

Научная статья

УДК 631.365

EDN KDFFNУ

### **Повышение эффективности хранения зерна за счет применения роботизированного устройства**

**Александр Александрович Крючков**<sup>1</sup>, студент магистратуры

**Алексей Александрович Кислов**<sup>2</sup>, кандидат технических наук

<sup>1,2</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет

Амурская область, Благовещенск, Россия

<sup>1</sup> [kaa4401\\_bl@mail.ru](mailto:kaa4401_bl@mail.ru), <sup>2</sup> [alekkislov@mail.ru](mailto:alekkislov@mail.ru)

**Аннотация.** В статье приведено описание негативных факторов, возникающих при длительном хранении зерна. Анализ существующих машин для ворошения зерна, управляемых непосредственно человеком, показал, что их использование представляет опасность для жизни, особенно в замкнутых хранилищах. Для решения данной задачи рассмотрена конструкция роботизированного передвижного устройства с дистанционным управлением.

**Ключевые слова:** хранение зерна, промерзание зерна, ворошение зерна, роботизированное передвижное устройство

**Для цитирования:** Крючков А. А., Кислов А. А. Повышение эффективности хранения зерна за счет применения роботизированного устройства // Актуальные вопросы энергетики в АПК : материалы всерос. (нац.) науч.-практ. конф. (Благовещенск, 19 декабря 2024 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2025. С. 180–185.

Original article

### **Improving the efficiency of grain storage through the use of a robotic device**

**Alexander A. Kryuchkov**<sup>1</sup>, Master's Degree Student

**Alexey A. Kislov**<sup>2</sup>, Candidate of Technical Sciences

<sup>1,2</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

<sup>1</sup> [kaa4401\\_bl@mail.ru](mailto:kaa4401_bl@mail.ru), <sup>2</sup> [alekkislov@mail.ru](mailto:alekkislov@mail.ru)

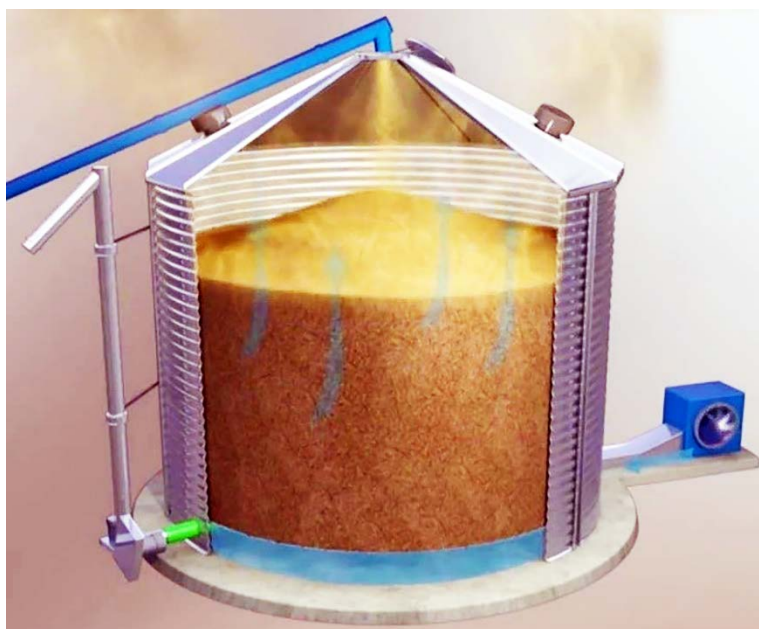
**Abstract.** The article describes the negative factors that occur during long-term storage of grain. An analysis of existing machines for turning grain, controlled directly by humans, has shown that their use poses a danger to life, especially in closed storages. To solve this problem, the design of a remote-controlled robotic mobile device is considered.

**Keywords:** grain storage, grain freezing, grain stirring, robotic mobile device

**For citation:** Kryuchkov A. A., Kislov A. A. Improving the efficiency of grain storage through the use of a robotic device. Proceedings from Current issues of energy in the agro-industrial complex: Vserossiiskaya (natsional'naya) nauchno-prakticheskaya konferentsiya. (PP. 180–185), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2025 (in Russ.).

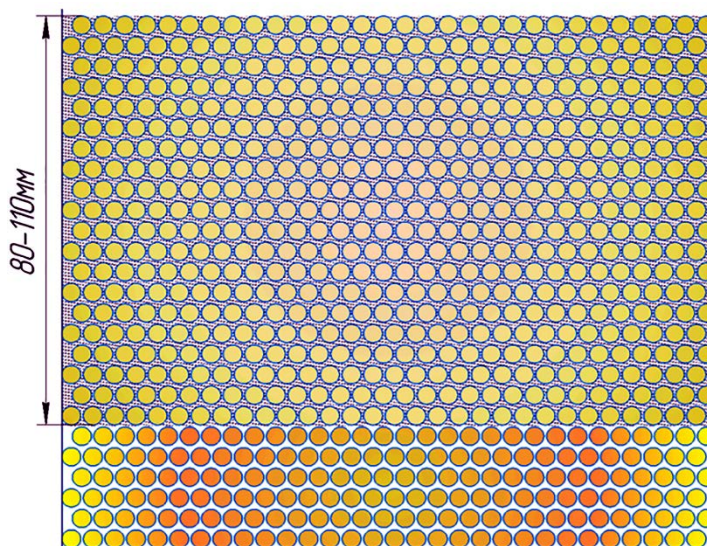
Продолжительность уборки зерна весьма коротка в сравнении со временем его хранения. Зерно в течение всего года используется перерабатывающей промышленностью; отраслями животноводства, семеноводства. Потери зерна в общем объеме от уборки до применения составляют 17–22 %. Две трети объема этих потерь приходится на послеуборочную обработку и хранение [1].

