

УДК 631.361.6

**А.Н. Перепечаев,
С.В. Старосотников**

*(РУП «НПЦ НАН Беларуси по
механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь)*

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ
СКОРОСТЕЙ ВРАЩЕНИЯ
ЗУБЧАТЫХ ВАЛЬЦОВ
ДЛЯ РАЗРЫХЛЕНИЯ
ЛЬНОВОРОХА**

Введение

Важная роль в АПК Республики Беларусь принадлежит льноводству, для развития которого на территории нашей страны есть все необходимые природно-климатические условия. Особого внимания заслуживает лен-долгунец – техническая культура комплексного использования. Из него получают продукцию одновременно трех видов: волокно, семена, ко-стру. Каждая из них – ценное сырье для промышленности. Несмотря на большой спрос на продукты льна-долгунца в Беларуси и мире, в последнее время наблюдается тенденция к уменьшению льносеющими хозяйствами посевных площадей. Причина этого – значительные энергетические и трудовые затраты при выращивании, сборе и первичной переработке льна, а также низкий уровень механизации технологических операций. Около 80–90 % всех затрат, связанных с выращиванием льна, приходится на сбор и послеуборочную обработку, в том числе 50–60 % затрат послеуборочной обработки приходится на сушку льновороха и льносырья.

В технологической схеме послеуборочной обработки льновороха самым ответственным звеном является досушивание, так как, прежде всего, от влажности материала зависят сохранность и изменение семенных свойств досушиваемого материала. Высокая влажность приводит к высоким энергозатратам на досушивание. Это связано как с энергоемкостью самого процесса, так и с несовершенством технологии и конструкции значительной части действующих сушилок.

Основной путь повышения эффективности использования сушильной техники заключается в создании универсальных машин. Кроме того, в данных машинах необходимо применять известные и создавать на базе ЭВМ новые средства автоматического контроля рабочих органов, регулирования соответствующих технологических параметров.

Основная часть

Одним из направлений снижения затрат на получение семян льна в процессе его выращивания является уменьшение расходов на послеуборочную обработку льновороха. Снижения энергозатрат на послеуборочную обработку вороха можно достичь путем выделения свободных семян и семенных коробочек (семенного вороха) из общей массы льновороха.

Льноворох представляет собой двухкомпонентную смесь тел шарообразной формы d_k и стеблевого материала цилиндрической формы ($d_c \ll l_c$) как

совокупность горизонтальных и вертикальных элементарных шаров, равных среднему диаметру семенной коробочки d_k . Диаметр поперечного сечения стеблевых материалов считаем выделенным элементом с массой d_m , так как $d_c \ll d_k$. Размещение компонентов материала по объему массива – равномерное. Высота H подачи материала и скорость его растяжения – величины первоначального состояния (рисунок 1).

Если определенный объем материала в виде массива находится в неподвижном состоянии, то система будет статической, а силы трения удерживают от изменения положения тел друг относительно друга. Но при придании системе любых незначительных вибрационных колебаний или других воздействий на нее возникает вероятность перемещения тел шарообразной формы через отверстия пространственной решетки с верхних слоев в нижние за счет сил гравитации и уменьшения сил внутреннего трения. Такое явление возможно, например, в случае движения подающего транспортера со скоростью V_{mp} . Согласно предложенной модели, произойдет перемещение тел шарообразной формы в массиве под действием вибрационных колебаний в зоне A и часть свободных семян и коробочек опустится на опорную поверхность OO_1 . При этом ориентация тел цилиндрической формы не меняется, соответственно, не меняются и геометрические размеры отверстий решетки, образованной стеблевыми телами цилиндрической формы. Увеличить размеры указанных отверстий можно путем уменьшения высоты H материала за счет его растяжения.

