

Вывод

Расчеты по обоснованию типажа машин предварительной очистки зерна, выполненные с учетом максимального суточного количества условного урожая, поступающего с поля, показали, что сочетание машин малой, средней и повышенной производительности (10 т/ч; 25 т/ч и 35 т/ч соответственно) обеспечит хозяйству наименьшие затраты на предварительную очистку и они не превысят 182,71 у.е. за сезон.

Для хозяйств, у которых ежегодные валовые сборы зерна достигают 7 и более тыс. тонн, полученный типаж следует в соответствии с изложенным дополнить машинами производительностью 50 и 100 тонн в час.

Библиография

1. Попов И.Г. Математические методы планирования сельского хозяйства. — М.: Колос, 1974.
2. Карташевич С.М. и др. О состоянии и перспективах развития сушального хозяйства в Республике Беларусь / НТИ и рынок. — 1966, № 6.

Substantiation of a range of grain preliminary cleaning machines for agricultural enterprises of the Republic

Dashkov V.N., Timoshek A.S., Kartashevich S.M., Makeich S.V., Kuznetsov A.A.

Summary

The necessity of grain lots fast processing especially in regions with higher humidity brings about the specific requirements for grain preliminary clearing machines. These are to effectively clean lots with initial humidity up to 35 ... 38% and with contents of impurity up to 20%. Productivity of preliminary clearing machines is to be 2 ... 3 times higher than the subsequent equipment in a chain of after-harvesting process.

The substantiation of a range of grain preliminary cleaning machines for agricultural productions in the Republic of Belarus by methods of linear programming is given in the article.

УДК 631.367:633.1

*А.С.Тимошек, С.М.Карташевич,
В.П.Чеботарев, А.А.Шупилов,
С.А.Кукса, С.В.Макевич, А.А.Князев
(УП «БелНИИМСХ»)*

**К ОБОСНОВАНИЮ
КОНСТРУКТИВНЫХ И
КИНЕМАТИЧЕСКИХ
ПАРАМЕТРОВ МАШИНЫ
ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ
ОЧИСТКИ ЗЕРНА**

На основании анализа параметров и возможностей существующих в республике машин предварительной очистки следует, что наибольшими потенциальными возможностями, как по производительности, так и по ресурсосбережению обладают машины с цилиндрическим вращающимся решетом. Однако по качеству очистки они существенно уступают машинам с плоскими качающимися решетками. Главная причина в том, что у цилиндрических решет очень мала осевая составляющая относительной скорости перемещения материала по рабочей поверхности. Из-за этого одностороннее цилиндрическое

решето плохо выделяет мелкие тяжелые примеси (семена сорняков, частицы почвы, обломки стеблей растений и т.д.). Плоское решето с этим справляется более успешно, поскольку ему придают направленные колебания необходимой частоты и амплитуды, а также материал пропускают через пакет решет с разными отверстиями, где происходит переориентация движения составляющих вороха (сход на проход или наоборот).

Само собой напрашивается применить эти приемы и для улучшения качества работы цилиндрического решета. Решение этой задачи возможно по следующим направлениям:

- 1) создание блока цилиндрических решет в виде концентрических цилиндров с разными перфорациями их поверхности;
- 2) придание блоку цилиндрических решет осевых колебаний или вибраций;
- 3) установка под одинарным цилиндрическим решетом плоского колеблющегося решета.

И, само собой разумеется, машина должна быть оснащена встроенной системой аспирации для удаления легковесных и пылевидных примесей. Кроме того, машина должна содержать зернопроводы для подвода материала и отвода чистого зерна, а также лотки для удаления примесей, механизмы управления и устройства для очистки рабочих поверхностей решет.

Учитывая разную сыпучесть вороха различных культур, особенно разной влажности, необходимо будет предусмотреть устройство для изменения угла наклона к горизонту оси решета или в целом машины в необходимых технологических пределах (по аналогии с триерами это $\pm 10^\circ$).

Таким образом, конструктивно (рис.36) это должна быть машина со сменными секторами блока цилиндрических решет, оснащенная системой аспирации и возможностью регулирования наклона оси к горизонту, а также содержать необходимые продуктопроводы для подачи материала и отвода очищенного зерна и отходов.

