

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СКОРОСТИ ВОЗДУШНО-ВОЛОКНИСТОЙ СТРУИ НА СВОЙСТВА ТЕКСТИЛЬНЫХ МНОГОСЛОЙНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Е. Чукасова-Илюшкина, Н. Ясинская, А. Коган

ANALYSIS OF INFLUENCE AIR-FIBER CURRENT'S SPEED TO TEXTILE POLYLAYER MATERIALS' PROPERTIES

**Н**а кафедре ПНХВ Витебского государственного технологического университета разработан новый способ получения текстильного покрытия методом аэродинамического напыления коротковолокнистых частиц (1 – 1,5 мм) на поверхность – основу. Способ включает в себя следующие операции: подготовку основы, заключающуюся в обработке ее клеевым составом, нанесение ворса аэродинамическим напылением, сушку материала. Напыление может осуществляться на любой материал основы (ткань, бумага, металл, дерево и др.).

Способ осуществляется следующим образом: на основу наносится клеевой состав, затем, при подаче сжатого воздуха в аэродинамическое устройство, комочки скоагулированных коротких волокон, проходя через систему сит, разбиваются на элементарные частицы и на выходе из устройства фиксируются на подготовленной поверхности.

Материал, получаемый способом аэродинамического напыления, схож с бархатом, велюром. Основными характеристиками качества подобных материалов являются поверхностная плотность нанесения ворса и стойкость к истиранию [1].

Одним из важнейших факторов, влияющих на качественные показатели многослойного ворсового

покрытия, является скорость наносимых волокнистых частиц. Чем выше скорость перед внедрением в клеевой состав, тем глубже волокнистая частица внедрится в клей, тем выше качественные показатели материала [2].

В начальный момент времени скорость волокнистых частиц равна нулю, в то время как струя сжатого воздуха движется с достаточно большой скоростью. Затем мелкодисперсный волокнистый материал, попадая под воздействие воздушной струи, постепенно увеличивают свою скорость, и на некотором расстоянии скорость их достигает максимума. В результате трения о неподвижный воздух, присоединения неподвижных слоев к воздушно-волокнистому потоку увеличивается масса потока, и скорость движения воздушно-волокнистой струи постепенно замедляется.

Известно [3], что при истечении сжатого воздуха из круглого сопла в атмосферу получается конусообразный воздушный факел, имеющий структуру, представленную на рис. 1.

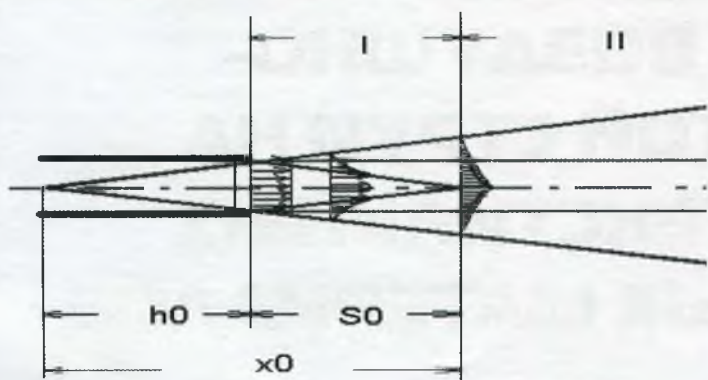
Доказано, что на некотором пути осевая скорость воздушной струи является постоянной и равной скорости истечения. Эта центральная часть струи, называемая ядром, окружена пограничным слоем, который вследствие контакта с окружающей атмосферой имеет по мере приближения к периферии постепенно понижающуюся скорость. Диаметр ядра струи по мере удаления от сопла уменьшается, и, наконец, на некотором расстоянии  $S_0$  ядро исчезает.

Теоретически скорость волокнистых частиц должна равняться скорости истечения сжатого воздуха из сопла устройства и, в том случае когда отношение давления во внешней среде  $p_2$  (1 атм) к давлению

**Е.В. Чукасова-Илюшкина**  
аспирант, к.т.н.,  
**Н.Н. Ясинская**  
доцент, д.т.н.,  
**А.Г. Коган**  
профессор  
Витебский государственный  
технологический университет

Рисунок 1

СТРУКТУРА ВОЗДУШНОГО ФАКЕЛА



I – начальный участок; S<sub>0</sub> – длина начального участка;  
 II – основной участок; x<sub>0</sub> – расстояние от полюса струи до конца начального участка  
 h<sub>0</sub> – глубина полюса;

