

А.А. Абидуев, канд. техн. наук, доц.
Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова
Ал.А. Абидуев, соискатель
Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления

УДК 631.362.34.0

ВЫБОР РАЗМЕРА ЯЧЕЕК ТРИЕРНЫХ ЦИЛИНДРОВ

Обоснована методика выбора размера ячеек триерных цилиндров зерноочистительных машин. Размер ячеек необходимо выбирать кратным максимальной длине коротких зерен.

Ключевые слова: овсюжный и кукольный цилиндры, размеры ячеек, длинные и короткие примеси.

A.A. Abiduev, Cand. Sc. Engineering, Assoc. Prof.
Al.A. Abiduev, P.G.

POCKET SIZING OF CYLINDERS

The article describes the technique of pocket sizing of grain cleaners' cylinders. The pocket size must be multiple of the maximum length of short grains.

Key words: oat and cockle cylinders, pocket size, long and short impurities.

Качество высеваемых семян пшеницы в хозяйствах Забайкалья низкое в основном по засоренности. В очищенных семенах содержатся длинные (овсюг, овес) и короткие примеси (татарская гречиха и др.).

Качественные показатели процесса очистки семян по длине зависят от размера ячеек и положения рабочей кромки желоба триерного цилиндра [1, 2]. Выбор размера (диаметра) ячеек триерного цилиндра по существующей методике – равного максимальной длине коротких зерен – не обеспечивает высокого качества очистки семян.

Рациональные размеры ячеек могут быть обоснованы путем изучения размерных характеристик семян и их примесей и исследования процесса очистки семенного зерна по длине. Длина семян пшеницы изменяется от 4,0 до 7,2 мм, татарской гречихи – от 4,0 до 5,2, овсюга – от 8,0 до 13,6 мм [3].

Для эффективной очистки семян по длине необходимо выбирать триерный цилиндр с такими ячейками, чтобы короткие зерна занимали бы в них более устойчивое положение, чем длинные. Такое условие может быть выполнено тогда, когда диаметр ячеек будет превышать максимальную длину коротких зерен. Для обоснования методики выбора размера ячеек овсюжного цилиндра рассмотрим процесс выпадения зерновки из его ячейки опрокидыванием вокруг своей нижней точки опоры. Схема сил, действующих на зерновку в ячейке вращающегося цилиндра с учетом момента сопротивления качению при принятых допущениях, представлена на рисунке 1.

Опрокидывание зерновки из ячейки цилиндрического триера, согласно составленной схеме действующих на него сил, может быть описано дифференциальным уравнением:

$$I \frac{d^2 \varepsilon}{dt^2} = [mg \sin(\beta + \varepsilon) - m\omega^2 R \cos \varepsilon] l_{\text{ц}} - k[mg \cos(\beta + \varepsilon) + m\omega^2 R \sin \varepsilon - F_K], \quad (1)$$

где I – момент инерции зерновки относительно нижней точки опоры, кг·м²;

γ – угол наклона продольной оси зерновки к дну ячейки, град;

t – время опрокидывания зерновки, с; m – масса зерновки, кг;

g – ускорение силы тяжести, м/с²;

α – угол наклона радиуса цилиндра, проведенного через центр массы зерновки, к его горизонтальному диаметру, град.;

$l_{\text{ц}}$ – расстояние от нижнего края зерновки до ее центра массы, м;

ω – угловая скорость вращения цилиндра триера, c^{-1} ;
 k – коэффициент трения качения зерновки;
 F_K – кариолисова сила инерции зерновки, н.

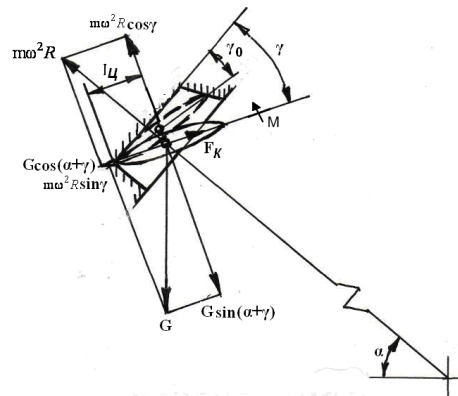


Рис. 1. Схема сил, действующих на зерновку при выпадении из ячейки триерного цилиндра опрокидыванием вокруг своей нижней точки опоры

Кариолисова сила инерции зерновки $F_R = 2m\omega_{on}V_{om}$ (где ω_{on} – угловая скорость опрокидывания зерновки из ячейки триера, c^{-1} ; V_{om} – относительная скорость центра массы зерновки, м/с).

После подстановки значения момента инерции и кариолисовой силы инерции зерновки в выражение (1) и преобразования получим дифференциальное уравнение опрокидывания зерновки из ячейки триерного цилиндра в виде:

$$\frac{d^2\gamma}{dt^2} = \frac{3q}{4l_u} \left[\sin(\alpha + \gamma) - K \cos \gamma - k \left(\frac{\cos(\alpha + \gamma)}{l_u} + \frac{K \sin \gamma}{l_u} - \frac{2\omega_{on}^2}{g} \right) \right], \quad (2)$$

где K – кинематический режим работы триерного цилиндра.