Возможности машины определяются возможностями её основного рабочего органа. Поэтому поиск решения поставленной задачи будет определяться в данном случае обоснованием параметров собственно цилиндрического решета.

Основным недостатком цилиндрических решёт является обусловленная их тихоходностью низкая удельная производительность. Однако цилиндрические решёта имеют ряд преимуществ по сравнению с плоскими. Цилиндрические решёта не требуют уравнивания, отличаются плавностью хода и простым приводом. Им не нужны разравнивающие питатели. Просты также устройства для очистки решёт.

Основными параметрами цилиндрических решёт являются их диаметр D , длина L и частота вращения n . Из практики конструирования известно, что решёта делают диаметром 350...1000 и более миллиметров с отношением длины цилиндра к диаметру 2...4, а частоту n вращения определяют по формуле

$$n = \frac{a}{R}, \quad (1)$$

где a - коэффициент, который выбирают в пределах 22...25; R - радиус цилиндра, м.

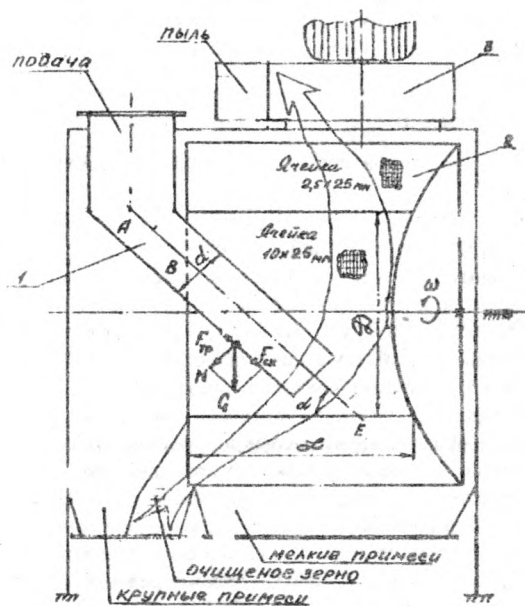


Рис.36. Расчетная схема машины:

- 1 - желоб,
- 2 - решето,
- 3 - вентилятор

Как видим, выбор решения априорен, разброс параметров значителен, а формула (1) не основывается на функциональной зависимости их величины от условий работы и характеристик обрабатываемого материала. Всё это способствует поиску путей определенности и в целом улучшения эффективности цилиндрических решёт.

Из теории [1] известно, что находящаяся в цилиндре частица может либо скользить по его поверхности, либо совершать свободное падение, оторвавшись от поверхности, либо двигаться вместе с поверхностью, находясь на ней в относительном покое. Рассмотрим первый случай, так как именно им определяется работоспособность решета.

Когда частица скользит, то её движение зависит от трения о поверхность, кинематического режима решета и начальных условий поступления (подачи) на решето. Важнейшим из перечисленных параметров является показатель K кинематического режима решета, который определяется отношением центростремительного $\omega^2 R$ ускорения его поверхности к ускорению g свободного падения, т. е.

$$K = \frac{\omega^2 R}{g}. \quad (2)$$

Важность его состоит в том, что с увеличением скорости вращения ω (параметра производительности) растёт интенсивность выделения мелких частиц за счёт центробежных сил. Чем больше эти силы (т. е. чем больше K),

тем больше будет скорость прохода частиц через отверстия и тем больше должна быть производительность решета. Однако, чем больше K , тем относительно меньше получается фаза (время) скольжения материала по поверхности решета и может в конце концов наступить такой момент, когда он «прилипнет» к поверхности решета и будет, не отрываясь и не скользя, вращаться вместе с ней, т.е. находиться в относительном покое. С этого момента и далее сепарация происходить не будет. Предельное значение K , при котором это может случиться, определяют по формуле

$$K_{\text{пр}} = \frac{1}{\sin \varphi}, \quad (3)$$

где φ - угол трения зерна о поверхность (обычно металлическую) решета.

