

logical surveys. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 87 032049.

6. Kargin, V.A. Sistema upravleniya elektromagnitnoy udarnoy mashinoy // *Obrazovatel'naya sreda*

segodnya i zavtra: materialy X Mezhdunar. nauchno-praktich. konf., 2015. – S. 303-306

7. Rukovodstvo polzovatelya po programmirovaniyu PLK v CoDeSyS 2.3. – redaktsiya RU 2.4, dlya CoDeSyS v2.3.6.kh.



УДК 664.73:659.27

С.Ю. Бузоверов
S.Yu. Buzoverov

К ВОПРОСУ МОДЕРНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ СТАЦИОНАРНЫХ ЗЕРНОХРАНИЛИЩ НАПОЛЬНОГО ТИПА

ON THE ISSUE OF MODERNIZATION OF THE VENTILATION SYSTEM OF STATIONARY FLAT-TYPE GRAIN STORAGE

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, система вентиляции, воздушные каналы, зерно, стационарное зернохранилище напольного типа.

Проведены исследования по механико-технологическому обоснованию модернизации системы активного вентилирования зерна в процессе его хранения в стационарных зернохранилищах напольного типа. Практический результат, полученный при модернизации системы вентиляции, заключается в сокращении времени вентилирования за счет увеличения равномерности продувания зерновой массы и уменьшения застойных зон. В качестве прототипа была взята установка СВУ-1, недостатком конструкции которой является низкое качество вентилирования зерна. Из-за неравномерного распределения воздушного потока в толще зернового слоя образуются застойные зоны. Это увеличивает время вентилирования, а также может ухудшить качество заложенного на хранение зерна. Для решения проблемы наличия застойных зон при использовании установки активного вентилирования подпольного типа была построена и протестирована лабораторная модель. Для уменьшения количества неventилируемых зон зернового слоя форма вентиляционных каналов была изменена с прямоугольной на трапециевидную. Проведенные исследования показали, что разница максимальной и минимальной конечной температур в толще зернового материала достигает 1,3°C при трапециевидном канале и 2,2°C при прямоугольном, следовательно, равномерность вентилирования повысилась. Установка активного вентилирования с модернизированными вентиляционными каналами за счет равномерного распределения воздушного

потока по зерновой насыпи имеет высокую эффективность. Она позволяет сохранять зерно без потерь его качества.

Keywords: agricultural industry complex, ventilation system, air ducts, grain, stationary flat-type grain storage.

The studies on the mechanical and technological substantiation of the modernization of the system of forced ventilation of grain during storage in stationary flat-type grain storages were conducted. The practical result obtained by the modernization of the ventilation system was the reduction of the ventilation time through increasing the uniformity of grain mass aeration and reducing dead air zones. The SVU-1 ventilating plant was taken as a prototype; the design defect of which was low quality of grain ventilation. Dead air zones are formed in the grain mass due to uneven distribution of air flow. This increases the ventilation time and may also degrade the quality of grain put up for storage. To solve the problem of dead air zones when using a forced ventilation plant for flat-type grain storage, a laboratory model was built and tested. To reduce the number of non-aerated zones of the grain layer, the shape of the air ducts was changed from rectangular to trapezoidal. The studies have shown that the difference between the maximum and minimum final temperatures in the grain mass reaches 1.3°C with a trapezoidal air duct, and 2.2°C with a rectangular air duct; therefore, the uniformity of ventilation has improved. The forced ventilation plant with redesigned air ducts is highly efficient due to the uniform distribution of air flow through the grain mass. The plant enables to store grain without losing its quality.

Бузоверов Сергей Юрьевич, к.с.-х.н., доцент, доцент каф. «Механизация производства и переработки сельскохозяйственной продукции», Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-80-56; (3852) 203-272. E-mail: s-buzoverov@mail.ru.

Buzoverov Sergey Yuryevich, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Agricultural Production and Processing Mechanization, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-80-56; (385-2) 203-272. E-mail: s-buzoverov@mail.ru.

Из года в год агропромышленные предприятия стремятся в кратчайшие сроки провести уборку урожая. Сохранить качество и избежать потерь зерна – не простая задача даже в современных условиях растениеводства. Рекордные урожаи в последние годы обострили проблему нехватки времени для уборки в непростых погодноклиматических условиях Алтайского края [1-4].

Также при продолжительном хранении зерно может подвергнуться самосогреванию, скорость протекания процесса зависит от влажности и засоренности.