Дифференциальное уравнение второго порядка (2) можно записать в виде системы дифференциальных уравнений первого порядка:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d\gamma}{dt} &= \omega_{on} \\ \frac{d\omega_{on}}{dt} &= \frac{3q}{4l_u} \left[\sin(\alpha + \gamma) - K \cos \gamma - k \left(\frac{\cos(\alpha + \gamma)}{l_u} + \frac{K \sin \gamma}{l_u} - \frac{2\omega_{on}^2}{g} \right) \right] \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Полученная система уравнений (3) может быть решена численным методом Рунге-Кутты четвертого порядка. В результате расчетов установлено, что углы выпадения семян овсяга и пшеницы из ячеек цилиндра не перекрываются при соотношении диаметра ячейки и максимальной длины коротких зерен (семян основной культуры) $\mu = 1,10-1,25$ (рис. 2).

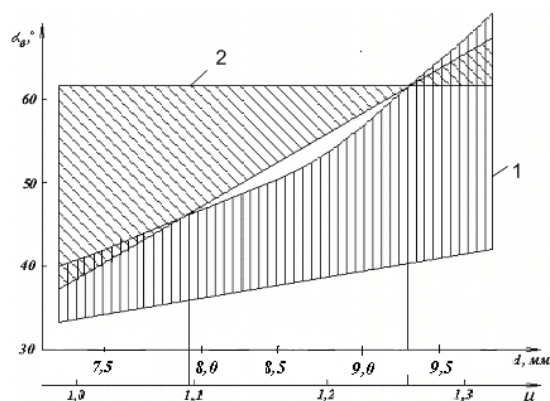


Рис. 2. Зависимость угла выпадения длинных (овсюга) и коротких зерен (пшеницы) ячеек овсюжного цилиндра от соотношения диаметра ячеек и максимальной длины семян основной культуры μ : 1 – зона выпадения длинных примесей; 2 – зона выпадения семян

Для проверки результатов теоретических исследований была осуществлена очистка семян пшеницы от длинных примесей в лабораторном триере К-292 с диаметром ячеек 7,1–9,0 мм при частоте вращения цилиндра 68 об/мин и различных положениях рабочей кромки желоба.

При подъеме рабочей кромки желоба овсюжного цилиндра путем поворота его по часовой стрелке повышается полнота выделения овсюга из семян пшеницы, однако при этом возрастают потери семян в отходы. Полнота выделения овсюга из семян пшеницы в лабораторном триере с диаметром ячеек 8 мм (при допустимых по агротребованиям потерь семян в отходы) выше, чем в триере с ячейками 7,1 мм, в среднем на 17%. Полнота выделения овсюга из семян пшеницы в лабораторном триере с диаметром ячеек 9 мм ниже, чем в триере с ячейками 8 мм, в среднем на 4%.

При выборе размера ячеек по существующей методике – равно максимальной длине коротких зерен (семян основной культуры) – полнота выделения длинной примеси невысокая и составляет 0,86. Высокая полнота выделения овсюга из семян пшеницы при обработке зерна в овсюжных цилиндрах с диаметром ячеек 7,1–9,0 мм достигается в цилиндрах с ячейками 8,0 и 8,5 мм, т.е. при соотношении диаметра ячеек и максимальной длины коротких зерен (семян пшеницы) $\mu=1,1-1,2$. Таким образом, диаметр ячеек овсюжного цилиндра необходимо выбирать равным 1,1–1,2 максимальной длины семян основной культуры.

Решением системы уравнений (3) также были определены углы выпадения длинных (семян пшеницы) и коротких зерен (татарской гречи) из ячеек цилиндров лабораторного триера К-292 опрокидыванием вокруг своей нижней точки опоры (рис. 3).

Зоны выпадения длинных (семян пшеницы) и коротких зерен (семян татарской гречи) из ячеек кукольных цилиндров не перекрываются при соотношении диаметра ячейки d и максимальной длины коротких зерен (примесей) $\mu=1,05-1,15$ (см. рис. 3).

Полнота выделения коротких примесей (татарской гречи) в кукольных цилиндрах с диаметром ячеек 5,0 мм, установленном в триерных блоках агрегатов и комплексов, составляет 0,70–0,75 при потерях семян в отходы 3–7%. Полнота выделения коротких примесей в кукольном цилиндре с диаметром ячеек 5,6 мм выше, чем в цилиндре с ячейками 5,0 мм в среднем на 20%. Полнота выделения коротких примесей в кукольном цилиндре с диаметром ячеек 6,3 мм ниже, чем в цилиндре с ячейками 5,6 мм, в среднем на 8%. При опускании рабочей кромки желоба кукольного триера путем поворота его против часовой стрелки качество очистки семян от коротких примесей повышается, однако при этом возрастают потери семян в отходы.