В процессе растяжения в горизонтальной плоскости массива материала (зоны $B, \Gamma, Д$, величины которых не должны превышать длину соломистых составляющих льновороха) размеры отверстий будут увеличиваться в направлении оси X , что способствует удалению тел шарообразной формы в направлении оси OY . При достижении критической высоты h размеры отверстий достигнут максимального значения без разрыва материала,

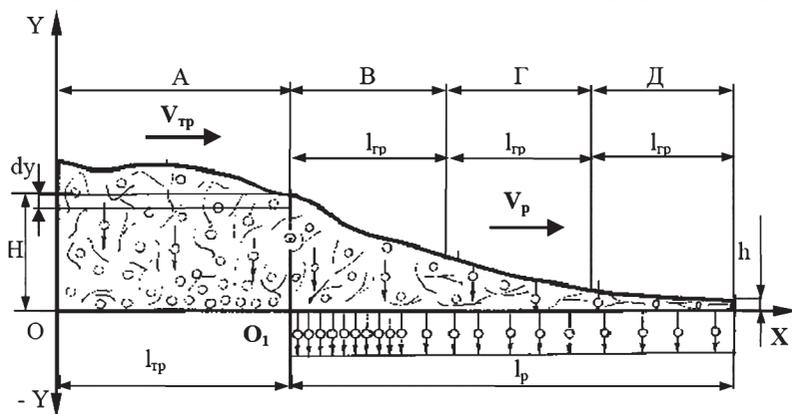


Рисунок 1. – Модель процесса сепарации льновороха

все составляющие шаровидной формы, равные или меньше d_k (среднее значение диаметра коробочки), будут перемещаться в направлении Y .

Выполнение условия изменения высоты слоя льновороха от H до h достигается с ростом скоростей вращения растягивающих барабанов (секций) в направлении движения вороха.

Для наиболее полного выделения семенных коробочек необходимо достичь максимального увеличения размеров отверстий пространственных решеток слоя, не создавая при этом его разрыва. Согласно исследованиям [1], усилие F_p , необходимое для растяжения слоя материала, составляет:

$$F_p \geq F_{mp} + F_{cu},$$

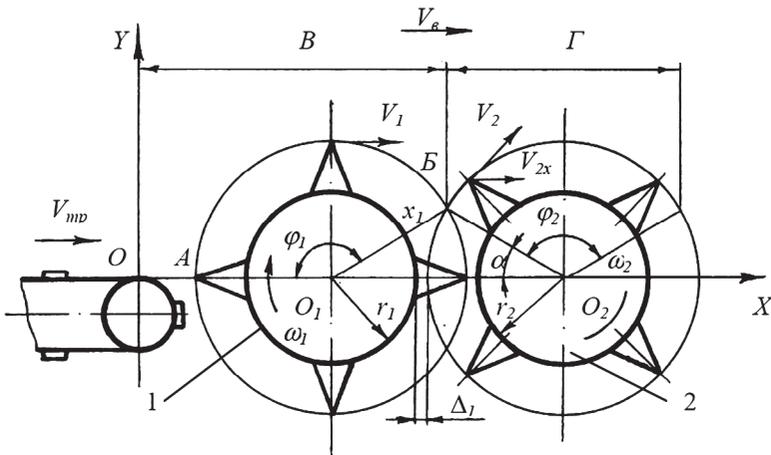
где F_{mp} – суммарная сила трения скольжения стеблей растения в объеме материала, который растягивается;

F_{cu} – сила сцепления между растениями.

Соединение стеблей льна в процессе послеуборочной обработки преимущественно происходит в местах разветвления стебля у корневой системы растения и соцветия. Поэтому во избежание разрыва пласта льновороха целесообразно проводить его растяжение на величину, равную технической длине стебля l_c .

Растяжение слоя вороха высотой H на длину l_c возможно в случаях роста угловых скоростей рабочих органов (барабанов, секций) в направлении движения слоя вороха V_p .

