



Яропуд В. М.
к.т.н., старший викладач

Вінницький
національний аграрний
університет

УДК 697.921.4

ТЕПЛОУТИЛІЗАТОР ДЛЯ ТВАРИННИЦЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ

Забезпечення оптимального мікроклімату в тваринницьких приміщеннях пов'язано зі значними витратами теплової та електричної енергії, на що витрачається до 15 % коштів виробників. Метою є розробка функціональної конструкції і виготовити теплоутилізатор для тваринницьких приміщень і визначити його техніко-технологічні показники роботи. Для забезпечення мікроклімату в тваринницьких приміщеннях виходячи із зазначених технологічних умов і проведеного аналізу конструкцій теплоутилізаторів розроблено дві конструкційно-технологічні схеми тритрубного концентричного теплоутилізатора, які відрізняються напрямками руху потоків повітря: прямогок і протиток. Враховуючи розроблену конструкційно-технологічну схему теплоутилізатора для тваринницьких приміщень створена конструкторська документація і виготовлено експериментальний зразок тритрубного концентричного теплообмінника. Визначені його техніко-технологічні показники роботи: теплова потужність $\Delta N = 4408 \text{ Вт}$ при наступних конструкційно-режимних параметрах $L = 8 \text{ м}$, $V = 0,36 \text{ м}^3/\text{с}$, $T_c = 0 \text{ }^\circ\text{C}$.

Ключові слова: мікроклімат, тваринницьке приміщення, теплоутилізатор, дослідження, модель, оптимальні параметри.

Постановка проблеми. Ефективність тваринництва безпосередньо залежить від умов утримання тварин, у яких забезпечення оптимального мікроклімату має надзвичайно важливе значення. Так продуктивність тварин на 10-30 % визначається мікрокліматом приміщень. У свою чергу забезпечення оптимального мікроклімату в тваринницьких приміщеннях пов'язано зі значними витратами теплової та електричної енергії, на що витрачається до 15 % коштів виробників [1].

Аналіз останніх досліджень. В опалювальний період теплогенеруючі пристрої тваринницьких приміщень різного призначення споживають до 90 % сукупних затрат паливо-енергетичних ресурсів і навіть часткове зниження цих затрат приведе до значного скорочення витрат енергії на виробництво, а значить знизить її собівартість. Постійно зростаюча вартість енергоносіїв ускладнює ситуацію й загострює проблему впровадження енергозберігаючих технологій, а також актуалізує народногосподарську проблему зниження питомих енерговитрат на виробництво продукції тваринництва [2].

Мета досліджень. Розробити функціональну конструкцію і виготовити теплоутилізатор для тваринницьких приміщень

і визначити його техніко-технологічні показники роботи.

Основні результати дослідження. Для забезпечення мікроклімату в тваринницьких приміщеннях виходячи із зазначених технологічних умов і проведеного аналізу конструкцій теплоутилізаторів розроблено дві конструкційно-технологічні схеми тритрубного концентричного теплоутилізатора, які відрізняються напрямками руху потоків повітря: прямогок (рис. 1, а) і протиток (рис. 1, б) [3].

До технологічних схем тритрубного теплоутилізатора із прямоотоком і протитоком входять труби 1, 2 і 3, що встановлені коаксіально, трубка для відводу конденсату 4, яка проходить крізь трубу 3 і розташовується в нижній частині труби 2, викидну шахту 5, що проходить крізь трубу 3, припливний 6 та викидний 7 вентилятори (рис. 1).

Теплоутилізатор здійснює технологічний процес наступним чином. Припливне (холодне) повітря вентилятором 6 подається по внутрішній трубі 1. Вентилятором 7 викидне (тепле) повітря із приміщення нагнітається в простір між трубами 1 і 2, що має кільцевий поперечний перетин.

При технологічній схемі із прямоотоком



обидва потоки рухаються в одному напрямі до викидної шахти 5, з якої викидне повітря виходить в зовнішнє середовище, а припливне повітря розвертається і продовжує рух в зворотному напрямку в просторі між трубами 2 і 3, що також має кільцевий поперечний перетин.

