

Выводы

Разработанная конструкция сортировальной поверхности, состоящая из двенадцати последовательно расположенных друг за другом роликов, эффективно удаляет почвенные и растительные примеси, осуществляет сортировку клубней на четыре фракции с минимальными повреждениями, что подтверждено в ходе лабораторных исследований.

24.09.13

Литература

1. Колчин, Н.Н. Комплексы машин и оборудования для послепосевной обработки картофеля и овощей / Н.Н. Колчин. – М.: Машиностроение, 1982. – 242 с.
2. Поздеев, А.В. Математическая модель сортирования клубней картофеля / А.В. Поздеев // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2004. – № 12. – С. 9–11.
3. Доценко, С.М. Обоснование параметров сепарирующе-сортирующего устройства для клубней картофеля / С.М. Доценко, Г.В. Чередов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2008. – № 4. – С. 30–31.
4. Устройство для сортировки картофеля: пат. № 8261 РБ, А 01D 33/08 / В.Н. Еднач, А.А. Шушилов, Г.А. Радишевский, В.А. Агейчик, Д.И. Комляч, В.В. Поддубицкий; заявитель и патентообладатель Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет». – № u20110942; заявл. 23.11.2011; опубл. 30.06.2012 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 3. – С. 195. – 7 с.: ил.

УДК 631.356:005.512

А.Л. Рапинчук,

И.А. Барановский

*(РУП «НПЦ НАН Беларусі по
механізацыі сельскага гаспадарства»,
г. Мінск, Рэспубліка Беларусь)*

**ОБОСНОВАНИЕ ОСНОВНЫХ
КИНЕМАТИЧЕСКИХ
ПАРАМЕТРОВ ВИБРАЦИОННОГО
ПОДКАПЫВАЮЩЕГО
УСТРОЙСТВА КОРНЕПЛОДО-
УБОРОЧНЫХ МАШИН**

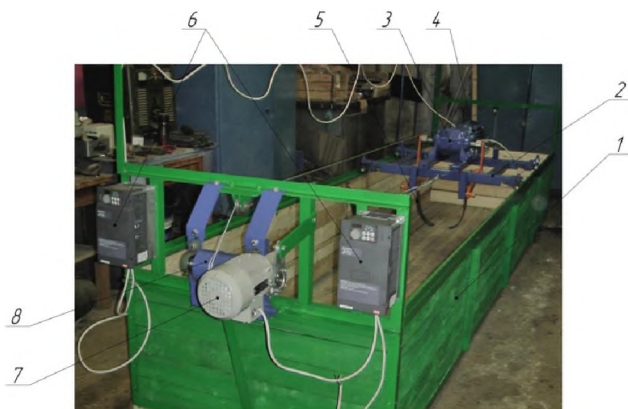
Введение

Одним из путей совершенствования машин для уборки столовых корнеплодов в части повышения качества убираемой продукции является исполнение их подкапывающего рабочего органа в виде скобообразных лап вибрационного действия.

В предлагаемой статье выполнен расчет механизма привода подкапывающего устройства вибрационного действия для уборки столовых корнеплодов.

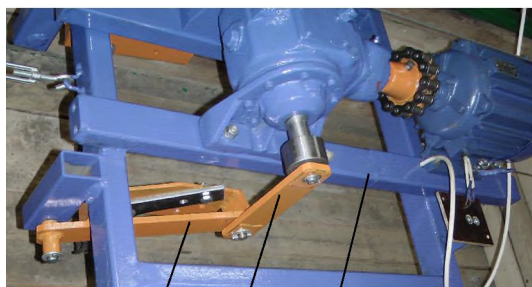
Основная часть

Для установления оптимального режима работы вибрационного подкапывающего рабочего органа (частоты и амплитуды колебания) изготовлена экспериментальная установка, внешний вид которой представлен на рисунке 101.



1 – ящик; 2 – тележка; 3 – редуктор; 4 – электродвигатель; 5 – подкапывающий рабочий орган; 6 – преобразователи частоты; 7 – электродвигатель привода тележки; 8 – барабан привода тележки

Рисунок 101 – Внешний вид экспериментальной установки



1 – рычаг горизонтальный; 2 – рычаг вертикальный; 3 – эксцентрик

Рисунок 102 – Привод подкапывающего устройства

Механизм привода подкапывающих рабочих органов (два рычага и эксцентрик) (рисунок 102) представляет собой базисный четырехзвенный механизм $OABD$, включающий неподвижную стойку DO и ведущее звено кривошипа OA (рисунок 103).

