

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ДРОГОБИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені ІВАНА ФРАНКА**

Кафедра технологічної та професійної освіти

«До захисту допускаю»
завідувач кафедри технологічної та професійної освіти,
доктор педагогічних наук, професор
_____ Леонід ОРШАНСЬКИЙ
«____» _____ 2024 р.

**Методика ознайомлення старшокласників із тепло-,
гідро- і звукоізоляційними матеріалами та виробами
на уроках технологій**

Спеціальність 014.10 Середня освіта (Трудове навчання та технології)

Магістерська робота

на здобуття професійної кваліфікації – *вчитель трудового навчання,
технологій та креслення, викладач закладу фахової передвищої,
вищої освіти, вчитель інформатики*

Автор роботи: Перегінець Тарас Михайлович _____
підпис

Науковий керівник: кандидат фіз.-мат. наук, доцент
Павловський Юрій Вікторович _____
підпис

Дрогобич – 2024

Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка

Зав. кафедри

(підпис)

10.10.2023 р.

(дата)

ЗАВДАННЯ на підготовку магістерської роботи

1. Тема: «Методика ознайомлення старшокласників із тепло-, гідро- і звукоізоляційними матеріалами та виробами на уроках технологій».

2. Керівник – канд. фіз.-мат. наук, доцент Павловський Ю.В.

3. Студент – Перегінець Тарас Михайлович.

4. Перелік питань, що підлягають висвітленню у кваліфікаційній роботі:

1. Проаналізувати класифікацію та властивості сучасних тепло-, гідро- і звукоізоляційних матеріалів.

2. З'ясувати особливості практичного застосування ізоляційних матеріалів.

3. Розробити методичні матеріали для ознайомлення старшокласників із сучасними ізоляційними матеріалами на уроках технологій.

5. Список рекомендованої літератури:

1. Білоус Д.А., Ковальський В.П., Бондар А.В. Сучасні органічні теплоізоляційні матеріали [Електронний ресурс]. Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2023). Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції. Вінниця, 22 червня 2023 р.

2. Дворкін Л.Й. Житковський В.В. Технологія опоряджувальних, теплоізоляційних та гідроізоляційних матеріалів: навч. посібн. Рівне: НУВГП, 2010. 223 с.

3. Колосов Є.В. Утеплення та гідроізоляція будинку і квартири. Харків: Клуб Сімейн. Ізвілля, 2014. 352 с.

4. Купріянова А. Сучасні способи утеплення, звукоізоляції і гідроізоляції будинків і квартир. Харків: Аргумент Принт, 2015. 256 с.

5. Передові системи термомодернізації будівель і споруд: навч. посіб. / Надія Іволжатова та ін. Київ: Видавничий дім «Гельветика», 2020. 116 с.

6. Погребна Н.Е., Котова Т.В. Будівельні та теплоізоляційні матеріали: Навчальний посібник. Дніпро: НМетАУ, 2022. 57 с.

7. Тепло- та звукоізоляційні матеріали та виробы в енергозберігаючих технологіях. Видання 2, виправлене / П. В. Захарченко та ін. Київ: ЦУЛ, 2019. 400 с.

8. Технологія опоряджувальних робіт: навч. посіб / Я.Ю. Білоконь, Ю.І. Кравець, М.І. Михнюк, Т.В. Пятничук. Київ: ПІТО НАПН України, 2015. 167 с.

9. Хоменко О.Г. Енергозберігаючі технології в будівництві: навчальний електронний посібник. Глухів. 2019. 118 с.

6. Етапи підготовки роботи:

№ з/п	Назва етапу	Термін виконання	Термін звіту перед керівником, кафедрою
1.	Вивчення й аналіз психолого-педагогічної та методичної літератури; визначення вихідних положень дослідження (об'єкт, предмет, методи); формування мети; постановка завдань.	до 05.12.2023 р.	14.12.2023 р.
2.	Підготовка 1-го розділу роботи.	до 16.04.2024 р.	25.04.2024 р.
3.	Підготовка 2-го розділу роботи.	до 01.10.2024 р.	10.10.2024 р.
5.	Формування висновків. Оформлення роботи.	до 24.10.2024 р.	31.10.2024 р.
6.	Перевірка роботи на плагіат	до 14.11.2024 р.	22.11.2024 р.
7.	Попередній захист роботи і рецензування.	до 26.11.2024 р.	02.12.2024 р.

7. Дата видачі завдання – 10.10.2023 р.

8. Термін подачі роботи керівнику – 14.11.2024 р.

9. Із вимогами до виконання роботи і завданням ознайомлений _____ Тарас ПЕРЕГІНЕЦЬ

10. Керівник _____ Юрій ПАВЛОВСЬКИЙ

ЗАХИСТ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

1. Тема: «Методика ознайомлення старшокласників із тепло-, гідро- і звукоізоляційними матеріалами та виробами на уроках технологій».

Оцінка за стобальною шкалою: _____

Оцінка за національною чотирибальною шкалою: _____

Коротка мотивація оцінки захисту:

_____	Голова ДЕК	_____	_____
дата		підпис	прізвище та ініціали
	Секретар ДЕК	_____	_____
		підпис	прізвище та ініціали

АНОТАЦІЯ

Перегінець Т.М. Методика ознайомлення старшокласників із тепло-, гідро- і звукоізоляційними матеріалами та виробами на уроках технологій. – Рукопис.

Проаналізовано теоретичні відомості про класифікацію та властивості тепло-, гідро- і звукоізоляційних матеріалів і з'ясовано особливості їх практичного застосування у будівництві та технічних системах. Розроблено методичні матеріали для ознайомлення старшокласників із сучасними ізоляційними матеріалами на уроках технологій, зокрема розгорнуті конспекти занять та тестові завдання, що сприятиме розвитку технічної грамотності, формуванню екологічної свідомості, підготовці до професійної діяльності учнів.

Ключові слова: теплоізоляція, звукоізоляція, гідроізоляція, планування, конспект уроку.

ANNOTATION

Pereghinets T.M. Methods of familiarizing high school students with thermal, hydro- and sound-insulating materials and products in technologist lessons. – Manuscript.

Theoretical information on the classification and properties of heat, water and sound insulation materials was analyzed and the features of their practical application in construction and technical systems were clarified. Methodical materials have been developed to familiarize high school students with modern insulation materials in technology classes, in particular detailed lesson notes and test tasks, which will contribute to the development of technical literacy, the formation of environmental awareness, and the preparation of students for professional activities.

Keywords: heat insulation, sound insulation, waterproofing, planning, lesson outline.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. КЛАСИФІКАЦІЯ ТА ОСНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ ТЕПЛО-, ГІДРО- І ЗВУКОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ВИРОБІВ	9
1.1. Теплоізоляційні матеріали	9
1.2. Гідроізоляційні матеріали	21
1.2.1. Класифікація гідроізоляційних матеріалів	21
1.2.2. Рідкі та пластично-в'язкі гідроізоляційні матеріали	21
1.2.3. Рулонні гідроізоляційні матеріали	24
1.2.4. Плівкові матеріали (мембрани)	28
1.2.5. Ремонтні суміші для гідроізоляції та ущільнювачі	29
1.3. Звукоізоляційні матеріали	32
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИВЧЕННЯ ТЕПЛО-, ГІДРО- І ЗВУКОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ НА УРОКАХ ТЕХНОЛОГІЙ	36
2.1. Розробка календарно тематичного планування вивчення тепло-, гідро- і звукоізоляційних матеріалів	36
2.2. Розробка конспектів занять	38
2.3. Розробка тестових завдань	51
ВИСНОВОК	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	58

ВСТУП

Актуальність теми. Сьогодні на ринку є велика кількість ізоляційних матеріалів. Кожен підходить для певного місця використання та для вирішення конкретних завдань. Виділяють 5 основних видів ізоляційних матеріалів: теплоізоляція, звукоізоляція, гідроізоляція, повітряна ізоляція та вітрова. Найбільш популярними видами для приватного та промислового будівництва є тепло- та звукоізоляція. Теплоізоляція часто використовується у будівництві, зокрема, для житлових будинків, багатоквартирних будинків та промислових будівель. Крім того, така ізоляція може використовуватися для звуко- та теплоізолювання промислового обладнання.

Теплоізоляційні матеріали славляться своєю мінімальною теплопровідністю. Це означає, що вони можуть підтримувати температуру у приміщенні на постійному рівні, захищаючи його як від сильного холоду, так і від спеки. Завдяки цьому, можна заощадити гроші на рахунках за електрику та будівельні матеріалах, оскільки немає необхідності робити стіни та дах товстими.

Звукоізоляційні матеріали використовуються для зниження рівня шуму та запобігання його поширенню в приміщеннях або через конструкційні елементи будівель. Вони поглинають або відбивають звукові хвилі, перешкоджаючи їх проникненню через стіни, підлоги або стелі. Основними характеристиками таких матеріалів є висока щільність та пористість, що дозволяє їм ефективно ізолювати звуки різних частот. До популярних звукоізоляційних матеріалів належать мінеральна вата, піноскло, коркове покриття, поліуретанова піна та гіпсокартон зі спеціальними шумопоглинаючими властивостями. Використання таких матеріалів сприяє поліпшенню акустичного комфорту та зниженню рівня шумового забруднення у житлових і комерційних приміщеннях.

Гідроізоляційні матеріали призначені для захисту будівельних конструкцій від впливу вологи та води, що може призводити до корозії, руйнування і зниження довговічності будівель. Вони створюють водонепроникний бар'єр, який перешкоджає проникненню води через стіни, дахи, підлоги або фундамент. Гідроізоляційні матеріали можуть бути різними

за типом і формою, включаючи рулонні мембрани, мастики, полімерні плівки, бітумні покриття, а також спеціальні просочення для бетону. Використання гідроізоляції є критично важливим етапом будівництва, що дозволяє запобігти утворенню тріщин, цвілі, грибка та інших проблем, пов'язаних з вологістю.

Ознайомлення старшокласників із тепло-, гідро- і звукоізоляційними матеріалами на уроках технологій є актуальним із кількох причин. По-перше, ці знання сприяють формуванню практичних навичок, необхідних у сучасному будівництві та побуті, що є важливим для професійного розвитку учнів. По-друге, розуміння властивостей ізоляційних матеріалів допомагає підвищити екологічну свідомість, оскільки вони сприяють енергоефективності будівель, економії ресурсів і створенню комфортного середовища. Нарешті, такі знання є корисними для повсякденного життя, адже вони дозволяють приймати обґрунтовані рішення щодо ремонту чи будівництва власного житла.

Мета дослідження: теоретичний аналіз класифікації і властивостей тепло-, гідро-, звукоізоляційних матеріалів та виробів і розробка методичного забезпечення для ознайомлення старшокласників із ізоляційними матеріалами на уроках технологій.

Об'єкт дослідження: сучасні тепло-, гідро-, звукоізоляційні матеріали та вироби.

Предметом дослідження: особливості вивчення старшокласниками сучасних ізоляційних матеріалів та виробів на уроках технологій.

Відповідно до теми та мети дослідження нами визначено такі **завдання:**

1. Проаналізувати класифікацію та властивості сучасних тепло-, гідро- і звукоізоляційних матеріалів.
2. З'ясувати особливості практичного застосування ізоляційних матеріалів.
3. Розробити методичні матеріали для ознайомлення старшокласників із сучасними ізоляційними матеріалами на уроках технологій.

Теоретичне значення роботи: Проаналізовано теоретичні відомості про класифікацію та властивості тепло-, гідро- і звукоізоляційних матеріалів і з'ясовано особливості їх практичного застосування у будівництві та технічних

системам.

Практичне значення роботи: Розроблено методичні матеріали для ознайомлення старшокласників із сучасними ізоляційними матеріалами на уроках технологій, зокрема розгорнуті конспекти уроків та тестові завдання.

Апробація роботи: За матеріалами магістерської роботи опубліковано статтю у збірнику матеріалів XI-ї Міжнародної науково-практичної конференції студентів та викладачів факультету фізики, математики, економіки та інноваційних технологій «Актуальні проблеми сучасної науки» [1].

Структура та об'єм роботи: магістерська робота викладена на 60 сторінках, складається зі вступу, двох розділів, висновків та списку використаних літературних джерел із 34 найменувань.

РОЗДІЛ 1.

КЛАСИФІКАЦІЯ ТА ОСНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ ТЕПЛО-, ГІДРО- І ЗВУКОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ВИРОБІВ

1.1. Теплоізоляційні матеріали

Теплоізоляційні матеріали є однією з найпоширеніших груп матеріалів і застосовуються для виготовлення будівельних конструкцій, обладнання та трубопроводів спільно з конструкційними матеріалами, що сприймають навантаження, що виникають в процесі експлуатації за рахунок високої міцності, і облицювальними матеріалами, що захищають теплоізоляційні та конструкційні матеріали від зовнішніх впливів за рахунок стійкості до дії різних факторів (механічних впливів, агресивних хімічних речовин, ультрафіолету тощо). У свою чергу, теплоізоляційні матеріали за рахунок низького коефіцієнта теплопровідності забезпечують комфортний температурний режим, енергоефективність будівель та технологічних процесів при використанні у будівельному та технічному різновидах теплоізоляції, а також при теплоізоляції транспортних засобів: автомобілів, суден, літаків тощо [2].

