

---

Научная статья/ Research Article

УДК 631.563:006

DOI: 10.36718/1819-4036-2022-12-284-290

**Виктор Николаевич Невзоров<sup>1</sup>, Денис Сергеевич Безъязыков<sup>2</sup>, Игорь Викторович Мацкевич<sup>3</sup>, Елена Николаевна Олейникова<sup>4</sup>, Марина Анатольевна Янова<sup>5</sup>**

<sup>1,2,3,4,5</sup>Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

<sup>1</sup>nevzorov1945@mail.ru

<sup>2</sup>haast13@mail.ru

<sup>3</sup>imatskevichv@mail.ru

<sup>4</sup>oen24@yandex.ru

<sup>5</sup>yanova.m@mail.ru

## ПРОБООТБОРНИК ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СУШКИ ЗЕРНА

Объективность оценки качества хранимого зерна зависит от эффективности используемых пробоотборников зерна и технологий их использования. Анализ серийно выпускаемых пробоотборников и новых технических решений при разработке технологического оборудования для взятия проб зерна показал необходимость создания малогабаритного переносного зернового пробоотборника для взятия проб в труднодоступных местах и при небольших объемах хранения. Цель исследования – разработка технологического оборудования для отбора проб хранящегося после сушки зерна. Задачи исследования: разработка конструкторско-технической документации, изготовление и апробация опытно-экспериментального образца пробоотборника. В ходе исследований разработана конструкция технологического оборудования для отбора проб и подана заявка на патент, был получен патент на изобретение № 209612 «Пробоотборник для зерна». Материалы статьи включают кинематическую схему, описание конструкции и принцип работы пробоотборника. По представленной кинематической схеме был изготовлен опытный образец пробоотборника и проведены экспериментальные исследования по его испытанию на зерноперерабатывающем предприятии. Определены рабочие параметры опытно-экспериментального образца пробоотборника. Выполнены отборы проб с использованием нового оборудования, которые показали, что емкость приемного бункера пробоотборника составила 200 г, и для поверхности партии зерна 100 м<sup>2</sup> массой 20 тонн необходимо взять пробы зерна в 5 точках общей поверхности партии: по центру и в четырех точках с отступом в 1 метр от края границ поверхности партии, при этом зерно первых проб бралось на глубине 15 см, вторые пробы брались на середине поверхности, забор третьих образцов проб зерна производился со дна бункера, Масса общей (объединенной) пробы составила около 3 кг и состояла из 15 образцов (проб) зерна. Установлено, что использование пробоотборника зерна новой конструкции позволяет отбирать образцы зерна с погрешностью (в соответствии с нормативными документами) до ±5 % по массе.

**Ключевые слова:** пробоотборник, зерно, зерносушилки, масса зерна, хранение зерна, отбор проб

**Для цитирования:** Пробоотборник для контроля качества сушки зерна / В.Н. Невзоров [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2022. № 12. С. 284–290. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-12-284-290.

**Благодарности:** исследование и публикация выполнены по заказу Министерства сельского хозяйства РФ по тематическому плану-заданию № 76.

Viktor Nikolaevich Nevzorov<sup>1</sup>, Denis Sergeevich Bezyazykov<sup>2</sup>, Igor Viktorovich Matskevich<sup>3</sup>,  
Elena Nikolaevna Oleinikova<sup>4✉</sup>, Marina Anatolyevna Yanova<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

