

**РАЗРАБОТКА РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ  
ОЧИСТИТЕЛЯ НАТУРАЛЬНОГО ВОЛОКНА  
ОТ РАСТИТЕЛЬНЫХ ПРИМЕСЕЙ  
И ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ КОЛОСНИКА НА УПРУГИХ ОПОРАХ**

**DEVELOPMENT OF RESOURCE-SAVING TECHNOLOGY  
OF A NATURAL FIBER CLEANER  
FROM VEGETABLE IMPURITIES AND JUSTIFICATION  
OF GRATE PARAMETERS ON ELASTIC SUPPORTS**

*А. ДЖУРАЕВ, Д.С. ТАШПУЛАТОВ, С.М. ЭЛМОНОВ, А.Ф. ПЛЕХАНОВ, Р.О. ЖИЛИСБАЕВА*  
*A. DZHURAEV, D.S. TASHPULATOV, S.M. ELMONOV, A.F. PLEKHANOV, R.O. ZHILISBAYEVA*

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан,  
Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Республика Узбекистан,  
Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство),  
Российская Федерация)  
(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan,  
Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Republic of Uzbekistan,  
Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art), Russian Federation)  
E-mail: nauka@atu.kz

*В статье приводятся схема и принцип работы очистителя шерстяных волокон от растительных примесей, решения задач колебаний колосника на упругих опорах при различных формах сопротивления от очищаемой шерсти. Обоснованы необходимые параметры системы.*

*The article presents the scheme and principle of operation of the wool fiber cleaner from plant matter. On the basis of solving the problems of oscillations of the grate on elastic supports with various forms of resistance from the wool being cleaned. Justified the necessary system parameters.*

**Ключевые слова:** шерсть, волокно, растительные примеси, очиститель, коловый барабан, пыльный цилиндр, колосники, упругая опора, колебания, жесткость, амплитуда, частота, закономерность, эффект.

**Keywords:** wool, fiber, vegetable impurities, cleaner, spiky drum, saw cylinder, grate, elastic support, oscillation, rigidity, amplitude, frequency, regularity, effect.

В конструкции очистительного агрегата секции очистки волокнистого материала от мелкого и крупного сора чередуются последовательно [1]. Секция очистки мелкого сора включает колковые барабаны, сетчатую поверхность под ними, а секция крупной очистки содержит пильчатые цилиндры и колосники под ними. Основным недостатком данной конструкции является низкий эффект очистки и высокая повреждаемость волокон из-за многократных механических воздействий рабочих органов на волокнистый материал, в том числе на очищаемую от растительных примесей шерсть. Проблема очист-

ки шерстяных волокон от растительных примесей мало изучена, а существующая технология не отвечает современным требованиям [2]. В связи с этим нами разработана усовершенствованная конструкция рабочих органов очистителя волокнистого материала (шерсти) [3...5].

На рис. 1 представлен очиститель шерсти от растительных примесей, где а) – общая схема очистителя; б) – схема расположения трехгранного колосника на упругой опоре; в) – расчетная схема для расчета колебаний колосника.

