

ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ У ВИРОБНИЦТВІ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У статті розглянуто теплоізоляційні матеріали, при виготовленні яких було використано відходи. Визначено їх переваги, недоліки та галузі застосування.

Ключові слова: теплоізоляційні матеріали, відходи, деревоволокнисті плити, арболіт, мінеральна вата, шлаковата, скловата.

Abstract

The article deals with insulation materials, in the manufacture of which were waste. Determine their advantages, disadvantages and areas of application.

Keywords: heat-insulating materials, waste, wood-fiber slabs, arbolith, mineral wool, slag wool, glass wool.

Вступ

На сьогоднішній день питання енергозбереження та енергоефективності є актуальним для усього світу і, особливо, для України. Щорічно в Україні витрачається близько 300 млн. т. умовного палива, а енерговитрати на одиницю валового національного продукту у 2 – 3 рази перевищують показники економічно розвинутих країн [1]. Щоб ефективно використовувати енергоресурси при проектуванні та будівництві споруд використовують теплоізоляційні матеріали.

Виробництво теплоізоляційних матеріалів вимагає пошуку нових технологій, використання різноманітних добавок для покращення таких показників, як термічний опір, термостійкість, міцність та інші, та зниження його собівартості. Введення металургійних шлаків, некондиційних легкоплавких глин, золи та скопу (відходи целюлозно-паперового виробництва) інших відходів виробництва сприяє процесам структуроутворення, які дозволяють оптимізувати пористу структуру, підвищити міцність виробів, а також витрати на добування та транспортування сировини, що значно знижує собівартість виробів та поліпшує екологічне становище у промислових регіонах країни [2-7].

Основна частина

Теплоізоляційні матеріали, як правило, поділяють на: органічні – одержувані переробкою неділової деревини та відходів деревообробки, сільськогосподарських відходів, торфу і т. д.; неорганічні – мінеральна вата та вироби з неї, легкі і ніздрюваті бетони (газобетон і пінобетон), піноскло, скляне волокно, вироби з спученого перліту та ін.; змішані – виготовляють на основі азбесту, азбестових сумішей, мінеральних в'язучих речовин та на основі спучених гірських порід.

Мінеральна вата – волокнистий матеріал, що одержується з розплавів гірських порід, доменних шлаків або їхніх сумішей. Перевагами мінеральної вати є негорючість у поєднанні з високою тепло- та звукоізолюючою здатністю, стійкістю до температурних деформацій, негіроскопічністю, хімічною та біологічною стійкістю, екологічністю та легкістю виконання монтажних робіт. Однак при зберіганні мінеральна вата ущільнюється, комкується, частина волокон ламається і перетворюється в пил. Також через дуже малу міцність, покладена в конструкціях, мінеральна вата повинна бути захищена від механічних впливів. Мінеральну вату використовують, в основному, при утепленні порожнин стін, горищ, під чорновими підлогами.

Шлаковата виготовляється переважно із доменного шлаку – склоподібної або кам'янистої маси, що є відходом металургійної промисловості. Коефіцієнт теплопровідності шлакової вати коливається від 0.04 до 0.07 Вт/(м·°С). Об'ємна вага плит – 250-400 кг/м³. Шлаковата має ряд недоліків: легко і

швидко вбирає воду і має низьку стійкість до вібрацій. Використовується як ізоляційний матеріал для парових труб, котлів, холодильників, цистерн тощо [8].

Скловати отримують шляхом переробки скла та піску, а також вторинної переробки скляних виробів. Об'ємна маса скловати до 130 кг/м^3 . Коефіцієнт теплопровідності $0,35 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$. Температуростійкість скляної вати — $450 \text{ }^\circ\text{C}$. Вироби зі скляної вати у порівнянні з іншими видами мінеральної вати мають підвищену пружність і міцність та хімічну стійкість. Скляна вата практично не містить неволокнистих включень і має високу вібростійкість. Недоліком скловати є підвищена ламкість волокон, гострі й тонкі уламки яких легко проникають в одяг і далі в шкіру, викликаючи свербіж. Скловата застосовується для теплоізоляції будівельних конструкцій будь-якої форми та конфігурації та трубопроводів, облицювання нерівних поверхонь.

Перспективним напрямком розробки теплоізоляційних матеріалів із відходів сьогодні є використання органічної сировини. Органічні теплоізоляційні матеріали характеризуються низькою водо-, біо- та вогнестійкістю.

