

DOI: <https://doi.org/10.37204/0131-2189-2020-11-14>  
УДК 631.363.8

### Фільтр-глушник вакуумної установки

**Хмельовський В. С.,**

к.т.н., доц., Національний університет біоресурсів і природокористування України;  
ORCID iD 0000-0002-6018-8821

**Заболотько О. О.,**

к.т.н., доц., Національний університет біоресурсів і природокористування України;  
ORCID iD 0000-0003-1024-7798

**Братішко В. В.,**

д.т.н., завідувач кафедри, Національний університет біоресурсів і природокористування України; ORCID iD 0000-0001-8003-5016

**Ребенко В. І.,**

к.т.н., доц., Національний університет біоресурсів і природокористування України;  
ORCID iD 0000-0002-3370-3760

#### Анотація

**Мета.** Вдосконалити глушник роторно-пластинчастої вакуумної установки внаслідок зміни конструкції, що приведе до зменшення шуму та забезпечення відбору відпрацьованої оливи.

**Методи.** Аналіз конструкцій та робочих процесів технічних засобів для зменшення шуму та відбору відпрацьованої оливи вакуумних насосів доільних установок.

**Результати.** Проведено огляд існуючих засобів, які служать для зниження шуму під час роботи ротаційно-пластинчастого вакуумного насоса та відокремлення оливи з відібраного робочого середовища доільної установки. Приведено конструкцію та описано принцип роботи запропонованого фільтра-глушника. Наведено результати лабораторних випробувань запропонованого фільтра-глушника, який забезпечує зменшення енергетичних витрат у його обслуговуванні, порівнюючи з існуючими зразками, дає можливість суттєво знизити шум, який утворюється внаслідок роботи вакуумного

насоса, та зібрати використану оливу, забезпечивши водночас менший рівень зниження продуктивності вакуумного насоса, порівнюючи із серійними моделями.

**Висновки.** Запропоноване технічне рішення забезпечує зменшення енергетичних витрат в обслуговуванні фільтра-глушника, порівнюючи з існуючими зразками, дає можливість знизити шум, який утворюється внаслідок роботи вакуумного насоса, до рівня 65–76 децибел та зібрати використану оливу до 90–96%. Водночас зниження продуктивності вакуумного насоса зі встановленням дослідного фільтра-глушника складає близько 1 м<sup>3</sup>/год, а в серійному – 1,28 м<sup>3</sup>/год. У процесі експлуатації фільтра-глушника доцільно розміщувати його зовні вакуумного приміщення, оскільки в такому разі величина створюваного шуму в приміщенні зменшується на 30%.

**Ключові слова:** фільтр-глушник, насос, вакуум, відбір оливи, екологічні проблеми, забруднення, шум.

UDC 631.363.8

#### Filter-silencer of vacuum installation

**Khmelovskiy V. S.,**

Ph.D., Associate Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine;  
ORCID iD 0000-0002-6018-8821

**Zabolotko O. O.,**

Ph.D., Associate Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine;  
ORCID iD 0000-0003-1024-7798

**Bratishko V. V.,**

Sc.D., Associate Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine;  
ORCID iD 0000-0001-8003-5016

**Rebenko V. I.,**

Ph.D., Associate Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine;  
ORCID iD 0000-0002-3370-3760

#### Annotation

**Purpose.** Improving the silencer of the rotary vane vacuum unit by changing the design, which will lead to reducing of noise and ensuring of waste oil collection.

**Methods.** Analysis of the designs and working processes of technical means for noise reduction and used oil collection from vacuum pumps of milking machines.

**Results.** There are given the description of the filter silencer design and its operation principle, as well as the results of laboratory tests of the proposed filter silencer. It provides energy reduction during servicing, significantly reduce the noise, which is generated by vacuum pump, and collect used oil while

providing a lower level decreasing of vacuum pump performance compared to serial models.

