

КОЛОРИРОВАНИЕ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Формирование окраски на текстильном материале является одной из главных задач отделки. Колорирование может осуществляться путём крашения или печатания. В результате крашения материал приобретает ровную однотонную окраску, а в результате печатания – узорчатую расцветку. Конечной целью колорирования является получение окраски с заданной колористической характеристикой (интенсивность окраски, цвет, оттенок) и устойчивой в условиях эксплуатации.

Химические процессы, протекающие между красителем и волокном при крашении и печатании, различаются незначительно, но для нанесения красителя методом печатания и закрепления его на ткани требуются специфические условия и особое оборудование, более сложное, чем для гладкого крашения.

КРАШЕНИЕ

1. ОБЗОР ТЕХНИЧЕСКИХ СПОСОБОВ КРАШЕНИЯ И ОБОРУДОВАНИЯ

Крашение проводится на разных технологических переходах текстильного производства. Окрашивать можно волокно, ленту, пряжу, ткань, трикотаж.

Окраска материалам придаётся путём обработки их специальными веществами – красителями – в большинстве своём являющимися органическими соединениями. Красителей великое множество, выбор их зависит в первую очередь от природы окрашиваемого волокна, а также от назначения текстильного материала, аппаратурных возможностей предприятия и экономических соображений.

Одним и тем же красителем можно окрасить материал различными способами, которые подразделяются на периодические, полунепрерывные и непрерывные.

Рассмотрим работу аппарата для периодического крашения волокна или пряжи (рис.1). В котёл 1 погружается корзина 2 с волокном или пряжей, включается насос 3 и красильный раствор начинает циркулировать через текстильный материал. Для равномерного окрашивания направление циркуляции периодически меняется («снаружи внутрь» и «изнутри наружу»). По окончании красильный раствор сли-

вается и через толщу материала начинает циркулировать промывная жидкость.

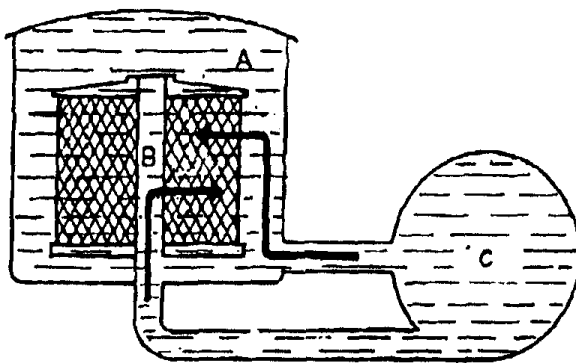


Рис.1. Схема аппарата для периодического крашения пряжи в паковках

Периодическое крашение ткани проводится в красильных роликовых машинах (рис.2.).

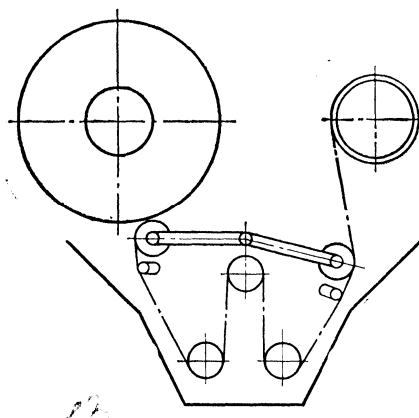


Рис. 2. Схема красильной роликовой машины (джиггера)

Ткань сматывается с вальяна 1, проходит по направляющим роликам 2 через красильный раствор в ванне 3 и наматывается на вальян 4, а затем снова перематывается на первый. Тканерасправители 5 качающегося типа поддерживают ткань в расправленном состоянии. Переключение движения с одного вальяна на другой происходит автоматически. Также автоматически машина останавливается после заданного числа проходов.

Периодические способы отличаются высоким качеством окраски, экономией химических реагентов и в первую очередь красителей, но они малопроизводительны.

Высокую производительность дают непрерывные способы крашения, которые получили широкое распространение для колорирования хлопчатобумажных, льняных и шёлковых материалов.