<sup>1</sup>nevzorov1945@mail.ru

<sup>2</sup>haast13@mail.ru

<sup>3</sup>imatskevichv@mail.ru

<sup>4</sup>oen24@yandex.ru

<sup>5</sup>yanova.m@mail.ru

## SAMPLER FOR QUALITY CONTROL OF GRAIN DRYING

*The objectivity of assessing the quality of stored grain depends on the efficiency of the grain samplers used and the technologies for their use. An analysis of commercially available samplers and new technical solutions in the development of technological equipment for taking grain samples showed the need to create a small-sized portable grain sampler for taking samples in hard-to-reach places and with small storage volumes. The purpose of the study is the development of technological equipment for sampling grain stored after drying. Research objectives: development of design and technical documentation, production and testing of an experimental sample of the sampler. In the course of the research, the design of technological equipment for sampling was developed and an application for a patent was filed, a patent for the invention No. 209612 "Grain sampler" was received. The materials of the paper include a kinematic diagram, a description of the design and the principle of operation of the sampler. According to the presented kinematic scheme, a prototype sampler was made and experimental studies were carried out to test it at a grain processing enterprise. The operating parameters of the experimental sample of the sampler were determined. Sampling was carried out using new equipment, which showed that the capacity of the sampler receiving hopper was 200 g, and for the surface of a grain lot of 100 m<sup>2</sup> weighing 20 tons, it is necessary to take grain samples at 5 points of the total surface of the lot: in the center and at four points with an indent of 1 meter from the edge of the boundaries of the surface of the batch, while the grain of the first samples was taken at a depth of 15 cm, the second samples were taken in the middle of the surface, the third grain samples were taken from the bottom of the bunker. The mass of the total (combined) sample was about 3 kg and consisted of 15 patterns (samples) of grain. It has been established that the use of a new design grain sampler makes it possible to take grain samples with an error (in accordance with regulatory documents) up to ±5 % by weight.*

**Keywords:** sampler, grain, grain dryers, grain mass, grain storage, sampling

**For citation:** Sampler for quality control of grain drying / V.N. Nevzorov [et al.] // Bulliten KrasSAU. 2022;(12): 284–290. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2022-12-284-290.

**Acknowledgments:** the study and publication were commissioned by the Ministry of Agriculture of the Russian Federation according to the thematic plan-task № 76.

**Введение.** Семена зерновых культур в период заготовки подвергаются различным методам механического воздействия при различных температурах и влажности зерна. Завершает технологическую обработку зерна его сушка, выполняемая на различных по конструкции и режимам работы зерносушилках, но с одним выходным параметром сушки – это доведение зерновой массы до максимально возможной кондиционной влажности 14 % [1, 2].

Для каждой зерновой сельскохозяйственной культуры предусматривается свой тепловой режим в зависимости от размера зерна и особен-

ности внутреннего строения. Так, пшеница должна иметь сухое состояние до 14 % влажности; если оно имеет 14–15,5 % влажности, то оно относится к средней сухости, от 15,5 до 17 % – к влажному, а к сырому относится зерно с влажностью свыше 17 % [3, 4].

При производстве сушки зерна для последующего его отправления на длительное хранение необходимо регулировать контроль качества зерна по влажности. Отбор проб зерна из партии, подготовленной для длительного хранения, осуществляется при помощи пробоотборников различных типов [5].

Используемые серийно выпускаемые пробоотборники имеют ряд недостатков, главными из которых являются неполное заполнение заборной емкости (при этом взятая проба по массе колеблется от 10–15 %), а также отсутствие возможности взятия пробы зерна со дна емкости хранения.

Выявленные недостатки приводят к искажению результатов анализа средних проб, что сказывается отрицательно на длительности хранения зерна и его качестве.

Учитывая повсеместное применение пробоотборников в виде щупов для отбора проб зерна из зерносушилок во время сушки, были выполнены научно-исследовательские работы по совершенствованию технологического оборудования для взятия проб зерна при контроле качества процессов сушки на зерносушилках.

**Цель исследования** – разработка технологического оборудования для отбора проб зерна, подготовленного к длительному хранению, после выполнения технологических процессов снижения влажности зерна выполненных на зерносушилках.

**Задачи:** разработать конструкторско-техническую документацию и изготовить опытно-экспериментальный образец; провести экспериментальные исследования по отбору проб с поверхности партии зерна 100 м<sup>2</sup> и массой зерна 20 т; выполнить обработку полученных экспериментальных данных и определить рабочие параметры опытно-экспериментального образца пробоотборника.