Обычно $K_{\text{пр}}$ не превышает 0,5...0,7. Всякие попытки увеличить K однозначно приводят вместо увеличения к уменьшению производительности. Тем не менее известны [1] данные, что путем устройства дополнительных приспособлений (неподвижных щитков, спиралей, а также лопастей, лотков, приводимых независимо от решета, и т. д.) можно существенно (на порядок) увеличить K , повысится в столько же раз и производительность решета. Однако это возможно для подсевных и сортировальных решёт, т. е. в том случае, когда на обработку подают хорошо сыпучее, сухое без крупных (особенно соломыстых) примесей зерно. В машинах предварительной очистки (скальператорах) такие приспособления практически не применяются, так как они или часто забиваются, или чрезмерно усложняют конструкцию.

Из изложенного следует, что для одинарного цилиндрического решета существует такая величина K , при которой негативные проявления малы, а производительность машины получается наибольшей. Исследованиями [2] установлено, что оптимальный показатель кинематического режима, соответствующий этим условиям, может быть определён по формуле

$$K_{\text{опт}} = \frac{\sin \alpha - \operatorname{tg} \theta \cdot \cos \alpha}{\operatorname{tg} \theta}, \quad (4)$$

где α - угол подачи материала по отношению к образующей цилиндра, град.;
 θ - угол динамического трения материала по поверхности решета и по самому себе (так называемый динамический угол ската), град.

Обычно выбирают $\alpha = 45^\circ$, а $\theta = 38^\circ$ [3] в среднем для различных культур. Тогда

$$K_{\text{опт}} = \frac{\sin 45^\circ - \operatorname{tg} 38^\circ \cdot \cos 45^\circ}{\operatorname{tg} 38^\circ} = \frac{0,707 - 0,78 \cdot 0,707}{0,78} = 0,2.$$

Теперь перейдём к начальным условиям, которые сводятся к определению абсолютной V_a скорости движения материала в момент соприкосновения с решетом и скорости V его подачи.

Считается, что при падении твёрдой частицы на твёрдую поверхность угол отражения равен углу падения. Однако скорость частицы после падения становится существенно меньше скорости V подачи. Примем, что потеря скорости пропорциональна динамическому коэффициенту трения λ мате-

риала о поверхность решета. Тогда скорость $V_{\text{отпр}}$, с которой частица после отражения будет продолжать движение

$$V_{\text{отпр}} = V - \lambda V = (1 - \text{tg}\theta)V, \quad (5)$$

а её проекция $V_{\text{на}}$ на плоскость вращения согласно схеме 1 (см. рис.37) составит

$$V_{\text{на}} = V_{\text{отпр}} \cdot \cos(90 - \alpha) = V_{\text{отпр}} \cdot \sin\alpha = (1 - \text{tg}\theta)V \cdot \sin\alpha. \quad (6)$$

Учитывая, что проход частиц осуществляется в плоскости вращения решета, абсолютную скорость найдём, геометрически сложив (см. схема 2, рис.37) скорость решета V_{δ} (переносную) и проекцию $V_{\text{на}}$. Получим

$$Va = \sqrt{V_{\delta}^2 + V_{\text{на}}^2} = \sqrt{\left(\frac{\omega_n \cdot R}{30}\right)^2 + V_{\text{на}}^2} = \sqrt{0,01n^2 R^2 + V_{\text{на}}^2}, \quad (7)$$

где n частота вращения решета, мин^{-1} .

С другой стороны, согласно [2] кинематический параметр в начале движения материальной точки по решету

$$K = \frac{\omega_n^2 R}{g} = \frac{V_{\alpha}^2}{Rg}, \quad (8)$$

а кинематический параметр собственно решета в выражении через частоту его вращения n

$$Kp = \frac{n^2 R}{895}, \quad (9)$$

где ω_n - некая условная (приведённая к вращательному движению) угловая скорость материальной точки, с^{-1} .

