

УДК 677.051.174

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
НА СМЕШИВАЮЩИХ МАШИНАХ
В ПРОИЗВОДСТВЕ НОВЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**IMPROVEMENT OF TECHNOLOGICAL PROCESSES
ON MIXING MACHINES
IN THE PRODUCTION OF NEW TEXTILE MATERIALS**

А.Г. ХОСРОВЯН, С.А. ЕГОРОВ, Г.А. ХОСРОВЯН

A.G. KHOSROVYAN, S.A. EGOROV, G.A. KHOSROVYAN

**(Ивановский государственный политехнический университет)
(Ivanovo State Polytechnical University)**

E-mail: khosrovyan_haik@mail.ru

Рассматриваются возможности снижения неровноты полуфабриката и улучшение качества новых текстильных материалов на основе результатов экспериментальных исследований влияния на них коэффициента трения волокон о стенки вертикальной шахты с переменной площадью поперечного сечения, зависящего от происхождения волокон, угла наклона стенок и влажности поступающей в вертикальную шахту волокнистой массы, а также модернизации вертикальных шахт смешивающих машин и разрыхлителей.

The possibilities of reducing the roughness of the semi-finished product and improving the quality of new textile materials are considered based on the results of experimental studies on the influence of the coefficient of friction of fibers on the walls of a vertical shaft with a variable cross-sectional area, depending on the origin of the fibers, the angle of inclination of the walls and the moisture coming into the vertical shaft of the pulp, and also the modernization of the vertical shafts of mixing machines and baking powder.

Ключевые слова: волокнистая масса, вертикальная шахта с переменной площадью поперечного сечения, коэффициент трения, угол наклона стенок, влажность волокнистой массы.

Keywords: fibrous mass, vertical shaft with variable cross-sectional area, coefficient of friction, angle of inclination of the walls, humidity of the fibrous mass.

Совершенствование технологических процессов на смешивающих машинах и разрыхлителях является актуальной задачей. Решение этой задачи позволяет, в том числе рационально использовать вторичное текстильное сырье и расширяет область применения новых текстильных материалов.

В качестве сырья для производства новых текстильных материалов можно использовать отходы тканей, нитей, веревок, ковровых покрытий, мешков (биг-бэг) и т.д., которые состоят из химических волокон.

Волокнистая масса, полученная из разволокненных в результате регенерации текстильных отходов, состоит из волокон, отличающихся как по происхождению, так и по геометрическим и физико-механическим показателям.

С целью обеспечения выпуска новых текстильных материалов в технологических линиях были использованы разработанные нами способы и оборудование [1...3].

Дальнейшая работа по совершенствованию технологических процессов была направлена на снижение неровноты волокнистого настила на выходе из смешивающих машин и разрыхлителей.

Для снижения неровноты волокнистого настила на выходе из смешивающих машин и разрыхлителей нами были выполнены теоретические исследования [4...6], в результате которых было получено, в том

числе и уравнение движения волокнистой смеси в шахте питателя [6]:

$$\sigma'(x) + \frac{\sigma(x)}{a(x)} \left\{ a'(x) - \frac{2\mu k_{тр}[a(x)+b]}{b} \right\} + \rho g = 0, \quad (1)$$

где $a'(x) = k_a$; $k_a = \operatorname{tg}(\gamma)$; $a(x) = \operatorname{tg}(\gamma)x+a$;

$\sigma = \frac{f_d}{S}$; f_d – сила, которая действует на

нижнюю грань выделенного слоя волокнистой массы; S – площадь поперечного сечения шахты бункера; γ – угол наклона стенки бункера; a – расстояние между передней и задней стенками бункера; b – ширина бункера; ρ – плотность волокнистого продукта в шахте; g – ускорение свободного падения; $k_{тр}$ – коэффициент трения волокнистого продукта о стенки бункера; μ – коэффициент поперечного распора (отношение давления волокнистой смеси на стенки бункера к давлению, сжимающему слой в вертикальном направлении).

