

К РАСЧЕТУ РАЗРАВНИВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА КОНВЕЙЕРА ДЛЯ ПРОРАЩИВАНИЯ ЗЕРНА

Андрей Андреевич Гетманов

Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина

Эффективное промышленное свиноводство невозможно без обеспечения животных полноценными обогащенными витаминами кормами. В настоящее время сельхозпредприятия практически не производят витаминную травяную муку ввиду высоких цен на газ и электрическую энергию. Поэтому с целью повышения содержания в кормах витаминов необходимо добавлять пророщенное зерно сельскохозяйственных культур семейства злаковых или гидропонную зелень. В процессе проращивания зерна в нем образуется дополнительное количество витаминов, аминокислот, минеральных веществ, макро- и микроэлементов, повышается биодоступность пищевых нутриентов. Известные установки непрерывного действия позволяют получать пророщенное зерно ежедневно. Это достигается тем, что установка выполнена в виде конвейеров, установленных один над другим. Над каждым конвейером расположены трубки с оросителями, а над четвертым и пятым конвейерами – лампы облучения. Рассмотрена конструкция конвейера для проращивания зерна. Зерно с помощью шнека подают на верхнюю ветвь ленточного транспортера, затем его необходимо распределить по всей площади ленты. Распределение зерна по всей длине верхнего ленточного транспортера обеспечивают изменением скорости движения ленты, а по ширине транспортера – изменением скорости движения скребков и разравнивающего устройства. Предложены математические зависимости конструктивно-режимных параметров разравнивающего устройства конвейера от параметров загрузочного устройства, которые позволяют оценить рекомендуемую скорость движения скребков в зависимости от пропускной способности подающего устройства и размеров скребка.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: пророщенное зерно, распределение зерна, конвейер, орошение, частота вращения, слой зерна.

TO THE CALCULATION OF THE LEVELING DEVICE OF THE GERMINATING CONVEYOR

Andrey A. Getmanov

Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin

Effective functioning of industrial pig breeding is impossible without providing animals with complete and vitamin-enriched feed. Currently, agricultural enterprises practically do not produce vitamin grass meal, due to steady rise in gas and energy prices. Therefore, in order to increase the content of vitamins in feed, it is necessary to add germinated grain of cereal cultivars or hydroponic greens. In the process of germination, additional amount of vitamins, amino acids, minerals, macro- and microelements are provided, and the bioavailability of grain food nutrients increases. Using common continuous devices, agricultural producers can daily obtain germinated grain due to the specific design of the germinating conveyors installed one above the other. Each conveyor is equipped with moisture spraying tubes, and above the fourth and the fifth conveyors there are illuminating lamps. The design of the grain germinating conveyor is considered. The grain is fed by means of a screw to the upper carrying arm of the belt conveyor, then it must be distributed over the entire area of the belt. The distribution of grain along the entire length of the upper carrying arm of the belt conveyor is provided due to belt speed variation, and the distribution of grain along the width is provided due to speed variation of the scrapers and the leveling device. Mathematical relationship between design and operating parameters of the leveling device of the conveyor and the parameters of the loading device is defined. It can be used at the evaluation of the recommended speed of the scrapers depending on the capacity of the feeder and the size of the scraper.

KEYWORDS: germinated grain, grain distribution, belt conveyor, moisture spraying, rotation, layer of grain.

В условиях промышленной технологии производства свинины при скармливании животным комбикормов существенно возрастает потребность в белке, питательных, минеральных веществах и витаминах [10]. Доказано, что дефицит этих веществ приводит к замедлению роста и развития молодняка, а у взрослых свиноматок нарушаются воспроизводительные функции, что значительно снижает эффективность производства свинины.

Компенсировать дефицит витаминов можно за счет включения в рацион кормления пророщенного зерна сельскохозяйственных культур семейства злаковых. При добавлении пророщенного зерна в рацион кормления животных активируются ферменты, которые превращают сложные питательные вещества в простые, в результате питательные вещества, содержащиеся в комбикормах, лучше усваиваются.