Определяем класс исследуемого механизма.

Класс механизма определяется внешним классом группы плоских механизмов (по Л.В. Ассуру [1]), входящей в состав механизма.

Формула строения механизма $I(0; 1) \rightarrow II(2; 3)$.

Таким образом, данный механизм относится к механизму II класса II порядка, обладающего одной степенью свободы.

Частота колебаний рабочей поверхности носка лапы (M) будет определяться угловой скоростью ω кривошипа OA .

Исходя из рисунка 103, амплитуда колебаний (A_k) носка лапы (M), зависящая от длины кривошипа OA и отношения DC/CB , определяется по формуле:

$$A_x = B_1B_2 \cdot \frac{DC}{CB} \quad (1)$$

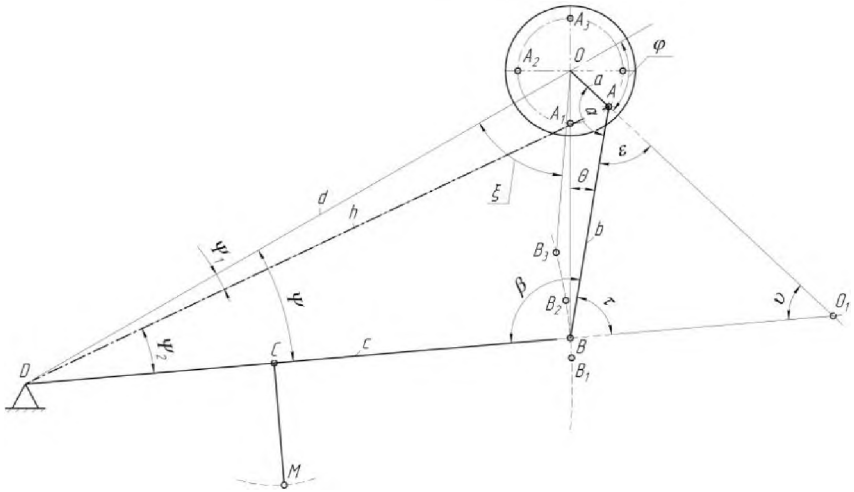


Рисунок 103 – К кинематическому анализу механизма привода подкапывающих рабочих органов

Найдем выражение для дуги B_1B_2 .

Из $\triangle B_1OB_2$ хорда B_1B_2 , соответствующая угловому ходу $\angle B_2DB_1$, определяется:

$$(B_1B_2)^2 = 2(a^2 + b^2) + 2(a^2 - b^2) \cos \theta, \quad (2)$$

где a – длина кривошипа OA , м;

b – длина звена AB , м;

θ – угол между звеном AB в двух крайних положениях точки B , град.

Найдем угол θ . Из $\triangle ODB_2$

$$\cos \xi = \frac{d^2 + (b-a)^2 - c^2}{2d(b-a)},$$

где d – длина неподвижного звена DO , м;

c – длина звена DB , м.

Из $\triangle ODB$ находим:

$$\cos(\xi + \theta) = \frac{d^2 + (b+a)^2 - c^2}{2d(b+a)},$$

Приведем пример расчета, зная исходные данные: $a = (0,004 \text{ м}; 0,006 \text{ м}; 0,008 \text{ м}; 0,01 \text{ м})$, $b = 0,18 \text{ м}$; $c = 0,28 \text{ м}$; $d = 0,385 \text{ м}$.

Определяем: $\xi = 1,09^\circ$, $(\xi + \theta) = 1,28^\circ$. Отсюда $\theta = 0,19^\circ$.

