

ХІІ Міжнародна он-лайн конференція  
«Проблеми теплофізики та теплоенергетики»  
26-27 жовтня 2021 р.

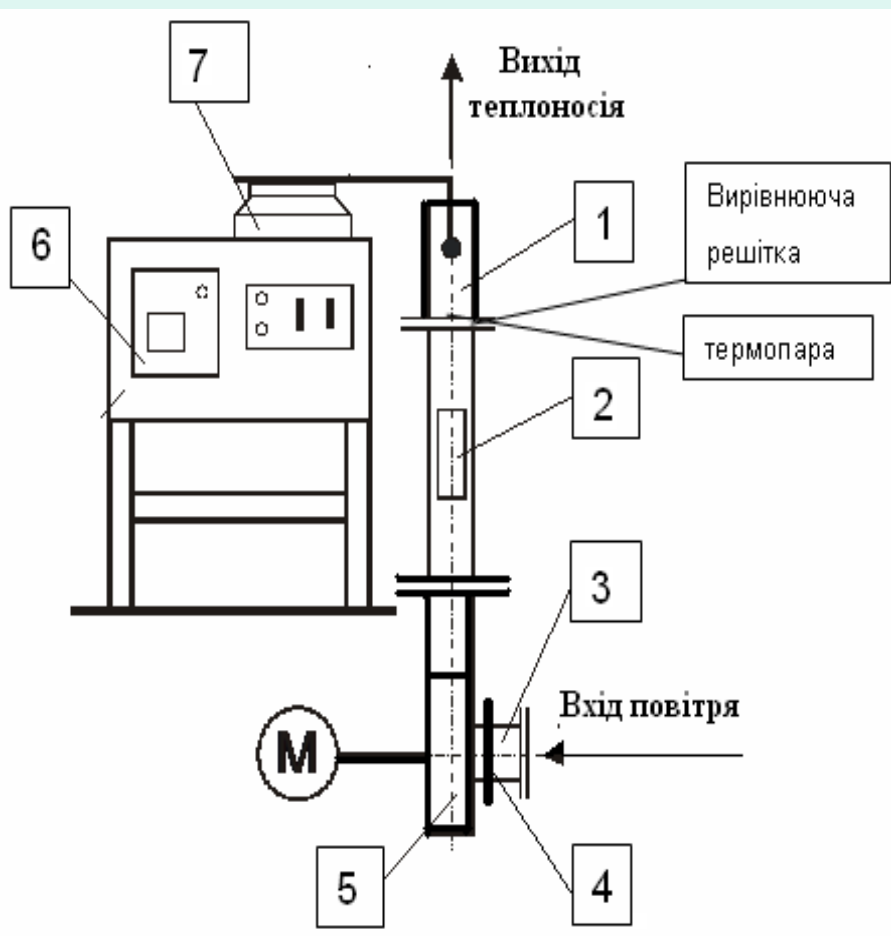
**ДОСЛІДЖЕННЯ СУШІННЯ ЛІСОРОСЛИННИЦЬКИХ ВІДХОДІВ  
(ТРИСКИ ПАЛИВНОЇ З ТОНКОМІРУ) У «ПСЕВДОКИПЛЯЧОМУ» ШАРІ ТА  
У ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІЙ РОТОРНО-ВИХРОВІЙ УСТАНОВЦІ І  
РОЗРОБКА НА ЦІЙ ОСНОВІ ДОСЛІДНО-ПРОМИСЛОВОЇ РОТОРНО-  
ВИХРОВОЇ СУШАРКИ ДЛЯ ТВЕРДИХ ДИСПЕРСНИХ МАТЕРІАЛІВ**

Доповідач – пр. наук. співроб. лаб. ТМО ПУ відділу ТМІТ  
мол. наук. співробітник лаб. ТМО ПУ відділу ТМІТ  
мол. наук. співроб. лаб. ТМО ПУ відділу ТМІТ

Тимошенко А.В.  
Корбут Н.С.  
Стецюк В.Г.

**Мета.** Перевірка придатності сушарок «псевдокиплячого» шару та роторно-вихрових для зневоднення паливної тріски з тонкоміру деревини.

**Результати.** Дослідження проводились за допомогою наявних експериментальних стендів. Стенд призначений для дослідження сушки в «псевдокиплячому» шарі і дозволяє знімати криві сушки, вивчати режими сушки продукту.