При технологічній схемі із протитоком

потоки рухаються в протилежному напрямі: викидне повітря виходить в зовнішнє середовище з викидної шахти 5, а припливне повітря розвертається і продовжує рух в зворотному напрямку в просторі між трубами 2 і 3, що також має кільцевий поперечний перетин.

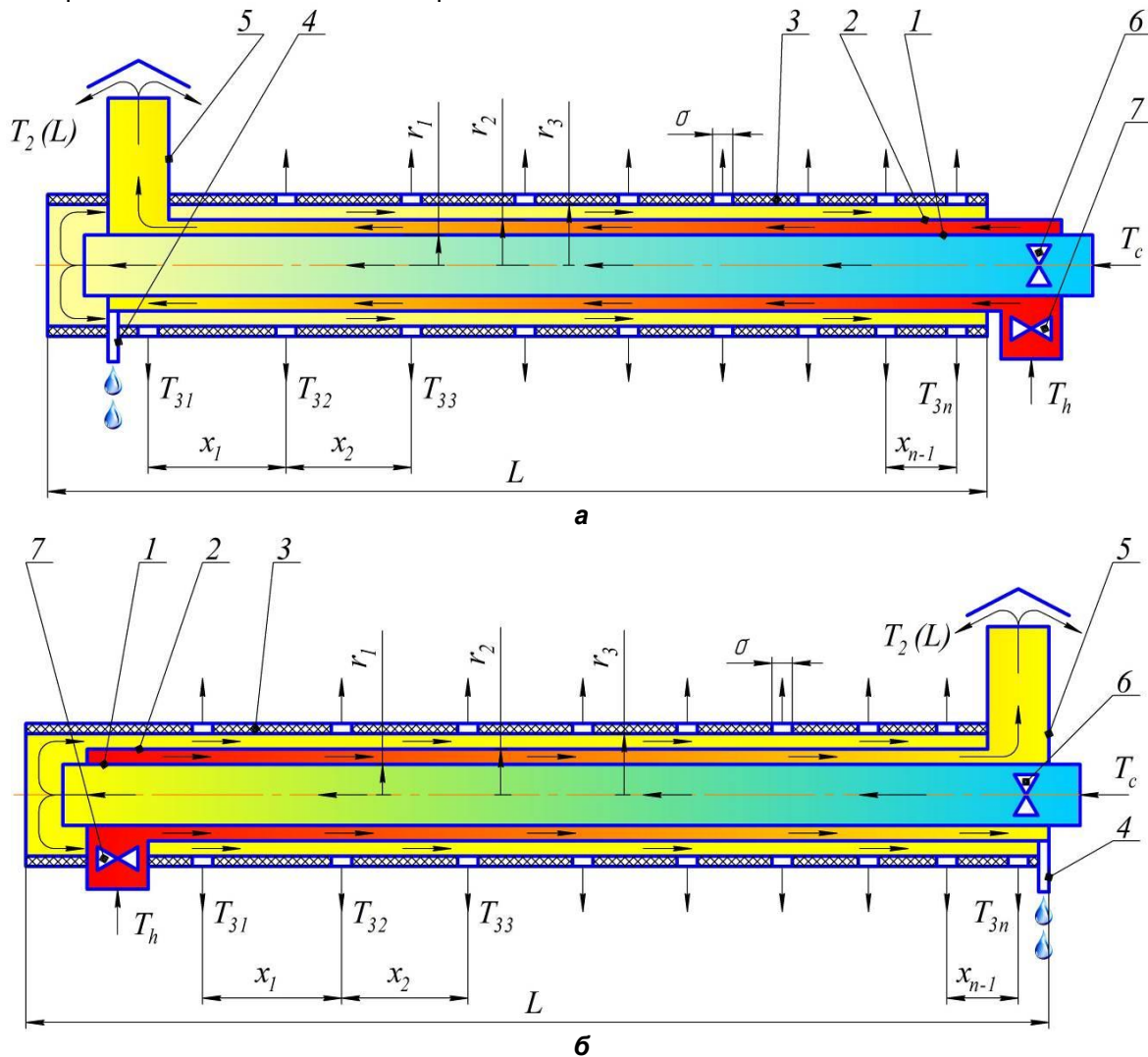


Рис. 1. Технологічна схема тритрубного теплоутилізатора з основними параметрами: 1, 2, 3 – труби; 4 – трубка для відводу конденсату; 5 – викидна шахта; 6 – припливний вентилятор; 7 – викидний вентилятор

