

УДК 664.724

КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ ЗЕРНОСХОВИЩА ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ОХОЛОДЖЕННЯ

С. В. Кюрчев

Таврійський державний агротехнологічний університет, Україна.

Кореспонденція автора: mtf@tsatu.edu.ua.

Історія статті: отримано – вересень 2018, акцентовано – листопад 2018.

Бібл. 18, рис. 4, табл. 0.

Анотація. Розроблена система зберігання передбачає використання конвективного потоку холодоносія за двома напрямками: централізований – для постійного винесення вологи з поверхні сипкої продукції та створення необхідних умов мікроклімату та локальний – для зворушення та неперервного оновлення шарів сировини при винесенні вологи до поверхні. Така схема зерносховища із активним вентиляванням конвективним потоком холодоносія дає можливість зберегти основні властивості продукції з мінімальними втратами протягом довготривалого терміну. Локальний спосіб охолодження досягається за допомогою спеціальних імпульсних пневмодинамічних барботерів, які розміщуються з двох боків піддона з продукцією, що розміщується насипом, напроти один одного. У результаті взаємодії зустрічних пневмодинамічних хвиль та їх суперпозиції утворюються стоячі хвилі, що переносять кінетичну енергію як у повздовжньому, так і потоків, які в свою чергу зворушують зернову масу. За таких умов зберігання зернової маси практично виключаються злежування та активації небажаних мікробіологічних процесів. Дана система не передбачає застосування достатньо металоемких та енерговитратних механічних засобів зворушення зернової продукції; тому відзначається високою надійністю та конкурентоспроможністю, що було підтверджено результатами впровадження у господарствах. Застосування такого способу дозволяє швидко знизити початкову температуру партії зерна, а тим самим запобігти втратам, які виникають внаслідок у ході процесу зберігання.

Ключові слова: зерносховище, охолодження, зернова маса, зберігання, барботування, зворушення, імпульсний пневмогенератор.

Постановка проблеми

Однією з найбільш важливих умов безпеки будь-якої держави є забезпечення населення якісними продовольчими товарами, що передбачає розвиток технічної бази зберігання і первинної переробки сільськогосподарської продукції. Невелика частина сільськогосподарської продукції безпосередньо надходить від виробника до індивідуального споживача, а значний або переважний її відсоток

підлягає спочатку зберіганню та далі переробці у різних ланках народного господарства. Можна підвищувати врожайність усіх культур і різко збільшувати їхні валові збори, але не одержати потрібного ефекту, якщо на різних етапах просування продуктів до споживача відбудуться більші втрати маси і якості [1, 2, 3].

За даними міжнародних організацій з продовольства і сільського господарства втрати зерна і зернопродуктів при зберіганні через технічні та організаційні причини щорічно становлять 10...15%, дія плісневих грибів додає ще до 50%, а такі біологічні чинники як саморозігрівання продукції з подальшим її ураженням внаслідок перебігу небажаних мікробіологічних процесів можуть збільшити потенційні втрати у десятки разів [4, 5, 6, 7].

Аналіз останніх досліджень

Проаналізувавши роботи Кирпи М. Я., Чурсінова Ю. О., Станкевича Г. М., та багатьох інших дослідників, які вивчають процеси зберігання, що відбувається у ході зберігання, створення обладнання для переробки зерна, таким чином обґрунтовує актуальність розробки та впровадження перспективних зерносховищ у господарствах, які дозволять зберегти початкові показники якості, а можливо і покращати їх у період зберігання з мінімальними втратами [5].

Мета досліджень

Метою дослідження є розробка перспективного зерносховища, яке дозволить зберегти зернову масу та оцінити якість отриманої продукції після зберігання.

Результати досліджень.

Розроблені експериментальні зерносховища (рис. 1) у лабораторних умовах університету, показали, що дана конструкції дозволяє зберегти зернову масу з мінімальними втратами, а саме

зроблена перевірка основних показників якостей зернової маси [1, 8, 9, 10].