перед соплом  $p_1 (1,0024-1,0056) > \beta (\beta = 0,528)$  [4], может быть рассчитана по формуле

$$V = \sqrt{2g \frac{K}{K-1} RT_0 \left[ 1 - \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{K-1}{K}} \right]}$$

м/сек (1)

где  
 V – скорость истечения, м/сек;  
 R – газовая постоянная;  
 T<sub>0</sub> – температура воздуха при истечении в °К;  
 K – показатель адиабаты расширения, равный 1,4;  
 p<sub>1</sub> – давление перед соплом, атм;  
 p<sub>2</sub> – давление во внешней среде, атм.

В условиях опытной лаборатории ПНХВ был проведен ряд экспериментов по исследованию структуры воздушно-волокнистой струи. В табл. 1 представлены результаты исследования скорости потока.

На рис. 2 представлен график зависимости скорости истечения сжатого воздуха от давления перед соплом на оси струи.

Анализ полученных кривых показал их полное подобие, это позволяет сделать вывод о том, что

формула (1) довольно точно описывает процесс изменения скорости волокнистых частиц в зависимости от давления перед соплом устройства.

Однако, по мере удаления струи от сопла, она начинает захватывать близлежащие слои неподвижного воздуха, что вызывает увеличение струи, увеличение массы перемещаемого воздуха и постепенное снижение скорости воздушно-волокнистой струи.

Для начального участка струи (I) отношение скоростей по сечению начального участка V<sub>I</sub> к скорости истечения V<sub>0</sub> равно 1 [4].

Для основного участка (II) это отношение:

$$\frac{V_{II}}{V_0} = \frac{0,96}{\frac{aL}{Ro} + 0,29}, \text{ где} \quad (2)$$

V<sub>II</sub> – осевая скорость в рассматриваемом сечении в м/сек;

V<sub>0</sub> – скорость истечения, м/сек;

Таблица 1

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СКОРОСТИ ПОТОКА

Давление, атм	1	1,0032	1,0040	1,0048	1,0056
Скорость, м/с					
Определенная экспериментально	0	20	26	27	28
Рассчитанная теоретически	0	21,3	26,94	28,48	29,56

Рисунок 2

ЗАВИСИМОСТЬ СКОРОСТИ ИСТЕЧЕНИЯ СЖАТОГО ВОЗДУХА ОТ ДАВЛЕНИЯ ПЕРЕД СОПЛОМ

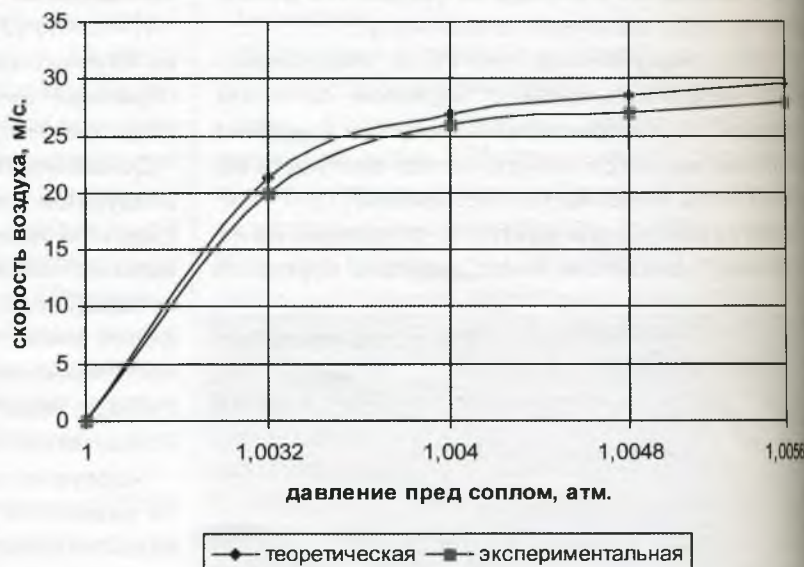




Таблица 2

**СООТНОШЕНИЕ ПРИНЯТЫХ БЕЗРАЗМЕРНЫХ  
КООРДИНАТ И ФАКТИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ  
ДИАМЕТРА СОПЛА И ИССЛЕДУЕМОГО  
РАССТОЯНИЯ ДЛЯ ХАРАКТЕРНЫХ ТОЧЕК**

