

5. Kudryavtsev I.F., Shklyar O.S., Matyunina L.N. Avtomatizatsiya proizvodstvennykh protsessov na fermakh. – М.: Kolos, 1976. – 288 с.

6. Korolev V.A. Dinamika protsessov elektrodnoogo nagreva zhidkosti: uchebnoe posobie. – L.: Izd-vo Leningradskogo ordena Tru-

dovogo Krasnogo Znameni sel'skokhozyaistvennogo instituta, 1988. – 40 с.

7. Basov A.M., Bykov V.G., Laptev A.V., Fain V.B. Elektrotekhnologiya. – М.: Agropromizdat, 1985. – 256 с.



УДК 631.362

Н.И. Стрикунов, С.В. Леканов
N.I. Strikunov, S.V. Lekanov

**ПОВЫШЕНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ
ДЕЛИТЕЛЬНОГО РЕШЕТА ЦЕНТРОБЕЖНО-РЕШЕТНОГО ВОРОХООЧИСТИТЕЛЯ**

**INCREASE OF THROUGHPUT CAPACITY OF DIVIDING SCREEN
OF CENTRIFUGAL SIEVE PRECLEANING SEPARATOR**

Ключевые слова: делительное решето, зерновой материал, питатель, пропускная способность, кольцевой зазор, гребок, угловая скорость, окружная скорость.

Keywords: dividing screen, grain material, feeding device, throughput capacity, circular clearance, skim bar, angular rate, circumferential speed.

Одним из наиболее существенных способов дальнейшего повышения эффективности сепарирования является предварительная подготовка зернового материала, заключающаяся в расслоении его путем пропуска через коническое делительное решето перед поступлением на сепарирующую поверхность цилиндрического решета. Раскрыта и оценена возможность интенсификации процесса сепарации за счет использования делительного решета. Определены рациональные параметры устройства для предварительной подготовки зернового материала. Для обоснования параметров и аналитического определения требуемой пропускной способности делительного решета разработана конструктивная схема устройства. Показана эффективность применения делительного решета в технологической схеме центробежно-решетного ворохоочистителя при обработке различных культур. Исследования в области центробежно-решетного сепарирования показывают, что на процесс сепарирования существенное влияние оказывают конструктивно-кинематические и технологические параметры. Особенно ощутима их взаимосвязь при работе сепаратора в режиме ворохоочистителя. Показано теоретически и подтверждено экспериментально предложенное новое техническое решение. Эти исследования подтверждают на целесообразность применения гребков в конструкции машины.

One of the most substantial methods for further separation improvement is preliminary preparation of grain, its separation by means of passing it through conical dividing screen before feeding to the separating surface of cylindrical screen. The possibility to intensify the separation process by means of dividing screen application is revealed and appraised. Reasonable parameters of the device for preliminary preparation of grain are defined. The structural design of dividing screen is developed in order to provide rationalization for parameters and analytical definition of the dividing screen throughput requirement. The efficiency of the dividing screen application in the technological scheme of centrifugal-screen precleaning separators in the process of different crops treatment is proved. The research of centrifugal-screen separation shows that the process of separation is sufficiently influenced by constructive-kinematic and technological parameters. The relationship of those parameters is especially important when the separator works in the mode of precleaning separation. The proposed new technology concept is theoretically shown and experimentally proved. The research shows the efficiency of skim bar application in the machine design.

Стрикунов Николай Иванович, к.т.н., доцент, каф. сельскохозяйственных машин, Алтайский государственный аграрный университет. Тел. (3852) 62-83-60. E-mail: agau@asau.ru.

Леканов Сергей Валерьевич, к.т.н., доцент, каф. сельскохозяйственных машин, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-83-60. E-mail: agau@asau.ru.

Strikunov Nikolai Ivanovich, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Chair of Agricultural Machinery, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-83-60. E-mail: agau@asau.ru.

Lekanov Sergey Valeryevich, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Chair of Agricultural Machinery, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-83-60. E-mail: agau@asau.ru.

Введение

С целью повышения основных показателей работы центробежно-решетного сепаратора применено делительное решето для предварительной подготовки зернового материала перед поступлением его на цилиндрическое решето. В принятой схеме сепаратора процесс предварительной подготовки осуществляется в единой технологической схеме, позволяющей реализовать в достаточной мере возможности разработанного способа сепарации [1].

Так как возможности центробежно-решетного сепаратора не ограничиваются работой только в режиме овсюгоотборника, но и в режиме ворохоочистителя, то к устройству для предварительной подготовки зернового материала (питатель и делительное решето) должны предъявляться следующие технологические требования: устройство должно быть работоспособным при изменении подач в диапазоне 25-50 т/ч, при обработке различных культур и на влажном материале.

