

УДК 677.051.178.2

БЕСХОЛСТОВОЙ ПИТАТЕЛЬ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАШИН

A BUNKER FEEDER OF TEXTILE MACHINES

И.В. ФРОЛОВА, Е.Ю. АРУТЮНЯН, В.Д. ФРОЛОВ
I.V. FROLOVA, E.YU. ARUTYUNYAN, V.D. FROLOV

(Ивановская государственная текстильная академия)
(Ivanovo State Textile Academy)
E-mail: arutyunyan-elena@mail.ru

В статье представлен бесхолстовый питатель текстильных машин, техническим результатом которого является снижение неровности волокнистого слоя, формируемого бесхолстовым питателем как на отдельной чесальной машине, так и между питателями всей цепочки чесальных машин за счет стабилизации воздушного давления и регулирования направления движения воздушного потока по всему сечению шахты и по всей ее высоте.

The article presents a bunker feeder of textile machines, the technical result of which is the decrease of irregularity of a fibrous layer, formed by a bunker feeder on a separate combing machine as well as between the feeders of the whole chain of combing machines at the expense of stabilization of air pressure and regulation of air stream direction along the whole section of the mine and along its full height.

Ключевые слова: автоматическая поточная линия, верхний регулятор давления, нижний регулятор давления, профильные пластины.

Keywords: automatic production line, an upper regulator of pressure, a lower regulator of pressure, profile plates.

С внедрением в практику автоматических поточных линий, высокопроизводительных чесальных машин и агрегатов появилась необходимость применения бункерного питания с эффективной очисткой хлопка от сорных примесей и пыли и выравниванием полуфабрикатов прядения по

широкому спектру длин волн. Технологический процесс, протекающий в поточной линии, наиболее эффективно оценивается неровностью входящего, промежуточного и выходящего полуфабрикатов прядения. Неравномерность волокнистого полотна, образованного бункерным питателем на

входе в чесальную машину, влияет на качественные показатели чесальной ленты, пряжи и, в конечном итоге, на физико-механические свойства тканей.

На кафедре механической технологии текстильных материалов ИГТА был разработан бесхолстовый питатель текстильных машин [1], который содержит (рис. 1): общий пневмопровод 1 и связанный с ним верхний регулятор давления 2а (положение 2а над первой шахтой и 2б над второй шахтой), также связанный с ним нижний регулятор давления 3, состоящий из плоской горизонтальной стенки 4 и вертикальной плоскости 5, соединенной с передней стенкой 6 шахты 7, относительно которой он регулируется по точкам А, О, Б, регулируя направление скоростного потока 8 к задней стенке 9 и встроенным в нее профильным пластинкам 10, по отношению к которым профильные пластинки 11 на передней стенке шахты находятся уровнем ниже, последующие профильные пластинки 12 находятся на задней стенке уровнем ниже по отношению к профильным пла-

стинкам 11. Такая тенденция расположения остальных профильных пластинок, встроенных в стенки шахты, продолжается ниже и заканчивается перфорированными выпускными валами 13, формирующими волокнистое полотно. Колебание профильных пластинок совершается через приводные рейки от приводных эксцентриковых пальцев, расположенных эксцентрично на шестернях к пальцам профильных пластинок. К передней и задней стенкам шахты примыкают вакуумные камеры 14 и 15, которые снабжены дополнительными воздуховодами и связаны с системой пневмоотсоса. Уровень заполнения питателя, а также регулирование работы верхнего и нижнего регуляторов давления контролируются системой автоматики за счет работы фотодатчиков. Последующие части потока от колеблющихся профильных пластинок, расположенных по всей высоте шахты, образуют турбулентную от действующих вихрей 16 с расстоянием между вихрями l по высоте шахты и по ширине с расстоянием h .

