УДК 631.362.34
DOI: 10.35887/2305-2538-2021-2-31-39

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ТРИЕРНОГО ВЫДЕЛЕНИЯ СЕМЯН СОРГО ИЗ ЯЧМЕНЯ

[1]Тишанинов Николай Петрович
[1]Анашкин Александр Витальевич
[1]Тишанинов Константин Николаевич
[1]Альшинайиин Хайдер Джамил Джабер
[1]ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве»

Реферат. *Представлены результаты исследований физико-механических свойств семян сорго. Дана оценка закономерностей протекания процесса триерной очистки ячменя при минимальных скоростном режиме работы (n) и настроечном параметре (γ_n) в зависимости от величины навески ($m_н$) зерносмеси в стендовом ячеистом цилиндре и ее исходной засоренности ($З_и$). Установлено, что при минимальных n и γ_n интенсивность выделения примеси в первых двух интервалах времени измерений ($t_и$ = 5 с) имеет случайный характер взаимосвязи с $m_н$ и $З_и$, а в последующих интервалах она пропорциональна остаточной засоренности сегмента зерносмеси. Продолжительность выделения примеси с ростом $З_и$ увеличивается, однако достаточный уровень степени ее выделения обеспечивается стандартной длиной ячеистого цилиндра (l = 2,2 м) при остаточной засоренности $З_{о_{ст}}$= 0,01 – 0,122 % во всем диапазоне изменения $m_н$ и $З_и$. Технологические потери также находятся в допустимых пределах – 0,036 – 0,308 %. Даны закономерности взаимосвязи динамики и качества выделения семян сорго из ячменя с n и γ_n. Установлено, что степень выделения примеси стандартной длиной ячеистого цилиндра ($С_{в_{ст}}$) при $З_и$ = 1 % падает с ростом γ_n в диапазоне 35 – 55°: при n = 40 об/мин − до 21,1 %; при n = 45 об/мин – до 32,5 %; при n = 50 об/мин – до 83,2 %; при n=55 об/мин – до 91,1 %. Технологические потери с ростом γ_n снижались во всех сериях опытов. С увеличением исходной засоренности зерносмеси $С_{в_{ст}}$ возрастает незначительно, а остаточная засоренность зерносмеси кратно возрастает до неприемлемого уровня (> 1 %). При этом технологические потери не изменялись. Установлено, что для кукольного цилиндра стандартной длины оптимальные параметры процесса обеспечиваются в диапазоне коэффициента кинематического режима К = 0,419 – 0,508 (35,4 – 38,9 об/мин) стандартного триерного блока и настройке выводного лотка − γ_n=35 – 45°.*

Ключевые слова: *зерносмесь, триер, разделение, динамика, качество, управление.*

REGULARITIES OF TRIER SEPARATION OF SORGHUM SEEDS FROM BARLEY

[1]Tishaninov Nikolai
[1]Anashkin Alexander
[1]Tishaninov Konstantin
[1]Alshinayyin Haider
[1]FSBSI "All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture"

Abstract. *The results of studies of physical and mechanical properties of sorghum seeds are presented. An assessment of the regularities of the course of the process of trier cleaning of barley at the minimum speed mode of operation (n) and the setting parameter (γn), depending on the size of the weighed portion (mn) of the grain mixture in the bench cellular cylinder and its initial contamination (Zi) was given. It was found that at minimal n and γn, the intensity of impurity release in the first two intervals of measurement time (tp = 5 s) has a random relationship with mn and Zu, and in subsequent intervals it is proportional to the residual contamination of the grain mixture segment. The duration of the release of the impurity increases with an increase in Z_i, but a sufficient level of the degree of its release is provided by the standard length of the cellular cylinder (l = 2.2 m) with a residual contamination Z_{ost} = 0.01 – 0.122 % in the entire range of variation of m_n and Z_i. Technological losses are also within acceptable limits − 0.036 – 0.308 %. Regularities of interrelation of dynamics and quality of extraction of sorghum*

seeds from barley with n and γ_n are given. It has been established that the degree of impurity precipitation with a standard length of a cellular cylinder (C_{wst}) at Z_i = 1 % decreases with an increase in γn in the range 35-55°: at n = 40 rpm - up to 21.1 %; at n = 45 rpm - up to 32.5 %; at n = 50 rpm - up to 83.2 %; at n = 55 rpm - up to 91.1 %. Technological losses with increasing γ_n decreased in all series of experiments. C_{wst} increases slightly with an increase in the initial contamination of the grain mixture, and the residual contamination of the grain mixture multiplies to an unacceptable level (> 1 %). At the same time, technological losses did not change. It has been found that for a doll cylinder of standard length, the optimal process parameters are provided in the range of the kinematic mode coefficient K = 0.419-0.508 (35.4-38.9 rpm) of a standard grating unit and setting the output tray − γ_n = 35-45°.