Цель, задачи. Для подачи сыпучих материалов на сепарирующую поверхность центробежных решет, других вращающихся поверхностей, а также в зону кольцевых воздушных систем применяются различные типы питающих устройств [2-4]. Каждое из питающих устройств должно рассматриваться, исходя из конкретных условий работы и его прямого назначения в данном рабочем органе. В технологическом процессе сепаратора питатель принимает на себя частицы зернового материала, раскручивает их и с определенной скоростью сбрасывает на делительное решето.

Практический опыт показывает, что питатель в виде горизонтального диска с лопастями не обеспечивает требуемой производительности, так как он создает затор потоку зернового материала при больших подачах. Поэтому питатель должен быть выполнен в виде конуса с углом β_{π} при вершине меньше 90° . Однако при слишком малом угле раскрытия конуса зерно будет двигаться с большой скоростью по поверхности питателя вниз и не успеет раскрутиться, следовательно, не прижмется к внутренней поверхности делительного решета. В этом случае возможно увеличение осыпи зернового материала. Таким образом, питатель должен быть кониче-

ским, а угол β_{π} при вершине конуса должен быть таким, при котором обеспечивается раскрутка зернового материала и последующее отбрасывание его на поверхность делительного решета.

Для обеспечения раскрутки необходимо, чтобы зерновой материал при встрече с поверхностью питателя не отскакивал, а продолжал скользить. В действительности отскакивание зерна от поверхности питателя возможно только при движении единичных зерен, а при движении потока материала отскакивание зерна после удара будет невозможно [5-7].

По исследованиям П.А. Патрина [8] граничный угол удара зерновки о плоскость, при котором удар заканчивается скольжением, определяется неравенством:

$$\gamma_{гр} = \arctg[2f(1 + K)], \quad (1)$$

где f – коэффициент трения;

K – коэффициент восстановления;

γ – угол между начальной скоростью движения частицы и нормалью поверхности конуса.

Применительно к конусу питателя

$$\beta_{\pi} = 90^{\circ} - \gamma. \quad (2)$$

Известно, что коэффициент восстановления K для пшеницы уменьшается по линейному закону с увеличением влажности. Учитывая изменение коэффициентов трения при изменении влажности и коэффициента K , а также взаимосвязь между углами β_{π} и γ , получим приемлемые значения угла раскрытия конуса $\beta_{\pi} = 35...47^{\circ}$, при которых будет обеспечиваться скольжение частицы после удара ее о поверхность конуса.

После схода с питателя зерно продолжает двигаться в кольцевом зазоре δ между питателем и делительным решетом (рис. 1). Величина кольцевого зазора оказывает существенное влияние на пропускную способность последнего.

Секундная пропускная способность, кг/с:

$$q_c = V_{oc} \cdot F_{\delta} \cdot \rho \cdot \xi_F, \quad (3)$$

где $V_{oc} = \dot{x} \cdot \cos \beta_{\pi}$;

ξ_F – коэффициент заполнения сечения;

F_{δ} – площадь кольцевого зазора.

Величину требуемого кольцевого зазора определим, исходя из заданной производительности q_c , находим величину потребной площади кольцевого зазора F_{δ} , приняв осе-

вую скорость $V_{oc} = 0,7$ м/с, $\xi_F = 0,9$, $\rho = 700$ кг/м³.

$$F_{\delta} = \frac{q_c}{V_{oc} \cdot \rho \cdot \xi_F}, \quad (4)$$

где $q_c = \frac{Q}{3,6}$;

Q – производительность центробежно-решетного ворохоочистителя, т/ч.

Требуемая величина кольцевого зазора равна:

$$\delta = \frac{F_{\delta}}{2\pi \bar{r}_{cp}}, \quad (5)$$

где \bar{r}_{cp} – средний радиус кольцевого пространства.

Расчеты показывают, что для производительности $Q = 50$ т/ч кольцевой зазор $\delta = 30$ мм.