**Объекты и методы.** Объектом исследования является зерно пшеницы, прошедшее технологическую операцию по удалению влаги и доведению зерна до нормативного состояния по сушке, которое определяется влажностью зерна до 14 %. Данный норматив влажности зерна – основополагающий для закладки урожая на длительное хранение.

Отбор проб для проведения лабораторных исследований по качеству хранящегося материала регламентировалось государственным стандартом ГОСТ ISO 24333-2017 «Зерно и продукты его переработки. Отбор проб». Проведение патентных исследований производи-

лось в соответствии с требованиями ГОСТ Р 15.011-96 «Система разработки и постановки продукции на производство». Влажность определялась по ГОСТ 13586.5-2015 «Зерно. Метод определения влажности зерна».

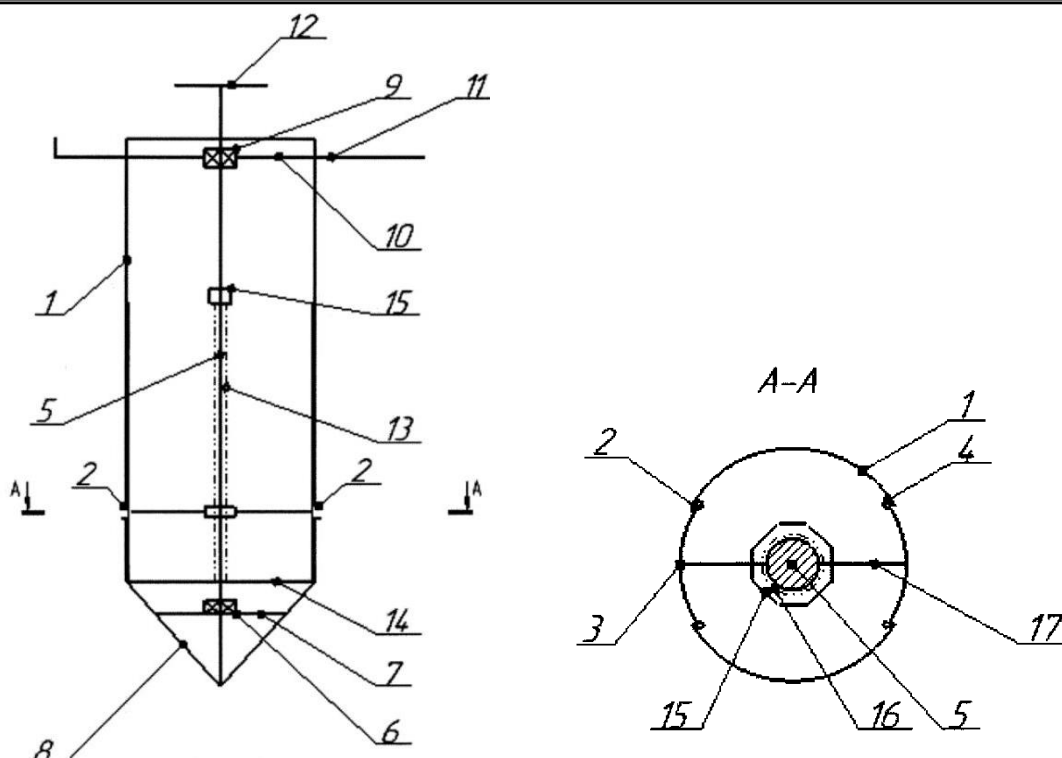
**Результаты и их обсуждение.** Технология отбора проб из партии сушеного зерна предусматривает определенные качества зерна, выявленные путем анализа средней пробы, которой называется небольшое количество исходного материала, выделенного для исследования и определенного таким образом, чтобы оно соответствовало составу и свойствам всего подлежащего исследованию материала [6].

Определение средней пробы отдельной выемки из различных мест в партии зерна и совокупность всех выемок называется объединенной пробой зерна, причем из объединенной пробы зерна отбирают средний образец (пробу), если ее масса превышает 2,0 кг [7].

