

где ω – скорость паровоздушной смеси, принимаем $0,5 \text{ М/с}$;

F – площадь поперечного сечения воздуховода, $F = 0,0177 \text{ м}^2$

Минимальная необходимая масса адсорбента (активированного угля), G , кг, определяется из уравнения материального баланса по улавливаемому компоненту:

$$G = \frac{Q \cdot C_0 \cdot \tau}{a_1 - a_2} = \frac{40 \cdot 0,015 \cdot 2}{0,15 - 0,001} = 8 \text{ кг},$$

где $C_0 = 0,015 \text{ кг/м}^3$ – начальная концентрация паров муравьиной кислоты;

$\tau = 2 \text{ ч}$ – время процесса адсорбции, равное продолжительности десорбции, сушки и охлаждения адсорбента;

$a_1 = 15 \%$ (масс) – динамическая активность угля по муравьиной кислоте;

$a_2 = 0,1 \%$ (масс) – остаточная активность после десорбции.

При заданной скорости паровоздушной смеси и расходе диаметр адсорбера, D_a , определяется по выражению:

$$D_a = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot 3600 \cdot \omega_r \cdot \Pi_n}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 40}{3,14 \cdot 3600 \cdot 0,5 \cdot 0,375}} = 0,28 \text{ м},$$

где $\Pi_n = (\rho_k - \rho_n) / \rho_k$ – пористость слоя сорбента, определяется через кажущуюся $\rho_k = 800 \text{ кг/м}^3$ и насыпную $\rho_n = 500 \text{ кг/м}^3$ плотности активированного угля.

Высота слоя адсорбента:

$$H = \frac{4 \cdot G}{\pi \cdot \rho_n \cdot D_a^2} = \frac{4 \cdot 8}{3,14 \cdot 500 \cdot 0,28^2} = 0,26 \text{ м}$$

Используя полученные данные можно спроектировать адсорбционную установку и подобрать необходимое оборудование.

Список использованных источников

1. Ю. Н. Филатов. Электроформование волокнистых материалов (ЭФВ-процесс), М, НИИТЭХИМ, 2001, 231 с.
2. Вергунова Н. Г. Муравьиная кислота // Химическая энциклопедия: в 5 т. / Редкол.: И. Л. Кнунянц и др. – М.: Советская энциклопедия, 1992. – Т.3 – С. 148-149.
3. Охрана окружающей среды: Учеб. для техн. спец. вузов/ С.В. Белов и др. Под ред. С.В. Белова. 2-е изд., испр.и доп. – М. : Высш. шк., 1991. – 319 с.
4. К.Ф. Павлов. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. Учебное пособие для вузов / под ред. чл. корр. АН СССР П.Г. Романкова.- 10-е изд., перераб.и доп. – Л.: Химия, 1987. – 576 с.

УДК 677.027.43

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА КРАШЕНИЯ ПОЛИАКРИЛОНИТРИЛЬНОЙ ПРЯЖИ В УСЛОВИЯХ АКУСТИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДИАПАЗОНА

*Кульнев А.О., асп., Жерносек С.В., к.т.н., Ольшанский В.И., к.т.н., проф.,
Ясинская Н.Н., к.т.н., доц.*

*Витебский государственный технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь*

Ключевые слова: крашение, ПАН-пряжа, катионные красители, ультразвук, устойчивость окраски.

Реферат. Авторами проведены экспериментальные исследования влияния УЗ – излучения частотой 35 кГц на процесс крашения полиакрилонитрильной (ПАН) пряжи катионными красителем, выполнен анализ показателей качества полученной окраски: равномерности

окраски и устойчивости к физико-химическим воздействиям. Процесс крашения осуществлялся по двум технологиям: по классической – продолжительностью 150 минут и с использованием УЗ колебаний для предварительного озвучивания раствора красителя длительно – 60 минут. Сравнительный анализ результатов интенсивности окрашивания и степени закрепления красителя показал, что использование УЗ-колебаний для озвучивания красильного раствора позволяет достичь высокой степени фиксации красителя на волокне при сокращении общей продолжительности процесса, не ухудшая качества окраса и устойчивости к физико-химическим воздействиям. Рекомендуемый режим обработки – мощность УЗ 100 Вт, интенсивность 8,6 Вт/см², продолжительность озвучивания 10 мин.

Крашение – важная стадия отделочного производства, характеризующаяся переходом красящих веществ из внешней среды (раствор, паровая фаза и т.п.) в волокно с последующим прочным закреплением их внутри полимера, что придает окраске устойчивость к различным воздействиям при эксплуатации. Красящими веществами (красителями) являются органические соединения, обладающие способностью интенсивно поглощать энергию электромагнитных излучений в видимой части солнечного спектра. Конечной целью операции крашения является получение окраски с заданной колористической характеристикой (цвет, интенсивность, оттенок) и устойчивостью в условиях эксплуатации.