Ввиду малой величины угла θ в выражении (2) $\cos\theta$ принимаем равным 1, после чего выражение (2) примет вид:

$$B_1B_2 = \sqrt{2(a^2 + b^2) + 2(a^2 - b^2)} = 2a. \quad (3)$$

Далее из $\triangle B_2DB_1$ по трем сторонам определяем угол $\angle B_2DB_1$:

$$\cos \angle B_2DB_1 = \frac{2c^2 - (B_1B_2)^2}{2c^2},$$

откуда

$$\angle B_2DB_1 = \arccos\left(1 - \frac{(B_1B_2)^2}{2c^2}\right).$$

Подставив в это выражение значение B_1B_2 из (3), будем иметь:

$$\angle B_2DB_1 = \arccos\left(1 - \frac{2a^2}{c^2}\right). \quad (4)$$

Как известно, длина дуги, опирающаяся на центральный угол, определяется по формуле:

$$B_1B_2 = \frac{\pi \cdot c \cdot \angle B_2DB_1}{180^\circ}.$$

Подставив в это выражение значение угла B_2DB_1 из (4) и перенеся его в выражение (1), определим амплитуду колебаний лапы CM :

$$A_\kappa = \frac{\pi \cdot c \cdot \arccos\left(1 - \frac{2a^2}{c^2}\right)}{180^\circ} \cdot \frac{DC}{CB}. \quad (5)$$

Остальные величины, определяющие амплитуду в этом выражении, при работе установки на различных режимах остаются постоянными, кроме кривошипа.

По полученным данным построен график изменения амплитуды колебания от величины эксцентриситета (рисунок 104).

Таким образом, выведенное уравнение (5) дает возможность определять значение амплитуды колебания подкапывающей лапы при различных расстояниях кривошипа.

Для нахождения скорости и ускорения носка лапы точки M воспользуемся следующими соображениями: так как кривошип OA (рисунок 103) вращается с постоянной угловой скоростью ω , то скорость точки A определится:

$$V_A = \omega \cdot a.$$

Тогда угловая скорость звена AB будет равна:

$$\omega_{AB} = \frac{V_A}{O_1A},$$

где ω_{AB} – угловая скорость звена AB вокруг мгновенного центра вращения (МЦВ), c^{-1} ;

O_1A – расстояние от МЦВ до точки A , м.

A_n , мм

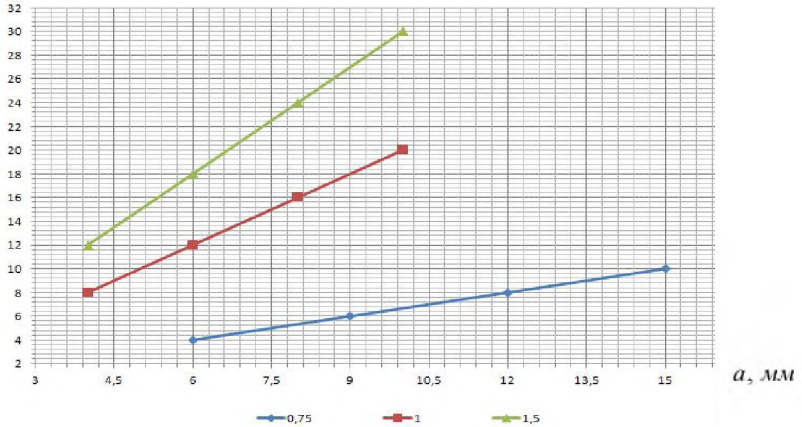


Рисунок 104 – Характер изменения амплитуды колебания от величины эксцентриситета для различных значений $\frac{DC}{CB} = 0,75; 1,0; 1,5$

Тогда скорость точки B будет равна:

$$V_B = \omega_{AB} \cdot \overrightarrow{O_1B} = V_A \cdot \frac{\overrightarrow{O_1B}}{O_1A},$$

где O_1B – расстояние от МЦВ до точки B , м.