### **Технічні дані сушильної камери «псевдокиплячого» шару**

- об'єм киплячої камери – 5700 см<sup>3</sup>
- діаметр камери – 140 мм
- висота камери – 370 мм
- перфорована решітка з отворами – 1 мм (1 см<sup>2</sup> 5x5)
- вентилятор – 8ТС – 24 вик. ВП G – 800 м<sup>3</sup>/год, ел. дв. Q – 1,2 кВт
- електрокалорифер – 3 шт. тени Q – 1,2 кВт – 1 шт. (1 тен регулюється через регулятор температури)
- шиберна заслінка для регулювання кількості теплоносія;
- регулятор температури ENDAETS 442±0,2 °С.

### **Сушильна камера киплячого шару:**

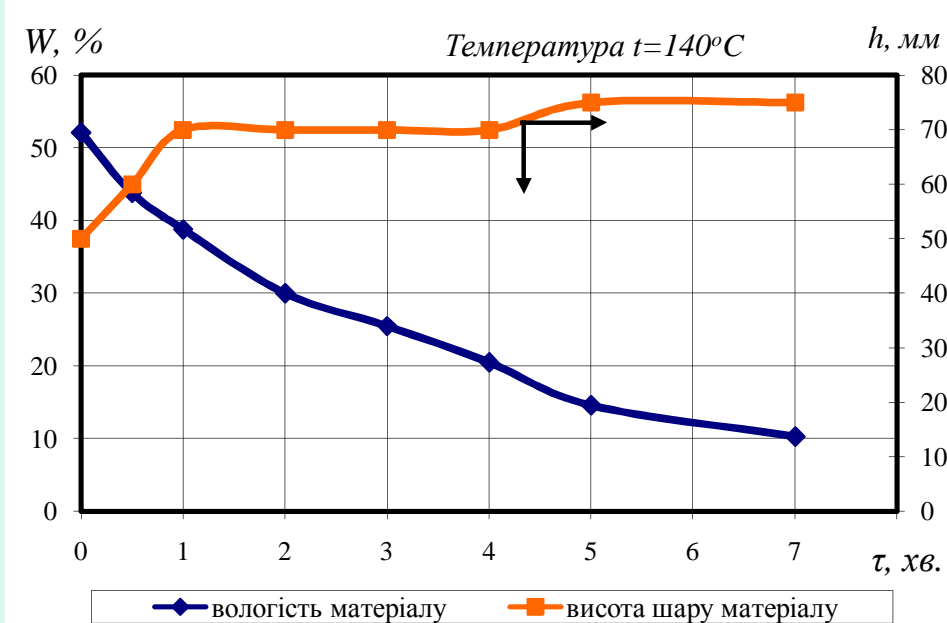
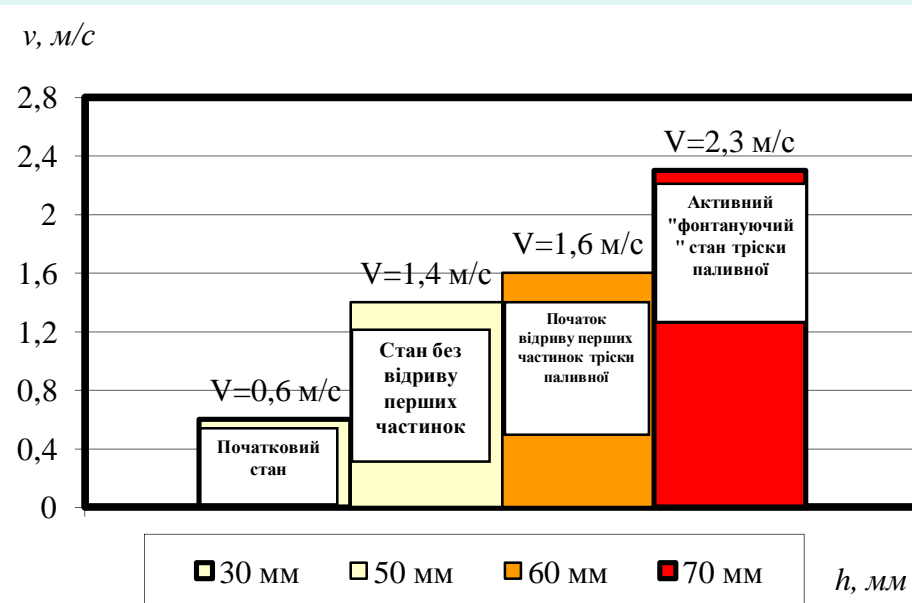
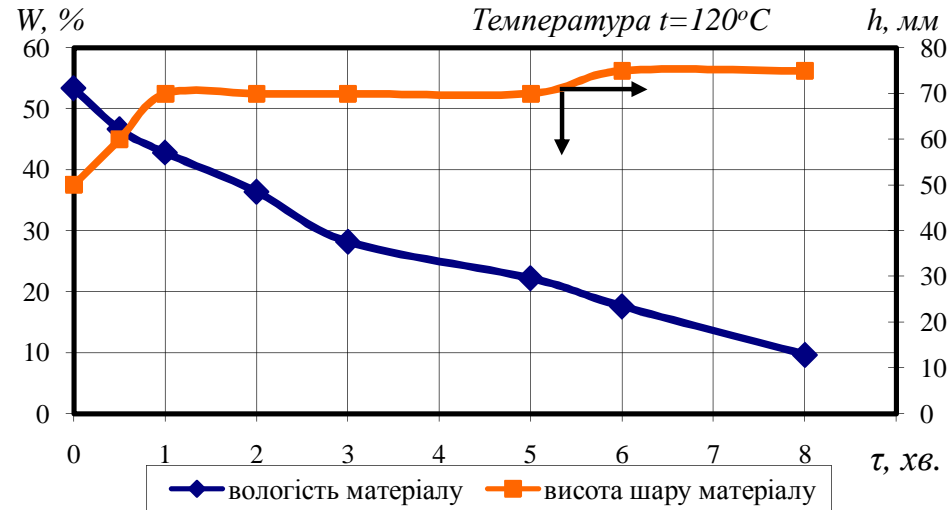
сушильна камера змонтована на рамі, що є подовженням трубопровода; перфорована решітка (8), за допомогою якої утворюється киплячий шар продукту, змонтована між скляним корпусом камери та трубопроводом, по якому нагнітається теплоносій в камеру; перфорована решітка має отвори, крізь які проходить теплоносій, організуючи киплячий шар матеріалу, що сохне в об'ємі сушильної камери; повітря проходячи калорифер (5) нагрівається та подається на сушку; шибер (6) дозволяє регулювати подачу теплоносія в камеру, змінюючи швидкість та його кількість; вентилятор (4) дозволяє організувати подачу теплоносія в сушильну камеру.