Крашение ПАН волокон катионными красителями характеризуется сложными, ступенчатыми температурными режимами, обусловленными сложностью получения ровной окраски. Одним из способов, позволяющих интенсифицировать процесс крашения ПАН пряжи катионными красителями является применение упругих колебаний, генерируемых в жидкой среде. В работе [2] приведены результаты крашения полиэфирных тканей дисперсным красным красителем с применением ультразвука и показано, что ультразвуковая интенсификация процесса крашения может увеличить глубину оттенка окрашиваемой ткани при сокращении времени протекания процесса.

Наиболее важным эффектом в процессах отделки текстильных материалов с использованием ультразвуковых колебаний оказывает кавитация – возникновение в жидкости пульсирующих пузырьков, заполненных паров. Сложное движение пузырьков, их схлопывание, слияние друг с другом и т.п. порождают в жидкости импульсы сжатия (микроударные волны) и микропотоки, вызывают локальное нагревание среды и ионизацию. Эти эффекты оказывают влияние на вещество: разрушают находящиеся в жидкости твердые тела (кавитационная эрозия), возникает перемешивание жидкости [3].

Относительная сила кавитации уменьшается при увеличении частоты (рисунок 1). При повышении частоты пузырек не достигает конечной стадии схлопывания, в результате чего снижается микроударная энергия [4].

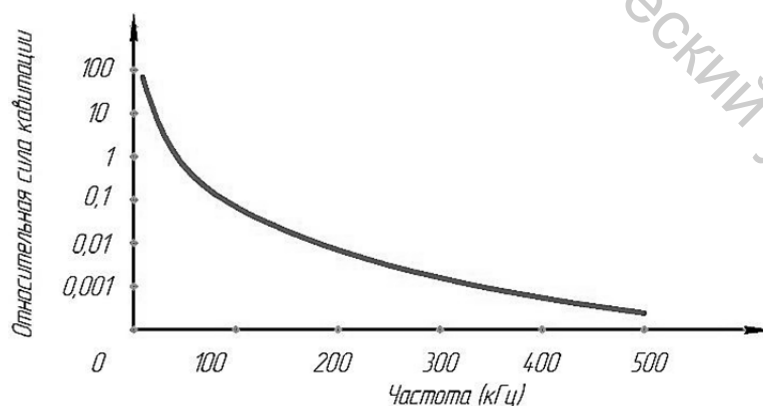


Рисунок 1 – Зависимость кавитации от частоты

В качестве объекта исследований была выбрана полиакрилонитрильная пряжа, производства ОАО «Полесье».

Для крашения ПАН-пряжи использовались катионные красители Вгусгу1 синий GRL 300% и Вгусгу1 синий ВG 200%. Состав красильной ванны, использованный для крашения, представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Состав красильной ванны

Наименование	Концентрация
Врусил синий GRL 300%	0,02%
Врусил синий BG 200%	0,20%
Уксусная кислота	1%
Тубакрил RI	2,20%
Зарабид OL	0,50%
Киералан NAN	0,10%

Крашение периодическим (традиционным) способом проводилось по схеме, представленной на рисунке 2 а.

Приготовление красильной ванны производилось при температуре 60 °С и рН=4,5-4,75. После добавления химикатов и перемешивания в течение 3х минут в раствор добавлялась смесь красителей и перемешивалась в течение 3х минут. Затем в приготовленный красильный раствор помещался образец ткани и в течение 10 минут производился, нагрев до температуры 70 °С, далее, температурный режим регулировался согласно схеме, приведенной на рисунке 2 а.

Крашение с применением ультразвука проводилось по схеме, представленной на рисунке 2 (б, в). При этом режим обработки, представленный на схеме в отличается от остальных режимов отсутствием ступенчатого нагрева красильного раствора до максимальной температуры. Озвучивания красильного раствора производилось в ультразвуковой ванне, в течение 10 минут мощностью 100 Вт и частотой 35 кГц.

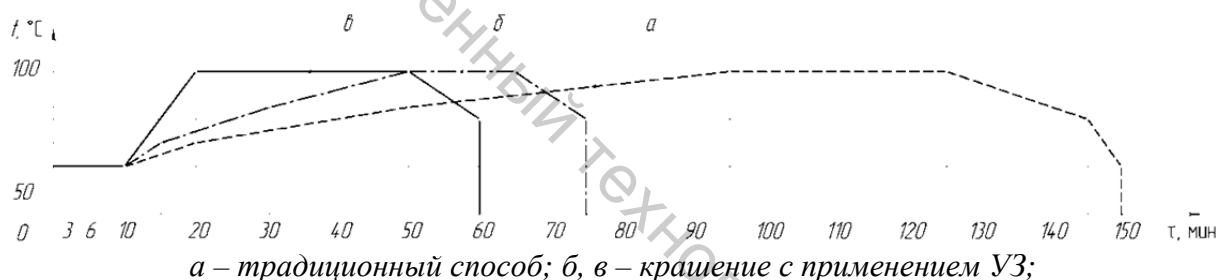


Рисунок 2 – Схема крашения

Визуальная оценка образцов, окрашенных по традиционной технологии и с использованием ультразвуковых колебаний показала, что равномерность, насыщенность окраски при использовании предварительно «озвученных» красильных растворов находится на таком же уровне, что и при традиционном способе.