Непрерывное крашение осуществляется на линиях, включающих в себя типовые машины, устанавливаемые в различной последовательности и в сочетании в зависимости от класса применяемых красителей и способа крашения. К типовым машинам относятся плюсовки, запарные камеры, проходные красильные и промывные коробки, сушилки.

Плюсовки служат для пропитки материала раствором красителя. Они различаются количеством валов, их расположением (см. рис. 3).

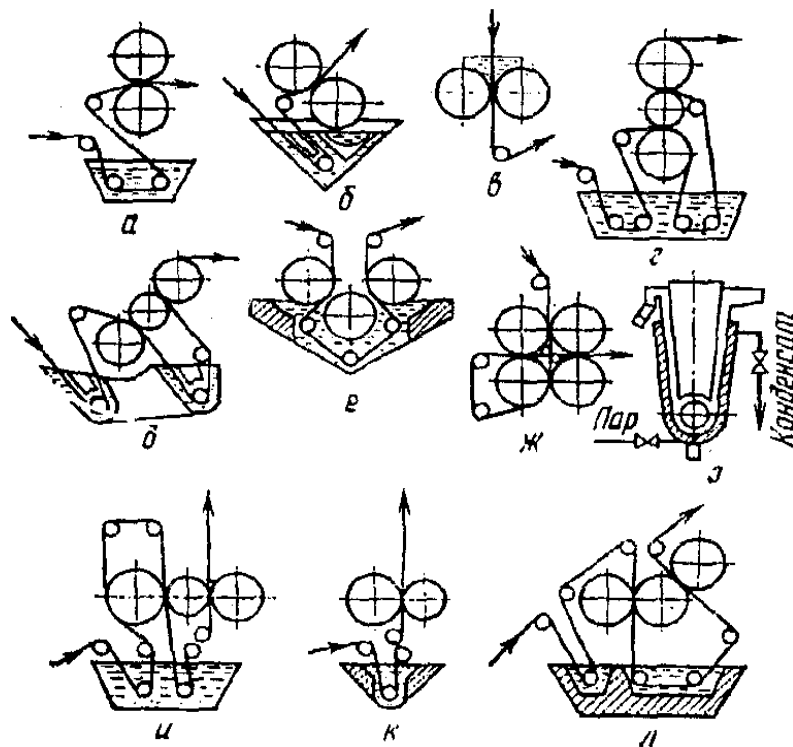


Рис.3. Схемы плюсовочных машин

В отличие от периодических способов, где материал обрабатывается красильным раствором в среднем около часа, при непрерывных ткань находится в контакте с красителем в плюсовке всего несколько секунд. Этого времени недостаточно, чтобы краситель проник в глубь волокна и зафиксировался в нём. Поэтому при непрерывных способах для интенсификации указанных процессов используют высокотемпературную обработку пропитанного красителем материала. Для этого

применяют запарные или термические машины. Они представляют собой камеры с двумя рядами роликов (верхним и нижним), по которым движется ткань и обрабатывается паром (запарные) или горячим воздухом (термические).

Проходные промывные коробки (8-10 штук) представляют собой последовательно соединённые через отжимные устройства ёмкости с двумя рядами (нижним и верхним) направляющих роликов. Проходя по этим коробкам, материал промывается. С целью экономии воды, она движется противотоком: чистая вода поступает в последнюю коробку и движется навстречу ткани. Промежуточный отжим снижает занос загрязнений в последующую коробку.

В качестве сушилок используют машины типа СБМ.

На рис.4 представлена схема красильно-сушильной линии ЛКС – 140, состоящей из пропиточных плюсовки 1 и ванны 2, запарной камеры 3, восьми промывных ванн 4 и сушильной барабанной машины 5.

