

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА



УДК 534.111:63

**И.Я. Федоренко,
Д.Н. Пирожков,
А.С. Федоренко**

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ НА ОСНОВЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВИБРООЖИЖЕННОГО СЛОЯ ЗЕРНИСТОГО МАТЕРИАЛА

Ключевые слова: вибрационная зерноочистительная машина, процесс очистки зерна, сыпучий материал, гидродинамическая модель, виброожиженный слой, модель Лоренца, амплитуда и частота колебаний.

Введение

Применимость гидродинамической модели виброожиженного слоя зернистого материала и модели Лоренца, рассмотренных в работах [1-3], для расчета конкретных вибрационных машин покажем на примере расчета зерноочистительной машины. Проведем подбор конструктивно-технологических параметров для вновь проектируемого очистителя фуражного зерна, конструкция которого разработана на кафедре механизации животноводства АГАУ [4].

Теоретические

и экспериментальные исследования

Принципиальная схема зерноочистителя показана на рисунке 1.

Устройство состоит из рамы 1, к которой жестко закреплено установленное с наклоном неподвижное решето 2. Над верхним концом 3 решета 2 установлен бункер исходного материала 4, над решето 2 – очиститель решета 5, выполненный в виде набора соединенных между собой параллельных планок 6, направление которых совпадает с наклоном решета 2. Очиститель решета 5 соединен шатуном 7 с виброприводом 8 и выполнен с возможностью изменения положения в поперечной плоскости. Под решето 2 установлен сборник фракций 9.

Устройство работает следующим образом.

В бункер 4 засыпается зерновой материал с различными инородными примесями. Просыпаясь через нижнее отверстие бункера 4, которое расположено почти по всей длине решетного стана 2, материал попадает на неподвижное решето 2, которое жестко связано с рамой 1 сепаратора. Зерновой материал с различными инородными примесями приводится в

движение набором соединенных между собой параллельных планок 6, которые, в свою очередь, приводятся в движение шатуном 7 вибропривода 8. Зерновой материал с различными инородными примесями совершает при этом движения по неподвижному решету 2 в направлении схода примесей. В результате этого очищенное зерно, которое просеялось через неподвижное решето 2, попадает в сборник фракций 9. Примеси и зерно, застрявшие в неподвижном решете 2, удаляются набором соединенных между собой параллельных планок 6. Примеси и инородный материал совершают движение по всему решету в направлении схода примесей.

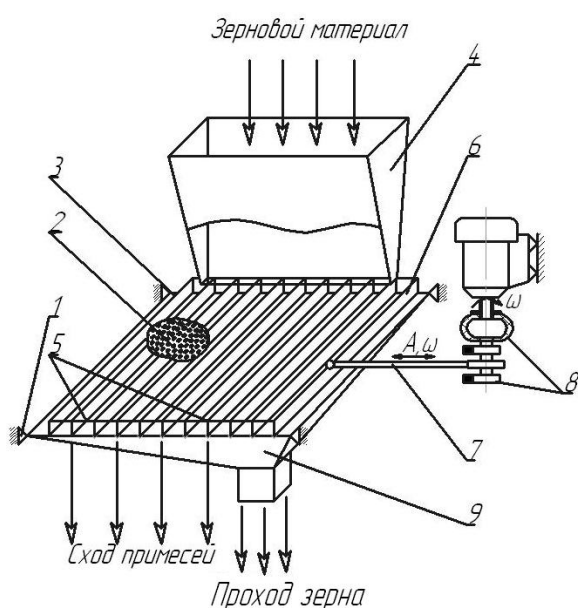


Рис. 1. Принципиальная схема вибрационного очистителя фуражного зерна

При проектировании машины были определены ее конструктивные особенности. Для возможности применения машины на очистке любой зерновой культуры диаметр отверстий решета d был принят равным 10 мм, живое сечение решета

$k = 0,45$, угол наклона решета $\alpha = 15^\circ$. Исходя из рабочих режимов вибрационных машин сельскохозяйственного назначения параметры вибрации были выбраны в следующем диапазоне: амплитуда колебаний a – от 2 до 6 мм, частота колебаний ω – от 50 до 150 с^{-1} . Ширина основания под решето $B = 500$ мм, а длина $L = 800$ мм. Минимальная высота h пластин 6 в 10 мм обусловлена требованиями по прочности и жесткости к пластинам, максимальная величина высоты h в 20 мм объясняется ограничениями в громоздкости и массе конструкции. Расстояние D между пластинами 6 принимается в пределах от 10 до 30 мм. Минимальное расстояние D обусловлено также требованиями к массе конструкции, а максимальное – возможностями пластин передавать колебания в обрабатываемый материал, так как при величине $D > 30$ мм возможно сильное затухание колебаний в материале и ухудшение рабочего процесса.

