

84-87

ISSN 0021—3497

Государственный комитет СССР по народному образованию



ИЗВЕСТИЯ  
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ  
ТЕХНОЛОГИЯ  
ТЕКСТИЛЬНОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Издание Ивановского ордена Трудового Красного Знамени  
текстильного института им. М. В. Фрунзе

№ 3

1988

### Автоматизация технологических процессов

- Власов Е. И., Расторгуев А. К., Власов А. Е.* Концептуальные модели серийных чесальных машин . . . . . 71
- Любимцев В. В.* Измерение перекоса уточных нитей движущихся вольных тканей . . . . . 75

### Промтеплоэнергетика и экология

- Смагин П. В., Плотникова Л. А.* Исследование разгонного участка воздухохода при пневмотранспортировании волокнистых материалов . . . . . 79
- Щепочкин А. М., Соколов В. Б.* Эффективность устройства для обеспыливания стеблей льна в горизонтальном потоке . . . . . 82
- Аксельруд Г. А., Ханык Я. Н., Балабан С. Н.* Изучение гидродинамики при движении воздуха через крупнопористые газопроницаемые материалы . . . . . 84

### Текстильные машины и аппараты

- Пчелин И. К., Шнайдер А. Г.* Динамика крутильного механизма с электромагнитным подвесом ротора . . . . . 85
- Панков В. Н., Тимофеев Г. П., Терентьев О. А.* Определение параметров дифференциально-червячной передачи основного регулятора . . . . . 92
- Поджаров Е. И., Палочкин С. В.* Исследование виброакустических характеристик привода рапиры станка АТПР . . . . . 95
- Мартышенко В. А., Подъячев А. В.* Алгоритм расчета удельных нагрузок в жале валов двухвалковых механизмов . . . . . 99
- Самсонов В. С.* Исследование фрикционного нерегулируемого привода нетранспортирующих роликов . . . . . 103

### Обмен опытом, критика и библиография, краткие сообщения

- Ефремов Е. Д., Ефремов Д. Е.* Об одной ошибочной математической модели . . . . . 106
- Новиков В. Т.* Творчество студентов — промышленности . . . . . 107

Поскольку значительная (более 4 м<sup>2</sup>) площадь, занимаемая устройством, может служить помехой при его агрегатировании с рулоноразмотчиком, длину устройства следует уменьшить примерно на 1/3 за счет прямого участка перфорированной рабочей поверхности и ликвидации одного (первого по ходу) бункера. В этом случае расход воздуха от бункера под прямым участком перфорированной рабочей поверхности должен быть равным 1000 м<sup>3</sup>/ч.

Для повышения безопасности обслуживания устройство необходимо снабдить средствами блокировки дверец вентиляционного укрытия при отклонении их в ту или другую сторону.

#### ВЫВОДЫ

Эффективность устройства для обеспыливания стеблей льна в горизонтальном потоке, равная 17...26 % при толщине слоя 60...80 мм, может быть увеличена путем уменьшения толщины слоя стеблей, например, до 40 мм в условиях сохранения производительности устройства за счет увеличения скорости движения стеблей по перфорированной рабочей поверхности и обеспечения расходов воздуха от бункеров 1000 м<sup>3</sup>/ч на бункер и от вентиляционного укрытия 2000 м<sup>3</sup>/ч.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник по заводской первичной обработке льна/Под общ. ред. В. Н. Храмова. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.
2. Брио Д. В.//Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. — 1980, № 5. С. 81...84.

Рекомендована лабораторией промышленной вентиляции ВНИИОТ. Поступила 10.IX.87 г.

УДК 66.047

### ИЗУЧЕНИЕ ГИДРОДИНАМИКИ ПРИ ДВИЖЕНИИ ВОЗДУХА ЧЕРЕЗ КРУПНОПОРИСТЫЕ ГАЗОПРОНИЦАЕМЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Г. А. АКСЕЛЬРУД, Я. Н. ХАНЬК, С. Н. БАЛАБАН

(Львовский политехнический институт)

При фильтрационном массообмене [1] все параметры влажного материала и теплового агента изменяются. С уменьшением влажности высушиваемого материала гидравлическое сопротивление  $\Delta P$  также уменьшается, а скорость  $w$  фильтрации сушильного агента при этом увеличивается, что наблюдается до высыхания материала. Только в сухом состоянии параметры  $\Delta P$  и  $w$  остаются постоянными, если вынужденно не менять скорости фильтрации сушильного агента, повышение которой в этом случае вызывает увеличение  $\Delta P$ .

