

МИКРОКЛИМАТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЗОНЫ ПРЯДИЛЬНОЙ МАШИНЫ И ОБРЫВНОСТЬ ПРЯЖИ

А.В. КОВАЛЕВСКИЙ, И.Ф. МОЛОДКИН, С.Л. ХАЛЕЗОВ

**(Ивановская государственная текстильная академия,
Научно-исследовательский институт охраны труда ФНПР, г. Иваново)**

Технологический процесс выработки пряжи характеризуется большим количеством факторов, влияющих на устойчивость производственного процесса, качество пряжи и ее обрывность.

Принятая в прядении классификация причин обрывности пряжи на пневмомеханических (и кольцевых) прядильных машинах позволяет доказательно утверждать, что параметры температурно-влажностного режима воздуха рабочей зоны прядильного цеха и их отличие от оптимальных параметров микроклимата технологической зоны у вытяжных приборов прядильной машины – одна из основных причин обрывности пряжи в прядении.

Установлено, что наименьшая обрывность пряжи в прядении получена при температуре 24°C и относительной влажности воздуха 85%. Однако высокая относительная влажность воздуха отрицательно влияет на самочувствие работающих и их производительность труда. В СН 245–71 для помещений, характеризующихся значительными избытками явного тепла, к которым относятся прядильные цехи (до 150кДж/м³·ч), при температуре 24°C и ниже относительная влажность воздуха допускается 75%, но не более [1]. Вследствие этого в рекомендациях ученых-специалистов (Р.Голубович, К. Пиллаи, Н.Струкова, А.Щепочкин, В.Филоненко и др.) по нормам температуры и относительной влажности воздуха в прядильных цехах, соответствующих устойчивому ходу технологического процесса и низкому уровню обрывности, имеются значительные расхождения. По температуре расхождения от 21 до 26°C, по относительной влажности воздуха – от 50 до 65%.

Предполагается, что такое различие в рекомендациях ученых обусловлено не только желанием получить результатом

исследований норматив для "компромиссного" температурно-влажностного режима технологической и рабочей зон прядильного цеха. Оказалось, что невозможно подобрать однородный состав сортировок по показателям качества и влажности полуфабрикатов для "идеального" волокна, которое при переработке в "компромиссном" режиме могло бы обеспечить устойчивый технологический процесс с минимальным уровнем обрывности.

Обследование прядильных цехов показало, что даже при постоянных нормативных температуре и относительной влажности воздуха в прядильных цехах фактическая влажность волокна в тазаках с лентой-полуфабрикатом имеет большие колебания. Это происходит потому, что поступающие в производство волокно и полуфабрикаты имеют различную влажность, установленные нормы которой строго не выдерживаются, и из-за того, что после зрельника волокно в цехе, например, хлопков, отдает влагу быстрее, чем поглощает ее в зрельнике.

По нашему мнению, "идеальный" технологический микроклимат у вытяжных приборов прядильной машины, который обеспечил бы устойчивый технологический процесс с минимальным уровнем обрывности, можно создать внутри малого объема каждого тазака с лентой-полуфабрикатом непосредственно у прядильной машины. Для этого надо организовать подачу влажного воздуха из воздуховода под (рядом с) машиной с заданными параметрами влагосодержания (d), энтальпии (i) и температуры (t) от низа (дна) тазака до верха тазака через волокно ленты-полуфабриката в режиме поддержания установленной нормы влажности для волокна конкретного состава сортировки.

Известно, что в условиях хорошего доступа влажного воздуха к волокну, которое находится не в сжатом, а в рыхлом слое, достаточно 2...6 ч для достижения условного сорбционного равновесия.

Контроль за переходом воды из влажного воздуха в волокно в единицу времени можно осуществлять влагомерами ЦНИХ-БИ-ЦНИИЛКА или, например, влагомерами воздуха конструкции проф. В.Е. Савченко, установив для этого влагомеры в воздуховод подачи влажного воздуха в тазики с лентой-полуфабрикатом и в воздуховод отсоса воздуха от вытяжных приборов прядильной машины.