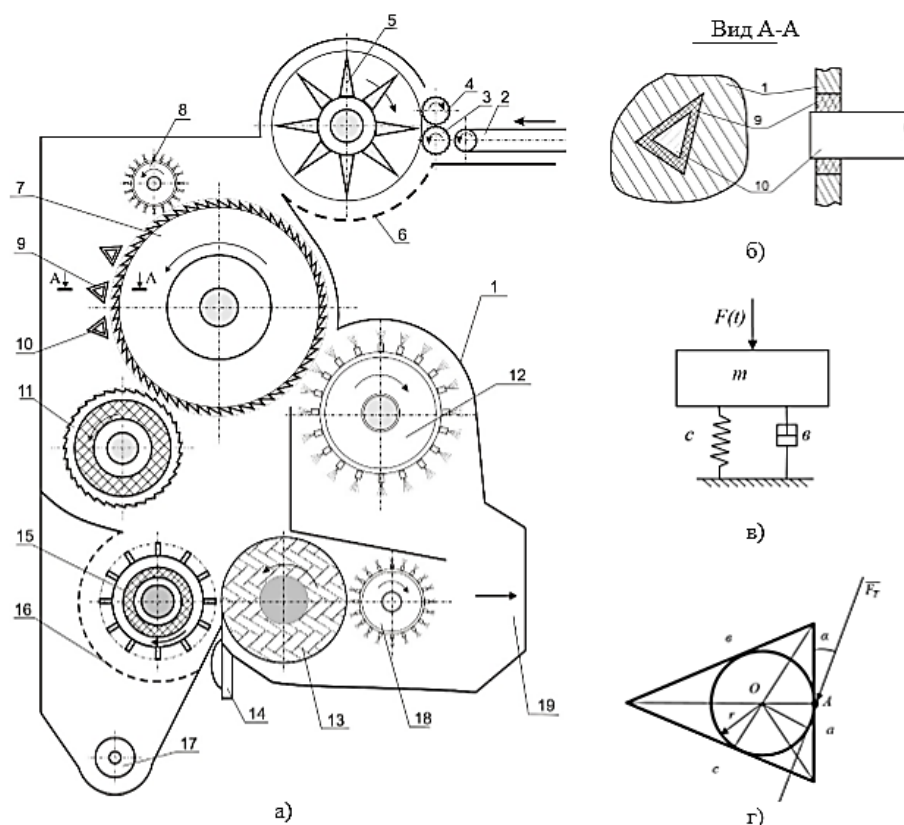


Рис. 1

В рекомендуемой конструкции волокнистый материал (шерсть) с примесями поступает через транспортер 2 и рифленные питающие валики 3, 4 к колковому барабану 5. Колковый барабан протаскивает шерстяные волокна через сетчатую поверхность 6, выделенные сорные примеси при этом выпадают в сороотвод через отверстия сетчатой поверхности 6. При этом разрыхленная шерсть попадает на поверхность пильчатого цилиндра 7. Щеточный валик 8

обеспечивает равномерный слой шерсти и нанизывает волокна в пространство между зубьями пильчатого цилиндра 7. Зубья пильчатого цилиндра 7, захватывая волокна шерсти, проносят их через колосники 9, которые вибрируют за счет упругих подушек 10, обеспечивая при этом дополнительное выделение сорных примесей из шерсти [4]. Но при этом крупные растительные примеси остаются в составе шерсти и продолжают двигаться с пильчатым цилиндром 7.

Эти крупные примеси растительного происхождения (репы, колючки) отбиваются сбивающим валиком 11 и отделяются от шерсти, захваченной зубьями пильчатого цилиндра валиками. Волокна шерсти, захваченные зубьями пильчатого цилиндра, снимаются с зубьев и передаются в волокноотвод 19. Выделенные крупные растительные примеси, сбиваемые валиком 11, имеют в себе достаточный процент волокон шерсти. С целью отделения этих волокон от крупных растительных примесей они поступают на поверхность рабочего барабана 13. Волокна шерсти захватываются и прижимаются к поверхности рабочего барабана 13, вследствие его поверхности, выполненной из составного материала РКМ (резинокожаный материал). Волокна шерсти, прилипшие к поверхности рабочего барабана 13, протаскиваются на неподвижный нож 14, а крупные растительные примеси отделяются от волокон шерсти у кромки неподвижного ножа 14 отбойным валиком 15 и отводятся в сороотвод шнеком 17. Часть крупных растительных примесей с частью шерстяных волокон протаскиваются отбойным валиком 15 через сетчатую поверхность 16 и повторно поступают в рабочую

зону. Шерстяные волокна с рабочего барабана 13 снимаются щеточными валиками 18 и отводятся в волокноотвод 19.

Для обеспечения необходимого качества очистки шерсти от растительных примесей важным является изучение колебаний трехгранных колосников на упругих опорах. На рис. 1-в представлена расчетная схема трехгранного колосника на упругих опорах для расчета его колебаний. При этом колосник представляется как одномассовая колебательная система, возмущаемая от воздействия очищаемой шерсти. При этом в зависимости от подачи шерсти на колосники могут действовать различные формы возмущающих сил:

- при равномерной подаче шерсти, нагрузка будет постоянной:  $F(t)=P$  (рис. 2-а);
- при комбинированной – двух последовательно приложенных нагрузках, подача шерсти может иметь ступенчатый характер:  $F_1(t)=P_0$  и  $F_2(t)=2P_2$  (рис. 2-б);
- при поступлении шерсти сосредоточенными комками, то есть при возмущающей силе в виде единичных импульсов,  $F_2(t)=2P_2$  при  $x_0=x(0)$ ;  $\dot{x}_0 = \dot{x}(0)$  (рис. 2-в).