- 1 – сушильна камера; 2 – підігрівачі повітря;
- 3 – вхідний патрубок; 4 – заслінка;
- 5 – відцентровий вентилятор; 6 – щит управління;
- 7 – ваги фірми «AXIS» моделі А500.

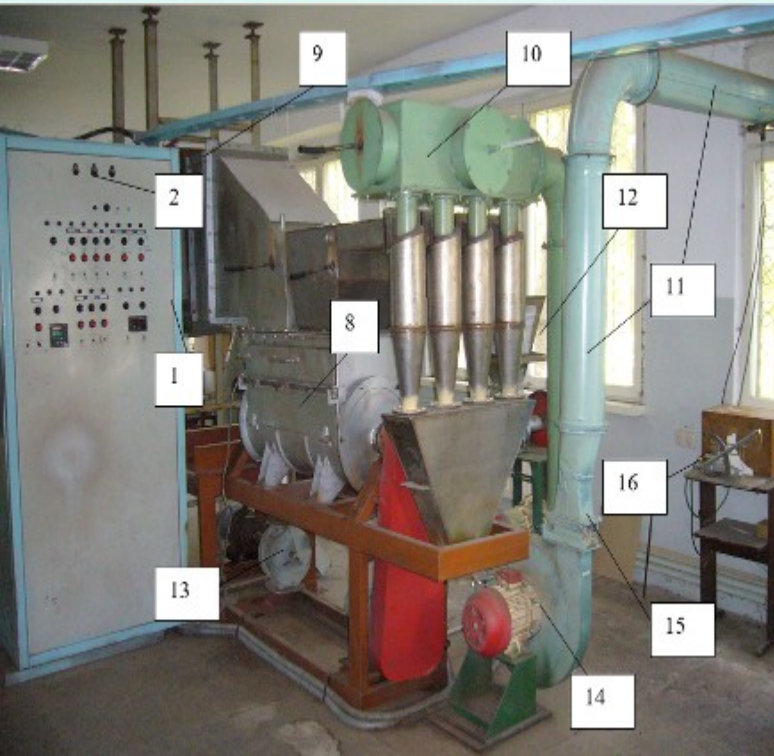


Висота шару та його стан в залежності від швидкості теплоносія

Швидкість агента сушки  $v=1,5 \text{ м/с}$   $h=50 \text{ мм}$



## Загальний вигляд стенда



- 1 – загальний тумблер;
- 2 – сигнальна лампа;
- 8 – камера сумісних процесів;
- 9 – блок електрокалориферів;
- 10 – блок циклонів;
- 11 – повітропроводи;
- 12 – живильник;
- 13 – зона вивантаження;
- 14 – вентилятор;
- 15 – шибер;
- 16 – мікроманометр.

З тепловою ізоляцією із супертонких базальтових волокон (БСТВ)



## Технічні дані

- Об'єм камери сушарки матеріалу – 0,2 м<sup>3</sup>.
- Продуктивність шнекового живильника на подачі матеріалу до сушіння – до 200 кг/год.
- Діапазон температур теплоносія, які можна підтримувати в зоні сушіння від 30 до 350 °С.
- Діапазон швидкостей теплоносія, які можна підтримувати в зоні сушіння від 0 до 10 м/сек.
- Електричне обслуговування установки 3 ф 380 В.
- Установлена електрична потужність установки до 100 кВт.
- Режим роботи – циклічно-безперервний.



Робоча камера з ротором

## *Автоматизована установка підготовки високотемпературного агента сушки*



Була проведена модернізація стенду з метою підвищення потужності калорифера та збільшення термічного опору зовнішніх конструкцій робочої камери, з метою можливості підвищення температури агента сушки до 400 °С.