В целях повышения стойкости зерна в процессе его хранения всё чаще отдают предпочтение использованию активного вентилирования. Процесс заключается в интенсивном принудительном продувании воздухом зерновой массы. Используя возможность регулирования условий хранения зерна, можно свести к минимуму потери.

Замедление процессов жизнедеятельности зерна – основная цель активного вентилирования, что позволяет повысить сохранность зерна. В период уборки удается выиграть время, уменьшить нагрузку на сушилку, следовательно, провести более качественную послеуборочную обработку.

Существующие установки имеют ряд недостатков в конструкции, к одному из основных относится неравномерное распределение воздушного потока внутри насыпи [5-8].

Цель исследований – механико-технологическое обоснование модернизации системы активного вентилирования зерна в процессе его хранения в стационарных зернохранилищах напольного типа.

Материалы и методы

Практический результат, полученный при модернизации системы вентиляции, заключается в сокращении времени вентилирования, за счет увеличения равномерности продувания зерновой массы и уменьшения застойных зон.

За прототип была взята установка СВУ-1, недостатком конструкции которой является низкое качество вентилирования зерна. Из-за неравномерного распределения воздушного потока в толще зернового слоя образуются застойные зоны. Это увеличивает время вентилирования, а

также может ухудшить качество заложенного на хранение зерна.

Для решения проблемы наличия застойных зон при использовании установки активного вентилирования подпольного типа была построена и протестирована лабораторная модель. Для уменьшения количества невентилируемых зон зернового слоя форма вентиляционных каналов была изменена с прямоугольной на трапециевидальную (рис. 1).

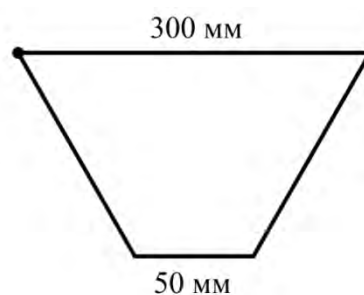


Рис. 1. Форма

модернизированного вентиляционного канала

Исследования проведены в условиях стационарного зернохранилища напольного типа КФХ «Липов И.З.» с. Тогул Тогульского района Алтайского края (площадь закровов 504 м², высота насыпи 3 м).

Каналы (выполнены из оцинкованного металла) устроены в полу склада и закрыты сверху металлической оцинкованной перфорацией. Каналы имеют постоянную ширину в верхней части 300 мм, в нижней – 50 мм и переменную глубину, которая в начале канала составляет 300 мм, а в конце – 50 мм. Шаг между каналами – 1000 мм. Все каналы с одной стороны объединены и подсоединены к вентилятору. На рисунке 2 изображена секция предлагаемого канала.

Результаты исследований

Для изучения процесса охлаждения зерна при использовании вентиляционных каналов двух типов была построена схема и разработана установка по прохождению воздушных потоков через зерновой слой при использовании прямоугольных и трапециевидальных каналов.

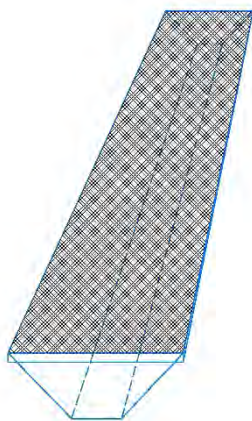


Рис. 2. Модель секции модернизированного вентиляционного канала

Лабораторная установка позволяет определить изменение температуры воздуха межзернового пространства в трех зонах, при постоянной температуре и относительной влажности агента вентилирования. Температура агента охлаждения равна 14,3°C.

Вентилированию подвергалась гречиха. Перед началом проведения эксперимента температура зерна доводилась до температуры 24,5°C и влажности не выше 14%. Зерно, используемое в опыте, было однородным. Разность температур составила 10,2°C.

На рисунке 4 представлены экспериментальные данные изменения температуры в процессе вентилирования зерна в 1-й зоне.