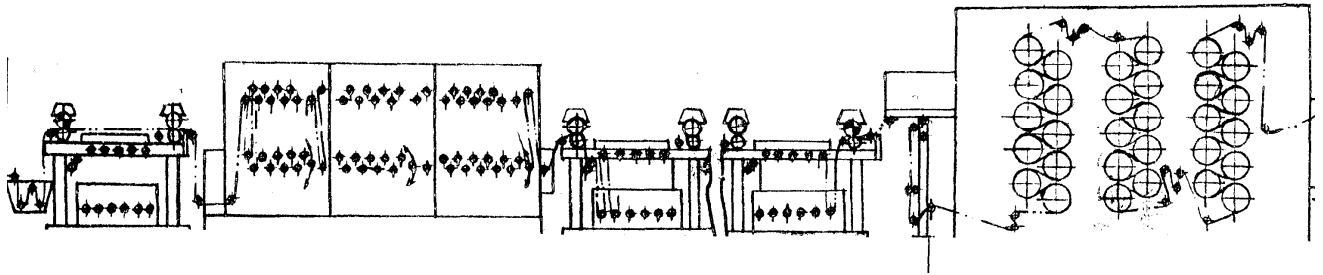


Рис.4. ЛКС – 140

В полунеперервных способах крашения (рис. 5,6) ткань пропитывают раствором красителя на плюсовке 1 (непрерывная часть) и накачивают в ролик 2. Ролик в течение длительного времени выдерживается (периодическая часть) при температуре цеха – «холодный способ» (рис.5) или в запарной камере – «горячий способ» (рис.6). Заканчивается процесс промывкой на проходном промывном аппарате (непрерывная часть). Полунеперервный способ отличается и высоким качеством крашения, и экономным расходом реагентов, и высокой производительностью. Однако он требует больших площадей для размещения рулонов на время фиксации красителя, поэтому его используют в основном для крашения небольших партий материала.

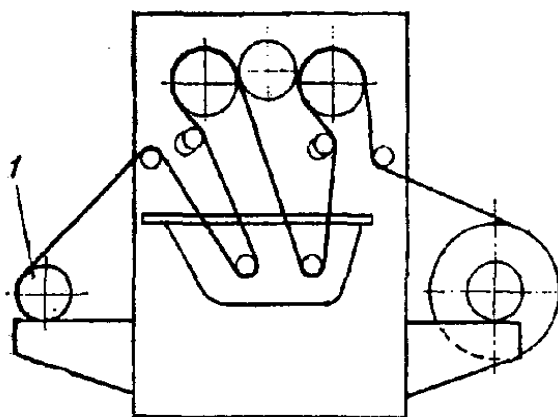


Рис.5. Схема плюсовочно-накатной машины ПН-180-1

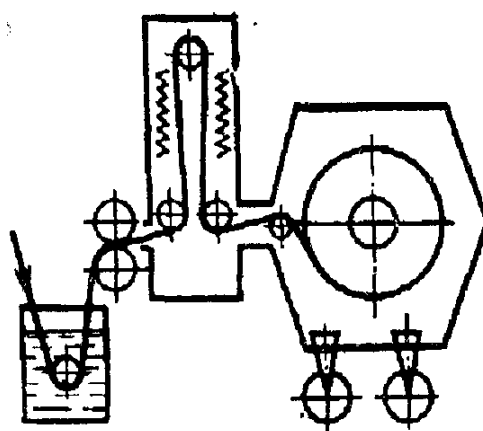


Рис.6. Плюсовочно-роликовая машина (Pad-Roll)

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КРАШЕНИЯ

В теоретическом плане процесс крашения заключается в переносе красителя из внешней фазы (чаще всего из раствора) во внутреннюю фазу - волокно и закреплении его (фиксации) на активных центрах волокна. Скорость крашения и его качество зависят от свойств волокна и красителя.

Волокно должно обладать определённой химической и физической структурой.

Химическое строение волокна обуславливает наличие и характер его функциональных групп (активных центров), способных взаимодействовать с красителями и тем самым фиксировать их.