Keywords: *grain mixture, trier, separation, dynamics, quality, management.*

Введение. Авторы работ [1 – 4] предпринимали попытки расчетным путем оценить динамику процесса выделения частиц из зерносмеси. Однако, эти попытки не позволили получить объективные оценки процесса и не могли послужить основой проектирования триерных технологий. Без экспериментальных данных авторы не имели возможности учитывать специфические физические эффекты, значимо влияющие на степень заполнения ячей и производительность триеров. Павловский Г.Т. [5, 6] экспериментально получил усредненные оценки динамики процесса триерного разделения зерносмесей, которую оценивал коэффициентом использования ячеистой поверхности, представляющего собой отношение фактически выделенных частиц к теоретически возможному количеству. Эти результаты не могут служить основой оптимизации и эффективного управления триерными технологиями. Летошнев М.Н. в своей основополагающей работе [7] назвал результаты исследований Павловского Г.Т. «предположительными оценками». Из-за недостатка знаний о динамике триерных процессов в последующие годы авторами работ [8 – 11] для расчета производительности триеров использовались «нормативы» по удельной нагрузке на единицу площади ячеистых поверхностей, которые исключали взаимосвязь оценок с режимами работы и настроечными параметрами. В ФГБНУ ВНИИТиН было создано стендовое оборудование [12 – 14], которое позволило получать объективные знания о динамике триерных процессов по длине ячеистой поверхности [15, 16]. С использованием этого оборудования получены экспериментальные данные о разделении зерносмесей на основе пшеницы. Вместе с тем физико-механические свойства зерносмесей на основе ячменя существенно отличаются от ранее исследованных, а результаты по их разделению с детализацией, необходимой для эффективного управления триерной технологией, в литературе отсутствуют.

Материалы и методы. В работе использованы приборы и стенды циклического действия [12 – 14], позволяющие заменить пространственную модель процесса на перспективную временную (рисунок 1), метод идентификации производительности триера по результатам стендовых испытаний, метод расчета эквивалентной длины ячеистой поверхности, решетный классификатор, электронные весы, приборы для определения физико-механических свойств компонентов зерносмеси.

Рисунок 1 – Прибор для выделения примесей из зерносмесей (Патент РФ № 2647526 [13])

Результаты и обсуждение. Сорго (суданская трава) широко распространена в различных климатических зонах земного шара, она используется на кормовые цели. Зерно сорго перерабатывают в крупу, муку и крахмал, из соломы изготовляют плетенные изделия, бумагу, веники. Физико-механические свойства семян сорго следующие: насыпная плотность – 816 кг/м^3; линейные размеры – длина 3,6 – 4,7 мм, ширина 3,0 – 3,7 мм, толщина – 2,0 – 2,6 мм; угол естественного откоса – 33,2°; влажность – 12,4 %; масса 1000 семян – 22,1 г.

Из приведенных выше данных видно, что максимальный размер зерновок сорго (их длина) превышает (l_{max} = 4,7 мм) наиболее распространенный в производстве размер ячей кукольного цилиндра ($d_я$ = 4,5 мм). Однако число зерновок сорго в выборке с размерами $l > d_я$ составляет лишь 11,7 %, рисунок 2. Принимая во внимание границы распределений других линейных размеров зерновок сорго (ширина 3,0 – 3,7 < 4,5 мм; толщина – 2,0 – 2,67 < 4,5 мм), можно считать долю зерновок (11,7 %) с превышением $d_я$ несущественной при общей оценке устойчивости их размещения в ячеях.