Определим производительность проектируемой вибрационной зерноочистительной машины на основе разработанной гидродинамической модели и приведенных выше ограничений. В качестве обрабатываемого материала примем зерно пшеницы.

Очевидно, что наибольшая производительность зерноочистительной машины будет достигаться при таких параметрах вибрации, при которых вязкость виброоживленного сыпучего материала будет наименьшей. В результате проведенных экспериментальных исследований по определению вязкости виброоживленного слоя для различных кормовых материалов, для зерна пшеницы было получено следующее уравнение регрессии [3, 5]:

$$\begin{aligned} \mu = & 15640 - 200700H - 84310h - 861500a - 52,71\omega + 672700H^2 + 1,370 \cdot 10^6 Hh + \\ & + 2,343 \cdot 10^6 Ha + 236,6H\omega - 218900h^2 - 626900ha + 1,734h\omega + 8,885 \cdot 10^7 a^2 + 3829a\omega + \\ & + 16,56\omega^2 - 545400H^3 - 5,275 \cdot 10^6 H^2h - 2,481 \cdot 10^7 H^2a - 642,4H^2\omega + 1,282 \cdot 10^6 Hh^2 + \\ & + 1,660 \cdot 10^7 Hha - 625,6Hh\omega - 2,417 \cdot 10^6 Ha^2 + 13290Ha\omega - 0,1340H\omega^2 - 229100h^3 + \\ & + 1,410 \cdot 10^6 h^2a + 542,0h^2\omega - 5762ha\omega + 0,0917h\omega^2 - 328000a^2\omega - 7,620a\omega^2 - 2,261 \cdot 10^{-4} \omega^3 \end{aligned} \quad (1)$$

Анализ уравнения (1) для динамической вязкости пшеницы показывает, что минимальная вязкость виброожигенного зерна пшеницы достигается при амплитуде колебаний a около 4 мм и частоте колебаний ω около 140 рад/с. Поэтому для дальнейших расчетов принимаем $a = 4$ мм, $\omega = 140$ рад/с. Поскольку виброожигение будет происходить только между пластинами b , то при определении динамической вязкости высоту слоя материала примем равной высоте пластины h , а саму вязкость будем определять на уровне решета.

Для принятых параметров вибрации динамическая вязкость зерна пшеницы, определяемая по экспериментальному уравнению (1), уменьшается при увеличении высоты пластины (рис. 2).

Минимальное значение динамической вязкости согласно рисунку 2 достигается при высоте пластины $h = 20$ мм.

Поскольку зерновой материал в процессе очистки виброожигается при помощи пластин b и между каждой парой смежных пластин динамическое состояние обрабатываемого материала одинаково, то ячейку, образованную смежными пластинами с размерами $h \times D$, можно счи-

тать отдельным сосудом. Для определения необходимого расстояния D между пластинами b найдем величину переменной x системы Лоренца, характеризующую скорость циркуляции материала в сосуде с размерами поперечного сечения $h \times D$. На рисунке 3 представлен график, показывающий, как изменяется переменная x при изменении высоты расстояния D между пластинами.

Анализ рисунка 3 показывает, что для расстояния между пластинами $D = 30$ мм величина x имеет наибольшее значение. Большая величина переменной x означает, что материал обладает большей скоростью, то есть является более подвижным, а это значит, что при большем значении переменной x процесс очистки будет протекать более интенсивно. Исходя из вышесказанного принимаем $h = 20$ мм, $D = 30$ мм. Для принятых параметров вибрации и конструктивных параметров зерноочистительной машины, влияющих на вязкость виброожигенного слоя, динамическая вязкость зерна пшеницы μ согласно уравнению регрессии (1) будет составлять 6873 Па·с.