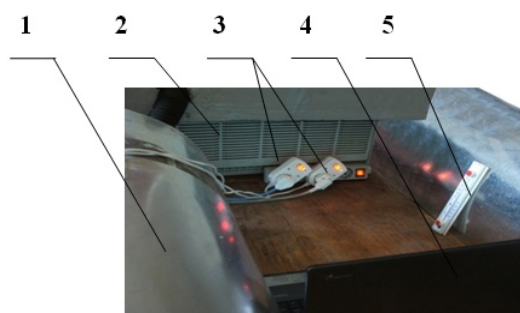


Рис. 1. Експериментальні зерносховища у лабораторії Таврійського державного агротехнологічного університету: 1 – зерносховище з охолодженням; 2 – охолоджувальна установка; 3 – датчики для контролю температури; 4 – термометр; 5 – ноутбук (з програмним забезпеченням, тобто фіксуванням температурного режиму).

У ході експеримента використовували однаковий початковий матеріал, тобто пшениця у цих зерносховищ була закладена з однаковими показниками [11, 12, 13].

В подальшому ці конструкції зерносховища з технічними рекомендаціями були передані у господарства, які розташовані у Запорізькій області. Одне із них представлено на рис. 2. Можемо відмітити, що зерносховища були місткістю 300 т., але ми засипали 200т з урахуванням того, щоб зберегти основні показники якостей.



Рис. 2. Впровадження процесу охолодження у господарство.

Таким чином, пропоную розглянути більш детально ці конструкції. Одним із ефективних засобів нівелювання пошкодження та псування зернової продукції через злежування, мікробіологічне ураження під час зберігання є регулярне зрушення та розпушування сипких мас.

Тому для реалізації останнього, як правило, використовуються механічні знаряддя у вигляді гвинтових, шнекових, лопатевих та інших перемішувачів виконавчих органів. Застосування таких механізмів відзначається простотою та порівняно високою надійністю, проте такі фактори як висока метало- та енергоємність, можливість ураження корозією, необхідність монтування

спеціальної транспортної траси для доступу до різних ділянок місць зберігання зерна часто значно обмежують або унеможливають їх використання.

Високою конкурентоспроможною здатністю у даному аспекті процесів зберігання володіють пневматичні системи зворушення. Такі схеми не передбачають контакту продукції з механічними робочими органами, мають можливість діяти на великі масиви продукції, відзначаються простотою механізації та автоматизації режимів експлуатації та регулювання параметрів технологічної дії. Проте існуючі пневматичні методи розпушування сипких мас є достатньо ефективними у транспортних системах, так як у даних технологічних середовищах спостерігається висока дисипація енергії, що призводить до великих енерговитрат на процес при недостатній ефективності розпушування по шарах продукції.

Підвищити ефективність дії на сипкі дисперсні середовища дозволяють пневмодинамічні системи зі змінним робочим тиском. Відомі такі імпульсні пневмогенератори, що застосовуються для подрібнення твердотільних дисперсних мас або видалення небажаних відкладень на поверхнях виробів. Ефективна руйнівна дія таких машин поєднується з порівняно високими енерговитратами на процес та складністю регулювання робочих режимів.

Розроблений пульсаційний зворушувач зернової маси поєднує позитивні риси представленого вище устаткування. Основними його елементами є піддони 1 (рис.3) для розміщення продукції 3, генератор 2 змінних за тиском імпульсів потоку повітря, колектори 4 для розподілення пневмопотоків до сипкого середовища. Наявність діафрагми 6 та пружних елементів 7 забезпечують періодичне відсікання та ущільнення пневмокамери 5 з нагнітальним контуром вентилятора 2 [14, 15, 16].

Зернова маса розміщується на певній відстані h_0 від підлоги 10, що значно зменшує можливість накопичення вологості нижніми шарами зернової маси. Нижню опорну поверхню піддона рекомендується виконувати дерев'яною з метою поліпшення умов зберігання зерна, а бічні – металевими.

Доцільно розташовувати піддони із зерновою масою паралельно один одному для полегшення доступу розвантажувально-завантажувальних засобів. Рекомендуються такі, розміри піддонів: $l = 5\text{м}$, $b = 2\text{м}$, $h = 0,5 \dots 1,0\text{м}$.