Таким чином відбувається процес теплообміну між припливним і викидним повітрям через стінки труб 1 і 2, завдяки чому припливне повітря підігрівається на певну величину. При охолодженні викидного повітря на зовнішній поверхні труби 1 і внутрішній поверхні труби 2 утворюється конденсат для відводу якого служить трубка 4. Щоб виключити охолодження повітря в приміщенні поверхня зовнішньої труби 3 теплоізолювана.

Враховуючи розроблену конструкційно-технологічну схему теплоутилізатора для тваринницьких приміщень створена

конструкторська документація і виготовлено експериментальний зразок тритрубного концентричного теплообмінника, технологічна схема якого представлена на рисунку 2, а його загальний вигляд – на рисунку 3 [4]. Експериментальний зразок складається із набору тритрубних модулів, кутових модулів приміщення та зовнішнього середовища, вентилятора і нагрівального елемента. Розроблений експериментальний зразок встановлюються у приміщенні згідно схеми, яка приведена на рисунку 4.

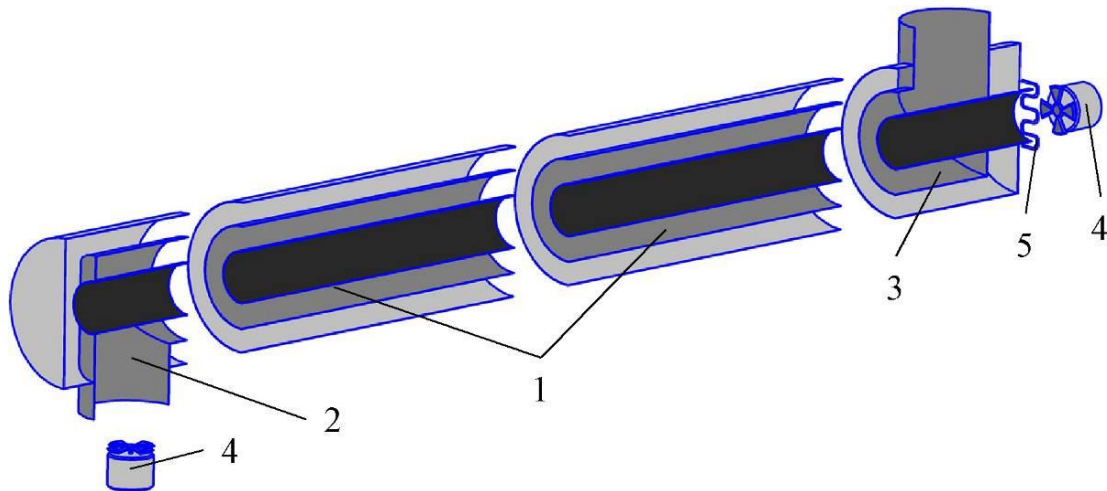
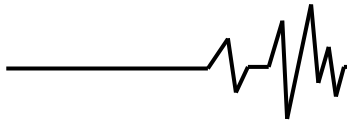


Рис. 2. Технологічна схема експериментального зразка тритрубного концентричного теплообмінника: 1 – тритрубний модуль; 2 – кутовий модуль приміщення; 3 – кутовий модуль зовнішнього середовища; 4 – вентилятор; 5 – нагрівальний елемент



Рис. 3. Загальний вигляд експериментального зразка тритрубного концентричного теплообмінника