В случае неровности угловых скоростей вращения барабанов ω_1 и ω_2 за время dt линейная величина l слоя вороха льна вырастет на некоторое значение dl . При дальнейшем расчете пренебрегаем перемещением слоя вороха поверхностью зуба и принимаем (рисунок 2)



1 – первый барабан; 2 – второй барабан

Рисунок 2. – Расчетная схема для определения скоростей вращения барабанов

$$R_1 = r_1 + h_3 \text{ и } R_2 = r_2 + h_3,$$

где R_1, R_2 – соответственно расчетный радиус первого и второго барабанов;
 r_1, r_2 – соответственно радиус первого и второго барабанов;
 h_3 – высота зуба барабана.

Тогда путь движения слоя льновороха в зонах растяжения можно считать разницей перемещения крайних точек A, B первого и второго барабанов. Так как скорость транспортера V_{mp} , изменение величины l растяжения слоя вороха в зоне B можно определить [2]:

$$l_6 = \int_0^{t_{\phi_1}} (\omega_1 \cdot R_1 - V_{mp}) dt.$$

Для зоны Γ получим:

$$l_2 = \int_{t_\alpha}^{t_{\phi_2}} (\omega_2 \cdot R_2 - \omega_1 \cdot R_1) dt,$$

где t_{ϕ_1} – время, за которое первый барабан повернется на угол ϕ_1 ;

t_{ϕ_2} – время, за которое второй барабан повернется на угол ϕ_2 ;

t_α – время, за которое второй барабан повернется на угол α .

Общая длина растяжения l_p вороха высотой H является суммой величин растяжения в зоне B и в зоне Γ :

$$l_p = l_6 + l_2,$$

или

$$l_p = \frac{1}{n} l_c + \left(\frac{n-1}{n} l_c \right),$$

где n – коэффициент пропорциональности растяжения в зонах (принимается в зависимости от содержания соломистых составляющих, длины стеблей льна, влажности вороха, начальной высоты слоя H , параметров рабочих органов механизма).

Тогда получим:

$$\frac{1}{n} l_c = \int_0^{t_{\phi_1}} (\omega_1 \cdot R_1 - V_{mp}) dt. \quad (1)$$

$$\frac{n-1}{n} l_c = \int_{t_\alpha}^{t_{\phi_2}} (\omega_2 \cdot R_2 - \omega_1 \cdot R_1) dt. \quad (2)$$

Решение уравнений (1) и (2) дает возможность получить зависимость между кинематическими параметрами транспортера и первым и вторым барабанами.

Решение уравнения (1) следующее:

$$\frac{1}{n} l_c = \varphi_1 \left(\frac{R_1 \cdot \omega_1 - V_{mp}}{\omega_1} \right). \quad (3)$$

Аналогично для уравнения (2) получим:

$$\frac{n-1}{n} l_c = \left(R_2 - \frac{R_1 \cdot \omega_1}{\omega_2} \right) \cdot (\varphi_2 - \alpha). \quad (4)$$

Значения углов $\varphi_1, \varphi_2, \alpha$ можно выразить через размеры рабочих органов, рассмотрев треугольник $O_1x_1O_2$ (рисунок 2):

$$O_1O_2 = \Delta + r_1 + r_2,$$

где Δ – зазор между зубами одного барабана и поверхностью другого барабана.

При равенстве расчетных радиусов барабанов получим:

$$\alpha = \arccos \left[\frac{O_1x_1^2 - O_1O_2^2 - O_2x_1^2}{2 \cdot O_1x_1 \cdot O_2x_1} \right]. \quad (5)$$

$$\varphi_2 = \arccos \left[\frac{O_1O_2^2 - O_1x_1^2 - O_2x_1^2}{2 \cdot O_1x_1 \cdot O_2x_1} \right]. \quad (6)$$

$$\varphi_1 = \varphi_2 + \alpha. \quad (7)$$

$$O_1x_1 = r_1 + h_1; O_2x_1 = r_2 + h_2, \quad (8)$$

где h_1, h_2 – соответственно высота зубьев первого и второго барабанов.

