

### **АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ И УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СЕПАРАТОРА БАРАБАННОГО ТИПА**

*В работе приведены результаты анализа технологий и технических средств послеуборочной обработки семенных смесей многолетних бобовых трав и предложена конструкция электрокоронного сепаратора барабанного типа для их сепарации.*

**Ключевые слова:** семенная смесь, сепаратор, послеуборочная обработка, электрическое поле.

### **ANALYSIS OF CONSTRUCTIONS AND IMPROVEMENT OF ELECTRIC SEPARATOR OF DRUM TYPE**

*The results of analysis of technologies and hardwares of pislyazbiral'noy treatment of seminal mixtures of long-term bob herbares are in-process resulted and the construction of electro-corona separator of drum type is offered for their separacii.*

**Key words:** seminal mixture, separator, pislyazbiral'na treatment, electric field.

УДК 631.3:628.8

### **ЕФЕКТИВНІСТЬ УТИЛІЗАЦІЇ ТЕПЛОТИ ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ ВИКИДІВ ТВАРИННИЦЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ТЕПЛООБМІННИКІВ МОДУЛЬНОГО ТИПУ**

**О.Ф. Довбненко, канд. техн. наук**  
*ІНЦ «ІМЕСГ»*

---

*Приведено метод визначення коефіцієнта температурної ефективності теплоутилізаторів вентиляційних викидів та розрахунок їх теплопродуктивності при послідовному та паралельному з'єднанні модулів теплообмінної поверхні.*

**Ключові слова:** мікроклімат, утилізація теплоти вентиляційних викидів, теплоутилізатор, теплообмінник, енергозбереження.

---

**Проблема.** Застосування теплоутилізаторів вентиляційних викидів у системі забезпечення мікроклімату тваринницьких та птахівничих приміщень дозволяє скоротити витрати енергоносіїв на підтримання

---

© О.Ф. Довбненко.

Механізація та електрифікація сільського господарства. Вип. 97. 2013.

нормативних параметрів повітряного середовища від 40 до 90% [1-3].

До складу кожного теплоутилізатора може входити один або декілька теплообмінників (модулів теплообмінної поверхні), які з'єднуються послідовно з метою підвищення ефективності утилізації теплоти. В той же час, як правило, не враховується доцільність застосування таких схем з точки зору енергетичної ефективності.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При створенні нормативного повітряного середовища тваринницьких приміщень з утилізацією теплоти вентиляційних викидів у переважній більшості випадків застосовуються рекуперативні теплоутилізатори з протилежним або перехресним рухом припливного та викидного повітряних потоків [4, 5]. При розосередженому способі створення мікроклімату теплоутилізатори розміщуються рівномірно по площі приміщення, при централизованому - в окремих приміщеннях з переміщенням припливного повітря в зону утримання тварин за допомогою повітропроводів [6, 7]. Широкого розповсюдження отримали теплообмінники модульного типу, які дають можливість компоувати теплоутилізатори необхідної продуктивності відповідно до прийнятої технології та вимог до створення нормативного повітряного середовища. При застосуванні таких теплоутилізаторів не враховується ефективність утилізації теплоти в залежності від схеми з'єднання теплообмінників та їх кількості [8-10]. В той же час при збільшенні швидкості повітряного потоку в теплообмінних каналах та загальної довжини кожного каналу теплообмін між припливним повітрям внаслідок зменшення різниці температур знижується [5]. Врахування цих особливостей дасть можливість підвищити ефективність утилізації теплоти без застосування додаткових модулів теплообмінної поверхні.

**Мета досліджень.** Оцінка ефективності застосування теплоутилізаторів вентиляційних викидів тваринницьких приміщень при послідовному та паралельному з'єднанні модулів теплообмінної поверхні.

**Результати досліджень.** При застосуванні схеми послідовного з'єднання декількох модулів теплообмінної поверхні теплоутилізатора вентиляційних викидів (рис. 1, а), необхідно встановити взаємозв'язок між коефіцієнтами температурної ефективності теплообмінників та теплоутилізатора в цілому.

