

УДК 697.921.4:517:631.22

ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ РЕКУПЕРАТИВНИХ ТЕПЛОУТИЛІЗАТОРІВ ДЛЯ ТВАРИННИЦЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ

Пришляк Віктор Миколайович к.т.н., доцент

Яропуд Віталій Миколайович здобувач

Вінницький національний аграрний університет

Pryshlyak V.

Yaropud V.

Vinnitsia National Agrarian University

Анотація: проведено обґрунтування конструктивних параметрів теплоутилізаційного обладнання в системах регуляції повітряного середовища тваринницьких приміщень. Обґрунтовано доцільність використання рекуперативних теплоутилізаторів, як високоефективного та експлуатаційно-надійного конструктивного рішення.

Ключові слова: мікроклімат, конструкція, рекуператор, теплота, теплоутилізатор, теплообмін, тваринницькі приміщення.

Постановка проблеми

Значну частину року, а за деякими технологіями і цілий рік, більшість сільськогосподарських тварин знаходяться в приміщеннях. У зв'язку з цим в тваринницьких приміщеннях необхідно створювати мікроклімат, який би відповідав фізіології тварин і птиці та сприятливо впливав на їх стан, здоров'я, продуктивність та якість продукції.

Для досягнення максимальної продуктивності тварин, мікроклімат у тваринницьких приміщеннях (повітрообмін і температура повітря) доцільно забезпечити, з енергетичної точки зору, рекуперативними теплоутилізаторами, використання яких дозволяє економити енергію, що необхідна для нагрівання повітря в приміщеннях.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Рекуперативний теплоутилізатор є теплообмінником поверхневого типу для збереження теплоти виведених потоків газів. На відміну від регенератора теплообмін в ньому відбувається через нерухому теплообмінну поверхню і напрями руху теплоносіїв не змінюються [1, 2].

Рекуперативний теплоутилізатор найчастіше має у своєму складі крім теплообмінника, ще й два вентилятори, для потоків викидного і припливного повітря. Часто в конструкцію включають різні пристосування для автоматизації його роботи та поліпшення якості припливного повітря [3].

Класифікують рекуперативні теплоутилізатора по ряду ознак [4]: по вживаному теплоносію – підігрівачі газу, повітря, рідини; за схемою руху теплоносіїв – прямоточні, протиточні та перехресні; по конструкції – пластинчасті, трубчасті, ребристі, пластинчато-ребристі та ін.

Основними критеріями для вибору рекуперативних теплоутилізаторів є [5]:

- коефіцієнт температурної ефективності, який визначається формулою [6]:

$$\eta_t = \frac{T_{k2} - T_{n2}}{T_{n1} - T_{n2}}, \quad (1)$$

$$T_{n1} - T_{k2} = T_{k2} - T_{n2},$$

де T_{k2} – температура припливного повітря на виході з теплоутилізатора, °С;

T_{n2} – температура припливного повітря на вході в теплоутилізатор (зовнішнього повітря), °С;

T_{n1} – температура викидного повітря на вході в теплоутилізатор (в приміщенні), °С;

T_{k1} – температура викидного повітря на виході з теплоутилізатора (викидного повітря), °С;

- санітарно-гігієнічні показники: забруднень, які проходять через рекуператор не повинно бути, необхідно максимально забезпечити можливість контролю за якістю повітря і його очищенням;

- енергетична ефективність: дана величина характеризує питоме енергоспоживання, тобто як багато споживає рекуперативний теплоутилізатор для повернення від видаленого повітря одиниці тепла;

- експлуатаційні характеристики: конструкція повинна бути придатною до ремонту, мати тривалий термін служби, вимагати мінімального обслуговування.

- вартість конструкції.

Зіставивши ці параметри, можна здійснити аналіз конструкцій рекуперативних теплоутилізаторів для тваринницьких приміщень.

Метою дослідження є аналіз методів конструктивної реалізації рекуперативних теплоутилізаторів для тваринницьких приміщень.

Завданням даної наукової роботи є встановлення найбільш раціональних параметрів конструктивної реалізації рекуперативних теплоутилізаторів для тваринницьких приміщень.