**Conclusions.** The proposed solution provides energy reduction while filter silencer servicing in comparison with existing samples, reduces generated noise of the vacuum pump to 65–76 decibels and collect used oil up to 90–96%. At the same time, the decrease in productivity of the vacuum pump due to using new filter-silencer is about 1 m<sup>3</sup>/hour and in the serial models 1.28 m<sup>3</sup>/hour. It is advisable to place filter-silencer outside the vacuum room, in this case the value of the generated noise in the room is reduced by 30%.

**Keywords:** filter silencer, pump, vacuum, oil collection, environmental problems, pollution, noise.

УДК 631.363.8

### Фильтр-глушитель вакуумной установки

**Хмелёвский В. С.,**

к.т.н., доц., Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины;  
ORCID iD 0000-0002-6018-8821

**Заболотько О. А.,**

к.т.н., доц., Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины;  
ORCID iD 0000-0003-1024-7798

**Братишко В. В.,**

д.т.н., заведующий кафедрой, Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины;  
ORCID iD 0000-0001-8003-5016

**Ребенко В. И.,**

к.т.н., доц., Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины;  
ORCID iD 0000-0002-3370-3760

#### Анотация

**Цель.** Усовершенствование глушителя роторно-пластинчатой вакуумной установки путем изменения конструкции, что приведет к уменьшению шума и обеспечению сбора отработанного масла.

**Методы.** Анализ конструкций и рабочих процессов технических средств для уменьшения шума и отбора отработанного масла вакуумных насосов доильных установок.

**Результаты.** Проведен обзор существующих средств, которые служат для снижения шума при работе роторно-пластинчатого вакуумного насоса и отделения масла из отобранной рабочей среды доильной установки. Приведены описание конструкции и принципа работы фильтра-глушителя, а также результатов лабораторных испытаний предложенного фильтра-глушителя, который обеспечивает уменьшение энергетических затрат при его обслуживании по сравнению с существующими образцами, дает возможность существенно снизить шум, который образуется в результате работы вакуумного насоса, и собрать

использованное масло, обеспечив при этом меньший уровень снижения производительности вакуумного насоса по сравнению с серийными моделями.

**Выводы.** Предложенное техническое решение обеспечивает уменьшение энергетических затрат при обслуживании фильтра-глушителя по сравнению с существующими образцами, дает возможность снизить шум, который образуется в результате работы вакуумного насоса, до уровня 65–76 децибел и собрать использованное масло до 90–96%. При этом снижение производительности вакуумного насоса при установке исследуемого фильтра-глушителя составляет около 1 м<sup>3</sup>/час, а в серийном – 1,28 м<sup>3</sup>/час. В процессе эксплуатации фильтра-глушителя целесообразно размещать его снаружи вакуумного помещения, так как при этом величина создаваемого шума в помещении уменьшается на 30%.

**Ключевые слова:** фильтр-глушитель, насос, вакуум, отбор масла, экологические проблемы, загрязнение, шум

**Постановка проблеми.** Утримання та розведення сільськогосподарських тварин або птиці у великих масштабах вважається промисловим тваринництвом. Завдяки промисловим фермам виробництво м'ясних та м'ясо-молочних продуктів у світі за останні 30 років зросло майже удвічі [1]. У цьому плані Україна теж не є винятком.