Угловая скорость звена BD :

$$\omega_{BD} = \frac{V_B}{DB} = V_A \cdot \frac{\overrightarrow{O_1B}}{O_1A} \cdot \frac{1}{DB}.$$

Скорость точки C :

$$V_C = \omega_{BD} \cdot \overrightarrow{CD} = V_A \cdot \frac{\overrightarrow{O_1B}}{O_1A} \cdot \frac{\overrightarrow{CD}}{DB}.$$

Скорость точки M :

$$V_M = \omega_{BD} \cdot \overrightarrow{CM} = V_A \cdot \frac{\overrightarrow{O_1B}}{O_1A} \cdot \frac{\overrightarrow{CD}}{DB} \cdot \frac{CM}{CB},$$

$$V_M = V_A \cdot \frac{\overrightarrow{O_1B}}{O_1A} \cdot \frac{\overrightarrow{CD}}{DB} \cdot \frac{CM}{CB}.$$

Из $\angle ABO_1$ (рисунок 103) отношение $\frac{\overrightarrow{O_1B}}{O_1A}$ определяется по теореме

синусов:

$$\frac{\sin \angle BAO_1}{\sin \angle ABO_1} = \frac{\overrightarrow{O_1B}}{\overrightarrow{O_1A}} = \frac{\sin \varepsilon}{\sin \tau}.$$

Таким образом, скорость точки M определяется выражением:

$$V_M = V_A \cdot \frac{\sin \varepsilon}{\sin \tau} \cdot \frac{\overrightarrow{CD}}{\overrightarrow{DB}} \cdot \frac{CM}{CB}. \quad (6)$$

Для установления зависимости между углом поворота кривошипа и углами $\angle BAO_1$ и $\angle ABO_1$ обозначим (рисунок 103):

φ – угол поворота кривошипа, град.;

α – угол между кривошипом и шатуном, град.;

β – угол между звеном BD и шатуном, град.;

ψ – угол между звеном DB и стойкой OD , град.

Соединив точку A с D прямой AD и обозначив ее длину через h , из $\triangle ADO$ найдем:

$$h^2 = d^2 + a^2 - 2ad \cdot \cos(\pi - \varphi) = d^2 + a^2 + 2ad \cdot \cos \varphi. \quad (7)$$

С другой стороны, из $\triangle ABD$

$$h^2 = c^2 + b^2 - 2bc \cdot \cos \beta. \quad (8)$$

Из этих двух равенств найдем угол β как функцию угла φ :

$$c^2 + b^2 - 2bc \cdot \cos \beta = d^2 + a^2 + 2ad \cdot \cos \varphi;$$

$$\cos \beta = \frac{c^2 + b^2 - d^2 - a^2}{2bc} - \frac{ad}{bc} \cdot \cos \varphi.$$

Обозначив через

$$K_1 = \frac{c^2 + b^2 - d^2 - a^2}{2bc}; \quad K_2 = \frac{ad}{bc},$$

получим:

$$\cos \beta = K_1 - K_2 \cos \varphi, \quad (9)$$

откуда

$$\beta = \arccos(K_1 - K_2 \cos \varphi).$$

Для определения угла ψ предварительно найдем вспомогательные углы ψ_1 и ψ_2 .

Из $\triangle ADO$ имеем:

$$\frac{a}{h} = \frac{\sin \psi_1}{\sin(\pi - \varphi)},$$

откуда

$$\sin \psi_1 = \frac{a}{h} \sin \varphi. \quad (10)$$

Но из уравнения (7) имеем:

$$h = \sqrt{d^2 + a^2 + 2ad \cdot \cos \varphi}.$$

Обозначив

$$K_3 = d^2 + a^2; \quad K_4 = 2ad$$

и подставив значение h в уравнение (10), имеем:

$$\sin \psi_1 = \frac{a \cdot \sin \varphi}{\sqrt{K_3 + K_4 \cdot \cos \varphi}},$$

откуда

$$\psi_1 = \arcsin \frac{a \cdot \sin \varphi}{\sqrt{K_3 + K_4 \cdot \cos \varphi}}.$$

Далее, из $\triangle BAD$ имеем:

$$\begin{aligned} \frac{b}{h} &= \frac{\sin \psi_2}{\sin \beta}; \\ \sin \psi_2 &= \frac{b}{h} \cdot \sin \beta = \frac{b \cdot \sin \beta}{\sqrt{K_3 + K_4 \cdot \cos \varphi}}. \end{aligned} \quad (11)$$

С другой стороны, из уравнения (9) имеем:

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = \sqrt{1 - (K_1 - K_2 \cos \varphi)^2}.$$