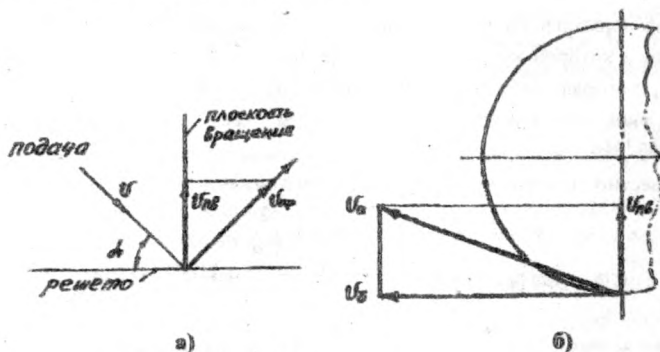


Рис.37. Схема к определению абсолютной скорости материала:
а) - в плоскости подачи, б) - в плоскости вращения

Из формул (8) и (9) находим

$$R = \frac{V_a^2}{K \cdot g} \quad \text{и} \quad (10)$$

$$R = \frac{895Kp}{n^2} \quad (11)$$

Развернув формулу (10) с учётом формул (7) и (11) после решения квадратного уравнения, подстановок и преобразований находим, что в момент, когда материальная точка входит в режим сепарации, т. е. когда кинематические параметры и точ. 1, и решета становятся одинаковыми ($K=K_p=K_{omm}$), частота вращения решета получается

$$n = \frac{27,74}{(1 - \operatorname{tg} \theta)} \frac{K_{omm}}{V \sin \alpha}, \text{ мин}^{-1}. \quad (12)$$

Скорость V подачи материала определим из условия движения по наклонному желобу (питающему устройству). Попутно найдём его характерные размеры, в частности диаметр d .

Согласно схеме (см. рис.36) имеем систему сил

$$\begin{cases} Q = mg, \\ N = mg \cos \alpha, \\ F_{\text{ск}} = mg \cos(90 - \alpha), \\ F_{\text{тр}} = f \cdot N = f mg \cos \alpha, \end{cases} \quad (13)$$

и уравнение движения

$$m \cdot \frac{dV}{dt} = mg \cos(90 - \alpha) - f mg \cos \alpha.$$

Отсюда ускорение материала $\frac{dV}{dt} = a$, или

$$a = g \cdot (\sin \alpha - f \cos \alpha), \quad (14)$$

где N - сила нормального давления материала на желоб, Н; $F_{\text{ск}}$ - сила, под действием которой материал массой Q скользит по желобу, Н; $F_{\text{тр}}$ - сила трения, которая противодействует скольжению, Н; f - коэффициент трения скольжения зерна по стали ($f = \operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg} 29^\circ = 0,5543$; $\operatorname{tg} \varphi$ - угол самотека [4]).

Как известно, при равномерно-ускоренном движении

$$V = \frac{S}{t}, \text{ а } S = \frac{at^2}{2}, \text{ или } t = \sqrt{\frac{2S}{a}},$$

где S - путь скольжения равный длине желоба, м; t - время скольжения, с.

Значит

$$V = \frac{S}{\sqrt{\frac{2S}{a}}} = \frac{S}{\sqrt{\frac{2S}{g(\sin \alpha - f \cos \alpha)}}} \quad (15)$$

При известной скорости V подачи диаметр желоба определяют по формуле

$$d = \sqrt{\frac{4q}{\pi V \gamma}}, \quad (16)$$

где q – секундная подача материала, кг/с; γ – объёмная масса (плотность) материала, кг/м³, (в среднем для колосовых культур $\gamma = 700$ кг/м³).

На самом деле путь AE , пробегаемый зерном до соприкосновения с решетом, складывается согласно схеме (см. рис.36) по меньшей мере из двух отрезков AB и BE , а в целом его длина равна

$$S_n = \sqrt{\frac{4q}{\pi V \gamma}} \cdot \operatorname{tg} \alpha + \frac{L}{\cos \alpha}, \quad (17)$$

где L – длина решета, м.