Поскольку характер изменения скорости фильтрации сушильного агента в процессе сушки однозначно связан с максимально возможной скоростью его фильтрации через сухой материал, для организации фильтрационного массообмена очень важным является изучение гидравлических характеристик материалов в сухом состоянии в зависимости от скорости воздуха, их геометрических параметров и структуры. Такие зависимости необходимы при расчете сушильных агрегатов, реализующих фильтрационную сушку, при подборе оборудования, создающего перепад давлений и обеспечивающего требуемую скорость фильтрации на

протяжении всего процесса сушки, а также для расчета тепловой системы установки фильтрационной сушки и количественной оценки энергетических затрат на процесс. Опыты выполнялись с войлочными образцами диаметром 100 мм по методике из [2] с целью получения зависимостей гидравлического сопротивления сухого материала от фиктивной скорости сушильного агента, полученной путем деления объемного расхода воздуха на геометрическую поверхность образца, и толщины.

При обобщении результатов в случае движения воздуха через зернистый материал последний рассматривают с позиции капиллярной модели или модели на основе ансамбля шаров [3], что сделано нами на примере движения воздуха через плоские крупнопористые материалы. Результаты изучения зависимости  $\Delta P = f(\omega)$  для образцов из войлочных материалов приведены на рис. 1. Для обобщения результатов использовано уравнение, применимое для расчета гидравлического сопротивления зернистого слоя [4]:

$$\Delta P_c = \lambda (H/d_0) 0,5\rho\omega^2, \quad (1)$$

где  $\lambda$  — коэффициент гидравлического сопротивления слоя;

$H$  — толщина слоя, м;

$\rho$  — плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>;

$\omega$  — действительная скорость воздуха в порах слоя, м/с;

$d_0$  — эквивалентный диаметр, соответствующий суммарному поперечному сечению каналов в зернистом слое.

Поскольку  $\lambda$  зависит от режима движения воздуха, для всех режимов применимо, в частности, уравнение [4]:

$$\lambda = 133\text{Re}^{-1} + 2,34, \quad (2)$$

где  $\text{Re}$  — число Рейнольдса.

После несложных преобразований получаем

$$\Delta P/H = 4,156\omega_0 a^2 \mu / \epsilon^3 + 0,293\omega_0^2 a \rho / \epsilon^3, \quad (3)$$

где  $\omega_0$  — фиктивная скорость воздуха, м/с;

$\mu$  — коэффициент вязкости воздуха, Па·с;

$\epsilon$  — порозность слоя, м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>;

$a$  — удельная поверхность, м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>.

Скорость  $\omega_0$  определяется путем деления расхода воздуха на геометрическую поверхность образца. Обозначая в (3)

$$A = 4,156 a^2 \mu / \epsilon^3, \quad (5)$$

$$B = 0,293 a \rho / \epsilon^3, \quad (6)$$

получаем

$$\Delta P_c/H = A\omega_0 + B\omega_0^2. \quad (7)$$

На основании результатов эксперимента и уравнения (7) определяем  $A$  и  $B$  для исследуемых материалов. Для зернистых материалов любой структуры аналогичное уравнение с позиции внешней задачи впервые предложено в [3]. Коэффициенты  $A$  и  $B$  в рамках капиллярной модели для зернистых материалов изучены ранее [3]. При рассмотрении (7) с позиции внешней задачи Эрганом [3] получена одна из наиболее распространенных формул:

$$\Delta P/H = 150(1-\epsilon^2)\mu\omega_0/\epsilon^3 d^2 + 1,75(1-\epsilon)\rho\omega_0^2/\epsilon^3 d. \quad (8)$$

С позиции внутренней задачи нами для обобщения полученных результатов использовано уравнение (3), приведенное к виду (7). Величины  $A$  и  $B$  определяются графическим путем (рис. 1) на основе данных эксперимента. Для исследуемого юртового войлока значения  $A$  и  $B$

составляют соответственно 54111 и 20060 и являются величинами постоянными для рассматриваемого материала. Расхождение экспериментальных и расчетных (7) значений  $\Delta P/H$  не превышает 10...12 %.