Стиснуте повітря з тиском $P_1 = 0,2 \dots 0,3\text{МПа}$ при роботі генератора подається до робочої пневмокамери 5, тиск у якій швидко зростає та притискає діафрагму 6 до сидла 8. Швидкість та сила притискання залежить від жорсткості пружних елементів 7 та може регулюватися звичайною натяжною гайкою. При досягненні заданого тиску P_3 діафрагма відходить від сидла та пропускає потік повітря до соплового пристрою на вході до колектора 4. Можна використовувати сопловий пристрій Лаваля для підвищення пневмодинамічної дії на продукцію. Тиск у робочій пневматичній камері у даний момент складає різницю тисків $P_3 - P_2$. Утворений імпульс

потоків повітря формує пневмодинамічну хвилю у дисперсному середовищі за осьовим напрямком. Після вирівнювання тиску пружина повертає діафрагму до кільцевого сидла. Стиснуте повітря подається у робочу пневмокамеру безперервно, що забезпечує циклічність представленого процесу генерації імпульсів тиску.

Проте утворена динамічна хвиля відзначається низькою ефективністю розпушування зернової маси у радіальному напрямі, тому передбачається створювати зустрічні пневматичні хвилі. Опозитне розташування розроблених імпульсних барботерів (рис. 1) дозволяє завдяки суперпозиції зустрічних хвиль створити стоячу хвилю, яка має змогу передавати енергію у поперечному напрямі відносно спеціальних вузлових точок, що розташовуються на осьовій лінії розповсюдження хвилі.

Розроблена імпульсна пневмодинамічна дії дозволяє ефективно зворушувати зернову масу як у повздовжньому, так і у поперечному напрямках. Координатне розміщення джерел пневматичних потоків по площині та висоті піддонів дає можливість ефективно здійснювати зворушення у великих масивах продукції.

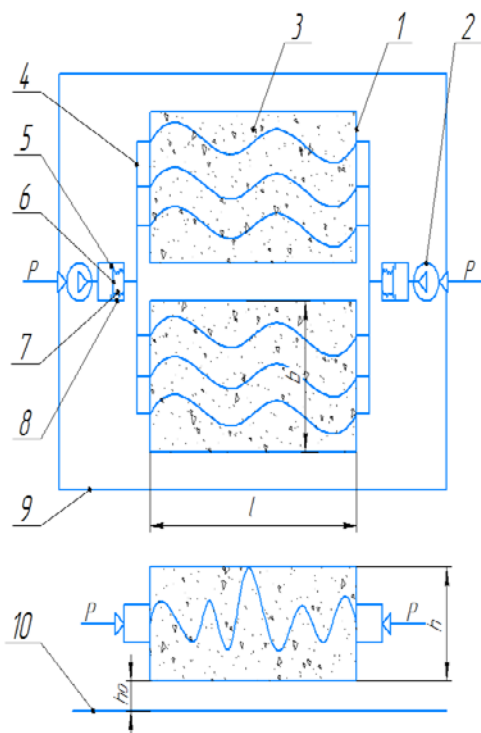


Рис. 3. Схема пульсаційного зворушувача зернової маси: 1 – піддон; 2 – вентилятор; 3 – зерно; 4 – колектор; 5 – регулятор зміни часу; 6 – діафрагма; 7 – пружинні елементи; 8 – кільце; 9 – зерносховище; 10 – підлога.

Проектована система низькотемпературної консервації сипкої продукції у зерносховищах виконували як сукупність двох взаємопов'язаних підсистем (рис. 4) [2, 16, 17, 18]: активного вентилявання конвективним потоком холодоносія для винесення поверхневої вологи та підтримання необхідних умов мікроклімату; імпульсного пневмодинамічного зворушення сипкої маси для

рівелювання злежування, перебігу небажаних мікробіологічних процесів та винесення вологи до поверхневих шарів.