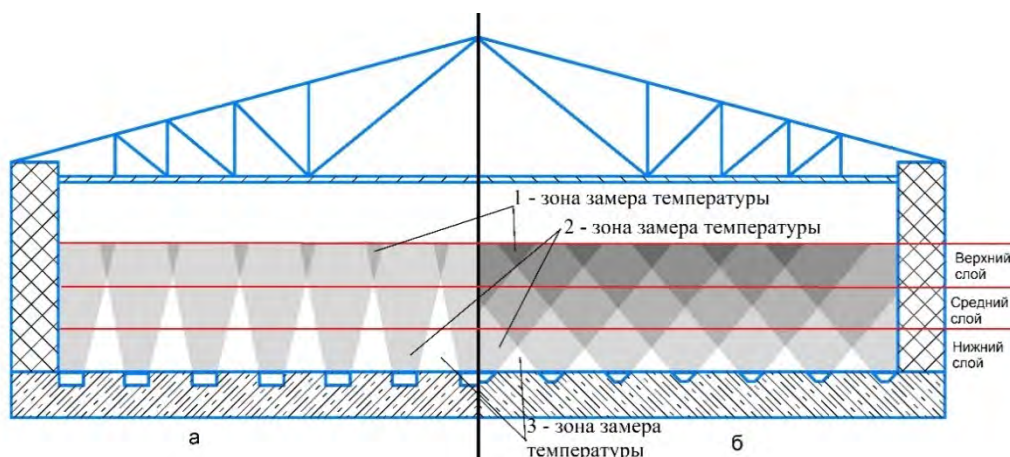


Рис. 3. Схема прохождения воздушных потоков через зерновой слой при использовании: а – прямоугольных каналов; б – трапецидальных каналов

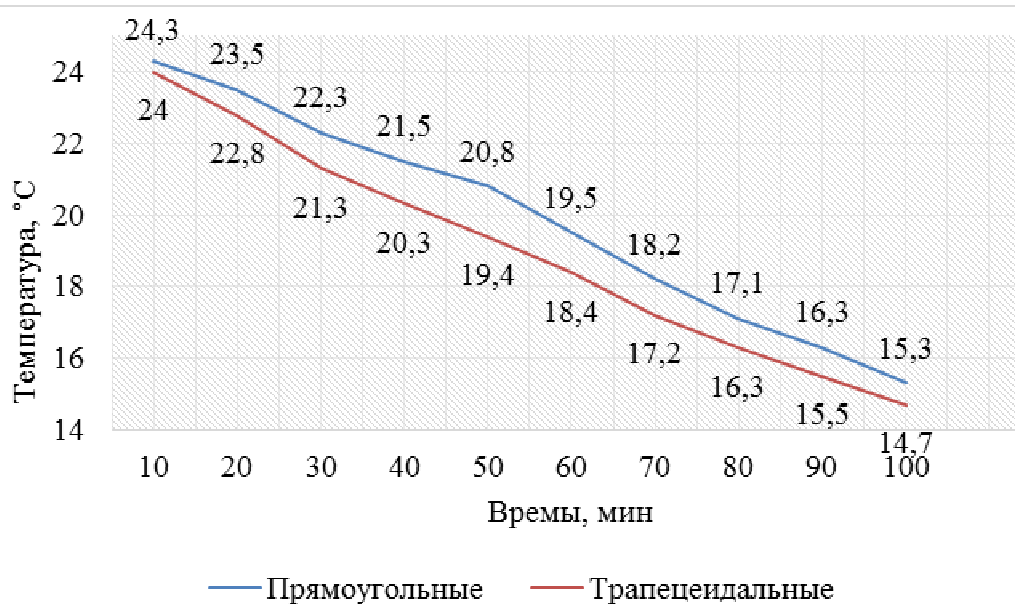


Рис. 4. Результаты замеров эффективности охлаждения в 1-й зоне

В результате сравнительного анализа работы двух вентиляционных каналов выявлено, что при работе трапецеидального канала в верхнем слое доля застойных зон снизилась. За 100 мин. при использовании трапецеидальных каналов температура межзернового пространства снизилась на $9,8^{\circ}\text{C}$, тогда как при использовании прямоугольных, за то же время, она снизилась только на $9,2^{\circ}\text{C}$. Таким образом, вентиляция с использованием модернизированных каналов, в масштабах эксперимента, протекло лучше на $0,6^{\circ}\text{C}$, следовательно, быстрее.

Экспериментальные данные сравнения работы вентиляционных каналов во 2-й зоне измерения занесены в диаграмму (рис. 5).

Трапецеидальная форма каналов уступает в эффективности охлаждения во 2-й зоне. Разница по результатам эксперимента составила $0,4^{\circ}\text{C}$. Это объясняется тем, что поток воздуха направлен менее сосредоточено, чем при использовании прямоугольных каналов. Таким образом, при использовании трапецеидальной формы каналов достигается равномерность продувания зерновой массы за счет равномерного распределения воздушного потока.