Подставив найденное значение $\sin \beta$ в уравнение (11), получим:

$$\begin{aligned} \sin \psi_2 &= \frac{b \sqrt{1 - (K_1 - K_2 \cdot \cos \varphi)^2}}{\sqrt{K_3 + K_4 \cdot \cos \varphi}}; \\ \psi_2 &= \arcsin \frac{b \sqrt{1 - (K_1 - K_2 \cdot \cos \varphi)^2}}{\sqrt{K_3 + K_4 \cdot \cos \varphi}}. \end{aligned}$$

Из рисунка 103 находим $\psi = \psi_1 + \psi_2$.

$$\psi = \arcsin \frac{a \cdot \sin \varphi}{\sqrt{K_3 + K_4 \cdot \cos \varphi}} + \arcsin \frac{b \sqrt{1 - (K_1 - K_2 \cdot \cos \varphi)^2}}{\sqrt{K_3 + K_4 \cdot \cos \varphi}}. \quad (12)$$

Угол α может быть определен из уравнения:

$$\alpha = [360^\circ - (180^\circ - \varphi) - \beta - \psi] = 180^\circ + \varphi - \beta - \psi.$$

Подставив значение соответствующих углов, имеем:

$$\begin{aligned} \alpha &= (180^\circ + \varphi) - \arccos(K_1 - K_2 \cos \varphi) - \arcsin \frac{a \cdot \sin \varphi}{\sqrt{K_3 + K_4 \cos \varphi}} - \\ &- \arcsin \frac{b \sqrt{1 - (K_1 - K_2 \cdot \cos \varphi)^2}}{\sqrt{K_3 + K_4 \cdot \cos \varphi}}. \end{aligned} \quad (13)$$

Таким образом, получим значение углов α , β , ψ в функции угла поворота φ ведущего звена-кривошипа OA . Из рисунка 103 видно, что угол $\varepsilon = (180^\circ - \alpha)$, а $\tau = (180^\circ - \beta)$, следовательно, уравнение (6) примет вид:

$$V_M = V_A \cdot \frac{\sin(180^\circ - \alpha)}{\sin(180^\circ - \beta)} \cdot \frac{CD}{DB} \cdot \frac{CM}{CB};$$

обозначив

$$\frac{\overline{CD}}{DB} \cdot \frac{CM}{CB} \cdot V_A = \Phi,$$

$$V_M = \Phi \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}. \quad (14)$$

Подставив в это выражение значение углов α и $\sin \beta$ из уравнений (13) и (9), получим уравнение скорости движения носка подкапывающей лапы.

$$V_M = \Phi \cdot \frac{\sin \left[(180^\circ + \varphi) - \arccos(K_1 - K_2 \cos \varphi) - \arcsin \frac{a \cdot \sin \varphi}{\sqrt{K_3 + K_4 \cos \varphi}} - \arcsin \frac{b \sqrt{1 - (K_1 - K_2 \cdot \cos \varphi)^2}}{\sqrt{K_3 + K_4 \cdot \cos \varphi}} \right]}{\sqrt{1 - (K_1 - K_2 \cdot \cos \varphi)^2}}.$$

Ускорение a_M носка подкапывающей лапы будет найдено в результате дифференцирования уравнения (14) скорости V_M по времени.

Учитывая, что $\varphi' = \omega$, получим:

$$a_M = \frac{dV_M}{dt} = \Phi \cdot \frac{\sin \beta \cdot \cos \alpha \cdot \alpha' - \sin \alpha \cdot \cos \beta \cdot \beta'}{\sin^2 \beta} =$$

$$= \Phi \cdot \frac{\sqrt{1 - (K_1 - K_2 \cdot \cos \varphi)^2} \cdot (\omega - \psi_1' - \psi_2' - \beta') \cdot \cos \alpha - (K_1 - K_2 \cdot \cos \varphi) \cdot \beta' \cdot \sin \alpha}{1 - (K_1 - K_2 \cdot \cos \varphi)^2},$$