В этом случае количество воды (w_2), сорбированной волокном за время (T) при постоянной температуре (t), можно определить по формуле:

$$w_2 = L (d_1 - d_2) \exp[-A/T], \quad (1)$$

где ($d_1 - d_2$) – разность влагосодержания воздуха в воздуховодах подачи и отсоса, г/кг сухого воздуха; A – константа, зависящая от вида и качества обрабатываемого волокна; T – время поглощения воды волокном до нормативной равновесной влажности, ч; L – весовой расход влажного воздуха, кг/ч; w_2 – количество воды, сорбированной волокном за время (T), г.

Если формулу(1) представить в виде:

$$1 = \exp[-A/T] (w_2 - w_1)/w_2, \quad (2)$$

где w_1 – начальное влагосодержание волокна, г, то процесс сорбции воды до равновесной влажности волокна разного вида можно показать на графиках (рис.1): графики стабилизации равновесной влажности волокна по формуле (2): слева направо – хлопок; вискоза; лен; мытая шерсть.

Константа, зависящая от вида и качества обрабатываемого волокна с учетом формул(1), (2) определяется по формуле:

$$A = T \log(1 - w_1/w_2), \quad (3)$$

а содержание воды в воздухе подачи к волокну определяется по формуле:

$$d_1 = d_2 L + w_2 (1 - w_1/w_2)/L. \quad (4)$$

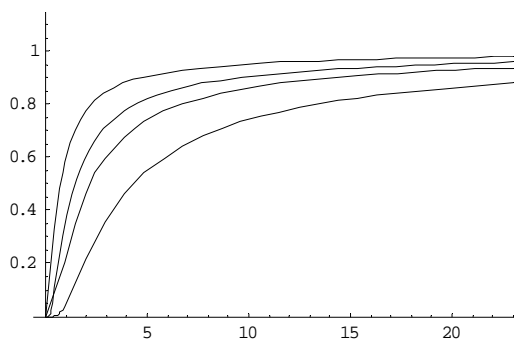


Рис. 1

Константа качества смеси видов волокна (A_c) в сортировке определяется по формуле:

$$A_c = (M_1 + M_2 + \dots + M_n) / (M_1/A_1 + M_2/A_2 + \dots + M_n/A_n), \quad (5)$$

где $M_1 \dots M_n$ – массы видов волокна в сортировке; $A_1 \dots A_n$ – константы качества каждого вида волокна в сортировке.

Предлагаемый способ стабилизации в ходе технологического процесса прядения нормативной равновесной влажности волокна внутри малого объема каждого тазика с лентой-полуфабрикатом позволяет отказаться от использования зрельников и общецеховых систем кондиционирования воздуха и начать работу по модернизации и строительству индивидуальных систем кондиционирования воздуха для каждой прядильной машины с системой контроля за ходом технологического процесса.

Для расчета параметров оптимального микроклимата внутри малого объема тазика с лентой-полуфабрикатом предлагается система из четырех уравнений с семью переменными $[t, p, d, b, v, f, i]$.

Система (6) решается, если известно барометрическое давление (b) и любые два из указанных выше в квадратных скобках параметра влажного воздуха:

$$\begin{aligned} 1765,88 + (2,55 t - 27,09)^2 - p &= 0, \\ d b / (d + 623) - v &= 0, \\ d b / (p (d + 623)) - f &= 0, \end{aligned} \quad (6)$$

$1,005 t + (2,5 + 1,807 \cdot 10^{-3} t) d - i = 0$,
где b – барометрическое давление, Па; t – температура влажного воздуха, °С; f – относительная влажность воздуха, в долях

единицы; v – парциальное давление водяного пара в воздухе, Па; p – парциальное давление насыщенного пара при данной температуре, Па; i – энтальпия влажного воздуха, кДж/кг сухого воздуха; d – влагосодержание влажного воздуха, г/кг сухого воздуха.

Для режимов при барометрическом давлении $b=101333$ Па в диапазоне температур $20 \leq t \leq 45^\circ\text{C}$ формула для определения парциального давления насыщенного пара при данной температуре взята из [2]:

$$p = 1765,88 + (2,55 t - 27,09)^2. \quad (7)$$

При барометрическом давлении $b=101333$ Па в диапазоне температур $0 \leq t \leq 20^\circ\text{C}$ из того же источника можно применить формулу:

$$p = 406,7 + (14,5 + 1,45 t)^2. \quad (8)$$

В системе (6) использована формула (7).

