

ТЕХНИКА



УДК 631.362.33

В.И. Беляев,
Н.И. Стрикунов,
Б.Т. Тарасов,
С.В. Леканов

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПОДСЕВНОГО РЕШЕТА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ ЦЕНТРОБЕЖНО-РЕШЕТНОГО СЕПАРАТОРА

Сложность протекания процесса сепарации на подсевном решете в центробежно-решетном сепараторе вызывает необходимость исследования влияния различных факторов. В качестве оценочных критериев процесса сепарации нами приняты эффективность очистки и потери зерна в отходы [1]. Эффективность очистки зерна определяется полнотой выделения мелкой фракции.

Для установления уровней варьирования факторов, влияющих на процесс сепарации, нами были проведены предварительные исследования [2], а также однофакторные эксперименты.

Созданная лабораторная установка центробежно-решетного сепаратора (схема установки и описание технологического процесса представлены в работе [1]) позволяла изменять:

1. Конструктивные параметры:
а) β - угол наклона пластин барабана;
б) S - шаг расстановки пластин барабана; в) h_a - толщина активного слоя; г) α

- наличие транспортирующей спирали;
д) d - диаметр отверстий решета.

2. Кинематические параметры:
а) ω_p и ω_c - угловая скорость решета и пластинчатого барабана.

3. Технологические параметры:
а) Q - подача зерновой смеси; б) C_0 - засоренность исходного материала;
в) W — влажность исходного материала.

Проведенные предварительные опыты позволили определить некоторые пределы значений факторов, а однофакторные эксперименты - уточнить данные интервалы.

Внешний вид и поперечный разрез решета лабораторной установки центробежно-решетного сепаратора представлены на рисунке 1.

Для исследований использовалась пшеница сорта Алтайская 325, в качестве засорителя зерна - сурепка (проход решета $d = 2,5$ мм, сход $d = 2,0$ мм).

На рисунке 2 приведены полученные эмпирические зависимости влияния угловой скорости на процесс сепарации.

Из анализа результатов следует, что при увеличении угловой скорости эффективность очистки зерна возрастает. Однако в центробежных цилиндрических сепараторах с вертикальной осью вращения увеличение центробежной силы приводит к росту силы трения, а увеличение угловой скорости решета свыше некоторого предела приводит к «заклиниванию» зерновой смеси, т.е. прекращению ее движения относительно сепарирующей поверхности [3]. Увеличение угловой скорости ведет также к возрастанию

энергоёмкости процесса сепарирования [4].

Увеличение угла наклона пластин барабана β относительно радиуса от 0° до 22° приводит к уменьшению эффективности очистки зерна, а от 22° до 45° - к увеличению (рис. 3). Чем больше угол наклона пластин барабана, тем больше давление зерновой смеси, находящейся между пластинами, на активный слой, что также может вести к «заклиниванию» зерновой смеси, т.е. нарушению процесса сепарации.