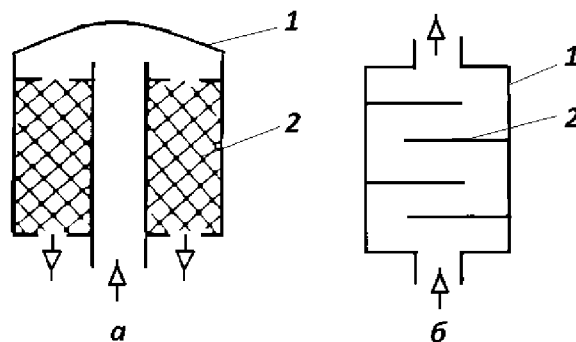
Сучасному світовому тваринництву притаманні динамічний розвиток, постійне зростання продуктивності тварин, використання інтенсивних технологій, що забезпечує стабільне зростання виробництва продукції. Від розвитку аграрного сектора України, зокрема галузі тваринництва, значною мірою залежать економічна й політична стабільність держави та матеріальний добробут її громадян. Проте, інтенсивний розвиток тваринництва може чинити негативний вплив на навколишнє середовище та стан здоров'я населення. Особливо це стосується великих промислових ферм з утримання свійських тварин і птиці. Одним з основних факторів, що формують несприятливий стан природного середовища, є неефективне очищення відпрацьованих робочих середовищ у різних машинах та обладнанні. Нині все більш актуальною стає проблема екології, оскільки практично будь-яка діяльність людини, з урахуванням постійного розвитку техніки і технологій, робить негативний вплив на навколишнє природне середовище (грунт, річки, повітря і т. д.). Тваринницькі ферми та комплекси відіграють провідну роль у забезпеченні харчової безпеки України [2–4].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** На сьогоднішній день найбільш поширеними вакуумними установками, що застосовуються у вітчизняному та зарубіжних сільських господарствах, являються роторно-пластинчасті вакуумні установки, які набули широкого розповсюдження завдяки малій енергоємності та високій надійності в роботі. Та попри це, вони мають ряд суттєвих недоліків, таких як:

- велика витрата оливи, що складає близько 0,5–1 гр/м<sup>3</sup>;
- підвищений рівень шуму під час роботи.

Для зменшення шуму й часткового уловлювання оливи, що видається ротаційно-пластинчастим насосом, вакуумна установка оснащується глушником. Глушники вакуумних установок (рис. 1) із ротаційно-пластинчастими насосами мають різноманітне

конструкційне виконання й забезпечують рівень шуму в межах 70–80 дБ [4, 5]. А проте, опір рухові повітря в таких фільтрах-глушниках підвищений, що приводить до зменшення продуктивності вакуумного насоса.



**Рис. 1.** Глушники вакуумних установок:

а – із шумопоглинаючою набивкою;

1 – корпус; 2 – набивка;

б – з лабіринтними перегородками;

1 – корпус; 2 – перегородка

**Fig. 1.** Silencers of vacuum installations:

a – with noise-absorbing stuffing;

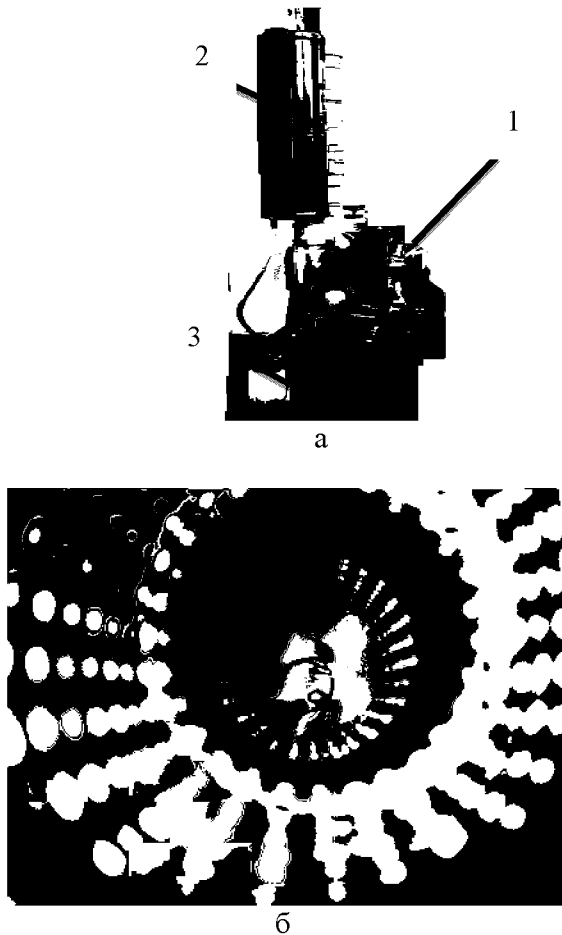
1 – the case; 2 – stuffing;

b – with labyrinth baffles; 1 – the case; 2 – baffles

Зниження рівня шуму в глушнику (рис. 1 а), забезпечує спеціальна шумопоглинаюча набивка 2, яка одночасно затримує частину оливи, що рухається разом із повітрям.