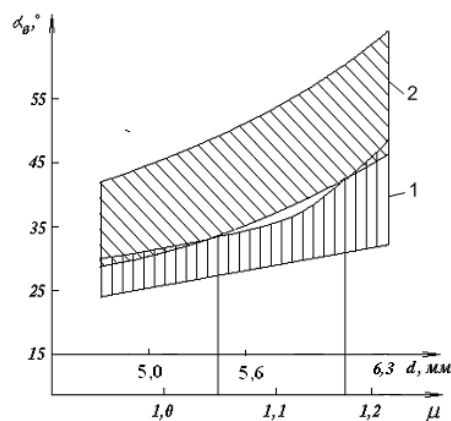


Рис. 3. Зависимость угла выпадения семян пшеницы и татарской гречихи из ячеек кукольного цилиндра от соотношения диаметра ячеек и максимальной длины коротких примесей μ :

1 – зона выпадения семян; 2 – зона выпадения коротких примесей

При выборе размера ячеек по существующей методике (равным максимальной длине коротких примесей) полнота выделения татарской гречихи невысокая и составляет 0,75-0,80. Наиболее высокая полнота выделения татарской гречихи из семян пшеницы достигается при обработке их в лабораторном триере с диаметром ячеек 5,6 мм.

Высокая полнота выделения татарской гречихи из семян пшеницы в лабораторном триере достигается при соотношении диаметра ячейки и максимальной длины коротких примесей $\mu = 1,05-1,10$. Таким образом, диаметр ячеек кукольного цилиндра необходимо выбрать равным 1,05–1,10 максимальной длины коротких примесей.

Выбрав овсюжный и кукольный цилиндры с рекомендуемыми размерами ячеек, необходимо установить рабочие кромки их желобов в определенное положение. Теоретическими и экспериментальными исследованиями обоснованы значения угла установки рабочих кромок желобов овсюжного и кукольного цилиндров к их горизонтальному диаметру.

Значение угла наклона рабочей кромки желоба триерного цилиндра зависит от частоты вращения рабочего органа и засоренности исходного зерна. Так, при установленной, как правило, частоте вращения овсюжного и кукольного цилиндров триерного блока ЗАВ-10 90000А 45 об/мин рабочие кромки их желобов рекомендуется установить соответственно под углом 50-60 и 45-55°. Если в выходе из овсюжного цилиндра содержание длинных примесей превышает допустимое значение, то рабочую кромку желоба следует приподнять путем поворота его по часовой стрелке. В случае отсутствия длинных примесей в очищенном материале рабочую кромку желоба можно попытаться опустить, что обеспечивает повышение производительности триера. Нагрузку на овсюжный цилиндр устанавливают такой, чтобы потери семян в отходы при обеспечении высокого качества очистки зерна не превышали допустимое значение по агротехническим требованиям (3%).

Если в выходе с кукольного цилиндра содержание коротких примесей (татарской гречихи) превышает допустимое значение, то рабочую кромку желоба следует опустить путем поворота его против часовой стрелки.

Таким образом, диаметр ячеек овсюжного цилиндра необходимо выбирать равным 1,1–1,2 максимальной длины семян основной культуры, кукольного цилиндра – равным 1,05–1,10 максимальной длины коротких примесей. Рабочую кромку желоба овсюжного цилиндра рекомендуется в зависимости от засоренности зерна установить под углом 50–60°, кукольного цилиндра – под углом 45–55°.

Библиография

1. Горюхов В.Г. Некоторые основы индустриальной технологии обработки семенного зерна // Науч.-техн. бюл. ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние. НИИ механизации и электрификации сел. хоз-ва. – Вып. 2,3. Интенсификация технологических процессов и организация уборки и переработки зерновых культур. – 1975. – С. 55–65.

2. Демин Г.С., Павловский Г.Т., Теленгатор М.А. и др. Очистка зерна на хлебоприемных предприятиях – М.: Колос, 1968. – 288 с.

3. Абидуев А.А. Интенсификация процесса сепарации семенного зерна. – Улан-Удэ: Изд-во БГСХА. – 2007. – 131 с.

Bibliography

1. Gorokhov V.G. Some basics of the industrial processing technology of seed grain // Scientific and Technical Bulletin of Academy of Agricultural Sciences. Siberian branch. Scientific-Research Institute of mechanization and electrification of agriculture. Issue 2, 3. Intensification of technological processes and organization of grain crops gathering and processing. – 1975. – P. 55–65.

2. Demin G.S., Pavlovsky G.T., Telengator M.A. et al. Grain cleaning at grain-collecting stations. – М.: Kolos, 1968. – 288 p.

3. Abiduev A.A. Intensification of the process of seed grain separation. – Ulan-Ude: Publishing House of BSAA. – 2007. – 131 p.