Тип статьи: научная
УДК 631.362.34
DOI: 10.35887/2305-2538-2023-1-5-13

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЛЕНТОЧНОГО ПИТАТЕЛЯ ДЛЯ ПОДАЧИ ПРИМЕСИ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ТРИЕР

Николай Петрович Тишанинов[1], Сергей Владимирович Емельянович[2]
[1,2]Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве, Тамбов, Россия
[1]vniitinlab5@mail.ru, [2]seruvarovo@yandex.ru

Автор, ответственный за переписку: Сергей Владимирович Емельянович, seruvarovo@yandex.ru
Corresponding author: Sergey Emelyanovich, seruvarovo@yandex.ru

Реферат. *Обоснованы требования и технические возможности обеспечения воспроизводимости условий экспериментов при исследовании триерных технологий очистки зерносмесей по устойчивости во времени их компонентного состава, путем раздельной подачи компонентов в триер. Для примесных компонентов, обладающих высокой связностью частиц (овес, овсюг) предложен ленточный питатель, позволяющий обеспечивать воспроизводимость экспериментов при исходной засоренности зерносмеси в диапазоне* $З_и$ *= 1 - 3% и производительности триера* W_T *= 1,2 - 4,35 т/ч. Распределение примесного компонента по длине ленты осуществляется посредством короба без днища. Параметры сечения короба приняты на основе анализа противоречия, состоящего в том, что увеличение горизонтального сечения короба (*$S_к$*) приводит к росту относительной погрешности распределения примесного компонента при его укладке, а снижение* $S_к$ *увеличивает динамику формирования слоя примеси на ленте, снижая эффективность использования ее ширины. Предпочтительными для условий опытов при* $З_и$ *= 1 - 3% и* W_T *= 1,2 - 4,35 т/ч оказались параметры короба: ширина - 60 мм; высота - 70 мм. Экспериментально установлено весомое влияние динамики формирования примесного слоя на ленте: угол естественного откоса уменьшается в 2,5 раза (30° до 12°); ширина слоя увеличивается в 1,6 раза (с 170 мм до 270 мм). Снижение динамического воздействия на примесный компонент за счет уменьшения высоты короба приводит к снижению эффективности использования ширины ленты – поперечное сечение примесного слоя становится трапецеидальным. Предотвращение потерь примеси в работе питателя обеспечивается гибкими буртиками, закрепленными на краях ленты. Качественное распределение примеси по длине короба в опытах с частичной загрузкой триера осуществляется специальным разравнивателем – вертикальным шибером, размещенным в ползуне с возможностью корректировки положения и фиксации зажимом. Для контроля распределения примеси в коробе целесообразно хотя бы одну из его боковых стенок изготовить из прозрачного материала.*

Ключевые слова: *зерносмесь, триер, примесь, питатель, раздельная подача компонентов, качество дозирования, воспроизводимость условий опытов.*

JUSTIFICATION OF THE PARAMETERS OF THE BELT FEEDER TO SUPPLY THE IMPURITY TO THE EXPERIMENTAL TRIER

Nikolay Tishaninov[1], Sergey Emelyanovich[2]
[1,2]All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture, Tambov, Russia
[1]vniitinlab5@mail.ru, [2]seruvarovo@yandex.ru

Abstract. *The requirements and technical possibilities for ensuring the reproducibility of experimental conditions in the study of screener technologies for cleaning grain mixtures in terms of the*

stability of their component composition over time, by means of separate feeding of components into the screener, are substantiated. A belt feeder that makes it possible to ensure the reproducibility of experiments with the initial clogging of the grain mixture in the range Zi = 1 - 3% and the productivity of the trier WT = 1.2 - 4.35 t / h is proposed for impurity components with high particle cohesion (oats, wild oats). The distribution of the impurity component along the length of the tape is carried out by means of a box without a bottom. The parameters of the box section were adopted based on the analysis of the contradiction, which consists in the fact that an increase in the horizontal section of the box (S_k) leads to an increase in the relative error in the distribution of the impurity component during its laying, and a decrease in S_k increases the dynamics of the formation of an impurity layer on the tape, reducing the efficiency of using its width. The box parameters turned out to be preferable for the experimental conditions at Z_i = 1 - 3% and W_t = 1.2 - 4.35 t/h: width - 60 mm; height - 70 mm. A significant influence of the dynamics of the formation of an impurity layer on the tape was experimentally established: the angle of repose decreases by a factor of 2.5 (30° to 12°); the layer width increases by 1.6 times (from 170 mm to 270 mm). Reducing the dynamic impact on the impurity component by reducing the height of the box leads to a decrease in the efficiency of using the width of the tape - the cross section of the impurity layer becomes trapezoidal. Prevention of impurity losses in the feeder operation is ensured by flexible collars fixed on the edges of the belt. The qualitative distribution of impurities along the length of the box in experiments with partial loading of the trier is carried out by a special leveler - a vertical gate placed in a slider with the possibility of adjusting the position and fixing it with a clamp. To control the distribution of impurities in the box, it is advisable to make at least one of its side walls from a transparent material.