Для сравнения полученных результатов выполнена оценка устойчивости окраски к физико-химическим воздействиям, которая в основном определяется характером связи краситель – волокно [5]: устойчивость окраски к стиркам ГОСТ 9733.4–83; устойчивость окраски к сухому и мокрому трению ГОСТ 9733.27–83. Результаты оценки устойчивости окраски к физико-химическим воздействиям показали, что крашение ПАН-пряжи катионными красителями в условиях акустических колебаний ультразвукового диапазона позволяет сохранить стойкость окраски, при сокращении времени, а в случае режима в (рисунок 1 в) были получены более высокие показатели устойчивости окраски к физико-механическим воздействиям.

В результате исследований процесса крашения ПАН-пряжи катионным красителем установлено, что предварительное озвучивание красильного раствора в условиях ультразвуковых колебаний частотой 35 кГц позволяет сократить продолжительность процесса крашения при сохранении высокой равномерности окраски и устойчивости ее к физико-химическим воздействиям.

Предложены режимные параметры подготовки красильных растворов с использованием ультразвуковых колебаний и процесса крашения ПАН-пряжи озвученным раствором красителя (предварительное озвучивание красильного раствора в течение 10 минут при мощности

ультразвукового излучения 100 Вт, интенсивность $8,6 \text{ Вт/см}^2$, температуре раствора $60 \text{ }^\circ\text{C}$.

Список использованных источников

1. Кричевский, Г.Е. (2000) Химическая технология текстильных материалов, Москва, Т.2, 540 с.
2. Кульнев, А. О. (2017) Крашение текстильных материалов из полиэфирных волокон с использованием ультразвукового воздействия / А. О. Кульнев, С. В. Жерносек, Н. Н. Ясинская, В. И. Ольшанский, А. Г. Коган // Вестник Витебского государственного технологического университета. – № 1(32). – С. 155.
3. Балашова, Т.Д. (1984) Краткий курс химической технологии волокнистых материалов, Москва, 200 с.
4. Кульнев, А. О. (2017) Перспективы применения акустических колебаний ультразвукового диапазона в строительстве / А. О. Кульнев, С. В. Жерносек, Н. Н. Ясинская, В. И. Ольшанский, А. Г. Коган // В сборнике: Строительство и землеустройство: проблемы и перспективы развития сборник трудов II Международной заочной научно-практической конференции. – С. 3-6.
5. Сафонов, В. В. (2006) Интенсификация химико-текстильных процессов отделочного производства, Москва, 405 с.

УДК 697.922

**МОДЕЛИРОВАНИЕ АЭРАЦИИ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЦЕХОВ
С ТОЧЕЧНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ
ТЕПЛОВЫДЕЛЕНИЙ**

*Липко В.И., к.т.н., доц., Широкова О.Н., ст. преп.
Полоцкий государственный университет,
г. Новополоцк, Республика Беларусь*

Ключевые слова: естественная и вынужденная конвекция, аэродинамика, аэрация, тепловое моделирование.

Реферат. *Производственные процессы, выполняемые в производственных цехах, сопровождаются выделением в воздух помещений вредных паров, газов, пыли и тепла. В результате ухудшения состояния воздушной среды помещений могут создаваться неблагоприятные условия труда, влияющие на самочувствие работающих в цехе, снижаться производительность труда. Основными путями борьбы с выделением вредных веществ являются: совершенствование технологических процессов, создание безотходных производств или малоотходных технологических циклов. Для поддержания в производственных помещениях чистоты воздуха и метеорологических условий, удовлетворяющих санитарно-гигиеническим требованиям, устраивается вентиляция. В общем случае процесс аэрации как один из способов естественной вентиляции производственных помещений с теплоизбытками зависит от условий внешней аэродинамики здания и теплового режима внутри помещений. Для обеспечения активного воздухообмена при аэрации используется ветровой напор и разность температур наружного и внутреннего воздуха. Следует принять к сведению, что метод аэрации для удаления из помещений избытков теплоты будет эффективным только при низких температурах наружного воздуха, а при сближении температур наружного и внутреннего воздуха действие аэрации сводится к нулю, что требует устройства принудительной вентиляции, работающей дополнительно по параллельной схеме.*

Наиболее часто применяемые в вентиляционной практике приемы расчета аэрации методами «нейтральной зоны» и «уровня нулевых давлений» в большинстве случаев оказываются неточными из-за неравномерности температур внутри помещений по причине изменяю-