

УДК: 620

К.А. Бондар, Н.П. Зайчук*Луцький національний технічний університет***АНАЛИЗ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТА ЗАСТОСУВАННЯ ТЕРМОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ У ХОЛОДИЛЬНОМУ ОБЛАДНАННІ***Проведений аналіз існуючих термоізоляційних матеріалів, з'ясовані проблеми, що виникають при їх використанні у різних сферах та при виготовленні холодильного обладнання.**Ключові слова: термоізоляція, теплоізоляційні матеріали, корпус холодильника, полімеризація***К.А. Бондарь, Н.П. Зайчук***Луцкий национальный технический университет***АНАЛИЗ СВОЙСТВ И ПРИМЕНЕНИЕ ТЕРМОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В ХОЛОДИЛЬНОМ ОБОРУДОВАНИИ***Проведенный анализ существующих теплоизоляционных материалов, выяснены проблемы, возникающие при их использовании в строительстве и при изготовлении холодильного оборудования.**Ключевые слова: термоизоляция, теплоизоляционные материалы, корпус холодильника, полимеризация***K.A. Bondar, N.P. Zaychuk***Lutsk National Technical University***ANALYSIS OF PROPERTIES AND MATERIALS INSULATION IN REFRIGERATION EQUIPMENT***The analysis of existing insulating materials, clarified problems encountered when using them in different areas and in the manufacture of refrigeration equipment.**Keywords: insulation, insulation materials, building refrigerator, polimerization*

Постановка проблеми. Однією із галузей по використанню теплоізоляційних матеріалів є виготовлення холодильних камер, вітрин, столів, тощо. Сьогодні в якості таких матеріалів використовують пінопласт, пінополіуретан, мінеральну вату і ін. Їх поставляють у вигляді листів, які в подальшому необхідно різати, фрезерувати, вони неекологічні, мають високий коефіцієнт теплопровідності, погану адгезію або її відсутність. Часто доводиться стикатися із невідповідністю розмірів під час збирання холодильника. Для полімеризації піни потрібно великий проміжок часу, що призводить до простою на виробництві, небажаних витрат, які потім входять у вартість виробу.

Теплоізоляційні матеріали, які використовуються у холодильному обладнанні, повинні відповідати наступним вимогам:

- низький коефіцієнт теплопровідності;
- невелика маса;
- мала гігроскопічність (здатність матеріалу поглинати водяні пари з повітря в результаті адсорбції);
- вологостійкість;
- вогнестійкість;
- довговічність;
- ціна;
- відсутність запахів.

Актуальним питанням є переробка вторинної сировини: переробка пластику, металу, паперу, деревини та ін.. Однією із причин використання таких матеріалів є відносно нижча вартість, а також безпечність для навколишнього середовища.

Тому перед науковцями постає питання дослідження нових матеріалів, а також вдосконалення існуючих, які б відповідали цим вимогам.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Перспективи набули екологічно чисті матеріали, а саме ті, які підлягають вторинній переробці. До досліджуваних матеріалів відносяться піна з деревини, аерогель з целюлози, пінополіуретан на водній основі. Ці матеріали розпочали досліджувати для подальшого їх застосування у будівництві, оскільки важливе місце займає економія енергетичних ресурсів.

Постановка завдань. Метою роботи було дослідити уже існуючі термоізоляційні матеріали, знайти альтернативу та розробити матеріал для застосування у холодильному обладнанні, який

відповідав би експлуатаційним вимогам, необхідними для ізоляції теплового потоку такого роду установок, обладнання, тощо.

Викладення основного матеріалу. Всі теплоізоляційні матеріали поділяються на органічні та неорганічні. Останні характеризуються низькою теплопровідністю, високою вогнестійкістю, низькою гігроскопічністю, стійкістю щодо загнивання. Їх використовують для утеплення будівельних конструкцій, ізоляції гарячих чи холодних поверхонь промислового обладнання і трубопроводів.

