Научная статья

УДК 637.44:621.869

Анализ и снижение механических воздействий на куриное яйцо при транспортировке и сортировке в первичной системе сбора

Виталий Владимирович Качурин[1], Михаил Вениаминович Запевалов[2]

[1]ОУ ВО «Южно-Уральский технологический университет»; [2]ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет»

Аннотация: *Сохранение целостности скорлупы на всех этапах технологического цикла производства яиц является ключевым фактором экономической эффективности яичного птицеводства. Целью исследования являлось изучение возможности снижение ударных нагрузок (перегрузок) на куриные яйца в системе их сбора и упаковки на современном предприятии. Исследования проводились в сентябре 2025 г. на АО «Птицефабрика Челябинская» в птичниках с клеточным оборудованием российского (КОН) и немецкого (Big Dutchman) производства, с использованием электронного акселерометрического сенсора «электронное яйцо»; нагрузки выражались в единицах ускорения свободного падения (g). В ходе мониторинга было установлено, что на различных узлах передачи яйца с ленты на ленту или с ленты на накопительный стол фиксируются перегрузки от 30g до 130g и более. При этом ударная нагрузка в 90-100g уже приводит к видимой насечке на скорлупе, а воздействия силой в 60-70g могут вызывать скрытые микроповреждения («паутинку»), которые при дальнейшей транспортировке провоцируют полное разрушение скорлупы. Наибольшие риски повреждения скорлупы наблюдаются на технологических линиях с большими перепадами высот между транспортерами, неправильной регулировкой или отсутствием отбойников, а также с ненастроенными узлами упаковочных и сортировочных машин. На основе результатов сформулированы конкретные технические рекомендации для служб главного инженера и производства, выполнение которых позволит снизить технологический бой и насечку яиц, минимизировать претензии потребителей и повысить общий выход товарной продукции. Полученные данные имеют практическую ценность для широкого круга яичных предприятий.*

Ключевые слова: *яичное птицеводство, яйцесбор, механические воздействия, повреждение скорлупы, качество яйца, электронный сенсор, транспортерное оборудование.*

Для цитирования: *Качурин, В.В. Анализ и снижение механических воздействий на куриное яйцо при транспортировке и сортировке в первичной системе сбора / В.В. Качурин, М.В. Запевалов // Птицеводство. – 2026. – №5. – С. 50-53.*
doi: 10.33845/0033-3239-2026-75-5-50-53

Введение. В условиях высококонкурентного рынка яичной продукции одним из главных резервов повышения рентабельности птицеводческих предприятий является снижение потерь на технологических этапах [1,2]. Значительная часть этих потерь связана с механическим повреждением скорлупы (бой и насечка) во время сбора, транспортировки и сортировки яиц. Повреждения не только приводят к прямому убытку, но и ухудшают санитарное состояние оборудования, увеличивают трудозатраты на очистку, а также формируют негативный имидж бренда при поступлении претензий от торговых сетей [3].

Традиционные визуальные методы оценки не позволяют объективно оценить ударные нагрузки и локализовать наиболее проблемные узлы линии. Внедрение инструментальных методов контроля, таких как использование «электронного яйца», открывает новые возможности для точной диагностики и оптимизации работы систем яйцесбора [4,5].

Цель исследований: снижение ударных нагрузок (перегрузок) изучение возможности снижение ударных нагрузок (перегрузок) на куриные яйца в системе их сбора и упаковки на современном предприятии.

Материал и методика исследований. Исследование проводилось в сентябре 2025 г. на базе АО «Птицефабрика Челябинская», одного из семи крупнейших яичных предприятий России мощностью 3 млн. голов промышленного стада. Для измерения механических воздействий использовался специализированный электронный сенсор яйцевидной формы с трехосевым акселерометром (аналог системы «EggTrack» или «Tekscan»). Прибор запускался в поток яиц на различных участках технологической линии и регистрировал все удары и вибрации в единицах ускорения свободного падения (g). Анализу подверглись участки в птичниках, оснащенных клеточными батареями российского (КОН) и немецкого (Big Dutchman) производства с лифтовой и элеваторной системами сбора. Для визуальной оценки последствий ударов проводился контрольный эксперимент: сенсор вручную соударялся с яйцом из потока с заданной силой (по показаниям датчика), после чего скорлупа осматривалась на наличие повреждений. Всего за время эксперимента было выполнено более 50 замеров в различных точках.