Ранее авторами был проведен анализ технического уровня выпускаемых пробоотборников, а также новых направлений и технических предложений по разработке оборудования для отбора проб зерновых культур [8]. Изучение технологий и нормативных документов по отбору проб зерна позволило определить технические требования, предъявляемые к данному виду оборудования, и разработать структурно-логическую схему формирования основных конструктивных признаков пробоотборника [8].

Разработка нового технологического оборудования для отбора проб производилась по результатам патентных исследований согласно ГОСТ Р 15.011-96 [9]. По выполненным патентным исследованиям были найдены прототипы разрабатываемой конструкции нового пробоотборника и сформирована нормативно-правовая документация для подачи заявки на изобретение в Роспатент РФ. По результатам экспертной оценки в Роспатенте РФ было принято решение о признании поданной заявки изобретением с постановлением о выдаче свидетельства на полезную модель № 209612 [10].

Кинематическая схема пробоотборника по патенту на полезную модель № 209612 приведена на рисунке.



Кинематическая схема пробоотборника

Пробоотборник для зерна состоит из корпуса 1, в котором прорезаны окна 2, открывающиеся и закрывающиеся задвижками 3, установленными внутри корпуса 1 в П-образных пазах 4, закрепленных по окнам 2 на внутренней поверхности корпуса 1. Внутри корпуса 1 по всей его длине размещен вал 5, который установлен в подшипниках 6, установленных на опоре 7 наконечника 8. В верхней части корпуса 1 вал 5 установлен в подшипнике 9, закрепленном в перегородке 10, имеющей наружные рукоятки 11. Вал 5 установлен в наружной крышке корпуса 1, и на нем снаружи установлено штурвальное колесо 12. В нижней части вал 5 имеет наружную резьбу 13 до ограничителя 14, на которую устанавливается гайка 15 с внутренней резьбой 16, жестко соединенная тягами 17 с задвижками 3.

Пробоотборник для зерна работает следующим образом.

В исходном положении окна 2 закрыты задвижками 3. Пробоотборник рукоятками 11 с помощью наконечника 8, раздвигающего зерновую массу, устанавливается на требуемую глубину для взятия проб зерна. После установки пробоотборника начинают вращать штурвальное колесо 12, которое передает крутящий момент на вал 5, который начинается вращаться,

опираясь на подшипник 6, установленный на опоре 7, в подшипнике 9, установленном в перегородке 10. При вращении вала 5 гайка 15 взаимодействует своей внутренней резьбой 16 с наружной резьбой вала 13 и начинает подниматься вверх по валу 5, вместе с гайкой 15 с помощью тяг 17 начинают подниматься задвижки 3, движущиеся в П-образных пазах 4, и при этом открывается окно 2, зерно начинает просыпаться вовнутрь корпуса 1. Движение гайки 15 прекращается при достижении ограничителя 14, при этом окна 2 полностью открыты для поступления зерна. По завершении отбора проб, при вращении штурвального колеса 12 в обратную сторону, вместе с гайкой 15 с помощью тяг 17 перемещается задвижка 3 по П-образным пазам 4 вниз и закрывает окна 2 [10].

Экспериментальные работы по отбору проб проводились с партией сухого зерна массой 20 т и общей поверхностью 100 м<sup>2</sup>. В разработанной конструкции емкость загрузочного приемного устройства составила 200 г. Так как общая масса выемки должна составить 3 кг на каждую исследовательскую партию зерна, то в общей поверхности зерна определялись 5 точек для взятия проб: в 4 углах и посередине, причем взятие проб осуществлялось до 1 м от границы края поверхности

зерновой массы и в каждой из этих точек выемки отбора из верхнего слоя 10–15 см от поверхности насыпи, из среднего слоя и из нижнего слоя с опусканием щупа до самого дна [10].

Экспериментальные исследования проводились с использованием лабораторного пробоотборника, результаты замера массы взятых проб сушеного зерна приведены в таблице.

