вигляді окремих партій.

Натрієве рідке скло.

Рідке скло натрієве застосовується в основному, як добавка до різних будівельних матеріалів. Застосування натрієвого рідкого скла приводить до збільшення міцності й довговічності будівельних матеріалів, а також сприяє підвищенню їхніх вогнестійких якостей. Будівельні конструкції, отримані з розчинів з додаванням рідкого натрієвого скла, мають підвищену стійкість до негативного впливу навколишнього середовища. Крім цього, рідке натрієве скло широко застосовується для ґрунтовки бетонних, цегельних й поштукатурених поверхонь. Рідке натрієве скло є екологічно чистим антисептиком. Тому його застосування гарантує запобігання виникнення грибка, цвілі або гнилі. Розчини рідкого натрієвого скла використовують для чищення посуду, а також у якості клею для картону, паперу, скла й порцеляни. Додавання рідкого натрієвого скла у фарбу або змішування його з різними барвниками дозволяє додати пофарбованій поверхні водовідштовхувальні властивості й стійкість до кислих середовищ. Пофарбовані такою фарбою поверхні легко миються, а барвник не вигорає на сонці й не тьмяніє згодом. Натрієві рідкі стекла звичайно випускаються в межах значень силікатного модуля від 2,0 до 3,5 при щільності розчинів від 1,3 до 1,6 г/см³.

Хімічний склад натрієвого рідкого скла може бути представлений формулою:



Рідке скло натрієве ГОСТ 13078 - 81, представляє собою рідину, отриману автоклавним розчиненням силікату натрію.

Показники якості рідкого натрієвого скла наведені в таблиці 1.2.

					2016.002.00.000 ПЗ	Лист
						27
Ізм	Лист	№ документа	Підп.	Дата		

Таблиця 1.2. Показники якості скла натрієвого рідкого

Назва показника	Показник
Зовнішній вигляд	Грузла рідина жовтий або сірий кольори
Щільність, г/см ³	1,25 – 1,43
Масова частка оксиду натрію, %	7,2 – 10,7
Масова частка диоксиду кремнію, %	19,2 – 28,8
Силікатний модуль	2,6 – 3,0

Натрієве рідке скло використовують при виробництві бетонів зі спеціальними властивостями (кислотостійкі і жаростійкість), вогнезахисних фарб, і інших матеріалів. Такого роду матеріал незамінний для хімічної промисловості при виробництві силікогелю, силікату свинцю, метасилікату натрію. У будівництві рідке скло застосовують так само для захисту фундаментів від ґрунтових вод, для гідроізоляції стін, підлог і перекриттів підвальних приміщень, устаткування басейнів.

Водяний розчин силікату натрію також дуже підходить для склеювання й зв'язування будівельних матеріалів, виготовлення кислотостійких, вогнестійких силікатних мас.

Рідке скло використовують для виготовлення силікатних фарб, клеїв, чистячих та миючих засобів, як захисний засіб при обрізанні й пораненні дерев. Також інтенсивно використовується цей матеріал у миловарній, жировій, хімічній, машинобудівній, текстильній, паперовій промисловості, у тому числі для виробництва картонної тари. У чорній металургії - як сполучний матеріал при виготовленні форм і стрижнів. У литтєвом виробництві - у якості флотационного реагенту, при збагаченні корисних копалин й ін.

Запобіжні заходи при роботі з рідким натрієвим склом.

Рідке скло не токсичне, пожежо- і вибухобезпечне. При попаданні в очі їх необхідно промити великою кількістю води. Зберігати рідке скло потрібно в щільно закритій тарі, у недоступному для дітей місці. При заморожуванні рідке

скло не міняє своїх властивостей після відтавання. Припустимо наявність осаду.

Наповнювачі

Наповнювачем для одержання спінених матеріалів може служити будь-яка тверда органічна або неорганічна речовина. Введення наповнювачів застосовується з метою поліпшення експлуатаційних характеристик цільового продукту, додання йому різних специфічних властивостей (текстура, кольори й т.д.), а також зниження вартості. Наповнювач завжди в тім або іншому ступені несумісний з полімерною фазою, змінює параметри процесу, а як наслідок макроструктуру й властивості цільового продукту.