Об'єкт дослідження: процес теплообміну в рекуперативних теплоутилізаторах.

Предмет дослідження: оптимізація конструктивних параметрів рекуперативних теплоутилізаторів за їх енергетичними показниками.

Результати досліджень

Пластинчасті теплоутилізатори отримали дуже широке поширення, завдяки компактній конструкції, можливості швидкої збірки і модернізації, простоті та моментальному очищенню від забруднень. Основними елементами, що входять до складу розбірних пластинчатих теплоутилізаторів (рис. 1) є робочі пластини, розділені гумовими прокладками, кінцеві камери з патрубками, рама і стяжні болти. Для виготовлення пластин використовується тонколистова сталь (0,5-0,6 мм), яка для проточної частини виконується з рифленою поверхнею, завдяки чому значно збільшується поверхня теплообміну і активність турбулізації потоку [7, 8].

Максимальна температура теплоносія в пластинчастих розбірних теплоутилізаторах становить близько 150 °С при тиску 2,5 МПа. Завдяки великій поверхні теплообміну (20-30 аркушів) і малій товщині одного листа досягається великий коефіцієнт теплопередачі.

На сьогодні для забезпечення повітрообміну в приміщеннях найбільше поширення знайшли пластинчасті рекуперативні теплоутилізатори.

Конструкція пластинчастих рекуператорів (рис. 2) являє собою набір спеціальних,

алюмінієвих пластин товщиною 0,1-0,5 мм, які і являють собою поверхню теплообміну рекуператора.

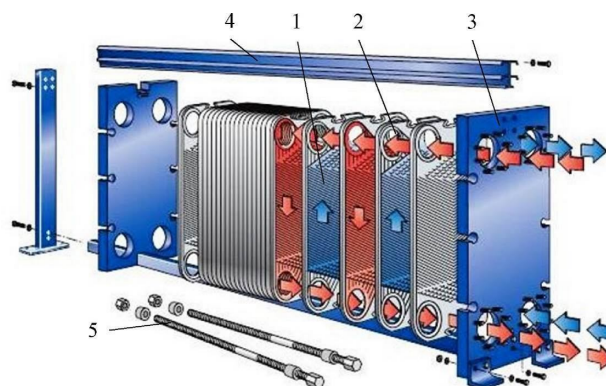


Рис. 1. Конструктивні схеми пластинчатого теплоутилізатора: 1 – робочі пластини; 2 – гумові прокладки; 3 – кінцеві камери з патрубками; 4 – рама; 5 – стяжні болти

Для підвищення ефективності, а також для отримання найкращих аеродинамічних характеристик пластини рекуператорів мають свою певну структуру і геометрію. У пластинчастих рекуператорах існує ще один найбільш важливий параметр, який значною мірою впливає на ефективність і аеродинамічні характеристики. Це відстань між пластинами, яка становить від 5 до 12 мм. Це обумовлено оптимальним поєднанням двох основних показників ефективності і опору.

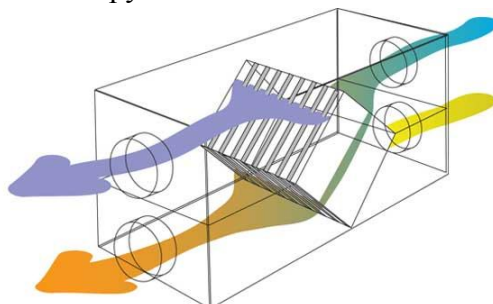


Рис. 2. Конструктивна схема пластинчастого рекуперативного теплоутилізатора

Багато фірм [9, 10] випускають пластинчасті рекуператори для прямокутних (рис. 3, а) і круглих (рис. 3, б) каналів.



Рис. 3. Пластинчасті рекуперативні теплоутилізатори для прямокутних (а) та круглих (б) каналів

Пластинчасті теплоутилізатори застосовуються: в комунальній енергетиці; в теплових пунктах опалення; у вентиляції і кондиціонуванні будівель.