№ харак- терной точки	Участок струи	Расстояние L, мм	Радиус начального сечения R <sub>0</sub> , мм	aL/R <sub>0</sub>
1	начальный	0	6	0,0000
2	начальный	50	6	0,4583
3	основной	100	6	0,9166
4	основной	150	6	1,3750
5	основной	200	6	1,8333
6	основной	250	6	2,2916
7	основной	300	6	2,7500

Рисунок 2

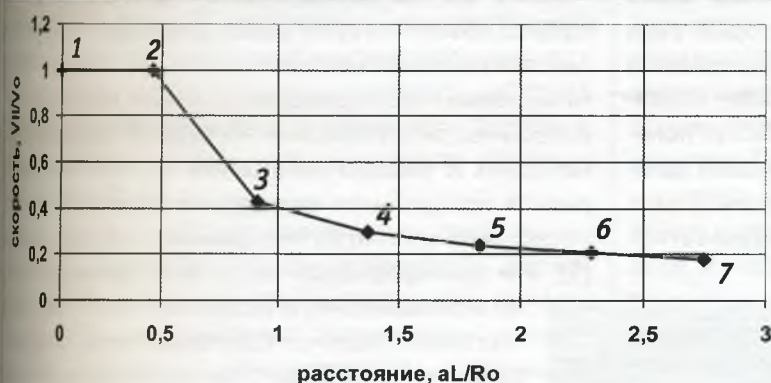
**ИЗМЕНЕНИЕ СКОРОСТИ ВОЗДУШНОЙ СТРУИ НА  
РАЗЛИЧНЫХ РАССТОЯНИЯХ ОТ СОПЛА  
В БЕЗРАЗМЕРНЫХ КООРДИНАТАХ**


Таблица 3

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ  
НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ**

№ опыта	Давление перед соплом устройства, Па	Расстояние сопла от основы, мм	Поверхностная плотность ворсового слоя, г/м <sup>2</sup>	Стойкость к истиранию, циклов
1	56	150	130	5000
2	56	50	150	9000
3	56	100	140	7000
4	40	150	70	4000
5	40	50	90	8000
6	40	100	80	6000
7	48	150	100	4500
8	48	50	120	8500
9	48	100	110	6500

a — экспериментальная константа, зависящая от структуры потока (для сопла диаметром 6 мм a = 0,056; для сопла 10 мм a = 0,055 [4]);

L — расстояние рассматриваемого сечения струи

от начального, мм;

R<sub>0</sub> — радиус начального сечения струи, мм.

Проведенные эксперименты позволили построить характерную кривую изменения относительной скорости от расстояния рассматриваемого сечения. В табл. 2 представлено соотношение принятых безразмерных координат и фактических размеров диаметра сопла и исследуемого расстояния для характерных точек.

График (рис. 3) показывает, что наибольшей скоростью волокнистые частицы обладают в двух характерных точках: на выходе их сопла (точка 1) и на небольшом расстоянии (точка 2 на расстоянии от сопла 50 мм). Материалы, полученные в ходе экспериментов, исследованы на качественные показатели. В табл. 3 представлены результаты исследования.

По результатам исследования установлено, что наилучшими качественными показателями обладают материалы, образованные напылением волокнистых частиц с наибольшей скоростью. Скорость частиц, оптимальная для напыления, находится в зоне разделения начального и основного участков струи. Размер начального участка зависит от давления перед соплом и от диаметра сопла. Следовательно,

задаваясь давлением сжатого воздуха перед соплом, можно определить скорость струи по ее оси (1); по отношению скоростей по сечению струи к скорости истечения и диаметру сопла [4] (2) определяется оптимальное расстояние между соплом устройства и напыляемой основой.

#### Литература

1. Нетканые текстильные полотна: справочное пособие / Под ред. д.т.н., проф. Е.Н. Бершева. — М.: Легпромбытиздат, 1987. — 399 с.
2. Бершев Е.Н. Физические основы технологии электрофлорирования: учебное пособие / Е.Н. Бершев. — Ленинград: Изд-во Ленинградского университета, 1984. — 266 с.
3. Соколов Е.Я. Струйные аппараты / Е.Я. Соколов, Н.М. Зингер. — М.: Энергоатомиздат, 1989. — 350 с.
4. Катц Н.В. Металлизация тканей / Н.В. Катц. — Ростехиздат, 1962. — 169 с.