

## НАПРЯМКИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ПРОЦЕСІ СУШІННЯ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

Розглянуто основні напрямки підвищення ефективності устаткування для сушіння сипучих будівельних матеріалів з використанням віброциркуляційних апаратів. Зменшення енерговитрат при збереженні або покращенні якості процесу сушіння є важливим для підвищення ефективності виробничих процесів та зменшення їх впливу на довкілля. Рекуперація тепла та використання альтернативних джерел енергії, таких як сонячні системи, є основними пріоритетними напрямками, оскільки значно знижують споживання первинної енергії, зменшують витрати на опалення сушильного середовища, зменшують викидів тепла в атмосферу.

**Ключові слова:** сушіння сипучих будівельних матеріалів; віброциркуляційні апарати; енергозбереження

### *Abstract*

The main directions of increasing the efficiency of equipment for drying bulk construction materials using vibration circulators are considered. Reducing energy consumption while maintaining or improving the quality of the drying process is important for increasing the efficiency of production processes and reducing their environmental impact. Heat recovery and the use of alternative energy sources, such as solar systems, are the main priority areas, as they significantly reduce primary energy consumption, reduce the cost of heating the drying environment, and reduce heat emissions into the atmosphere.

**Keywords:** drying of bulk building materials; vibration circulators; energy saving.

### **Вступ**

Сушіння сипучих будівельних матеріалів є важливим етапом у виробничих процесах будівельної індустрії. Якість і продуктивність сушіння безпосередньо впливають на фізико-механічні властивості будівельних матеріалів та готових виробів, а також на енергоефективність і економічність виробничих процесів.

Сучасні тенденції в будівництві вимагають використання високоякісних матеріалів з прогнозованими властивостями, підсилюють необхідність розроблення ефективного устаткування для сушіння, але існуючі технології часто не відповідають сучасним стандартам енергозбереження, що призводить до високих витрат енергоресурсів та збільшення викидів шкідливих речовин. Це створює додатковий виклик, адже сучасні підприємства мають відповідати екологічним нормам та прагнути до зменшення свого впливу на навколишнє середовище. Для забезпечення ефективного сушіння часто використовуються віброциркуляційні апарати, які поєднують механічну обробку матеріалів із сушінням за рахунок теплового впливу.

Метою роботи є аналіз напрямків основних досліджень щодо устаткування для сушіння сипучих будівельних матеріалів з використанням віброциркуляційних апаратів.

### **Результати дослідження**

Використання сучасних сушильного устаткування спрямоване на забезпечення: підвищення ефективності сушіння; зниження енергоспоживання; зменшення впливу на навколишнє середовище; забезпечення стабільної якості продукції; адаптації до різних типів сипучих матеріалів з урахуванням їх специфіки.

Віброциркуляційні апарати (ВЦА), що поєднують механічну обробку сипучих матеріалів із сушінням за рахунок теплового впливу, почали активно впроваджуватися у промисловість із середини 20 століття. Однак їх розвиток і вдосконалення пройшли кілька важливих етапів, пов'язаних із прогресом у механіці, матеріалознавстві та енергетичних технологіях. Дослідження у сфері сушіння сипучих матеріалів та розробки вібраційного обладнання ведуться вченими, які спеціалізуються на теплофізичних процесах, механіці матеріалів і

машинобудуванні - тема є актуальною в Україні [1- 4] і за кордоном [5,6].

Основні задачі дослідження процесу сушіння сипучих будівельних матеріалів з використанням віброциркуляційних апаратів можна виділити наступні:

1. Дослідження термодинамічних процесів: аналіз теплообміну між сипучим матеріалом і джерелом тепла в умовах вібраційного руху та оцінка ефективності використання теплової енергії.
2. Оптимізація механічних і вібраційних параметрів: визначення частоти та амплітуди вібрації для забезпечення рівномірного перемішування та сушіння матеріалів. Розробка моделей циркуляції частинок у робочій зоні апарата.
3. Вивчення впливу геометрії апарата для мінімізації застійних зон і забезпечення оптимального руху матеріалу. Оптимізація розмірів і розташування джерел тепла.
4. Дослідження впливу властивостей матеріалу (розміру, форми, щільності, початкової вологості частинок) на ефективність сушіння. Визначення режимів сушіння для різних типів сипучих будівельних матеріалів.
5. Розробка енергоефективних систем підігріву повітря або використання вторинної теплової енергії для зниження енерговитрат. Інтеграція апаратів у комплексні технологічні лінії для зниження сумарних витрат.
6. Зниження впливу вібрацій і шуму. Створення амортизаційних систем для зменшення впливу вібрації на обладнання. Розробка конструкцій, які знижують рівень шуму.

При створенні ефективних, енергоощадних і довговічних віброциркуляційних апаратів для сушіння сипучих будівельних матеріалів сьогодні пріоритетними напрямками є застосування інноваційних систем енергозбереження з використанням відновлюваних джерел енергії, рекуперація тепла, сонячних систем підігріву а також застосування комп'ютерних моделей і симуляцій для оптимізації процесів сушіння та покращення конструктивних рішень.

## Висновки

Енергозбереження є ключовим напрямом розвитку технологій сушіння. Зменшення енерговитрат при збереженні або навіть покращенні якості процесу сушіння є важливим для підвищення ефективності виробничих процесів та зменшення їх впливу на довкілля. Рекуперація тепла та використання альтернативних джерел енергії, таких як сонячні системи, є основними методами досягнення цих цілей.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Коц І. В., Колісник О. П. Тепловолісна обробка бетонних виробів з використанням аеродинамічного нагрівання : монографія / Вінниця : ВНТУ, 2013. 114 с
2. Коц І. В., Дацюк В.І, Процес сушіння сипучих будівельних матеріалів із використанням віброциркуляційних апаратів // Матеріали міжнародної н.-т. конференції «Енергоефективність в галузях економіки України». , Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egcu/egcu2023/paper/view/19423>
3. Скочко В. І. Підвищення енергоефективності процесу сушіння будівельних виробів на основі його геометричних моделей / В. І. Скочко // Енергозбереження в будівництві та архітектурі : наук.-техн. зб. / Київ. нац. ун-т буд-ва і архітектури. Київ : КНУБА, 2011. Вип. 1. С. 126-131.
4. Патент 24535 UA, МПК F26B 17/10. Пристрій для вібраційного сушіння / А.Б. Насіковський, І.В. Коц, М.Ф. Друкований, В.В. Петрусь, О.Ю. Дец (Україна).– № u200613070; заявл. 11.12.2006; опубл. 10.07.2007, Бюл. 10.07.2007, Бюл. № 10, – 3 с.: кресл.
5. Lehmann, Soeren E., et al. "Modeling and flowsheet simulation of vibrated fluidized bed dryers." Processes 9.1 (2020): 52.
6. Purity, K., Kinyanjui, M. and Onyango, E. (2024) Heat and Mass Transfer for a Nanofluid Flow in Fluidized Bed Dryer in Presence of Induced Magnetic Field. Journal of Applied Mathematics and Physics, 12, 1401-1425. doi: 10.4236/jamp.2024.124086.

*Дацюк Вячеслав Ігорович – аспірант кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, e-mail: [sergford90@gmail.com](mailto:sergford90@gmail.com)*

*Панкевич Ольга Дмитрівна – к.т.н., доцент кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, e-mail: [pankevich@vntu.edu.ua](mailto:pankevich@vntu.edu.ua)*

*Datsiuk Viacheslav - Postgraduate student of the Department of Engineering Systems in Construction, Vinnytsia National Technical University, e-mail: [sergford90@gmail.com](mailto:sergford90@gmail.com)*

*Olga Pankevych – Cand. Sc. (Eng.), Ass. Prof. of the Department of Engineering Systems in Construction. Vinnytsia National Technical University e-mail: [pankevich@vntu.edu.ua](mailto:pankevich@vntu.edu.ua)*