Переваги пластинчастих теплоутилізаторів: малі площі, займані теплообмінним обладнанням; можливість роботи при малих температурних напорах (мінімальна різниця температур між нагрівальною поверхнею); повільне зростання відкладень; низькі втрати тиску (зниження витрати електроенергії на електричні насоси); низькі трудовитрати (терміни) при ремонті та обладнанні.

Недоліки пластинчастих теплоутилізаторів: порівняно висока собівартість; дороге устаткування для технічного обслуговування і ремонту; кваліфікований обслуговуючий персонал.

Пластинчато-ребристі теплоутилізатори (рис. 4), на відміну від кожухотрубних, відносяться до числа найбільш компактних апаратів завдяки розвиненій поверхні теплообміну в обмеженому обсязі. Пластинчато-ребристі теплоутилізатори випускаються з ребрами різної конфігурації. Найбільш поширені ребристі поверхні теплообмінного обладнання утворюють трикутні і прямокутні канали для протоки теплоносіїв [11].



Рис. 4. Загальний вигляд пластинчато-ребристого теплоутилізатора

Пластинчато-ребристі теплоутилізатори широко застосовують у сушильних установках, опалювальних системах, як економайзери і апарати повітряного охолодження [12].

Переваги пластинчато-ребристих теплоутилізаторів: висока ефективність теплообміну з одиниці поверхні; більш жорстка конструкція.

Недоліки пластинчато-ребристих теплоутилізаторів: більш висока вартість конструкції; незначна основна поверхня теплообміну; потрібний метал з високим коефіцієнтом теплопровідності.

Кожухопластинчасті теплоутилізатори (рис. 5) являють собою зварний пакет пластин, поміщений в циліндричний корпус. Принцип дії майже такий же, як у пластинчастих теплообмінників. Одне середовище рухається між гофрованими пластинами, а друге середовище в просторі між пластинами і корпусом [13].

Тиск і температура водяної пари в розбірних пластинчастих теплоутилізаторах обмежуються матеріалами прокладок до 150-190 °С. Матеріал прокладок теплоутилізаторів накладає обмеження і на застосування робочих середовищ, таких як кислоти, луги та ін.

Кожухопластинчасті теплоутилізатори знайшли широке застосування в: нафтовій промисловості; хімічній промисловості; теплових пунктах опалення; вентиляції та кондиціонуванні; холодильній промисловості.

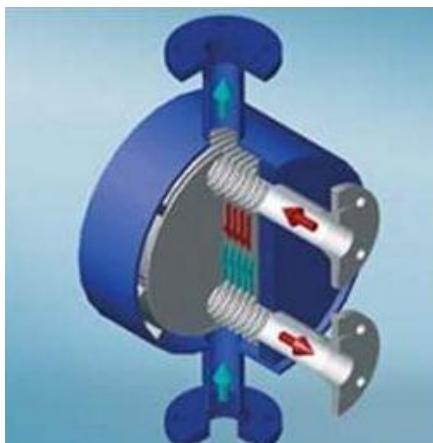


Рис. 5. Загальний вигляд кожухопластинчастого теплоутилізатора

Переваги кожухопластинчастих теплоутилізаторів: надійність; компактність; високий коефіцієнт тепловіддачі; стійкість до високих температур (900 °С) і тиску (140 бар).

Недоліки кожухопластинчастих теплоутилізаторів: неможливість розбирання теплоутилізатора по стороні пакету пластин, цей простір доступний тільки для безрозбірного миття хімічними реагентами.

У кручених теплоутилізаторах (рис. 6) тепло поширюється не тільки по трубному, а й по міжтрубному простору. У конструкцію нагрівальної поверхні даного типу теплоутилізаторів входить ряд концентричних змійовиків, які укладені в кожух [14].



Рис. 6. Загальний вигляд кручених теплоутилізаторів

Кручені теплоутилізатори широко застосовують в апаратурі високого тиску для процесів розділення газових сумішей методом глибокого охолодження. Ці теплообмінники характеризуються здатністю до самокомпенсації.

Переваги кручених теплоутилізаторів: чутливі до високих температур і тиску; стійкі до деформації.