## Дослідно-промислова роторно-вихрова установка з об'ємом камери 0,2 м<sup>3</sup>

*Лабораторний стенд складається з:*

1. Сушильної камери, яка змонтована на рамі, по вісі камери проходить ротор з робочими елементами для перемішування, подачі, та формування матеріалу (діапазон регулювання швидкості обертання ротора 30-143 об/хв.). В корпусі сушарки є чотири перегородки для рівномірної організації потоку теплоносія.

2. Дозатора з накопичувальною ємністю, який подає в сушильну камеру матеріал. Привід дозатора регулюється перетворювачем частот, що дозволяє змінювати подачу матеріалу в установку (діапазон регулювання швидкості обертання шнеку 6-18 об/хв.).

3. Люк вивантаження, який дозволяє через секторний дозатор вивантажувати композиційну суміш з робочого об'єму сушарки.

4. Циклону батарейного, який сприяє сепарації пиловидної суміші та очистки теплоносія.

5. Вентилятора відцентрового типу 12ЦС48 та системи повітропроводів. Зміна швидкості руху теплоносія регулюється за допомогою шиберу на патрубку вентилятора та положенням шиберних секцій в зоні сушки.

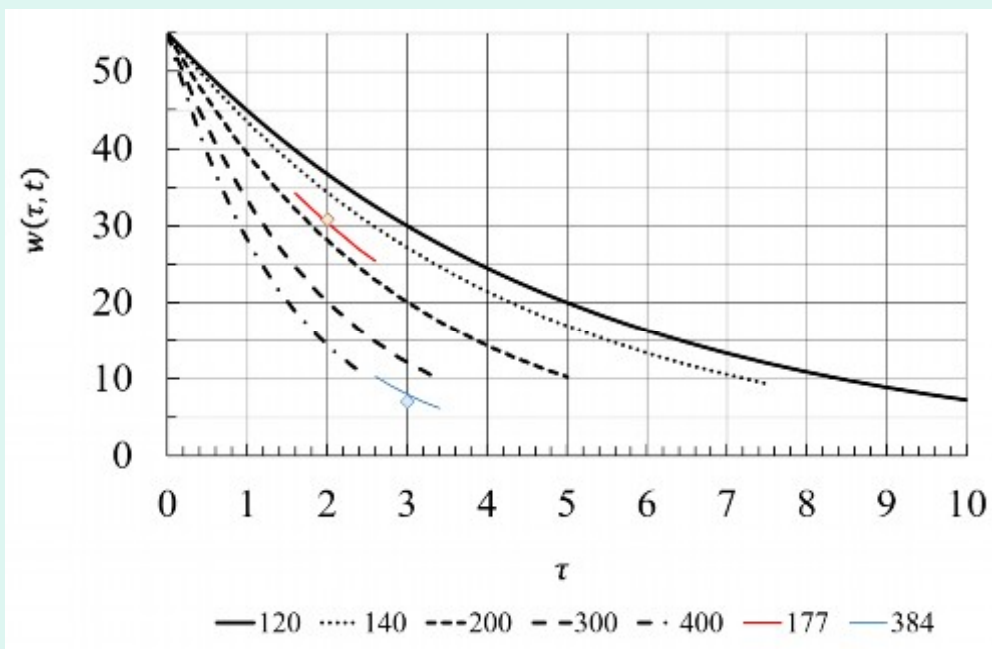
6. Секторного дозатора, змонтованого на трубі вивантаження готового матеріалу, який працює в безперервному або циклічному режимі.