Физическая структура волокна определяет доступность активных центров по отношению к красителям. Например, полиэфирные волокна имеют большое количество полярных эфирных групп, способных

взаимодействовать с дисперсными красителями, но плотная структура волокна не позволяет окрашивать его при обычных температурах. Повышение температуры более чем 100°C приводит к расстеклованию волокна, появлению свободного объёма, соизмеримого с пористостью природных волокон, и его активные группы становятся доступными для молекул красителя. Внутренняя поверхность природных волокон, напротив, сильно развита, и здесь нет проблем с проникновением даже крупных молекул красителей. Особенно важна роль системы субмикроскопических пор в гидрофильных волокнах, которая может быть более существенна, чем соотношение кристаллических и аморфных зон. Так, хлопковые волокна, имея очень развитую систему микропор и большую внутреннюю поверхность, очень хорошо окрашиваются, несмотря на высокую степень кристалличности (сравнима с полиэфирными волокнами).

Важное значение имеет заряд поверхности волокна. Если он одинаков с зарядом ионов красителя (например, при крашении целлюлозы прямыми или активными красителями), то возникает электростатическое отталкивание, что затрудняет проникновение красителя в глубь волокна. В этих случаях в красильный раствор вводят электролит, экранирующий заряд волокна и облегчающий тем самым диффузию красителя.

Все текстильные красители обязательно обладают двумя свойствами: цветностью и способностью фиксироваться на волокне.

Цветность обусловлена специфическим химическим строением красителей. Она обеспечивает высокую окраску при относительно невысокой концентрации красителя в волокне (1-5% от массы).

Способность прочно удерживаться внутренней и внешней поверхностью волокна (фиксация) обусловлена возникновением специфических сил взаимодействия между красителем и волокном.

В настоящее время в текстильной промышленности используется большое число классов красителей, позволяющих получать на разных волокнах окраски необходимых цветов и качества, которые оцениваются:

- по яркости, интенсивности, чистоте тона;
- по равномерности окраски;
- по устойчивости окраски к физико-химическим воздействиям, испытываемым окрашенными материалами в условиях эксплуатации.

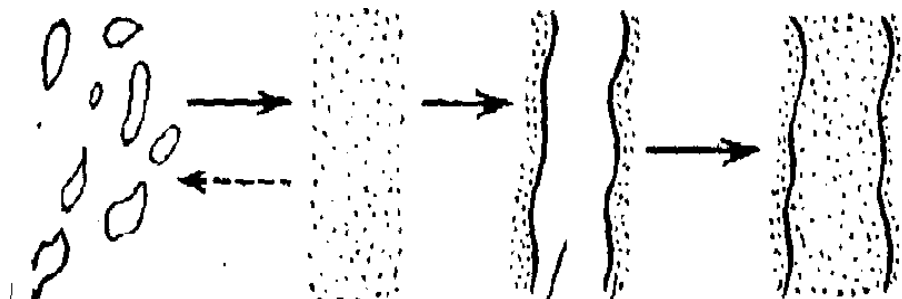
Число марок красителей составляет несколько тысяч. Существует химическая и техническая классификации текстильных красителей.

Первая делит красители по химическому строению, а вторая по растворимости в воде и взаимодействию с волокном.

Техническая классификация

1. Растворимые в воде красители (растворимость 30-100 г/л): прямые, кислотные, активные, катионные.
2. Нерастворимые в воде красители. К ним относятся:
 - кубовые и сернистые красители, которым придаётся временная растворимость на стадии крашения;
 - дисперсные красители с очень низкой растворимостью (0,0001-0,03 г/л);
 - пигменты.
3. Красители, образующиеся на волокне, – нерастворимые гидроксиазокрасители (азоидные).

Процесс крашения можно условно разбить на несколько стадий (в действительности они протекают одновременно): 1) дезагрегация красителя; 2) внешняя диффузия в растворе к поверхности волокна; 3) сорбция на поверхности; 4) внутренняя диффузия в волокне; 5) сорбция в волокне (фиксация). Схематично эти стадии можно изобразить следующим рисунком.