### Результаты замера массы зерна по отдельно взятым пробам

Номер пробы	Контрольная масса зерна, г	Масса зерна в пробоотборнике, г	Отклонение, г	Процент к контрольной массе, %
1	200	196	4	8
2	200	195	5	10
3	200	194	6	12
4	200	193	7	14
5	200	195	5	10
6	200	193	7	14
7	200	194	6	12
8	200	196	4	8
9	200	197	3	6
10	200	196	4	8
11	200	195	5	10
12	200	194	6	12
13	200	195	5	10
14	200	196	4	8
15	200	195	5	10
Итого	3000	2924	76	2,54

Анализ статистического материала в таблице показывает, что общая масса контрольной пробы из определенной партии зерна должна составлять 3 кг, по результатам взвешивания каждой из 15 отобранных проб общая фактическая масса составила 2,924 кг. Отклонение от контрольной массы составило 2,54 %, что допустимо по нормативам, которые имеют предел  $\pm 5$  %. Выполненные экспериментальные работы подтвердили работоспособность механизма для открытия и закрытия корпуса в период забора проб зерна, кроме того, низкий процент отклонений массы взятого общего образца от контрольной массы информирует о том, что механизм герметизации корпуса после попадания зерна внутрь срабатывает быстро по времени, при этом отсутствует обратное высыпание зерна.

### Заключение

1. Разработано новое технологическое оборудование для забора проб зерна после зерносушения, научная и техническая новизна интеллектуальной собственности авторов подтверждается патентом на полезную модель № 209612.

2. Для отбора проб используется методика взятия проб в пяти точках, расположенных в центре поверхности партии зерна, и в четырех точках, расстояние которых не должно быть меньше 1 м от края размещения партии зерна.

3. Выполненные экспериментальные исследования по отбору проб в различных местах партии зерна показали, что отклонение взятой массы зерна составляет 2,54 % от массы контрольного образца, что допустимо по нормативу  $\pm 5$  %.

## Список источников

1. Тепляшин В.Н., Ченцова Л.И., Невзоров В.Н. Технологии и оборудование для сушки растительного сырья: учеб. пособие / Краснояр. гос. аграр. ун-т. Красноярск, 2019. 173 с.
2. Манжесов В.И., Попов И.А., Максимов И.В. Технология послеуборочной обработки, хранения и предреализационной подготовки продукции растениеводства. СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2020. 624 с.
3. ГОСТ 9353-2016. Пшеница. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2017. 12 с.
4. ГОСТ 13586.5-2015. Зерно. Метод определения влажности. М.: Стандартинформ, 2019. 16 с.
5. Гольцяпин В.Я., Федоренко В.Ф. Перспективные технологии послеуборочной обработки и хранения зерна. 2-е изд. М.: Юрайт, 2019. 194 с. (Университеты России).
6. Практикум по общей технологии отрасли (оценка качества сырья): учеб. пособие / Е.И. Пономарева [и др.]. Воронеж: Научная книга, 2017. 300 с.
7. ГОСТ ISO 24333-2017. Зерно и продукты его переработки. Отбор проб. М.: Стандартинформ, 2017. 28 с.
8. Невзоров В.Н., Янова М.А., Челелев Н.И. Оценка технического уровня и тенденций развития новых направлений по разработке оборудования для отбора проб зерна // Вестник КрасГАУ. 2020. № 12 (165). С. 195–200. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-12-195-200.
9. ГОСТ Р 15.011-96. Система разработки и постановки продукции на производство. Патентные исследования. Содержание и порядок проведения. М.: Стандартинформ, 2006. 23 с.
10. Патент на полезную модель № 209612 U1 Российская Федерация, МПК G01N 1/20.1 Пробоотборник для зерна / В.Н. Невзоров, М.А. Янова, Д.С. Безъязыков, И.В. Федорович; патентообладатель Краснояр. гос. аграр. ун-т. № 2020127657; заявл. 18.08.2020; опублик. 17.03.2022.