Глушник (рис. 1 б), являє собою циліндр 1, усередині якого розміщені перегородки 2. Перегородки різко змінюють напрямок руху повітря, внаслідок чого зменшується рівень шуму, проте не відбувається уловлювання дисперсної фракції.

Для зменшення викиду оливи в атмосферне середовище після змащування підшипникових вузлів і зменшення тертя між пластинами та корпусом ротаційно-пластинчастого вакуумного насоса окремі виробники комплектують вакуумні установки пристроями для відбору оливи з вихлопного повітряного середовища, яке видаляється з насоса [6–8]. При цьому відокремлюється від повітря до 80% використаної оливи, яку застосовують для повторного мащення, крім цього суттєво зменшується забруднення довкілля.



**Рис. 2.** Вакуумна установка:

а: 1 – вакуумний насос; 2 – глушник;  
3 – бачок-відстійник;

б: глушник (вигляд ізсередини)

**Fig. 2.** Vacuum installation:

a: 1 – vacuum pump; 2 – silencer; 3 – tank-sump;

b: silencer (inside view)

Для вакуумних насосів (рис. 2 а) зарубіжних зразків (компанія ДеЛаваль) використовуються глушники, в яких вихідний і вхідний отвори неспіввісні, а всередині них розміщені набивка та труба з отворами в стінці (рис. 2 б), в останній відбувається відокремлення оливи від повітря, звідкіля олива потрапляє в бачок-відстійник.

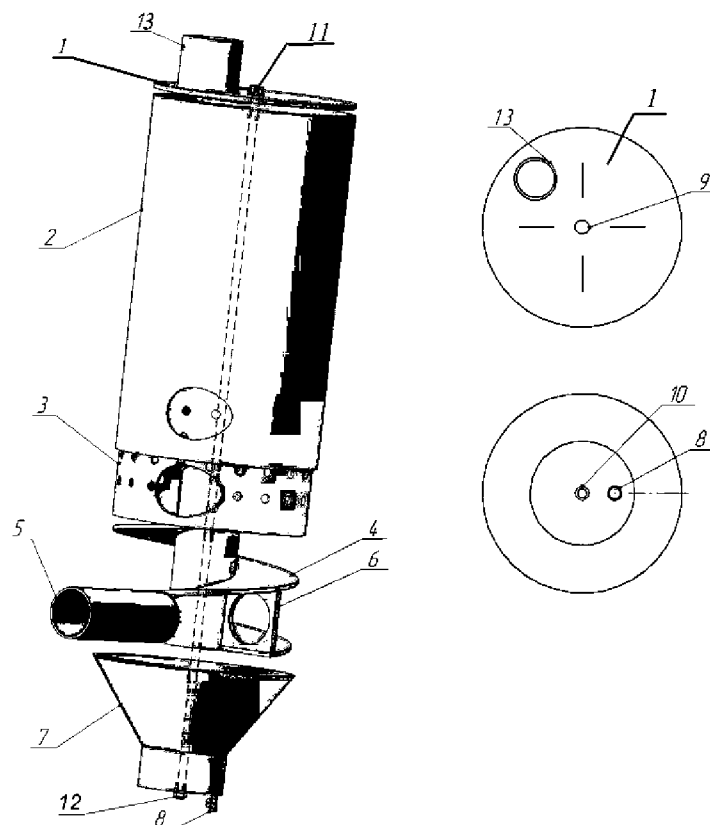
**Мета досліджень.** Вдосконалити глушник роторно-пластинчастої вакуумної установки внаслідок зміни конструкції, що приведе до зменшення шуму та забезпечення відбору відпрацьованої оливи.