Результаты исследований и их обсуждение. Результаты измерений выявили значительную неоднородность уровня механических воздействий даже в пределах одного птичника (табл. 1).

Наиболее высокие значения (свыше 100g) регулярно фиксировались в местах больших перепадов высот между лентой яйцесбора и приемным столом (рис. 1).

Таблица 1. Диапазоны зафиксированных механических воздействий (перегрузок) на различных участках системы яйцесбора

№ птичника	Тип оборудования	Критический узел	Зафиксированная перегрузка, g
Птичник №29 (КОН)	Клеточная батарея КОН	Переход с ленты батареи на накопительный стол	85 - 130
Птичник №92/93 (Big Dutchman)	Лифтовая система	Переход на поперечный транспортер, участки с неисправными отбойниками	30 - 110
Птичник №32/32А (Big Dutchman)	Элеваторная система	Падение яйца в корзину элеватора	60 - 100
Птичник №5 (КОН)	Клеточная батарея КОН	Участок до регулировки	100 - 130

Рис. 1. Место перепада высот между лентой яйцесбора и приемным столом

Рис. 2. Столкновение яиц при отсутствии отбойников

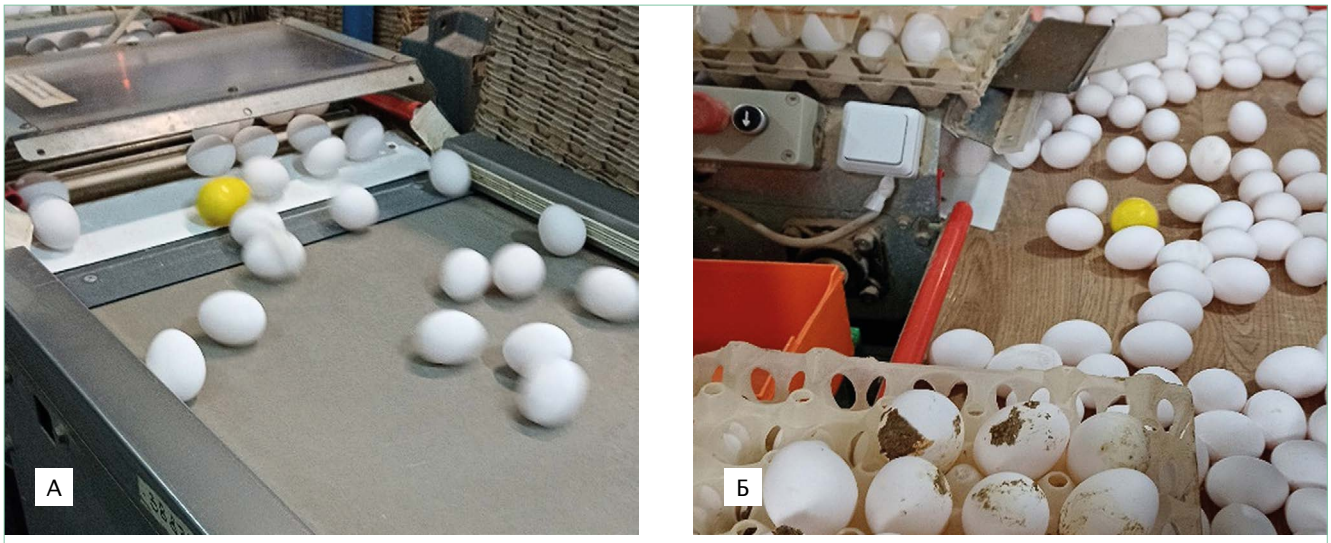

Рис. 3. Ударные воздействия на яйца: а) при спуске на контрольный стол, б) при сортировке на контрольном столе

Инерционный разгон яйца на спуске и последующий резкий удар о следующее яйцо или борт создавали пиковые нагрузки. Контрольный эксперимент показал, что удар силой 160g приводит к явной насечке, а воздействие в 90-100g, характерное для многих узлов, также вызывает видимые повреждения.