Учитывая, что в среднем путь S_n можно определить как соотношение

$$S_n = \frac{2V^2}{a}, \quad (18)$$

получим, что оптимальная скорость подачи материала после соответствующих преобразований формулы (17) будет определяться выражением

$$V_{\text{опт}} = 0,75 \sqrt{\frac{La}{\cos \alpha}}. \quad (19)$$

Отсюда

$$L = \frac{V_{\text{опт}}^2 \cos \alpha}{0,7514^2 \cdot a}. \quad (20)$$

В итоге получаем зависимости (11), (12) и (20) для определения основных параметров сепаратора R , n и L , в которых явно или неявно присутствует скорость V подачи материала на решето, чем подтверждается значимость начальных условий при проектировании и работе машины. Тем не менее, указанные зависимости описывают лишь внешние проявления наиболее значимых параметров. Без учёта сепарирующей способности цилиндрического решета они не дают полного представления о процессе разделения и не полностью приводят к приемлемым результатам.

Что же происходит при подаче зернового вороха на внутреннюю поверхность перфорированного вращающегося цилиндра? Представление об этом можно почерпнуть из рис.38.

При установившемся движении решета и непрерывной подаче материал выстраивается в виде сегмента волочения $ACBD$, в котором нижняя половина ACB вращается вместе с решетом, а верхняя ADB ссыпается вниз в направлении, обратном вращению решета. Полагают, что объёмы обеих половин равны, а движение зерна в объёме сегмента является тоже вращательным, но вокруг некой оси e , лежащей в плоскости разделения половин и параллельной оси цилиндра. Кроме вращательного движения зерно перемещается ещё и вдоль горизонтальной оси e с некоторой скоростью V_x . Перемещение протекает по спиралеобразным траекториям и объясняется сыпучестью материала, а также его стремлением осыпаться в форме конуса под углом естественного откоса. Кроме того, считается, что частицы массы не затаскиваются выше ю-

ризонгальной оси цилиндра и из нижней половины в верхнюю переходят без отрыва от секущей плоскости AB .

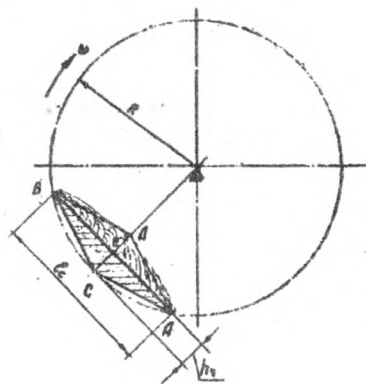


Рис.38. Схема сепарации

Из теории сепарации [5] известно также, что полная вероятность прохода частицы через сепаратор определяется произведением вероятности P_C прохождения материальной точки через слой материала и вероятности P_P прохода её через решетку сепаратора. Последняя вероятность определяется живым сечением решетки как отношение площади всех отверстий к его общей

поверхности. Вероятность прохода отдельной частицы через слой определяется сыпучестью зерна, т. е. коэффициентом внутреннего трения. Чем больше этот коэффициент, тем меньше вероятность, что на заданном отрезке пути частица достигнет сепарирующей поверхности в заданное время

Известно, что сепарация есть процесс постепенного бывания части материала (прохода) через отверстия решетки при его перемещении вдоль оси сепаратора под воздействием скорости V_X . При этом полагают, что отношение μ количества зерна, просеявшегося на единице длины любого участка сепаратора, к поступившему на этот участок зерну, сохраняется постоянным на всей длине сепаратора. Для оценки этой величины введем понятие вероятности полного просеивания на единице длины сепаратора, которое можно определить из соотношения

$$\mu = \frac{l_C P_P}{V_X \cdot t \cdot l_C / l_R}, \quad (21)$$

где t — время, в течение которого осуществляется один оборот цилиндрического решета (одно встряхивание и т. д.), $\frac{l_C}{l_R}$ — отношение длины дуги l_C , стягивающей секущей AB , к длине окружности l_R цилиндра решета, определяющее долю времени, в течение которого зерно подвергается сепарации за один оборот решета.

В целом знаменатель формулы (21) есть путь, который пробегает частица вдоль оси сепаратора за один оборот решета.

Величину μ называют в отдельных случаях коэффициентом сепарации [6]. Она имеет размерность m^{-1} .

Изложенное позволяет представить процесс просеивания в виде дифференциального уравнения

$$-\frac{dq}{dx} = \mu \cdot q, \quad (22)$$

где q_x - подача зерна на элемент dx длины сепаратора, находящийся на расстоянии x от его начала, кг/с.