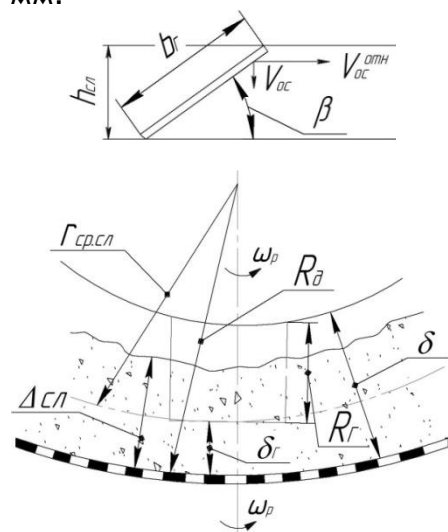


Рис. 1. Схема к обоснованию параметров кольцевого зазора между питателем и делительным решетом

Однако экспериментальные исследования сепаратора в режиме ворохоочистителя показали, что величина кольцевого зазора должна быть больше и в значительной степени зависит от состава зернового материала и его физико-механических свойств, а также нагрузки и кинематического режима.

Для повышения пропускной способности кольцевого зазора в нижней части питателя можно установить гребки. Принимаем условие, что зерновой слой вращается со скоростью $\omega_{сл} < \omega_p$.

Количество зерна, перемещаемого гребками за один оборот:

$$q_{сл} = V_{сл} \cdot \rho, \quad (6)$$

Один гребок за 1 оборот в относительном движении продвинет кольцевой слой объемом, равным:

$$V_{сл} = h_{сл} \cdot \Delta_{сл} \cdot 2\pi r_{ср.сл}, \quad (7)$$

где $h_{сл} = b_r \cdot \sin\beta$;

$\Delta_{сл}$ – толщина слоя при заторе;

$$r_{ср.сл} = R_d - \frac{\Delta_{сл}}{2}.$$

Если в нижней части питателя число гребков z , то они продвинут количество зерна q_z :

$$q_z = z \cdot q_{сл}. \quad (8)$$

Секундная подача всех гребков составит:

$$q_c = q_z \cdot n_c,$$

где $n_c = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{\omega_p - \omega_{сл}}{2\pi}$.

Сделав преобразования с учетом формул (6-8), получим:

$$q_c = (\omega_p - \omega_{сл}) \cdot z \cdot h_{сл} \cdot \Delta_{сл} \cdot r_{ср.сл} \cdot \rho, \quad (9)$$

Подсчеты показывают, что поставленные гребки $z=6$ дают возможность существенно повысить пропускную способность кольцевого зазора. Это обеспечит полную загрузку сепаратора при его работе в режиме ворохоочистителя.

При определенной величине кольцевого зазора делительное решето при сравнительно небольшой площади в принципе способно пропустить через отверстия основную массу поступающего в сепаратор зерна.

Просеиваемость P делительного решета оцениваем показателем, %:

$$P = \frac{P_1}{P_1 + P_2} = \frac{P_1}{Q_0}, \quad (10)$$

где P_1, P_2 – количество, соответственно, проходного и сходового материала.

Опыты показали, что просеиваемость существенно изменяется с изменением подачи (начальной загрузки) и скорости вращения делительного решета.

При обработке зернового материала различных культур необходимо предусматривать изменение величины кольцевого зазора (рис. 2).

Из представленных зависимостей следует, что максимальное значение просеиваемости делительного решета, достигнуто при окружной скорости вращения $V_p = 3,25-3,5$ м/с.

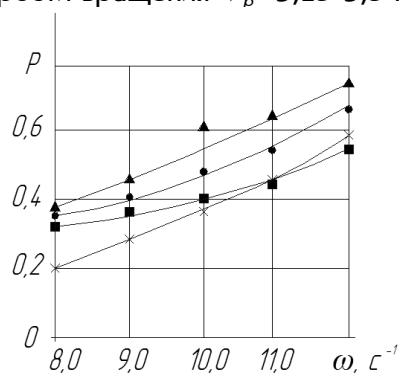


Рис. 2. Изменение просеиваемости в зависимости от угловой скорости делительного решета на различных культурах при $Q_0=25$ т/ч:

▲ - пшеница; ● - рожь; ■ - ячмень; × - овес.

В конструкции ворохоочистителя делительное и цилиндрические решета вращаются с одинаковой скоростью, а величина кольцевого зазора может устанавливаться в зависимости от вида обрабатываемой культуры путем

перемещения питателя по направляющей втулке в осевом направлении.

Выводы

1. Обоснованы параметры устройства для предварительной подготовки зернового материала. Установлена величина кольцевого зазора $\delta=30$ мм, число гребков на питателе $z=6$ шт., что соответствует пропускной способности решета $Q=50$ т/ч.

2. Предварительная подготовка зернового материала при работе сепаратора в режиме ворохоочистителя обеспечивает повышение эффективности процесса сепарации.

3. Центробежно-решетный ворохоочиститель может использоваться в поточных линиях для обработки продовольственного зерна.