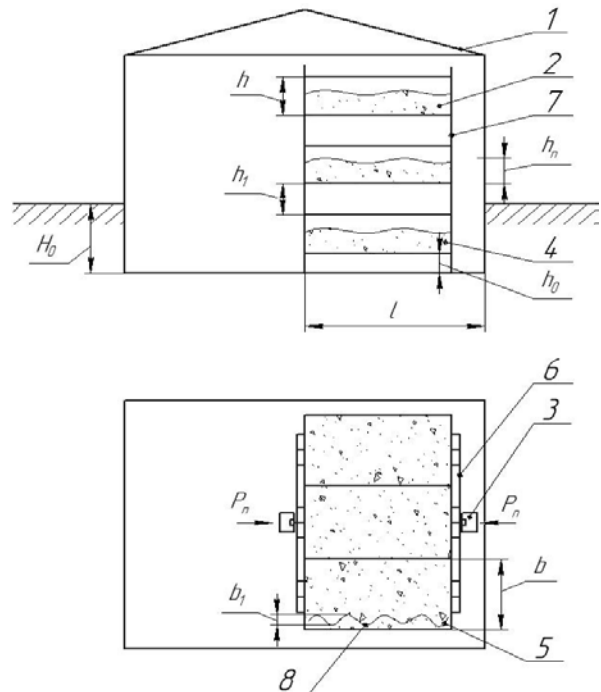


Рис. 4. Схема розташування піддонів з продукцією при зберіганні: 1 – зерносховище; 2 – піддон з продукцією; 3 – імпульсний пневмогенератор (барботер); 4 – зернова маса; 5 – оброблений шар продукції; 6 – колектор; 7 – стійка; 8 – робоча пневмодинамічна хвиля.

Зернову продукцію передбачається зберігати не на підлозі насипом, а на певній відстані від неї для запобігання небажаного зволоження продукції. При цьому розміщення зерна здійснюється у спеціальних піддонах, на торцевих стінках яких опозитно один одному монтуються розроблені пневмоімпульсні генератори або барботери.

Висновки

1. Розроблена конструкція зерносховища (імпульсний пневмодинамічний барботер) дозволяє зберегти зерновому масу у ході процесу, та отримати якісну кінцеву продукцію.
2. Імпульсний пневмодинамічний барботер забезпечує активне зворушення часток сипкого зернового середовища як у повздовжньому, так і в поперечному напрямках за рахунок генерації зустрічних хвильових потоків охолодженого повітря при цьому без використання механічних робочих органів інтенсифікації процесу за достатньо простого та відповідно надійного конструктивного виконання.

Список літератури

1. Кюрчев С. В., Верхованцева В. О. Визначення параметрів оптимізації процесу охолодження зерна.

Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Харків. 2015. Вип. 163. С. 228–239.

2. Кюрчев С. В., Верхованцева В. А. Конструктивные особенности установки для сушки и охлаждения зерна активным вентилированием. Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету. Мелітополь. 2015. Вип. 5. Т. 1. С. 108–113. Режим доступу: <http://nauka.tsatu.edu.ua/e-journals-tdatu/e-index.html>.

3. Кюрчева Л. М., Григоренко О. В., Кюрчев С. В. Технологія переробки та зберігання сільськогосподарської продукції. Мелітополь. ТОВ «Видавничий будинок ММД», 2013. 126 с.

4. Ялпачик В. Ф., Загорко Н. ., Скляр О. Г., Кюрчев С. В., Буденко С. Ф., Верхованцева В. О., Паляничка Н. О., Кюрчева Л. М., Циб В. Г. Обладнання складів. Зберігання зерна і зернопродуктів. Мелітополь. Видавничий будинок Мелітопольської міської друкарні. 2018. 293 с.

5. Чурсінов Ю. О., Черних С. А., Кошулько В. С. Системи та засоби захисту зернових запасів. Дніпропетровськ. ДДАУ. 2009. 313 с.

6. Гвоздєв О. В., Ялпачик Ф. Ю., Рогач Ю. П., Сердюк М. М. Механізація переробної галузі агропромислового комплексу. Київ. Вища освіта. 2006. 479 с.