Одним із таких матеріалів є мінеральна вата. Сировиною можуть бути такі гірські породи, як доломіт, вапняк, мергель, базальт, шлак, зола. Технологія виготовлення полягає у плавленні сировини та отриманні волокон. Розплав відбувається у шахтних печах-вагранках, у ванних печах. Волокноутворення відбувається відцентровим способом, дуттям. Застосовують мінеральну вату у вигляді гранул для засипки, для виготовлення матів, повсті, жорстких чи напівжорстких плит, шкаралуп, сегментів [1].

Спучений вермикуліт – сипкий теплоізоляційний матеріал, отриманий шляхом подрібнення і короткотривалого випалювання протягом 3...5 хвилин природного вермикуліту. Вермикуліт – складний алюмосилікат магнію, продукт видозміни слюд, в основному біотиту. У процесі випалювання при температурі 800...1000 °С вермикуліт спучується, збільшуючись у об'ємі в 20 разів і більше. Спучений вермикуліт має високу пористість, малу густину, низьку теплопровідність і високу температурну стійкість. Насипна густина його залежить від умов випалювання і розмірів зерен.

Випалюють вермикуліт у шахтних або обертових печах. Найефективніший спосіб випалювання – у зваженому стані. Спучений вермикуліт сортують на фракції за крупністю зерен і за насипною густиною і запаковують у щільні паперові мішки. Зберігають вермикуліт у критих приміщеннях, не допускаючи зволоження, розпилення, забруднення, ущільнення. Висота складування вермикуліту у м'якій тарі не повинна перевищувати 1,5 м.

Таблиця 1.

Показники фізико-механічних властивостей спученого вермикуліту

Марка	Насипна густина, кг/м ³	Коефіцієнт теплопровідності, Вт/(мК), при температурі	
		20...30 °С	320...330 °С
100	100	0,064	0,151
150	150	0,07	0,157
200	200	0,076	0,162

Спучений вермикуліт – прекрасний теплоізоляційний матеріал. Його застосовують як засипку при температурі ізолюючих поверхонь від мінус 260 до плюс 1100 °С. Вермикуліт застосовують для виготовлення теплоізоляційних виробів – додаючи в'язучі речовини формують плити, шкаралупи, сегменти. Температурна стійкість виробів зі спученого вермикуліту залежить від в'язучої речовини: вироби на основі портландцементу мають температуростійкість до 1000 °С, на основі глини з додаванням крохмалю – до 900 °С, на основі полімерних в'язучих – не вище 200 °С. Спучений вермикуліт застосовують як заповнювач для легких бетонів і для приготування штукатурних теплоізоляційних розчинів.

Перліт – кремнеземиста гірська порода вулканічного походження при короткотривалому випалюванні подрібненого перліту при температурі 700...1200 °С отримується пористий матеріал у вигляді піску чи щебеню – спучений перліт. Окрім перліту сировиною можуть бути і інші вулканічні породи, які відносяться до групи вулканічних стекл. Загальною властивістю сировини усіх видів, що забезпечує спучення, є вміст води.[2]

Пінополіуретан (ППУ) – теплоізоляційний і гідроізоляційний матеріал, що має малу вагу і відмінну міцність, своєрідну структуру, завдяки якій має найменший коефіцієнт теплопровідності у порівнянні з іншими теплоізоляційними матеріалами.

ППУ – різновид пластмас з комірчастою структурою. У відповідності до своїх властивостей, пінополіуретан визнаний у всьому світі полімером номер один. Це – ізоляційний матеріал з низьким коефіцієнтом теплопровідності, в якому тільки 3% від обсягу ППУ складає твердий матеріал, що представляє каркас з ребер і стінок, решта 97% складають закриті пори, заповнені ізоляційними газами і повітрям, які є поганим провідником тепла. ППУ – це двокомпонентна суміш, яка складається з:

- поліольного компонента (компонента «А»), що містить поліоли, каталізатори, стабілізатори, спінювач і антипірени;
- ізоціонатного компонента (компонента «Б»).