Пробку виготовляють із зовнішньої кори старого коркового дуба. Замкнута пориста будова пробки забезпечує гарні тепло- та звукоізоляційні властивості. Вона легка, м'яка та зберігає свою форму після деформації. За 100 років пробка зношується приблизно на 5%. Також цей матеріал містить суберин, танін і натуральний віск, що забезпечує стійкість до вологи, гниття, цвілі та горіння. Пробка використовується для утеплення фасадів, стін, підлог та покриттів. Плити виготовляються з подрібненої кори, шляхом термообробки під тиском. Розміри плит 600×300 , 450×450 , 450×150 мм при товщині 4-6 мм, та 900×300 , 905×295 , 910×300 , 905×140 мм при товщині 10-12 мм [9].

Матеріали і вироби можуть бути виготовлені з попередньо подрібнених кускових відходів деревини із застосуванням мінеральних в'язучих речовин (арболіт, фіброліт), клейових речовин (деревостружкові та волокнисто-стружкові плити, хвилястий покрівельний матеріал) і без їх застосування (деревноволокнисті та деревошерстні плити – ДШП). Деревно-тирсові плити виготовляються із суміші тирси, полімеру, гідрофобізатора і антисептика. Плити можуть бути одно- і багатошарові, суцільними і нідюватими. Для теплової ізоляції можна застосовувати нідюваті плити середньою густиною до 500 кг/м^3 . Деревноволокнисті плити виготовляють з неділової деревини, відходів лісопильної і деревообробної промисловості, паперової макулатури, а також стебел соломи, кукурудзи, бавовнику і деяких інших рослин. Додавання вапняку забезпечує захист від шкідників. Подрібнені відходи деревини використовують для виробництва ДВП і ДСП, володіють хорошою теплозахистом. Проте даний матеріал горючий, а при горінні виділяються отруйні речовини. Використовують для ізоляції підлоги, горіщ та стін [8].

Арболіт являє собою різновид легкого бетону, виготовленого з підібраної суміші цементу, органічних заповнювачів, хімічних добавок і води. У якості органічних заповнювачів виступають дроблені відходи деревних порід, січка очерету, багаття конопель або льону, соняшникове лушпиння і тощо. Арболіт буває двох видів: теплоізоляційний арболіт (щільністю до 500 кг/м^3) і конструкційно-теплоізоляційний (щільністю до 700 кг/м^3). Міцність при стисненні коливається від 0,5 до 3,5 МПа, на розтяг при вигині – від 0,4 до 1,0 МПа. Теплопровідність арболіту становить $0,1...0,126 \text{ Вт/(м}\cdot\text{}^\circ\text{C)}$. Цей матеріал використовують для утеплення стін, перегородок та покриттів різного призначення [8].

Тирсобетони (кислорбетони) застосовують для теплової ізоляції при середній густині $300-600 \text{ кг/м}^3$ і міцності на стиск $0,4-3 \text{ МПа}$. Як в'язучі використовують цемент, вапно і гіпс [8].

Короліт виготовляють з кори різних порід деревини. Кращими рахуються ялинові відходи, які містять найбільшу кількість луб'яних волокон. Середня густина короліту $450-800 \text{ кг/м}^3$, границя міцності при стиску $0,5-3,5 \text{ МПа}$.

Повсть будівельний отримують з відходів грубої вовни з добавкою рослинних волокон і крохмального клейстеру. Після валки повсть має вигляд пластин довжиною і шириною до 2 м. Щільність повсті 150 кг/м^3 , теплопровідність близько $0,06 \text{ Вт/(м}\cdot\text{}^\circ\text{C)}$. Перед вживанням повсть, як правило, просочують рідким глиняним розчином для запобігання від молі і швидкого займання. Використовують для утеплення стін, стель під штукатуркою, дверних та віконних коробок, стиків щитів у збірних будівлях [10].

Із залишків шерсті овець виготовляють теплоізоляційні плити. Утеплювач має здатність поглинати вологу до 40% від власної ваги. Випускається в рулонах і плитах товщиною $50/75/100$ мм. Полотна використовують для утеплення стін (для захисту від молі використовується спеціальна добавка).