7. Ялпачик В. Ф., Загорко Н. П., Паляничка Н. О., Буденко С. Ф., Самойчук К. О., Кюрчев С. В., Верхованцева В. О., Олексієнко В. О., Циб В. Г. Технологічне обладнання для переробки продукції рослинництва: Мелітополь. Видавничий будинок Мелітопольської міської друкарні. 2017. 278 с.

8. Ялпачик В. Ф., Кюрчев С. В., Стручаєв М. І., Верхованцева В. О. Дослідження процесу теплообміну при охолодженні шару зерна пшениці. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Харків. 2015. Вип. 166. С. 50–56.

9. Кюрчев С. В., Верхованцева В. А. Разработка рекомендации по хранению пшеницы в зернохранилище. Праці ТДАТУ. Мелітополь. 2017. Вип. 17. Т. 3. С. 166–173.

10. Кюрчев С. В., Верхованцева В. О., Паляничка Н. О. Візуалізація конструкції зернохранилища та процесу охолодження. Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність, присвяченої 50-річчю заснування Харківського державного університету харчування та торгівлі: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Харків. 18 травня 2017 року. Тези доповідей. Ч. 1. 2017. С. 258–260.

11. Кюрчев С. В., Леженкін О. М., Кюрчева Л. М., Верхованцева В. О. Застосування процесу охолодження пшениці у технології зберігання зерна. II Міжнародна науково-практична конференція «Інноваційні аспекти розвитку обладнання харчової і готельної індустрії в умовах сучасності» до 85-річчя Таврійського державного агротехнологічного університету та 50-річчя Харківського державного університету харчування та торгівлі 5–7 вересня 2017 року. Харків. С. 65–66.

12. Кюрчев С. В., Верхованцева В. О., Кюрчева Л. М. Процес теплообміну між зернівками та охолоджувальним повітрям у зернохранилищі. XI Міжнародна науково-технічна конференція, Одеса, 21–22 вересня 2017 року. Сучасні проблеми холодильної техніки та технології. С. 228–229.

13. Кюрчев С. В., Кюрчева Л. М., Верхованцева В. О. Перспективний процес зберігання зерна із застосуванням охолодження у зернохранилищі. XVIII Міжнародної наукової конференції присвяченої 117-річчю від дня народження академіка Петра Мефодійовича Василенка «Сучасні проблеми землеробської механіки» 16–18 жовтня 2017 року. Кам'янець-Подільський. С. 141–143.

14. Паламарчук І. П., Кюрчев С. В., Верхованцева В. О. Застосування вібротехнологій у процесах зберігання сільськогосподарської продукції. Матеріали IV міжнародної науково-практичної конференції. 17–18 травня 2018 року. Умань. Імпортозамінні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва. С. 113–115.

15. Паламарчук І. П., Кюрчев С. В., Верхованцева В. О. Використання продукта зберігання у виробництві. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Агроекологічні аспекти виробництва та переробки продукції сільського господарства», 7–8 червня 2018 року. Мелітополь-Кирилівка, 2018. С. 55.

16. Скалецька Л. В., Духовська Т. М., Сеньков А. М. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва. Практикум. Київ. Вища школа. 1994. 330 с.

17. Кюрчев С. В. Процес охолодження у зернохранилищі при зберіганні зернової продукції з подальшою реалізацією у виробництві. Machinery & Energetics. Journal of Production Research. Kyiv. Ukraine. 2018. Vol. 9. № 3. С. 83–90.

18. Pavlo Fedirko, Volodymyr Krol, Serhii Kiurchev Materials science and metalworking: collective monograph. Kraków; Kamianets-Podilskyi, 2017. 355 p.

References

1. Kiurchev, S. V., Verkholtantseva, V. O. (2015). Determination of parameters of optimization of the process of cooling the grain. Bulletin of Kharkiv National Technical University of Agriculture named after. Petr Vasilenko. Kharkiv: KhNTUSG them. Petr Vasilenko, 228–239.