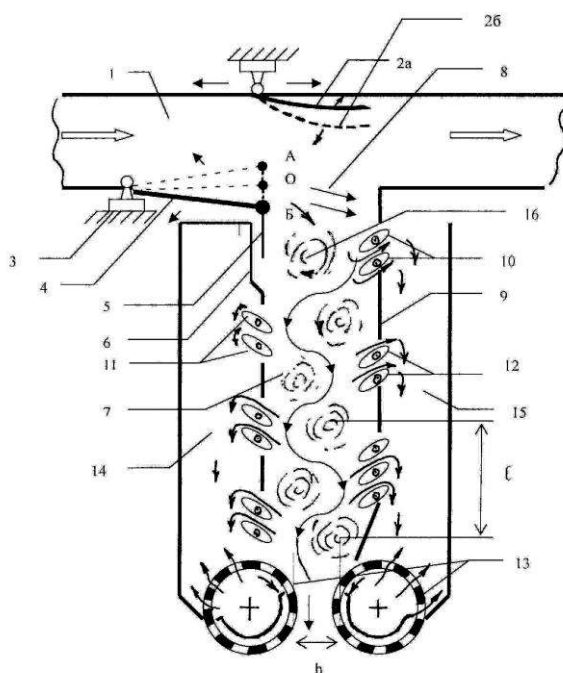


Рис. 1

Бесхолстовый питатель работает следующим образом: волоконно-воздушный поток подается по системе общего пневмопровода 1 (рис.1), где за счет односторон-

него расширения сечения пневмопровода над шахтой 7 от основного волоконно-воздушного потока отделяется часть волокна

и воздушного потока и проходит через площадь сечения живого потока 8.

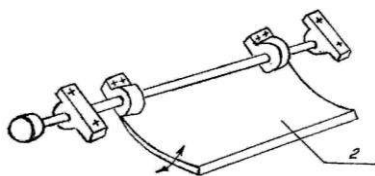


Рис. 2

При этом верхний регулятор давления 2 (рис. 2) над первой шахтой 7 должен занимать верхнюю позицию 2а, обеспечивая минимальное поджатие воздушного потока над первой шахтой 7 в поточной линии.

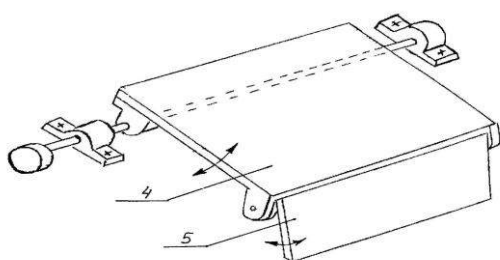


Рис. 3

Нижний регулятор давления 3 (рис.3), связанный одновременно с общим пневмопроводом и передней стенкой 6 шахты 7, имея шарнирную связь между плоской стенкой 4 и вертикальной плоскостью 5, занимает положение О на первой шахте для того, чтобы скоростной поток 8 отсекал сечение шахты от системы общего пневмопровода и был направлен на заднюю стенку 9 к профильным пластинкам 10, которые колеблются и пропускают часть воздуха вместе с сорными примесями в вакуумную камеру 15, а другая часть вместе с волокном создает вихревой поток, который проходит через колеблющиеся профильные пластинки 11, при этом часть потока с сорными примесями проходит в вакуумную камеру 14, другая часть отражается вместе с волокном и создает вихревой поток. Аналогичная операция проходит по всем колеблющимся пластинкам с аналогичным описанным нами ранее технологическим процессом очистки волокна и созданием вихревой зоны перед ними, образуя вихревую дорожку вдоль всей

шахты 7 по высоте с расстоянием ℓ между смежными (соседними) вихревыми зонами и с расстоянием h по ширине шахты с конечным затуханием в перфорированных выпускных валах 13, где происходит конечный отсос и очистка волокна с формированием полотна.

Уровень заполнения питателя, а также регулирование работы верхнего и нижнего регуляторов давления контролируются системой автоматики за счет работы фотодатчиков, а именно: при полном заполнении шахты нижний регулятор давления 3 становится в положение А, в результате чего поток волокна и основная часть воздушного потока проходят мимо шахты. При заполнении последующей шахты верхний регулятор давления 2а устанавливается в положение б и обеспечивает поджатие воздушного волокнистого потока к сечению шахты, при этом нижний регулятор давления устанавливается в положение Б, обеспечивая направление скоростного потока на верхние пластинки, встроенные в заднюю стенку следующей шахты.