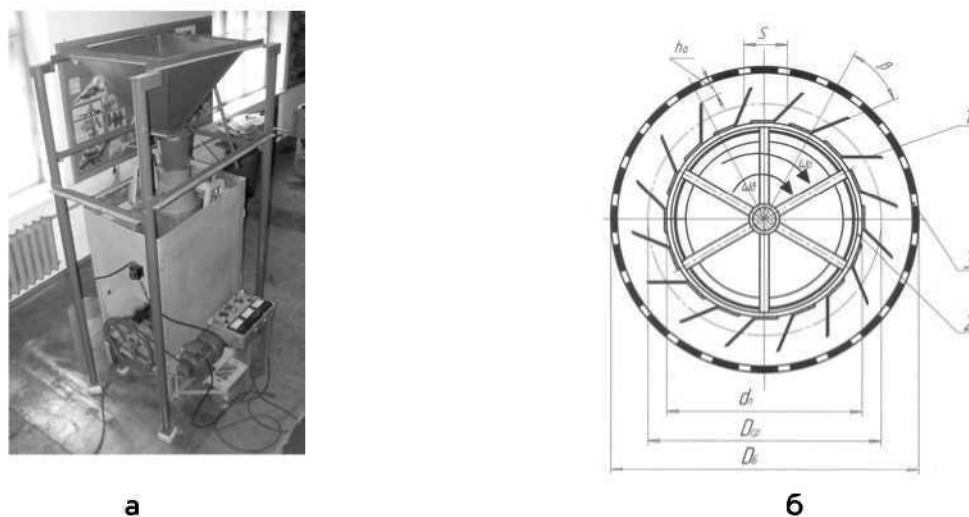


Рис. 1. Лабораторная установка центробежно-решетного сепаратора: а – внешний вид, б – поперечный разрез подсевного решета с внутренним устройством; 1 – пластина барабана, 2 – ограничительный барабан, 3 – решето

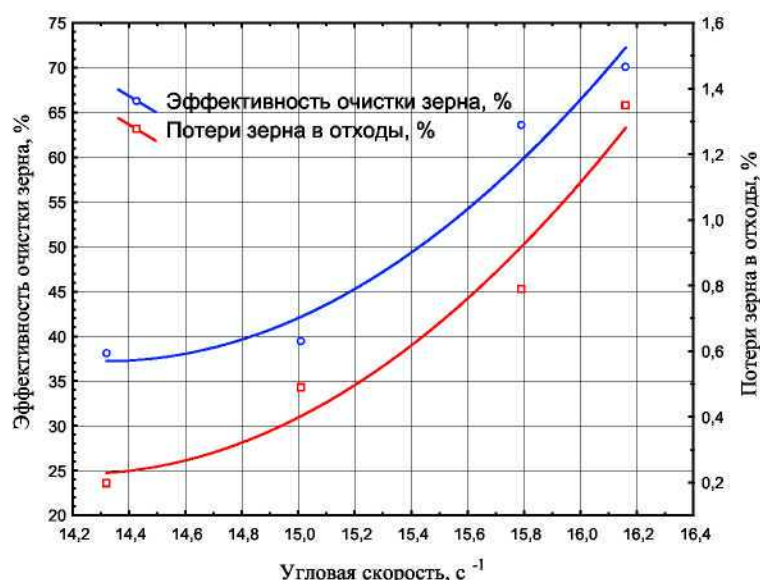


Рис. 2. Влияние угловой скорости на эффективность очистки и потери зерна в отходы. При $Q = 26,49 \text{ т/ч}\cdot\text{м}^2$; $S = 25,12 \text{ мм}$; $\beta = 45^\circ$; $d = 3,6 \text{ мм}$; $h_a = 10 \text{ мм}$; $C_0 = 6\%$; $W = 14\%$; $\alpha = 0$ (без спирали); $R = 0,145 \text{ м}$; $K = 3,69$; R – радиус решета, мм;

$$K = \frac{\omega^2 R}{g} \text{ – кинематический показатель режима работы решета}$$

Влияние шага расстановки пластин барабана на процесс сепарации представлено на рисунке 4. Увеличение шага расстановки пластин барабана, определяемого формулой (1), ведет к снижению эффективности очистки зерна, но в тоже время снижаются и потери зерна в отходы. Вместе с тем опыты показывают, что можно добиться повышения производительности центробежно-решетного сепаратора путем увеличения шага расстановки пластин барабана с одновременным увеличением подачи зерновой смеси.

$$S = \frac{\pi D_{\text{ср}}}{n}, \text{ мм} \quad (1)$$

где $D_{\text{ср}}$ – средний диаметр пластинчатого барабана, мм;

n – количество пластин барабана, шт.

$$D_{\text{ср}} = \frac{D_{\text{б}} - d_0}{2}, \text{ мм} \quad (2)$$

где $D_{\text{б}}$ – диаметр пластинчатого барабана, мм;

d_0 – диаметр ограничительного барабана, мм.