Взаємозв'язок між коефіцієнтами температурної ефективності теплоутилізатора, модулів теплообмінної поверхні та температурами потоків повітря на входах і виходах теплообмінних каналів можна записати у вигляді системи рівнянь [11]:

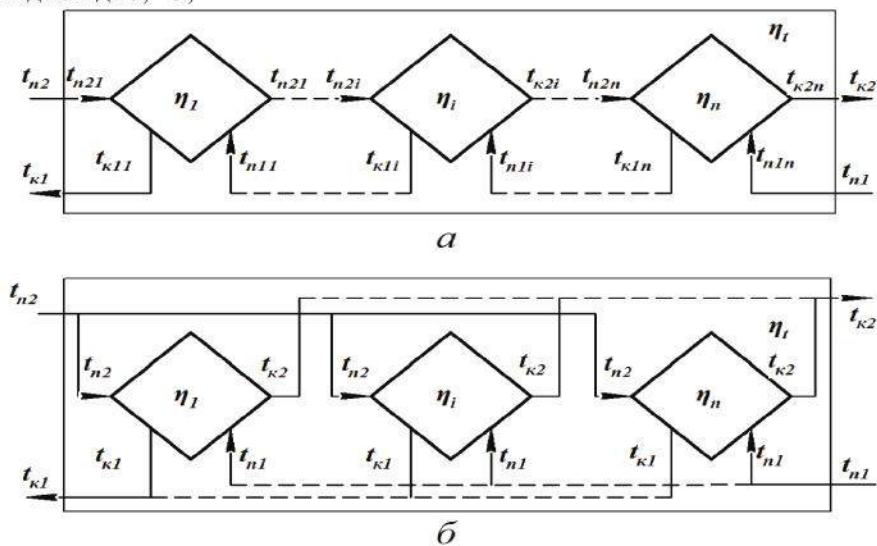
$$\eta_i = \frac{t_{\kappa 2} - t_{n2}}{t_{n1} - t_{n2}}, \quad (1)$$

$$t_{\kappa 2} - t_{n2} = t_{n1} - t_{\kappa 1}, \quad (2)$$

$$\eta_i = \frac{t_{\kappa 2i} - t_{n2i}}{t_{n1i} - t_{n2i}}, \quad (3)$$

$$t_{\kappa 2i} - t_{n2i} = t_{n1i} - t_{\kappa 1i}, \quad (4)$$

де  $\eta_i$  - коефіцієнти температурної ефективності теплоутилізатора;  $t_{n1}$ ,  $t_{\kappa 1}$  - температура повітря на вході та виході викидних каналів  $i$ -того теплообмінника відповідно,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $t_{n2}$ ,  $t_{\kappa 2}$  - температура повітря на вході та виході припливних каналів теплоутилізатора відповідно,  $^{\circ}\text{C}$ .  $\eta_i$  - коефіцієнт температурної ефективності  $i$ -того теплообмінника;  $t_{n1i}$ ,  $t_{\kappa 1i}$  - температура повітря на вході та виході викидних каналів  $i$ -того теплообмінника відповідно,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $t_{n2i}$ ,  $t_{\kappa 2i}$  - температура повітря на вході та виході припливних каналів  $i$ -того теплообмінника відповідно,  $^{\circ}\text{C}$ ;



**Рис. 1.** Схеми послідовного (а) та паралельного (б) з'єднання модулів теплообмінної поверхні теплоутилізатора вентиляційних викидів

Якщо виключити з рівнянь - температури повітряних потоків, а також врахувати, що коефіцієнти температурної ефективності теплообмінників рівні, то коефіцієнт температурної ефективності теплоутилізатора  $n$  послідовно з'єднаних теплообмінників можна визначити за формулою:

$$\eta_i = \frac{n \cdot \eta_i}{(n-1)\eta_i + 1}, \quad (5)$$

де  $n$  - кількість послідовно з'єднаних теплообмінників.