Keywords: *grain mixture, trier, impurity, feeder, separate supply of components, dosing quality, reproducibility of experimental conditions.*

Для цитирования: Тишанинов Н.П., Емельянович С.В. Обоснование параметров ленточного питателя для подачи примеси в экспериментальный триер // Наука в центральной России. 2023. Т. 61, № 1. С. 5-13. https://doi.org/10.35887/2305-2538-2023-1-5-13.

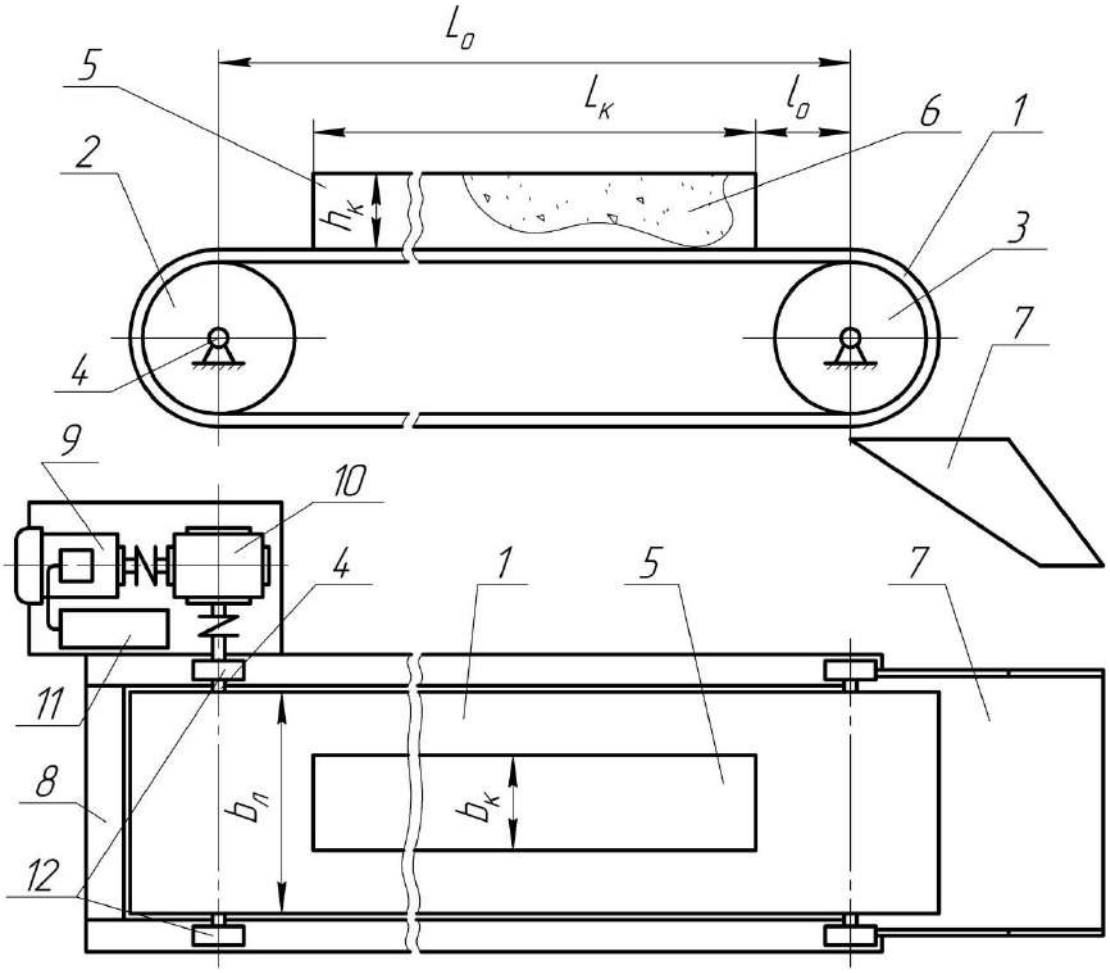
For citation: Tishaninov N., Emelyanovich S. Justification of the parameters of the belt feeder to supply the impurity to the experimental trier. *Nauka v central'noj Rossii* = Science in the Central Russia: 2023; 61(1): 5-13. (In Russ.) https://doi.org/10.35887/2305-2538-2023-1-5-13.