На рисунке 6 изображены экспериментальные данные сравнения функционирования двух типов вентиляционных каналов в 3-й зоне.

С использованием модернизированного вентиляционного канала снижается площадь застойных зон между каналами в среднем на $0,6^{\circ}\text{C}$.

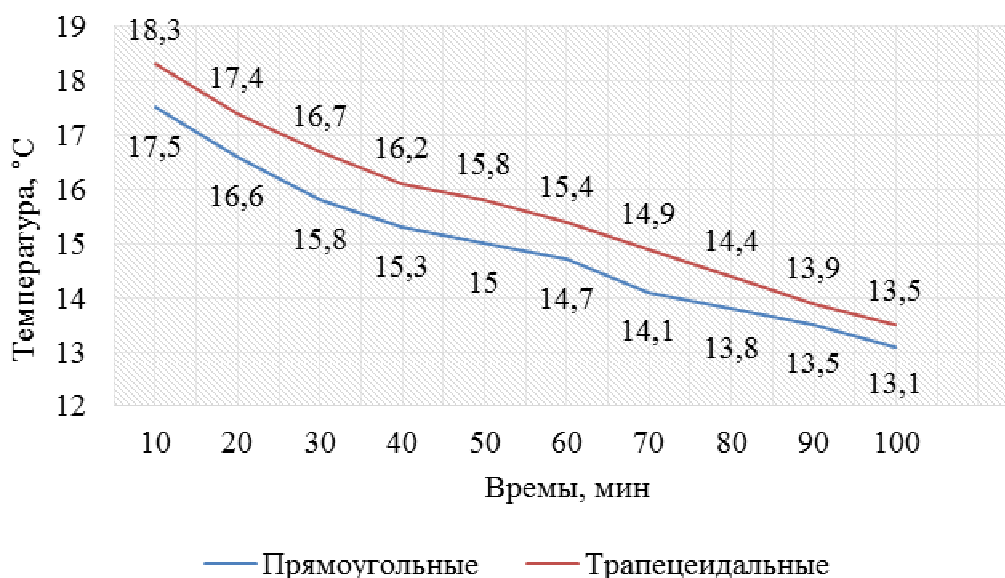


Рис. 5. Результаты замеров эффективности охлаждения во 2-й зоне

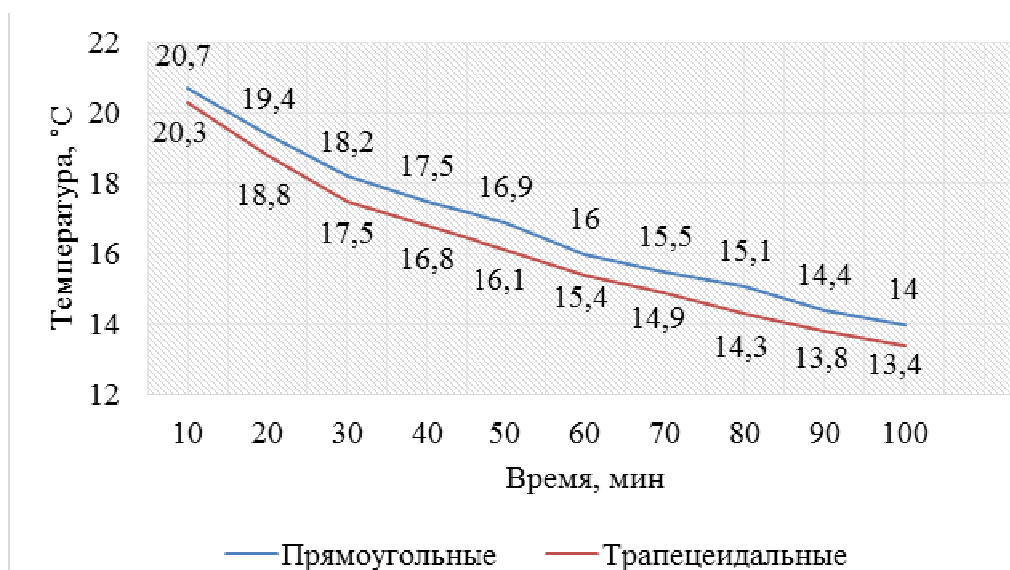


Рис. 6. Результаты замеров эффективности охлаждения в 3-й зоне

В ходе эксперимента процесс охлаждения зерновой массы продолжался 100 мин., за это время температура в установке с трапецеидальными каналами снизилась минимум на 9,8°C, при использовании прямоугольных каналов – минимум на 9,2°C.