Недоліки кручених теплоутилізаторів: низька тепловіддача.

Спиральний теплоутилізатор (рис. 7) являє собою два спіральних канали, навитих з рулонного матеріалу навколо центральної розділювальної перегородки. Одне з призначень спіральних теплоутилізаторів – нагрівання та охолодження високов'язких середовищ. Робочими середовищами даного теплового обладнання є рідина-рідина, газ-рідина, газ-газ, рідина-пар, газ-пар [15].

Область застосування: нафтогазова промисловість (важкі масла, нафта, фракції

бензинів); хімічна промисловість (рекуперація тепла, ПВХ, акрил, випарники); металургійна промисловість, коксові заводи (промивні масла, бензоли); гірничодобувна промисловість (суспензії, окисли магнію); харчова промисловість (сирий цукровий сік, процеси виробництва спирту); очищення стічних вод і рекуперація тепла стічних вод.



Рис. 7. Загальний вигляд спіральних теплоутилізаторів

Переваги спіральних теплоутилізаторів: компактність розмірів; невеликий гідравлічний опір; висока інтенсивність теплового обміну.

Недоліки спіральних теплоутилізаторів: складність виготовлення; сервіс та ремонт; неприйнятні при високих тисках.

У кожухотрубних теплоутилізаторах основними елементами є (рис. 8): корпус, пучки труб малого діаметра, трубні решітки, патрубки, кришки, елементи компенсації напруг. Тепло передається через стінки трубок від середовища до середовища, одне з яких циркулює всередині трубок, а інше омиває їх зовні. Для підвищення коефіцієнта тепловіддачі в кожухотрубних теплоутилізаторах напрямок руху зовнішнього середовища кілька разів змінюють за допомогою перегородок; такий теплоутилізатор носить назву багатоходового. Всередині трубок швидкість руху середовища і коефіцієнт тепловіддачі може бути збільшено за допомогою спеціальних пристосувань, що змінюють напрямок потоку.

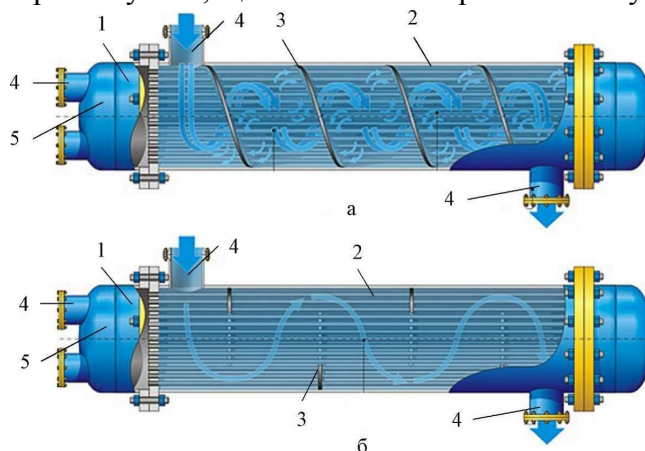


Рис. 8. Конструктивні схеми спірального (а) і багатоходового (б) кожухотрубного теплоутилізатора: 1 – корпус; 2 – пучки труб малого діаметра; 3 – трубні решітки; 4 – патрубки; 5 – кришки

Залежно від галузі застосування, ці теплообмінники бувають горизонтальними, вертикальними або похилими. Кожухотрубні теплоутилізатори застосовують для теплообміну і термохімічних процесів між різними рідинами, парами і газами – як без зміни, так із зміною їх агрегатного стану, в якості конденсаторів, підігрівачів і випарників [16].

Кожухотрубні теплоутилізатори застосовуються в: теплоенергетиці, нафтовій промисловості, газовій промисловості, хімічній промисловості, харчовій промисловості [17].

Загальний вигляд кожухотрубного теплоутилізатора представлено на рис. 9.



Рис. 9. Загальний вигляд кожухотрубного теплоутилізатора

Одним з видів кожухотрубного теплоутилізатора є теплоутилізатор типу «труба в трубі», конструкція якого приведена на рис. 10. Окремі елементи з'єднані між собою патрубками і фітінгами, утворюючи цілісний апарат необхідного розміру. Ці теплоутилізатори знайшли застосування при невеликих витратах теплоносіїв і при високих тисках [18].