Во внешней среде по отношению к волокну, т.е. в растворе, краситель находится в полидисперсном состоянии: в виде молекул и агрегатов различной величины. Волокном поглощается только мономолекулярная фракция, чем нарушается первоначальное равновесие во внешней среде. Восстановление равновесия происходит за счёт диспергирования агрегатов до молекул, которые вновь проникают в волокно. Подобное многократное нарушение и восстановление равновесия между различными фракциями красителя во внешней среде проис-

ходит до тех пор, пока не установится новое истинное равновесие между красителем в волокне и во внешней среде.

Внешняя диффузия красителя к поверхности волокна происходит достаточно быстро. Ещё быстрее она будет протекать с повышением температуры и перемешиванием раствора.

Сорбция красителя волокном на внешней и внутренней поверхности имеет одну природу. Она зависит от межмолекулярного взаимодействия красителя с волокном. Различают физическую и химическую сорбцию.

Физическая сорбция осуществляется за счёт сил Ван-дер-Ваальса (величина от десятых долей до нескольких ккал/моль), возникающих между полярными и неполярными молекулами красителя и волокна. Практически во всех процессах крашения физическая сорбция имеет место.

Хемосорбция осуществляется за счёт образования химических связей красителя с волокном – ковалентных или ионных.

Ковалентная связь характеризуется энергией 20-200 ккал/моль и является самой прочной, что обуславливает высокую устойчивость окраски, особенно к мокрым обработкам.

Ионная связь тоже отличается высокой прочностью, но в водной среде она диссоциирует, что приводит к снижению устойчивости окрасок к мокрым обработкам.

Промежуточной между физическим и химическим типами связи считают водородную связь (2-10 ккал/моль). Она возникает между положительно заряженным атомом водорода и отрицательно заряженными атомами кислорода, азота или серы.

Склонность красителя к сорбции волокном характеризуется показателем **сродства красителя к волокну**. Сродство зависит от температуры и отношения активности красителя в волокне и внешней среде. Чем выше сродство, тем эффективнее краситель взаимодействует с волокном и тем прочнее окраски.

Внутренняя диффузия красителя в волокне значительно медленнее внешней по двум причинам.

Первая – плотность структуры волокон. Размеры ионов и молекул красителей соизмеримы с размерами пор.

Вторая – сорбционное взаимодействие красителя с активными центрами волокна, что тормозит его дальнейшее продвижение (см. рис. 8).

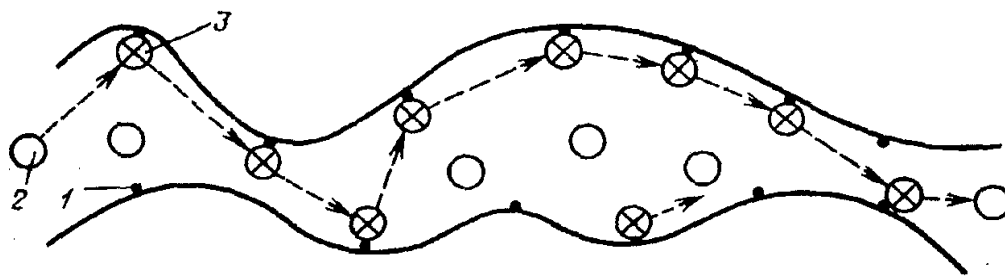


Рис.8. Схема внутренней диффузии частицы красителя в поре волокна:
 1 - активный центр волокна; 2 - мобильная молекула красителя; 3 - сорбированная молекула красителя

3. КРАШЕНИЕ РАСТВОРИМЫМИ КРАСИТЕЛЯМИ

Водорастворимые красители – прямые, кислотные, активные, катионные – существуют в водных растворах в форме окрашенных ионов и неокрашенных противоионов.