Як теплоізоляційні застосовуються різні матеріали та речовини, які відрізняються один від одного не тільки коефіцієнтами теплопровідності, але також складом, структурою, вартістю та такими властивостями, як міцність, щільність, водопоглинання, термостійкість, біологічна та хімічна стійкості, довговічність, екологічність, пожежна безпека тощо. Найбільш загальна класифікація розрізняє неорганічні теплоізоляційні матеріали та органічні [3].

Теплоізоляція на основі деревної сировини. До деревних (дерев'янистих) рослин відносять дерева, чагарники і багаторічні рослини, у яких внутрішні частини стовбура, гілок і кореневої системи утворюють деревину в результаті здеревнення рослинних клітин за рахунок вмісту в них великої кількості лігніну, що є тривимірним фенольним полімером. У свою чергу, зовнішні частини даних рослин утворюють деревну кору в результаті опромінення при відмиранні за рахунок вмісту в них великої кількості суберину, що є гліцеридом

феллонової кислоти. Для деревини та деревної кори характерні поширеність у природі, екологічність, хімічна стійкість, легкість механічної обробки, а деревина також характеризується відносно високими значеннями міцності на стиск та вигин, проте водночас для цих матеріалів характерні горючість, анізотропія властивостей та низькі значення вологостійкості, атмосферостійкості та біостійкості. За рахунок волокнисто-пористої структури деревини та порожнин усередині відмерлих клітин деревної кори дані матеріали характеризуються легкістю, високими тепло- та звукоізоляційними характеристиками при високих значеннях водопоглинання та гігроскопічності. Для теплоізоляції застосовують подрібнені деревину та деревну кору у вигляді тріски, стружки, тирси та деревного пилу, які утворюються у процесі рубки, колки, пиляння, різання, шліфування та іншої обробки деревної сировини. Перелічені процеси застосовують при лісозаготівлі, лісопилянні, деревообробці, а також для очисної, санітарної та інших видів рубки, при подрібненні великокускових відходів, пнекореневої деревини тощо. При спеціальній переробці деревини також отримують деревну шерсть, яка є частинками товщиною 0,3-0,5 мм і довжиною 200-530 мм, та деревні волокна (деревна целюлоза, деревна ековата) [4-7].

Тріска, стружка та тирса можуть застосовуватися як насипна теплоізоляція, для влаштування якої до них додають антисептики та антипірени, забезпечують паро- та гідроізоляцію шару утеплювача. Деревна вата може застосовуватися як задувна (надувна) теплоізоляція. Насипна та задувна теплоізоляції характеризуються низькою теплопровідністю ($0,06-0,095 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$), легкістю та низькою вартістю, а до недоліків відносять всі характерні для деревини та кори недоліки, а також старіння та ущільнення з часом, неможливість застосування у контакт з сильно нагрітими поверхнями і вологою атмосферою, привабливість для гризунів і комах [5].

Подрібнені деревина та кора також широко застосовуються як наповнювачі для одержання композиційних матеріалів, в яких комбінують переваги наповнювачів та сполучних для отримання високих експлуатаційних показників матеріалів та виробів. При високому вмісті сполучних одержують

енергоефективні конструкційні матеріали, при нижчій кількості сполучних – конструкційно-теплоізоляційні, теплоізоляційно-оздоблювальні та теплоізоляційні матеріали та вироби. В якості неорганічних сполучних для подрібненої деревини найбільш широко застосовують цемент, глину, вапняні, гіпсові та магнезіальні в'язучі суміші цементу з гіпсом або вапном. При додаванні невеликої кількості даних сполучних отримують насипну теплоізоляцію зі зменшеною усадкою, теплі штукатурки та теплі стяжки, а при додаванні сполучного у кількості 50% і більше отримують монолітні конструкції, блоки та плити з органобетонів, у тому числі арболіту, на основі цементу, глинобетонів, ксилолітів на основі магнезіального в'язучого, гіпсотирсові та гіпсостружечні бетони [6]. Для подрібненої кори в якості сполучних використовують гіпс і цемент, що швидко твердне, з отриманням королітів або звичайний цемент з отриманням коробетонів. Отримувані конструкції та вироби відрізняються порівняно високою міцністю, морозостійкістю та щільністю, повітро- та паропроникністю, високим водопоглинанням, середніми величинами тепло- та звукоізоляції, низькими значеннями водостійкості та точності геометрії.

Існують розробки з одержання теплоізоляційно-оздоблювальних деревних плит на основі полістиролу, які одержують шляхом розчинення відходів пінополістиролу в метиленхлориді, пресуванням сировинної суміші з подальшою термообробкою виробів для видалення розчинника, конденсацією парів розчинника та його повторним використанням [7]. На основі 15-50% термопластичних сполучних (поліетилен, поліпропілен, полівінілхлорид, акрилонітрилбутадієнстирол і поліаміди) і деревного борошна можуть бути отримані дерево-полімерні композити (ДПК) з високою пластичністю сировинної суміші, легкістю, водостійкістю, атмосферою. механічної обробки, порівняно високою міцністю та хорошими теплоізоляційними властивостями виробів. ДПК в даний час застосовуються у виробництві корпусних меблів, дверних та віконних блоків, підвіконь, терасних дощок та сайдингу, проте проводяться дослідження по можливості їх застосування та для теплоізоляції. З подрібненої кори з додаванням реактопластів, вторинного поліетилену або

водного екстракту з кори одержують короласти та деревно-кірові плити (ДКП). ДКП та інші вироби, що отримуються з використанням деревної кори, відрізняються високими звуко- та теплоізоляційними властивостями, однак у них невелика міцність та високе водопоглинання, тому вони застосовуються тільки для теплоізоляції та внутрішньої обробки [8-10].

В окрему групу виділяють утеплювачі, одержувані на основі кори пробкового дуба: пробкові гранули з відходів виробництва пляшкових пробок для насипної теплоізоляції, теплоізоляційно-оздоблювального виробу з білого (чистого) агломерату у вигляді спресованих пробкових гранул з додаванням сполучного (органічних клеїв) та пробкового шпону, а також теплі підкладки з пробкових гранул на бітумній або гумовій основах. Дані матеріали відрізняються легкістю, міцністю, еластичністю, пружністю, високими тепло- та звукоізоляційними властивостями, хімічною інертністю, водо- та біостійкістю, простотою монтажу, але для них характерні висока вартість, залишкові деформації при тривалому та сильному тиску, відсутність віброізоляції [4].

Теплоізоляція на основі трав'янистої сировини. Для трав'янистої сировини, як правило, характерні низькі показники біостійкості та водостійкості, висока горючість та привабливість для комах. У той же час пагони трав'янистих рослин є широко поширеною і щорічно відновлюваною сировиною низької вартості, мають волокнисто-пористу будову і можуть утворювати теплоізоляційний шар волокнистої будови. Для теплоізоляції у більшості випадків використовуються такі види сировини на основі трав'янистих рослин [6-8]:

- Солома, яка є сільськогосподарським відходом і сухими стеблами злакових та бобових зернових культур, що залишаються після обмолоту, а також стебла льону, коноплі, джуту, кенафу тощо, звільнені від листя, суцвіть і насіння.

- Сіно, яке є висушеними стеблами та листям трав'янистих рослин, скошених у зеленому вигляді до досягнення ними повної природної зрілості.

- Костра, яка є відходом процесу отримання луб'яних волокон при

первинній обробці прядильних рослин (льон, коноплі, кенаф тощо) і є частинами здеревнілих стебел.

- Пакля, яка також є відходом процесу отримання луб'яних волокон при первинній обробці прядильних рослин і є грубим, коротким і сплутаним волокном, забрудненим кострицею.

- Луб'яні волокна (ляні, джутові тощо), що є різновидом целюлозних волокон і одержуються у результаті біологічної (відмочування) та механічної (м'яття, тріпання, виділення лубу) обробки соломи. Грубе луб'яне волокно, яке отримують з технічної коноплі, називають прядивом.

- Насіннєві волокна, що розвиваються з насіння і покривають насіння всередині стручків (бавовняні, капокські) або що розвиваються з лушпиння всередині зовнішньої оболонки кокосових горіхів (кокосові).

- Лушпиння, яке є відходами лущення пшениці, вівса, гречки, рису та інших зернових культур, соняшника та деяких інших рослин.

До особливих різновидів теплоізоляційних матеріалів на основі трав'янистої сировини відносяться сухі та зрілі стебла очерету, очерету та рогозу, які викошують в осінньо-зимовий період, а також суху морську траву та підсушений мох (мох-сфагнум, зозулин льон). Варто відзначити, що перевагами морської трави є низька горючість за рахунок високого вмісту кремнію та непривабливість для гризунів та комах за рахунок вмісту солей кальцію та магнію, а перевагою моху є наявність природних антисептичних речовин.

Солома, стебла очерету, очерету та рогозу за рахунок порожнистої структури відрізняються легкістю та високими теплоізоляційними властивостями. Для отримання теплоізоляційних виробів їх цілісні стебла спресовують у солом'яні та очеретові плити (мати або щити, які в залежності від розташування стебел бувають поздовжніми та поперечними) або блоки, а потім прошивають поліпропіленовими та поліамідними шнурами або оцинкованим дротом. Для отримання соломіта та очерету також застосовують запресовування стебел у дерев'яні каркаси. Для захисту від зовнішніх впливів та підвищення естетичних властивостей на соломітові плити можуть додатково пришиватися полотна з різних матеріалів (льону, повсті тощо), іноді їх

облицьовують декоративним папером або ламелями або наносять глиняне, вапняне, глиняно-вапняне або глиняно-цементне покриття. Для підвищення біостійкості соломіт і очерет обробляють залізним або мідним купоросом та іншими антисептиками. Соломіт та очерет застосовують для теплоізоляції або для зведення стін і перегородок при каркасному та безкаркасному будівництві малоповерхових будівель. Різновидом очерету є очерето-пінополіуретанові панелі, які є дерев'яним каркасом, заповненим очеретом і під великим тиском залитим жорстким пінополіуретаном, що дозволяє об'єднати переваги двох видів утеплювача і використовувати дані панелі як конструкційно-теплоізоляційні.

З лляного клоччя та інших відходів виробництва лляного волокна (обрубків, очесів тощо), які пройшли додаткову механічну і хімічну обробку, після розкладання між двома смугами водонепроникного паперу і прошивки пряжів отримують шевелін, який є рулонним матеріалом для утеплення стін. Суху морську траву щільно набивають у сітки з поліамідної нитки із осередками різної величини з отриманням сітчастих теплоізоляційних матів. Січку (дрібно нарізані та рубані соломі, сіно, стебла очерету, очерету та рогозу), багаття, лушпиння та суху морську траву застосовують як засипну теплоізоляцію або як наповнювач для отримання таких композиційних матеріалів [11-14]:

- Органобетони на цементних, вапняних, гіпсових і магнезіальних в'язучих, в яких як наповнювачі окремо або в суміші з подрібненою деревиною застосовують січку, костру і лушпиння з отриманням соломобетонів, костробетонів, лушпобетонів, очеретяних бетонів тощо.

- Глиняно-солом'яні (солом'яно-глиняні) матеріали, властивості та сфера застосування яких залежать від співвідношення глини та соломи у їх складі. Як енергоефективний конструкційний матеріал для виробництва блоків і цегли застосовується важкий саман (глинобетон), в якому вміст солом'яної січки становить близько 20%. Для підвищення міцності у важкий саман також додають пісок. З 80% житньої солом'яної січки шляхом її просочення глиняним розчином отримують легкий саман для теплоізоляції, в якому стебла покриті

шаром глини, що є сполучною та захисним покриттям від вогню та гниття. При вмісті солом'яної січки від 60 до 90% одержують теплу глиняну штукатурку, в яку також додають пісок. Поряд із солом'яною січкою для наповнення глини застосовують костру, січку із сіна та очерету.

- Костроемульбіт ($\lambda = 0,067 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$), одержуваний із суміші костри льону, бітумної емульсії та технічного лігносульфонату, який є емульгатором та вогнезахисним компонентом. Для підвищення теплостійкості до складу вводять також перлітовий або керамзитовий пісок. Плити з даного матеріалу застосовують для теплоізоляції покрівель і як середній шар стінових панелей у будинках сільськогосподарського призначення.

- Ріпліт ($\lambda = 0,14\text{-}0,19 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$), що є спіненим полімерним сполучним, наповненим рисовою соломою, і випускається у вигляді плит для утеплення покрівлі або як заливальної композиції для виробництва тришарових панелей.

- Рідкоскляна теплоізоляція, в якій наповнювачами є солом'яна січка (переважно житня), костра (наприклад, лляна) або відходи переробки солодкового кореня (шрот). Однією з назв для матеріалу, який складається із солом'яної січки та рідкого скла, є солومات. Рідкоскляні матеріали можуть застосовуватися у виробництві теплоізоляційних плит із теплопровідністю $0,046\text{-}0,062 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$.