Дальнейшие исследования целесообразно вести в направлении разработки подсевного блока ворохоочистителя, сочетающего работу цилиндрического решета и воздушного потока производительностью 50 т/ч.

Библиографический список

1. А.с. 1355298 СССР В 07 В 1/06. Центробежно-решетный сепаратор / Н.И. Стрикунов, А.И. Климок, Б.Т. Тарасов. – № 4083233/29-03; заявл. 16.04.86; опубл. 30.11.87; бюл. № 44.

2. US 4265738 Cleaning and/or grading machine for free-flowing materials / E.S. Goncharov, A.N. Prilutsky, V.I. Shevchuk; filed Oct. 25, 1979, publication May. 5. – 1981. – S. 12.

3. UA 25405 (51) МПК (2006) А01С 17/00. Розкидний пристрій зерносепаратора / С.И. Степаненко, Б.И. Котов, В.О. Швидя, В.М. Осадчий, Т.В.Яроцька. – № 200702956 заявка 20.03.2007; опубл. 10.08.2007; бюл. № 12, 2007 р.

4. Сліпченко М.В., Абдуєва Ф.М. Обґрунтування параметрів процесу і розробка пневмосепаруючого пристрою вібровідцентрових зернових сепараторів: автореф.... к. техн. наук, спец.: 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва. – Х.: Харківський нац. техн. ун-т сільськогосподарства ім. Петра Василенка, 2012. – 23 с.

5. Гончаров Е.С., Махинько Н.Т. Механико-математическая модель ротационного разбрасывателя зерна // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – Киев, 1985. – Вып. 62. – С. 25-29.

6. Мигреладзе Н.М. О скорости схода вороха с разбрасывающего диска // Механизация и электрификация сельского производства. – Зерноград, 1975. – Вып. 20. – С. 89-96.

7. Шабельник Б.П. Исследование движения частицы тука по поверхности малого вспомогательного конуса // Комплексная механизация и электрификация сельскохозяйственного производства / Днепропетровский с.-х. ин-т. – 1973. – Т. 22. – С. 130-133.

8. Патрин П.А. Пневмосепарация мелкого зернового вороха с предварительной подготовкой на отражающей поверхности: дис. ... канд. техн. наук. – Новосибирск, 1985. – 183 с.

References

1. A.s. 1355298 SSSR V 07 V 1/06. Tsentrobezhno-reshetnyi separator / N.I. Strikunov, A.I. Klimok, B.T. Tarasov. – № 4083233/29-03; zayavl. 16.04.86; opubl. 30.11.87, Byul. № 44.

2. US 4265738 Cleaning and/or grading machine for free-flowing materials / E.S. Goncharov, A.N. Prilutsky, V.I. Shevchuk; filed Oct. 25, 1979, publication May 5, 1981. P. 12.

3. UA 25405 (51) МПК (2006) А01С 17/00. Rozkydnyj prystrij zernoseparatora / S.Y. Stepanenko, B.I. Kotov, V.O. Shvydja, V.M. Osadchyj, T.V. Jaroc'ka. – № 200702956 zayavka 20.03.2007; opubl. 10.08.2007, Bjul. № 12, 2007 r.

4. Slipchenko M.V. Obg'runtuvannja parametriv procesu i rozrobka pnevmoseparujuchoho prystroju vibroidcentrovih zernovyh separatoriv: Avtoreferat. ... k. tehn. nauk, spec.: 05.05.11 - mashyny i zasoby mehanizacii' sil's'kogospodars'kogo vyrobnyctva. – H.: Harkivs'kyj nac. tehn. un-t sil's'kogo gospodarstva im. Petra Vasylenka, 2012. – 23 s.

5. Goncharov E.S., Makhin'ko N.T. Mekhaniko-matematicheskaya model' rotatsionnogo razbrasyvatelja zerna // Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaistva. - Kiev, 1985. – Vyp. 62. – S. 25-29.

6. Migreladze N.M. O skorosti skhoda vorokha s razbrasyvayushchego diska // Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo proizvodstva. – Zernograd, 1975. – Vyp. 20. – S. 89-96.

7. Shabel'nik B.P. Issledovanie dvizheniya chastitsy tuka po poverkhnosti malogo vspomogatel'nogo konusa // Tr. Dnepropetrovskii s.-kh. in-t. – 1973. – T. 22: Kompleksnaya mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva. – S. 130-133.

8. Patrin P.A. Pnevmoseparatsiya melkogo zernovogo vorokha s predvaritel'noi podgotovkoi na otrazhayushchei poverkhnosti: Diss. ... kand. tekhn. nauk. – Novosibirsk, 1985. – 183 s.