Особый интерес представляют данные по современному оборудованию Big Dutchman. Несмотря на более щадящую элеваторную систему, неправильное состояние отбойников было выделено как ключевая проблема. Отсутствие, неправильная форма или регулировка этих элементов приводили к тому, что яйца не формировались в ровный поток («ручьи») и сталкивались друг с другом или с конструкциями, набирая перегрузки до 90-110g (рис. 2).

На участках с правильно установленными и отрегулированными отбойниками перегрузки не превышали 20-25g даже в плотном потоке.

Инерционный разгон яйца на спуске и последующий резкий удар о следующее яйцо на контрольном столе при первичном его сборе и подаче на заключительный участок перед транспортировкой яиц на сортировочный пункт также приводят к высокой степени его повреждения (рис. 3).

В результате устранения перекоса и снижения перепада высот на проблемных участках значение перегрузки упало со 130g до 40g. Это доказывает, что значительная часть проблем носит эксплуатационный, а не конструкционный характер.

Выводы и рекомендации:

1. Инструментальный мониторинг с помощью «электронного яйца» объективно выявляет участки с критическими ударными нагрузками (более 70-80g), не видимыми при визуальном контроле. Внедрение такого мониторинга в систему планово-предупредительного обслуживания (ППО) технических служб птицефабрик является необходимым условием для снижения повреждений яйца.
2. Основными техническими причинами высоких механических воздействий являются:
   - большие перепады высот и уклоны между транспортерами;
   - отсутствие, износ или разрегулированность отбойников и направляющих;
   - неправильная настройка упаковочных и сортировочных машин.
3. На основании проведенного анализа для ПАО «Птицефабрика Челябинская» и аналогичных предприятий рекомендовано:
   а) составить график и провести регламентную регулировку всех переходов и столов в птичниках для устранения перепадов высот;
   б) восстановить парк отбойников: заменить отсутствующие, отрегулировать их положение и форму. Рассмотреть возможность оклейки рабочих поверхностей амортизирующим материалом (например, полой каучуковой лентой);
   в) внедрить периодический (ежеквартальный) контроль с помощью электронного сенсора для оценки состояния критических узлов после обслуживания.
4. Реализация данных мероприятий позволит сократить уровень технологического боя и насечки, повысив выход товарной продукции на сумму от 60 до 180 тыс. руб. в сутки, что при обороте крупного предприятия даст значительный экономический эффект.

Литература

1. Губанов, Р.С. Проблемы и перспективы развития предприятий птицеводства в России / Р.С. Губанов // Птицеводство. - 2025. - №4. - С. 62-68.
2. Мударисов, Т. Концепция повышения качества скорлупы яиц / Т. Мударисов, Р. Хайнен, Д. Элферинк [и др.] // Комбикорма. - 2015. - №11. - С. 50-52.
3. Щербакова, А.А. Сбор, сортировка, обработка, упаковка, транспортировка и хранение яиц / А.А. Щербакова, О.В. Чепуштанова // Технологии производства и переработки продукции свиноводства и птицеводства: Сб. тез. круглого стола, Екатеринбург, 29 апреля 2022 г. - Екатеринбург: Уральский ГАУ, 2022. - С. 234-235.
4. Яловенко, А. Избежать насечки или боя поможет электронное яйцо / А. Яловенко // Животноводство России. - 2019. - №11. - С. 9-10.
5. Землянов, Е. 20 часов и мгновенье / Е. Землянов // Комбикорма. - 2023. - №3. - С. 25-28.