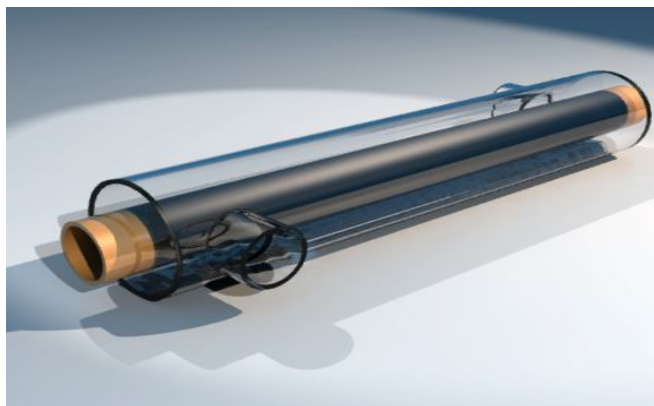


Рис. 10. Теплоутилізатор типу «труба в трубі»

Переваги кожухотрубних теплоутилізаторів: найширший діапазон застосування по робочим параметрам; найнижчі вимоги до чистоти середовища; більш висока стійкість до пневмоударів; відносна простота конструкції.

Недоліки кожухотрубних теплоутилізаторів: температурні деформації; відносно низький коефіцієнт теплопередачі.

Висновки

Враховуючи технологічні умови повітря в тваринницьких приміщеннях (значна запиленість – 6 мг/м³, висока вологість – до 80% [19], наявність високої концентрації

агресивних компонентів – аміаку до 20 мг/м³, сірководню до 10 мг/м³, вуглекислого газу до 0,28 % [19]) і результати аналізу конструкцій рекуперативних теплоутилізаторів було виявлено, що за санітарно-гігієнічними та експлуатаційними показникам, високою енергетичною ефективністю і низькою вартістю конструкції найбільш придатними для системи вентиляції є кожухотрубні теплоутилізатори типу «труба в трубі».