В результаті синтезу компонента А і компонента Б (обидві речовини є похідними нафти) отримують пінополіуретан, а за рахунок зміни складу та режимів переробки вдається отримати великий асортимент кінцевих продуктів – від м'яких еластичних матеріалів до жорстких і твердих, з різними густиною і фізико-механічними параметрами.

ППУ має високий ступінь зчеплення з різними будівельними матеріалами такими як: цегла, метал, деревина, штукатурка і т.п. Це матеріал стійкий до кислотних і лужних середовищ, не схильний до гниття, цвілі, його не пошкоджують гризуни, не впливає на фізіологію людини, що підтверджують сертифікати видані ФС по нагляду у сфері захисту прав споживачів і благополуччя людини.

Поліуретанова піна – теплоізоляційний матеріал, який дозволяє покривати поверхні будь-якої складності і форми, повторюючи в точності конструкцію і отримуючи покриття без єдиного стику з високим ступенем вологостійкості, перешкоджаючи утворенню корозії. Гарантований термін служби ППУ від 25 років.

Розрізняють наступні види пінополіуретанів: жорсткий, еластичний і інтегральний. Головними споживачами еластичних ППУ виступає меблева промисловість і машинобудування; жорстких ППУ систем – будівництво, холодильна техніка, кораблебудування [3].

Залежно від складу речовин, з яких виконані теплоізоляційні матеріали, виникають різні реакції на ізолювані поверхні, навколишнє середовище, організм людини або тварини. Більшою мірою це відноситься до органічних утеплювачів. В ряді випадків необхідно враховувати шкідливість речовин, які можуть виділятися при пожежі або зволоженні.

Теплоізоляційні матеріали при зволоженні або високій температурі можуть викликати корозію ізолюючої металевої поверхні. Корозія також може виникнути при застосуванні зволоженою мінеральної вати, отриманої зі шламів з високим вмістом сірки, за рахунок виділення з неї сірчистого ангідриду, який при з'єднанні з водою дає слабкий розчин сірчаної кислоти. Таку мінеральну вату або вироби з неї не можна застосовувати для конструкцій, що зазнають зволоження.

Теплоізоляційні матеріали, що містять фенол, можуть впливати на навколишнє середовище шляхом виділення запахів при експлуатації. Матеріали, що виділяють запах, не застосовують у житлових приміщеннях, харчових холодильниках і т. д. При нанесенні ізоляції, що виділяє шкідливі речовини, роботу виконують в респіраторах або спеціальних масках.

Мінераловатні та скловолокнисті матеріали порошать при виготовленні і монтажі. Для зниження запилення до них в процесі виготовлення додають спеціальні присадки: мінеральне масло або емульсол (при виготовленні мінеральної вати і виробів з неї), парафінову емульсію (при виготовленні скляного волокна або виробів з нього) [4].

Для високотемпературної теплоізоляції різних промислових печей і теплових агрегатів використовують волокнисті керамічні матеріали – алюмосилікатні волокна, що мають високу міцність, термічну стійкість і малу теплопровідність. Волокнисті керамічні матеріали здатні в порівнянні із кремнеземними (близькими за властивостями) матеріалами довгостроково витримувати температури 1650...1700°C, не бояться домішок і володіють в 2...2,5 рази вищою міцністю. Основними недоліками, що стримують застосування волокнистих матеріалів, є низькі міцність і корозійна стійкість і помітне пилоутворення, що вимагає використання спеціальних об'ємних і поверхневих покриттів (високотемпературні корозійностійкі терморегулювальні покриття). Керамічні вогнетривкі вироби одержують відливом з розплаву або відпалом мінеральної суміші. Більшість керамічних вогнетривких виробів (вогнетривів) – це кераміка на основі SiO_2 , Al_2O_3 , Mg, ZrO_2 , Be, ThO_2 , а також на основі Si, Si_3N_4 й інших безкисневих з'єднань.

