

УДК 677.051.174

**РАЗРАБОТКА РЕГУЛЯТОРА ЛИНЕЙНОЙ ПЛОТНОСТИ
НА РАЗРЫХЛИТЕЛЕ-ОЧИСТИТЕЛЕ
С МНОГОСТУПЕНЧАТОЙ ОЧИСТКОЙ
С ОПРЕДЕЛЕНИЕМ ГРАНИЧНЫХ
УСЛОВИЙ РАБОТЫ**

**DEVELOPMENT OF A REGULATOR OF LINEAR DENSITY
ON A FLUFFER-CLEANER WITH MULTISTAGE CLEANING
WITH DEFINITION OF BOUNDARY WORKING CONDITIONS**

*А.Г. ХОСРОВЯН, А.С. МКРТУМЯН, О.Н. КУШАКОВ, Т. Я. КРАСИК, Г.А. ХОСРОВЯН
A.G. HOSROVJAN, A.S. MKRTUMJAN, O.N. KUSHAKOV, T.JA. KRASIK, G.A. HOSROVJAN.*

**(Ивановская государственная текстильная академия)
(Ivanovo State Textile Academy)
E-mail: ttp@igta.ru**

В работе рассматривается математическая модель для проектирования оптимальной конструкции системы автоматического регулирования устройства, защищенного патентом РФ №2361022. На базе законов механики получены дифференциальные уравнения движения регулятора размера щели, через которую проходит выпуск продукта из очистителя-разрыхлителя.

The mathematical model for designing of an optimum construction of automatic control system of the device protected by the patent of the Russian Federation №2361022 is considered. On the basis of mechanics laws the differential equations of movement of a cleft size adjuster through which there is an output of a product from a fluffer-cleaner have been received.

Ключевые слова: обеспыливание, очистка волокнистого материала, система автоматического регулирования, линейная плотность.

Keywords: dust removal, cleaning of a fibrous material, autocontrol system, linear density.

Для получения равномерного по толщине волокнистого материала на разрыхлителе-очистителе с многоступенчатой очисткой разработана система "CONTROL" [1]. Она осуществляет равномерную подачу волокна к главному рабочему органу машины, что достигается принудительным изменением скорости питающих цилиндров исходя из данных, полученных системой "CONTROL" с регулятора постоянного объема, и дает возможность транспортировать волокнистый продукт определенной линейной плотности. Равномерность подачи волокнистого материала к последующей машине регулируется раскрытием заслонки под сетчатым барабаном. Система контроля получает информацию по количеству волокнистого материала, подающегося к последующей машине, с датчиков в транспортирующем канале.

В настоящей работе рассматривается механика процесса поступления волокнистой массы в транспортный канал. На поддоне (рис. 1) располагается некоторая масса волокнистой смеси. Обозначим эту массу через $m_n(t)$, где t – время. Величина m_n переменная во времени. На поддон поступает в единицу времени $m_{вх}(t)$ волокнистой массы, а снимается - $m_{вых}(t)$. Обозначим через φ угол поворота поддона точки O (рис. 1).

Введем обозначения: $2c$ – размер поддона по ходу движения волокон; $2b_n$ – толщина поддона; a – ширина поддона; $2b_n$ – высота слоя волокон на поддоне; m_n – масса поддона.

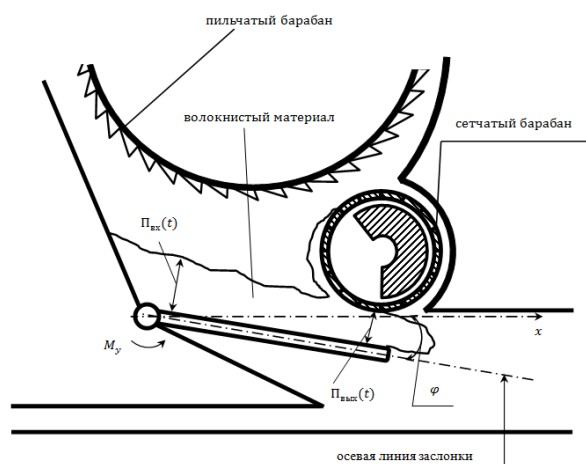


Рис. 1

На поддон действует сила тяжести $m_n g$, где g – ускорение свободного падения. Кроме этого действуют следующие моменты:

- управляющий момент M_y (рис. 1) для удержания устойчивого состояния системы в целом,
- момент аэродинамических сил M_a , возникающий из наличия разницы между скоростями и давлениями воздуха в камере и в транспортном канале,
- момент M_T , обусловленный действием сил тяжести.

Суммарный момент M_c определяется по формуле:

$$M_c = M_y + M_a + M_T. \quad (1)$$

Уравнение вращения системы поддон – волокнистый слой имеет вид:

$$J \frac{d^2\phi}{dt^2} = M_c, \quad (2)$$

где J – момент инерции системы поддон - волокнистый слой.

Момент инерции поддона:

$$J_n = \frac{m_n}{3} (b_n^2 + 4c^2). \quad (3)$$

Момент инерции слоя волокон на поддоне:

$$J_n = \frac{m_n}{3} (b_n^2 + 4c_n^2). \quad (4)$$

Суммарный момент инерции системы поддон – волокнистый слой:

$$J = \frac{m_n + m_n}{3} [b_n^2 + b_n^2 + 4(c^2 + c_n^2)]. \quad (5)$$

По условию начала штатной работы устройства после накопления на поддоне массы волокнистого материала $(m_n)_{\max} = m^*$ поддон отклониться от горизонтального уровня на угол φ_0 . Полагая, что при этом состоянии системы происходит выпуск волокнистой массы штатной линейной плотности, примем, что автоматическое регулирование линейной плотности осуществляется за счет изменения угловой величины, выраженной соотношением $\alpha = \varphi - \varphi_0$.