На предприятиях зерно проращивают без применения специализированных машин. В теплое время года размещают зерно на площадках под навесом в кучах высотой до 0,4 м в течение двух суток, затем с целью предотвращения самосогревания массу зерна разравнивают до высоты 0,3 м. Для замачивания одной тонны зерна расходуют 900–950 л воды. В процессе проращивания выполняют ворошение зерна через два–три часа для поддержания температуры 14–20°С. До длины ростков 20–25 мм зерно прорастает около пяти суток [1, 3]. Рассмотренный способ получения пророщенного зерна имеет ряд недостатков: при проращивании зерно может гнить, зерно, расположенное на поверхности и внутри куч, имеет различную длину ростков. Получать таким способом пророщенное зерно можно только в теплое время года.

Зерно проращивают до длины ростков 20–25 мм, после чего его можно использовать на корм животным. Длительность прорастания зерна составляет около 120 часов. Поэтому для ежедневного скармливания животным пророщенного зерна конвейер для проращивания должен быть оборудован пятью транспортерами [1, 6, 8, 9]. Откормочным свиноводческим предприятиям рекомендуется использовать конвейер, представленный на рисунке 1.

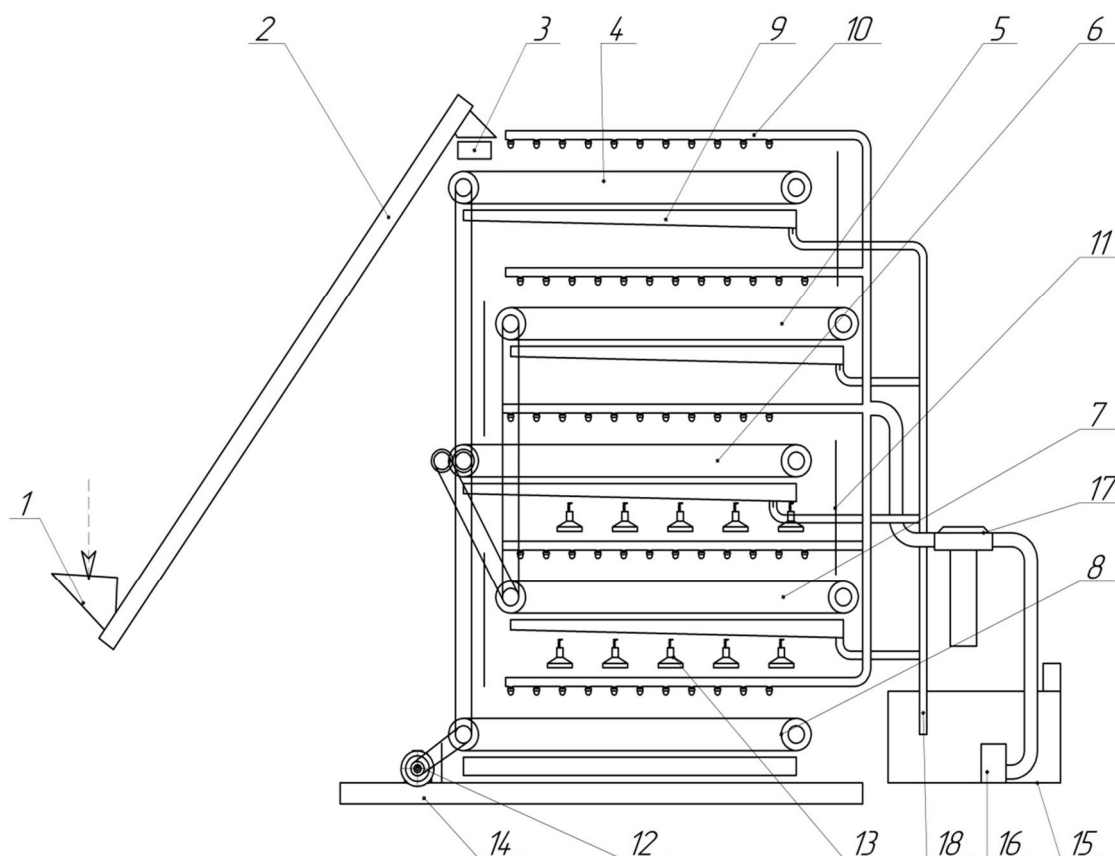


Рис. 1. Конвейер для проращивания зерна:

- 1 – бункер; 2 – шнек; 3 – скребковое разравнивающее устройство;
- 4, 5, 6, 7, 8 – ленточный транспортер; 9 – резервуар; 10 – трубопровод;
- 11 – отражатель; 12 – мотор-редуктор; 13 – светильники; 14 – рама;
- 15 – резервуар для воды; 16 – насос; 17 – фильтр; 18 – трубопровод обратный

Конвейер для проращивания зерна работает следующим образом [3, 4, 5]. Зерно подают в бункер (рис. 1), в котором в течение 9–11 часов выполняют его обеззараживание в 0,05% растворе марганцовки. После этого зерно загрузочным шнеком направляют на верхний ленточный транспортер 4. Затем скребковым разравнивающим устройством распределяют зерно по ширине ленты и при одновременном включении ленты зерно подают по длине ленты 4. Одновременно с верхним ленточным транспортером 4 цепными передачами приводят в работу ленточные транспортеры 5, 6, 7, 8. После перемещения зерна по всей длине ленточного транспортера 4 привод выключают и транспортер останавливают. При включении приводов зерно с вышерасположенных ленточных транспортеров перегружают на ленточные транспортеры, расположенные ниже. Привод ленточных транспортеров выполнен таким образом, что рядом расположенные транспортеры движутся в противоположные стороны. Во время, когда зерно лежит на ленточных транспортерах, его орошают водой, которая поступает из трубопровода 10. С целью исключения просыпания зерна во время его перемещения с верхних транспортеров на нижние по краям установлены отражатели 11.

Поскольку все жизненно важные процессы в зерне протекают при достаточном количестве влаги, то проращиваемое зерно должно иметь влажность не менее 40%.

Во время проращивания зерна требуется дополнительное искусственное освещение, для чего на транспортерах устанавливаются светильники 13. На каждом ленточном транспортере зерно проращивают 24 часа, затем зерно перегружают на транспортер, расположенный ниже.

С целью исключения загнивания зерна при проращивании и получения проростков одинаковой длины необходимо обеспечить заданную толщину слоя зерна по всей площади ленточного транспортера [2, 4, 10, 11, 12]. Загрузка ленточного конвейера осуществляется согласно схеме, представленной на рисунке 2.

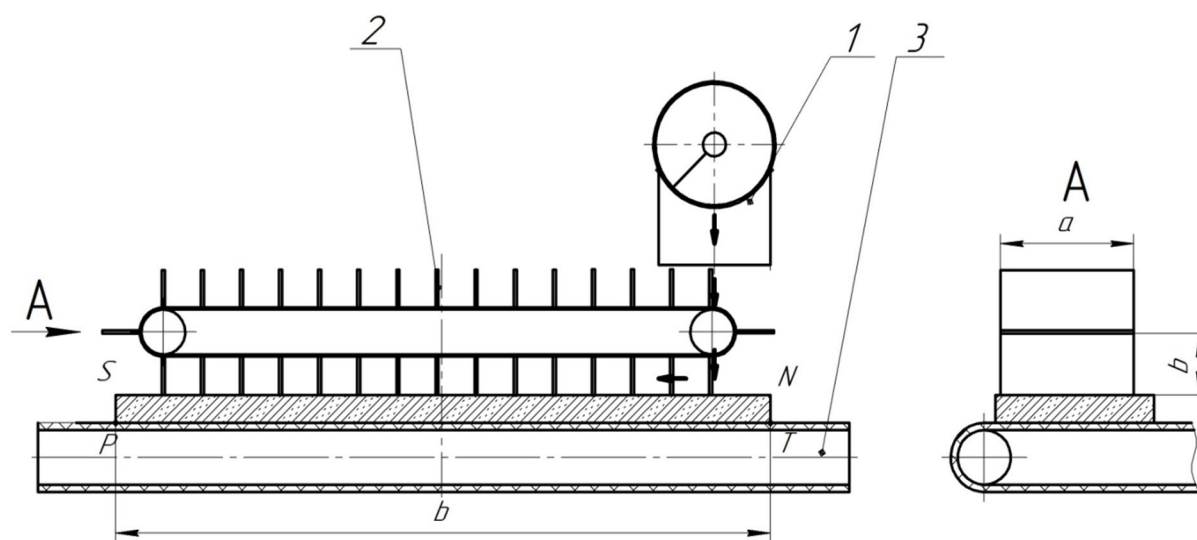


Рис. 2. Схема работы скребкового разравнивающего устройства и ленточного транспортера:
 1 – шнек загрузочный; 2 – скребковое разравнивающее устройство;
 3 – транспортер ленточный; $SNTP$ – площадь поперечного сечения слоя зерна