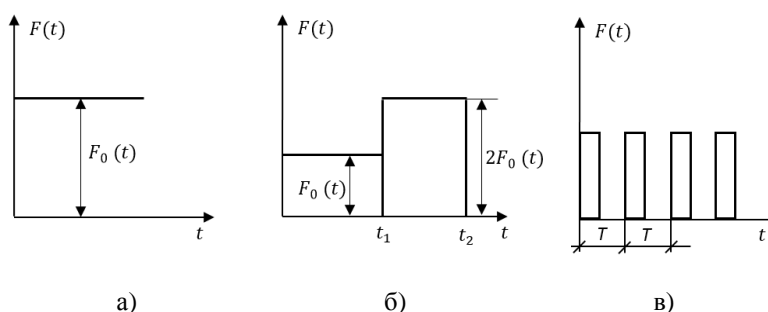


Рис. 2

Эти возмущающие силы представлены на рис. 2 в виде графиков.

Дифференциальное уравнение, описывающее колебания трехгранного колосника на упругих опорах при произвольной возмущающей силе от очищаемой шерсти, имеет вид:

$$\ddot{x} + 2n + P_0^2 y = \frac{1}{m_k} F(t) \quad (1)$$

где  $P_0^2 = \frac{c}{m_k}$ ;  $2n = \frac{b}{m_k}$ ;  $c, b$  – коэффициенты жесткости и диссипации упругой опоры колосника;  $m_k$  – масса колосника очистителя шерсти.

Общее решение (1) можно получить, используя преобразование Лапласа и методу из [6].

Общее решение (2) при  $x_0 = x(0)$ ,  $\dot{x}_0 = \dot{x}(0)$ , имеет вид:

$$x = x_0 \cos P_0 t + \frac{\dot{x}_0}{P_0} \sin P_0 t + \frac{1}{m_k P_0} \int_0^t F(\tau) \sin P_0 (t - \tau) d\tau. \quad (2)$$

В решении (2) последний интеграл называют сверенной функцией  $F(t)$  и  $\sin P_0 t$  [6]. При этом  $F(t)$  – дельта-функция первого порядка  $\delta(t)$  и  $x_0 = 0$ ;  $\dot{x}_0 = 0$ .

Следует отметить, что сила воздействия порции шерсти на плоскую поверхность трехгранного колосника осуществляется под углом  $\gamma$  (рис. 1-г). При этом момент относительно центра внутренней окружности треугольника определится из выражения:

$$M_c = \frac{2SrF_T}{a+b+c}, \quad (3)$$

где  $F_T$  – площадь сечения трехгранного колосника;  $r$  – радиус окружности, вписанной в треугольник;  $a, b, c$  – длины сторон трехгранного колосника. При этом угол отклонения колосника за счет деформации резиновой опоры относительно его центра будет:

$$\varphi = \frac{2SrF_T}{(a+b+c)c}, \quad (4)$$

где  $c$  – жесткость упругой резиновой втулки в круговом направлении.

Следовательно, можно отметить, что трехгранный колосник в процессе очистки шерсти от растительных примесей будет колебаться не только по оси  $x$ , но и в круговом направлении.

Решим задачу при равномерной подаче шерсти в зону очистки. При равномерной подаче шерсти в зону очистки технологическая нагрузка будет иметь вид (рис. 2-а):

$$F(t) = F_0(t) = P. \quad (5)$$

При начальных условиях скорость и перемещения трехгранных колосников очистителя шерсти будут равны нулю:

$$t = 0, x_0 = 0; \dot{x}_0 = 0.$$

Тогда легко можно получить:

$$x = \frac{P}{mP_0^2} - \frac{P}{mP_0^2} \cos P_0 t. \quad (6)$$

Взяв производную от (6) по времени, имеем:

$$\dot{x} = \frac{dx}{dt} = \frac{P}{mP_0} \sin P_0 t. \quad (7)$$

В начальный период при работе очистителя шерсти без технологической нагрузки колосник будет перемещаться в них по "х" в соответствии с силой веса трехгранного колосника и жесткости упругой резиновой опоры, при этом на  $x_{ст}$ . Согласно (7) при внезапном приложении технологической нагрузки от очищаемой шерсти перемещения трехгранного колосника будут в два раза больше относительно действия силы веса:

$$x_m = \frac{2P}{m\left(\sqrt{\frac{c}{m}}\right)^2} = -\frac{P}{c} = 2x_{ст}. \quad (8)$$