Введение. Известны основные требования к экспериментальным исследованиям, состоящие в обеспечении воспроизводимости условий опытов и управляемости экспериментом. Применительно к исследованиям процессов триерной очистки зерносмесей основная проблема выполнения указанных требований заключается в необходимости сохранения во времени массовых соотношений разделяемых компонентов. Бункерные питатели, использованные для исследования триеров авторами работ [1-3], не удовлетворяют указанным требованиям из-за разновекторной сегрегации компонентов зерносмеси − «осаждения» или «всплытия» частиц примесей в основной культуре. Исследования процессов сегрегации примесных компонентов в бункерных питателях [4, 5] показали, что массовые соотношения компонентов зерносмесей при этом изменяются в несколько раз, что исключает объективность получаемых результатов. В диапазоне исходной засоренности $З_и$ = 1 – 11% основной культуры примесными компонентами (просо, овес, горох), кратность изменения их содержания составляла соответственно – 1,5; 2,3 и 4,0 раза [3]. При меньшей исходной засоренности зерносмеси ($З_и$ = 0,5%) наблюдается 6-ти кратное изменение содержания примесных компонентов в навесках, отводимых из бункерных питателей. Разработанное в ФГБНУ ВНИИТиН техническое решение [6] для раздельной подачи примесных компонентов в экспериментальный триер обеспечивает регламентацию их содержания в зерносмеси на протяжении опытов, но качество его работы и технологические параметры изучены недостаточно [7-9]. В работах [8, 9] авторы исследуют ограниченный диапазон производительности триера ($W_т$ < 1,5 т/ч), который является первичным звеном малотоннажной технологии переработки гречихи в крупу. Авторы не рассматривают вариативность формирования слоя примеси на ленте питателя в зависимости от параметров короба и степени его заполнения и

обусловленное этими факторами влияние на равномерность подачи примеси в технологический поток.

Материалы и методы. Экспериментальное оборудование для исследований ячеистых поверхностей, приборы для определения физико-механических свойств сыпучих материалов, измерительные приборы, решетный классификатор. Расчетно-конструктивные методы.

Результаты и их обсуждение. Ленточный питатель в составе экспериментального оборудования для исследований ячеистых поверхностей предназначен для подачи в триер примесных компонентов синхронно с подачей основной культуры, обеспечивая заданные планом эксперимента их массовые соотношения в зерносмеси. Для крупноячеистых цилиндров зерновых триеров характерными примесными компонентами являются овес и овсюг (поэтому цилиндр называется овсюжным). Овес и овсюг имеют ограниченную текучесть, что ограничивает применение для их дозирования активных рабочих органов (с заполнением их объемов самотеком – шнеки, скребки и др.) по критериям качества процесса. Это предопределило выбор конструктивного исполнения питателя, общий вид которого представлен на рисунке 1.



1 – лента; 2, 3 – барабаны; 4 – приводной вал; 5 – короб; 6 – примесь; 7 – лоток; 8 – рама; 9 – электродвигатель; 10 – редуктор; 11 – частотный преобразователь; 12 − подшипник

Рисунок 1 – Общий вид питателя

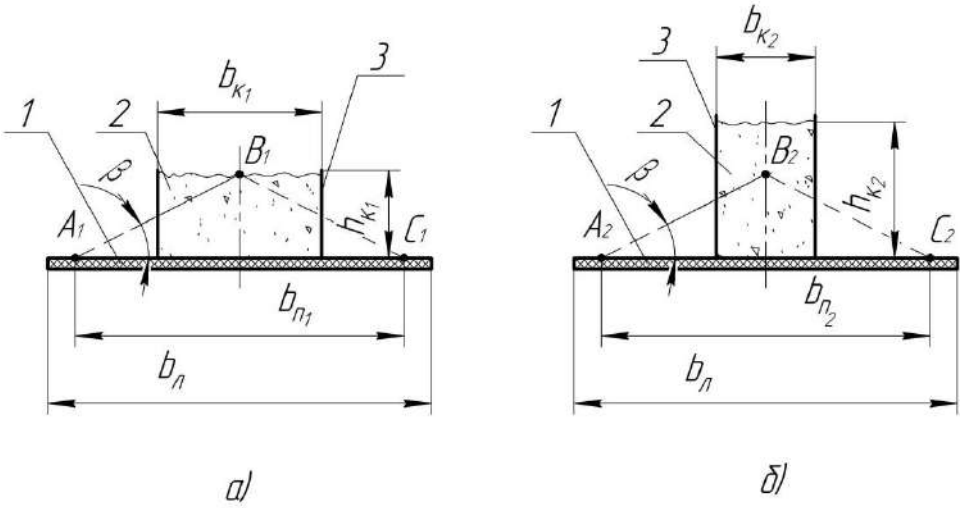
Питатель включает ленту 1, установленную на барабанах 2 и 3, приводной вал 4, короб 5 для формирования слоя примеси 6, лоток 7 для отвода примеси 6, раму 8, электродвигатель 9, редуктор 10, частотный преобразователь 11 и подшипник 12.