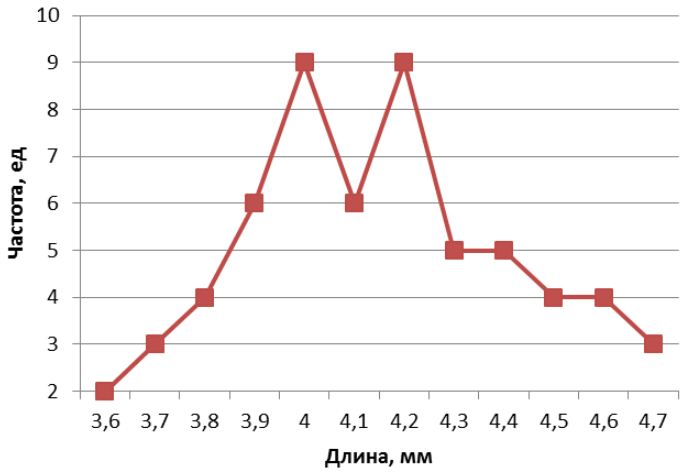

Рисунок 2 – Полигон распределения признака длины зерновок сорго

Динамика выделения семян сорго из ячменя в зависимости от величины навески ($m_н$) в ячеистом цилиндре стенда и минимальных значениях n, $\gamma_п$ и $З_и$ представлены на рисунке 3.

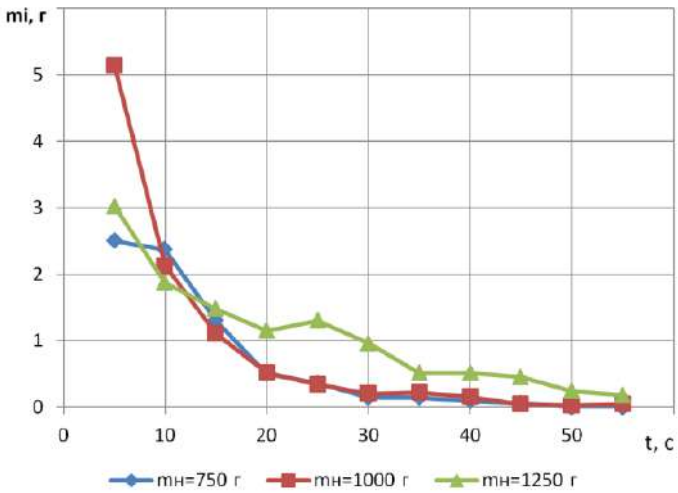

Рисунок 3 – Динамика выделения сорго в зависимости от толщины слоя при засоренности 1%, n=40 об/мин, $\gamma_п$=35°

Аналогичные закономерности получены экспериментально и для более высоких концентраций примеси ($З_и$ = 2 и 3%). Общим для всех закономерностей выделения примеси на минимальных n, $\gamma_п$ являются два обстоятельства:

− интенсивность выделения семян сорго из ячменя в первых двух интервалах времени измерений ($t_и$=5 с) носит случайный характер взаимосвязи с рассматриваемыми факторами;

− в последующих интервалах времени замеров интенсивность выделения примеси пропорциональна абсолютному ее содержанию в навеске зерносмеси ($m_н$).

Первое обстоятельство объясняется недостаточной воспроизводимостью сопоставимых условий опыта и случайным характером протекания процесса динамической сегрегации сорго в циркулирующих слоях сегмента зерносмеси в начальный период. Так из навески $m_н$ = 1000 г (рисунок 3) в первом интервале времени замеров выделилось в 2 раза больше, чем из навески $m_н$ = 1250 г, а в последующих интервалах соотношение выделяемых масс примеси меняется на противоположное.

Второе обстоятельство объясняется тем, что физико-механические свойства примесного компонента обеспечивают высокий уровень его положительной (движение к ячеистой поверхности) динамической сегрегации в циркулирующих слоях ячменя. Ранее нами было подтверждено [16], что концентрация легковыделяемой примеси в зерносмеси определяет потенциал динамической сегрегации. Особенно четко эта закономерность проявляется при $З_и$ = 3 %, где с 3-го по 11-ый интервал интенсивность выделения примеси не зависит от толщины сегмента. Однако продолжительность процесса увеличивается с ростом абсолютного количества примеси в навеске зерносмеси, таблица 1.