Процесс решения сложной технической задачи, алгоритм которой представлен системой из n уравнений с n неизвестными, при использовании вспомогательного аппарата любой из универсальных компьютерных математических систем (MathCAD, MathLAB, Maple и др.) прост и удобен. Он избавляет пользователя от проведения трудоемких и чреватых ошибками вычислений. С помощью компьютерной системы математики можно решать сложные технические задачи, не вдаваясь в тонкости программирования.

Решение системы (6) из четырех уравнений по известным параметрам, например, $(b,t,f) \rightarrow (101333,24,0.85)$, дает результат $(d,i,p,v) \rightarrow (15.6941,64.0358,2929.37,2493.87)$; по известным параметрам $(b,t,f) \rightarrow (101333,24,0.75)$, дает результат $(d,i,p,v) \rightarrow (13.8068,59.2357,2929.37,2200.48)$; по известным параметрам $(b,t,f) \rightarrow (101333,36,0.95)$, дает результат $(36.8262,130.641,5953.26,5664.19)$; по известным параметрам $(b,d,t) \rightarrow (101333,25,30)$, дает результат $(i,v,f,p) \rightarrow$

$(94.005,3915.49,0.9292,4207.23)$; по известным параметрам $(b,t,d) \rightarrow (101333,21,7.67)$, дает результат $(f,i,p,v) \rightarrow (0.499,40.57,2466.01,1232.38)$; по известным параметрам $(b,f,i) \rightarrow (101333,0.93,94)$, дает результат $(v,t,p,d) \rightarrow (3915,30,4207,25)$ и т.д., всего тридцать пять сочетаний из более ста сорока формул для расчета неизвестных параметров.

Ход процесса поглощения волокном воды из влажного воздуха внутри малого объема тазика с лентой-полуфабрикатом до достижения равновесия между газовой фазой и волокном можно схематично отобразить по расчетным параметрам и на i - d диаграмме проф. Рамзина, то есть, если нужно, ввести корректив в ход процесса.

Поскольку показатель средней обрывности на 1000 камер (веретен) в час не учитывает производительность оборудования и устойчивость технологического процесса в ходе прядения, за показатель средней обрывности в прядильных цехах целесообразно принять среднюю обрывность на 1 км длины наработанной пряжи.

В Ы В О Д Ы

1. Предложено оснащение технологической зоны каждой прядильной машины системой кондиционирования воздуха для стабилизации в ходе технологического процесса прядения нормативной равновесной влажности волокна конкретной сортировки внутри малого объема каждого тазика с лентой-полуфабрикатом, с помощью чего достигается устойчивый технологический процесс прядения (снижение обрывности пряжи) при работе даже одной прядильной машины из группы, когда другие машины группы остановлены. Это (уже сегодня) дает повод для проведения глубокой модернизации прядильного производства и начала работы прядильных мини-цехов-автоматов (участков) с энергосберегающей системой общеобменной вентиляции взамен общецеховых систем кондиционирования воздуха прядильных залов при нормативных параметрах воздуха рабочей зоны, что заметно улучшит условия труда работающих.

2. Получены формулы(1)...(4) нахождения количества воды, сорбированной волокном определенного вида и качества за период времени поглощения воды волокном до состояния нормативной, равновесной влажности волокна при изотермическом процессе его увлажнения, то есть предлагаются уравнения, приемлемые для определения скорости адсорбции(w_2/T).

3. Предложена формула(5) расчета заданной константы качества смеси волокон в ленте-полуфабрикате, что позволяет проводить подбор сортировок для устойчивого технологического процесса прядения конкретно для любого типа хлопкопрядильного оборудования. Для оперативного расчета параметров технологического микроклимата внутри малого объема тази-

ка с лентой-полуфабрикатом предложена система (6) с семью переменными [t, p, d, b, v, f, i], которая может быть решена, если известно барометрическое давление и любые два из указанных в квадратных скобках параметра влажного воздуха.

ЛИТЕРАТУРА

1. Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий. СН 245–71. – М.: Стройиздат, 1972.

2. *Нестеренко А.В.* Основы термодинамических расчетов вентиляции и кондиционирования воздуха. – М.: Высшая школа, 1971.

Рекомендована кафедрой высшей математики ИГТА. Поступила 20.04.07.