Скловолокно – волокнистий матеріал, одержуваний з розплавленої скломаси. Найбільш широко застосовується безлужне алюмоборосилікатне Е-скло, а також високоміцне скло на основі оксидів: SiO_2 , Al_2O_3 , Mg. Діаметр скловолокна коливається від 0,1 до 300 мкм. Форма перетину може бути у вигляді кола, квадрата, прямокутника, трикутника, шестикутника. Випускаються й порожнисті волокна. За довжиною волокно поділяється на шпательне (від 0,05 до 2...3 м) і безперервне. Скловолокно має високі тепло-, електро- і звукоізоляційні властивості, воно термо- і хімічно стійке, негорюче, не гние. Поверхню скляних волокон під час транспортування й різних видах перероблення замащують для запобігання стиранню, тому що від стану поверхні волокон залежить їхня міцність. Зі скловолокна виготовляють скловату, тканини й сітки, а також неткані

матеріали у вигляді джгутів і полотен, скломатів. Скловата – матеріал зі скляних волокон, діаметр яких для виготовлення теплоізоляційних виробів не повинен перевищувати 21 мкм. Структура вати повинна бути пухкою – кількість пасм, що складаються з паралельно розміщених волокон, не більше 20% за масою. Скляну вату з безперервного волокна застосовують для виготовлення теплоізоляційних матеріалів і виробів при температурах ізольованих поверхонь від мінус 200 до плюс 450°C. Скломати (АСІМ, АТІМС, АТМ-3) – матеріали, що складаються зі скловолокон, розміщених між двома шарами склотканини або склосітки, прошитої склонитками. Вони застосовуються при температурах 60...600°C як армуючі елементи у композиційних матеріалах. Склоруберойд і скловойлок – рулонні матеріали, одержувані шляхом двостороннього нанесення бітумної (біту - многуомової або бітумно-полімерної) в'язкої речовини, відповідно на скловолокнисте полотно або скловойлок і покриті з одного або двох боків суцільним шаром посипки. Сполучення біостійкої основи й просочення з підвищеними фізико-механічними властивостями дозволяють досягти довговічності для склоруберойду близько 30 років. Залежно від виду посипання, що запобігає злипанню при зберіганні в рулонах, і призначення склоруберойд випускають таких марок: С-РК (із грубозернистим посипанням), С-РЧ (з лускатим посипанням), С-РМ (з пилоподібним або дрібнозернистим посипанням). Застосовують руберойд-рубейд-стекрубейд для верхнього й нижнього 105 шарів покрівельного килима й для обклеювальної гідроізоляції. Гідросклоізол – гідроізоляційний рулонний матеріал, призначений для гідроізоляції залізобетонних виробів тунелів (марка Т), пролітних будов мостів, шляхопроводів й інших інженерних конструкцій (марка М). Гідросклоізол складається зі склооснови (тканої або нетканої сітківки, дубльованої склополотном), покритої по обидва боки шаром бітумної маси, у яку входять бітум, мінеральний наповнювач (близько 20%) з меленим тальком, магнезитом, а також пластифікатором. Відрізняється, крім високої водонепроникності, гарними міцнісними показниками при розтяганні в поздовжньому напрямку. Він витримує розривне навантаження при вищій категорії якості 735 Н. Теплостійкість – 60...65°C, температура крихкості – від мінус 20 до мінус 10°C. Гідросклоізол наклеюють без застосування мастик – рівномірним плавленням (наприклад, використовуючи полум'я газового пальника) його поверхні. Піноскло (комірчасте скло) – комірчастий матеріал, одержуваний спіканням тонко здрібноного скляного порошку й пороутворювача. Виробляють зі скляного бою або використовують ті самі сировинні матеріали, що й для виробництва інших видів скла: кварцовий пісок, вапняк, соду й сульфат натрію. Пороутворювачами можуть бути кокс і вапняк, антрацит і крейда, а також карбід кальцію й кремнію, що виділяють при спіканні вуглекислий газ, який утворює пори. Піноскло має специфічну будову – у матеріалі стінок великих пор (0,25...0,5 мм) утримуються дрібні мікропори, що обумовлює малу теплопровідність (0,058...0,12 Вт/(м·К) при досить великій міцності, водостійкості й морозостійкості. Пористість різних видів піноскла становить 80...95%; щільність – 150...250 кг/м³; міцність – 2...6 МПа. Має високі тепло- і звукоізоляційні властивості. Піноскло – горючий матеріал з високою (до 600°C) теплостійкістю. Легко обробляється (пиляється, шліфується); воно добре склеюється, наприклад, із цементними матеріалами. Плити з піноскла застосовують для теплоізоляції огорож конструкцій будинків (стін, перекриттів, покрівель й ін.), у конструкціях холодильників (ізоляція поверхонь із температурою експлуатації до 180°C), для декоративної обробки інтер'єрів. З піноскла з відкритими порами виготовляють фільтри для кислот і лугів. Склопор одержують шляхом грануляції й спучування рідкого скла з мінеральними добавками (крейдою, меленим піском, золю ТЕС й ін.). У сполученні з різними зв'язуючими речовинами склопор використовують для виготовлення штучної, мастичної і заливальної теплоізоляції. Найбільш ефективно застосування склопору в ненаповнених пінопластах, тому що введення його в пінопласт дозволяє знизити витрати полімеру й значно підвищити вогнестійкість теплоізоляційних виробів. Армоване скло – конструкційний виріб, одержуваний методом безперервного прокату неорганічного скла з одночасним закручуванням усередину листа металеві сітки з відпаленого хромованого або нікельованого сталевого дроту. Це скло має межу міцності при стиску 600 МПа, підвищену вогнестійкість (до 1,3 год), безосколочне при руйнуванні, світлопроникність – більше 60%. Може мати рівну, кутикову або візерункову поверхню, бути безбарвним або кольоровим. Армоване скло застосовують для скління ліхтарів верхнього світла, віконних плетінь, облаштування перегородок, сходових маршів та ін.

