

## Застосування утеплювачів з супертонких базальтових волокон в якості ізоляції технологічного обладнання ТЕС та АЕС

Вероніка Борисова, студентка<sup>1</sup> (ORCID: 0009-0004-4868-5472)

<sup>1</sup> Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

### АНОТАЦІЯ

У роботі висвітлено переваги утеплювачів із супертонких базальтових волокон (СТБВ) як сучасного рішення для енергетики. Показано їхню ефективність у зменшенні тепловтрат, економії ресурсів та відповідності екологічним стандартам, що робить СТБВ перспективним матеріалом для модернізації ТЕС і АЕС.

*Ключові слова:* супертонка базальтова ізоляція, довговічність, безпека експлуатації.

### 1. ВСТУП

Сучасний розвиток енергетики вимагає нових підходів до підвищення ефективності та екологічної безпеки виробництва. В умовах глобальної енергетичної кризи та кліматичних викликів питання раціонального використання енергоресурсів стає одним із ключових як для України, так і для всього світу. Зростаючі потреби у виробництві електроенергії, зношеність основних фондів, підвищені вимоги до промислової безпеки та екологічні стандарти обумовлюють необхідність пошуку інноваційних рішень у сфері теплоізоляції та енергоефективності.

Однією з найбільших проблем у роботі теплових та атомних електростанцій залишається значна втрата тепла. Вона не лише призводить до перевитрат палива та зниження коефіцієнта корисної дії (ККД) обладнання, але й має суттєвий негативний вплив на довкілля через додаткові викиди шкідливих речовин. У масштабах енергосистеми країни це перетворюється на серйозний економічний та екологічний фактор, що вимагає негайних рішень. У цьому контексті особливої актуальності набуває використання інноваційних ізоляційних матеріалів, здатних забезпечити високу енергоефективність, безпеку та довговічність експлуатації.

Сучасні теплоізоляційні технології розглядаються не лише як засіб зниження тепловтрат, але й як стратегічний інструмент досягнення цілей сталого розвитку, підвищення надійності критичної інфраструктури та зниження залежності від традиційних енергоресурсів.

Одним із найперспективніших рішень у цій сфері є використання утеплювачів із супертонких базальтових волокон (СТБВ). Вони поєднують у собі низьку теплопровідність, високу стійкість до дії високих температур, екологічну безпечність та довговічність. Практика застосування СТБВ довела їхню ефективність у найскладніших умовах експлуатації — від трубопроводів високого тиску до енергетичного обладнання атомних станцій. Впровадження таких інноваційних матеріалів

### 2. МЕТА РОБОТИ

Метою роботи є дослідження властивостей утеплювачів із супертонких базальтових волокон (СТБВ), обґрунтування їхніх переваг перед традиційними теплоізоляційними матеріалами та визначення перспектив застосування на

об'єктах енергетики України з метою підвищення енергоефективності, економії ресурсів і зниження негативного впливу на довкілля.

### 3. ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ УТЕПЛЮВАЧІВ ІЗ СУПЕРТОНКИХ БАЗАЛЬТОВИХ ВОЛОКОН НА ТЕС ТА АЕС

Використання утеплювачів із супертонких базальтових волокон (СТБВ) на теплових та атомних електростанціях має низку важливих переваг. Передусім вони дозволяють суттєво зменшити тепловтрати на паропроводах, котлах і турбінах, що підвищує ефективність роботи станцій. Матеріал є негорючим, витримує температури до +1000 °C і при цьому не виділяє токсичних речовин, що забезпечує високий рівень безпеки експлуатації. СТБВ відзначається довговічністю, адже волокна стійкі до вологи, перепадів температур і механічних навантажень, тому термін служби сягає 20–30 років. Крім того, утеплювач легкий, *гнучкий та зручний у монтажі* — його можна різати і фіксувати без спеціальних інструментів, що зменшує витрати часу і коштів на обслуговування. Окремою перевагою є екологічність: СТБВ виготовляється з природного базальту, не містить шкідливих добавок і є безпечним для працівників, на відміну від скловати чи традиційної мінеральної вати. Завдяки низькій теплопровідності цей матеріал дозволяє знизити втрати енергії на 20–30%, а витрати на його впровадження окупаються вже протягом 2–4 років [1].

### 4. ПРАКТИКА ВИКОРИСТАННЯ СТБВ

Супертонкі базальтові волокна (СТБВ) належать до високотехнологічних теплоізоляційних матеріалів нового покоління, які завдяки своїм унікальним властивостям знаходять широке застосування у різних галузях промисловості, енергетики та будівництва. Практика їх використання на об'єктах тепло- та атомної енергетики довела, що матеріал забезпечує ефективне зниження тепловтрат, підвищує енергоефективність обладнання та сприяє безпечній експлуатації технологічних систем. Зокрема, СТБВ активно застосовується для теплоізоляції трубопроводів високого тиску, парових і газових турбін, котельних агрегатів, теплообмінників та іншого обладнання, що працює в умовах високих температур. Досвід експлуатації на теплових електростанціях показує,

що застосування СТБВ дозволяє знизити теплові втрати до 25–30 %, що безпосередньо впливає на економію палива та зменшення викидів шкідливих речовин в атмосферу. В умовах атомних електростанцій матеріал зарекомендував себе як надійний елемент системи безпеки: він витримує екстремальні температурні навантаження, не руйнується під дією агресивних середовищ і не втрачає теплоізоляційних властивостей упродовж тривалого періоду експлуатації.