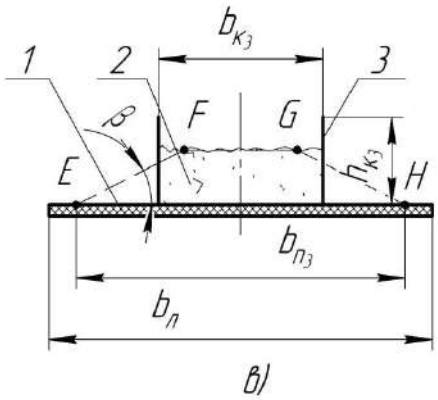
Работает питатель следующим образом. Перед началом его включения на ленту 1, размещенную горизонтально на барабанах 2 и 3, устанавливают симметрично по ее ширине короб 5 на некотором расстоянии ($l_о$) от вертикальной оси барабана 3. Далее в коробе 5 равномерно по высоте распределяют расчетное количество ($M_п$) примеси 6. Затем частотным преобразователем 11 устанавливают скоростной режим привода по условиям конкретного опыта и посредством электродвигателя 9 и редуктора 10 передают вращательное движение на приводной вал 4, размещенный в подшипниках 12, закрепленных на раме 8. После этого медленно поднимают короб 5 и полностью удаляют его с ленты 1. Осыпаясь, примесь 6 занимает большую часть ширины ленты ($b_л$) и заполняет участок $l_о$ в продольном направлении под углом естественного откоса (β). Далее включают привод питателя синхронно с подачей в триер основной культуры, который обеспечивает заданное соотношение компонентов зерносмеси в течение времени опыта ($t_{оп}$).

Для расчета параметров питателя в качестве исходных данных приняты характеристики области экспериментов по основным факторам: производительность триера − $W_т$ = 1,2 − 4,35 т/ч; продолжительность опытов − $t_{оп}$ = 50 − 80с; насыпная плотность примесного компонента (овса) – ρ = 435 кг/м^3; угол естественного откоса примеси − β = 21°; содержание примеси в зерносмеси $З_и$ = 1 – 3%.

С учетом конструктивных и практических соображений величина ленты выбрана равной $L_о$ = 2 м, которая обеспечивает диапазон $t_{оп}$ на двух скоростных режимах работы питателя − $V_л$ = 0,02 и 0,04 м/с. Увеличение скорости ленты 1 до $V_л$ = 0,04 м/с возможно при $t_{оп} = t_{оп\ min}$ и целесообразно с точки зрения снижения погрешности дозирования примеси за счет снижения относительной ошибки при росте базы сравнения.

Варианты формирования поперечного сечения примеси на ленте определяются параметрами короба 5 и степенью его заполнения при реализации программы экспериментов, рисунок 2.





1 – лента; 2 – примесь; 3 – короб
Рисунок 2 – Варианты формирования поперечного сечения примеси на ленте питателя

На рисунках 2а и 2б представлены варианты равномерного погонного (по длине ленты 1) распределения примеси 2 с использованием коробов 3 равного поперечного сечения, но с разными размерами по высоте и ширине: $b_{к1} \cdot h_{к1} = b_{к2} \cdot h_{к2}$; $b_{к1} > b_{к2}$; $h_{к1} < h_{к2}$. Оба короба 3 при медленном подъеме формируют слой примеси 2 на ленте 1 одинакового поперечного сечения: $\Delta A_1B_1C_1 = \Delta A_2B_2C_2$. Высота короба $h_{к1}$ является минимально достаточной, при котором сечение ($\Delta A_1B_1C_1$) является рациональным с точки зрения эффективности использования ширины ленты 1 при угле естественного откоса (β) примеси 2. Дальнейшее снижение $h_к$ и увеличение $b_к$ приведет к формированию слоя примеси 2 трапецеидальной формы с меньшей площадью поперечного сечения.