Піношлакосітал – спінений шлакосітал із комірчастою структурою. Ефективний теплоізоляційний матеріал з незначним водопоглинанням і малою гігроскопічністю. Робочі температури – до 750°C. Піношлакосітали використовують для утеплення стін і звукоізоляції приміщень, а також для ізоляції трубопроводів теплотраси й промислових печей. У

машинобудуванні сітали застосовують для виготовлення підшипників, деталей двигунів, труб, жаростійких покриттів, лопат компресорів, точних калібрів металорізальних верстатів, метрологічних мір довжини, фільтр для витягування синтетичного волокна, абразивів для шліфування; у хімічному машинобудуванні – пар тертя, плунжерів, деталей хімічних насосів, реакторів, мішалок, запірних клапанів. Радіо- й електротехнічні сітали використовуються для виготовлення підкладок, оболонок, плато, сітчастих екранів, антенних обтічників й ін., а також як жаростійкі покриття для захисту металів від дії високих температур. Фототехнічні сітали застосовуються для виготовлення сітчастих екранів телевізорів, коліматорів світла, дорожніх знаків, дзеркал телескопів, для заміни фотоемульсій діапозитивів, на шкалах приладів й ін. Розподільна здатність і якість зображення у фотосіталів вищі, ніж у звичайних фотоемульсій.