Таблица 1 – Взаимосвязь динамики и качества выделения семян сорго из ячменя с $m_н$ и $З_и$ при n = 40 об/мин и $\gamma_п$ = 35°

№ п/п	Условия опытов		Показатели динамики и качества процесса				
	$m_н$, г	$З_и$, %	$t_в$, с	$C_{в_{ст}}$, %	$З_{о_{ст}}$, %	$П_{ст}$, шт	$П_{ст}$, %
1	2	3	4	5	6	7	8
1	750	1	75	98,8	0,0120	45	0,308
2	1000	1	75	99,0	0,0100	26	0,133
3	1250	1	100	92,9	0,0710	21	0,086
4	750	2	60	99,87	0,0027	9	0,062
5	1000	2	70	99,05	0,0190	7	0,036
6	1250	2	95	97,6	0,0490	20	0,082
7	750	3	70	99,4	0,0140	12	0,082
8	1000	3	100	97,5	0,0750	14	0,072
9	1250	3	100	95,9	0,1220	21	0,086

Из столбца 5 таблицы 1 видна меньшая степень выделения примеси стандартной длиной ячеистой поверхности ($C_{в_{ст}}$) при $m_н$ = 1250 г, указывающая на большую продолжительность процесса полного выделения примеси при больших навесках ($m_н$).

Остаточная засоренность зерносмеси обеспечивается стандартной длиной ячеистой поверхности на приемлемом уровне. Технологические потери в опытах изменялись случайным образом. При $З_и$ = 1 % они снижались с увеличением $m_н$. В последующих опытах при $З_и$ = 2 и 3 % отмечалась обратная тенденция. Однако, во всех опытах уровень технологических потерь не высок – он не превышает 0,31 %.

Увеличение n с 40 об/мин до 45 об/мин позволяет в 1,9 раз увеличить выделенную массу семян сорго из ячменя в первом интервале времени замеров при прочих равных условиях. Однако, дальнейшее увеличение скоростного режима работы на 22 % привело к росту выделенной примеси в 1-ом интервале времени замеров лишь на 11 %. Это объясняется тем, что при минимальном подъеме верхней кромки передней стенки выводного лотка ($\gamma_п$ = 35°) скоростной режим n = 45 об/мин уже обеспечивает подачу большей части факела выброса выделенных частиц в выводной лоток, таблица 2.

Таблица 2 – Взаимосвязь динамики и качества выделения семян сорго из ячменя с n и $\gamma_п$ при $m_н$ = 750 г $З_и$ = 1 %

№ п/п	Условия опытов		Показатели динамики и качества процесса				
	n, об/мин	$\gamma_п$, град	$t_в$, с	$C_{вст}$, %	$З_{остт}$, %	$П_{ст}$, шт	$П_{ст}$, %
1	2	3	4	5	6	7	8
1	40	35	75	98,8	0,012	45	0,308
2	40	45	75	71,9	0,281	38	0,260
3	40	55	150	22,0	0,780	32	0,220
4	40	65	150	21,1	0,789	25	0,171
5	45	35	35	100	0	26	0,178
6	45	45	55	100	0	15	0,103
7	45	55	105	58	0,420	10	0,068
8	45	65	200	32,5	0,675	6	0,041
9	50	35	35	100	0	46	0,315
10	50	45	35	100	0	17	0,116
11	50	55	91	91,2	0,088	24	0,164
12	50	65	190	83,2	0,168	22	0,150
13	55	35	35	100	0	68	0,465
14	55	45	30	100	0	38	0,260
15	55	55	30	100	0	27	0,185
16	55	65	65	91,1	0,089	30	0,205

Из таблицы 2 видно, что при n = 45 об/мин и минимальном $\gamma_п$ примесь выделяется полностью за 35 с, что эквивалентно 63,6 % рабочей длины стандартного ячеистого цилиндра. С увеличением $\gamma_п$ до 45° также обеспечивается 100 %-ное выделение примеси на скоростном режиме n = 45 об/мин, но при этом используется вся длина стандартного ячеистого цилиндра. При $\gamma_п$ = 55° степень выделения примеси не превышает 58 % на стандартной длине ячеистой поверхности. Еще более неприемлемым для скоростного режима работы n = 45 об/мин является настройка выводного лотка − $\gamma_п$ = 65°. При этом $C_{вст}$= 32,5 %, а $З_{остт}$= 0,675 %.

Повышение скоростного режима работы (50 и 55 об/мин) обеспечивает 100 % выделение примеси: первый – при $\gamma_п$ = 35 – 45°; второй – при $\gamma_п$ = 35 – 55°.

В анализируемой серии опытов технологические потери закономерно снижаются с ростом $\gamma_п$ на всех скоростных режимах работы: n = 40 об/мин → с 0,308 до 0,171 %; n = 45 об/мин → с 0,178 до 0,041 %; n = 50 об/мин → с 0,315 до 0,150 %; n = 55 об/мин → с 0,465 до 0,205 %.