Подрібнені відходи вторинної бавовни змішуються з конопляним наповнювачем і закріплюються поліестером. Матеріал поставляється в плитах або рулонах. Іноді в матеріал додаються борати для боротьби з шкідниками і для зменшення горючості. Бавовняний матеріал не викликає алергії, має здатність до вологообміну, забезпечує чудову звукоізоляцію. Найвідоміший виробник Isonat пропонує мати, що включають в свій склад 42,5% переробленого бавовни, 42,5% конопель і 15% поліестеру.

Льон. Використовуються волокна стебла льону. Матеріал має тепло- і вологозахисні властивості, здатний до регуляції вологості (поглинає вологу і віддає її в умовах низької вологості). Льняний утеплювач випускають Німеччина, Фінляндія і Франція. Картопляний крохмаль, використовуваний в якості в'язучого, робить матеріал 100% натуральним. Поставляється в плитах.

Ріпліт – теплоізоляційний матеріал на основі рисової соломи і спіненого полімерного зв'язуючого. Він не горить, не піддається впливу плісняви та мікроорганізмів. Ріпліт одержують чотирьох марок за середньою густиною: 75, 100, 150, 200 кг/м³ з границею міцності при стиску 0,05-0,18 МПа, при згині 0,08-0,6 МПа і теплопровідністю 0,14-0,39 Вт/м °С.

Солома є найдешевшим видом утеплювача. Рулони, панелі або плити використовують для утеплення перегородок, даху, в якості накладок на зовнішні стіни. Матеріал вимагає захисту від природного руйнування, проникнення вологи і комах, але є досить горючим.

Плити страміту виготовляють з пресованої в гарячому стані соломи зернових культур вологістю не вище 12%, обклеєної з усіх сторін картоном. Як клей використовують рідке натрієве скло з модулем 2,6-3. Плити страміту мають середню густину в повітряно-сухому стані 240-360 кг/м³, границю міцності при згині 0,4-0,8 МПа, теплопровідність 0,29-0,42 Вт/м °С.

Костроміт відноситься до теплоізоляційних матеріалів з найбільш простою технологією. Його одержують змішуванням сухої костри з вогнезахисною сульфітно-глиняною пастою. Середня густина костроміту 200 кг/м³, теплопровідність 0,25 Вт/м °С.

Плити з комишиту застосовують на протязі багатьох років в сільському будівництві як утеплювач зовнішніх каркасних стін, перегородок, перекриття і покриття. Їх одержують з стебел комиша пресуванням і закріпленням в відпресованому стані сталевим оцинкованим дротом. Довжина плит 2400-2800 мм, ширина 550-1500 мм, товщина 30-100 мм. Їх середня густина залежить від ступеня пресування і коливається від 175 до 250 кг/м³, міцність при згині – 0,5МПа, теплопровідність – 0,17-0,24 Вт/м °С.

Папір. Целюлозна теплоізоляція – це "пухнастий" теплоізоляційний матеріал, зроблений з переробленої макулатури. Додавання антипірену і біоцидних добавок забезпечило захист від шкідників і гниття. При зволоженні матеріал втрачає вогнезахисні властивості. Паперовий утеплювач застосовують для утеплення горищних перекриттів. Випускається також у вигляді плит, з додаванням мішковини. Популярні виробники: Excel Warmcel і Nomatherm board.

За кордоном широко використовуються теплоізоляційні матеріали на основі перліту, до складу яких, як зміцнювальний компонент, вводять макулатуру. Теплоізоляційний матеріал з макулатури виготовляється у вигляді плит різних розмірів і товщини (30-100 мм), масою 20, 25, 30 кг/м² та теплопровідністю 0,046-0,075 Вт/(м·К). Для забезпечення захисту від вогню та гниття в матеріал додається бура. Такий утеплювач застосовують для утеплення горищних перекриттів [11].

Висновки

Встановлено, що головними проблемами у сфері поводження з відходами сьогодні є їх утилізація та ефективна переробка (рециркуляція) з подальшим використанням.

Використання твердих промислових відходів як вторинної сировини у виробництві теплоізоляційних матеріалів значно скорочує їх вартість та є одним із пріоритетних напрямків мінімізації антропогенного впливу на довкілля та покращення екологічної ситуації в країні.

Одержання ефективних конструктивно-теплоізоляційних та теплозвукоізоляційних матеріалів потребує розробки технологій утилізації таких промислових відходів, як, наприклад, зола, шлаки, некондиційні легкоплавкі глини, відходи сільського господарства, деревообробної та целюлозно-паперової галузей і т. п.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Панченко Микола Васильович. Ресурсозберігаюча технологія виробництва золокерамічної цегли з використанням лугомістких відходів промисловості: дисертація канд. Техн. Наук: 05.23.05 / Кримська академія природоохоронного та курортного будівництва. – Сімф., 2003. – 17 С.