Фіброліт – штучний деревний матеріал, що виготовляється з деревної шерсті і неорганічної в'язучої речовини, частіше за все портландцементу (цементний фіброліт). Щільність цементно-фібролітових плит – 250...500 кг/м³. Залежно від щільності цементний фіброліт випускають трьох марок: Ф-300, Ф-400, Ф-500. Характеристики фіброліту залежать від його щільності і товщини виробу (плит). Так, межа міцності при вигині фібролітової плити Ф-400 завтовшки 75 мм становить 0,7 МПа. Модуль пружності при вигині – 300...500 МПа. Теплопровідність цементно-фібролітових плит 0,08...0,1 Вт(м·К). Водопоглинання – 35...45%. Вологість повинна бути не більше 20% (за масою). Фіброліт належить до біостійких важкоспалюваних матеріалів. Фіброліт марки Ф-300 застосовують як теплоізоляційний матеріал, марок Ф-400 і Ф-500 – конструкційно-теплоізоляційного матеріалу в приміщеннях з відносною вологістю повітря не вище 75%. Цементний акустичний фіброліт марок Ф-400 і Ф-500 у вигляді плит характеризується високим коефіцієнтом звукопоглинання і призначений для акустичної обробки приміщень [5].

Питання «теплоізоляції» постає не лише при проектуванні різних будівель, трубопроводів, а й при виробництві холодильного обладнання. Нажаль, тут проблем більше, навіть, хоча би в тому, що різновид теплоізоляційних матеріалів є набагато менший. Не всі матеріали для теплоізоляції, які використовують при утепленні будинків можна використати у холодильному обладнанні.

Як відомо, холодильник складається із кількох частин: агрегатної частини, в яку входять комплектуючі, що дозволяють виробу працювати, корпусу та обшивки. Саме від корпусу залежить, наскільки холодильник зможе підтримувати необхідну температуру. На даний час в якості ізолюючого матеріалу використовують пінопласт, пінополіуретан, мінеральну вату та ін.. З розгляду технологій виготовлення корпусу для холодильного обладнання, можна виділити велику кількість недоліків і проблем як у самому матеріалі, так і в технології його нанесення на корпусні деталі.

Сьогодні споживач хоче отримати продукт швидко, якісно і дешево. При виготовленні холодильника проблемною операцією є нанесення теплоізоляції. В якості використання мінеральної вати чи пінопласту, необхідно піддавати листи чи мати додатковим операціям: порізці, фрезеруванню, для чого необхідно витратити певний час. Після чого дані напівфабрикати потрібно закріпити, приклеїти до корпусних деталей, і зібрати корпус. Відповідно необхідно задіяти і пилку для порізки листів на заготовки, і фрезерний станок, для обслуговування яких потрібні робітники певної кваліфікації. У вартість холодильника, за яку готовий платити клієнт, нажалі не входять дані витрати ресурсів, часу. Деякі виробники відмовились від такої великої кількості операцій і почали застосовувати пінополіуретан. Звичайно це дозволило полегшити збирання корпусу, оскільки даний матеріал має високу адгезію як з металом, так і пластиками. Зникли операції склеювання чи заклепування між собою корпусних деталей. Але при цьому з'явилися нові проблеми. Для заливки піни поліуретану необхідно проектувати пристосування, оскільки даний матеріал здатний розбухати, що в свою чергу призводить до неточності розмірів, які в свою чергу впливають на якість збирання холодильника.

Ще одним із недоліків застосування поліуретану є його полімеризація, яка супроводжується простоями у виробництві. Також, як відомо, поліуретан є шкідливим для здоров'я. Екологічність у цьому питанні є досить актуальною. Тому, у цьому напрямку теплоізоляційних матеріалів є широке поле розвитку. Тут необхідний матеріал, який мав би досить просту технологію нанесення, високу адгезію до металу, пластику, був екологічним і піддавався вторинній переробці, мав невелику масу і низький коефіцієнт теплопровідності.

Загальне порівняння різних видів теплоізоляції вказано в таблиці 2.