Следует обратить внимание на то, что при минимальном $\gamma_п$ повышенная величина технологических потерь объясняется неустойчивым размещением зерновок основной культуры в ячеях кукольного цилиндра и их ранним выпадением, позволяющим преодолеть кромку лотка, поднятую на угол 35°. Еще большие технологические потери на скоростных режимах n = 50 – 55 об/мин объясняются эффектом инерционного удержания даже неустойчиво размещенных в ячеях зерновок основной культуры, обеспечивающего приращение их выброса в отводной лоток.

С увеличением навески зерносмеси в ячеистом цилиндре до $m_н$ = 1000 г и концентрации примеси до $З_и$ = 2 % в сравнении с условиями ($m_н$ = 750 г, $З_и$ = 1 %) существенно меняются динамика и качество процесса выделения семян сорго из ячменя (таблица 3), ее выделение оказывалось более продолжительным.

Выделение примеси в условиях ($m_н$ = 750 г, $З_и$ = 1 %) до $С_в$ = 100 % продолжалось 55 с на режиме n = 45 об/мин и настройке выводного лотка $\gamma_п$ = 45°. На тех же режиме и настройке при $m_н$ = 1000 г и $З_и$ = 2% продолжительность выделения примесного компонента составила 150 с. Причем за этот продолжительный период времени (в 2,7 раза больший) достигнута степень выделения примеси лишь на уровне $С_в$ = 96,8 %. При максимальном повороте кромки выводного лотка ($\gamma_п$ = 65°) на режиме работы n = 45 об/мин динамика процесса по продолжительности и степени выделения также существенно отличается.

Таблица 3 – Взаимосвязь динамики и качества выделения семян сорго из ячменя с n и $\gamma_п$ при $m_н$ = 1000 г $З_и$ = 2%

№ п/п	Условия опытов		Показатели динамики и качества процесса				
	n, об/мин	$\gamma_п$, град	$t_в$, с	$C_{вст}$, %	$З_{остм}$, %	$П_{ст}$, шт	$П_{ст}$, %
1	2	3	4	5	6	7	8
1	40	35	70	99,05	0,019	7	0,036
2	40	45	200	63,50	0,731	13	0,067
3	40	55	300	31,70	1,367	–	–
4	40	65	400	23,95	1,521	4	0,021
5	45	35	50	100,00	0	26	0,133
6	45	45	150	96,75	0,065	11	0,056
7	45	55	300	41,80	1,164	8	0,041
8	45	65	400	33,70	1,327	4	0,021
9	50	35	35	100,00	0	48	0,246
10	50	45	55	100,00	0	49	0,251
11	50	55	165	91,10	0,178	18	0,092
12	50	65	400	45,70	1,087	5	0,026
13	55	35	50	100,00	0	90	0,462
14	55	45	55	100,00	0	32	0,164
15	55	55	105	99,60	0,006	15	0,077
16	55	65	260	92,30	0,154	14	0,072

При $m_н$ = 750 г и $З_и$ = 1 % продолжительность выделения семян сорго из ячменя до степени выделения $C_в$ = 87,5 % составила 200 с, а в случае $m_н$ = 1000 г и $З_и$ = 2 % − 400 с при меньшей степени выделения − 85,8 %. На режиме работы n = 50 об/мин и настройке выводного лотка $\gamma_п$ = 45° продолжительность процесса оказалась в 1,6 раза больше, чем при $m_н$ = 750 г и $З_и$ = 1 %.

По результатам исследований, представленным в таблице 3 видно, что для кукольного цилиндра стандартной длины оптимальная динамика процесса обеспечивается на скоростных режимах работы в диапазоне коэффициента кинематического режима K = 0,419 – 0,508, что соответствует диапазону скоростей натурного ячеистого цилиндра диаметром 0,6 м – n = 35,4 – 38,9 об/мин (на стенде этот диапазон – n = 50 – 55 об/мин). Диапазон настройки выводного лотка при этом составляет $\gamma_п$=35 – 45°.