**Методи досліджень.** Аналіз конструкцій та робочих процесів технічних засобів для зменшення шуму та відбору відпрацьованої оливи вакуумних насосів доільних установок.

**Результати досліджень.** Зменшення шуму та забезпечення відбору відпрацьованої оливи, яка потрапляє в навколишнє

середовище разом із повітрям відібраним із доільної установки, здійснює фільтр-глушник вакуумного насоса [9]. Запропонована конструкція фільтра-глушника (рис. 3) вакуумного насоса має корпус 2, на боковій поверхні якого є отвір, розмір останнього співпадає із зовнішнім діаметром вхідного патрубку 5. Усередину корпусу встановлено вертикальний шнек 4 зі змінним кроком спіральної навивки, до якої закріплено шайбу 6 із внутрішньою різьбою. У шайбу 6 вкручують вхідний патрубок 5 із зовнішньою різьбою. Герметичність між корпусом та вхідним патрубком забезпечує гумова оливостійка прокладка. Для відокремлення оливи від повітря в корпус 2 встановлюють ситовий уловлювач 3 з отвором для вхідного патрубку 5. У нижній частині корпусу розташовують конусоподібний збірник оливи 7. На днищі збірника закріплено кран 8 для зливання оливи. Кран знаходиться на описаному радіусі, величина якого становить середину між центром та максимальним радіусом днища. У верхній частині корпусу 2 встановлено кришку 1 з вихідним патрубком 13. Посередині днища та верхньої кришки корпусу зроблено отвір 10 для встановлення з'єднувального болта, який внизу з'єднується гайкою та забезпечує цілісність конструкції 9.

Фільтр-глушник вакуумного насоса працює таким чином: олива, що змащує вузли вакуумного насоса, разом із повітрям, яке поступає з вакуумпроводу доільної установки, надходять крізь вхідний патрубок 5 та шайбу 6, направляються догори по гвинтовій навивці шнека 4. Олива за допомогою ситового уловлювача 3 відокремлюється від потоку повітря й потрапляє в міжстінковий простір корпусу 2 та ситового уловлювача 3, після чого стікає вниз в оливу збірник 7, звідки зливається за допомогою крана 8. Очищене від оливи повітря продовжує рух по гвинтовій навивці шнека 4, зменшує швидкість зі зміною кроку гвинтової навивки та надходить до верхньої кришки 1, до якої закріплено вихідний патрубок 13, і крізь останній потрапляє в навколишнє середовище. Для проведення технічного обслуговування необхідно відкрутити гайку 12, від'єднати оливозбірник 7 та разом із кришкою 1, що знаходиться у верхній частині корпусу 2, вийняти з'єднувальний болт 11.



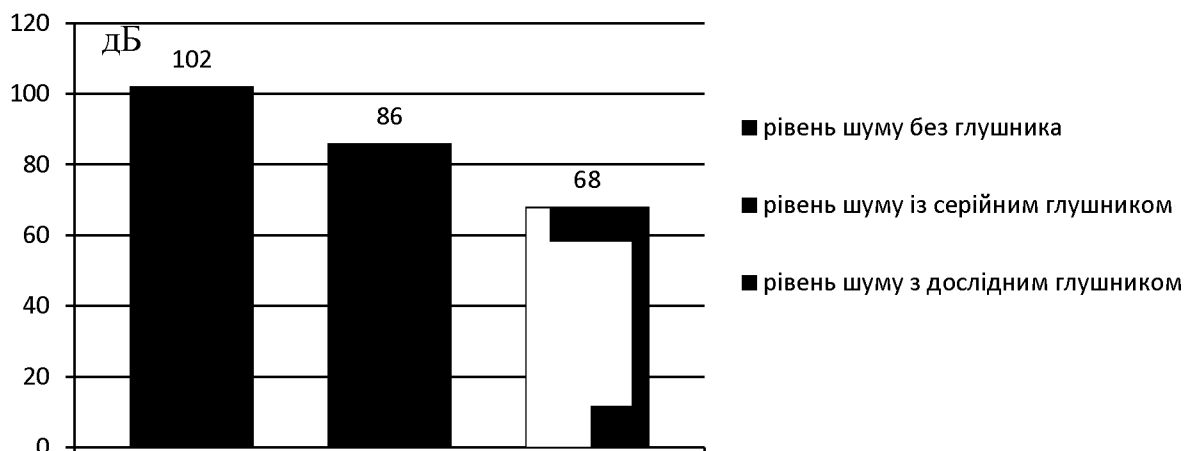
**Рис. 3.** Фільтр-глушник вакуумного насоса:

1 – верхня кришка; 2 – корпус; 3 – ситовий уловлювач; 4 – гвинтовий шнек; 5 – вхідний патрубок;  
6 – шайба; 7 – оливозбірник; 8 – кран; 9, 10 – отвір для з'єднувального болта; 11 – з'єднувальний болт;  
12 – гайка; 13 – вихідний патрубок

**Fig. 3.** Vacuum pump filter-silencer:

1 – top cover; 2 – the case; 3 – sieve trap; 4 – screw auger; 5 – inlet nozzle;  
6 – washer; 7 – oil collector; 8 – the crane; 9, 10 – hole for connecting bolt;  
11 – connecting bolt; 12 – nut; 13 – outlet

Лабораторні випробування запропонованого фільтра-глушника показали, що відокремлення оливи забезпечується на рівні 90–96%, водночас рівень шуму залежно від навантаження насоса сягає 65–76 децибел.



**Рис. 4.** Рівень шуму за величини вакуумметричного тиску в 50 кПа

**Fig. 4.** Noise level at 50 kPa vacuum pressure

**Висновки.** Запропоноване технічне рішення забезпечує зменшення енергетичних витрат в обслуговуванні фільтра-глушника, порівнюючи з існуючими зразками, дає можливість знизити шум, який утворюється внаслідок роботи вакуумного насоса, до рівня 65–76 децибел та зібрати використану оливу до 90–96%. Водночас зниження продуктивності вакуумного насоса зі встановленням дослідного фільтра-глушника складає близько 1 м<sup>3</sup>/год, а в серійному – 1,28 м<sup>3</sup>/год. У процесі експлуатації фільтра-глушника доцільно розмішувати його зовні вакуумного приміщення, оскільки в такому разі величина створюваного шуму в приміщенні зменшується на 30%.

### Бібліографія

1. Палапа Н. В., Пронь Н. Б., Устименко О. В. Промислове тваринництво: еколого-економічні наслідки. *Збалансоване природокористування*. 2016. № 3. С. 64–67.
2. Фененко А. І., Москаленко С. П. Механізація доїння корів і первинної обробки молока на комплексах. Київ : Урожай, 1981. 136 с.
3. Монтаж і пусконаладження фермської техніки / І. І. Ревенко, М. В. Брагінець, В. Д. Роговий та ін.; за ред. І. І. Ревенка. Київ : Кондор, 2004. 400 с.
4. Ревенко І. І., Брагінець М. В., Ребенко В. І. Машини та обладнання для тваринництва. Київ : Кондор, 2012. 730 с.
5. Ревенко І. І., Заболотко О. О., Хмельовський В. С., Ребенко В. І. Машини та обладнання для тваринництва : посібник-практикум. Київ : Кондор, 2012. 564 с.
6. Вакуумна установка ДеЛаваль УР 170. Інструкція з експлуатації. Київ, 2016. 16 с.
7. Вакуумна установка ДеЛаваль УРЕ 1600. Інструкція з експлуатації. Київ, 2016. 18 с.
8. Вакуумная установка ДеЛаваль УРІІ 90. Інструкція по эксплуатации. Киев, 2002. 17 с.
9. Розбірний фільтр-глушник вакуумного насоса : патент на корисну модель № 62767 Україна, А01К 5/02 / В. С. Хмельовський, О. О. Заболотко, П. М. Михайленко, В. О. Дриго; заявник і патентовласник Національний університет біоресурсів і природокористування України. № U201102922 ; заявлено 12.03.2011 ; опубліковано 12.09.2011, Бюл. № 17.