Список літератури

1. Злотин В.Е. Эффективные рекуператоры тепла нового поколения / В.Е. Злотин, Д.В. Злотин, Н.М. Калинин // Журнал «Новости теплоснабжения». – 2011. – № 1. – С. 51-61.
2. Савельев Н.И. Расчет и проектирование кожухотрубчатых теплообменных аппаратов. Учебное пособие / Н.И. Савельев, П.М. Лукин. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та. 2010. – 80 с.
3. ДСТУ 2677-94. Теплоутилізатори. Типи та основні параметри: затв. і введений в дію 01.01.1998 р. – К.: Державний комітет стандартизації метрології та сертифікації України, 1998. – 20 с.
4. ДСТУ 2671-94 Теплоутилізатори. Методи випробувань: затв. і введений в дію 01.07.1995 р. – К.: Державний комітет стандартизації метрології та сертифікації України, 1995. – 16 с.
5. ДСТУ 2921-94. Агрегати опалювально-вентиляційні. Методи випробувань: затв. і введений в дію 01.01.1996 р. – К.: Державний комітет стандартизації метрології та сертифікації України, 1994. – 42 с.
6. Кокоркин О.Я. Современные системы кондиционирования воздуха / О.Я. Кокоркин. – М.: Физматлит, 2003. – 272 с.
7. Пат. 47244 Україна, МПК (2009) F28D 9/00. Пластинчастий теплообмінник / Л.П. Гоженко, М.П. Магазій; заявник і патентовласник Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут". – № u200907361; заявл. 13.07.2009; опубл. 25.01.2010, бюл. № 2.
8. Серія ПР для прямоугільних каналів [Електронний ресурс] / Сетевий ресурс www.vents.ua, компанія «VENTS». – Режим постійного доступу: <http://vents.ua/cat/183/>. – 9. Дата останнього перегляду 20.05.2014.
9. Технические характеристики пластинчатых рекуператоров AEROSTAR SR [Електронний ресурс] / Сетевий ресурс www.planetaklimata.com.ua, компанія «Планета клімата». – Режим постійного доступу: <http://planetaklimata.com.ua/catalog/technical-characteristics/?goodsid=243&path=root-13-31-76-243>. – Дата останнього перегляду 20.05.2014.
10. Конструктивные особенности рекуператоров [Електронний ресурс] / Сетевий ресурс www.vzlk.ru, Вентиляционный завод «Титан». – Режим постійного доступу: <http://www.vzlk.ru/cat/vent/plastinchatye-rekuperatory/harakteristiki/>. – Дата останнього перегляду 20.05.2014.
11. А.с. 1295189 СРСР, МПК F 28 D 9/02. Пластинчато-ребристый теплообменник / Мильштейн П.А., Мышенко В.А., Кобаков А.Н., Парфенов В.П.; заявитель і патентособственник Омский политехнический институт и Всесоюзный научно-исследовательский и конструкторско-технологический институт компрессорного машиностроения. – 3965376/24-06; заявл. 17.10.1985; опубл. 06.03.1987, Бюл. №9.
12. Системы охлаждения оборудования [Електронний ресурс] / Сетевий ресурс www.mikem.com.ua, ООО «МИКЭМ». – Режим постійного доступу: http://mikem.com.ua/ventilyacii_i_kondicionirovaniyu.html. – Дата останнього перегляду 20.05.2014.
13. Кожухопластинчатые теплообменные аппараты [Електронний ресурс] / Сетевий ресурс www.kron.spb.ru, ООО "Кронитадт". – Режим постійного доступу: http://www.kron.spb.ru/catalog/category/kojuhoplast_tploobmenniki/. – Дата останнього перегляду 20.05.2014.
14. Оборудование для авиакосмической отрасли [Електронний ресурс] / Сетевий ресурс www.zaogmp.ru, ЗАО «Газмашпроект». – Режим постійного доступу: <http://www.zaogmp.ru/index.php?p=1&r=1&n=002>. – Дата останнього перегляду 20.05.2014.
15. Пат. 26908 Україна, МПК F28D 7/00. Секційний кожухотрубний теплообмінник / О.А. Алфьоров, І.О. Мікульонок, Г.Л. Рябцев; заявник і патентовласник Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут". – № u200706048; заявл. 10.10.2007; опубл. 10.10.2007, бюл. № 16.
16. Пат. 26908 Україна, МПК F28D 7/00. Кожухотрубний теплообмінник / О.О. Чайковський, І.В. Пулінець, О.М. Кравченко, М.Ф. Боженко, Г.М. Васильченко; заявник і патентовласник Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут". – № u200712677; заявл. 15.11.2007;

опублік. 25.02.2008, бюл. № 4.

17. Кожухотрубные теплообменники [Электронный ресурс] / Сетевой ресурс www.irimex.ru, ЗАО "ИРИМСКС". – Режим постоянного доступа: http://www.irimex.ru/services/catalog/teploobmennoe_oborudovanie/funke/kojuhotrubiye_teploobmenniki/. – Дата последнего просмотра 20.05.2014.

18. Аппараты теплообменные типа «Труба в трубе» [Электронный ресурс] / Сетевой ресурс www.pzem.ru, Пензкий завод энергетического машиностроения. – Режим постоянного доступа: <http://www.pzem.ru/katalog-produktsii/teploobmennoe-oborudovanie/apparaty-teploobmennye/apparaty-teploobmennye-tipa-truba-v-trube/>. – Дата последнего просмотра 20.05.2014.

19. Мишуров Н.П. Энергосберегающее оборудование для обеспечения микроклимата в животноводческих помещениях. Научный аналитический обзор / Н.П. Мишуров, Т.Н. Кузьмина. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2004. – 45 с.

References

1. Zlotina V.Ye. Effektivnyye rekuperatory tepla novogo pokoleniya / V.Ye. Zlotina , D.V. Zlotina , N.M. Kalinin // Zhurnal «Novosti teplosnabzheniya » . - 2011. - № 1. - С. 51-61 .