где α определяется формулой (13);

$$\beta' = \frac{d\beta}{dt} = [\arccos(K_1 - K_2 \cos \varphi)]' = - \frac{(K_1 - K_2 \cos \varphi)'}{\sqrt{1 - (K_1 - K_2 \cos \varphi)^2}} = \frac{K_2 \cdot \omega \cdot \sin \varphi}{\sqrt{1 - (K_1 - K_2 \cos \varphi)^2}};$$

$$\psi_1' = \frac{d\psi_1}{dt} = \left[\arcsin \frac{a \cdot \sin \varphi}{\sqrt{K_3 + K_4 \cdot \cos \varphi}} \right]' = \frac{\left[\frac{a \cdot \sin \varphi}{\sqrt{K_3 + K_4 \cdot \cos \varphi}} \right]'}{\sqrt{1 - \frac{a^2 \cdot \sin^2 \varphi}{K_3 + K_4 \cdot \cos \varphi}}} =$$

$$= \frac{a \cdot \omega \cdot (2K_3 \cdot \cos \varphi + K_4 \cdot \cos^2 \varphi + K_4)}{2 \cdot (K_3 + K_4 \cdot \cos \varphi) \cdot \sqrt{K_3 + K_4 \cdot \cos \varphi - a^2 \cdot \sin^2 \varphi}};$$

$$\psi_2' = \frac{d\psi_2}{dt} = \left[\arcsin \frac{b \cdot \sqrt{1 - (K_1 - K_2 \cdot \cos \varphi)^2}}{\sqrt{K_3 + K_4 \cdot \cos \varphi}} \right]' = \frac{\left[\frac{b \cdot \sqrt{1 - (K_1 - K_2 \cdot \cos \varphi)^2}}{\sqrt{K_3 + K_4 \cdot \cos \varphi}} \right]'}{\sqrt{1 - \frac{b^2 \cdot [1 - (K_1 - K_2 \cdot \cos \varphi)^2]}{K_3 + K_4 \cdot \cos \varphi}}} =$$

$$= \frac{b \omega \sin \varphi \{ 2K_2 \cdot (K_1 - K_2 \cdot \cos \varphi)(K_3 + K_4 \cdot \cos \varphi) + K_4 \cdot [1 - (K_1 - K_2 \cdot \cos \varphi)^2] \}}{2(K_3 + K_4 \cdot \cos \varphi) \sqrt{1 - (K_1 - K_2 \cdot \cos \varphi)^2} \sqrt{K_3 + K_4 \cdot \cos \varphi - b^2 [1 - (K_1 - K_2 \cdot \cos \varphi)^2]}}.$$

Заключение

Выражения (5) и (6) с математической точки зрения объясняют физическую сущность тех явлений и процессов, которые происходят с подкапывающей лапой при включении вибратора. В дальнейшем они будут использованы при обосновании параметров и расчете основных режимов работы подкапывающей лапы.

19.08.13

Литература

1. Артоболевский, И.И. Теория механизмов и машин / И.И. Артоболевский. – М.: Наука, 1988. – 640 с.

УДК 677.051.38

**Ю.Ф. Лачуга, М.М. Ковалев,
А.П. Апыхин**

(ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт механизации льноводства Российской академии сельскохозяйственных наук», г.Тверь, Российская Федерация)

В.П. Чебогарев, В.М. Изюитко

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

**СОСТОЯНИЕ И
ПЕРСПЕКТИВЫ
РАЗРАБОТКИ
ТЕХНОЛОГИИ И
ОБОРУДОВАНИЯ
ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ
ОДНОТИПНОГО
ЛЬНОВОЛОКНА**

Введение

Актуальной проблемой в области первичной обработки льняной тресты является модернизация технологии и оборудования с целью расширения сфер применения льноволокна, повышения производительности труда, снижения энергопотребления, капитальных вложений и эксплуатационных расходов.

Одним из перспективных направлений решения этой проблемы является разработка технологии и оборудования для получения *однотипного неориентированного волокна и однотипного волокна в ленте*. Однотипное волокно может быть использовано для широкого ассортимента полуфабрикатов и готовых изделий: тканей бытового назначения (простыней, скатертей, гардинных тканей, полотенец и др.), а также модифицированного волокна, пробивных и прошивных нетканых материалов, объемных утеплителей, технической и медицинской ваты и др. При этом в ряду изделий из однотипного волокна приоритетны ткани бытового назначения, так как в условиях ухудшающейся экологической обстановки «здоровая» одежда приобретает первостепенное значение.

Цель исследований заключалась в проведении анализа конструктивно-технологических схем линий обескостривания льносырья для