Сведения об авторах:

Качурин В.В.: кандидат технических наук, доцент каф. «Техника и технологии»; kachurin-vv@yandex.ru. **Запевалов М.В.:** доктор технических наук, профессор каф. «Эксплуатация машинно-тракторного парка, и технология и механизация животноводства»; тел. +7-951-489-96-97.

Статья поступила в редакцию 03.02.2026; одобрена после рецензирования 25.02.2026; принята к публикации 23.04.2026.

Research article

Analysis of Mechanical Loads on the Eggs in Egg Collection Systems to Reduce Losses Due to Poor Eggshell Quality

Vitaly V. Kachurin[1], Mikhail V. Zapevalov[2]

[1]South Ural Technological University; [2]South Ural State Agrarian University

Abstract. *Maintenance of the eggshell integrity at all stages of the technological cycle of egg collection, packaging, and transportation is a key factor of the economic efficiency of egg poultry farming. The study presented was aimed at the analysis of the magnitude of shock loads (overloads) on eggs in the egg collection and packaging system at a modern large-scale egg producing enterprise using an electronic accelerometric sensor ("electronic egg"). The study was performed in September, 2025, at Chelyabinskaya Poultry Farm; the loads were measured in the units of the acceleration of free fall (g). The research covered poultry houses with cage equipment manufactured in Russia (KOHN) and Germany (Big Dutchman). Monitoring of the loads revealed that overloads from 30g to 130g or more were recorded at various egg transfer nodes from tape to tape or to storage table. It was experimentally established that a shock load of 90-100g leads to a visible crackles on the eggshell while impacts of 60-70g can cause a net of almost hidden micro-crackles ("cobweb") which can provoke the complete destruction of the shell during further transportation of the eggs. The greatest risks are associated with large height differences between conveyors, incorrect adjustment or absence of bumps, as well as*

with non-configured nodes of packaging and sorting machines. Based on these results, specific technical recommendations were formulated for the engineer and production services, the implementation of which will reduce the incidence of broken and crackles eggs, minimize consumer complaints, and increase the overall yield of marketable products. The data obtained can be practically useful for a wide range of egg producing companies.

Keywords: *egg production, egg collection, mechanical impacts, eggshell damage, egg quality, electronic sensor, conveyor equipment.*

For Citation: *Kachurin V.V., Zapevalov M.V. (2026) Analysis of mechanical loads on the eggs in egg collection systems to reduce losses due to poor eggshell quality. Ptitsevodstvo,* ***75****(5): 50-53. (in Russ.)*
doi: 10.33845/0033-3239-2026-75-5-50-53

References

1. Gubanov RS (2025). doi: 10.33845/0033-3239-2025-74-4-62-68 (in Russ.). **2.** Mudarisov T, Hainen R, Elferink D, Timofeyeva T, Aidinyan G (2015) The concept of improvement of eggshell quality. *Compound Feeds (Moscow)*, (11): 50-2 (in Russ.). **3.** Shcherbakova AA, Chepushtanova OV (2022) Collection, sorting, treatment, packaging, transportation, and storage of eggs. In: *Technologies of Production and Processing of Swine and Poultry Production: Proc. of Round Table, Ekaterinburg, Apr 29, 2022*. Ekaterinburg, Ural State Agrar. Univ.: 234-5 (in Russ.). **4.** Yalovenko A (2019) Electronic egg will help to prevent breakage or cracking. *Russ. Anim. Prod*., (11): 9-10 (in Russ.). **5.** Zemlyanov E (2023) 20 hours and a moment. *Compound Feeds (Moscow)*, (3): 25-8 (in Russ.).

Authors:

Kachurin V.V.: Cand. of Tech. Sci., Assoc. Prof., Dept. “Technics and Technologies”; kachurin-vv@yandex.ru. **Zapevalov M.V.:** Dr. of Tech. Sci., Prof., Dept. “Exploitation of Agricultural Machines and Tractors, Technology and Mechanization of Animal Production”; tel. +7-951-489-96-97.

Submitted 03.02.2026; revised 25.02.2026; accepted 23.04.2026.

© Качурин В.В., Запевалов М.В., 2026