Полімерна теплоізоляція. Найпоширенішими матеріалами у цій групі і серед усіх утеплювачів на сьогоднішній день є газонаповнені полімерні матеріали, структура яких складається з газових осередків, які повторюються у певній послідовності, обмежених полімерними стінками, ребрами, які називають газоструктурними елементами (ГСЕ). Газонаповнені полімерні матеріали можуть бути отримані на основі термопластів і реактопластів, пластмас і еластомерів, а залежно від типу ГСЕ вони поділяються на пористі пінопласти (пінополімери), які складаються переважно із ізольованих ГСЕ, пороласти (порополімери), структура яких представлена в основному взаємопов'язаними між собою та навколишнім середовищем осередками, синтактних пінопластів, які є наповнені мікросферами з різних матеріалів

полімерні сполучні, сотопластів, які є каркасними структурами з різних матеріалів у вигляді відкритих з обох торців осередків, що просочують реактопластами, поропласти з капілярними ГСЕ в структурі матеріалу а також пінопласти зі змішаною структурою. Всі газонаповнені полімери відрізняються високими звуко- та теплоізоляційними властивостями, легкістю, порівняно високою хімічною стійкістю та біостійкістю, проте для них характерні невисока термостійкість та явище старіння полімерних сполучних під дією навколишнього середовища. Дані матеріали застосовуються для будівельної та технічної теплоізоляції, у тому числі у складі багатошарових конструкційних та облицювальних виробів: сендвічпанелей, термопанелей, термобруса, теплоблоків тощо [15].

До полімерної теплоізоляції також можна віднести композиційні матеріали на неорганічних сполучних, в яких гранули пінополістиролу застосовуються як наповнювач: полістиролбетон (стиропорбетон) і неопорбетон (заповнювачем є стиропор з частинками графіту) на основі цементних і цементно-вапняних в'язучих, гіпсових в'язучих. Існують розробки з одержання полістиролбетону на основі магнезіальних та гіпсових в'язучих. Наявність гранул пінополістиролу призводить до підвищення звуко- та теплоізоляційних властивостей, знижує водопоглинання та міцність, призводить до виділення токсичних продуктів при пожежі та можливості вигорання наповнювача. Полістиролбетони застосовуються як тепло- і звукоізоляційний матеріал будівельних конструкцій, а також для зведення несучих та огорожувальних конструкцій у малоповерховому будівництві [16].

Поширеними на сьогоднішній день є теплоізоляційні (енергозберігаючі) фарби, які називають також термофарбами та рідкою теплоізоляцією, які є водно-акриловими або силіконовими сумішами, наповненими керамічними мікросферами або мікросферами з інших матеріалів (силіконові, скляні тощо). Для підвищення водостійкості та еластичності в акрилові термофарби додають бутадієн-стирольний латекс або силікон, для підвищення звуко- та теплоізоляційних властивостей до термофарби додають перліт, для збільшення міцності – скловолокно або піноскло, для підвищення міцності та

зносостійкості – кварцовий пісок, а як білила використовують оксиди титану та цинку. Термофарби відрізняються водостійкістю, міцністю, хімічною стійкістю, біостійкістю, зносостійкістю, хорошими тепло-, гідро- та пароізоляційними властивостями, зручністю нанесення (вручну або напиленням) на поверхні будь-якої конфігурації при малій товщині покриття. Недоліками термофарб є висока вартість і неефективність при малій різниці температур між поверхнею, що утеплюється, і навколишнім середовищем. Енергозберігаючі фарби застосовуються переважно для технічної теплоізоляції, але знаходять застосування і в будівництві.

Іншими композиційними полімерними утеплювачами є теплоізоляційні полімербетони, в яких сполучними є епоксидні, фуранові, карбамідоформальдегідні, фенолформальдегідні або поліефірні смоли в кількості до 10%, а в якості наповнювачів застосовують подрібнену коркове дерево, стружку. Ці матеріали в залежності від кількості наповнювача відрізняються порівняно високою міцністю, морозостійкістю, абразивостійкістю та хімічною стійкістю при низьких значеннях теплопровідності та водопоглинання, а застосовуються для внутрішніх захисних конструкцій. Існують розробки з одержання будівельного теплоізоляційного плитного матеріалу, який містить до 55% золи, на модифікованому фенолформальдегідному сполучному [17].

Інша органічна теплоізоляція. Одним з досить поширених видів насипної та задувної органічної теплоізоляції є целюлозна ековата, яку одержують з відходів картонно-паперової промисловості (залишки та брак від виробництва гофротари, картонної продукції та друкованих видань) і макулатури в результаті подрібнення з наступним сухим розпуском на вторинні целюлозні волокна. Для отримання ековати до 80% вторинних волокон додають 12% борної кислоти як антисептик і до 8% тетраборату натрію як антипірен. Целюлозна ековата відрізняється високими звуко- та теплоізоляційними властивостями, легкістю та низькою вартістю, але для неї характерні високе водопоглинання, горючість, здатність до тління при контакті з сильно нагрітими поверхнями, осідання з часом, і цю ековату неможливо застосовувати для безкаркасної самотійної теплоізоляції. Подібні властивості

та області застосування мають нейлонова вата, яку отримують при переробці вторинного текстилю від утилізації автомобільних шин, і технічна вата, яку отримують при переробці текстильних відходів виробництва та споживання. Волокна з текстильних відходів також застосовують для отримання клоччя і як наповнювачі на основі полімерних сполучних і цементних в'язучих для виробництва блоків і плит будівельного призначення з низькою теплопровідністю.

До теплоізоляції на основі лігноцелюлози, переважно деревної целюлози, відносять групу матеріалів, які об'єднуються під загальним терміном «наноцелюлоза» [18, 19]:

- Нанокристалічна целюлоза у вигляді стрижнеподібних ниткоподібних кристалів діаметром 2-50 нм та довжиною 50-1160 нм зі ступенем кристалічності 54-88%. Нанокристали целюлози виділяють у результаті кислотного гідролізу аморфної складової целюлозних волокон.

- Нанофібрильована целюлоза у вигляді нановолокон діаметром 5-20 нм та довжиною до кількох мкм, які виявляють властивості псевдопластичного гелю. Нановолокна отримують при високій швидкості подрібнення, великих температурах і тиску, а також у результаті подрібнення ультразвуком, кавітаційно-гідродинамічним та іншими методами.

- Бактеріальна наноцелюлоза, одержувана з низькомолекулярних полісахаридів, які утворюються при ферментації вихідної целюлози бактеріями внаслідок екстракції органічними розчинниками. Різновиди наноцелюлози застосовуються у виробництві полімерних композиційних матеріалів, у тому числі покриттів, а також для одержання целюлозних аерогелів та пін у результаті хімічної зшивки. Наприклад, теплоізоляційна целюлозна піна ($\lambda = 0,027 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$) може бути отримана при обробці деревини концентрованою кислотою в присутності полівінілового спирту та зшиваючого агента (1,2,3,4-бутантетракарбоксильної кислоти) з наступною ліофілізацією. По суті, різновидом наноцелюлози є матеріал, названий розробниками нанодеревиною і одержуваний із заготовки з поздовжнім розташуванням деревних волокон у три етапи: кип'ятінням у суміші гідроксиду і сульфіді натрію, видаленням лігніну і

більшої частини геміцелюлози за допомогою пероксиду водню зі збереженням структури розташування волокон та ліофілізації. Волокна нанодеревини упаковуються глюкозаними ланцюгами, утримуються за допомогою міжмолекулярних водневих зв'язків та сил Ван-дер-Ваальса. Отриманий матеріал відрізняється пористістю близько 91%, здатністю відбивати 95% сонячної теплової енергії та анізотропністю властивостей – поперек волокон міцність та теплоізоляційні властивості суттєво вищі, а тепло може поширюватися вздовж волокон, що виключає нагрівання матеріалу. Наноцелюлозні матеріали та вироби на їх основі відрізняються високими значеннями міцності, легкості, гнучкості, теплоізоляційних властивостей та здатні до біодеградації, а їх основними недоліками є горючість та у більшості випадків порівняно висока вартість та трудомісткість технології отримання. Вироби з наноцелюлози можуть використовуватись для будівельної та трубної теплоізоляції.

Іншим видом органічних утеплювачів є торф'яна теплоізоляція, для отримання якої застосовують торф, який мало розклався (ступінь розкладання 5-12%) з моху-фагнуму у верхніх шарах, волокна якого зберігають еластичність. Для виробництва торф'яних плит (торфоплит) торф подрібнюють на волокна з наступним перемішуванням волокнистої маси у воді з температурою 40-60°C для розм'якшення волокон або сушінням до вологості 35-40%. Потім волокнисту масу пресують у формах при тиску 0,2-0,3 МПа, а отримані плити піддають термообробці для твердіння і сушіння при 90-150°C. При підсушуванні маси перед пресуванням торфоплити виходять більш щільними та міцними. Сполучні при виробництві торфоплит не застосовуються, оскільки торф містить власні бітумінозні в'язучі сполуки, які скріплюють волокна при нагріванні. Для підвищення експлуатаційних властивостей до складу торфоплит вводять антипірени, антисептики та гідрофобізатори. Торф'яні утеплювачі характеризуються хорошими звуко- та теплоізоляційними властивостями ($\lambda = 0,058-0,064 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$), легкістю, екологічністю, бактерицидністю, низькою міцністю, високими значеннями водопоглинання та гігроскопічності, низькою водостійкістю. Торфоплити

застосовують для теплоізоляції стін, перекриттів, вагонів та холодильних установок, а вироби у формі шкаралуп та сегментів використовують для теплоізоляції трубопроводів. Як насипна теплоізоляція і наповнювач для теплоізоляційних матеріалів застосовуються торфогранули, поверхня яких може бути оброблена рідким склом для підвищення біостійкості і зниження горючості. До торф'яної теплоізоляції також відносять торфокомпозити, в яких торф може застосовуватися як сполучний, так і як наповнювач.

До органічних утеплювачів тваринного походження відносять матеріали на основі пухо-пір'ячої суміші та вовни. В якості сировини для отримання пухо-пір'ячої суміші використовують пух (перо з м'яким стрижнем і слабким розвитком опахала) і дрібне перо (довжина стрижня до 35 мм) водоплавних птахів, оскільки їх пух є більш міцним, водостійким та пружним: гагачий пух, що збирається вручну з покинутих птахами гнізд, а також гусячий і качиний пух машинної ощипки, що є відходом птахівництва. Для отримання вовняних утеплювачів використовується шерсть свійських тварин (переважно овчина, козяча шерсть, кролячий пух), яка стрижеється, вичісується або збирається при линянні, або відходи вовняного та хутряного виробництва. Пухо-пір'яча суміш і вовняні утеплювачі характеризуються високими теплоізоляційними властивостями за рахунок волокнистої структури, легкістю, але у них високе водопоглинання, низька біостійкість, можуть розвиватися комахи. Крім того, пухо- пір'яча суміш характеризується пружністю, довгим часом висихання та алергенністю. Пухо-пір'ячу суміш використовують для утеплення одягу та туристичних спальних мішків, а вовняні утеплювачі застосовують для утеплення одягу, як насипну теплоізоляцію та для виробництва нетканих рулонних матеріалів (технічна повсть): повстяних матів для тепло- та звукоізоляції у будівництві та повстяних стрічок для міжвінцевого утеплення. В якості добавок для вовняних волокон використовують полімерні волокна, льняне клоччя, регеновані волокна бавовни, джуту та льону з отриманням голкопробивної або термоскріпленої термоповсті. З суміші вовняних і рослинних волокон з додаванням відходів прядильного виробництва та крохмального клейстеру отримують так звану будівельну повсть для

будівельної та технічної теплоізоляції. Можливе застосування вовни та солом'яної січки як наповнювачів для рідинно-скляного сполучного з отриманням теплоізоляційного матеріалу ($\lambda = 0,044-0,056 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$) [12].

1.2. Гідроізоляційні матеріали

1.2.1. Класифікація гідроізоляційних матеріалів

Гідроізоляційні матеріали призначені для захисту будівельних конструкцій, будівель та споруд від шкідливого впливу води та хімічно агресивних рідин – кислот, лугів. Гідроізоляційні матеріали класифікують [20]:

1. За способом нанесення та умовами експлуатації:

- фарбувальні (силікатні та цементні фарби, бітумні та бітумно-полімерні емульсії);

- обмазувальні (бітумні, дьогтьові та полімерні мастики);

- обклеювальні (рулонні, плівкові та листові матеріали);

- просочувальні (бітуми, дьогті, полімери);

- ін'єкційні (такі ж, як і просочувальні, тільки наносять під тиском).

2. За фізичним станом та зовнішнім виглядом:

- рідкі (бітуми, дьогті);

- пластично-в'язкі (мастики);

- рулонні (руберойд, пергамін).

3. На вигляд в'язучого:

- бітумні;

- дьогтьові;

- бітумно-полімерні;

- гумовобітумні.

1.2.2. Рідкі та пластично-в'язкі гідроізоляційні матеріали

Бітум – в'язуча речовина чорного кольору, яку отримують під час переробки нафти (рис. 1.1) [21].