В дальнейшем при разработке методики расчета выравнивающей способности бункерного питателя смешивающих машин и разрыхлителей была получена формула, которая учитывает геометрические параметры бункерного питателя, механические свойства поступающей смеси, засоренность продукта и неровноту плотности поступающей в бункер волокнистой составляющей смеси [7...9]:

$$c_{v,T} = \frac{g\rho_b [\alpha Y - k \exp(-Ah)]}{g\rho_b [\alpha Y - k \exp(-Ah)] + kp [2 - \exp(-Ah)] (\alpha Y - k)} c_{v,p}, \quad (2)$$

где $Y = 1 - u_3$; $\alpha = \frac{2\mu f(a+b)}{ab}$; $c_{v,p} = \frac{\sigma_p}{\rho_b}$;

$A = \alpha - Y^{-1}k$; h – высота заполнения шахты бункера; p – давление воздуха в бункере; u_3 – засоренность волокнистой смеси в долях единицы; ρ_b – плотность волокнистой составляющей на уровне x ; k – коэффициент сжимаемости волокнистого продукта, учитывающий изменение его плотности при изменении давления; ρ_b – плотность тонкого слоя волокон в несжатом состоянии; f – коэффициент трения волокнистой

смеси о стенки бункера; σ_p – среднее квадратическое отклонение величины ρ_b .

Полученные нами выражения (1) и (2) не учитывают изменения массы волокон в шахте бункерного питателя от влажности, а также изменения коэффициента трения волокон о стенки шахты питателя при изменении влажности.

В связи с этим наша дальнейшая работа была направлена на исследование влияния влажности на изменение массы волокон в шахте бункерного питателя и изменение коэффициента трения волокон о стенки

вертикальной шахты с переменной площадью поперечного сечения от угла наклона.

Экспериментальные исследования с волокнами различной природы показали, что коэффициент трения имеет квадратичную зависимость от влажности волокнистой массы, поступающей в вертикальную шахту. На рис. 1 представлена зависимость коэффициента трения от влажности волокнистой массы, поступающей в вертикальную шахту в виде полинома, представляющего собой параболическую зависимость. Трение при влажности менее 40% затруднено сильной электризацией волокон, которые замедленно продвигаются вдоль стальной стенки вертикальной шахты с переменной площадью поперечного сечения. При увеличении влажности волокнистой массы движение волокон замедляется в результате сил адгезии, создаваемой поверхностным натяжением водяных пленок, адсорбирующихся на поверхности волокон.

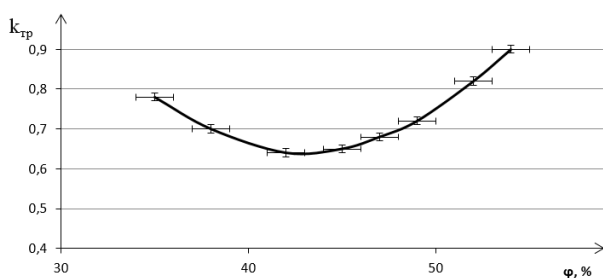


Рис. 1

Уравнение, описывающее зависимость коэффициента трения от влажности, имеет следующий вид:

$$k_{\text{тр}} = 0,4607 + 0,0021(\phi - 43,9048)^2. \quad (3)$$

Это уравнение справедливо для смеси хлопок и полиэфир в интервале влажности ϕ от 38 до 60%. Снижение влажности ϕ приводит к росту электростатического притяжения и обратно, повышение влажности также приводит к повышению коэффициента трения. Это явление наблюдается потому, что волокна в бункере представляют собой многослойный конденсатор, заряд и емкость которого зависят от влажности. Конденсация молекул воды приводит к по-

явлению двойного электрического слоя и росту суммарной емкости.

Электростатическое притяжение волокон выражается зависимостью:

$$F_{\text{эл.ст}} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}, \quad (4)$$

где σ – поверхностная плотность заряда; ϵ_0 – диэлектрическая проницаемость среды.