7. Електрокалорифера.

Експериментальне дослідження сушіння тріски в псевдокиплячому шарі – моделювання умов сушіння в роторно-вихровій установці. Умови проведення експерименту -

№ пп	Найменування позиції	Позначення	Од. виміру	Величина
1	Початкова вологість тріски	$w_0$	%	52 – 55
2	Температура теплоносія (початкова)	$t$	°C	120-200
3	Швидкість теплоносія	$v$	м/с	1,5
4	Час сушіння	$\tau$	хв.	5-10

$$w(\tau, t) = \frac{w_0}{\exp[(1,67 \cdot t + 1,80) \cdot 10^{-3} \cdot \tau]}$$



## Характеристики роторно-вихрової установки

Позиція	Од. вим.	Величина
Продуктивність	кг/год	до 65
Масова витрата теплоносія	кг/год	до 650
Теплова потужність	кВт	до 75
Температура теплоносія	°C	до 400

# Вихідні дані для розробки за результатами досліджень дослідно-промислової роторно-вихрової установки з об'ємом камери 2 м<sup>3</sup>

## Класифікація установки (за Лебедевим)

1. Установка роторно-вихрова безперервної дії.
2. Сировина – вологий дисперсний матеріал (тріска деревини).
3. Спосіб підведення теплоти – конвективний.
4. Видалення вологи з сушарки – з газообміном.
5. З однократною циркуляцією теплоносія.
6. Теплоносій – суміш продуктів згоряння з повітрям (0,25:0,75 відповідно).
7. Примусова циркуляція теплоносія.
8. Комбінований рух теплоносія з матеріалом – протиток з перехресним током.
9. Камера сушіння працює під невеликим розрідженням (до 1,0 кПа).

## Проектні теплотехнічні показники установки

- |                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| 1. Теплова потужність                | до 0,6 МВт.                                 |
| 2. Встановлена електрична потужність | до 11,0 кВт.                                |
| 3. Продуктивність установки:         |   |
| за сировиною                         | до 1,5 тонн/годину;                         |
| за випареною вологою                 | до 0,5 тонни/годину.                        |
| 4. Питомі енергетичні витрати:       |   |
| теплова енергія                      | від 3030 кДж/кг вологи;                     |
| електрики                            | від 5 кВт*год/тону.                         |
| 5. Напруження робочої камери         | 100-250 кг вологи/(м <sup>3</sup> *годину). |



## **ОБЛАСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ**

**Розробка компактних сушарок для апаратурного оснащення димогазових енерготехнологічних комплексів виробництва попередньо висушеної деревини паливної тріски в умовах лісогосподарських підприємств чи теплогенеруючих об'єктів промисловості та соціальної сфери.**

## **ВИСНОВОК**

- сушарки «киплячого шару» і роторно-вихрові є технічно придатними для зневоднення деревної паливної тріски із тонкоміру і можуть скласти успішну конкуренцію по відношенню до широко розповсюджених барабанних сушарок;**
- процеси сушіння у випробуваних сушарках є подібними щодо інтенсивності;**
- збільшення температури сушильного агента на вході до сушарки забезпечує зниження питомих витрат енергії; технологічно максимально припустиме значення – 300°C;**
- розроблена роторно-вихрова сушарка з об'ємом робочої камери 2 м<sup>3</sup>.**