Окрім енергетики, СТБВ активно використовується у металургійній, хімічній та нафтопереробній промисловості, де потрібна стійкість до високих температур і агресивних середовищ. Його застосовують для ізоляції печей, резервуарів, реакторів і технологічних ліній. У цивільному будівництві СТБВ застосовується для утеплення фасадів, перекриттів і покрівель, особливо у будівлях із підвищеними вимогами до пожежної безпеки та енергоефективності. Матеріал добре зарекомендував себе як ефективний шумопоглинач, що робить його придатним для ізоляції громадських будівель, офісних центрів і житлових комплексів.

Таким чином, практика використання супертонких базальтових волокон демонструє їх універсальність і доцільність застосування у найвідповідальніших галузях. Завдяки поєднанню високих технічних характеристик, довговічності та екологічної безпеки, СТБВ поступово витісняє традиційні утеплювачі, стаючи ключовим матеріалом у сфері промислової та будівельної теплоізоляції [2].

## 5. ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ

Сучасні тенденції в енергетиці та промисловості визначають зростаючу потребу у високоєфективних та екологічно безпечних теплоізоляційних матеріалах. Супертонкі базальтові волокна (СТБВ) повністю відповідають цим вимогам, що забезпечує широкі перспективи їхнього впровадження.

По-перше, з огляду на посилення вимог до енергоефективності та зниження викидів парникових газів, застосування СТБВ дозволяє значно зменшити тепловтрати та скоротити споживання палива на об'єктах теплоенергетики. Це робить матеріал актуальним для модернізації ТЕС та АЕС.

По-друге, висока вогнестійкість та довговічність утеплювача відкривають перспективи його використання у критично важливих галузях, де безпека та надійність є ключовими факторами. СТБВ здатний забезпечувати стабільну роботу обладнання в умовах високих температур та агресивних середовищ.

По-третє, матеріал має значний потенціал застосування у цивільному та промисловому будівництві, зокрема для ізоляції будівель із високими вимогами до енергоефективності, акустики та пожежної безпеки. Перспективним напрямом є також розширення виробництва та зниження вартості СТБВ за рахунок нових технологій виготовлення та масштабування виробничих потужностей. Це дозволить зробити матеріал доступнішим для широкого кола споживачів. У довгостроковій перспективі впровадження утеплювача з супертонких базальтових волокон сприятиме розвитку енергоефективної економіки, підвищенню промислової безпеки та досягненню цілей сталого розвитку [3].

## 6. ПОРІВНЯННЯ З ІНШИМИ УТЕПЛЮВАЧАМИ

У сучасній теплоізоляційній практиці найпоширенішими матеріалами є мінеральна вата, скловата та супертонкі базальтові волокна (СТБВ). Попри те, що всі вони відносяться до волокнистих утеплювачів, їхні властивості та сфери застосування суттєво відрізняються. Мінеральна вата виготовляється переважно з гірських порід, доменних шлаків або їхніх сумішей. Вона має непогані теплоізоляційні характеристики та відносно низьку вартість. Однак мінеральна вата поступається СТБВ за міцністю волокон, термостійкістю та довговічністю.

При тривалому використанні у вологих умовах її структура може руйнуватися, що знижує теплоізоляційні властивості. Скловата виробляється з кварцового піску та вторинного скла. Вона легка, гнучка та добре підходить для утеплення будівельних конструкцій. Проте скловата має нижчу термостійкість порівняно з базальтовими волокнами — зазвичай витримує температури лише до 450 °С. Крім того, під час монтажу скловата може подразнювати шкіру й дихальні шляхи, що ускладнює її застосування у промислових умовах.

Супертонкі базальтові волокна (СТБВ) суттєво перевищують традиційні утеплювачі за низькою характеристиками. Вони витримують високі температури (понад 700 °С), мають високу вогнестійкість, стійкі до агресивних середовищ і не піддаються корозії. На відміну від мінеральної та скловати, СТБВ не втрачають своїх властивостей протягом тривалого терміну експлуатації та забезпечують кращий рівень енергоефективності. Крім того, вони екологічні та безпечні для здоров'я під час монтажу й використання.

Таким чином, у той час як мінеральна вата та скловата залишаються популярними завдяки доступності, СТБВ є сучасним матеріалом нового покоління, який поєднує високі технічні характеристики, довговічність і безпеку, що робить його оптимальним вибором для критично важливих об'єктів, таких як ТЕС та АЕС.

## Список літератури

- [1] Модифіковані супертонкі волокна базальту, модифіковані силікатом цирконію” — дисертаційні матеріали / І. Пр., Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича. Дослідження властивостей супертонких волокон, хімічної стійкості, можливості застосування у теплоізоляційних роботах. 45с.
- [2] Виробництво базальтового волокна — АТ “СМНВО – Інжиніринг”. Опис технологічних можливостей виробництва супертонкого базальтового волокна (БСТВ), характеристики: діаметр волокон до ~3 мкм, продуктивність та сфери застосування.
- [3] Прусаков В. А., Гравіт М. В., Сімоненко Ю. Б. *Супертонке базальтове волокно як основа матриці вогнестійкого заповнювача деформаційних швів у будівельних конструкціях*. Фізика і хімія скла. 2023. Т. 49, № 1. С. 89–96.

<sup>i</sup> Робота виконана під керівництвом асистента кафедри теплотехніки Євгена Кулінко