Относительно технологических потерь установлено, что с уменьшением числа циркулирующих слоев (с уменьшением $m_н$) они возрастают. Абсолютное число потерь при $m_н$ = 750 г в 16-ти опытах составило 424 зерновки основной культуры, а при $m_н$ = 1000 г – 344 зерновки, что в 1,23 раза меньше. Причем во втором случае 344 зерновки выделены в отводной лоток за суммарную продолжительность 16-ти опытов в 2995 с, а в первом случае – 424 зерновки основной культуры выведены в отводной лоток за 1356 с, что 2,2 раза меньше.

Сопоставление результатов опытов показывает, что величина технологических потерь является случайной. Так в опытах 10 и 11 (таблица 2) величины потерь зерновок основной культуры имеют обратную связь с величиной $\gamma_п$ относительно ожидаемой. Большему значению $\gamma_п$ в 11-ом опыте соответствовали большие потери зерновок (24 шт.), чем в 10-ом опыте при меньшем $\gamma_п$ (17 шт.). И в 12-ом опыте потерь больше даже при максимальном значении $\gamma_п$.

На рисунке 4 показана динамика выделения семян сорго из ячменя при оптимальных режимах работы стенда (n = 55 об/мин, $\gamma_п$ = 45°) в зависимости от величины исходной засоренности зерносмеси ($З_и$). Выделенные навески в опытах приведены к равному интервалу времени замеров ($t_и$ = 10 с).

Из рисунка 4 видно, что интенсивность выделения примесных частиц пропорциональна величине исходной засоренности ($З_и$). В первом интервале числовому ряду исходных концентраций примеси (1 – 2 – 3) соответствует числовой ряд соотношений выделенных масс примеси (1 – 2,1 – 2,9). Во втором интервале времени замеров ($t_и$=10 с) соответствующий числовой ряд соотношений выделенных масс примеси выглядит так: 1 – 1,55 – 3,6.

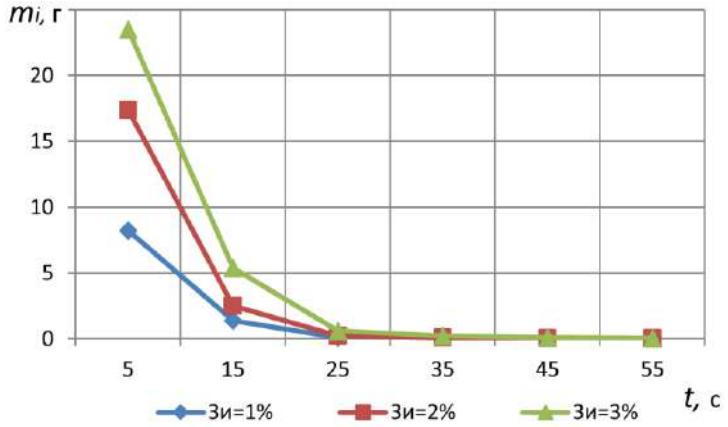

Рисунок 4 – Динамика выделения сорго из ячменя в зависимости от $З_и$
при n=55 об/мин, $m_н$=1000 г и $\gamma_п$=45° в зависимости от $З_и$

Для второго интервала характерны большие отклонения от соответствия указанным выше числовым пропорциям, но суммарно (по всем интервалам) эти пропорции сохраняются, так как величины контролируемых периодов времени отличаются незначительно. Они изменяются в диапазоне 40 – 60 с. В этом диапазоне сохраняется и пропорциональность продолжительности 100 %-го выделения примесного компонента и величины исходной засоренности зерносмеси.

С ростом навески до $m_н$ = 1250 г при тех же скоростном режиме (n = 55 об/мин) и настройке выводного лотка ($\gamma_п$ = 45°) продолжительность выделения увеличивается до $t_в$ = 70 с, хотя за $t_в$ = 55 с, соответствующее продолжительности движения сегмента зерносмеси на всю длину стандартного кукольного цилиндра выделяется 99,7 % примеси при $З_и$ = 2 %. Визуально динамика выделения семян сорго из ячменя при указанных выше условиях представлена на рисунке 5.

Рисунок 5 – Динамика выделения семян сорго из ячменя
при $m_н$=1250 г; $З_и$=2%; n=55 об/мин; $\gamma_п$=45°

Из рисунка 5 видно, что в первых двух интервалах времени измерений по $t_и$ = 10 с выделяется 94,4 % примеси. Интенсивная динамика процесса в его начале объясняется ярко выраженным для этого вида примеси эффектом динамической сегрегации в циркулирующих слоях зерносмеси.