Зерно на верхнюю ветвь ленточного транспортера 3 подают шнеком 1, затем скребковым устройством 2 его распределяют по ширине ленточного транспортера 3. Для равномерного распределения зерна по всей площади верхнего ленточного транспортера 3 необходимо согласовать подачу шнека 1, скребкового распределительного устройства 2 и ленточного транспортера 3.

Подача зерна загрузочным шнеком 1 ($Q_{Ш}$) на ленту транспортера 3 определяется по формуле (1) [3, 5]

$$Q_{Ш} = F_{Ш} v_{Ш} \rho \gamma_1, \quad (1)$$

где $F_{Ш}$ – площадь поперечного сечения шнека, m^2 ;
 $v_{Ш}$ – скорость поступательного движения зерна внутри кожуха шнека, m/c ;
 ρ – насыпная плотность зерна, kg/m^3 ;
 γ_1 – коэффициент заполнения межвиткового пространства шнека.

Скорость поступательного движения зерна внутри кожуха шнека рассчитаем по выражению

$$v = \frac{sn}{60}, \quad (2)$$

где s – шаг шнека, m ;
 n – частота вращения шнека, min^{-1} .

Поданную зерновую массу распределяют по ширине ленточного транспортера 3 скребковым разравнивающим устройством 2.

Производительность скребкового разравнивающего устройства 2 ($Q_{СРУ}$) определим по выражению (3) [7, 12]

$$Q_{СРУ} = a \cdot b \cdot v \cdot \rho \cdot \gamma_2, \quad (3)$$

где a – длина скребка, m ;
 b – высота скребка, m ;
 v – скорость движения скребка, m/c ;
 ρ – насыпная плотность зерна, kg/m^3 ;
 γ_2 – коэффициент заполнения межскребкового пространства скребкового разравнивающего устройства.

Заменим длину скребка и высоту площадью, тогда выражение (3) можно представить в виде

$$Q_{СРУ} = S_1 \cdot v \cdot \rho \cdot \gamma_2, \quad (4)$$

где S_1 – площадь скребка распределительного устройства, m^2 .

Зерно будет распределяться нижней кромкой скребков, поэтому заполнение межскребкового пространства будет малым.

Подачу зерна лентой конвейера 3 определим по выражению

$$Q_{Л} = F_{Л} v_{Л} \rho, \quad (5)$$

где $F_{Л}$ – площадь поперечного сечения перемещаемого материала, m^2 ;
 $v_{Л}$ – скорость движения ленты, m/c ;
 ρ – насыпная плотность зерна, kg/m^3 .

Чтобы производительность конвейера для проращивания зерна была наибольшей, необходимо равномерно распределить зерно по всей площади ленты. Равномерное распределение зерна обеспечивается путем его постоянной подачи на верхнюю ленту и одновременного распределения по площади ленты, то есть при условии

$$Q_{Ш} = Q_{СРУ} = Q_{Л}, \quad (6)$$

где $Q_{Ш}$ – подача первого шнека, kg/c ;
 $Q_{СРУ}$ – подача скребкового распределительного устройства, kg/c .;
 $Q_{Л}$ – подача ленты, kg/c .

Ширина ленты составляет 2 м, высота слоя зерна на ленте определяется из условия реализации технологического процесса. Частота вращения шнека напрямую зависит от заданной производительности. В этом случае основными расчетными конструктивными параметрами будут диаметр шнека и шаг, который с учетом вышеизложенного определяется по формуле

$$D = \sqrt{\frac{240Q_{ш}}{\pi sn\rho\gamma_1}}, \quad (7)$$

где s – шаг шнека, м;

n – скорость вращения шнека, мин^{-1} ;

ρ – плотность зерна, кг/м^3 ;

γ_1 – коэффициент заполнения межвиткового пространства.