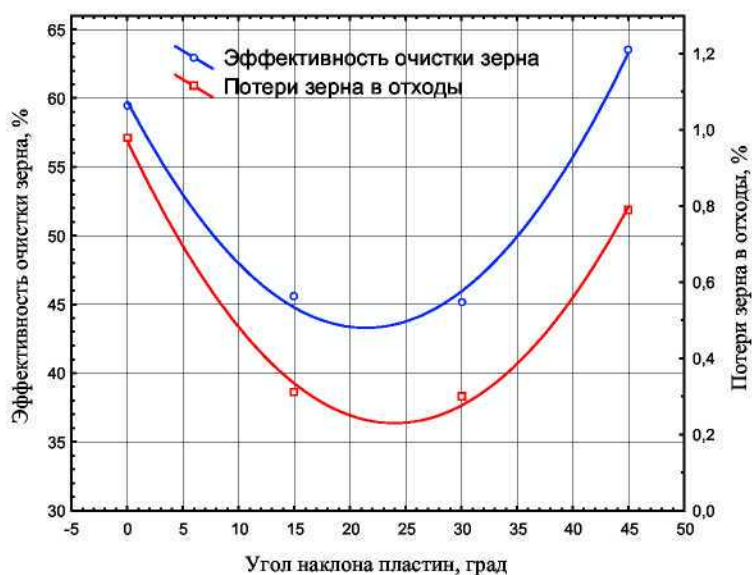


Рис. 3. Влияние угла наклона пластин на эффективность очистки и потери зерна в отходы.

При $Q = 26,49 \text{ т/ч}\cdot\text{м}^2$; $S = 25,12 \text{ мм}$; $\omega_p = 15,79 \text{ с}^{-1}$; $d = 3,6 \text{ мм}$; $C_0 = 6\%$; $W = 14\%$;

$h_a = 10 \text{ мм}$; $\alpha = 0^\circ$ (без спирали); $R = 0,145 \text{ м}$; $K = 3,69$

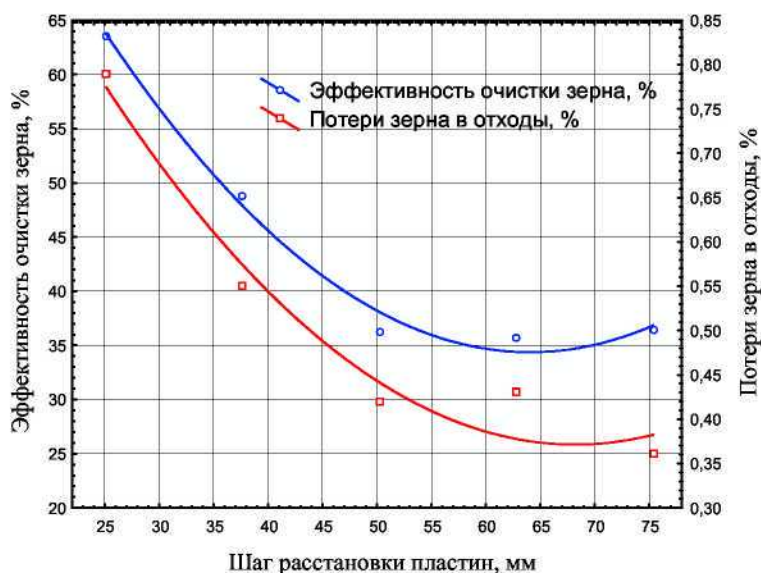


Рис. 4. Влияние шага расстановки пластин барабана на эффективность очистки и потери зерна в отходы.

При $Q = 26,49 \text{ т/ч}\cdot\text{м}^2$; $\beta = 45^\circ$; $\omega_p = 15,79 \text{ с}^{-1}$; $d = 3,6 \text{ мм}$; $C_0 = 6\%$;

$W = 14\%$; $h_a = 10 \text{ мм}$; $\alpha = 0^\circ$ (без спирали); $R = 0,145 \text{ м}$; $K = 3,69$

Проведенные нами исследования по оценке влияния подачи зерновой смеси на процесс сепарации выявили следующую закономерность, представленную на рисунке 5.

Согласно исследованиям Е.С. Гончарова [5] в виброцентробежном сепараторе влияние подачи зерновой смеси на полноту выделения мелкой фракции имеет зависимость, представленную на рисунке 6.