Основная причина порчи зерна – отсутствие или недостаток правильного процесса его дыхания. При хранении в буре зерно должно дышать. При этом требуется движение воздушных масс (рис. 1), в результате которого происходит аэробное дыхание – окисление глюкозы с выделением углекислого газа и воды в присутствии кислорода.



**Рисунок 1 – Движение воздушных масс при хранении**

Основной проблемой хранения зерна в зимний период времени при формировании отрицательных температур внутри и вне складских помещений выступает скопление и застывание влаги в верхних слоях зерновой массы, возникшей в результате аэробного дыхания. Влага застывает в верхних слоях зерна, образуя ледяную корку (рис. 2), препятствующую дальнейшему прохождению воздуха через зерновую массу. Как результат, аэробный процесс дыхания заменяется на анаэробный (без кислорода), что приводит к постепенной порчи зерновой массы [2].



**Рисунок 2 – Слой промерзания зерна**

В целях предотвращения процесса образования ледяной корки сотрудники зерновых складов без применения механизированных средств проводят ворошение зерна. Рабочие поднимаются на бурт или спускаются в силосную бочку и ходят по зерну. Проведение таких мероприятий связано с нарушением техники безопасности и приводит к травмам и гибели рабочих. Выполнение работ без респираторов может привести к болезням органов дыхания.

Если не проводить ворошения зерна в процессе хранения, это может привести к разрушению конструкций и порче зерна под ледяной коркой.

Существуют ворошители зерна шнекового типа марок ВЗ-1, ВЗ-2, ВЗ-3,

выпускаемые отечественными предприятиями. Управление такими устройствами происходит при непосредственном участии человека, что чревато травматизмом на производстве [3].

Исходя из данных проблем, принято решение о необходимости создания самопередвижной машины, способной выполнять ворошение массы зерна при хранении в складских помещениях или силосах в целях сохранения его качества.

**Роботизированный самопередвижной ворошитель с дистанционным управлением** состоит из пары двигателей, работающих от аккумуляторной батареи, и вращающихся шнеков-самочеходов разного направления (рис. 3). Передвижение происходит за счет шнеков-самочеходов, которые за счет вращения перемещаются и перемешивают слой зерна, не давая сформироваться ледяной корке. Управление ворошителя – дистанционное при помощи пульта.



**Рисунок 3 – Внутренняя часть роботизированного самопередвижного ворошителя**

Габаритные размеры установки составляют 50×50 см, масса – около 25 кг, что делает ее универсальной для многих типов зернохранилищ. Продолжительность работы – в течение одного часа. За счет большого радиуса дистан-

ционного управления оператору самопередвижного ворошителя не нужно заходить в рабочую зону, подвергая себя опасности.

**Заключение.** На основании исследований установлено, что на предприятиях Амурской области, занимающихся производством, хранением и переработкой зерна, актуальна проблема сохранности зерна при наступлении отрицательных температур окружающего воздуха. Формирующуюся на поверхности зерна ледяную корку необходимо механически разбивать или устраивать дополнительные дорогостоящие системы вентиляции.

*Предлагаемое самопередвижное роботизированное устройство на дистанционном управлении позволит проводить ворошение верхнего слоя зерновой массы, тем самым обеспечивая сохранность зерна.*

#### **Список источников**

1. Крючков А. А., Лонцева И. А., Кислов А. А., Курков Ю. Б., Решетник Е. И. Применение отработавших газов для снижения влажности зерна во время уборки // Дальневосточный аграрный вестник. 2023. Т. 17. № 3. С. 88–96.
2. Есипенко Л. П., Белый А. И., Кецба А. М. Современные подходы в технологии хранения зерна в зернохранилищах // Институциональные преобразования АПК России в условиях глобальных вызовов : материалы III междунар. конф. Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет, 2019. С. 28.
3. Исаев Ю. М., Семашкин Н. М., Кошкина А. О. Теоретическое описание работы устройства для ворошения зернового материала // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. № 1 (33). С. 148–151.

#### **References**

1. Kryuchkov A. A., Lontseva I. A., Kislov A. A., Kurkov Yu. B., Reshetnik E. I. The use of exhaust gases to reduce grain moisture during harvesting. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik*, 2023;17;3:88–96 (in Russ.).

2. Esipenko L. P., Belyi A. I., Ketsba A. M. Modern approaches in grain storage technology in granaries. Proceedings from Institutional transformations of the Russian agro-industrial complex in the context of global challenges: *III Mezhdunarodnaya konferentsiya*. (PP. 28), Krasnodar, Kubanskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2019 (in Russ.).

3. Isaev Yu. M., Semashkin N. M., Koshkina A. O. Theoretical description of operation of device for turning grain material. *Vestnik Ul'yanovskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*, 2016;1(33):148–151 (in Russ.).

© Крючков А. А., Кислов А. А., 2025

Статья поступила в редакцию 13.12.2024; одобрена после рецензирования 20.12.2024; принята к публикации 04.02.2025.

The article was submitted 13.12.2024; approved after reviewing 20.12.2024; accepted for publication 04.02.2025.