2. Savel'yev N.I. Raschet i proyektirovaniye kozhukhotrubchatykh teploobmennykh apparatov. Uchebnoye posobiye / N.I. Savel'yev , P.M. Lukin . - Cheboksary : Izd - vo Chuvash . un -ta. 2010. - 80 s.

3. DSTU 2677-94 . Teploutilizatori . Typy ta osnovni parametry : zatv . I Vstup v diyu 01.01.1998 r . - K . : Derzhavnyy komitet standartizatsiyi metrolohiyi ta sertifikatsiyi Ukrayiny , 1998. - 20 s.

4. DSTU 2671-94 Teploutilizatori . Metody vyprobuvan : zatv . I Vstup v diyu 01.07.1995 r . - K . : Derzhavnyy komitet standartizatsiyi metrolohiyi ta sertifikatsiyi Ukrayiny , 1995. - 16 s.

5. DSTU 2921-94 . Ahrehaty Opalyvalna - ventilyatsiyi . Metody vyprobuvan : zatv . I Vstup v diyu 01.01.1996 r . - K . : Derzhavnyy komitet standartizatsiyi metrolohiyi ta sertifikatsiyi Ukrayiny , 1994. - 42 s.

6. Kokorkin O.YA. Sovremennyye sistemy konditsionirovaniya vozdukh / A.YA. Kokorkin . - M . : Fizmatlit , 2003. - 272 s.

7. Pat. 47244 Ukrayina , MPK (2009) F28D 9/00 . Plastynchastoho Teploobminnyk / L.P. Hozhenko , M.P. Mahazyi ; zayavnyk y patentiv - lasnik Natsionalnyy tekhnichnyy universytet Ukrayiny " Kyivskyy politekhnichnyy instytut " . - № u200907361 ; zayavl . 13.07.2009 ; opublik . 25.01.2010 , byul . № 2 .

8. Seriya PR dlya pryamougol'nykh kanalov [Elektronnyy resurs] / Setevoy resurs www.vents.ua , kompaniya « VENTS » . - Rezhim postoyannogo dostupa : <http://vents.ua/cat/183/> . - 9. Data poslednego prosmotra 20.05.2014 .

9. Tekhnicheskiye kharakteristiki plastinchatykh rekuperatorov AEROSTAR SR [Elektronnyy resurs] / Setevoy resurs [www.planetaklimata.com.ua](http://planetaklimata.com.ua) , kompaniya « Planeta klimata » . - Rezhim postoyannogo dostupa : <http://planetaklimata.com.ua/catalog/technical-characteristics/?goodsid=243&path=root-13-31-76-243> . - Data poslednego prosmotra 20.05.2014 .

10. Konstruktivnyye osobennosti rekuperatorov [Elektronnyy resurs] / Setevoy resurs www.vzlk.ru , Ventilyatsionnyy zavod « Titan » . - Rezhim postoyannogo dostupa : <http://www.vzlk.ru/cat/vent/plastinchatye-rekuperatory/harakteristiki/> . - Data poslednego prosmotra 20.05.2014 .

11. A.s. 1295189 SSSR , MPK F 28 D 9/02 . Plastinchato - rebristy teploobmennik / Mil'shteyn P.A. , Myshenko V.A. , Kobakov A.N. , Parfenov V.P. ; zayavitel' i patentosobstvennik Omskiy poletekhnicheskyy institut i Vsesoyuznyy nauchno - issledovatel'skiy i konstruktorsko - tekhnologicheskyy institut kompressornogo mashinostroyeniya . - 3965376 / 24-06 ; zayavl . 17.10.1985 ; opubl . 06.03.1987 , Byul . №9 . 12. Sistemy okhlazhdeniya oborudovaniya [Elektronnyy resurs] / Setevoy resurs www.mikem.com.ua , OOO « MIKEM » . - Rezhim postoyannogo dostupa : http://mikem.com.ua/ventilyacii_i_kondicionirovaniyu.html . - Data poslednego prosmotra 20.05.2014 .