Таким образом, при равной полноте выделения 70% виброцентробежный сепаратор работает при подаче 20 т/ч·м², а подача на подсевное решето лабораторной установки центробежно-решетного сепаратора составляла 30 т/ч·м².

Полученная зависимость эффективности очистки и потерь зерна в отходы от размера отверстий решета представлена на рисунке 7.

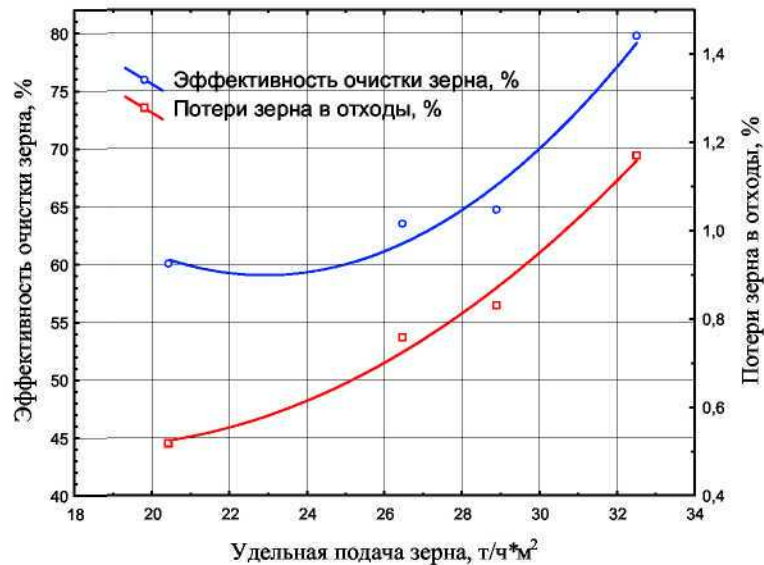


Рис. 5. Влияние удельной подачи зерновой смеси на эффективность очистки и потери зерна в отходы. При $S = 25,12$ мм; $\beta = 45^\circ$; $\omega_p = 15,79$ с⁻¹; $d = 3,6$ мм; $C_0 = 6\%$; $W = 14\%$; $h_a = 10$ мм; $\alpha = 0^\circ$ (без спирали); $R = 0,145$ м; $K = 3,69$

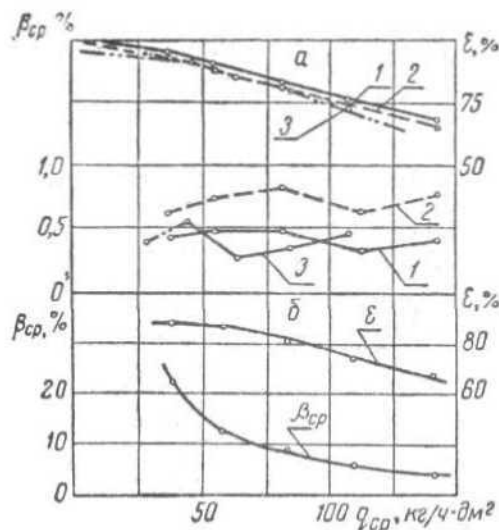


Рис. 6. Влияние средней удельной загрузки решета $q_{ср}$ на полноту выделения мелкой фракции ϵ и среднюю относительную забиваемость отверстий решета $\beta_{ср}$ при наличии очищающих щеток (а) и без них (б): решето с отверстиями 2x20 мм, частота вибраций решета — 1000 кол/мин, амплитуда — 6 мм, коэффициент центробежности — 4,35; 1 и 3 — цилиндрическая, 2 — плоская щетка. 1 и 2 — влажность зерна 9,58%, 3 — 15,8%

Увеличение размеров отверстий решета ограничивается допустимыми потерями зерна в отходы для предварительной очистки зерна.

Опыты со спиралью, используемой в качестве транспортирующего устройства, позволяют сделать заключение, что незначительное увеличение эффективности очистки зерна влечет за собой

резкое снижение производительности - на 42,6%, что объясняется малым живым сечением подсевного решета. Также происходит резкое увеличение потерь зерна в отходы вследствие дезориентации зерен в активном слое.

Изменение толщины активного слоя с 10 до 12 мм приводит к снижению эффективности очистки зерна.