Выводы. При минимальных n и $\gamma_п$ динамика выделения семян сорго из ячменя имеет случайный характер взаимосвязей с числом циркулирующих слоев в сегменте и исходной засоренностью зерносмеси. При оптимальных значениях скоростного режима работы (n =

55 об/мин) и настроечного параметра ($\gamma_n = 45°$) процесс протекает лавинообразно – в первых двух интервалах времени замеров выделяется 94,4 % примеси, а величина выделяемых масс примеси пропорциональна исходной засоренности зерносмеси. Технологические потери носят случайный характер, но со снижением числа циркулирующих слоев зерносмеси в сегменте они возрастают.

Список литературы

1. Горячкин, В.П. Собрание сочинений: в 3-х томах. – М.: Колос. – 1965. – Т. 1. – С. 244-253; – Т. 2. – С. 179-185.

2. Летошнев М.Н. О движении зерна внутри горизонтального вращающегося цилиндра // Сборник науч.-техн. работ Ленинградского института механизации сельского хозяйства. – Сельхозгиз, 1950. – Вып. 7.

3. Полетаев С.В. Применение, устройство и расчет триеров // Теория, конструкция и производство сельскохозяйственных машин / ВНИИ с/х машиностроения. – М., Л.: Сельхозиздат., 1936. – Т. 3. – С. 587-627.

4. Блох З.Ш. Теория триера //Сельскохозяйственные машины. – 1935. – № 2. – С. 17-20.

5. Павловский Г.Т. Экспериментальное обоснование выбора параметров цилиндрических триеров // Сборник трудов по земледельческой механике. – М. – Л.: Сельхозгиз, 1952. – С. 231-248.

6. Павловский Г.Т. Исследование технологического процесса в цилиндрических триерах // Сборник науч. тр. ВИМ. –1952. – Т.17.

7. Летошнев М.Н. Сельскохозяйственные машины, теория, расчет, проектирование и испытание. – М., Л.: Сельхозгиз, 1955. – 856 с.

8. Урханов Н.А. Технология очистки зерна и основы расчета рабочих органов зерноочистительных машин: учебу. пос. – Иркутск, Улан-Удэ, 1984. – 167 с.

9. Лурье А.Б. Расчет и конструирование сельскохозяйственных машин. – Л.: Машиностроение, 1997. – 526 с.

10. Соколов А.Я. Технологическое оборудование предприятий по хранению и переработке зерна. – 4-е изд.: доп. и перераб. – М.: Колос, 1975. – 495 с.

11. Листопад Г.Е. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. – М.: Агропромиздат, 1986. – 687 с.

12. Патент РФ № 2616201 Стенд для испытаний ячеистых поверхностей / Н.П. Тишанинов, А.В. Анашкин. – № 2016108182; заявл. 09.03.2016, опубл. 13.04.2017, Бюл. № 11.

13. Патент РФ № 2647526 Прибор для выделения примесей из зерносмесей / Н.П. Тишанинов, А.В. Анашкин. – № 2017114302; заявл. 24.04.2017, опубл. 16.03.2018, Бюл. № 8.

14. Тишанинов Н.П., Анашкин А.В. Модернизированный прибор для выделения примесей из зерносмесей – “ТИАН – 1” // Сельский механизатор. – 2019. – № 1. – С. 4-5.

15. Тишанинов Н.П., Анашкин А.В. Интенсивность выделения зерновок основной культуры из зерносмесей с длинными примесями // Вестник АПК Верхневолжья. . – 2019. – №3 (47). – С. 74-77.

16. Тишанинов Н.П., Анашкин А.В. Качество выделения семян горчицы и сорго из пшеницы ячеистыми поверхностями // Наука в центральной России. – 2017. – № 3 (27). – С. 42-48.

References

1. Goryachkin, V.P. Sobranie sochinenij: v 3-h tomah. – M.: Kolos. – 1965. – T. 1. – S. 244-253; – T. 2. – S. 179-185.

2. Letoshnev M.N. O dvizhenii zerna vnutri gorizontal'nogo vrashchayushchegosya cilindra // Sbornik nauch.-tekhn. rabot Leningradskogo instituta mekhanizacii sel'skogo hozyajstva. – Sel'hozgiz, 1950. – Vyp. 7.

3. Poletaev S.V. Primenenie, ustrojstvo i raschet trierov // Teoriya, konstrukciya i proizvodstvo sel'skohozyajstvennyh mashin / VNII s/h mashinostroeniya. – M., L.: Sel'hozizdat., 1936. – T. 3. – S. 587-627.