Таблиця 2

Порівняльна характеристика найбільш поширених теплоізоляційних матеріалів

Теплоізоляція	Коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м·К)	Густина, кг/м ³	Переваги	Недоліки
Мінеральна вата	0,038...0,06	75...150	Не горить, хімічно стійка	Висока вартість, необхідність захисту від вологи, трудомістка під час укладання
Перліт	0,043...0,053	100	Не горить, не гніє, стабільність до перепадів температур	Високе водопоглинання
Скловата	0,05	130	Висока водонепроникність, високі міцнісні характеристики, вогнестійка	Малий термін експлуатації, підвищена ламкість волокон
Пінополіуретан	0,022	40	Довговічність, біологічно стійкий, незначна вага, висока адгезія до інших матеріалів	Неможливість роботи з холодними поверхнями, після терміну служби є необхідність спеціальної утилізації

Одним з останніх винаходів у галузі екологічних теплоізоляційних матеріалів є «дерев'яний» пінопласт. У будівництві вже використовують утеплювач з деревної вати. Однак, вона швидко піддається процесам старіння, вбирає вологу, розшаровується і деформується.

Спінена деревина своїми ізоляційними параметрами абсолютно не поступається синтетичним теплоізоляційним матеріалам. До властивостей спіненої деревини відносяться:

- гідрофобність (відштовхує молекули води);
- низька теплопровідність;
- низька вага;
- міцність;
- стійкість до впливу високого тиску;
- утримує форму протягом тривалого часу.

Для виробництва матеріалу легко можуть використовуватися відходи лісопереробки. Загалом, підходить будь-яка деревина або її кора. Її подрібнюють до в'язкого стану. Отримана суспензія спінується за допомогою спеціального газу. Завдяки природним властивостям целюлози матеріал почне укріпляти. Коли маса застигає, з неї формують блоки або листи по заданих параметрах. Головний плюс виробництва – нешкідлива утилізація і поновлювані запаси сировини. Розробники говорять про можливість вторинної переробки спіненої деревини. Але навіть якщо це не буде користуватися попитом, то утилізація матеріалу не вимагає великих витрат і безпечна. За рахунок стійкості до механічних впливів матеріал не руйнується під власною вагою. Це забезпечує його довговічність.

Сфера застосування спіненої деревини в теорії досить велика. Але глобальне впровадження нового матеріалу вимагає часу.

Висновки. В статті розглянуто характеристики найбільш поширених термоізоляційних матеріалів, їх технології виготовлення, проблематику при використанні у холодильному обладнанні. З'ясовані властивості, які необхідні для термоізоляційного матеріалу для зменшення теплового потоку у холодильниках.

Список використаних джерел:

1. Низкотемпературные холодильные установки. Front Cover · В.И. Канторович, В.Д. Вайнштейн. Рипол Классик, 1972 – Technology & Engineering - 352с.
2. Высокопористые материалы: Структура и тепломассообмен: монография / А. Д. Жуков; М-во образования и науки Рос. Федерации, Моск. гос. строит. ун-т. Москва: МГСУ, 2014 – 208 с.
3. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31-2006: затв. Міністерством будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства 09.09.2006: на заміну СНиП II-3-79: чинні від 01.01.2007. – К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства, 2006. – 70 с.
4. Промисловий потенціал України: проблеми та перспективи структурно-інноваційних трансформацій / Відпов. Ред. канд. екон. наук Ю. В. Кіндзерський. – К.: Ін-т економіки та прогнозування НАН України, 2007. – 408 с.
5. Будник А.Ф., Юскаєв В.Б., Будник О.А. Б–90 Неметалеві матеріали в сучасному суспільстві: Навчальний посібник.- Суми: Вид-во СумДУ, 2008. -222 с.
6. Экология и безопасность в техносфере: современные проблемы и пути решения: сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции 27-28 ноября 2013 года/ Коллектив авторов. – М. – Берлин: Директ-Медиа, 2015. –443с.

Рецензент

Гусачук Дмитро Анатолійович, к.т.н., доцент каф. Матеріалознавства, Луцький НТУ

Стаття надійшла до редакції 05.05.2017