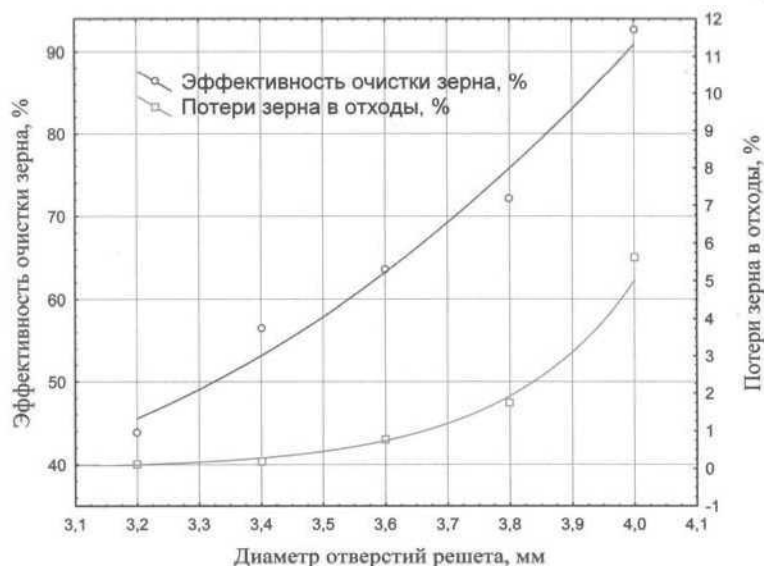


Рис. 7. Зависимость эффективности выделения мелких примесей и потерь зерна в отходы от диаметра отверстий решета. При $S = 25,12$ мм; $\beta = 45^\circ$; $\omega_p = 15,79$ с⁻¹; $Q = 26,49$ т/ч·м²; $C_0 = 6\%$; $W = 14\%$; $h_a = 10$ мм; $\alpha = 0^\circ$ (без спирали); $R = 0,145$ м; $K = 3,69$

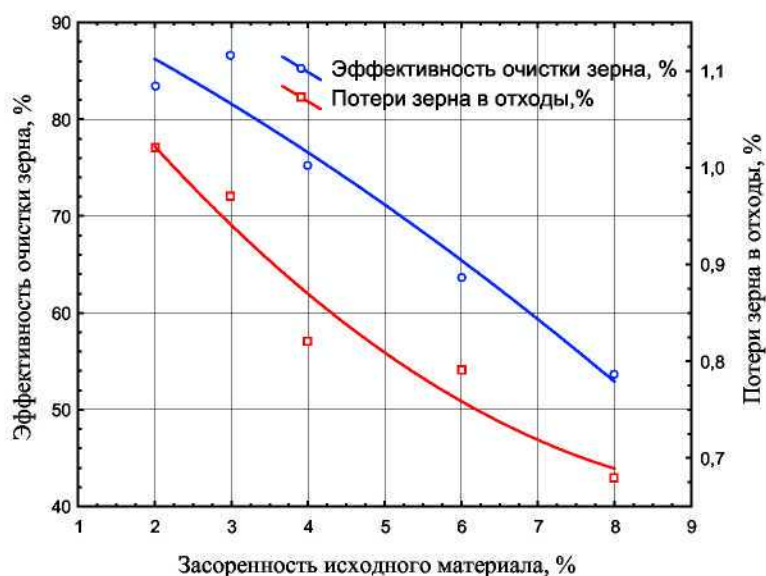


Рис. 8. Зависимость эффективности выделения мелких примесей и потерь зерна в отходы от засоренности исходного материала. При $S = 25,12$ мм; $\beta = 45^\circ$; $\omega_p = 15,79$ с⁻¹; $Q = 26,49$ т/ч·м²; $d = 3,6$ мм; $W = 14\%$; $h_a = 10$ мм; $\alpha = 0^\circ$ (без спирали); $R = 0,145$ м; $K = 3,69$

Выявленная зависимость эффективности выделения мелких примесей от засоренности исходного материала, представленная на рисунке 8, близка к линейной. Потери зерна в отходы с увеличением засоренности снижаются. Это объясняется тем, что отверстия решета в процессе сепарации «заняты» проходной фракцией. Снижение эффективности очистки зерна с увеличением засоренности характерно для всех зерноочистительных машин.