Кроме того увеличение $b_к$ приведет к росту погрешности дозирования примеси 2, так как при равной погрешности выравнивания верхнего слоя примеси в коробе 3 относительная погрешность ее распределения по длине ленты 1 вырастает. Аналогичная ситуация наблюдается при частичной загрузке короба (например при меньшей дозировке примеси в триер – рисунок 2в). В этом варианте сечение примесного слоя становится трапецеидальным (*EFGH*), что снижает эффективность использования ширины ленты.

Поэтому вариант 2б является предпочтительным. Однако, завышение $h_к$ относительно минимально достаточного уровня усиливает динамику формирования примесного слоя на ленте 1, что ухудшает эффективность использования ширины ($b_л$) ленты за счет динамического снижения угла β. Вместе с тем этот недостаток уступает по весомости качеству дозировки, а эффективность использования ширины ($b_л$) ленты может быть компенсирована размещением гибких буртиков по краям ленты 1.

Принимая во внимание исходные данные, изложенные выше, можно определить максимальную производительность питателя ($W_{п\,max}$) для $W_т = W_{т\,max} = 4{,}35$ т/ч и $З_{и\,max} = 3\%$:

$$W_{п\,max} = W_{т\,max} \cdot З_{и\,max} / 100 = 4{,}35 \cdot 3/100 = 0{,}1305 \text{ т/ч} = 0{,}03625 \text{ кг/с}. \quad (1)$$

Учитывая взаимосвязь насыпной плотности овса (ρ) с натурой (H), можно записать для определения объемной подачи питателя:

$$q_{v\,max} = W_{п\,max} / H = 0{,}03625/0{,}435 = 0{,}084 \text{ л/с} = 84000 \text{ мм}^3\text{/с}. \quad (2)$$

В тоже время секундный объем примеси ($V_{п\,max}$) при скорости ленты $V_л = 0{,}02$ м/с (20 мм/с) можно определить по формуле:

$$V_{п\,max} = h_{п\,max} \cdot b_{п\,max} / 2 \text{x} V_л \cdot t_{(1)} = h_{п\,max} \cdot b_{п\,max} / 2 \text{ x } 20 = 10\, h_{п\,max}\, b_{п\,max} = 84000 \text{ мм}^3\text{/с}. \quad (3)$$

где $h_{п\,max}$ – высота $\Delta A_2B_2C_2$, мм;

$t_{(1)}$ – время, равное 1 с.

Формула (3) справедлива для рационального варианта формирования поперечного сечения примесного слоя на ленте питателя (рисунок 2б). Из рисунка 2б следует взаимосвязь:

$$b_{п\,max} = 2\,h_{п\,max} / \; tg\beta \qquad (4)$$

Подставляя значение $b_{п\,max}$ из уравнения (4) в уравнение (3), получим:

$$h_{п\;max} = \sqrt{4200 \cdot tg\beta} = \sqrt{4200 \cdot 0,38386} = 40,15 \text{ мм.} \qquad (5)$$

Тогда ширина слоя примеси ($b_п$) на ленте 1 питателя (основание Δ ABC – отрезок AC) будет с учетом формулы (4):

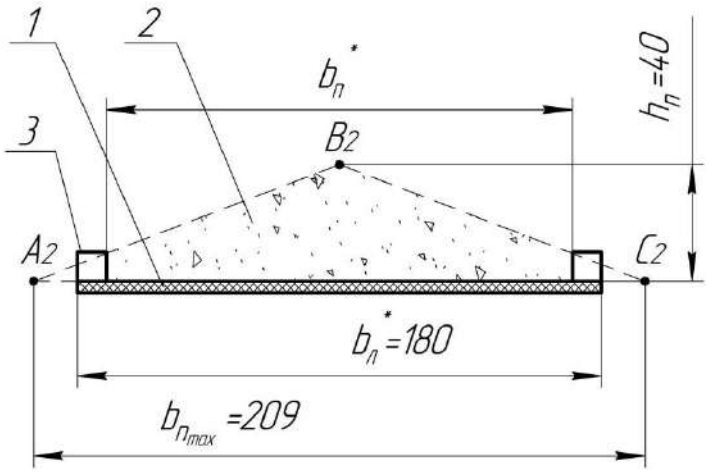
$$b_{п\,max} = 2 \cdot 40,15 / 0,38386 \approx 209 \text{ мм.} \qquad (6)$$

Из уравнения (3) следует, что максимальная площадь (S_{max}) сечения слоя примеси, необходимая для обеспечения $З_{и\;max}$ = 3% при $W_{т\;max}$ = 4,35 т/ч и скорости ленты $V_л$ = 0,02 м/с будет:

$$S_{max} = V_{max} / 20 = 84000 / 20 = 4200 \text{ мм}^2. \qquad (7)$$

Принимая во внимание рациональное соотношение размеров короба 3 (рисунок 2б), можно принять: $h_{к2}$ = 70 мм; $b_{к2}$ = 60 мм.