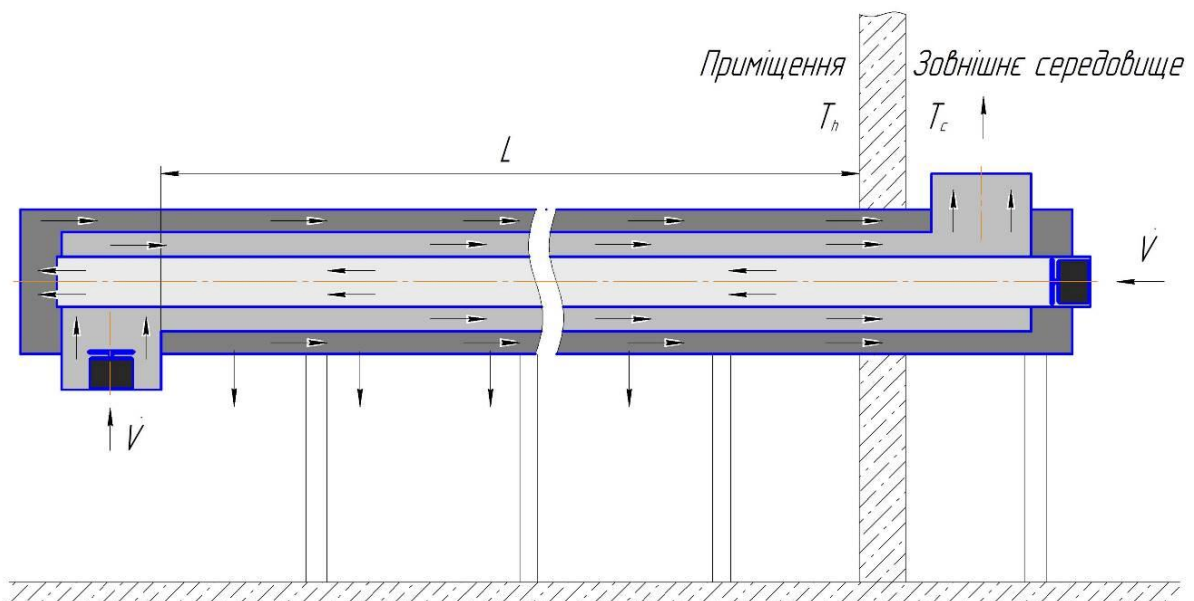


Рис. 4. Схема розміщення експериментального зразка тритрубного концентричного теплообмінника



Оптимізація результатів теоретичних досліджень [5] дозволила визначити залежності конструкційних параметрів теплоутилізатора (довжина L і радіуси r_1 , r_2 , r_3 повітропроводів) від об'ємних витрат повітря, що проходить крізь нього при умові найбільшої корисної теплової потужності:

$$L = 14,776 \cdot V + 3,7335,$$
$$r_3 = 0,3619 \cdot V + 0,1523, \quad r_2 = 0,686 \cdot r_2, \quad r_1 = 0,343 \cdot r_2$$

(при температурі навколишнього середовища $T_c = 0^\circ\text{C}$).

В результаті експериментальних досліджень [6, 7] встановлено, що при заданих радіусах повітропроводу теплоутилізатора $r_3 = 0,2$ м, $r_2 = 0,137$ м, $r_1 = 0,069$ м оптимальними значеннями його конструкційно-технологічних параметрів при яких корисна теплова потужність теплоутилізатора максимальна $\Delta N = 4408$ Вт є $L = 8$ м, $V = 0,36$ м³/с, $T_c = 0^\circ\text{C}$.

Висновки. Розроблена функціональна конструкція і виготовлено теплоутилізатор для тваринницьких приміщень і визначені його техніко-технологічні показники роботи: теплова потужність $\Delta N = 4408$ Вт при наступних конструкційно-режимних параметрах $L = 8$ м, $V = 0,36$ м³/с, $T_c = 0^\circ\text{C}$.

Список використаних джерел

1. Ревенко І.І. Проектування механізованих технологічних процесів тваринницьких підприємств: Навч. посібник для студентів вищ. аграр. закладів освіти III-IV рівнів акредитації зі спец. «Механізація сіл. госп-ва» (спеціалізація «Механізація тваринництва») / І.І. Ревенко, В.Д. Роговий, В.І. Кравчук та ін.; За ред. І.І. Ревенка – К.: Урожай, 1999. – 192 с.

2. Пришляк В.М. Особливості використання та перспективи розвитку рекуперативних теплоутилізаторів для тваринницьких приміщень / В.М. Пришляк, В.М. Яропуд // «Земля України – потенціал продовольчої, енергетичної та екологічної безпеки держави»: Матеріали IV міжнародної науково-практичної конференції, 17-18 жовтня 2014 р. у 2-х томах, т.2, м. Вінниця. – Вінниця: РВВ ВНАУ, 2014. – С. 201-205.