Если удельную поверхность рассчитать последовательно из (5), а потом из (6), то наблюдается большое расхождение. Несмотря на хорошее согласование модели в целом с опытными данными, (3) нельзя непосредственно использовать для расчета  $\Delta P_c$  сухих газопроницаемых материалов. Следовательно, коэффициенты, входящие в  $A$  и  $B$ , требуют уточнения. Для этого экспериментально хроматографическим методом [5] определена удельная поверхность исследуемых материалов. По величине  $a$  удельной поверхности с применением (5) и (6) уточнены численные коэффициенты, которые для юртового войлока составили соответственно  $2,78 \cdot 10^{-5}$  и  $1,4 \cdot 10^{-3}$ . Как видно, эти коэффициенты значительно отличаются от приведенных в (3). Одновременно установлено,

Таблица 1

$\epsilon$	$a, \text{ м}^2/\text{м}^3$	$x$	$y \cdot 10^3$
0,904	8790308	$2,78 \cdot 10^{-5}$	1,41
0,864	5803160	$1,48 \cdot 10^{-4}$	3,81
0,748	533460	$1,85 \cdot 10^{-4}$	5,66

что в отличие от (3) для зернистых материалов с постоянными коэффициентами коэффициенты для газопроницаемых материалов являются функцией пористости  $\epsilon$  и удельной поверхности  $a$ . Принимая за  $x$  коэффициент, входящий в  $A$ , а за  $y$  коэффициент, входящий в  $B$ , из (5) и (6) определяем их численные значения (табл. 1).

На основании результатов исследований можно утверждать, что для плоских крупнопористых газопроницаемых материалов численные коэффициенты, входящие в (3), зависят от удельной поверхности и пористости материалов. Для данного класса материалов при известных зависимостях коэффициентов  $x$  и  $y$  от пористости и удельной поверхности модифицированное уравнение (3) пригодно для расчета гидравлических сопротивлений газопроницаемых материалов.

При известных  $a$  и  $\epsilon$  для расчета  $\Delta P$  можно воспользоваться уравнением (1), заменяя  $d_{\text{экв}}$  через  $a$ .

На рис. 2 приведена зависимость  $\lambda$  от  $Re_0$ , которая в общем случае имеет вид

$$\lambda = c/Re_0^n, \quad (9)$$

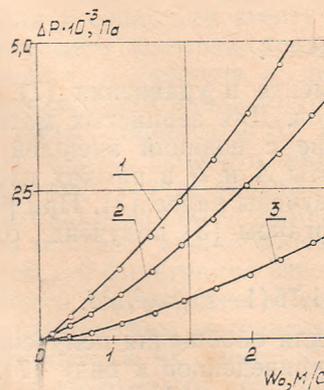


Рис. 1.

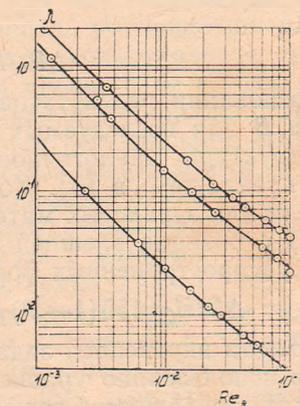


Рис. 2.

где  $c$  — численный коэффициент;  
 $n$  — показатель степени.

$$Re_a = 4\rho\omega_0/a\mu.$$

Как видно из рис. 2, зависимость обозначена двумя прямыми участками, для каждого из которых  $n$  имеет различные значения. Для всех исследуемых материалов при  $\omega_0 < 0,762$  м/с показатель степени  $n$  для первого участка составляет 0,642, а для второго при  $\omega_0 > 0,762$  м/с  $n = 0,932$ . Поскольку коэффициент  $c$  зависит от структуры, для рассматриваемых участков эта величина будет различной.

На наш взгляд, с практической точки зрения большой интерес представляет модифицированное уравнение (3), которое при обобщении численных коэффициентов  $x$  и  $y$  может служить для расчета  $\Delta P_c$  плоских газопроницаемых материалов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ханьк Я. Н. Исследование сушки газопроницаемых материалов фильтрационным способом: Автореф. дис. . . канд. техн. наук. — Киев, 1980.
2. Аксельруд Г. А., Чернявский А. И., Ханьк Я. Н. // Инженерно-физический журнал. — Т. XXXIV. № 2. С. 230 . . . 235.
3. Аэров М. Э., Тодес О. М., Наринский Д. А. Аппараты со стационарным зернистым слоем. — Л.: Химия, 1979.
4. Касаткин Л. Г. Основные процессы и аппараты химических производств. — М.: Химия, 1971.
5. Ройтер В. А. Проблемы теории и практики исследований в области катализа. — Киев, 1973.

Рекомендована кафедрой процессы и аппараты химической технологии. Поступила 14.IX.87 г.