Принимая во внимание, что в соответствии с уравнением (4) подача шнека должна быть равна подаче ленточного транспортера и производительности разравнивающего устройства, формулу (7) запишем в виде

$$D = \sqrt{\frac{240Q_{СКР}}{\pi sn\rho\gamma_1}}. \quad (8)$$

После преобразования выражения (8) получим

$$\pi D^2 sn\gamma_1 = 240S_1 v\gamma_2. \quad (9)$$

Выразим скорость движения скребкового разравнивающего устройства по формуле

$$v = \frac{\pi D^2 sn\gamma_1}{240S_1\gamma_2}, \quad (10)$$

где D – диаметр шнека, м;

s – шаг шнека, м;

n – скорость вращения шнека, мин^{-1} ;

S_1 – площадь скребка распределительного устройства, м^2 ;

γ_1 – коэффициент заполнения межвиткового пространства шнека;

γ_2 – коэффициент заполнения межскребкового пространства скребкового разравнивающего устройства.

Зависимость скорости движения скребкового распределительного устройства от скорости вращения шнека представим на рисунке 3.

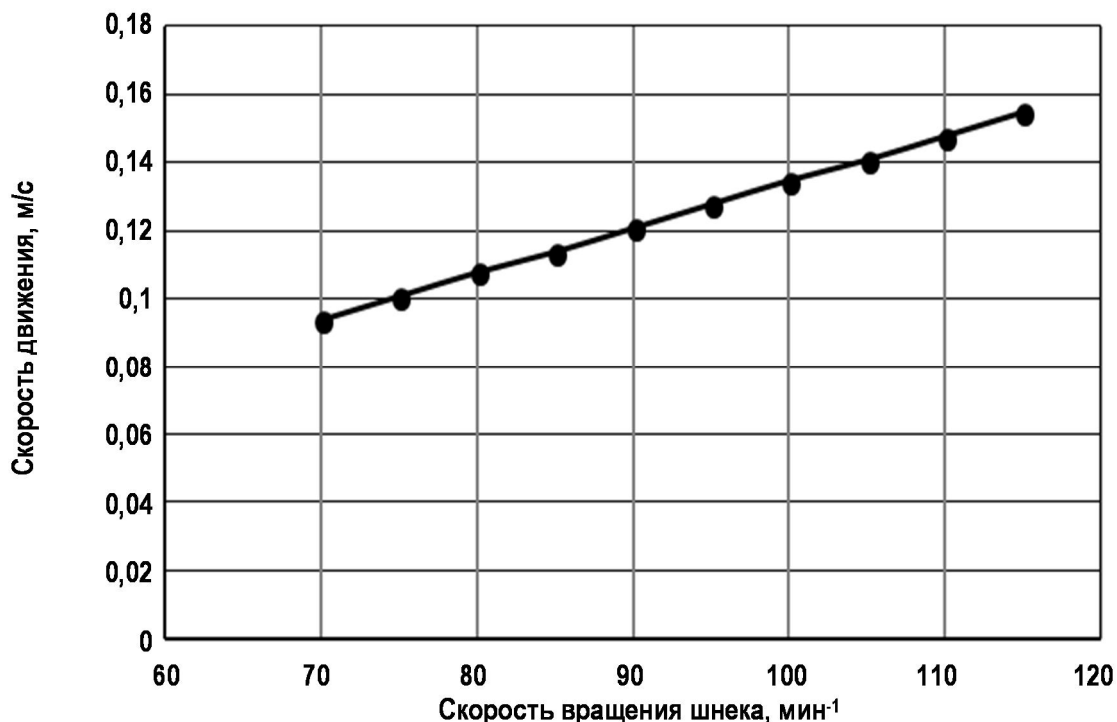


Рис. 3. Зависимость скорости движения скребкового распределительного устройства от скорости вращения шнека

Расчеты показывают, что при диаметре шнека 0,12 м, шаге шнека 0,1 м, площади скребка распределительного устройства 0,014 м² и скорости вращения шнека, изменяемой от 70 до 115 мин⁻¹, скорость движения скребкового распределительного устройства возрастает с 0,094 до 0,155 м/с.