Сокращение $b_{к2}$ относительно $b_{к1}$ позволит снизить погрешность дозирования примеси 2 в зерносмесь за счет более качественного ее разравнивания в коробе 3. Наличие гибких компенсирующих буртиков по краям ленты 1 позволит балансировать возрастающую динамику формирования слоя примеси при сокращении $b_{к2}$, и уменьшить ширину ленты 1. Возможности сокращения $b_л$ до 180 мм подтверждены расчетной схемой, представленной на рисунке 3.



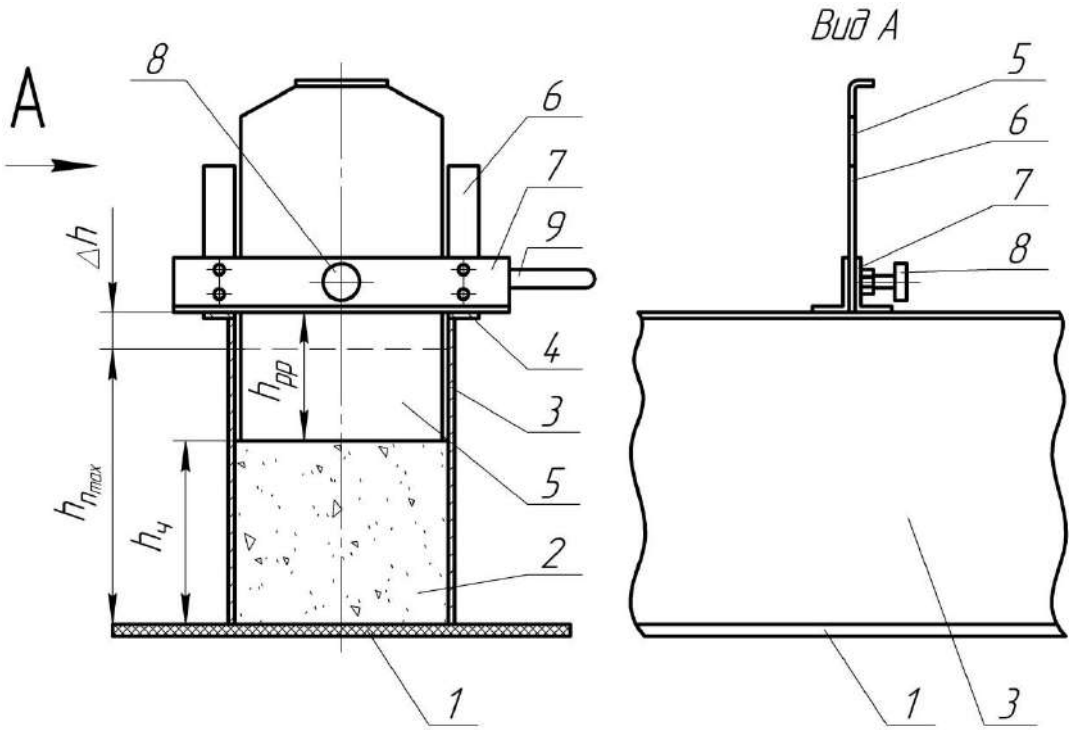
1 – лента; 2 – примесь; 3 – гибкие буртики
Рисунок 3 – Схема ленты с гибкими буртиками

На рисунке 3 представлен рациональный вариант формирования (2б) поперечного слоя примеси 2 на ленте 1 сокращенной ширины ($b_П^*$) за счет использования гибких буртиков 3 по краям ленты 1. Ширина буртиков выбрана равной 10 мм, а высота ($h_Б$) обоснована расчетным путем по толщине слоя ($h_{сл}$) примеси 2 в продольном сечении Δ $A_2B_2C_2$ плоскостью, сопряженной с внутренней стенкой буртиков 3:

$$h_{сл} = (b_{п_{max}} - b_п^*) / 2 \cdot tq\beta = 9,4 \text{ мм.} \qquad (8)$$

С учетом величины $h_{сл}$ при максимальной загрузке ленты 1 ($З_и$ = 3% · $W_т$ = 4,35 т/ч) высота гибких буртиков может быть равной 10-12 мм.