Усовершенствованный бесхолстовый питатель текстильных машин испытывался по оптимальным вариантам одновременно с аэродинамическим холстообразователем [2].

Из-за малой площади поперечного сечения, где которых аэродинамические величины (скорости, давления, и др.) зависят только от одной геометрической координаты, в прикладной аэродинамике такие потоки считают одномерными.

Если вдоль оси струйки выбрать криволинейную координату S , то можно поставить задачу нахождения закона скорости и давления по длине струйки, то есть функций $P(S)$ и $u(S)$ (рис. 4 – одномерная модель потока). Такую задачу считают одномерной.

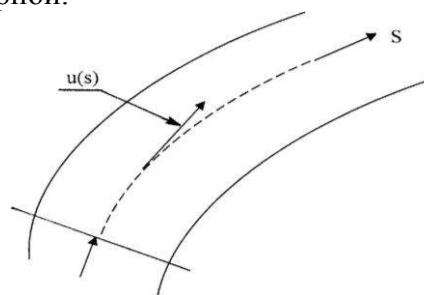


Рис. 4

Во многих прикладных технических задачах достаточно знать среднюю по сечению скорость и закон изменения давления вдоль канала. Среднюю скорость v можно определить, усредняя по сечению местные скорости u в соответствии с соотношением:

$$v = \frac{1}{S} \int_S u dS, \quad (1)$$

где S – площадь живого сечения потока по каналу

Поскольку $\int_S u dS$ есть объемный расход потока смеси Q , средняя скорость равна отношению расхода к площади живого сечения:

$$v = \frac{Q}{S}. \quad (2)$$

Заменяв неравномерно распределенные по сечению скорости средней скоростью v и приняв давление P постоянным по сечению, приходим к одномерной модели реального потока.

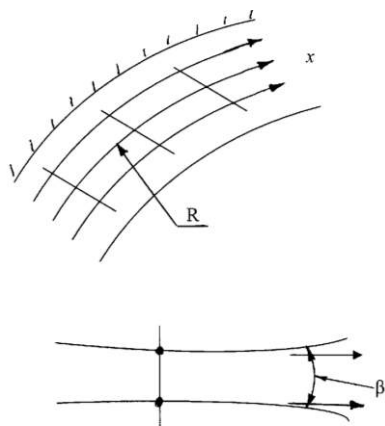


Рис. 5

Если граничные поверхности образуют канал с изменяющимся поперечным сечением, кривизна $\frac{1}{R}$ линий потока, а также образованный ими угол β (рис. 5 – плавно изменяющийся поток) малы; так можно свести к одномерной модели. Поскольку углы, образованные линиями тока, малы,

можно принять $u_y \approx 0$, $u_z \approx 0$. Тогда, не учитывая в уравнениях Д. Бернулли члены, зависящие от этих проекций скорости, получим:

$$\begin{aligned} F_x - \frac{1}{P} \frac{\partial P}{\partial x'} + f_{x'} &= u_{x'} \frac{\partial u_{x'}}{\partial x'}, \\ F_y - \frac{1}{P} \frac{\partial P}{\partial y'} &= 0, \\ F_z - \frac{1}{P} \frac{\partial P}{\partial z'} &= 0, \end{aligned} \quad (3)$$

где через $f_{x'}$ обозначена проекция на x' силы сопротивления, которая для ламинарного движения выражается формулой:

$$f_{x'} = \nu \nabla^2 u_{x'},$$

а для турбулентного – включает турбулентные напряжения.

Два последних уравнения полностью совпадают с уравнениями гидростатики, а это означает, что в пределах живого сечения плавно изменяющегося потока давление распределяется по гидростатическому закону. В частности, если сила тяжести F , то для произвольной точки A , лежащей в живом сечении:

$$F_{y'} = 0, F_z = -q \cos \alpha = -q dz / dz', \quad (4)$$

где Z – координата вертикальной оси.