Із аналізу залежності, побудованої за формулою, можна зробити висновок, що при збільшенні кількості послідовно ввімкнених теплообмінників приріст коефіцієнта температурної ефективності теплоутилізатора зменшується (рис. 2). Так, при послідовному з'єднанні двох теплообмінників із коефіцієнтом температурної ефективності  $\eta_i = 0,3$  коефіцієнт температурної ефективності теплоутилізатора в цілому становить  $\eta_i = 0,46$ , при з'єднанні трьох таких теплообмінників -  $\eta_i = 0,56$ , а при чотирьох -  $\eta_i = 0,63$ .

Для енергетичної оцінки застосування теплоутилізаторів вентиляційних викидів з послідовно з'єднаними теплообмінниками необхідно встановити взаємозв'язок між теплопродуктивністю теплоутилізатора, коефіцієнтом температурної ефективності теплообмінників та їх кількістю.

Теплопродуктивність теплоутилізатора вентиляційних викидів  $Q_m$ , кДж, в спрощеному вигляді можна визначити за формулою [12]:

$$Q_{men} = G \cdot c \cdot (t_{к2i} - t_{n2i}) \quad (6)$$

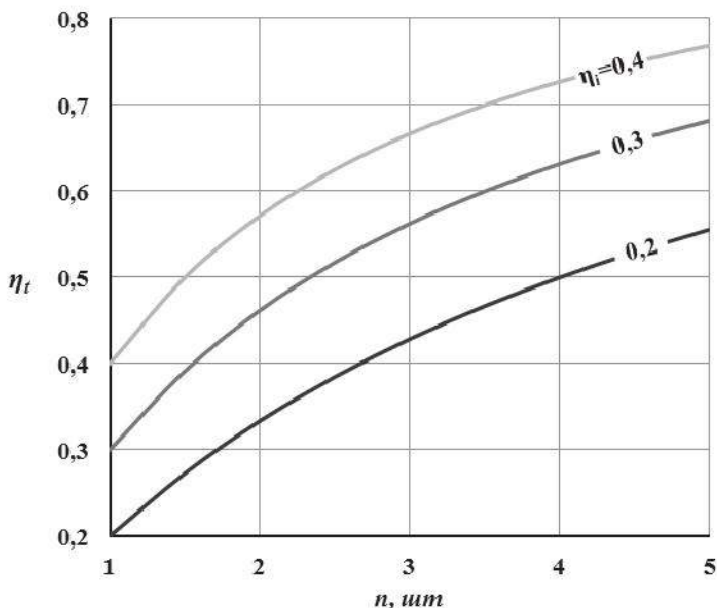
де  $G$  - масова витрата повітря, кг/год;  $c$  - питома теплоємність сухого повітря, кДж/(кг·°C);

Температуру припливного повітря на вході та виході припливних каналів теплоутилізатора можна визначити, використовуючи систему рівнянь 1 - 2. Теплопродуктивність теплоутилізатора, теплообмінна поверхня якого складається з  $n$  послідовно з'єднаних теплообмінників (рис. 1, а) із врахуванням залежностей 1 і 5, можна записати у вигляді:

$$Q_{m1} = G \cdot c \cdot \frac{n \cdot \eta_i}{(n-1)\eta_i + 1} \cdot (t_{n1} - t_{n2}) \quad (7)$$

Якщо теплообмінники теплоутилізатора з'єднані паралельно (рис. 1, б), то теплопродуктивність можна визначити як суму теплопродуктивності  $n$  теплообмінників:

$$Q_{m2} = n \cdot G \cdot c \cdot \eta_i \cdot (t_{n1} - t_{n2}) \quad (8)$$

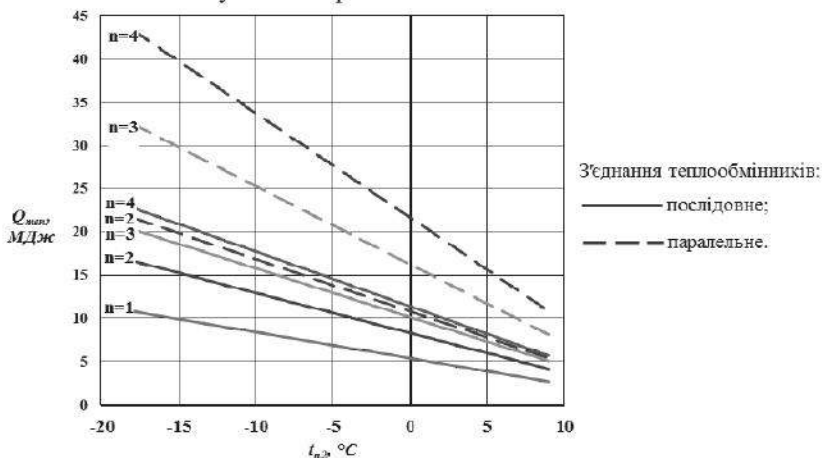


**Рис. 2.** Залежність коефіцієнта температурної ефективності теплоутилізатора від кількості послідовно ввімкнених теплообмінників

Розрахунок теплопродуктивності теплоутилізатора вентиляційних викидів, який встановлений у тваринницькому приміщенні з температурою внутрішнього повітря  $t_{n1} = 18^\circ\text{C}$ , при витраті припливного і викидного повітря  $G = 1000 \text{ м}^3/\text{год}$  показав, що у випадку послідовного з'єднання теплообмінників теплопродуктивність значно нижча, ніж при паралельному (рис.3). Так, теплопродуктивність теплоутилізатора, що складається з двох послідовно з'єднаних теплообмінників з коефіцієнтом температурної ефективності  $\eta_i = 0,3$ , при температурі повітря зовнішнього середовища  $t_{n2} = -10^\circ\text{C}$  становить 12,9 МДж (3,6 кВт·год), а при їх паралельному з'єднанні – 16,9 МДж (4,7 кВт·год). При використанні трьох теплообмінників теплопродуктивність теплоутилізатора складе відповідно 15,8 МДж (4,4 кВт·год) і 25,3 МДж (7,0 кВт·год).

Слід також мати на увазі, що при паралельному з'єднанні теплообмінників або їх незалежному використанні (коли в складі кожного теплоутилізатора використовується тільки один теплообмінник), необхідно зменшити витрату повітря в припливних та викидних каналах,

за рахунок чого коефіцієнт температурної ефективності та теплопродуктивність теплоутилізаторів будуть збільшуватись. У той же час при незалежному застосуванні теплообмінників збільшуються кількість вентиляторів припливного та викидного повітря, а також витрати на встановлення теплоутилізаторів.



**Рис. 3.** Залежність теплопродуктивності теплоутилізатора вентиляційних викидів від температури повітря зовнішнього середовища при послідовному та паралельному з'єднанні  $n$  модулів теплообмінної поверхні

**Висновки.** 1. Інтенсивність приросту коефіцієнта температурної ефективності теплоутилізатора зменшується при збільшенні кількості послідовно з'єднаних теплообмінників, що необхідно враховувати при розробленні систем забезпечення мікроклімату тваринницьких приміщень з утилізацією теплоти викидного повітря;

2. Теплопродуктивність теплоутилізатора при паралельному з'єднанні  $n$  теплообмінників не менш ніж на 50% перевищує теплопродуктивність такої ж кількості послідовно з'єднаних теплообмінників, в зв'язку з чим більш доцільним є паралельне їх з'єднання або незалежне використання.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Антонов П.П. Агропромышленный комплекс: пути обеспечения микроклимата в зданиях / Антонов П. П., Быстров В. П. – Авок, –1992, –№5 – С.34-35.