Выше отмечалось, что погрешность дозирования примеси 2 в триер возрастает при частичных загрузках короба, обеспечивающих условия опытов, когда $З_и$ = 1 и 2%. Снижение погрешности возможно за счет качественного разравнивания слоя примеси в коробе с использованием специального устройства, общий вид которого представлен на рисунке 4.



1 – лента; 2 – примесь; 3 – короб; 4 – опорные планки; 5 – шибер; 6 – направляющие; 7 − ползун; 8 – зажим; 9 − рукоятка

Рисунок 4 – Общий вид разравнивателя шиберного типа

Разравниватель работает следующим образом. В короб 3, размещенный на ленте 1 симметрично относительно ее продольной оси, насыпают расчетное количество (по массе) примеси 2 согласно плану экспериментов. Затем по величине $h_{п\ max}$, определяемой по формуле (5), и коэффициенту загрузки ($K_з$) короба 3 для заданного значения $З_{иi}$ в конкретном опыте определяют расчетное значение высоты слоя примеси 2 – $h_ч$:

$$\begin{cases} h_ч = h_{п_{max}} \cdot K_з; \\ K_з = З_{иi} / З_{и_{max}}, \end{cases} \quad (9)$$

где $З_{иi}$ – заданная условиями i-го опыта исходная засоренность зерносмеси, %.

Далее определяют расчетную величину рабочей части ($h_{рр}$) шибера 5 по формуле:

$$h_{рр} = h_{п\ max} + \Delta h - h_ч, \quad (10)$$

где Δh – запас высоты короба 3, обеспечивающий предотвращение потерь примеси в опытах при $З_и = З_{и\ max}$ (Δh = 5-7 мм), мм.

Для установки расчетной величины $h_{рр}$ рабочей части шибера 5 ослабляют зажим 8 перемещают шибер 5 по направляющим 6 на величину $h_{рр}$ от нижней плоскости ползуна 7 и фиксируют его зажимом 8 в ползуне 7. Затем ползун 7 с шибером 5 посредством рукоятки 9 перемещают вдоль короба 3 по опорным планкам 4. Возвратно-поступательные движения ползуна 7 производят до полного и качественного разравнивания примеси 2 в коробе 3.

Учитывая, что в рациональном варианте (рисунок 2б) исполнения короба 3 величина ($h_{п\ max}$ + Δh) = 77 мм, а $h_{п\ min} \approx$ 20 мм при $З_и$ = 1%, высота рабочей части шибера 5 должна быть:

$$h_{рр} = (h_{п\ max} + \Delta h) - h_{п\ min} = 77 - 20 = 57 \text{ мм}. \quad (11)$$

Расчетную величину ($h_{рр}$) контролируют линейкой. Ширина шибера 5 при $b_{к2}$ = 60 мм должна быть 58-59 мм с тем, чтобы исключить заклинивание зерновок примеси при ее разравнивании в коробе и обеспечить качество подготовительной операции. С целью дополнительного контроля

качества распределения примеси 2 в коробе 3 следует хотя бы одну из боковых его стенок изготовить из прозрачного материала.

Выводы. Воспроизводимость условий опытов по компонентному составу при исследовании триерных технологий обеспечивается за счет их раздельной подачи в триер с качественной дозировкой. Для примесных компонентов, обладающих высокой связностью (овес, овсюг), предпочтительным средством подачи является ленточный питатель с буртиками по краям ленты. Распределение примеси по длине ленты целесообразно производить с помощью короба без днища высотой, превышающей положение вершины треугольного сечения слоя примеси при максимальной загрузке триера и верхнего уровня засоренности зерносмеси. При частичной загрузке триера снижение погрешности дозирования примеси обеспечивается специальным разравнивателем с регулируемым по высоте шибером.

Список источников

1. Карпенко А.Н., Халанский В.М. Сельскохозяйственные машины. 5-е изд. перераб. и доп. – М.: Колос – 1983. − 495 с.

2. А.с. СССР № 566636, МКИ В07В 13/02. Лабораторный триер / Ю.Т. Ячменев, Г.З. Файбушевияч, С.Б. Сычева. – № 2317317/13; заявл. 23.01.1976; опубл. 15.08.1977, Бюл. № 21.

3. Патент РФ № 2275242 . МПК В02В 1/02. Триерный комплекс / Л.Н. Бурков. – № 2004121266; заявл. 12.07.2004, опубл. 27.04.2006, Бюл. № 12.

4. Тишанинов Н.П., Анашкин А.В. Новые резервы управления качеством очистки зерна / В сборнике: Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве. Материалы Международной научно-технической конференции: в 3-х томах. − 2014. − С. 266-272.