4. Bloh Z.SH. Teoriya triera //Sel'skohozyajstvennye mashiny. – 1935. – № 2. – S. 17-20.

5. Pavlovskij G.T. Eksperimental'noe obosnovanie vybora parametrov cilindricheskih trierov // Sbornik trudov po zemledel'cheskoj mekhanike. – M. – L.: Sel'hozgiz, 1952. – S. 231-248.

6. Pavlovskij G.T. Issledovanie tekhnologicheskogo processa v cilindricheskih trierah // Sbornik nauch. tr. VIM. –1952. – T.17.

7. Letoshnev M.N. Sel'skohozyajstvennye mashiny, teoriya, raschet, proektirovanie i ispytanie. – M., L.: Sel'hozgiz, 1955. – 856 s.

8. Urhanov N.A. Tekhnologiya ochistki zerna i osnovy rascheta rabochih organov zernoochistitel'nyh mashin: ucheb. pos. – Irkutsk, Ulan-Ude, 1984. – 167 s.

9. Lur'e A.B. Raschet i konstruirovanie sel'skohozyajstvennyh mashin. – L.: Mashinostroenie, 1997. – 526 s.

10. Sokolov A.YA. Tekhnologicheskoe oborudovanie predpriyatij po hraneniyu i pererabotke zerna. – 4-e izd.: dop. i pererab. – M.: Kolos, 1975. – 495 s.

11. Listopad G.E. Sel'skohozyajstvennye i meliorativnye mashiny. – M.: Agropromizdat, 1986. – 687 s.

12. Patent RF № 2616201 Stend dlya ispytanij yacheistyh poverhnostej / N.P. Tishaninov, A.V. Anashkin. – № 2016108182; zayavl. 09.03.2016, opubl. 13.04.2017, Byul. № 11.

13. Patent RF № 2647526 Pribor dlya vydeleniya primesej iz zernosmesej / N.P. Tishaninov, A.V. Anashkin. – № 2017114302; zayavl. 24.04.2017, opubl. 16.03.2018, Byul. № 8.

14. Tishaninov N.P., Anashkin A.V. Modernizirovannyj pribor dlya vydeleniya primesej iz zernosmesej – "TIAN – 1" // Sel'skij mekhanizator. – 2019. – № 1. – S. 4-5.

15. Tishaninov N.P., Anashkin A.V. Intensivnost' vydeleniya zernovok osnovnoj kul'tury iz zernosmesej s dlinnymi primesyami // Vestnik APK Verhnevolzh'ya. . – 2019. – №3 (47). – S. 74-77.

16. Tishaninov N.P., Anashkin A.V. Kachestvo vydeleniya semyan gorchicy i sorgo iz pshenicy yacheistymi poverhnostyami // Nauka v central'noj Rossii. – 2017. – № 3 (27). – S. 42-48.

Сведения об авторах

Принадлежность к организации

Тишанинов Николай Петрович – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г. Тамбов, e-mail: vniitinlab5@mail.ru.

Анашкин Александр Витальевич – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г. Тамбов, e-mail: av-anashkin@mail.ru.

Тишанинов Константин Николаевич – кандидат технических наук, старший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г. Тамбов, e-mail: tishaninovkn@rambler.ru.

Альшинайиин Хайдер Джамил Джабер – ведущий конструктор Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г. Тамбов, e-mail: haiderjjsh2000@yahoo.com.

Author credentials

Affiliations

Tishaninov Nikolai – Full Doctor of Technical Sciences, Professor, Chief Researcher of Federal State Budgetary Scientific Institution "All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture", Russia, Tambov, e-mail: vniitinlab5@mail.ru.

Anashkin Alexander – Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher of Federal State Budgetary Scientific Institution "All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture", Russia, Tambov, e-mail: av-anashkin@mail.ru.

Tishaninov Konstantin – Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher of Federal State Budgetary Scientific Institution "All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture", Russia, Tambov, e-mail: TishaninovKN@rambler.ru.

Alshinayyin Haider – lead designer of Federal State Budgetary Scientific Institution "All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture", Russia, Tambov, e-mail: haiderjjsh2000@yahoo.com.

Поступила в редакцию (Received): 11.03.2021 Принята к публикации (Accepted): 14.04.2021