Рис. 1.1. Бітум

При температурі $80-160^{\circ}\text{C}$ або при додаванні розчинників (гас) бітуми переходять у рідкий стан. При охолодженні (до $20-25^{\circ}\text{C}$) або випаровуванні розчинника бітуми тверднуть.

Матеріали, вкриті бітумом, набувають гідрофобних властивостей, оскільки бітум водонепроникний і водостійкий. Недоліки бітуму – горючість і малий інтервал температур, коли бітум перебуває у вигляді твердої, але не крихкої речовини.

Дьоготь – в'язуча речовина темно-бурого кольору, яку отримують при сухій перегонці твердих палив (рис. 1.2) [22]



Рис. 1.2. Дьоготь

Дьоготь має сильний характерний запах, оскільки він містить фенол. Ця речовина є антисептиком, тому дьоготь застосовують не тільки як гідроізоляційний матеріал, але і для захисту від гниття.

Бітумні та дьогтьові емульсії – це системи, в яких бітум (дьоготь) диспергований у воді у вигляді частинок розміром близько 1 мкм. Отримання бітумної емульсії засноване на здатності бітумних матеріалів утворювати з водою колоїдні розчини у присутності емульгаторів. Як тверді емульгатори використовують вапно, жирні глини, цемент, кам'яне вугілля, сажу. Як рідкі емульгатори використовують мила нафтових та інших органічних кислот у поєднанні з їдким натром, оскільки стійкі емульсії утворюються в лужному середовищі [21].

Бітумні пасти одержують при використанні твердих емульгаторів. Вони є висококонцентрованими емульсіями. Пасти можна розбавляти водою для отримання потрібної в'язкості. Застосовують для ґрунтування основи під гідроізоляцію, приклеювання рулонних та штучних бітумних та дьогтьових матеріалів.

Мастика – пластичний матеріал, який отримують змішуванням бітуму або дьогтю з наповнювачами (крейда, вапно, азбест) (рис. 1.3). Їх поділяють на бітумні, бітумно-полімерні, бітумно-гумові, дьогтьові, дьогтьо-полімерні, гудрокамові та гудрокам-полімерні, а на основі полімерів – епоксидні, фуранові, каучукоподібні олігомери тощо. Застосовують з підігрівом та без підігріву; температури обумовлені видом в'язучої речовини та складом мастики [22].



Рис. 1.3. Мастика

Мастики бувають гарячі та холодні. Гарячі мастики застосовують нагрітими до 160-200°C. Для приготування мастики змішують розплавлений

бітум при температурі 180-185°C із попередньо висушеним наповнювачем. Гарячі мастики постачають на будівництво у готовому розігрітому вигляді (температура 160-180°C) у спеціальних бітумовозах або у твердому стані у паперових пакетах. Мастики утворюють на поверхні конструкцій гідроізоляційний шар, а також заповнюють тріщини, щілини, дрібні отвори у спорудах; вони служать для закладення свердловин та влаштування протифільтраційних завіс, обмазувальної пароізоляції та ізоляції фундаментів.

1.2.3. Рулонні гідроізоляційні матеріали

Рулонні гідроізоляційні матеріали – це тонколистові матеріали, які поставляють на будівництво у рулонах. Вони є водонепроникними, атмосферостійкими та хімічно стійкими. До них відносяться:

Пергамін – картон, просочений бітумом. Не має покривного шару бітуму та посипання (рис. 1.4). Застосовується як підкладковий матеріал під руберойдів при укладанні на гарячих мастиках. Переваги: паропроникність, простота укладання, міцність, низька ціна. Недоліки: горючий, недостатня екологічна чистота, невеликий термін служби [23].



Рис. 1.4. Пергамін

Толь – картон, просочений дьогтем (рис. 1.5).

Переваги: невелика вага, низька вартість, хімічна стійкість, простота укладання, водонепроникність. Недоліки: мала міцність, невеликий термін служби, схильність до температурних впливів.



Рис. 1.5. Толь

Руберойд – пергамін, покритий шаром тугоплавкого бітуму. З посипанням з одного боку (рис. 1.6). Для посипання використовують тальк, пісок, азбест та інші матеріали. Крупнозерниста посипка, яка наноситься на лицьову сторону руберойду, необхідна для забезпечення тривалого терміну служби, опірності до опадів та інших погодних явищ [23].



Рис. 1.6. Руберойд

Переваги: невелика вартість, простота роботи, м'якість. Недоліки: досить крихкий, легко рветься.

Гідроізол – азбест, просочений бітумом (рис. 1.7) [21].

Переваги: підвищена міцність, невелика вартість, підвищений опір до високих та низьких температур, простота монтажу. Недоліки: певні умови зберігання (тільки вертикально), при укладанні листи перекриваються один з одним (підвищена витрата матеріалу).

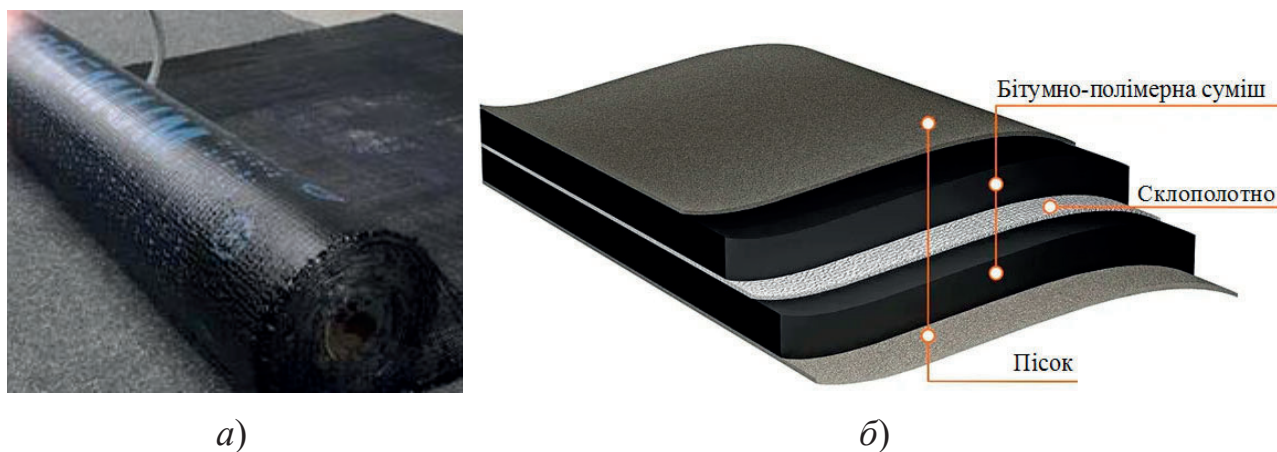


Рис. 1.7. Гідроізол: *а* – рулон; *б* – структура листа

Фольгоізол – рифлена алюмінієва фольга, покрита з нижнього боку гумобітумною в'язкою речовиною (рис. 1.8).



Рис. 1.8. Фольгоізол

Позитивні якості: хороші теплоізоляційні якості, мала маса, стійкий до впливу бензину, масла, довговічність, тепловідбивні властивості, простота в застосуванні. Недоліки: м'який невизначений термін служби.

Ізол – біостійкий гідро- та пароізоляційний рулонний матеріал без основи, який отримують з гумобітумної в'язучої речовини, пластифікатора, наповнювача, антисептика та полімерних добавок (рис. 1.9). Додавання пластифікаторів та пластичних матеріалів (гумової крихти) покращує міцнісні та температурні характеристики [22].



Рис. 1.9. Ізол

Позитивні якості: довговічність, екологічність, не схильність до впливу УФ-променів, низький коефіцієнт теплопровідності, не горючий, витримує температуру до $+1000^{\circ}\text{C}$, стійкий до впливу зовнішнього середовища. Недоліки: низька стійкість до агресивних середовищ із присутністю розчинників та органічних сполук.

Лінокром – це гідроізоляційне полотно, яке складається з міцної основи, що не гниє (склополотно, склотканина), на яку з двох сторін нанесено бітумну в'язучу речовину. Як захисні шари використовують крупнозернисту (сланець), дрібнозернисту (пісок) посипання і полімерну плівку (рис. 1.10) [21].



Рис. 1.10. Лінокром

Застосовується для влаштування покрівельного килима будівель та споруд та гідроізоляції будівельних конструкцій. Позитивні якості: простота

монтажу, міцність, легкість, економічність, довговічність. Недоліки: необхідність виконання великої кількості швів, верхня захисна сторона піддається впливу агресивних матеріалів.

Рубемаст – рулонний матеріал, який наплавляється на основі картону (рис. 1.11). Відрізняється від звичайного руберойду підвищеним вмістом в'язучого бітуму з нижньої сторони полотна. Це покращує пластичність та тріщиностійкість, збільшує довговічність покрівлі [23].



Рис. 1.11. Рубемаст

1.2.4. Плівкові матеріали (мембрани)

Полімерні плівки (мембрани) (рис. 1.12) поступово витісняють звичний руберойд із сфери гідроізоляції житлових та промислових будівель. При високій механічній міцності вони мають ще й термічну стійкість, хімічну інертність, стійкість до біологічної активності мікроорганізмів, тому мають тривалий термін служби. З їх допомогою можна досягти абсолютної водонепроникності. У більшості випадків синтетичні мембрани піддаються зварюванню з використанням гарячого повітря. Деякі з них для прискорення та зручності монтажу оснащують профільованими засувками. Є й самоклеючі плівки із захисним паперовим шаром, який відокремлюють у процесі встановлення [24, 25].

Полімерні будівельні мембрани бувають не тільки плоскими, а й профільованими (рис. 1.13).



Рис. 1.12. Гладка мембрана для гідроізоляції



Рис. 1.13. Профілювана мембрана

1.2.5. Ремонтні суміші для гідроізоляції та ущільнювачі

У тих випадках, коли вода інтенсивно просочується крізь елементи будівельної конструкції, необхідно вживати термінових заходів. Для цього призначені спеціальні ремонтні суміші (рис. 1.14). Вони є порошками, здатними при контакті з водою швидко схоплюватися, розширюючись при цьому в об'ємі.

Найслабшими та незахищеними від протікань місцями будівельних конструкцій є стики між деталями. Вони вимагають особливої уваги при проведенні гідроізоляційних та ремонтно-відновлювальних робіт.

Є кілька способів ущільнення швів, для чого застосовують спеціальні матеріали: гідроізоляційні стрічки та шпонки, еластичні шнури тощо.



Рис. 1.14. Ремонтна суміш для гідроізоляції (гідробетон)

Водозахисні стрічки (рис. 1.15) різної ширини мають у центральній частині прогумовану ділянку, здатну впоратися з напором води. З метою міцної фіксації їх розміщують між шарами гідроізоляційних матеріалів. Для зручності монтажу їх часто оснащують самоклеючою основою. Існують і різні декоративні елементи цієї категорії. Вони не такі ефективні проти сильних протікань, але мають додаткове дезинфікуюче просочення, яке перешкоджає появі грибка або плісняви [24].



Рис. 1.15. Гідроізоляційні стрічки

Еластичні шнури (рис. 1.16) здатні утримувати рідини, заповнюючи собою весь поперечний переріз шва. Вони мають високу пружність. Їх із зусиллям вставляють у зазор між деталями, закріплюючи для надійності будівельними розчинами. Деякі з них додатково розширюються при взаємодії з

водою, що тільки підвищує загальну герметичність конструкції [25].



Рис. 1.16. Еластичний шнур

Гідроізоляційні шпонки (рис. 1.17) призначені для внутрішнього або зовнішнього захисту конструкційних проміжків від надходження в них води. У першому випадку їх вставляють у теплові чи деформаційні шви у момент монтажу будівлі. Вони закладаються у новий бетон при монолітному будівництві. Варіант зовнішнього розташування можна застосувати не тільки при зведенні, але і капітальному ремонті будівель [23].

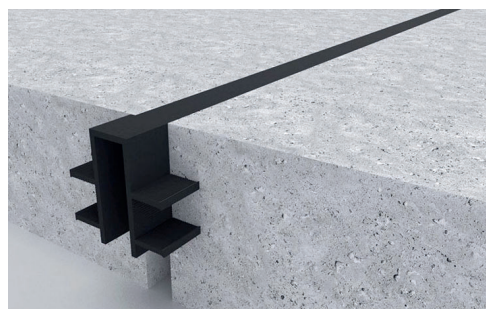
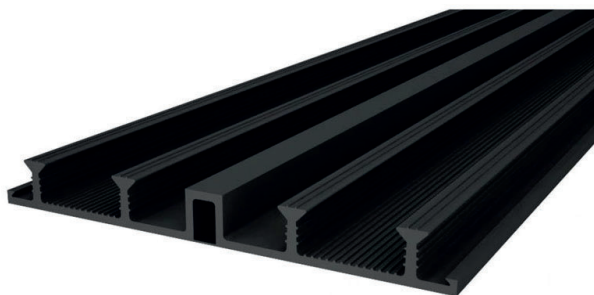


Рис. 1.17. Гідроізоляційні шпонки

Гідроізоляційні шпонки виготовляють з еластичних та міцних полімерних матеріалів. Їм надають рельєфний профіль для кращого утримування деталей. З цією ж метою використовують дротяні кріплення або штатні кліпси, які пропонують у комплекті з основними виробами.