При введенні наповнювача в піну звичайно задаються метою економії дефіцитної органічної сировини й (або) зниження ціни кінцевого продукту, спрямованого на зміну технологічних параметрів переробки полімерних або олігомерних композицій й експлуатаційних властивостей готових виробів. У ряді випадків введення наповнювача сприяє поліпшенню механічних властивостей піни - частіше деформаційних (модуля пружності, повзучості), рідше - міцності (насамперед міцності при стиску). У якості дисперсних наповнювачів для пін звичайно використовують порошки з розміром часток не більше 0,3 мм.

На підставі проведеного аналітичного огляду можна зробити висновок, що спінені матеріали на основі рідкого скла знайшли широке застосування в різних галузях промисловості, в якості теплоізоляційних, вогнестійких та пожежобезпечних матеріалів. Але їх великомасштабне промислове застосування на даний час обмежено деякими складнощами технології виготовлення. Зокрема це обумовлено і високою вартістю енергоресурсів. В даній дипломній роботі пропонується виготовляти гранульовані спінені матеріали на основі рідкого скла з використанням НВЧ випромінювання. Це дозволяє у 5-6 разів скоротити час спучування гранул, що значно економить енергоресурси, а також поліпшити їх експлуатаційні властивості.

					2016.002.00.000 ПЗ	Лист
						29
Ізм	Лист	№ документа	Підп.	Дата		

2. Обґрунтування обраного напрямку

Сучасні матеріали дозволяють одержати теплоізоляційні системи, що відрізняються високою ефективністю, які до того ж досить прості в застосуванні. Підвищення ефективності теплоізоляції досягається застосуванням високопористих матеріалів або улаштуванням багат шарових конструкцій з повітряними прошарками. З погляду полімерної промисловості найбільш оптимальними в цьому випадку є піноматеріали. У зв'язку із цим необхідно розробити рецептуру й технологію за якою можна одержати піноматеріал, що має підвищену термостійкість.

Більшість полімерних матеріалів, у тому числі і теплоізоляційних, мають температуру експлуатації 100 – 150 °С, тому для теплоізоляції високотемпературного устаткування і трубопроводів на даний час використовують мінеральну вату, мати і плити з базальтової вати, скловата тощо.

Теплоізоляційні матеріали на основі рідкого скла мають свої переваги порівняно з іншими. Розповсюдженість сировинної бази, простота технології виробництва, не значні капіталовкладення і енерговитрати сприяють високій економічності ефективності виробництва спінених теплоізоляційних матеріалів на основі рідкого скла. Такі матеріали при дуже високій пористості мають низьку щільність, малу теплопровідність і водостійкість.

Гранульовані спінені матеріали на основі рідкого скла прийнято розділяти на дві групи:

- склопор (так звані грубозернисті, розмір зерен яких становить більше 5 мм);
- силіпор (так звані дрібозернисті матеріали, розмір зерен яких становить 0,1 - 5 мм).

Такі матеріали можуть використовуватися як насипна теплоізоляція, або для отримання на її основі і полімерного зв'язуючого блокових теплоізоляційних матеріалів.

					2016.002.00.000 ПЗ	Лист
						30
Ізм	Лист	№ документа	Підп.	Дата		

Такого роду матеріали отримують шляхом термічного спінювання. Спінювання здійснюється завдяки тому, що при підвищених температурах починає випаровуватися вода, яка міститься у рідкому склі. Температура процесу становить 350 – 500 °С.

В даній роботі пропонується проводити спінювання гранул із застосуванням НВЧ-випромінювання, що призводить до зниження температури процесу (вона сягає 118 °С), мінімізації втрат на нагрівання середовища і, відповідно, значно знижує енерговитрати і час обробки.

					2016.002.00.000 ПЗ	Лист
						31
Ізм	Лист	№ документа	Підп.	Дата		

3. Характеристика об'єктів та методів дослідження

3.1 Об'єкти дослідження

Проведений аналіз науково-технічної літератури дозволяє зробити висновок, що спінені гранульовані теплоізоляційні матеріали на основі рідкого скла знайшли широке застосування в різних галузях промисловості, як вогнетривкі та пожежобезпечні матеріали.

Такого роду матеріали отримують шляхом термічного спінювання. Спінювання здійснюється завдяки тому, що при підвищених температурах починає випаровуватися вода, яка міститься у рідкому склі.