После интегрирования и введения начальных условий получаем

$$q_{\text{ост}} = \Delta \cdot q = qe^{-\mu L} \text{ или } \Delta = e^{-\mu L}, \quad (23)$$

где $q_{\text{ост}}$ - выход зерна с сепаратора (потери), кг/с; q - подача зерна на начало сепаратора, кг/с; Δ - потери зерна в относительном исчислении.

Отсюда длина сепаратора

$$L = \frac{|\ln \Delta|}{\mu}. \quad (24)$$

(в расчёт принимаем только абсолютное значение $|\ln \Delta|$).

Обратимся опять к рис.38. Для упрощения изложения заменим площадь поперечного сечения сегмента $АСВА$ площадью треугольника ABC . В этом случае площадь сегмента несколько уменьшается, но это уменьшение компенсирует ту ошибку, которую допускаем, принимая плотность движущейся массы, равной плотности массы, находящейся в покое.

Тогда геометрически площадь F_R поперечного сечения сегмента волочения

$$F_R \cong h_R \sqrt{2Rh_R} \quad (25)$$

где h_R - высота слоя зерна (на схеме это отрезок Ce), м.

С другой стороны, если известны средняя осевая скорость V_X (м/с) перемещения материала, его объёмная масса γ (кг/м³) и количество q (кг/с) зерна, проходящего через сечение в единицу времени (подача), то площадь F_R можно выразить равенством:

$$F_R = \frac{1}{2} \cdot \frac{q}{\gamma V_X}. \quad (26)$$

Объединяя формулы (25) и (26) и решая относительно h_R , получим

$$h_R = 0,5 \sqrt{\left(\frac{q}{\gamma V_X} \right)^2 \cdot \frac{1}{2}}. \quad (27)$$

Среднюю осевую скорость V_X можно приближённо определить по формуле М. Н. Летошнева

$$V_X = \frac{h_R \omega_3}{tg \theta} \sin(\sqrt{1 - tg^2 \theta}), \quad (28)$$

где ω_3 - угловая скорость зёрен, соприкасающихся непосредственно с поверхностью цилиндра, с⁻¹. В среднем $\omega_3 = 0,35 \cdot \omega$ (ω - угловая скорость вращения самого цилиндра, с⁻¹); θ - динамический угол ската зёрен, град. В среднем $\theta = 38^\circ$ для различных культур.

Далее выразим через подачу q , объёмную массу γ и осевую скорость материала секущую

$$AB = L_c = \sqrt[3]{\frac{qR}{\gamma V_x}} \quad (29)$$

Тогда окончательно в результате подстановок и взаимных преобразований формул (8), (11), (12), (14), (16), (20), (21), (24), (27), (28), (29) получаем, что в зависимости от подачи q , объёмной массы γ , допустимых потерь Δ , ускорения a и кинематического показателя K оптимальная скорость V_{opt} подачи материала на сепарацию выражается формулой

$$V_{opt} = 0,814 \sqrt[3]{\frac{q |\ln \Delta| a}{\gamma K}} \quad (30)$$

Тогда радиус R цилиндра решета можно обоснованно рассчитать по формуле (11), частоту вращения n – по формуле (12), длину L решета – по формуле (20) и диаметр d подающего желоба – по формуле (16).

Единственная трудность в расчётах будет состоять в выборе величины $|\ln \Delta|$. Решим и эту задачу следующим образом.

Согласно агротехническим требованиям машина должна работать так, чтобы сход с решета (потери зерна) был минимальным. В идеальном случае надо, чтобы этот сход вообще отсутствовал, т.е. требуется, чтобы $\Delta = 0$.

На основании проведенных в УП «БелНИИМСХ» экспериментально-теоретических исследований макетных образцов машины предварительной очистки с вращающимся цилиндрическим решетом установлено, что в первом приближении можно принять $\Delta \approx 1,92 \cdot 10^{-8}$. Тогда по преобразованным формулам (30), (11), (12), (16) и (20) можно определить максимальную скорость подачи V_{opt} зерновороха и основные параметры (R , L , d , n) машины предварительной очистки, установить зависимости этих параметров от изменения скорости подачи зерновороха. Результаты расчётов сведены в табл.25.