Гідроізоляційні шпонки екологічно безпечні та інертні у біологічному відношенні. Вони не втрачають своїх властивостей в інтервалі температур від -30 до $+50^{\circ}\text{C}$, при контакті з солями, слабкими лугами та кислотами. Деякі

марки здатні витримувати коливання ширини швів та поздовжні зсуви суміжних деталей на відстані до 30-40 мм.

1.3. Звукоізоляційні матеріали

Матеріали для звукоізоляції застосовують переважно для зменшення ударного шуму та поглинання звукових хвиль. Їхню звукоізоляційну ефективність визначають різницею рівнів звуку по обидва боки огорожі, що виражається у децибелах. Максимально допустимі рівні шуму залежать від призначення приміщення та частоти звуку. Людське вухо сприймає звукові коливання в діапазоні від 16 до 20000 Гц, а найчутливішими є частоти 1500-3000 Гц. Здатність конструкції ізолювати звук пропорційна десятковому логарифму її маси, але збільшення маси робить її важчою та дорожчою. Більш ефективними вважаються конструкції з пористих матеріалів або багат шарові з повітряними прошарками, оскільки пружні властивості повітря зменшують звукові коливання. З цієї ж причини звукопоглинаючі матеріали виготовляють високопористими (пористість 40-90%), що подібно до теплоізоляційних матеріалів. Проте, на відміну від останніх, звукопоглинаючі матеріали більш ефективні з наскрізними порами або спеціальними отворами [26].

Акустичні матеріали повинні зберігати свої властивості в процесі тривалої експлуатації та водночас задовольняти загальним будівельно-технічним вимогам щодо вогнестійкості, біо- та вологостійкості, механічної міцності та економічності [27].

Гарне звукопоглинання повітряного шуму в широкому діапазоні частот мають плити з кам'яної вати. Також спеціалізована кам'яна вата розрахована на навантаження від стяжки дозволяє захиститися не тільки від повітряного шуму (в системі звукоізоляції), але і якісно захищає і від ударного шуму. Звуковбирання забезпечується за рахунок волокнистої структури, яка ефективно гасить звукову хвилю. Плити кам'яної вати є оптимальним матеріалом для застосування як заповнювач при звукоізоляції міжповерхових перекриттів при укладанні в каркас [28].

Вони мають такий механізм поглинання звукової енергії (рис. 1.18):

звукові хвилі, зустрічаючись з поверхнею пористого матеріалу, приводять повітря всередині пор і самі волокна у коливальний рух. Пори спричиняють великий опір потоку повітря (звуковій хвилі) через них, завдяки чому рух повітря у порах і за рахунок гнучких волокон гальмується, і в результаті в'язкого тертя частина звукової енергії перетворюється на теплоту і як наслідок розсіюється та втрачаючи силу [27].

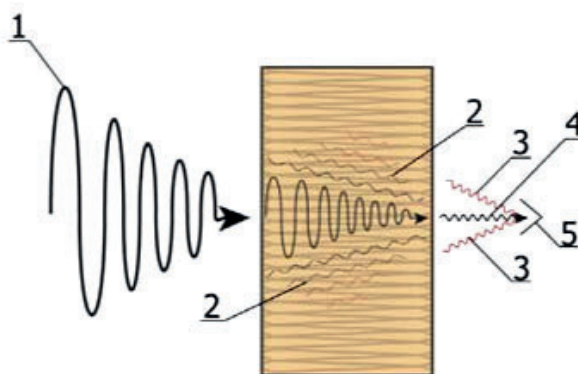


Рис. 1.18. Механізм поглинання звукової енергії кам'яноватними матеріалами відбувається так: 1. Звукова енергія, яка падає на поверхню матеріалу. 2. Частина звукової енергії перетворюється у теплову. 3. Залишкова звукова енергія випромінюється матеріалом зі значним зниженням інтенсивності. 4. Звукові хвилі, які проходять через пори та нещільності, також ослаблюються. 5. Загальна звукова енергія, яка проходить крізь товщу матеріалу.

Одним із найефективніших матеріалів для звукоізоляції завдяки своїй унікальній волокнистій структурі, яка сприяє поглинанню звукових хвиль є мінеральна вата. Це робить її незамінним рішенням для зниження шумового впливу у різних типах будівель і приміщень.

Звукоізоляційні властивості мінеральної вати є такими [28]:

- Поглинання шуму: волокниста структура мінеральної вати забезпечує високий коефіцієнт звукопоглинання, завдяки чому вона поглинає звукові хвилі, знижуючи їх інтенсивність. Чим більше волокон у матеріалі, тим ефективніше він поглинає звук.

- Зменшення повітряного шуму: мінеральна вата успішно гасить повітряні шуми, такі як розмови, звук від телевізора або музики, що проходять через

перегородки та стіни.

- Зменшення ударного шуму: також допомагає знижувати ударний шум, що виникає при ходьбі або падінні предметів на підлогу.

- Широкий діапазон частот: мінеральна вата ефективно працює на різних частотах, від низьких до високих, що робить її універсальним матеріалом для акустичного комфорту.

Завдяки тому, що матеріал є паропроникним, він зберігає свої акустичні властивості навіть у вологих умовах, не допускаючи утворення конденсату.

Практичне застосування мінеральної вати для звукоізоляції:

- Міжкімнатні перегородки: мінеральну вату використовують для заповнення простору в перегородках між кімнатами, що дозволяє значно знизити рівень шуму між приміщеннями.

- Облицювання стін: вона ефективно застосовується для звукоізоляції зовнішніх та внутрішніх стін будинків, особливо в житлових будівлях або офісах, де потрібно зменшити вплив зовнішнього або сусідського шуму.

- Підвісні стелі: використання мінеральної вати в конструкціях підвісних стель дозволяє зменшити шум, що проходить через перекриття між поверхами, та створити більш комфортне акустичне середовище.

- Звукоізоляція підлоги: мінеральну вату укладають між основою підлоги і чистовим покриттям для зменшення ударного шуму і покращення акустичних властивостей приміщення.

- Акустичні панелі: мінеральну вату застосовують у створенні акустичних панелей, які використовуються в кінотеатрах, музичних студіях, концертних залах і аудиторіях для поліпшення якості звуку та зниження відлуння.

- Звукоізоляція вентиляційних систем: матеріал використовується для ізоляції вентиляційних каналів, щоб зменшити шум, який поширюється через вентиляційні системи будівель.

Мінеральна вата поєднує високу ефективність звукоізоляції з доступністю та простотою монтажу, тому вона широко застосовується як у приватному, так і в комерційному будівництві для створення комфортного акустичного середовища.

Екструзійний пінополістирол є ефективним звукоізоляційним матеріалом із полімерної основи, що також виконує функцію теплоізоляції. Він має рівномірну, закриту пористу структуру з розміром осередків 0,1-0,2 мм. Виробництво екструзійного пінополістиролу здійснюється шляхом змішування полістирольних гранул при високих температурі та тиску з додаванням спінюючого агента і подальшим видавлюванням із екструдера [29].

Використання звукоізоляційних матеріалів на основі екструзійного пінополістиролу, завдяки його високому динамічному модулю пружності, забезпечує достатній рівень ізоляції ударного шуму в конструкціях «плаваючих» підлог. Ефект досягається особливо в поєднанні з волокнистими рулонними матеріалами.

Екструзійний пінополістирол не є ідеальним звукоізолятором, але у разі необхідності застосування допускається його використання в комбінації з іншими матеріалами або самотійно, якщо це передбачено проектом. Конструкція «плаваючої» підлоги з використанням екструзійного пінополістиролу дозволяє знизити рівень ударного шуму до 28 дБ.

Один із типів звукоізоляції для підлоги – бітумно-полімерні матеріали, які забезпечують як звукоізоляцію, так і гідроізоляцію. Їх створюють шляхом нанесення звукоізоляційного волокнистого полотна на бітумну основу, яка добре поглинає ударні шуми. Бітумний шар запобігає проникненню вологи чи цементного розчину у звукоізоляційний шар під час заливки стяжки. Завдяки такій конструкції з невеликою товщиною шару досягається комфортна акустика в приміщенні [29].

РОЗДІЛ 2.

МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИВЧЕННЯ ТЕПЛО-, ГІДРО- І ЗВУКОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ НА УРОКАХ ТЕХНОЛОГІЙ

2.1. Розробка календарно тематичного планування вивчення тепло-, гідро- і звукоізоляційних матеріалів

Вивчення тепло-, гідро- і звукоізоляційних матеріалів на уроках технологій є важливим аспектом підготовки учнів до сучасного життя та професійної діяльності. Ці матеріали мають широке застосування у будівництві, промисловості, енергозбереженні, екологічних ініціативах та побуті, що робить їх вивчення актуальним і практично корисним.

Старшокласники повинні розуміти основи енергоефективності, оскільки використання теплоізоляційних матеріалів дозволяє зменшити витрати на опалення та охолодження житла. Уроки технологій дають змогу наочно демонструвати, як правильно обирати і застосовувати такі матеріали в будівництві, утепленні житлових приміщень, автомобілів тощо.

В умовах глобальної зміни клімату та зростаючого попиту на енергозберігаючі технології, учні мають розуміти, як ізоляційні матеріали сприяють зниженню енергоспоживання. Використання теплоізоляційних матеріалів у будівлях допомагає скоротити викиди парникових газів, зменшуючи споживання енергії. Це робить знання про такі матеріали важливими для формування екологічно свідомої молоді.

Ринок праці потребує фахівців, які володіють навичками використання сучасних ізоляційних матеріалів. Уроки технологій дають можливість учням отримати базові знання та практичні навички, які стануть корисними в багатьох професійних сферах: будівництві, архітектурі, інженерії, енергетичних технологіях. Старшокласники можуть ознайомитися з властивостями різних матеріалів, методами їх монтажу та використання у різних галузях.

Ознайомлення з такими матеріалами розвиває технічне мислення учнів. Вони вчаться оцінювати якість і ефективність матеріалів, розуміють процеси

теплопередачі, звукоізоляції та гідроізоляції. Ці знання розширюють світогляд, сприяють прийняттю обґрунтованих рішень у побуті та професійній діяльності, підвищують загальну інженерну культуру учнів.

Технології утеплення та звукоізоляції приміщень активно використовуються в сучасному будівництві. Учні, які мають базові знання з цього питання, краще підготовлені до прийняття рішень щодо поліпшення умов свого проживання. Розуміння принципів тепло- та звукоізоляції допоможе їм краще орієнтуватися в питаннях ремонту і обслуговування житла, а також у виборі будівельних матеріалів для власного дому.

Вивчення ізоляційних матеріалів на уроках технологій має міждисциплінарний характер. Це дає змогу інтегрувати знання з фізики (теплопередача, акустика), хімії (властивості матеріалів), екології (енергоефективність, збереження ресурсів) та економіки (зменшення енергозатрат). Такий підхід сприяє глибшому розумінню учнями того, як різні науки поєднуються у вирішенні актуальних технічних проблем.

Запропоноване календарно тематичне планування вивчення сучасних тепло-, гідро- і звукоізоляційних матеріалів представлено у табл. 2.1.

Таблиця 2.1

**Календарно-тематичне планування вивчення тепло-,
гідро- і звукоізоляційних матеріалів**

Дата	К-сть годин	Зміст навчального матеріалу	Вимоги до рівня загальноосвітньої підготовки учнів
	2	Класифікація сучасних тепло-, гідро- та звукоізоляційних матеріалів	Знає класифікацію сучасних тепло-, гідро- та звукоізоляційних матеріалів та їхні основні властивості. Називає види тепло-, гідро- і звукоізоляційних матеріалів на органічній та неорганічній основі. Пояснює технологічні особливості застосування тепло-, гідро- та звукоізоляційних матеріалів. Наводить приклади
	2	Властивості тепло-, гідро- та звукоізоляційних матеріалів	
	2	Сучасні ефективні теплоізоляційні матеріали на органічній основі	
	2	Теплоізоляція на основі деревної сировини	
	2	Теплоізоляція на основі трав'янистої сировини	
	2	Теплоізоляція на лігнуглеводних сполучних	
	2	Полімерна теплоізоляція	
	2	Інші види органічної теплоізоляції	

	2	Сучасні ефективні теплоізоляційні матеріали на неорганічній основі	традиційних та інноваційних тепло-, гідро- та звукоізоляційних матеріалів. <i>Порівнює</i> особливості органічних та неорганічних тепло-, гідро- та звукоізоляційних матеріалів. <i>Знає</i> особливості застосування ін'єкційної гідроізоляція та гідроізоляції проникаючої дії. <i>Обґрунтовує</i> перспективність практичного застосування теплоізоляційних, гідроізоляційних, звукоізоляційних матеріалів та нанесення захисних покриттів. <i>Вміє</i> пояснити особливості структурних та експлуатаційних властивостей ізоляційних матеріалів.
	2	Мінераловатна теплоізоляція	
	2	Склоподібна та рідинноскляна теплоізоляція	
	2	Азбестовмісна теплоізоляція	
	2	Інша теплоізоляція на неорганічній основі	
	2	Основні типи матеріалів, які застосовуються у системах звукоізоляції	
	2	Класифікація гідроізоляційних матеріалів	
	2	Рідкі та пластично-в'язкі звукоізоляційні матеріали	
	2	Гідроізоляція проникаючої дії	
		Ін'єкційна гідроізоляція	
	2	Рулонні звукоізоляційні матеріали	
	8	Лабораторно-практичні роботи. Вивчення мікроструктури органічних тепло-, звуко- та гідроізоляційних матеріалів. Вивчення мікроструктури неорганічних тепло-, звуко- та гідроізоляційних матеріалів. Визначення коефіцієнта теплопровідності теплоізоляційних матеріалів. Вивчення звукопоглинання у звукоізоляційних матеріалах.	