5. Тишанинов Н.П., Анашкин А.В., Растюшевский К.А. Обоснование параметров стенда для исследования ячеистых поверхностей // Техника в сельском хозяйстве.− 2013. − № 2. − С. 18-21.

6. Патент РФ № 2492940. МПК В07В 13/02. Стенд для испытаний ячеистых поверхностей / Н.П. Тишанинов, А.В. Анашкин, А.Г. Амельянц, М.А. Тишанинов, К.А. Растюшевский. – № 2012112301/03; заявл. 29.03.2012, опубл. 20.09.2013, Бюл. № 26.

7. Тишанинов Н.П., Анашкин А.В. Результаты исследований процесса триерной сепарации зерносмесей // Наука в центральной России. − 2013. − №6. − С. 37-45.

8. Амельянц А.Г. Тишанинов М.А. Частные методики исследований процессов очистки зерна. – Тамбов: ВИИТиН, 2003. − 49 с.

9. Тишанинов М.А. Новый методический подход к исследованиям процесса сепарации зерносмесей // Труды ТГТУ: Сборник научных статей молодых ученых и студентов. Вып. 15. – Тамбов, ТГТУ. − 2004. − С. 78-81.

References

1. Karpenko A.N., Khalansky V.M. Agreecultural machines. Agreecultural equipment. 5th ed. revised and additional. − M.: Kolos − 1983. − 495 p.

2. A.s. USSR No. 566636, MKI V07V 13/02. Laboratory trier / Yu.T. Yachmenev, G.Z. Faybushevyach, S.B. Sychev. − No. 2317317/13; dec. 01.23.1976; publ. 08.15.1977, Bull. N 21.

3. RF patent N 2275242. IPC B02B 1/02. Trierny complex / L.N. Burkov. – N 2004121266; dec. 07.12.2004, publ. 27.04.2006, Bull. N 12.

4. Tishaninov N.P., Anashkin A.V. New reserves of grain cleaning quality management / In the collection: Scientific and technological progress in agricultural production. Proceedings of the International Scientific and Technical Conference: in 3 volumes. − 2014. − S. 266-272.

5. Tishaninov N.P., Anashkin A.V., Rastyushevsky K.A. Justification of the parameters of the stand for the study of cellular surfaces // Technique in agriculture. - 2013. − N. 2. − P. 18-21.

6. RF patent N 2492940. IPC V07V 13/02. Stand for testing cellular surfaces / N.P. Tishaninov, A.V. Anashkin, A.G. Ameliants, M.A. Tishaninov, K.A. Rastyushevsky. − N 2012112301/03; dec. 03.29.2012, publ. 20.09.2013, Bull. N 26.

7. Tishaninov N.P., Anashkin A.V. Results of studies of the process of trier separation of grain mixtures // Science in Central Russia. − 2013. − N 6. − S. 37-45.

8. Ameliants A.G. Tishaninov M.A. Private methods of research of grain cleaning processes. −Tambov: VIITin, 2003. − 49 p.

9. Tishaninov M.A. A new methodological approach to the study of the process of separating grain mixtures // Proceedings of the TSTU: Collection of scientific articles of young scientists and students. Issue. 15. − Tambov, TSTU. − 2004. − S. 78-81.

Информация об авторах

Н.П. Тишанинов – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник; С.В. Емельянович – младший научный сотрудник.

Information about the authors

N. Tishaninov - Doctor of Technical Sciences, Professor, Chief Researcher; S. Emelyanovich – junior research fellow.

Вклад авторов: Н.П. Тишанинов – выполнил теоретический анализ формирования примесного слоя на ленте с использованием коробов различных форм и размеров, предложил конструктивное решение разравнивателя шиберного типа, сформулировал выводы; С.В. Емельянович – обосновал конструктивно-технологическую схему питателя, выполнил анализ работы ленты, обосновал необходимость ограничения динамического воздействия на примесный слой, выполнил поисковые исследования влияния динамики подъема короба на параметры примесного слоя.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: N. Tishaninov - performed a theoretical analysis of the formation of an impurity layer on a tape using boxes of various shapes and sizes, proposed a constructive solution for a slide-type leveler, formulated conclusions; S. Emelyanovich - substantiated the design and technological scheme of the feeder, performed an analysis of the operation of the tape, substantiated the need to limit the dynamic impact on the impurity layer, performed exploratory studies of the influence of the duct lifting dynamics on the parameters of the impurity layer.

The authors declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию (Received): 13.01.2023 Принята к публикации (Accepted): 16.02.2023