3.1. Крашение прямыми красителями

Появление прямых красителей позволило отказаться от используемых ранее основных красителей, технология крашения которыми была сложной из-за предварительной операции обработки материала протравой. Прямые красители прямо, непосредственно окрашивают целлюлозные волокна. Иногда их используют для крашения натурального шёлка. Класс прямых красителей имеет широкий цветовой охват, но окраска ими не отличается большой яркостью и устойчивостью к мокрым обработкам и требует операции упрочнения с помощью специальных препаратов. Класс прямых красителей – один из ведущих для крашения целлюлозных материалов, но в последнее время он постепенно сдаёт свои позиции активным красителям.

По своему химическому строению прямые красители являются натриевыми солями органических сульфокислот $\text{Kp-SO}_3\text{Na}$ (Kp - хромофорная часть красителя, определяющая его цвет, SO_3Na – сульфогруппа, придающая растворимость). Сродство прямых красителей к целлюлозным волокнам обусловлено следующими причинами:

– линейной плоскостной структурой, которая облегчает контакт между молекулой красителя и вытянутой, линейной макромолекулой целлюлозы;

- наличием полярных групп, способных образовывать с волокном водородные связи. Таких групп должно быть по крайней мере две и лучше, если они располагаются на концах молекулы (см. рис. 9).

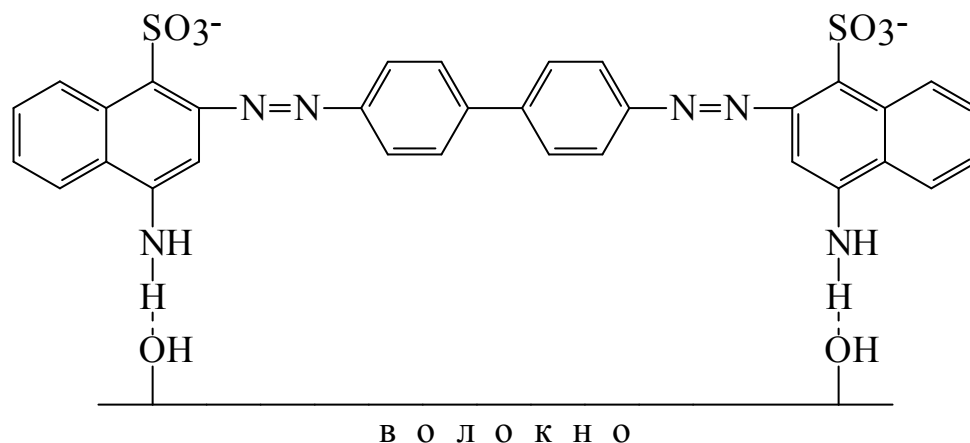


Рис.9. Схема взаимодействия прямого красителя «Конго Красного» с целлюлозным волокном

Крашение прямыми красителями проводят любым из трёх способов – периодическим, непрерывным, полунепрерывным. Красильный раствор кроме красителя обязательно содержит два компонента- электролит и ПАВ.

Электролит вводится для экранирования отрицательного заряда волокна, т.к. красящим является анион.



ПАВ вводится для лучшей смачиваемости текстильного материала и дезагрегации красителя.

Крашение прямыми красителями проводят, как правило, в нейтральной среде, но иногда для лучшей растворимости отдельных марок красителя создают щелочную среду, для чего в раствор добавляют Na_2CO_3 .

Особое внимание уделяется водоподготовке. В технологической воде не должны присутствовать соли Ca, Mg, Cu, Fe. Первые два катиона образуют с прямыми красителями нерастворимые соли, что приводит к браку. Катионы меди и железа могут образовывать комплексные соли с красителями, что изменяет оттенок окраски.

Крашение прямыми красителями заканчивается специальной операцией закрепления окраски, для чего используют:

- препараты, образующие с красителем на волокне нерастворимые комплексы, что повышает устойчивость окраски к мокрым обработкам;
- препараты, образующие на волокне тонкую полимерную плёнку, защищающую окраску от внешнего воздействия.

3.2. Крашение кислотными красителями

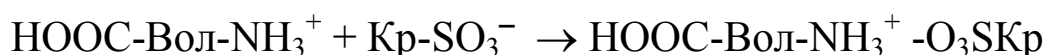
Кислотные красители используются для крашения текстильных материалов из белковых и полиамидных волокон. Крашение протекает в кислой среде, отсюда и название этого класса красителей.