3. Пат. 98515 Україна, МПК (2015.01) F24F 5/00. Тритрубний теплоутилізатор / В.М. Яропуд, В.М. Пришляк, О.С. Ковязін, Е.Б. Алієв; заявник і власник патенту В.М. Яропуд – №u201413177; заявл. 08.12.2014; опубл. 27.04.2015, Бюл. №8.

4. Яропуд В.М. Методика інженерного розрахунку параметрів теплоутилізатора для тваринницьких приміщень / В.М. Яропуд, Е.Б. Алієв // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК / Редкол.: С.М. Ніколаєнко (відп. ред.) та ін. – К., 2015. – Вип. 212/2. – С. 214-221.

5. Пришляк В.М. Теоретичні дослідження пневмотрат тритрубного концентричного теплоутилізатора / В.М. Пришляк, В.М. Яропуд, О.С. Ковязін та ін. // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК / Редкол.: С.М. Ніколаєнко (відп. ред.) та ін. – К., 2014. – Вип. 196, ч. 3. – С. 192-199.

6. Яропуд В.М. Експериментальні дослідження раціональної геометрії розташування отворів у повітропроводі теплоутилізатора / В.М. Яропуд // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК / Редкол.: С.М. Ніколаєнко (відп. ред.) та ін. – К., 2015. – Вип. 241. – С. 259-265.

7. Пришляк Виктор. Экспериментальные исследования конструкционно-технологических параметров теплоутилизатора / Виктор Пришляк, Виталий Яропуд // Polish Academy of Sciences University of Engineering and Economics in Rzeszów, - MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture – 2015. Vol. 17. No 3. – 342–347.

Список джерел в транслітерації

1. Revenko I.I. Proektuvannya mekhanizovanykh tekhnolohichnykh protsesiv tvarynnyts'kykh pidpryyemstv: Navch. posibnyk dlya studentiv vyshch. ahrar zakladiv osvity III-IV rivniv akredytatsiyi zi spets. «Mekhanizatsiya sil. hosp-va "(spetsializatsiya" Mekhanizatsiya tvarynnyts'tva ") / I.I. Revenko, V.D. Rohovyy, V.I. Kravchuk ta in .; Za red. I.I. Revenka - K .: Urozhay, 1999. - 192 s.

2. Pryshlyak V.M. Osoblyvosti vykorystannya ta perspektyvy rozvytku rekuperatyvnykh teploutylizatoriv dlya tvarynnyts'kykh prymishchen' / V.M. Pryshlyak, V.M. Yaropud // «Zemlya Ukrayiny - potentsial prodovol'choyi, enerhetychnoyi ta ekolohichnoyi bezpeky derzhavy»: Materialy IV mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi, 17-18 zhovtnya 2014 r. u 2-kh tomakh, t.2, m. Vinnytsya - Vinnytsya: RVV VNAU, 2014. - S. 201-205 rr.

3. Pat. 98515 Ukrayina, MPK (2015.01) F24F 5/00. Tritrubnyy teploutylizator / V.M. Yaropud, V.M. Pryshlyak, O.S. Kovyazin, E.B. Aliyev; zayavnyk i vlasnyk patentu V.M. Yaropud - №201413177; zayavl 12.08.2014; opubl. 27.04.2015 r., Byul. №8.

4. Yaropud V.M. Metodyka inzhenerneho rozrakhunku parametriv teploutylizatora dlya tvarynnyts'kykh prymishchen' / V.M. Yaropud, YE.B. Aliyev // Naukovyy visnyk Natsional'noho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrayiny. Seriya: tekhnika ta enerhetyka APK / Redkol .: S.M. Nikolayenko (vidt. Red.) Ta in. - K.,



2015. - Впр. 212/2. - С. 214-221.

5. Pryshlyak V.M. Teoretychni doslidzhennya pnevmovtrat trytrubnoho kontsentrychnoho teploutilizatora / V.M. Pryshlyak, V.M. Yaropud, O.S. Kovyazin ta in. // Naukovyy visnyk Natsional'noho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy. Seriya: tekhnika ta enerhetyka APK / Redkol. : С.М. Nikolayenko (vidt. Red.) Ta in. - К., 2014. - Впр. 196, ch. 3. - С. 192-199.