Решим задачу при ступенчатом изменении технологической нагрузки от очищаемой шерсти. В процессе работы очистителя в рабочую зону могут поступать шерсть с различной сорной массой. При этом за счет воздействия шерсти трехгранный колосник может перемещаться с различной силой нагрузки по радиусу пильного цилиндра. В результате зазор между колосником и цилиндром будет изменяться, что может привести к снижению очистительного эффекта. Поэтому важным является определение значений перемещений трехгранных колосников на упругих опорах.

Согласно (7) значение колебаний трехгранного колосника при воздействии постоянной технологической нагрузки от очищаемой шерсти с учетом графика на рис. 2-б будет следующее [6]:

для  $0 \leq t \leq t_1$  имеем

$$x = \frac{F_0(t)}{mP_0^2} (1 - \cos P_0 t), \quad (9)$$

для  $t_1 \leq t \leq t_2^\infty$  имеем

$$x = \frac{F_0(t)}{mP_0^2} [\cos(t - t_1) P_0 - \cos P_0 t], \quad (10)$$

а также для случая  $t_1 \leq t \leq t_2$

$$x = \frac{F_0(t)}{mP_0^2} [2\cos(t_2 - t_1)P_0 - \cos(t - t_1)P_0 - \cos P_0 t]. \quad (11)$$

## ВЫВОДЫ

Предложена эффективная схема очистителя шерстяных волокон от растительных примесей. Изучен характер колебаний шерсти при различных формах взаимодействия шерсти с колосником и обоснованы параметры системы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Горбунова Л.С., Рогачев Н.В., Васильев Л.Г., Колдоев В.М. Первичная обработка шерсти. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981.
2. Липенков Я.Я. Общая технология шерсти. – М.: Легпромбытиздат, 1986.
3. Janpaizova V.M., Djuraev A., Elmonov S.M., Torebaev B.P., Nurseitova M.K. Rationale for the parameters of wool cleaner vegetative imprurite // International Research Journal. – №7, 2015, P. 38...41.
4. Патент РФ №2668544. Колосниковая решетка очистителя волокнистого материала / Ташпулатов Д.С., Битус Е.И., Джураев А.Дж., Плеханов А.Ф., Разумеев К.Э.; по заявке №2017143328 от 12.12.2017 г.

5. Светлицкий В.А., Стасенко И.В. Сборник задач по теории колебаний. – М.: Высшая школа, 1973.

6. Джураев А., Элмонов С.М. Обоснование параметров колосника на упругих опорах и устройство для очистки шерсти от растительных примесей // Проблема текстиля. – 2018, №3. С.79...86.

## REFERENCES

1. Gorbunova L.S., Rogachev N.V., Vasil'ev L.G., Koldoev V.M. Pervichnaya obrabotka shersti. – M.: Legkaya i pishchevaya promyshlennost', 1981.
2. Lipenkov Ya.Ya. Obshchaya tekhnologiya shersti. – M.: Legprombytizdat, 1986.
3. Janpaizova V.M., Djuraev A., Elmonov S.M., Torebaev B.P., Nurseitova M.K. Rationale for the parameters of wool cleaner vegetative imprurite // International Research Journal. – №7, 2015, P. 38...41.
4. Patent RF №2668544. Kolosnikovaya reshetka ochistitelya voloknistogo materiala / Tashpulatov D.S., Bitus E.I., Dzhuraev A.Dzh., Plekhanov A.F., Razumeev K.E.; po zayavke №2017143328 ot 12.12.2017 g.
5. Svetlitskiy V.A., Stasenko I.V. Sbornik zadach po teorii kolebaniy. – M.: Vysshaya shkola, 1973.
6. Dzhuraev A., Elmonov S.M. Obosnovanie parametrov kolosnika na uprugikh oporakh i ustroystvo dlya ochistka shersti ot rastitel'nykh primesey // Problema tekstilya. – 2018, №3. S.79...86.

Рекомендована Ученым советом АТУ. Поступила 02.10.18.