Рассмотрим подробнее зависимости для моментов. Для регулирования углового положения поддона представим выражение для управляющего момента в виде:

$$M_y = M_0 + M(\alpha), \quad (6)$$

где M_0 , $M(\alpha)$ – моменты сил.

Величина M_0 в формуле (6) определяет такое силовое воздействие на поддон, при котором работа устройства происходит в штатном режиме, то есть при угловом положении поддона $\varphi = \varphi_0$.

Аэродинамический момент зависит от скоростей и давлений в воздушных потоках в камере и в магистральном канале, от геометрических параметров поддона, а также от угла φ :

$$M_a = \Phi_a f(\varphi), \quad (7)$$

где Φ_a – функция, зависящая от аэродинамических и геометрических характеристик системы; $f(\varphi)$ – функция, зависящая от угла φ .

Очевидно, при значении $\varphi = 0$ (когда закрыт доступ волокон в магистральный канал) можно приближенно считать, что перепады давлений над поддоном и под ним незначительны, то есть при $\varphi = 0$ имеет место соотношение $M_a(0) = 0$. Линеаризуя зависимость $f(\varphi)$ в точке 0, получаем, что

$$f(\varphi) = k_f \varphi = k_f (\varphi_0 + \alpha). \quad (8)$$

В формуле (8) коэффициент k_f имеет положительное значение, что отражает такие аэродинамические условия в магистральном канале, когда при уменьшении его поперечного сечения при отклонении поддона на некоторый угол по часовой стрелке происходит ответная силовая реакция воздушного потока, стремящаяся повернуть поддон против часовой стрелки. Следовательно:

$$M_a = k_a (\varphi_0 + \alpha), \quad (9)$$

где $k_a = \Phi_a k_f$.

Под действием сил тяжести поддон испытывает момент, формула для вычисления которого представляется следующим образом (знак "-" в правой части учитывает направление действия силы тяжести):

$$M_T = -(m_n + m_n) g c \cos \varphi. \quad (10)$$

Следовательно, суммарный момент определяется зависимостью:

$$M_c = M_o + M(\alpha) + k_a(\varphi_0 + \alpha) - (m_n + m_n)g \cos(\varphi_0 + \alpha). \quad (11)$$

Так как в реальных условиях угол φ не превышает 30° , то

$$(\varphi_0 + \alpha)^2 \approx \varphi_0^2 + 2\varphi_0\alpha$$

$$\cos(\varphi_0 + \alpha) \approx 1 - (\varphi_0 + \alpha)^2.$$

и, следовательно:

$$\cos(\varphi_0 - \alpha) \approx 1 - \varphi_0^2 - 2\varphi_0\alpha.$$

При условии, что $\alpha \ll \varphi_0$, имеем:

То есть:

$$M_c = M_o + k_a\varphi_0 - (m_n + m_n)g \cos(1 - \varphi_0^2) + [k_a + 2(m_n + m_n)g \cos\varphi_0]\alpha + M(\alpha). \quad (12)$$

Обозначим через ε угловое ускорение поддона при вращении относительно точ-

ки О (рис. 1):

$$\varepsilon = \frac{d^2\alpha}{dt^2}.$$

Уравнение динамики поддона имеет вид:

$$J\varepsilon = M_o + k_a\varphi_0 - (m_n + m_n)g \cos(1 - \varphi_0^2) + [k_a + 2(m_n + m_n)g \cos\varphi_0]\alpha + M(\alpha). \quad (13)$$

Введем следующие обозначения:

$$N_0 = \frac{M_o + k_a\varphi_0 - (m_n + m_n)g \cos(1 - \varphi_0^2)}{J};$$

$$N_1 = \frac{k_a + 2(m_n + m_n)g \cos\varphi_0}{J}.$$

В итоге имеем:

$$\varepsilon = N_0 + N_1\alpha - M(\alpha) / J. \quad (14)$$

Так как $M(0)=0$, то из (13) при $\alpha = 0$ и $\varepsilon(0) = 0$ имеем зависимость, описывающую установившийся режим работы регулятора, при котором заслонка находится в "штатном" положении при массе волокнистого материала $(m_n)_{\max} = m^*$:

$$M_o = k_a\varphi_0 - g \cos(m_n + m^*)(1 - \varphi_0^2). \quad (15)$$

Приведенный анализ позволяет провести разработку системы автоматического

регулирования равномерности выпускаемого продукта разрыхлителя-очистителя с учетом аэродинамических и иных факторов влияния на работу системы.

ВЫВОДЫ

Получена математическая модель для проектирования автоматической системы регулирования линейной плотности волокнистого материала на выходе из разрыхлителя-очистителя с многоступенчатой очисткой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент № 2361022. Россия. Разрыхлитель-очиститель с многоступенчатой очисткой/ Хосровян Г.А. и др. – Оpubл. 10.07.2009.

Рекомендована кафедрой технологии машиностроительного производства. Поступила 23.05.11