## References

1. Teplyashin V.N., Chencova L.I., Nevzorov V.N. Tehnologii i oborudovanie dlya sushki rastitel'nogo syr'ya: ucheb. posobie / Krasnoyar. gos. agrar. un-t. Krasnoyarsk, 2019. 173 s.
2. Manzhosov V.I., Popov I.A., Maksimov I.V. Tehnologiya posleuborochnoj obrabotki, hraneniya i predrealizacionnoj podgotovki produktsii rastenievodstva. SPb.; M.; Krasnodar: Lan', 2020. 624 s.
3. GOST 9353-2016. Pshenica. Tehnicheskie usloviya. M.: Standartinform, 2017. 12 s.
4. GOST 13586.5-2015. Zerno. Metod opredele-niya vlazhnosti. M.: Standartinform, 2019. 16 s.
5. Gol'tyapin V.Ya., Fedorenko V.F. Perspektivnye tehnologii posleuborochnoj obrabotki i hraneniya zerna. 2-e izd. M.: Yurajt, 2019. 194 s. (Universitety Rossii).
6. Praktikum po obschej tehnologii otrasli (ocenka kachestva syr'ya): ucheb. posobie / E.I. Ponomareva [i dr.]. Voronezh: Nauchnaya kniga, 2017. 300 s.
7. GOST ISO 24333-2017. Zerno i produkty ego pererabotki. Otbor prob. M.: Standartinform, 2017. 28 s.
8. Nevzorov V.N., Yanova M.A., Chepelev N.I. Ocenka tehniceskogo urovnya i tendencij razvitiya novyh napravlenij po razrabotke oborudovaniya dlya otbora prob zerna // Vestnik KrasGAU. 2020. № 12 (165). S. 195–200. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-12-195-200.
9. GOST R 15.011-96. Sistema razrabotki i postanovki produktsii na proizvodstvo. Patentnye issledovaniya. Soderzhanie i poryadok provedeniya. M.: Standartinform, 2006. 23 s.
10. Patent na poleznuyu model' № 209612 U1 Rossijskaya Federaciya, MPK G01N 1/20.1 Probootbornik dlya zerna / V.N. Nevzorov, M.A. Yanova, D.S. Bez'yazykov, I.V. Fedorovich; patentoobladatel' Krasnoyar. gos. agrar. un-t. № 2020127657; zayavl. 18.08.2020; opubl. 17.03.2022.

Статья принята к публикации 24.11.2022 / The article accepted for publication 24.11.2022.

Информация об авторах:

**Виктор Николаевич Невзоров**<sup>1</sup>, заведующий кафедрой технологии, оборудования бродильных и пищевых производств, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

**Денис Сергеевич Безъязыков**<sup>2</sup>, старший преподаватель кафедры технологии, оборудования бродильных и пищевых производств

**Игорь Викторович Мацкевич**<sup>3</sup>, доцент кафедры технологии, оборудования бродильных и пищевых производств, кандидат технических наук, доцент

**Елена Николаевна Олейникова**<sup>4</sup>, старший преподаватель кафедры товароведения и управления качеством продукции АПК

**Марина Анатольевна Янова**<sup>5</sup>, доцент кафедры технологий хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Information about the authors:

**Viktor Nikolaevich Nevzorov**<sup>1</sup>, Head of the Department of Technology, Equipment for Fermentation and Food Production, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

**Denis Sergeevich Bezyazykov**<sup>2</sup>, Senior Lecturer, Department of Technology, Equipment for Fermentation and Food Production

**Igor Viktorovich Matskevich**<sup>3</sup>, Associate Professor at the Department of Technology, Equipment for Fermentation and Food Production, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

**Elena Nikolaevna Oleinikova**<sup>4</sup>, Senior Lecturer at the Department of Commodity Science and Quality Management of Agricultural Products

**Marina Anatolyevna Yanova**<sup>5</sup>, Associate Professor at the Department of Technologies of Bakery, Confectionery and Pasta Production, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