Класс кислотных красителей занимает очень значимое место среди всех классов красителей. В мире производится более 1000 марок кислотных красителей, цветовой охват очень широкий, поэтому не возникает проблем получения любых простых и сложных цветов. Окраска кислотными красителями отличается высокой яркостью и чистотой тона. Недостатком является низкая устойчивость окраски к мокрым обработкам (из-за образования ионной связи красителя с волокном) и трудность получения ровных окрасок, особенно на полиамидных волокнах.

Для повышения устойчивости окраски на основе кислотных были созданы кислотно-хромовые и металлокомплексные красители, прочность окраски которых обеспечивается образованием менее растворимых в воде комплексных соединений красителя с d-металлами.

По химическому строению кислотные красители, как и прямые, являются натриевыми солями органических сульфокислот $\text{Kp-SO}_3\text{Na}$, но они не имеют линейного плоскостного строения, поэтому не обладают сродством к целлюлозному волокну.

В кислой среде белковое волокно приобретает положительный заряд и образует ионную связь с анионами красителя.

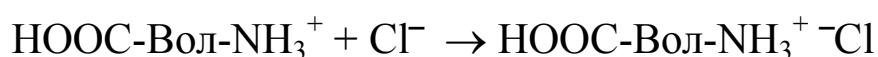


Кроме ионных связей между красителем и волокном образуются водородные связи, а также проявляется Ван-дер-Ваальсово взаимодействие.

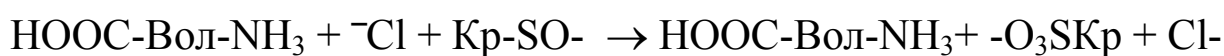
Диффузия кислотных красителей в волокно осложняется сорбцией их на активных центрах, что тормозит продвижение окрашенных

частиц в глубь материала. Чем выше сродство красителя, тем ниже скорость диффузии. Это приводит к образованию неровных окрасок, т.к. краситель фиксируется больше на внешней поверхности волокна и очень трудно перераспределяется вглубь. Поэтому в красильный раствор вводят выравниватели, которые снижают скорость сорбции красителя волокном и тем самым способствуют получению ровных окрасок.

В качестве выравнивателей используют электролиты, роль которых здесь противоположна той, которую они играют в крашении прямыми красителями, увеличивая их сорбцию материалом. При использовании в качестве электролита NaCl последний диссоциирует в растворе, Cl-ионы быстро диффундируют в волокно и сорбируются на активных центрах волокна.



Однако сродство Cl- к волокну не значительное, гораздо меньше, чем у анионов красителя. Последние медленно диффундируют в волокно и вытесняют хлорид-ионы, обогнавшие их в силу большей скорости диффузии.



Все кислотные красители в зависимости от их диффузионных свойств, которые определяются их сродством к волокну, делятся на три группы: хорошо-, средне- и плоховыравнивающиеся красители.

Хорошовыравнивающиеся имеют низкое сродство к волокну и высокую скорость диффузии и дают ровные окраски даже в сильно-кислой среде.

Плоховыравнивающиеся имеют самое высокое сродство к волокну и самую низкую скорость диффузии, для получения ровных окрасок этими красителями необходимо красить в слабокислой среде в присутствии выравнивателей. Но эти красители дают самую прочную окраску.

Средневыравнивающиеся занимают среднее положение.

Крашение белковых волокон традиционно проводится периодическим способом.