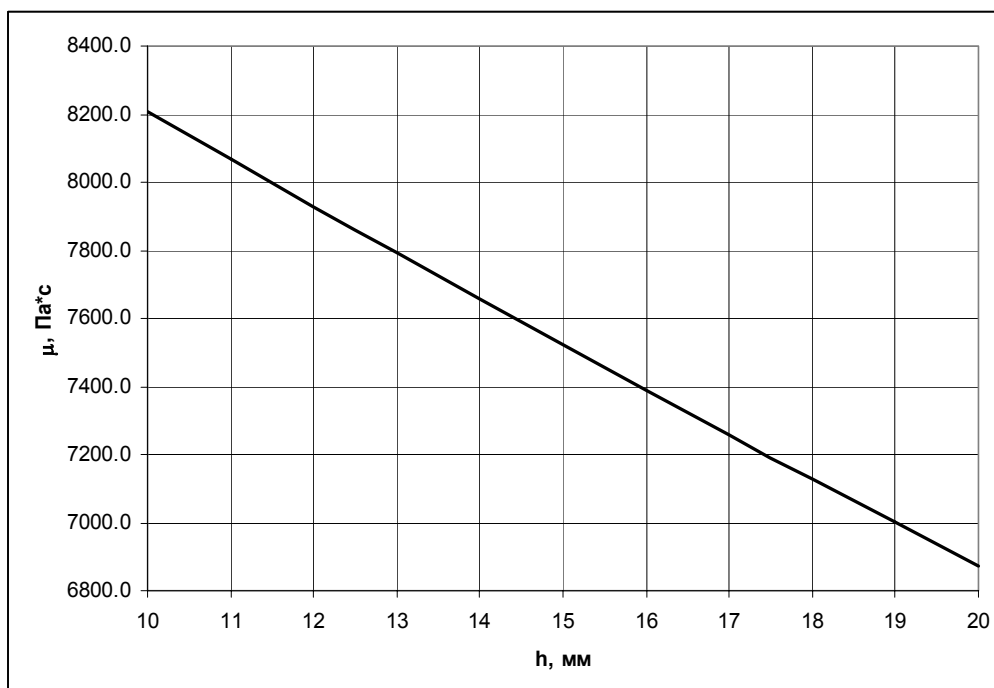


Рис. 2. Динамической вязкость зерна пшеницы в зависимости от высоты пластин очистителя

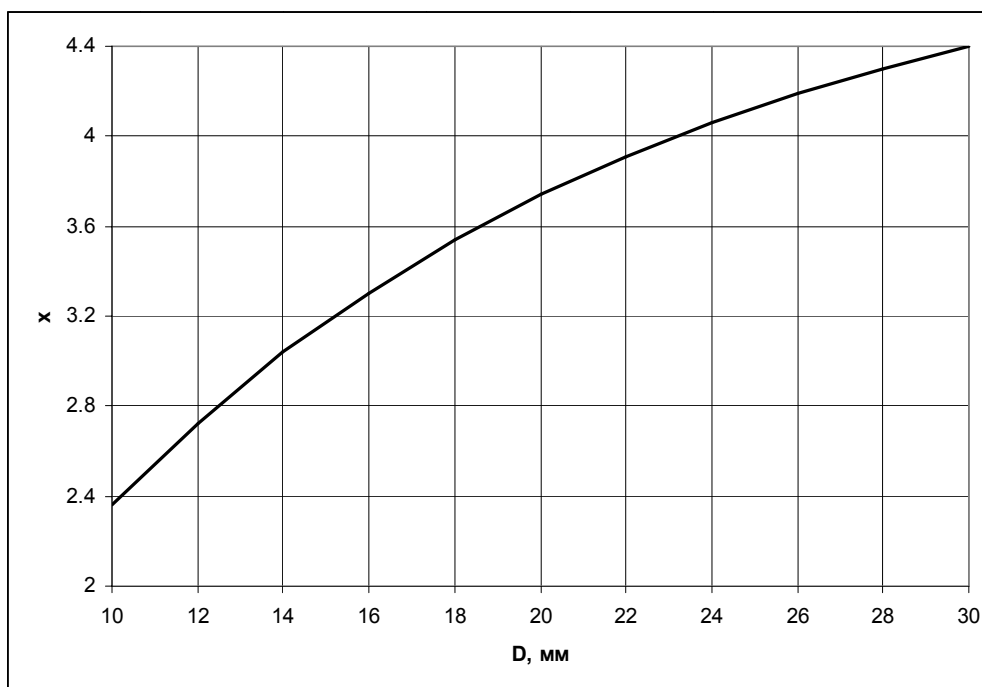


Рис. 3. Переменная x системы Лоренца в зависимости от расстояния между пластинами

Согласно гидродинамической модели виброоживленного слоя зернистого материала процесс очистки зерна рассмотрим как протекание вязкой жидкости сквозь отверстия в решетке, диаметр которых задан $d = 10$ мм. Расход жидкости, вытекающей из отверстия, определяется по формуле [6]:

$$Q = \xi S_d \sqrt{2gH_c}, \quad (2)$$

где ξ – коэффициент расхода отверстия;

S_d – площадь отверстия;

H_c – напор.