2. Ковальський В. П. Обґрунтування доцільності використання золошламового вяжучого для приготування сухих будівельних сумішей / В. П. Ковальський, М. С. Лемешев, В. П. Очеретний, А. В. Бондар // Ресурсоекономічні матеріали, конструкції, будівлі і споруди. Низькоенергоємні вяжучі, бетони і розчини: Матеріали VIII науково-практичного семінару (30-31 жовтня 2013 р., м. Рівне, НУВГП) «Структура, властивості та склад бетону»: збірник наукових праць. – Випуск 26, 2013. – Рівне: Видавництво Національного університету водного господарства та природокористування. – С. 186-193.

3. Очеретний В. П. Вплив мінеральних мікронаповнювачів на властивості поризованих сухих будівельних сумішей / В. П. Очеретний, В. П. Ковальський, А. В. Бондар // Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: «Будівництво». – Випуск 10 (18). – 2014. – С. 44-47.

4. Очеретний В. П. Перспективні напрямки переробки та утилізації відходів карбонатних порід / В. П. Очеретний, В. П. Ковальський, А. В. Бондар // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: Тези доповідей XXIV міжнародної науково-практичної конференції, Ч.ІІІ (18-20 травня 2016 р., Харків) / за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків, НТУ «ХПІ». – С. 385.

5. Боднар А. В. Использование карбонатных пород как микронаполнителей в сухих строительных смесях пористой структуры / А. В. Боднар, В. П. Ковальський, В. П. Очеретний // Актуальные проблемы архитектуры, строительства, энергоэффективности и экологии – 2016: сборник материалов международной научно-практической конференции. – В 3-х т. – Т. I. – Тюмень: РИО ФГБОУ ВО Тюменский индустриальный университет, 2016. – С. 207-213.

6. Ковальський В.П. Звукоізоляційні сухі будівельні суміші на основі відходів виробництва / В. П. Ковальський, В. П. Очеретний, А. В. Бондар // Інноваційне розвиток територій: Матеріали IV Міжнарод. науч.-практ. конф. (г. Череповец, 26 лютого 2016 г.) – Череповец: ЧГУ, 2016. – С. 73–78. – ISBN 978–5–85341–688–8.

7. Ковальський В. П. Використання глиняного порошку як мінерального мікронаповнювача у сухих будівельних сумішах / В. П. Ковальський, В. П. Очеретний, А. В. Бондар, А. С. Кузьмич // Міжнародне періодичне наукове видання «Научные труды SWorld». – Випуск 2 (43). Том 7. – Іваново: Научный мир, 2016. – С. 86-92.

8. Будівельне матеріалознавство / [П. В. Кривенко, К. К. Пушкарьова, В. Б. Барановський та ін.]. – Київ: ТОВ УВПК "ЕксОб", 2006. – 704 с.

9. Пробка как строительный и отделочный материал [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://matstroy.net/st-mat/205-probka.html>.

10. Домокеєв А. Г. Строительные материалы / Учебник для строительных вузов, 2-е изд. перераб. и доп./ А. Г. Домокеєв. – М.: Высшая школа, 1989. – 495 с.

11. Способи вторинного перероблення та утилізації відходів комбінованих матеріалів і пакування на основі паперу і картону [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://studopedia.info/7-82409.html>

Абрамович Віта Сергіївна — студентка групи БМ-166, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: 2b16b.abramovych@gmail.com

Підгорна Олена Володимирівна — студентка групи БМ-166, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: 2b16b.pidhorna@gmail.com

Бондар Альона Василівна — асистент кафедри містобудування та архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: alichka.vin@i.ua

Науковий керівник: **Бондар Альона Василівна** – асистент кафедри містобудування та архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: alichka.vin@i.ua

Vita S. Abramovych — Student Faculty of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: 2b16b.abramovych@gmail.com

Olena V. Pidhorna — Student Faculty of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: 2b16b.pidhorna@gmail.com

Bondar Alena — assistant of Construction, Urban and Architecture Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: alichka.vin@i.ua

Supervisor: **Bondar Alena** — assistant of Construction, Urban and Architecture Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: alichka.vin@i.ua