2.2. Розробка конспектів занять

Тема заняття 1. Теплоізоляційні матеріали на неорганічній основі

Мета заняття: ознайомити учнів з особливостями, перевагами та недоліками теплоізоляційних матеріалів на неорганічній основі.

Обладнання та матеріали:

- Презентація на тему «Теплоізоляційні матеріали на неорганічній основі».
- Зразки різних типів теплоізоляційних матеріалів.
- Довідники та підручники з матеріалознавства.

Тип уроку: вивчення нового матеріалу.

План заняття

I. Організаційний момент (2 хвилини)

II. Актуалізація знань (5 хвилини)

III. Вивчення нового матеріалу (30 хвилин)

IV. Підсумок заняття (6 хвилин)

V. Домашнє завдання (2 хвилин)

Хід заняття

I. Організаційний момент

Перевірка присутності учнів та готовності до уроку.

II. Актуалізація знань

1. Для чого потрібні теплоізоляційні матеріали?
2. Де застосовують теплоізоляційні матеріали?
3. Наведіть приклади теплоізоляційних матеріалів.
4. Які з них є природними, а які штучними?

III. Вивчення нового матеріалу

До теплоізоляційних відносяться матеріали, які призначені для максимально можливого зниження теплового потоку, що проходить через них, і для забезпечення стабільного температурного режиму всередині об'єму, що ізолюється, за рахунок низького коефіцієнта теплопровідності. За своїм призначенням розрізняють будівельну теплоізоляцію, що застосовується для будівельних конструкцій, що захищають (стін, перекриттів, перегородок, фундаменту і покрівлі) і технічну теплоізоляцію, звану також монтажну, застосовувану для обладнання, промислових ємностей і трубопроводів.

Для будівельної та технічної теплоізоляції застосовують безліч видів теплоізоляційних матеріалів, які також називають утеплювачами, вибір яких ґрунтується в основному на формі поверхні, яка ізолюється, та умовах експлуатації, до яких належать кліматичні умови, температурний режим з обох сторін від теплоізоляції, наявність вологи тощо. У зв'язку з цим поряд з низьким коефіцієнтом теплопровідності та малою теплоємністю для теплоізоляційних матеріалів також важливі низька щільність для зниження вагового навантаження, низьке водопоглинання, паро-і водонепроникність, які

необхідні через те, що при насиченні водою теплотехнічні характеристики матеріалу різко знижуються. Немаловажне значення мають міцність, жорсткість, зносостійкість, морозостійкість, біостійкість, довговічність, легкість монтажу, екологічна та пожежна безпека. Залежно від умов експлуатації, властивостей та вартості в кожному конкретному випадку буде ефективнішим той чи інший теплоізоляційний матеріал.

Сьогодні на уроці ми розглянемо теплоізоляційні матеріали на неорганічній основі.

Мінераловатна теплоізоляція

Ця група матеріалів є найпоширенішою та широко застосовуваною як для будівельної, так і для технічної теплоізоляції. До мінераловатних відносять матеріали та вироби на основі волокон, одержуваних із силікатних розплавів за допомогою роздування струменем, падіння струменя на диск або валки, які обертаються (відцентровий спосіб), пропускання розплаву через фільтру або комбінацією цих методів. Залежно від сировинного матеріалу, з якого одержують силікатний розплав, розрізняють такі види мінеральної вати (мінвати) [30, 31]:

- кам'яна вата, яку одержують з осадових (вапняки, доломіти та мергелі), магматичних (базальти, габро, діабазы, діорити, граніти, синіти, пегматити, пемза та вулканічні шлаки) та метаморфічних (воластоніти, амфіболіти) гірських порід. Глини, доломіт і вапняки також використовують як добавки до магматичних порід для підвищення плинності розплаву. Найбільш поширеним різновидом кам'яної вати є базальтова, яка витримує до 700°C, а за відсутності добавок (базальтове тонке та супертонке волокна: БТВ та БСТВ) – до 1114°C;

- скляна вата (скловата), яка витримує до 450°C і одержується зі скляного бою або зі скляної шихти: суміші з кварцового піску, доломіту, соди, вапняку, скляного бою і в ряді випадків різних добавок;

- шлакова вата (шлаковата), яка витримує до 300°C і випускається зі шлаків чорної та кольорової металургії;

- каолінова (мулітокремнеземиста, керамічна, алюмосилікатна, полікристалічна) вата, яка витримує до 1150°C і одержується з технічного

глинозему ($\text{Al}_2\text{O}_3 > 99\%$) та кварцового піску, іноді з додаванням хромовмісних сполук або оксиду цирконію для підвищення вогнетривкості до 1300°C ;

- кварцова (кремнеземна) вата, яка витримує до 1100°C та одержується з чистого кварцового піску із вмістом $\text{SiO}_2 = 96-98\%$;

- корундова (алюмооксидна, алундова) вата, яка витримує до 1600°C і одержується з технічного глинозему.

До мінеральної також можна віднести азбестову вату, яка витримує до 500°C і на відміну від інших видів мінеральної вати виготовляється шляхом розпушування тонковолокнистого мінералу хризотилу (хризотилловий азбест). У вигляді самої вати азбестова вата практично не використовується через високу канцерогенність азбестового пилу, проте існують суміші з азбестової та інших ват (асбомінвата).

Найбільш поширеними мінераловатними виробами є плити (мінплити) та рулонні мати, які застосовуються для будівельної та технічної теплоізоляції. Залежно від методу формування розрізняють три різновиди рулонних матів:

- рулонна мінераловатна (мінеральна) повсть, яку отримують шляхом просочення мінеральної вати різними сполучними з подальшим легким ущільненням. Такі мати іноді називають склеюваними;

- прошивні (голкопрошивні) мати, які, як випливає з назви, одержують без використання сполучних шляхом прошивки попередньо ущільненого та охолодженого мінераловатного килима за допомогою товстої нитки, шпагату, сталевого дроту, скляного або базальтового волокна;

- голкопробивні мати, які отримують без використання сполучних шляхом пробивання полотна спеціальними голками, які здійснюють зворотно-поступальні рухи для переплутування волокон. Для виготовлення мінплит і рулонних матів з мінеральної повсті в якості сполучних, які додаються в кількості від 1,5 до 10 мас. % (до 14-18% для бітумних сполучних), застосовують полімерні речовини (переважно фенолоформальдегідні смоли, а також карбамідні смоли, фенолоспирти, латекси, пластифіковані полівінілацетатні емульсії), рідке скло та глиноземистий цемент. Залежно від виду і кількості сполучного розрізняють жорсткі та напівжорсткі плити, м'які

плити (листова повсть) і рулонну повсть.

Поряд із плитами та рулонними матами до мінераловатних виробів відносять [32]:

- Теплоізоляційні (мінеральні, гнучкі, ущільнювальні) шнури (джгути) або пух-шнури (пухшнури), які одержують без використання сполучних шляхом набивання мінеральної вати в обплетення з металевого дроту, скляних та бавовняних ниток. У випадку азбестового шнура і набивання, і обплетення виконуються з азбесту. Шнури застосовують для теплоізоляції трубопроводів, теплових агрегатів, стиків між панелями та плитами.

- Фасонні вироби: циліндри, напівциліндри (шкаралупи) та сегменти, які отримують за аналогічною з жорсткими плитами технологією та є спеціалізованою теплоізоляцією для трубопроводів. Існують фольговані різновиди цих виробів.

- Теплоізоляційні (вогнетривкі) тканини, які складаються з переплетення взаємно перпендикулярних поздовжніх (основа) і поперечних волокон у вигляді ниток або джгутів з кручених волокон, які покривають полімерним сполучним або доповнюють волокнами з бавовни, лавсану тощо. Тканини застосовують як технічну теплоізоляцію, прокладний, вогнезахисний та ущільнювальний матеріал у різних галузях промисловості.

- Гранульована мінеральна вата, яку одержують внаслідок розриву вати на клаптики або розрізанням мінераловатного килима на дрібні шматочки з наступною окаткою та просіюванням для відділення крапель розплаву (неволокнистих включень – корольків). Гранульована вата застосовується для так званої задувної (надувної, сипучої, насипної) теплоізоляції будівельних конструкцій та обладнання за допомогою спеціалізованого компресорного обладнання або вручну.

Склоподібна та рідинноскляна теплоізоляція

Ця група – це теплоізоляційні матеріали та вироби з аморфною (склоподібною) твердою фазою, які отримують з використанням скла, склоутворюючих мінералів або рідкого скла (силікатний клей, канцелярський клей – водний розчин силікатів натрію $\text{Na}_2\text{O}(\text{SiO}_2)_n$, калію $\text{K}_2\text{O}(\text{SiO}_2)_n$ або їх

суміші) або для отримання наповнювачів. До цієї групи також можна віднести мінераловатні теплоізоляційні матеріали на основі скловати, які ми розглянули вище.

Найбільш поширеним матеріалом цієї групи є комірчасте скло (піноскло), яке одержують шляхом спікання тонкоподрібненого скла, ерклезу(брили, яка утворюються при дробленні скломаси, застиглої при аварійній або плановій зупинці скловарної печі), скляного бою або деяких природних мінералів, з газоутворювачами (вапняк, доломіт, антрацит тощо). При нагріванні до температури 800-900°C відбувається перехід склоутворювачів у пластичнов'язкий (піропластичний) стан з одночасним розкладанням газоутворювачів і спінюванням склофази, що дозволяє отримати дрібнопористу комірчасту структуру матеріалу з теплопровідністю 0,04-0,14 Вт/м·°C після охолодження. Особливістю структури піноскла є наявність мікропор у міжпорових стінках, тому загальна пористість матеріалу досягає 80-95%. Піноскло характеризується середньою для теплоізоляційних матеріалів міцністю, водостійкістю, низьким водопоглинанням, негорючістю, термостійкістю (до 300-400°C для піноскла на основі звичайного скла та до 1000°C за відсутності лужних оксидів), вогнестійкістю, морозостійкістю до -55°C, відсутністю усадки, хімічною стійкістю (за винятком лугів, плавикової та фторводневої кислот) та біостійкістю, хорошими електро- та звукоізоляційними властивостями, легкістю механічної обробки, екологічністю. Недоліками піноскла є крихкість, порівняно висока щільність, низька паропроникність та висока вартість. Піноскло випускають у формі блоків, фасонних виробів (циліндрів та напівциліндрів) та гранул у вигляді піску, гравію або щебеню. Вироби з піноскла застосовують як будівельну та технічну теплоізоляцію, а гранульоване піноскло застосовують як заповнювач для легких бетонів та насипної теплоізоляції [33].

До теплоізоляції на основі рідкого скла відносять матеріали та вироби, які містять у своєму складі гранули, одержувані спучуванням так званого склобісеру з рідкого скла або з силікат-брили, які утворюється в результаті охолодження розплаву силікату натрію або калію, з додаванням тонкомолотих

мінеральних добавок (вапняк, зола, кварцовий пісок). При цьому гранули розміром понад 5 мм називають склопором, а гранули розміром від 0,1 до 5 мм – силіпором. Ці матеріали витримують від -200 до +660°C. Склопор та силіпор використовують як наповнювачі для отримання штучної, заливальної та мастичної теплоізоляції. Силіпор також застосовують для заповнення осередків у сотопластах (просочених реактопластами каркасних структур, які складаються з шестигранних осередків та виготовляються з паперу, тканини та інших матеріалів) з отриманням сотосиліпорів. До найбільш поширених теплоізоляційних матеріалів для будівельної та технічної теплоізоляції з цими наповнювачами належать [34]:

- склосилікат ($\lambda = 0,05-0,07$ Вт/м·°C), який є гранулами склопору або силіпору із добавками;
- склофосфогель ($\lambda = 0,07$ Вт/м·°C), що є аналогом випалювального склосилікату, в якому наповнювачем є подрібнений склопор, а в якості сполучного застосовується суміш рідкого скла та ортофосфорної кислоти;
- склоцемент ($\lambda = 0,07-0,1$ Вт/м·°C), в якому сполучним є цементне молоко (суміш із співвідношенням цемен : вода = 1 : 3-4) на основі цементів, які швидко твердіють;
- склогіпс ($\lambda = 0,07-0,1$ Вт/м·°C), в якому, як випливає з назви, як сполучний застосовуються гіпсові та гіпсоцементно в'язучі речовини;
- склополімери ($\lambda = 0,04-0,05$ Вт/м·°C), до яких відносять наповнені склопором спінені полімери: склопінополіуретан, склофенопласт, склопінокарбамід;
- склобітум ($\lambda = 0,045-0,07$ Вт/м·°C), в якому сполучними є нафтові бітуми.

