

6. Берман Г.Н. Циклоида.– М.: ОГИЗ, 1948. — С.112.
7. Чигарев А.В., Цыганов А.Р., Кузьмицкий А.В. Влияние волнового эффекта на динамику трения качения колеса // Трение и износ.– 2001, № 1.–С.51–56.
8. Tsyganov A., Kusmitski A., Chygarev A. The wave effect in the wheel rolling process as a source of

noise // VIII Prof. Czeslaw Kanafojski Int. symposium «Problems of construction and exploitation of agricultural machinery and equipment». Politechnika Warszawska. Plock, Poland (2000), 127–137.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ ОТХОДОВ ЛЬНЯНЫХ ВОЛОКОН ПРИ ФОРМИРОВАНИИ НЕТКАНЫХ ПОЛОТЕН

Локтионов А.В., Буткевич В.Г., Мачихо Т.А.

It is theoretically investigated the process of refining fibres from waste impurities and are determined the condensor work conditions ensure the waste separation from fibrous mass.

При формировании нетканых полотен из текстильных технологических отходов требуется очистка восстановленных волокон. Она необходима при переработке волокнистых льняных отходов, так как последние засорены, имеют много костры, коротких и поврежденных волокон. В процессе очистки необходимо выделить примеси и пороки волокон из волокнистого материала. При этом получается чистый продукт и обеспечивается стационарность технологического процесса, а именно снижение обрывности и неравноты полуфабрикатов. Наиболее производительным является аэродинамический способ очистки, заключающийся в воздействии сил инерции на движущиеся в воздушном потоке клочки волокон и примеси.

Для очистки волокнистой массы из отходов производства предложено устройство, состоящее из двух барабанов (конденсор), в зоне контакта которых с волокнами создается разрежение. Внутри волокнистого слоя в любой момент времени на соринку действует сила F сопротивления волокнистого слоя. По величине она пропорциональна квадрату скорости движения соринки, то есть $F = -KV^2$.

В то же время сила сопротивления F равна произведению массы m соринки на ее ускорение a . Тогда

$$ma = -KV^2, \quad (1)$$

где скорость V соринки можно представить в виде

$$V = \frac{dS}{dt}, \text{ а ускорение } a = \frac{dV}{dt} = \frac{d^2S}{dt^2}. \text{ Из равен-$$

ства (1) получим дифференциальное уравнение второго порядка

$$\frac{d^2S}{dt^2} = \frac{K}{m} \left(\frac{dS}{dt} \right)^2, \quad (2)$$

которое решается посредством введения новой функции $P = y' = \frac{dy}{dt}$.

Это приводит к соотношениям $\frac{dS}{dt} = P$, $\frac{d^2S}{dt^2} = \frac{dP}{dt}$; в результате уравнение (2) принимает вид $\frac{dP}{dt} = \frac{K}{m} P^2$. (3)

Разделяя переменные P и t в уравнении (3), получим соотношение $\frac{dP}{P^2} = \frac{K}{m} dt$, которое после интегрирования принимает вид

$$-\frac{1}{P} = -\frac{K}{m}t + C_1.$$

После подстановки значения P получим $-\frac{dt}{dS} = -\frac{K}{m} + C_1$, откуда $dS = \frac{dt}{\frac{K}{m}t - C_1}$.

Общее решение этого уравнения принимает вид

$$S = \frac{m}{K} \int \frac{d\left(\frac{K}{m}t - C_1\right)}{\frac{K}{m}t - C_1} = \frac{m}{K} \ln\left(\frac{K}{m}t - C_1\right) + C_2. \quad (4)$$

Для нахождения частного решения необходимо определить постоянные интегрирования C_1 и C_2 . В соответствии с технологическим процессом заданными начальными условиями являются при $t = 0,01$ с, $S = 0,15$ м, $V_0 = 15$ м/с.

Дифференцируя уравнение (4), получим $\frac{dS}{dt} = \frac{1}{\frac{K}{m}t - C_1}$. Используя начальное значение

$$V_0 = 15 \text{ м/с.}, \text{ можно записать } 15 = \frac{1}{\frac{K}{m}0,01 - C_1}.$$

Откуда $C_1 = -\frac{1}{15}$. Из уравнения (4) при $t = 0,01$ с и $S = 0,15$ м находим

$$C_2 = -\frac{m}{K} \ln \frac{1}{15} = \frac{m}{K} \ln 15. \text{ С учетом } C_1 \text{ и } C_2, \text{ на}$$

ходим частное решение дифференциального уравнения движения для рассматриваемого технологического процесса в виде

$$S = \frac{m}{K} \ln\left(\frac{K}{m}t + \frac{1}{15}\right) + \frac{m}{K} \ln 15 = \frac{m}{K} \ln\left(15\frac{K}{m}t + 1\right) \quad (5)$$

Решая уравнение (5) относительно времени t , получим $15\frac{K}{m}t + 1 = e^{\frac{KS}{m}}$.

Отсюда технологически необходимое время прохождения сорных примесей через волокнистый слой и решетку конденсора определится из выражения

$$t = \frac{m}{15K} \left(e^{\frac{SK}{m}} - 1 \right) \quad (6)$$

Из уравнений (5) и (6) следует, что для нахождения оптимального режима технологического процесса по времени необходимо определить величины коэффициента пропорциональности K и массы m частицы сорной примеси. Коэффициент пропорциональности K определим из дополнительно принятых начальных условий. Для случая разработки крутых концов

пряжи принимаем $S = 120$ мм; $\frac{dS}{dt} = 6$ м/с. Для определения условий наилучшей очистки дифференцируя уравнение (5), получим

$$\frac{dS}{dt} = \frac{15}{15\frac{K}{m}t + 1}. \quad (7)$$

Подставив значение времени t из равенства (6) в уравнение (7), имеем $\frac{dS}{dt} = \frac{15}{e^{\frac{KS}{m}}}$.

Из равенства (7) с учетом дополнительного условия $\frac{dS}{dt} = 6$ м/с получим формулу для определения коэффициента пропорциональности в

$$\text{виде } 6 = \frac{15}{e^{0,12\frac{K}{m}}}. \quad (8)$$

Откуда $K \approx 7,635m$. Из уравнения (8) следует, что коэффициент пропорциональности K является линейной функцией массы m , и нет необходимости в ее определении. При этом достаточно найти величину $\frac{K}{m}$. Из соотношения (8) имеем $e^{\frac{K}{m}} = \left(\frac{5}{2}\right)^{\frac{25}{3}}$. После подстановки числовых значений коэффициента пропорциональности K и $e^{\frac{K}{m}}$ в уравнение (6) получим значение времени $t \approx 0,013$ с, необходимое для технологического процесса наилучшей очистки.

Проведенные теоретические исследования процесса очистки волокон от сорных примесей позволили установить условия работы конденсора, при которых происходит отделение от волокнистого объема сора различной массы. При этом рекомендованное время $0,013$ с прохождения сора через волокнистый слой и сетку конденсора соответствует технологическим возможностям оборудования.