Характеристика компонентів, які застосовуються для одержання таких матеріалів наведена в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1. Характеристика компонентів, які застосовуються для одержання спінених теплоізоляційних матеріалів на основі рідкого скла

Назва	ДСТУ, ТУ, ГОСТ	Хімічні формули	Основні показники якості
Рідке скло натрієве	ГОСТ 13078 - 81	$\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2 + m\text{H}_2\text{O}$	Густа рідина жовтого або сірого кольору; окис кремнію—29,7%; окис натрію—10,6%; силікатний модуль – 3,05; щільність – 1,4
Цинка оксид	ГОСТ 202-84	ZnO	Кристалічний порошок білого кольору, нерозчинний у воді, жовтіє при нагріванні. Масова доля з'єднань цинку у перерахунку на ZnO , %, не менше 99,7.

3.2 Основні методи досліджень

Як , правило теплоізоляційні матеріали повинні відповідати ряду вимог. Вони повинні мати гарні фізико – хімічні та технологічні характеристики, які відповідають нормам та затвердженим стандартам. Для отримання матеріалів з такими характеристиками слід підібрати оптимальні технологічні параметри процесу виготовлення спінених гранульованих теплоізоляційних матеріалів на основі рідкого скла. Такі матеріали пропонується виготовляти з використанням НВЧ- випромінювання, для чого використовується спеціальна лабораторна НВЧ установка де можна регулювати тиск, температуру та тривалість процесу спінювання. Саме оптимальні значення цих параметрів і будуть визначені опитним шляхом в даній роботі.

Температура та тиск процесу впливають на такі важливі властивості гранульованих матеріалів, як щільність та міцність. Дані характеристики визначали за методиками наведеними нижче.

3.2.1 Визначення щільності

Розрізняють два види щільності пористих матеріалів - дійсну і уявну. На відміну від дійсної щільності, при вимірюванні якої об'єм відкритих пор виключається з загального об'єму зразка, уявна щільність - це маса зразка, поділена на його об'єм включаючи об'єм пор. Для непористих зразків ці дві щільності співпадають, а для пористих - розрізняються.

Для вимірювання уявної щільності гранульованого матеріалу вимірюється діаметр і маса кожної гранули з виборки.

Для гранульованих матеріалів визначають також насипну щільність. У разі визначення насипної щільності, об'єм зразка визначають наступним чином: гранули певної маси засипають у циліндр і струшують для ущільнення. А при визначенні дійсної щільності, об'єм зразка визначають за об'ємом рідини, що витісняється.

					2016.002.00.000 ПЗ	Лист
						33
Ізм	Лист	№ документа	Підп.	Дата		

Щільність піноматеріалів визначають відповідно до ГОСТ 17177 – 94 у стані природної вологості. Випробування проводять у даному випадку на зразках у вигляді гранул. Зразки зважують на аналітичних вагах з точністю до 0,1 г, потім обчислюють їхній об'єм. Щільність пінопласту в стані природної вологості обчислюють по формулі:

$$\rho = M_v / V * (1 + 0,01 * W)$$

де: ρ – щільність зразка, кг/м³;

M_v – маса зразка в стані природної вологості, кг;

V – об'єм зразка, м³;

W – вологість зразка, %.

3.2.2 Визначення вологості

Вологість піноматеріалів визначають відповідно до ГОСТ 17177 – 94. Зразки з розмірами 100 x 100 x 35 мм зважують і висушують до постійної маси в сушильній шафі при температурі 50 – 60 °С. Перед повторним зважуванням зразки поміщають у закриту склянку й охолоджують в ексікаторі із хлористим кальцієм і сірчаною кислотою (щільність дорівнює 1,84 г/см³). до кімнатної температури. Зважування проводять із точністю до 0,01 г. Вологість обчислюють по формулі:

$$W = (m - m_1) * 100 / m_1$$

де : W – вологість пінопласту, %;

m – маса зразка до висушування, г;

m_1 – маса зразка, висушеного до постійної маси, г.

3.2.3 Визначення сорбційної вологості

Сорбційна вологість пінопласту визначається за ГОСТ 17177 – 94 на зразках прямокутної форми з розмірами 100 x 100 x 35 мм. Зразки висушують до постійної маси при температурі 50 – 60 °С, потім зважують з точністю до

					2016.002.00.000 ПЗ	Лист
						34
Ізм	Лист	№ документа	Підп.	Дата		

0,01 г і поміщують в ексікатор з водою. Ексікатор установлено в термостаті, де підтримується температура 20 ± 3 °С. Об'єм зразка не повинен перевищувати 50% усього об'єму повітряного простору в ексікаторі. Через 72 години зразок виймають і зважують з точністю до 0,01г. Сорбційну вологість визначають за формулою:

$$W_c = (m_2 - m_1) * 100 / m_2$$

де : W_c – сорбційна вологість пінопласту, %;

m_1 – маса зразка висушеного до постійної маси, г;

m_2 – маса зразка насичена парами води, г.