### Bibliografiia

1. Palapa, N. V., Pron, N. B., Ustymenko, O. V. (2016). Promyslove tvarynnytstvo: ekolohekonomichninaslidyky. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia*, 3, 64–67.

2. Fenenko, A. I., Moskalenko, S. P. (1981). *Mekhanizatsiia doinnia koriv i pervynnoi obrobky moloka na kompleksakh*. Kyiv : Urozhai.
3. (2004). *Montazh i puskonalahodzhennia fermsoi tekhniki* / I. I. Revenko, M. V. Brahynets, V. D. Rohovyi ta in. Kyiv : Kondor.
4. Revenko, I. I., Brahynets, M. V., Rebenko, V. I. (2012). *Mashyny ta obladnannia dlia tvarynnytstva*. Kyiv : Kondor.
5. Revenko, I. I., Zabolotko, O. O., Khmelovsky, V. S., Rebenko, V. I. (2012). *Mashyny ta obladnannia dlia tvarynnytstva : posibnyk-praktykum*. Kyiv : Kondor.
6. *Vakuumna ustanovka DeLaval UR 170. Instruksiia z ekspluatatsii*. (2016). Kyiv.
7. *Vakuumna ustanovka DeLaval URE 1600. Instruksiia z ekspluatatsii*. (2016). Kyiv.
8. *Vakuumnaia ustanovka DeLaval URІІ 90. Instruksiia po ekspluatatsii*. (2002). Kiev.
9. *Rozbirnyi filtr-hlushnyk vakuumnoho nasosu : patent na korysnu model № 62767 Ukraina, A01K 5/02* / V. S. Khmelovskyi, O. O. Zabolotko, P. M. Mykhailenko, V. O. Dryho ; zaiavnyk i patentovlasnyk Natsionalnyi universytet biosursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. № U201102922 ; zaiavleno 12.03.2011 ; opublikovano 12.09.2011, Biul. № 17.

### References

1. Palapa, N. V., Pron, N. B., & Ustymenko, O. V. (2016). Livestock production: ecological and economic consequences. *Balanced nature management*, 3, 64–67 [in Ukrainian].
2. Fenenko, A. I., & Moskalenko, S. P. (1981). *Mechanization of cows' milking and primary milk processing on complexes*. Kyiv : Urozhay [in Ukrainian].
3. Revenko, I. I. et al. (2004). *Installation and startup of farm machinery*. Kyiv : Condor [in Ukrainian].
4. Revenko, I. I., Brahynets, M. V., & Rebenko, V. I. (2012). *Machines and equipment for livestock*. Kyiv : Kondor [in Ukrainian].
5. Revenko, I. I., Zabolotko, O. O., Khmelovsky, V. S., & Rebenko, V. I. (2012). *Livestock machinery and equipment : a work shop manual*. Kyiv : Kondor [in Ukrainian].
6. *Vacuum Installation DeLaval UR 170. Manual*. (2016). Kyiv [in Ukrainian].
7. *Vacuum Installation DeLaval URE 1600. Manual*. (2016). Kyiv [in Ukrainian].
8. *Vacuum Installation DeLaval URІІ 90. Manual*. (2002). Kiev [in Ukrainian].
9. Khmelovsky, V. S., Zabolotko, O. A., Mikhailenko, P. M., & Drygo, V. O. (2011). *Collapsible vacuum filter-silencer : utility model patent No. 62767 Ukraine, A01K 5/02*. Kyiv : State Patent Agency of Ukraine [in Ukrainian].