При сравнении равномерности вентилирования по зонам разница максимальной и минимальной температур в толще достигает 1,3°C при трапецеидальном канале и 2,2°C при прямоугольном.

Исходя из данных экспериментальных исследований, можно сделать вывод, что использование трапецеидальных каналов позволило увеличить равномерность охлаждения зерновой массы, следовательно, снизить величину застойных зон. Это сократило время вентилирования.

Застойные зоны имеются в промежутках между вентиляционными каналами в нижней части зернового слоя, так же как и в верхней. Следовательно, для достижения необходимой температуры межзернового пространства сначала уравнивается температура нижнего слоя, после чего среднего, а температура верхних слоев уравнивается в последнюю очередь. За это время могут произойти необратимые изменения качества зерна в верхней части зернового слоя.

Выводы

1. Проведенные исследования показали, что разница максимальной и минимальной конечной температур в толще зернового материала достигает 1,3°C при трапецеидальном канале и 2,2°C при прямоугольном, следовательно, равномерность вентилирования повысилась.

2. Разработанная установка активного вентилирования с модернизированными вентиляционными каналами за счет равномерного распределения воздушного потока по зерновой насыпи имеет высокую эффективность. Она позволяет сохранять зерно без потерь его качества.

Библиографический список

1. Юдаев Н.В. Элеваторы, склады, зерносушилки: учебное пособие. – СПб.: ГИОРД, 2008. – 128 с.
2. Активное вентилирование зерновых масс [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://chitalky.ru/> (Дата обращения 11.05.2019 г.).
3. Вобликов Е.М., Буханцов В.А., Маратов Б.К., Прокопец А.С. Послеуборочная обработка и хранение зерна. – Ростов-на-Дону: Изд-кий центр «Март», 2001. – 240 с.

4. Гурская О.А., Есаулко Н.А., Жабина В.И., Романенко Е.С. и др. Технология хранения и переработки продукции растениеводства: практикум. – Ставрополь: Ставропольский ГАУ, 2016. – 226 с.

5. Бузоверов С.Ю. Закономерности движения увлажненного зернового материала в камере спирального шнека-увлажнителя // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. – № 1 (171). – С. 169-176.

6. Бузоверов С.Ю. Разработка устройства для увлажнения и отволаживания зерна пшеницы // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. – № 2 (172). – С. 161-167.

7. Цык В.В. Послеуборочная обработка и хранение зерна: учебно-методическое пособие. – Горки: БГСХА, 2014. – 268 с.

8. Сельское хозяйство России [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/> (Дата обращения 11.05.2019 г.).

References

1. Yudaev N.V. Elevatory, sklady, zernosushilki: uchebnoe posobie. – SPb.: GIORД, 2008. – 128 s.
2. Aktivnoe ventilirovanie zernovykh mass [Elektronnyy resurs]. Rezhim dostupa: <http://chitalky.ru/> (Data obrashcheniya 11.05.2019 g.).
3. Voblikov E.M. Posleuborochnaya obrabotka i khraneniye zerna / E.M. Voblikov, V.A. Bukhantsov, B.K. Maratov, A.S. Prokopets. – Rostov-na-Donu: Izdatelskiy tsentr «Mart», 2001. – 240 s.
4. Gurskaya O.A. Tekhnologiya khraneniya i pererabotki produktsii rasteniyevodstva: praktikum / O.A. Gurskaya, N.A. Esaulko, V.I. Zhabina, E.S. Romanenko i dr. – Stavropol: Stavropolskiy GAU, 2016. – 226 s.
5. Buzoverov S.Yu. Zakonomernosti dvizheniya uvlazhennogo zernovogo materiala v kamere spiralnogo shneka-uvlazhnitelya // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2019. – No. 1 (171). – S. 169-176.
6. Buzoverov S.Yu. Razrabotka ustroystva dlya uvlazhneniya i otvolazhivaniya zerna pshenitsy // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2019. – No. 2 (172). – S. 161-167.
7. Tsyk V.V. Posleuborochnaya obrabotka i khraneniye zerna: uchebno-metodicheskoe posobie. – Gorki: BGSKhA, 2014. – 268 s.
8. Selskoe khozyaystvo Rossii [Elektronnyy resurs]. Rezhim dostupa: <https://ru.wikipedia.org/> (Data obrashcheniya 11.05.2019 g.).