Азбестовмісна теплоізоляція.

Дана група є матеріалами та виробами, які одержують з використанням волокон хризотилового азбесту: мінераловатні вироби (насипний азбест, азбестові вата, повсть, тканина, картон, папір та шнури), розглянуті вище, та вироби на мінеральних та полімерних сполучних. Одним із матеріалів даної

групи є піноазбест, який одержують з розпушених азбестових волокон та технічної піни за додаткового диспергування хімічними реагентами. Піноазбест є особливо легким матеріалом ($\rho = 20-60 \text{ кг/м}^3$) із термостійкістю до 400°C та теплопровідністю $0,028-0,45 \text{ Вт/м}\cdot^\circ\text{C}$. Найбільш поширеним матеріалом даної групи є азбестоцемент (асбоцемент, хризотилцемент), який є цементним в'язучим з азбестовим заповнювачем для отримання азбестоцементних (азбестобетонних) виробів у вигляді листів (у тому числі хвилясті листи – азбестоцементний шифер), плит, труб, муфт та технічної теплоізоляції.

До азбестовмісних матеріалів, які застосовують як мастики (при замішуванні водою) для теплової ізоляції труб та обладнання, для штукатурних робіт або у виробництві плит і фасонних виробів, відносять:

- Азбозурит ($\lambda = 0,144 \text{ Вт/м}\cdot^\circ\text{C}$), який випускають у вигляді порошку із суміші діатоміту або трепелу (70%) та азбесту (30%). Різновидом даного матеріалу є новоазбозурит, в якому азбест наполовину замінений азбестоцементними відходами. Азбозурит витримує температури до 600°C ;

- Азботерміт ($\lambda = 0,116-0,14 \text{ Вт/м}\cdot^\circ\text{C}$), який випускають у вигляді порошку із суміші діатоміту або трепелу (15-20%), азбесту (10-15%) та азбестоцементних відходів (70%). Азботерміт витримує температури до 800°C ;

- Азбослюда ($\lambda = 0,13-0,15 \text{ Вт/м}\cdot^\circ\text{C}$), яку випускають у вигляді порошку із суміші діатоміту або трепелу (60%), азбесту (10-12%), азбестоцементних відходів (20%) та подрібненої слюди (8-10%);

- Азбозоноліт ($\lambda = 0,16-0,18 \text{ Вт/м}\cdot^\circ\text{C}$), який випускають у вигляді порошку із суміші діатоміту або трепелу (70%), азбесту (15%) та спученого вермікуліту, який називають зонолітом (15%).

Всі розглянуті азбестовмісні матеріали та вироби за рахунок наявності азбесту мають високу міцність, температуростійкість, хімічну стійкість і вогнестійкість, проте при цьому у них підвищуються крихкість і водопоглинання, а канцерогенність азбестових волокон знижує екологічність і є головною причиною зниження обсягів використання цієї групи теплоізоляційних матеріалів.

IV. Підсумок заняття

4.1. Основи теплоізоляції:

Теплоізоляція – це захист будівель і споруд від втрати тепла за допомогою спеціальних матеріалів. Вона відіграє важливу роль у збереженні енергії та забезпеченні комфортних умов всередині приміщень.

4.2. Види неорганічних теплоізоляційних матеріалів:

Неорганічні теплоізоляційні матеріали виготовляються з природної або синтетичної сировини. Основні види включають:

Мінеральна вата – матеріал на основі базальтових чи скловолоконних волокон. Має хороші тепло- та звукоізоляційні властивості.

Піноскло – матеріал, виготовлений з пінового скла, яке є відмінним ізолятором завдяки закритій пористій структурі.

Газобетон та пінобетон – легкі та міцні матеріали, які містять порожнини, заповнені повітрям, що забезпечує низьку теплопровідність.

Вогнетривкі матеріали – застосовуються для ізоляції в умовах високих температур, таких як промислові печі.

4.3. Переваги та недоліки:

Неорганічні матеріали відрізняються високою стійкістю до вогню, біологічною стійкістю (стійкість до плісняви, грибків), довговічністю. Однак, деякі з них мають високу щільність, що може збільшити загальну вагу конструкцій, і вимагають професійного монтажу.

4.4. Застосування в будівництві та промисловості:

Неорганічні теплоізоляційні матеріали використовуються в житловому, промисловому, транспортному будівництві, а також для ізоляції промислових установок, теплових мереж, трубопроводів і котлів.

Отже, вибір теплоізоляційного матеріалу залежить від специфічних вимог об'єкта, умов експлуатації та необхідних технічних характеристик.

V. Домашнє завдання

Підготувати доповідь у вигляді презентації на тему: «Види та практичне застосування теплоізоляційних матеріалів на неорганічній основі».

Тема уроку 2: «Сучасні органічні тепло-, гідро- та звукоізоляційні матеріали і вироби»

Мета уроку:

1. **Освітня:** Ознайомити учнів з видами сучасних органічних тепло-, гідро- та звукоізоляційних матеріалів, їхніми характеристиками, перевагами та недоліками.

2. **Розвивальна:** Розвивати аналітичне мислення і навички порівняння різних видів ізоляційних матеріалів за їхніми властивостями.

3. **Виховна:** Формувати відповідальне ставлення до енергоефективності та екологічності у будівництві.

Тип уроку: комбінований

Структура уроку

I. Організаційний момент (1 хвилина)

- Привітання, перевірка присутніх.
- Оголошення теми уроку та мотивація.

II. Актуалізація опорних знань (3 хвилини)

- Бесіда за питаннями:
- Що таке теплоізоляція, гідроізоляція та звукоізоляція?
- Які матеріали зазвичай використовуються для кожного з цих видів ізоляції?
- Коротке пояснення значення органічних ізоляційних матеріалів.

III. Мотивація навчальної діяльності (3 хвилин)

- Пояснення, чому саме органічні матеріали все частіше використовуються в сучасному будівництві (екологічність, енергоефективність, безпечність для здоров'я).
- Приклади впливу правильно підібраних ізоляційних матеріалів на зменшення енергозатрат у будівлях.

IV. Основна частина (16 хвилин)

1. **Ознайомлення з видами сучасних органічних ізоляційних матеріалів**

1. Теплоізоляційні матеріали

○ Целюлозна вата:

- **Склад:** виготовляється з переробленого паперу з додаванням антисептичних і вогнезахисних компонентів.
- **Переваги:** висока теплоізоляція, здатність утримувати вологу, екологічність, звукоізоляція.
- **Недоліки:** чутливість до вологи, необхідність додаткового захисту від гризунів.
- **Застосування:** утеплення стін, перекриттів, підлог.

○ Пінополіуретан (PUR):

- **Склад:** синтетичний полімер із закритою пористою структурою.
- **Переваги:** відмінні теплоізоляційні властивості, стійкість до вологи, легкість.
- **Недоліки:** потребує захисту від ультрафіолету, складний у переробці.
- **Застосування:** утеплення дахів, стін, підлог і підвалів.

○ Коркова ізоляція:

- **Склад:** виготовляється зі спресованої кори коркового дерева.
- **Переваги:** екологічність, низька теплопровідність, довговічність, гнучкість.
- **Недоліки:** висока вартість, обмежений доступ через потребу імпорту.
- **Застосування:** зовнішнє та внутрішнє утеплення стін, підлоги, перекриттів.

2. Гідроізоляційні матеріали

○ Бітумні матеріали:

- **Склад:** на основі природного або синтетичного бітуму, іноді зі скловолокном або полімерними добавками.
- **Переваги:** відмінна водонепроникність, еластичність, доступність.
- **Недоліки:** обмежена екологічність, виділення запаху при високих температурах.

- **Застосування:** гідроізоляція фундаментів, покрівлі, підвальних приміщень.
- **Гідроізоляційні мембрани:**
 - **Склад:** поліетилен або ПВХ.
 - **Переваги:** висока водонепроникність, стійкість до ультрафіолету та хімічних речовин.
 - **Недоліки:** потреба у кваліфікованому монтажі, складність утилізації.
 - **Застосування:** гідроізоляція плоских дахів, основ підлоги, підземних споруд.

3. Звукоізоляційні матеріали

- **Фіброволокно:**
 - **Склад:** поліефірне волокно або натуральні волокна.
 - **Переваги:** хороша звукоізоляція, гнучкість, зручність у монтажі.
 - **Недоліки:** може збільшувати вологість приміщення при недостатній вентиляції.
 - **Застосування:** звукоізоляція внутрішніх стін, підлог.
- **Коркові плити:**
 - **Склад:** пресована кора коркового дерева.
 - **Переваги:** висока звукоізоляція, стійкість до вологи, натуральний матеріал.
 - **Недоліки:** висока вартість.
 - **Застосування:** підкладка під ламінат, покриття для стін і підлог.

II. Порівняння властивостей матеріалів та обговорення їхніх особливостей

- Таблиця порівняння для кожного виду ізоляції (теплопровідність, вологостійкість, звукоізоляція, екологічність, вартість).
- Обговорення доцільності використання матеріалів у конкретних умовах: житлове будівництво, промислові об'єкти, будівлі з підвищеними вимогами до екологічності.

V. Практична частина (17 хвилин)

5.1. Пояснення завдання

Учням пропонується практичне завдання: обрати оптимальний ізоляційний матеріал для конкретного об'єкта, враховуючи умови експлуатації, тип об'єкта, бюджет, необхідні характеристики та екологічність.

Приклад ситуацій:

- Утеплення зовнішніх стін житлового будинку в умовах помірного клімату.
- Гідроізоляція фундаменту підвалу в місцевості з високим рівнем ґрунтових вод.
- Звукоізоляція внутрішніх стін у квартирі в багатоквартирному будинку.
- Утеплення та звукоізоляція покрівлі в приватному будинку.

5.2. Розподіл учнів на малі групи та призначення умов

- Клас ділиться на кілька груп, кожна отримує окрему ситуацію з умовами та вимогами.
- Кожній групі призначається завдання підібрати ізоляційний матеріал і коротко обґрунтувати свій вибір.

5.3. Аналіз умов та робота над завданням

- Учні у групах аналізують вимоги до об'єкта, враховуючи:
 - Тип ізоляції (тепло-, гідро- чи звукоізоляція).
 - Особливості будівлі (житлова, промислова, підвальне приміщення).
 - Кліматичні умови (вологість, температурні перепади).
 - Питання екологічності та здоров'я (переваги органічних матеріалів).
 - Бюджетні обмеження (дорожчі натуральні чи дешевші синтетичні матеріали).
- Групи записують свої висновки: який саме матеріал вони обрали та чому (наприклад, для гідроізоляції підвалу рекомендується бітумний матеріал через його стійкість до води та доступність).

5.4. Презентація та обговорення результатів

- Кожна група представляє свої висновки перед класом. Вони розповідають, який матеріал обрали, чому він підходить для даних умов і які

його переваги та недоліки.

- Учитель або інші групи можуть ставити додаткові запитання для уточнення або обговорення альтернативних рішень.

5.5. Підведення підсумків практичної частини

- Підсумовую практичну частину, звертаючи увагу на ключові аспекти: важливість аналізу умов експлуатації, порівняння властивостей матеріалів та екологічний аспект вибору.

- Вказую на те, як правильний вибір ізоляційного матеріалу сприяє енергоефективності, комфорту і довговічності будівлі.

VI. Підсумок уроку (4 хвилин)

- Узагальнення ключових аспектів, які потрібно враховувати при виборі ізоляційного матеріалу.

- Обговорення значення використання екологічних матеріалів у сучасному будівництві для збереження довкілля.

- Відповіді на питання учнів.

VII. Домашнє завдання (1 хвилина)

Підготувати коротке повідомлення про один із сучасних органічних ізоляційних матеріалів, описуючи його характеристики, сфери застосування та переваги.

2.3. Розробка тестових завдань

1. Виберіть правильну відповідь (1 правильна відповідь)

1. Який з матеріалів є найпоширенішим для теплоізоляції?

- а) Бітум;
- б) Скловата;
- в) ПВХ мембрана;
- г) Металеві панелі.

2. Який матеріал використовується для звукоізоляції і виготовляється зі спресованої кори дерев?

- а) Пінополіуретан;
- б) Корок;
- в) Пінополістирол;
- г) ПВХ мембрана.

3. *Який матеріал має найкращі гідроізоляційні властивості?*

- а) Целюлозна вата;
- б) Мінеральна вата;
- в) Бітум;
- г) Поліуретан.

4. *Пінополістирол в основному застосовується для:*

- а) Гідроізоляції;
- б) Теплоізоляції;
- в) Вентиляції;
- г) Декорацій.