6. Yaropud V.M. Eksperymental'ni doslidzhennya ratsional'noyi heometriyi roztashuvannya vidvoriv u povitroprovodi teploutilizatora / V.M. Yaropud // Naukovyy visnyk Natsional'noho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy. Seriya: tekhnika ta enerhetyka APK / Redkol. : С.М. Nikolayenko (vidt. Red.) Ta in. - К., 2015. - Впр. 241. - С. 259-265.

7. Pryshlyak Viktor. Eksperymental'ni doslidzhennya konstruksiyno-tekhnolohichnykh parametriv teploutilizatora / Viktor Pryshlyak, Vitaliy Yaropud // Pol's'ka akademiya nauk, Inzhenerno-ekonomichnyy universytet, m. Zheshuv, - MOTOR. Komisiya z avtomobilizatsiyi ta enerhetyky v sil's'komu hospodarstvi - 2015. Tom. 17. № 3. - 342-347.

ТЕПЛОУТИЛИЗАТОР ДЛЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

Аннотация. Обеспечение оптимального микроклимата в животноводческих помещениях связано со значительными затратами тепловой и электрической энергии, на что тратится до 15 % средств производителей. Целью является разработка функциональной конструкции и изготовление теплоутилизаторов для животноводческих помещений и определения его технико-технологические показатели работы. Для обеспечения микроклимата в животноводческих помещениях исходя из указанных технологических условий и проведенного анализа конструкций теплоутилизаторов разработаны две конструкционно-технологические схемы трехтрубного концентрического

теплоутилизатора, которые отличаются направлением движения потоков воздуха: прямоток и противоток. Учитывая разработанную конструкционно-технологическую схему теплоутилизатора для животноводческих помещений создана конструкторская документация и изготовлен экспериментальный образец трехтрубного концентрического теплообменника. Определены его технико-технологические показатели работы: тепловая мощность $\Delta N = 4408 \text{ Вт}$ при следующих конструкционно-режимных параметрах $L = 8 \text{ м}$, $V = 0,36 \text{ м}^3/\text{с}$, $T_c = 0 \text{ }^\circ\text{C}$.

Ключевые слова: микроклимат, животноводческое помещение, теплоутилизатор, исследования, модель, оптимальные параметры.

HEAT EXCHANGER FOR LIVESTOCK FARMS

Annotation. Providing optimal microclimate in animal housing is associated with significant costs of heat and electricity, which is spent up to 15% of producers' costs. The purpose is to develop a functional design and make a heat utilizer for livestock buildings and determine its technical and technological performance. In order to provide the microclimate in the livestock premises, based on the indicated technological conditions and the analysis of the design of heat utilizers, two design and technological schemes of the three-pipe concentric heat exchanger have been developed, which differ in directions of movement of air flows: rectangular and antinodes. Taking into account the developed design and technological scheme of the heat utilizer for livestock buildings, design documentation was created and an experimental sample of a three-pipe concentric heat exchanger was manufactured. Its technical and technological parameters are determined: thermal power $\Delta N = 4408 \text{ Bm}$ at the following structural-mode parameters $L = 8 \text{ м}$, $V = 0,36 \text{ м}^3/\text{с}$, $T_c = 0 \text{ }^\circ\text{C}$.

Key words: climate, livestock buildings, heat exchanger, a study model, the optimal parameters.

Відомості про авторів

Яропуд Віталій Миколайович – кандидат технічних наук, старший викладач кафедри сільськогосподарських машин Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, Україна, 21008, e-mail: yaropud77@gmail.com).

Яропуд Віталій Николаевич – кандидат технічних наук, старший преподаватель кафедри сельскохозяйственных машин Винницкого национального аграрного университета (ул. Солнечная, 3, г. Винница, Украина, 21008, e-mail: yaropud77@gmail.com).

Yaropud Vitaliy – Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer of the Department of Agricultural Machines of Vinnytsia National Agrarian University (St. Soniachna, 3, Vinnytsia, Ukraine, 21008, e-mail: yaropud77@gmail.com).