Масса волокон зависит ее по формуле:

$$M(\phi) = M_0 + M_0\phi\phi_M, \quad (5)$$

где M_0 – масса сухого волокна; ϕ – влажность волокна; ϕ_M – коэффициент гигроскопичности.

Расчет осложняется тем, что коэффициент гигроскопичности не является постоянной величиной для смеси волокон и может варьироваться в широких пределах, отличаясь на порядок.

Далее проводилось исследование влияния коэффициента трения волокнистой массы о стенки вертикальной шахты с переменной площадью поперечного сечения и угла наклона стенок на снижение неровности выходящего из вертикальной шахты настила при изменении влажности.

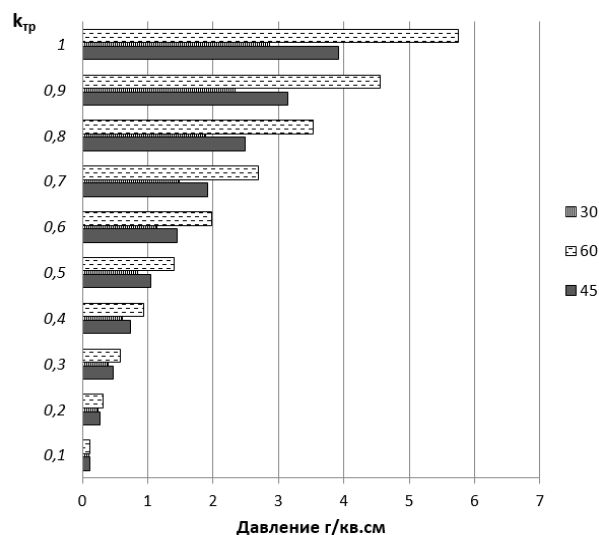


Рис. 2

На рис. 2 представлена зависимость давления волокнистой массы на выходе из вертикальной шахты с переменной площадью

поперечного сечения от коэффициента трения волокнистой массы о стенки вертикальной шахты с переменной площадью поперечного сечения и угла наклона стенок (для наклонной стенки 30, 45 и 60° от горизонтали).

Как следует из графика, с увеличением коэффициента трения волокнистой массы о стенки вертикальной шахты с переменной площадью поперечного сечения увеличивается плотность волокнистой массы и ее давление на выходе из вертикальной шахты бункерного питателя.

Таким образом, изменяя угол наклона стенок вертикальной шахты, можно менять плотность волокнистой массы и ее давление на выходе из вертикальной шахты, что в свою очередь влияет на качество настила и качество новых текстильных материалов.

ВЫВОДЫ

Проведенные исследования показали, что снижение неровноты волокнистого настила на выходе из смешивающих машин и разрыхлителей обеспечивается за счет варьирования коэффициента трения волокон о стенки вертикальной шахты бункерного питателя, зависящего от происхождения волокон, влажности волокнистой смеси, угла наклона стенок вертикальных шахт бункерных питателей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент № 2595992 Российская Федерация. Способ получения многослойных волокнистых материалов и устройство для его осуществления / Г.А. Хосровян, А.Г. Хосровян, Т.Я. Красик, М.А. Тувин, И.Г. Хосровян – Оpubл. 27.08.2016.

2. Патент № 2471897 Российская Федерация. Способ получения многослойных волокнистых материалов и устройство для его осуществления / Г.А. Хосровян, А.Г. Хосровян, Т.Я. Красик, И.Г. Хосровян, Т.В. Жегалина – Оpubл. 10.01.2013.

3. Патент № 2361022 Российская Федерация. Разрыхлитель-очиститель с многоступенчатой очисткой/Г.А. Хосровян, А. Г. Хосровян, О.Н. Кушаков, А.С. Мкртумян, Л.В. Минеева, Т.В. Жегалина – Оpubл. 10.07.2009.

4. Мкртумян А.С., Хосровян А.Г., Красик Я.М., Хосровян Г.А. Методика расчета высоты столба засоренной волокнистой смеси в шахте бункерного питателя // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, №2, С. 75...78.