3.2.4 Визначення водопоглинання

Для визначення водопоглинання за ГОСТ 17177 – 94 виготовляють зразки стандартного розміру. Зразки висушують до постійної маси і занурюють у воду з температурою 20 ± 3 °С. перші три години зразок має бути занурений у воду до полонини товщини, і потім – повністю занурений у воду. Через 24 години зразок виймають із води, видаляють з його поверхні надлишки води й негайно зважують. Маса води, що впливає на чашку ваг з пор зразка під час зважування, включається в обчислюємо масу водонасиченого зразка. Водопоглинання обчислюють з точністю до 0,1 % за формулою:

$$W_n = (m_4 - m_3) * 100 / m_4$$

де: W_n – водопоглинання, %;

m_3 – маса зразка, висушеного до постійної маси, г;

m_4 – маса зразка після насичення водою, г.

3.2.5 Визначення межі міцності

Методики для визначення міцності і теплопровідності гранульованих матеріалів немає, тому їх випробовують у вигляді блоків, отриманих зі зв'язуючим.

					2016.002.00.000 ПЗ	Лист
						35
Ізм	Лист	№ документа	Підп.	Дата		

3.3 Методи приготування полімерних композицій

Для отримання спінених гранульованих теплоізоляційних матеріалів на основі рідкого скла використовується двокомпонентна система. Перший компонент системи представляє собою рідке скло, другий – неорганічний наповнювач.

Процес одержання спіненого полімерного наповнювача для теплоізоляції можна розділити на три стадії.

Перша стадія процесу полягає в приготуванні композиції з розчину рідкого скла й наповнювача, що забезпечує необхідні технологічні й експлуатаційні властивості. Композицію готують у змішувачі, куди завантажують всі необхідні компоненти в кількостях відповідно до рецептури. Перемішування проводять на протязі 2 - 3 хвилин до одержання однорідної й досить грузлої системи. Після чого суміш переміщується у видаткову ємність.

Слід зазначити, що в'язкість розчину регулюється залежно від діаметра філ'єр. Діаметр філ'єр може коливатися в діапазоні від 0,7 до 2,5 мм. В'язкість суміші тим більше, чим більше уведено наповнювача.

В основі другої стадії лежить процес одержання гранул; суміш із видаткової ємності надходить на філ'єрну пластину, через яку самопливом у вигляді крапельок потрапляє у ванну гранулятора, заповнену 30%-вим розчином хлориду кальцію щільністю 1,29...1,35 г/см³. У момент, коли краплі попадають у розчин хлориду кальцію, вони утворюють гранули зі зміцненим поверхневим шаром, що являє собою кремнегель, що містить адсорбований оксид кальцію. Гранули, що утворилися, витримують у розчині на протязі 30 - 40 хвилин, при температурі розчину 30 °С, після чого розчин зливають, а гранули висушують при кімнатній температурі протягом 24 годин.

Третя стадія процесу - безпосередньо спінення й отвердження. Спінення варто проводити в печі НВЧ, при потужності випромінювання 500...700 Вт на протязі 5...10 хвилин, залежно від складу композиції.

					2016.002.00.000 ПЗ	Лист
						36
Ізм	Лист	№ документа	Підп.	Дата		

Посилаючись на літературні джерела, а також на результати попередніх експериментів було запропоновано рецептуру для одержання спіненого гранульованого матеріалу на основі рідкого скла.

Таблиця 3.2 Рецептура для одержання спіненого гранульованого теплоізоляційного матеріалу на основі рідкого скла (діаметр філ'єри 1 мм)

Інгредієнт	Кількість у мас. ч.	Кількість, %
Рідке скло	100	98,5
Цинку оксид	1,5	1,5

Отримані гранульовані матеріали відрізняються досить високими фізико - механічними показниками, вони нетоксичні, пожежобезпечні, стійкі до впливу УФ - випромінювання, не гниють, не ушкоджуються мікроорганізмами. Такі матеріали також відрізняються підвищеною термостійкістю й можуть експлуатуватися в умовах підвищених температур – до 600 °С.