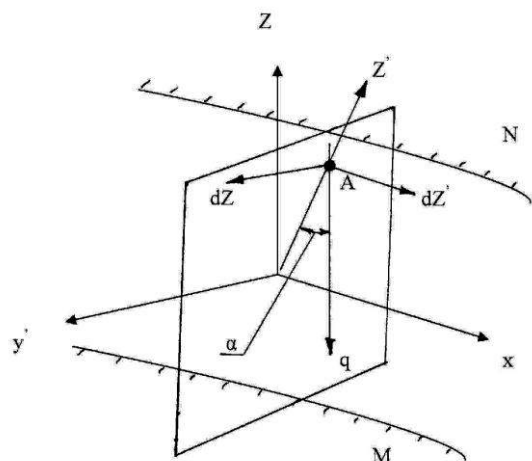


Рис. 6

Рассматривая основные свойства плавно изменяющихся потоков и способы перехода к одномерной модели, выбираем в живом сечении S местную систему координат $x'y'z'$, направив ось x' вдоль оси потока (рис.6 – схема для обоснования гидростатического распределения давлений в живом сечении плавно изменяющегося потока), а ось y' – горизонтально.

С учетом этого последнее уравнение системы (3) примет вид:

$$\frac{qdz}{dz'} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial z'} = 0. \quad (5)$$

Следовательно, в пределах живого сечения ($x' = \text{const}$):

$$\frac{Z+P}{(\rho q)} = \text{const}. \quad (6)$$

Таким образом, в пределах живого сечения плавно изменяющегося потока давление распределяется по гидростатическому потоку. Этот результат позволяет распространить уравнение Д. Бернулли:

$$Z_1 + \frac{P_1}{\rho q} + \frac{u_1^2}{2q} = Z_2 + \frac{P_2}{\rho q} + \frac{u_2^2}{2q} + h'_c \quad (7)$$

на поток конечных размеров, введя него усредненные параметры.

Теорема живых сил, вытекающая из уравнения, выражает баланс механической энергии, а для идеального потока ($v=0$) – частный случай закона сохранения энергии.

Переходя к конечной форме уравнения (7), представим его в виде:

$$\frac{u_2^2 - u_1^2}{2q} = Z_1 - Z_2 + \frac{P_1 - P_2}{\rho q} - h'_c, \quad (8)$$

где все члены отнесены к единице веса и имеют линейную размерность. Из уравне-

ния (8) следует, что изменение идеальной кинетической энергии равно сумме удельных работ силы тяжести ($Z_1 - Z_2$), давления ($\frac{P_1 - P_2}{\rho q}$) и вязкости ($- h'_c$), то есть это урав-

нение выражает в конечной форме теорему живых сил.

ВЫВОДЫ

Проведенные в производственных условиях исследования показали, что одновременное воздействие усовершенствованных узлов бесхолстового питателя и аэродинамического холстообразователя на чесальном агрегате АЧМ-14У обеспечивает переработку хлопка низких сортов и отходов с улучшением качества выпускаемой продукции, а именно: тщательная очистка воздуха от сора и мелкодисперсной пыли, многократное выравнивание волокна. Все это позволяет улучшить качество полуфабрикатов и уменьшить обрывность в безверетенном прядении в 2,8 раза. На чесальном агрегате АЧМ-14У при усовершенствованном узле только бункерного питателя обрывность снизилась с 656 до 370, а при модернизации агрегата в целом – до 231.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент 2402647 РФ, МПК D01G 15/40 Бесхолстовый питатель текстильных машин / И.В. Фролова, В.Д. Фролов, Е.Ю. Григорьева (RU). – № 2009128718/12, заявл. 24.07.2009; опубл. 27.10.2010, Бюл. №30. – 6с.: ил.
2. Патент 1039997 СССР, МПК D01G 25/00 Аэродинамический холстообразователь / В.Д. Фролов, Д.Н. Сапрыкин, В.Д. Рубцов, И.В. Фролова. – № 3386400/28-12, заявл. 20.01.1982; опубл. 07.09.1983, Бюл. №33.-4 с.: ил.

Рекомендована кафедрой механической технологии текстильных материалов. Поступила 29.12.3.11.