Выводы

Используя описанный конвейер, можно ежедневно, независимо от времени года, получать свежие порции пророщенного зерна, а также исключить ручной труд.

Предложенные математические выражения позволяют увязать основные конструктивные и режимные параметры: производительность скребкового распределительного устройства, загрузочного шнека конвейера и ленточного транспортера, необходимые для изготовления предложенного конвейера для проращивания зерна.

Библиографический список

1. Булавин С.А. Автоматизация процесса поддержания оптимальных режимных параметров при проращивании зерна на витаминный корм животным / С.А. Булавин, С.В. Вендин, Ю.В. Саенко // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2014. – № 2 (2). – С. 20–28.
2. Булавин С.А. Конвейер для проращивания зерна / С.А. Булавин, Ю.В. Саенко // Инновационные пути развития АПК на современном этапе : матер. XVI международной научно-производственной конференции (14–16 мая 2012 г., г. Белгород). – Белгород : Изд-во БГСХА, 2012. – С. 168.
3. Булавин С.А. Скармливание пророщенного зерна свиньям в промышленных условиях / С.А. Булавин, Ю.В. Саенко // Кормопроизводство. – 2014. – № 8. – С. 37–39.
4. Булавин С.А. Технологическая линия для подготовки корма из пророщенного зерна / С.А. Булавин, С.В. Вендин, Ю.В. Саенко // Техника в сельском хозяйстве. – 2013. – № 6. – С. 14–16.
5. Вендин С.В. Измельчение пророщенного зерна для приготовления кормовых смесей / С.В. Вендин, Ю.В. Саенко. – Москва; Белгород : ООО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2017. – 138 с.
6. Вендин С.В. Технологическая линия проращивания зерна на витаминный корм / С.В. Вендин, Ю.В. Саенко // Сельский механизатор. – 2017. – № 2. – С. 24–25.
7. Моргачев В.Л. Подъемно-транспортные машины : учебник / В.Л. Моргачев. – Москва : Машиностроение, 1964. – 344 с.
8. Пат. 2 444 881 Российская Федерация, МПК А01С 1/02, А01G 31/04 (2006.01). Конвейер для проращивания зерна / Саенко Ю.В., Булавин С.А., Головин А.В.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Белгородская ГСХА. – № 2010141227/21; заявл. 07.10.2010; опубл. 20.03.2012, Бюл. № 8. – 9 с.
9. Пат. 2642511 Российская Федерация, МПК А01С 1/02 (2006.01). Конвейер для проращивания зерна / Вендин С.В., Саенко Ю.В., Саенко С.В.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина. – № 2017107674; заявл. 07.03.2017, опубл. 25.01.2018, Бюл. № 3. – 9 с.
10. Пономарев А.Ф. Теория и практика промышленного кормопроизводства и свиноводства : монография / А.Ф. Пономарев ; под общ. ред. Г.С. Походни. – Белгород : Изд-во БГСХА, 2003. – 615 с.
11. Саенко Ю.В. Новое в технологии приготовления проращивания зерна / Ю.В. Саенко, С.В. Саенко // Научные труды ГНУ Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства Россельхозакадемии. – 2010. – Т. 21, № 3. – С. 50–54.
12. Саенко Ю.В. Разработка технологии и технических средств для приготовления кормовых смесей свиньям с использованием пророщенного зерна : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.20.01 / Ю.В. Саенко. – Мичуринск, 2016. – 39 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Принадлежность к организации

Андрей Андреевич Гетманов – аспирант кафедры машин и оборудования в агробизнесе ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина», Россия, Белгородская обл., п. Майский, e-mail: yuriy311300@mail.ru.

Дата поступления в редакцию 02.10.2018

Дата принятия к печати 26.11.2018

AUTHOR CREDENTIALS

Affiliations

Andrey A. Getmanov – Postgraduate Student, the Dept. of Machinery and Equipment in Agribusiness, Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin, Russia, Belgorod Oblast, Maisky settlement, e-mail: yuriy311300@mail.ru.

Received October 02, 2018

Accepted November 26, 2018