5. *Який з матеріалів використовується для гідроізоляції фундаментів?*

- а) Поліетилен;
- б) Скловата;
- в) Бітумні матеріали;
- г) Целюлозна вата.

2. Виберіть усі правильні відповіді (2 або більше правильних варіантів)

6. *Які з цих матеріалів вважаються органічними?*

- а) Пінополістирол;
- б) Корок;
- в) Целюлозна вата;
- г) Мінеральна вата.

7. *Які з матеріалів використовуються для теплоізоляції?*

- а) Пінополіуретан;
- б) Целюлозна вата;
- в) Бітум;
- г) Пінополістирол.

8. Які матеріали можуть забезпечити хорошу звукоізоляцію?

- а) Скловата;
- б) Корок;
- в) Пінополістирол;
- г) Фіброволокно.

9. Які матеріали відносяться до неорганічних?

- а) Мінеральна вата;
- б) Корок;
- в) Скловата;
- г) Целюлоза.

10. Які з властивостей характерні для матеріалів, що використовуються для гідроізоляції?

- а) Водонепроникність;
- б) Висока теплопровідність;
- в) Стійкість до ультрафіолету;
- г) Пориста структура.

3. Встановіть відповідність

11. Встановіть відповідність між типом ізоляційного матеріалу та його характеристикою:

Матеріал	Характеристика
Теплоізоляційний матеріал – ...	а) Поглинає звуки, забезпечуючи тишу
Гідроізоляційний матеріал – ...	б) Захищає від втрати тепла
Звукоізоляційний матеріал – ...	в) Забезпечує водонепроникність

12. Встановіть відповідність між матеріалом та його основною характеристикою:

Матеріал	Основна характеристика
Пінополіуретан – ...	а) Висока звукоізоляція, виготовлена з натуральних волокон

Целюлозна вата – ...	б) Висока стійкість до вологи, використовується для гідроізоляції
Звукоізоляційний матеріал – ...	в) Міцний матеріал з відмінними теплоізоляційними властивостями
Скловата – ...	г) Пориста структура, утримує тепло, екологічно чистий

13. Встановіть відповідність між ізоляційним матеріалом та його основною перевагою:

Матеріал	Основна перевага
Коркові плити – ...	а) Висока звукоізоляція і екологічність
Мінеральна вата – ...	б) Вогнестійкість та стійкість до високих температур
Гідроізоляційна мембрана – ...	в) Водонепроникність і стійкість до ультрафіолету
Фіброволокно – ...	г) Гнучкість та ефективна звукоізоляція

14. Встановіть відповідність між матеріалом та його сферою застосування:

Матеріал	Сфера застосування
Пінополістирол – ...	а) Звукоізоляція підлог і стін
Бітумна мастика – ...	б) Теплоізоляція фасадів
Корок – ...	в) Гідроізоляція фундаменту

15. Встановіть відповідність між матеріалом і типом ізоляції:

Матеріал	Тип ізоляції
Целюлозна вата – ...	а) Теплоізоляція
ПВХ мембрана – ...	б) Гідроізоляція
Фіброволокно – ...	в) Звукоізоляція

4. Встановіть послідовність

16. Розташуйте кроки у правильній послідовності для утеплення стін целюлозною ватою:

- а) Підготовка основи;
- б) Встановлення каркаса для утеплювача;
- в) Нанесення шару целюлозної вати;
- г) Закріплення пароізоляційного шару.

17. Встановіть послідовність нанесення бітумної мастики на фундамент:

- а) Підготовка поверхні;
- б) Нанесення ґрунтувального шару;
- в) Нанесення бітумної мастики;
- г) Закріплення захисної плівки.

5. Відкриті запитання на розуміння

18. Чому матеріали з пористою структурою ефективні для теплоізоляції?

19. Які особливості гідроізоляційних матеріалів роблять їх стійкими до вологи?

20. Чим органічні теплоізоляційні матеріали відрізняються від неорганічних?

21. Чому для звукоізоляції використовують матеріали з високою щільністю?

22. Назвіть основні переваги використання екологічно чистих органічних ізоляційних матеріалів.

ВИСНОВОК

З'ясовано, що тепло- та звукоізоляційні матеріали на органічній основі вирізняються великою різноманітністю за складом та властивостями, можуть бути отримані з речовин природного, переважно рослинного, або синтетичного походження, або із їх суміші. Утеплювачі на органічній основі широко застосовуються у будівництві, переважно для малоповерхового будівництва житлових будівель, та у технічній теплоізоляції за відсутності високих температур. Для тепло- та звукоізоляції на основі природних органічних речовин характерні поширеність та низька вартість сировини, середні теплоізоляційні властивості, екологічність, відносно невисока міцність, низька біостійкість та високе водопоглинання, а тепло- та звукоізоляція на основі синтетичних органічних речовин характеризуються порівняно високою вартістю, легкістю нанесення на різні поверхні, вищими значеннями хімічної стійкості.

Встановлено, що сьогодні існує безліч теплоізоляційних матеріалів на неорганічній основі та виробів з них, що дозволяє підібрати матеріал залежно від утеплюючої поверхні та температурного режиму. Така різноманітність пояснюється широким вибором застосовуваної неорганічної сировини, переважно мінеральних матеріалів, які в більшості випадків широко поширені у природі, можуть бути легко синтезовані або є великотоннажними техногенними відходами. Обмеженням для низки неорганічних теплоізоляційних матеріалів є їхня висока вартість. Для всіх розглянутих матеріалів та виробів можна виділити переваги, пов'язані з їх неорганічною основою: екологічність, довговічність, термостійкість, вогнестійкість та негорючість.

Гідроізоляційні матеріали відіграють критично важливу роль у будівництві, оскільки забезпечують захист будівельних конструкцій від руйнівного впливу води та вологи. Їх використання сприяє тривалій експлуатації споруд, підвищенню їх міцності та стійкості, запобігає появі грибка, корозії, а також зберігає теплоізоляційні властивості будівель. Серед різновидів гідроізоляційних матеріалів найпоширенішими є бітумні мастики, полімерні мембрани, а також цементні гідроізолянти, які можуть

використовуватися в залежності від типу конструкції та умов експлуатації. При виборі гідроізоляційного матеріалу необхідно враховувати його вологостійкість, довговічність, еластичність та екологічність. Розуміння особливостей і функцій гідроізоляційних матеріалів дозволяє забезпечити надійний захист будівельних конструкцій і створити комфортні умови в приміщеннях.

Розроблено методичне забезпечення вивчення старшокласниками тепло-, гідро- і звукоізоляційних матеріалів на уроках технологій, що сприятиме розвитку технічної грамотності, формуванню екологічної свідомості, підготовці до професійного життя та надає учням можливість застосовувати здобуті знання для покращення умов свого побуту та енергоефективності у майбутньому.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Тарас Перегінець, Юрій Павловський. Сучасні ізоляційні матеріали та вироби. Актуальні проблеми сучасної науки. Матеріали XI-ї Міжнародної науково-практичної конференції студентів та викладачів факультету фізики, математики, економіки та інноваційних технологій. / За редакцією Юрія Матуріна, Ігоря Столярчука. Дрогобич: РВВ ДДПУ ім. І. Франка, 2024. С. 485-488.
2. Гасан Ю.Г., Пашенко Т.М. Будівельні матеріали. Навч. посібник: у 2 ч. Київ: КНУБА, 2013. 227 с.
3. Органічні теплоізоляційні матеріали та вироби. URL: <http://um.co.ua/1/1-1/1-102892.html>
4. Органічні теплоізоляційні матеріали. Види. Властивості. Застосування. URL: http://ni.biz.ua/6/6_10/6_100668_organicheskie-teploizolyatsionnie-materiali-vidi-svoystva-primenenie.html
5. Погребна Н.Е., Котова Т.В. Будівельні та теплоізоляційні матеріали: Навчальний посібник. Дніпро: НМетАУ, 2022. 57 с.
6. Білоус Д.А., Ковальський В.П., Бондар А.В. Сучасні органічні теплоізоляційні матеріали [Електронний ресурс]. *Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2023)*. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції. Вінниця, 22 червня 2023 р.
7. Тепло- та звукоізоляційні матеріали та вироби в енергозберігаючих технологіях. Видання 2, виправлене / П. В. Захарченко та ін. Київ: ЦУЛ, 2019. 400 с.
8. Теплоізоляційні матеріали в будівництві. URL: <https://www.products.pcc.eu/uk/blog/теплоізоляційні-матеріали-в-будівни/#:~:text=Теплоізоляційними%20матеріалами%20в%20будівництві%20є,тонкими%20і%20остійкими%20до%20вологи.>
9. Технологія опоряджувальних робіт: навч. посіб / Я.Ю. Білоконь, Ю.І. Кравець, М.І. Михнюк, Т.В. Пятничук. Київ: ІПТО НАПН України, 2015. 167 с.
10. Дворкін Л.Й. Житковський В.В. Технологія опоряджувальних, теплоізоляційних та гідроізоляційних матеріалів: навч. посібн. Рівне: НУВГП,

2010. 223 с.

11. Дворкін Л.Й., Лаповська С.Д. Будівельне матеріалознавство. Київ: Кондор-видавництво, 2017. 448 с.

12. Будівельне матеріалознавство: підручник / П.В. Кривенко, та ін. Київ: ТОВ УВПК "ЕксОб", 2006. 704 с.

13. Теплоізоляційні матеріали. URL: <https://obrobka.pp.ua/2714-teplozolyacyn-materiali.html>

14. Солоха І. В., Бесага Х. С., Луцюк І. В. Теплоізоляційні матеріали та вироби для теплових промислових агрегатів: навчальний посібник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2017. 100 с.

15. Теплоізоляційні полімерні матеріали. URL: <https://studfile.net/preview/5241906/page:50/>

16. Будівельне матеріалознавство: підручник / П.В. Кривенко та ін. Київ: «Ліра-К», 2012. 624 с.

17. Нові матеріали і технології їх отримання / Е.С. Геворкян, Г.Д. Семченко, Л.А. Тимофєєва, В.П. Нерубицький. Харків: Діса плюс, 2015. 344 с.

18. Wang P., Aliheidari n., Zhang X., Ameli A. Strong ultralight foams based on nanocrystalline cellulose for high-performance insulation. *Carbohydrate Polymers*. 2019. Vol. 218. P. 103-111.

19. Anisotropic, lightweight, strong, and super thermally insulating nanowood with naturally aligned nanocellulose / T. Li et all. *Science Advances*. 2018. Vol. 4. Iss. 3. Article 3724.

20. Гідроізоляційні матеріали, класифікація та застосування. URL: <http://www.budbazar.lviv.ua/gdrozolyacyn-materiali-klasifikacya-ta-zastosuvannya.html>

21. Будівельні матеріали та вироби: підручник / О.М. Лівінський та ін. Київ: «МП Леся», 2016. 600 с.

22. Гідроізоляційні та покрівельні матеріали на основі бітумів і полімерів. URL: https://buduemo.com/ua/news/building_materials/gidroizoljacionnye-i-krovelnye-materialy-na-osnove-bitumov-i-polimerov.html

23. Герметизація стиків і швів панелей у збірному будівництві житлових

та промислових будівель. Утеплення пінополіуретаном. URL: <https://www.ppu.cv.ua/hermetezatsiia-stykiv-ta-shviv-panelei-uzbirnomu-budivnytstvi-zhytlovykh-ta-promyslovykh-budivel.html>

24. Колосов Є.В. Утеплення та гідроізоляція будинку і квартири. Харків: Клуб Сімейн. Ізвілля, 2014. 352 с.

25. Купріянова А. Сучасні способи утеплення, звукоізоляції і гідроізоляції будинків і квартир. Харків: Аргумент Принт, 2015. 256 с.

26. Акустичні матеріали. URL: https://vue.gov.ua/Акустичні_матеріали#:~:text=Акустичні%20матеріали%20—%20матеріали%2C%20що%20застосовуються,кількості%20людей%20за%20межами%20будівель.

27. Черній О.О., Блащук Н.В. Сучасні шумопоглинальні матеріали і конструкції для житлового будівництва. URL: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/42292/21027.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

28. Акустичні матеріали та вироби. URL: <https://studfile.net/preview/9447541/page:3/>

29. Bouttout A., Amara M. Sound insulation between buildings: the impact noise transmission through different floor configurations. *International Journal of Architectural, Civil and Construction Sciences*. 2016, Vol 10, No 1.

30. Види мінеральної вати: скловата, шлаковата, базальтова вата. URL: <https://pic-distribution.ua/vidyi-mineralnoy-vaty/>

31. Різновиди мінеральної вати для утеплення. URL: <https://www.kypur.net/riznovydy-mineralinoyi-vaty-dlya-uteplennya/>

32. Хоменко О.Г. Енергозберігаючі технології в будівництві: навчальний електронний посібник. Глухів. 2019. 118 с.

33. Все про піноскло. URL: <https://www.pinosklo.com/ua/vopros-otvet.html>

34. Передові системи термомодернізації будівель і споруд: навч. посіб. / Надія Іволжатова та ін. Київ: Видавничий дім «Гельветика», 2020. 116 с.