Для упрощения дальнейших математических преобразований обозначим:

$$\left. \begin{array}{l} R = \Delta + r_1 + r_2 + h_2; \\ R_1 = r_1 + h_1; \\ R_2 = r_2 + h_2. \end{array} \right\} \text{ и } \left. \begin{array}{l} K_{\varphi_1} = K_{\varphi_2} + K_\alpha; \\ K_{\varphi_2} = \arccos \left(\frac{R_1^2 + R_2^2 - R^2}{2R_1R_2} \right); \\ K_\alpha = \arccos \left(\frac{R_2^2 + R^2 - R_1^2}{2R_1R_2} \right). \end{array} \right\} \quad (9)$$

Тогда, подставляя равенства (5)–(9) в уравнение (3) и (4), получим зависимости типа:

$$\frac{1}{n} l_c = K_{\varphi_1} \left(R_1 - \frac{V_{mp}}{\omega_1} \right),$$

откуда

$$\omega_1 = \frac{V_{mp} \cdot K_{\varphi_1}}{K_{\varphi_1} \cdot R_1 - \frac{1}{n} l_c}. \quad (10)$$

$$\frac{n-1}{n} l_c = \left(R_2 - \frac{R_1 \cdot \omega_1}{\omega_2} \right) (K_{\varphi_2} - K_\alpha),$$

откуда

$$\omega_2 = \frac{R_1 \omega_1}{R_2 - \frac{l_c (n-1)}{n (K_{\varphi_2} - K_\alpha)}}. \quad (11)$$

Заключение

Полученные равенства (10) и (11) позволяют определить угловые скорости вращения барабанов при известной скорости подающего транспортера V_{mp} в случае растяжения слоя льновороха на длину l_c с целью максимальной эффективности просеивания находящихся в массе льновороха свободных семян.

24.06.2015

Литература

1. Сизов, В.И. Крупные паковки: метод и особенности / В.И. Сизов // Лен и конопля. – 1987. – № 5. – С. 33–35.
2. Дідух, В.Ф. Збирання та первинна переробка льону-довгунця: монографія / В.Ф. Дідух, І.М. Дударев, Р.В. Кірчук. – Луцьк: Ред.-вид. відділ ЛНТУ, 2008. – 215 с.

УДК 631.356.41

**А.Н. Басаревский,
И.Е. Мажугин, С.И. Заяц,
П.В. Яцына, К.А. Кравченин**

*(РУП «НПЦ НАН Беларуси по
механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь)*

**РЕЗУЛЬТАТЫ
ИСПЫТАНИЙ
КАНАЛООЧИСТИТЕЛЯ
С РОТАЦИОННЫМ
РАБОЧИМ ОРГАНОМ
КОРО-2**

Введение

Современное сельскохозяйственное производство требует постоянного проведения мелиоративных мероприятий: культуртехнических работ, строительства мелиоративных систем, сооружения водохозяйственных объектов. Выполнение этих работ связано с большими затратами труда, материальных и денежных средств. Надлежащую отдачу от сделанных вложений можно получить только при рациональной эксплуатации мелиорированных земель, мелиоративных и водохозяйственных систем и сооружений [1].

Типичным и важнейшим элементом мелиоративных систем являются каналы и водоприемники различного назначения. От состояния каналов во многом зависит работоспособность всей мелиоративной системы. Общая протяженность каналов и водоприемников в Республике Беларусь составляет около 170 тыс. км.

При избытии влаги и высокой температуре воздуха в каналах повышается рост растительности (наблюдается в каналах с малыми скоростями течения воды, менее 0,2 м/с), в том числе толстостебельных (камыш, рогоз, тростник) [2]. Это приводит к значительному снижению пропускной способности воды в канале (при этом повышается уровень воды и образуются под-