13. Kozhukhoplastinchatyye teploobmennyye apparaty [Elektronnyy resurs] / Setevoy resurs www.kron.spb.ru , OOO " Kronshadt " . - Rezhim postoyannogo dostupa : http://www.kron.spb.ru/catalog/category/kojuhoplast_teploobmenniki/ . - Data poslednego prosmotra 20.05.2014 .

14. Oborudovaniye dlya aviakosmicheskoy otrasli [Elektronnyy resurs] / Setevoy resurs www.zaogmp.ru , ZAO « Gazmashproyekt » . - Rezhim postoyannogo dostupa : <http://www.zaogmp.ru/index.php?p=1&r=1&n=002> . - Data poslednego prosmotra 20.05.2014 .

15. Pat. 26908 Ukrayina , MPK F28D 7/00 . Sektsiyinyy kozhukhotrubnyy Teploobminnyk / O.A. Alforov , I.O. Mikulonok , H.L. Ryabtsev ; zayavnyk y patentovlasnik Natsionalnyy tekhnichnyy universytet Ukrayiny " Kyivskyy politekhnichnyy instytut " . - № u200706048 ; zayavl . 10.10.2007 ; opublik . 10.10.2007 , byul . № 16 .

16. Pat. 26908 Ukrayina , MPK F28D 7/00 . Kozhukhotrubnoho Teploobminnyk / O.O. Chaykovskyy , I.V.

Pulinets, O.M. Kravchenko, M.F. Bozhenka, H.M. Vasylychenko; zayavnyk u patentovlasnik Natsionalnyy tekhnichnyy universytet Ukrainy " Kyivskyy politekhnichnyy instytut " . - № u200712677; zayavl . 15.11.2007; opublik . 25.02.2008, byul . № 4 .

17. *Kozhukhotrubnyye teploobmenniki [Elektronnyy resurs] / Setevoy resurs www.irimex.ru , ZAO " IRIMEKS " . - Rezhim postoyannogo dostupa : http://www.irimex.ru/services/catalog/teploobmennoe_oborudovanie_funke_kojuhotrubniye_teploobmenniki/ . - Data poslednego prosmotra 20.05.2014 .*

18. *Apparaty teploobmennyye tipa « Truba v trube » [Elektronnyy resurs] / Setevoy resurs www.pzem.ru , Penzkiy zavod energeticheskogo mashinostroyeniya . - Rezhim postoyannogo dostupa : <http://www.pzem.ru/katalog-produktsii/teploobmennoe-oborudovanie/apparaty-teploobmennyye/apparaty-teploobmennyye-tipa-truba-v-trube/> . - Data poslednego prosmotra 20.05.2014 .*

19. *Mishurov N.P. Energoberegayushcheye oborudovaniye dlya obespecheniya mikroklimata v zhivotnovodcheskikh pomeshcheniyakh. Nauchnyy analiticheskiy obzor / N.P. Mishurov , T.N. Kuz'mina . - M .: FGNU « Rosinformagrotekh » , 2004. - 45 s.*

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ РЕКУПЕРАТИВНЫХ ТЕПЛОУТИЛИЗАТОРОВ ДЛЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

Анотация: *проведено обоснование конструктивных параметров теплоутилизационного оборудования в системах регуляции воздушной среды животноводческих помещений. Обоснована целесообразность использования рекуперативных теплоутилизаторов, как высокоэффективного и эксплуатационно-надежного конструктивного решения.*

Ключевые слова: *микроклимат, конструкция, рекуператор, теплота, теплоутилизатор, теплообмен, животноводческие помещения.*

SUBSTANTIATION OF CONSTRUCTION PARAMETERS OF REGENERATIVE HEAT RECOVERY UNITS FOR FARM BUILDINGS

Summary: *the substantiation of the construction parameters of the heat-recovery equipment in the controlling systems of the air environment in the farm animal buildings The expediency of the use of recuperative heat recovery unit, as a highly effective and reliable operational and constructive solutions is substantiated.*

Keywords: *microclimate, construction, recuperator, heat, flow heat recuperator, heat exchange, farm buildings.*