2. *Мишуров Н.П.* Энергосберегающее оборудование для обеспечения микроклимата в животноводческих помещениях. Научный аналитический обзор / Мишуров Н. П., Кузьмина Т. Н. - М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2004. – 106 с
3. *Баротфи И.* Энергосберегающие технологии и агрегаты на животноводческих фермах / Баротфи И., Рафан П. - М.: Агропромиздат, 1988 – 228 с.
4. *Богословский В.Н.* Кондиционирование воздуха и холодоснабжение: Учебник для вузов / Богословский В. Н., Кокорин О. Я, Петров Л. В. Под ред. В. Н. Богословского. - М.: Стройиздат, 1985. – 367 с.
5. *Драганов Б.Х.* Теплотехника и применение теплоты в сельском хозяйстве / Драганов Б. Х., Кузнецов А. В., Рудобашта С. П. – М.: Агропромиздат, 1990. – 463 с.
6. *Зайцев А.М.* Микроклимат животноводческих комплексов. / Зайцев А. М., Жильцов В. И., Шавров А. В. – М.: Агропромиздат, 1986. – 192 с.
7. *Лебедь А.А.* Микроклимат животноводческих помещений / Лебедь А. А. – М: Колос, 1984. – 199 с.
8. *Белова Е.М.* Центральные системы кондиционирования воздуха в зданиях. – М.: Евроклимат, 2006 – 640 с.
9. *Розенберг В.И.* Вентиляция и кондиционирование [Электронный ресурс] : офіц. сайт. – Режим доступу : <http://www.rosenberg.ru/>. – Пластинчатый рекуператор
10. *A-clima* системы вентиляции и кондиционирования [Электронный ресурс] : офіц. сайт. – Режим доступу : <http://www.a-clima.ru/>. – Секция утилизации теплоты.
11. *Теплоутилизатори.* Методи випробувань: ДСТУ 2671-94. - К.: Держстандарт України. - 1994. - 12 с.
12. *Рекомендации по расчету и проектированию систем обеспечения микроклимата животноводческих помещений с утилизацией теплоты выбросного воздуха.* М.: Гипрониисельхоз, 2004. – 33 с.

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛОТЫ  
ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ ВЫБРОСОВ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ  
ПОМЕЩЕНИЙ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ТЕПЛООБМЕННИКОВ  
МОДУЛЬНОГО ТИПА**

*Приведен метод определения коэффициента температурной эффективности теплоутилизаторов вентиляционных выбросов и расчет их теплопро-*

*изводительности при последовательном и параллельном соединении модулей теплообменной поверхности.*

**Ключевые слова:** *микроклимат, утилизация теплоты вентиляционных выбросов, теплоутилизатор, теплообменник, энергосбережения.*

#### **EFFECTIVENESS UTILIZATION OF HEAT EMISSION VENTILATING LIVESTOCK BUILDINGS IN APPLYING EXCHANGER MODULE TYPE**

*Adduced method of determining the coefficient of thermal efficiency utilizers vent emissions and calculation of heat generating sequential and parallel connection modules heat exchange surface.*

**Key words:** *climate, waste heat vent emissions utilizers, heat exchanger and energy.*

УДК 57.082.14:577.3

### **ВИЗНАЧЕННЯ РЕЖИМІВ ЕЛЕКТРООБРОБКИ РОСЛИННОЇ ПРОДУКЦІЇ З СОКОВИТИМИ ТКАНИНАМИ**

**В.А. Музиченко**, канд. техн. наук, **І.В. Бондаренко**, аспірант  
*ННЦ «ІМЕСГ»*

---

*Отримано вираз, який дає можливість прогнозувати ефективність обробки в залежності від режимів обробки в електромагнітному полі: тривалості, інтенсивності та частоти електромагнітного поля, а також властивостей об'єкта обробки. Отримано вирази, які дають змогу оптимізувати режими обробки в залежності від запланованої ефективності обробки та властивостей об'єкта обробки. Методичні принципи, закладені в роботі, придатні для використання в моделюванні процесів впливу фізичних чинників на біологічний об'єкт.*

**Ключові слова:** *рослинна продукція з соковитими тканинами, зберігання, аероіони, скорочення втрат, біопотенціали, режими обробки.*

---

**Проблема.** Одним з найбільш ефективних методів енергозбереження є збільшення продуктивності виробництва та скорочення втрат при зберіганні. При збільшенні урожайності питомі енергозатрати відповідно зменшуються. Усунення втрат дає прибавку ресурсів споживання до

---

© В.А. Музиченко, І.В. Бондаренко.

Механізація та електрифікація сільського господарства. Вип. 97. 2013.