5. Мкртумян А.С., Хосровян А.Г., Красик Я.М., Хосровян Г.А. Аналитическая зависимость для расчета распределения плотности волокнистого продукта по высоте бункера // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, №6С. С.67...69.

6. Тувин М.А., Хосровян И.Г., Красик Т.Я., Хосровян Г.А., Тувин А.А. Математическое моделирование процесса движения волокнистой смеси в бункерном питателе с переменной площадью поперечного сечения шахты // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, №2. С. 83...87.

7. Красик Т.Я., Хосровян А.Г., Хосровян Г.А. Общая теория движения волокнистых материалов в шахте бункерных питателей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №1. С.75...79.

8. Красик Т.Я., Хосровян А.Г., Хосровян Г.А. Методика определения линейной плотности настила на выходе из бункерного питателя, оснащенного системой обеспыливания // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №5. С. 79...82.

9. Хосровян И.Г., Хосровян А.Г., Красик Т.Я., Хосровян Г.А. Разработка теории выравнивающей способности устройства для получения многослойных волокнистых материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №6. С.79...82.

REFERENCES

1. Patent № 2595992 Rossiyskaya Federatsiya. Sposob polucheniya mnogosloynnykh voloknistykh materialov i ustroystvo dlya ego osushchestvleniya / G.A. Khosrovyan, A.G. Khosrovyan, T.Ya. Krasik, M.A. Tuvin, I.G. Khosrovyan – Opubl. 27.08.2016.

2. Patent № 2471897 Rossiyskaya Federatsiya. Sposob polucheniya mnogosloynnykh voloknistykh materialov i ustroystvo dlya ego osushchestvleniya / G.A. Khosrovyan, A.G. Khosrovyan, T.Ya. Krasik, I.G. Khosrovyan, T.V. Zhegalina – Opubl. 10.01.2013.

3. Patent № 2361022 Rossiyskaya Federatsiya. Razrykhlitel'-ochistitel' s mnogostupenchatoy ochistkoy / G.A. Khosrovyan, A. G. Khosrovyan, O.N. Kushakov, A.S. Mkrtyumyan, L.V. Mineeva, T.V. Zhegalina – Opubl. 10.07.2009.

4. Mkrtyumyan A.S., Khosrovyan A.G., Krasik Ya.M., Khosrovyan G.A. Metodika rascheta vysoty stolba zasorennoy voloknistoy smesi v shakhte bunkernogo pitatelya // Izv. vuzov. Tekhnologiya teks-til'noy promyshlennosti. – 2006, №2, S. 75...78.

5. Mkrtyumyan A.S., Khosrovyan A.G., Krasik Ya.M., Khosrovyan G.A. Analiticheskaya zavisimost' dlya rascheta raspredeleniya plotnosti voloknistogo produkta po vysote bunkera // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2007, №6С. S.67...69.

6. Tuvin M.A., Khosrovyan I.G., Krasik T.Ya., Khosrovyan G.A., Tuvin A.A. Matematicheskoe modelirovanie protsessa dvizheniya voloknistoy smesi v bunkernom pitatele s peremennoy ploshchad'yu po-

perechnogo secheniya shakhty // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2015, №2. S.83...87.

7. Krasik T.Ya., Khosrovyan A.G., Khosrovyan G.A. Obshchaya teoriya dvizheniya voloknistykh materialov v shakhte bunkernykh pitately // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2011, №1. S.75...79.

8. Krasik T.Ya., Khosrovyan A.G., Khosrovyan G.A. Metodika opredeleniya lineynoy plotnosti nastila na vykhode iz bunkernogo pitatelya, osnashchennogo sistemoy obespylivaniya // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2011, №5. S. 79...82.

9. Khosrovyan I.G., Khosrovyan A.G., Krasik T.Ya., Khosrovyan G.A. Razrabotka teorii vyravnivayushchey sposobnosti ustroystva dlya polucheniya mnogosloynnykh voloknistykh materialov // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2013, №6. S.79...82.

Рекомендована кафедрой мехатроники и радиоэлектроники. Поступила 10.12.19.