Таблица 25

Расчётные параметры машин

Параметр	Расчётные параметры машин при производительности $Q_{из}$, т/ч				
	40	25	35	50	100
Скорость подачи материала V , м/с	0,84	1,14	1,27	1,44	1,78
Радиус решета R , м	0,10	0,18	0,23	0,29	0,42
Длина решета L , м	0,29	0,52	0,66	0,84	0,98
Частота вращения n , мин ⁻¹	42,6	31,4	28,0	24,8	21,0
Диаметр подающего желоба d , мм	80	105	120	130	170

Библиография

1. Карташевич С.М., Триньков С.Г., Тимошек А.С. Пути повышения эффективности уборки и послеуборочной обработки зерна и семян /Тез. докл. – Мн., 1996. – С.68-70 / (Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве).

2. Нагорский И.С., Карташевич С.М., Тимошек А.С. и др. Повышение эффективности сушки зерна за счет рекуперации теплоносителя в автоматизации технологического процес-

са / Тез. докл. – Мн., 1997. – Т.1. – С.13-14 (Международ. науч.-техн. конференция: Автоматизация сельскохозяйственного производства).

3. Нагорский И., Карташевич С., Тимошек А., Кукса С. Повышение эффективности сушки зерн за счет изменения состава газовой смеси и рекуперации теплоносителя / Wykorzystanie energii odnawialnej w rolnictwie. Materiały na V Międzynarodową Konferencję naukowo-techniczną. Warszawa, 1 października 1997. С. 106-110.

4. Окунь Г.С., Чажилов А.Г. Тенденции развития технологии и технических средств сушки зерна. – М.: ВНИИТЭИагропром, 1987.

5. Алферов С.А. Воздушно-решетчатые очистки зерноуборочных комбайнов. – М.: Агропромиздат, 1987.

6. Гуров И.И. Машины для уборки и обработки зерновых культур (теория, конструкция и расчет). – М.: Машиностроение, 1964.

To the substantiation of design and kinematic parameters of the grain preliminary cleaning machine

Timoshek A.S., Kartashevich S.M., Chebotarev V.P., Shupilov A.A.,
Makeich S.V., Kuksa S.A., Kniazev A.A.

Summary

The analysis of grain preliminary cleaning machines has shown that the machines with cylindrical rotating sieves have the best resources-saving and productivity performance opportunities. The substantiation of parameters of the grain preliminary cleaning machine with cylindrical sieve is given in the article.

* * *

УДК 631.362.3

В.П.Чеботарев
(УП «БелНИИМСХ»)

ОБОСНОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ МАШИНЫ ДЛЯ ОБРЕЗКИ-ОТМИНАНИЯ ШЕЙКИ ЛУКА

Отделение ботвы (засохшего пера) – одна из основных операций послеуборочной обработки лука. Как показывает практика, при широком использовании машинных способов уборки лука, на линию послеуборочной обработки в убранный ворох поступает до 30...35 % растительных примесей, в том числе 15...20 % в виде засохшего пера. Для обрезки-отминания шейки лука – отделение от луковицы засохшего пера применяются рабочие органы в основном трех типов: отминающие, отрывающие и обрезающие. Процесс отминания осуществляется за счет взаимодействия встречно-вращающихся валцов с винтовой навивкой. Удаление пера методом отрывания производится при обработке продукции шнековым рабочим органом. Обрезающее воздействие на перо луковицы осуществляется с помощью различных типов режущего аппаратов. Кроме того, каждый тип рабочего органа, может классифицироваться дополнительно способом подачи материала, расположением рабочего органа, видом формирователя потока, методом удаления обрезанных растительных частиц.

Для обработки вороха сухого, хорошо вызревшего лука с тонкостебельным пером используются шнековые органы. Они представляют собой цилиндрический барабан с решетчатым дном. Внутри барабана вращается шнек и установлен вентилятор. Решетчатое дно в некоторых конструкциях устанавли-