Выражение (2) не учитывает силы сухого трения, возникающие между зерном и решетом при прохождении материала через отверстия в решетке. Для учета силы сухого трения примем, что нормальная реакция зерновки при прохождении сквозь отверстие в решетке будет равна гидростатическому давлению столба материала над решетом. Тогда с учетом силы сухого трения из выражения (2) получим:

$$Q = \xi S_d \sqrt{2gH_c(1-f)}, \quad (3)$$

где f – коэффициент трения ($f = 0,36$ пшеница по стали [7]).

Выражение (3) используется в случае, когда напор H_c , зависящий от высоты столба материала над решетом является постоянной величиной. В нашем случае столб материала над решетом будет

иметь максимальную высоту $H_c = 100$ мм под выходным отверстием из бункера 4 (рис. 1). По мере продвижения материала по решетку столб материала будет равномерно уменьшаться вследствие его прохода сквозь решетку. Примем, что к месту схода примесей столб материала над решетом будет равен нулю (рис. 4).

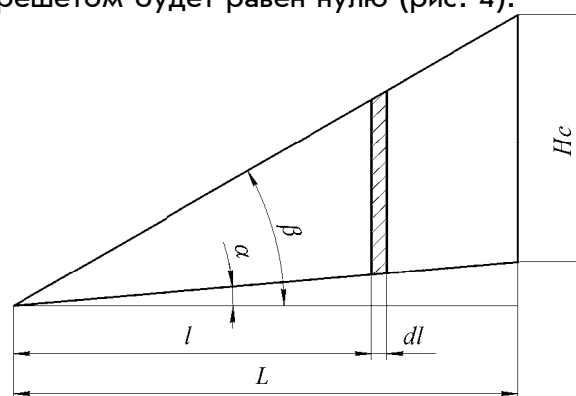


Рис. 4. Столб материала при движении от выгрузного отверстия бункера к месту схода

Тогда для учета переменной высоты столба найдем расход материала через площадь решета, соответствующую бесконечно малому отрезку dl по длине решета (рис. 4):

$$dQ = \xi dS_d \sqrt{2gH_c(1-f)}, \quad (4)$$

где dS_d – площадь решета, соответствующая бесконечно малому отрезку dl .

С учетом живого сечения решета найдем dS_d :

$$dS_d = \frac{k \cdot B \cdot dl}{\cos \alpha}, \quad (5)$$

где k – коэффициент живого сечения решета;

B – ширина решета;

α – угол наклона решета.

Высота столба материала в рассматриваемой точке решета (рис. 4) будет определяться по формуле:

$$H_c = l \cdot (\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha), \quad (6)$$

где β – угол естественного откоса обрабатываемого материала (для пшеницы $\beta = 30^\circ$ [8]).

Выражение (4) с учетом (5) и (6) будет иметь вид:

$$dQ = \xi \frac{k \cdot B \cdot dl}{\cos \alpha} \sqrt{2gl \cdot (\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha)(1-f)} \quad (7)$$

Для определения расхода материала через всю поверхность решета проинтегрируем обе части выражения (7) и получим:

$$Q = \frac{2\xi kBl}{3 \cos \alpha} \sqrt{2gl \cdot (\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha)(1-f)} \quad (8)$$

По формуле (8) получим расход материала через поверхность решета, выраженный в кубометрах в секунду. Для определения производительности машины в более привычных для подобных машин единицах измерения т/ч проведем необходимые преобразования и получим:

$$Q = \frac{2,4\xi kBl\rho}{\cos \alpha} \sqrt{2gl \cdot (\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha)(1-f)} \quad (9)$$

где ρ – плотность материала (для пшеницы, с учетом того, что виброожиженный слой имеет меньшую плотность, чем зерно в состоянии покоя, примем $\rho = 650$ кг/м³ [7]).

Коэффициент расхода отверстия зависит от числа Рейнольдса при истечении через это отверстие, которое определяется по формуле [6]:

$$\operatorname{Re} = \frac{d\sqrt{2gh}}{\nu}, \quad (10)$$

где ν – кинематическая вязкость.

Или

$$\operatorname{Re} = \frac{d\rho\sqrt{2gh}}{\mu} \quad (11)$$

В нашем случае число Рейнольдса будет составлять:

$$\operatorname{Re} = \frac{0,01 \cdot 650 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,02}}{6873} = 5,92 \cdot 10^{-4}$$

Для $\operatorname{Re} < 25$ коэффициент расхода определяется по формуле [9]:

$$\xi = \sqrt{\frac{\operatorname{Re}}{25,2 + \operatorname{Re}}} \quad (12)$$

То есть, в нашем случае $\xi = 4,85 \cdot 10^{-3}$.

Подставляя исходные данные в выражение (8), получим производительность машины при очистке фуражного зерна пшеницы в $Q = 2,48$ т/ч.