2. Kiurchev, S. V., Verkholtantseva, V. O. (2015). Constructive features of the plant for drying and cooling the grain by active ventilation. Scientific herald of the Taurian State Agrotechnological University [Electronic resource]. Melitopol T. 1, 108–113. Mode of access: <http://nauka.tsatu.edu.ua/e-journals-tdatu/e-index.html>

3. Kiurcheva, L. M., Grigorenko, O. V., Kiurchev S. V. (2013). Technology of processing and storage of agricultural products. Melitopol, LLC Publishing House MMD, 126.

4. Yalpachik, V. F., Zagorko, N. P., Sklyar, O. G., Kiurchev, S. V., Budenko, S. F., Verkholtantseva, V. O.,

Palyanichka, N. O., Kiurcheva, L. M., Tsyb, V. G. (2018). Warehouse equipment Storage of grain and grain products: Melitopol: Publishing house of Melitopol city printing house, 293.

5. *Chursinov, Yu. O., Chernykh, S. A., Koshulko, V. S.* (2009). Systems and means of protection of grain stocks. Dnipropetrovsk. DDAU. 313.

6. *Gvozdev, O. V., Yalpachik, F. Yu., Rogach, Yu. P., Serdyuk, M. M.* (2006). Mechanization of the processing industry of the agro-industrial complex. Kiev. Higher Education. 479.

7. *Yalpachik, V. F., Zagorko, N. P., Palyanichka, N. O., Budenko, S. F., Samoichuk, K. O., Kiurchev, S. V., Verkholtantseva, V. O., Oleksienko, V. O., Tsib, V. G.* (2017). Technological equipment for processing crop production: Melitopol. Publishing house of Melitopol city printing house, 278.

8. *Yalpachik, V. F., Kiurchev, S. V., Storchayev, M. I., Verkholtantseva, V. O.* (2015). Investigation of the process of heat exchange during cooled layer of wheat grain. Bulletin of Kharkiv National Technical University of Agriculture named after. Petr Vasilenko. Kharkiv: KhNTUSG them. Petr Vasilenko, 166. 50-56.

9. *Kiurchev, S. V., Verkholtantseva, V. O.* (2017). Development of a recommendation on storing wheat in a grain storage facility. The work of TDATU. Melitopol, Issue 17, T. 3. 166-173.

10. *Kiurchev, S. V., Verkholtantseva, V. O., Palyanichka, N. O.* (2017). Visualization of the design of the granary and the cooling process. "Development of Food Production, Restaurant and Hospitality and Trade: Problems, Prospects, Effectiveness" dedicated to the 50th anniversary of the establishment of the Kharkiv State University of Nutrition and Trade: Materials of the International Scientific and Practical Conference, Kharkiv, May 18, Abstracts 1. Scientific Professional Edition. 258-260.

11. *Kiurchev, S. V., Lezhenkin, O. M., Kiurcheva, L. M., Verkholtantseva, V. O.* (2017). Application of the cooling process of wheat in grain storage technology. II International Scientific and Practical Conference "Innovative Aspects of Food and Hotel Industry Development in Contemporary Conditions" to the 85th Anniversary of the Taurian State Agrotechnological University and the 50th Anniversary of the Kharkov State University of Food and Trade 5-7 September. Kharkiv-Melitopol-Kyrylivka Ukraine, 65-66

12. *Kiurchev, S. V., Verkholtantseva, V. O., Kiurcheva, L. M.* (2017). The process of heat exchange between grains and cooling air in a grain storage facility. XI International Scientific and Technical Conference, Odessa, September 21-22, Modern Problems of Refrigeration Technology and Technology. 228-229.

13. *Kiurchev, S. V., Kiurcheva, L. M., Verkholtantseva, V. O.* (2017). A promising grain storage process with cooling in a grain storage facility. XVIII International Scientific Conference devoted to the 117th anniversary of the birth of Academician Petro Vasilyenko "Modern Problems of Agricultural Mechanics" October 16-18, Moscow Kamyansky-Podilsky. 141-143.