Повышение эффективности очистки зерна при увеличении влажности исходного материала (рис. 9) объясняется возрастанием коэффициента трения и увеличения влияния адгезионных процессов, а в связи с этим снижается осевая скорость движения, и увеличивается путь, проходимый зерновой смесью относительно решета.

Проведение однофакторных экспериментов позволило установить интервалы работоспособных параметров. Однако влияние отдельных факторов не позволяет обосновать оптимальные параметры центробежно-решетного сепаратора. С целью выявления факторов, оказывающих наибольшее влияние на процесс сепарации, необходимо провести отсеивающие эксперименты.

Построение математической модели, описывающей влияние значимых факторов на процесс сепарации в центробежно-решетном сепараторе, возможно

при проведении многофакторного эксперимента.

Проведенные эксперименты подтвердили теоретические предпосылки по обоснованию параметров рабочего процесса подсевного решета.

Библиографический список

1. Леканов С.В. Методика оценки эффективности очистки зерна на подсевном решете в центробежно-решетном сепараторе / С.В. Леканов // Вестник АГАУ. 2004. № 2(14). С. 148-150.
2. Тарасов Б.Т. Основные параметры процесса сепарирования зерна на подсевном решете в центробежно-решетном сепараторе / Б.Т. Тарасов, Н.И. Стрикунов, С.В. Леканов // Вестник АГАУ. 2004. № 2(14). С. 143-147.
3. Авдеев Н.Е. Центробежные сепараторы для зерна / Н.Е. Авдеев. М.: Колос, 1975. 151 с.
4. Стрикунов Н.И. Очистка зерна центробежно-решетным сепаратором с предварительной подготовкой на делительном решете: дис. канд. техн. наук / Н.И. Стрикунов. Новосибирск, 1989. 188 с.
5. Гончаров Е.С. Очистка отверстий цилиндрических центробежно-вибрационных решет / Е.С. Гончаров // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1966. № 3. С. 49-50.

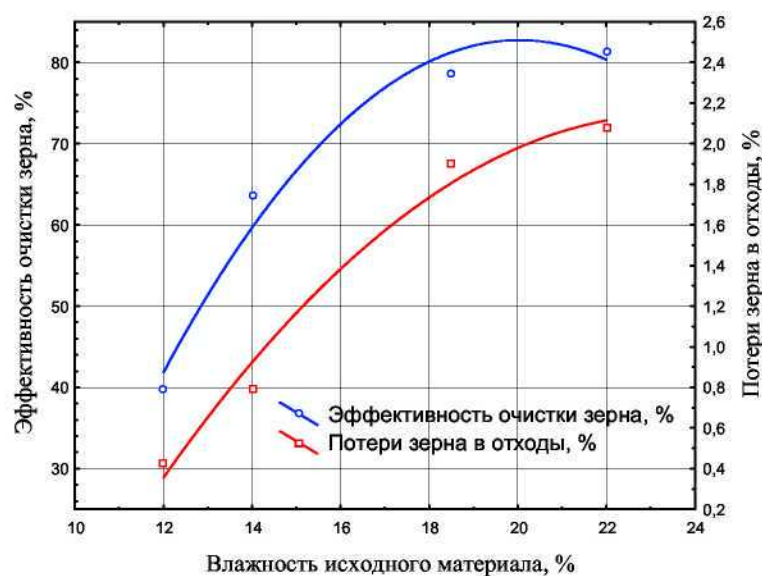


Рис. 9. Зависимость эффективности выделения мелких примесей и потерь зерна в отходы от влажности исходного материала. При $S = 25,12$ мм; $\beta = 45^\circ$; $\omega_p = 15,79$ с⁻¹; $Q = 26,49$ т/ч·м²; $d = 3,6$ мм; $C_0 = 6\%$; $h_s = 10$ мм; $\alpha = 0^\circ$ (без спирали); $R = 0,145$ м; $K = 3,69$