Выводы

Применение гидродинамической модели виброожиженного слоя зернистого материала и модели Лоренца позволило обосновать такие величины конструктивно-технологических параметров вибрационной зерноочистительной машины, при которых процесс очистки будет протекать наиболее интенсивно, а именно, высоту и расстояние между побудительными пластинами, амплитуду и частоту колебаний. Кроме того, была определена производительность зерноочистительной машины при заданных для нее размерах решета.

Библиографический список

1. Федоренко И.Я., Пирожков Д.Н. Динамика виброожиженного слоя сельскохозяйственного материала // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2005. – № 6. – С. 13-15.
2. Пирожков Д.Н. Сведение гидродинамической модели виброожиженного сыпучего материала к системе Лоренца // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2008. – № 8. – С. 59-65.
3. Федоренко И.Я., Пирожков Д.Н. Вибрируемый зернистый слой в сельскохозяйственной технологии. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2006. – 166 с.
4. Пат. 2400051 РФ МКП А 01 F 12/44, С1. Устройство для очистки фуражного зерна / И.Я. Федоренко, А.С. Федоренко. Заявитель и патентообладатель – Федоренко И.Я. № 2009118167/21; заявл. 13.05.2009; опубл. 27.09.2010. Бюл. № 27.
5. Пат. 2267770 РФ МПК G 01 N 11/10, С 1. Установка для определения вязкости дисперсных материалов /

И.Я. Федоренко, А.А. Гнездилов, С.А. Сорокин, К.А. Пехтерев, Д.Н. Пирожков, В.И. Лобанов. Заявитель и патентообладатель – Алтайский ГАУ. № 2004113678/28; заявл. 05.05.04; опубл. 10.01.06. Бюл. № 01.

6. Примеры расчетов по гидравлике: учеб. пособие для вузов / под ред. А.Д. Альтшуля. – М.: Стройиздат, 1977. – 255 с.

7. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин / под ред. А.В. Красниченко. – М.: ВИСХОМ, 1961. – Т. 2. – 862 с.

8. Свойства зерновых грузов // angargroup.ru: сервер ООО "Компания Сектор": URL: <http://www.angargroup.ru> (дата обращения 30.05.11).

9. Альтшуль А.Д. Гидравлические сопротивления. – М.: Недра, 1982. – 224 с.



УДК 634.8:631.54

М.С. Атаев

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОДГОТОВКИ ПОЧВЫ ВИНОГРАДНИКОВ ПО НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Ключевые слова: Республика Дагестан, развитие виноградарства, плантажная вспашка, виноград и вино, крестьянское (фермерское) хозяйство, затраты труда, тракторные агрегаты, посадка винограда, экономическая эффективность.

Введение

Достижение устойчивости предприятий винодельческой отрасли входит в среду важнейших стратегических приоритетов политики государства. Актуальность вопроса усиливается нарастающими тенденциями глобализации мировой экономики и близкими перспективами вступления России во Всемирную торговую организацию (ВТО).

С 1985 г. до последнего времени происходило интенсивное ее разрушение. Осуществление непродуманных, противоречивых и антинародных реформ, принудительное проведение сверху всевозможных разрушительных экспериментов, безграмотный переход к рыночным отношениям привели к обвальному сокращению площадей виноградников, производства винограда и винодельческой продукции.

Особенности функционирования предприятий винодельческой отрасли Дагестана на современном этапе, а также интересы участников данной отрасли (собственников, инвесторов, государства и др.) определяют актуальность и необходимость исследования проблем оценки устойчивости предприятий винодельческой отрасли на стратегическую перспективу.

Объекты и методы исследования

В качестве объектов исследования были выбраны три группы предприятий, расположенных на территории Республики Дагестан: сельскохозяйственные предприятия и семейно-индивидуальный сектор, занимающийся производством винограда; промышленные предприятия различной специализации, занимающиеся переработкой винограда; предприятия оптовой и розничной торговли виноградом и винома-териалами.

Были использованы методы экономических исследований: монографический, балансовый, расчетно-конструктивный, экономико-статистический, экспертные методы (анкетирование, устный спрос), индексный метод, программные средства общего и специализированного назначения и др.

Экспериментальная часть

В настоящее время мировой рынок вина находится на подъеме, активизировались страны нового света, Австралия, Новая Зеландия и др. Интерес к новым винам открывает для отечественного производителя определенные экспертные перспективы и заставляет рассматривать виноградарство с позиции поставщика качественного сырья в разрезе сортов и зон для производства вин высших категорий качества.

Общеизвестно, что закладка промышленных насаждений осуществляется районированными сортами винограда, при этом учитываются почвенно-климати-