14. *Palamarchuk, I. P., Kiurchev, S. V., Verkholtantseva, V. O.* (2018). Application of vibrotechnologies in the processes of storage of

agricultural products. Materials of the IV International Scientific and Practical Conference. May 17-18, Uman. Importation-replacing technologies of growing, storing and processing of products of gardening and plant growing. 113-115.

15. *Palamarchuk, I. P., Kiurchev, S. V., Verkholtantseva, V. O.* (2018). Use of the storage product in the production. Materials of the international scientific-practical conference "Agro-ecological aspects of production and processing of agricultural products", June 7-8. Melitopol-Kyrylivka. 55.

16. *Skaletska, L. V., Dukhovskaya, T. M., Sen'kov, A. M.* (1994). Technology of storage and processing of crop production. Workshop. Kiev. High school. 330.

17. *Kiurchev, S. V.* (2018). The process of cooling in a grain storage facility for the storage of grain products with subsequent implementation in production. Machinery & Energetics. Journal of Production Research. Kyiv. Ukraine. 2018. Vol. 9. № 3. 83-90.

18. *Pavlo Fedirko, Volodymyr Krol, Serhii Kiurchev* (2017). Materials science and metalworking: collective monograph. Kraków; Kamianets-Podilskyi. 355.

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЗЕРНОХРАНИЛИЩ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ

С. В. Кюрчев

Аннотация. Разработанная система хранения предусматривает использование конвективного потока хладоносителя по двум направлениям: централизованный - для постоянного вынесения влаги с поверхности сыпучей продукции и создание необходимых условий микроклимата и локальный - для волнения и непрерывного обновления слоев сырья при вынесении влаги к поверхности. Такая схема зернохранилища с активным вентилированием конвективным потоком хладоносителя дает возможность сохранить основные свойства продукции с минимальными потерями в течение длительного срока. Локальный способ охлаждения достигается с помощью специальных импульсных пневмодинамических барботеров, которые размещаются с двух сторон поддона с продукцией, размещается насыпью, напротив друг друга. В результате взаимодействия встречных пневмодинамических волн и их суперпозиции образуются стоячие волны, переносящие кинетическую энергию как в продольном, так и потоков, которые в свою очередь трогают зерновую массу. При таких условиях хранения зерновой массы практически исключаются слеживания и активация нежелательных микробиологических процессов. Данная система не предусматривает применения достаточно металлоемких и энергозатратных механических средств умирления зерновой продукции; поэтому отличается высокой надежностью и конкурентоспособностью, что было подтверждено результатами внедрения в хозяйствах. Применение такого способа позволяет быстро снизить начальную температуру партии зерна, а тем самым

предотвращает потери, которые возникают в результате в ходе процесса хранения

Ключевые слова: зернохранилище, охлаждения, зерновая масса, хранения, барботирования, волнения, импульсный пневмогенератор.

CONSTRUCTIVE FEATURES OF GRAIN STORES WITH COOLING

Kiurchev S. V.

Abstract. The developed storage system involves the use of a convective coolant flow in two directions: centralized - for continuous removal of moisture from the surface of bulk products and the creation of necessary microclimate conditions and local – for excitement and continuous updating of raw materials layers when removing moisture to the surface. Such a granary scheme with active ventilation by the convective flow of the coolant makes it possible to preserve the basic properties of the product with minimal losses over a long period. The local method of cooling is achieved using special pulsed pneumatic single bubblers, which are placed on both sides of the pallet with products, placed in bulk, opposite each other. As a result of the interaction of counterpropagating pneumatic waves and their superposition, standing waves are formed, which transfer kinetic energy both in the longitudinal and in the flows, which in turn touch the grain mass. Under such conditions of storage of the grain mass, the caking and activation of undesirable microbiological processes are practically excluded. This system does not provide for the use of sufficiently metal-consuming and energy-intensive mechanical means of affection of grain products; therefore, it is distinguished by high reliability and competitiveness, which was confirmed by the results of implementation in farms. The use of this method allows you to quickly reduce the initial temperature of the batch of grain, and thereby prevents losses that result from the storage process.

Key words: granary, cooling, grain mass, storage, bubbling, excitement, pulse pneumogenerator.