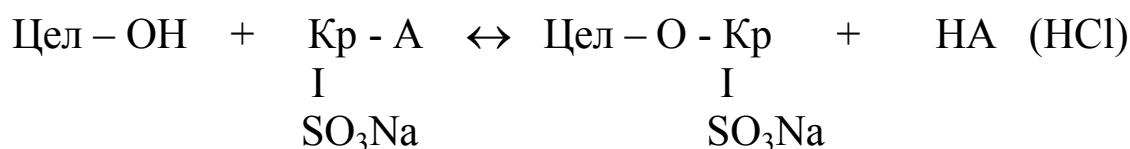
3.3. Крашение активными красителями

Активные красители за 50 лет, прошедшие после начала их промышленного производства, стали ведущими для крашения текстиль-

ных материалов и в первую очередь материалов из целлюлозных волокон. Лидирующее место обусловлено наличием таких положительных свойств, как яркость, интенсивность окраски, широкий цветовой охват, относительная простота технологии крашения. Особым свойством активных красителей является сочетание хорошей растворимости с высокой прочностью окраски, т.к. только эти красители образуют с волокном самую прочную ковалентную связь.

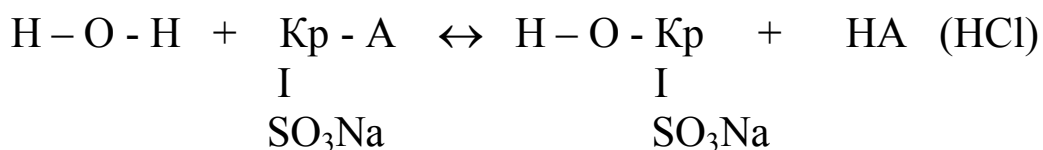
Общую формулу активных красителей можно записать $\begin{matrix} \text{Кр} - \text{А} \\ | \\ \text{SO}_3\text{Na} \end{matrix}$,

где Кр – хромофорная часть красителя, определяющая его цвет, SO_3Na – сульфогруппа, придающая растворимость, А – активный центр, взаимодействующий с активным центром волокна по реакции:



В качестве группы А может выступать Cl или F, которые с водородом дают кислоту. Реакция обратима, чтобы сдвинуть её в сторону окрашивания волокна, необходимо связывать кислоту, для чего используют щелочной агент.

Кроме описанной основной реакции в процессе крашения текстильного материала протекает побочная реакция гидролиза красителя:



Гидролизованная форма красителя не способна ковалентно связываться с волокном, а только сорбироваться за счёт слабых физических сил взаимодействия. Поэтому технология крашения активными красителями должна строиться таким образом, чтобы всячески подавлять побочную реакцию гидролиза красителя и способствовать основной реакции, приводящей к образованию ковалентной связи красителя с волокном. В противном случае:

- увеличиваются непроизводительные потери красителя;
- снижается устойчивость окраски к мокрым обработкам.

В производственных условиях используются различные способы крашения активными красителями: периодические, непрерывные, полунепрерывные.

Периодический способ

Для подавления побочной реакции гидролиза красителей периодические способы строятся в основном по 2 стадийной схеме.

Первая стадия проводится в нейтральной среде, в которой не могут протекать вышеописанные реакции химического взаимодействия красителя с волокном и гидролиза красителя. На этой стадии краситель фиксируется волокном только за счёт слабых сил физического взаимодействия. Для экранирования отрицательного заряда волокна, так же как и при крашении прямыми красителями, в красильный раствор вводят электролит. Продолжительность первой стадии 30-60 мин. в зависимости от интенсивности окраски и вида материала, температура крашения 30-80⁰С в зависимости от группы красителя.

Вторая стадия заключается в обработке материала щелочным раствором (NaOH). Краситель, равномерно распределённый в волокне на первой стадии, химически связывается с волокном. Поскольку краситель находится уже на волокне, а не в растворе, гидролиз минимальный.

В заключении следует тщательная промывка, которая обязательно включает обработку горячими растворами ПАВ для более эффективного удаления гидролизованной формы красителя.

Непрерывные способы

Осуществляются по одностадийной и по двустадийной технологиям. Так же как и в периодическом способе, по двустадийной (двухванной) технологии разделены процессы нанесения красителя и щелочного агента.

На первой стадии ткань плюсоют (пропитка + отжим) нейтральным раствором красителя и электролита, а затем высушивают.

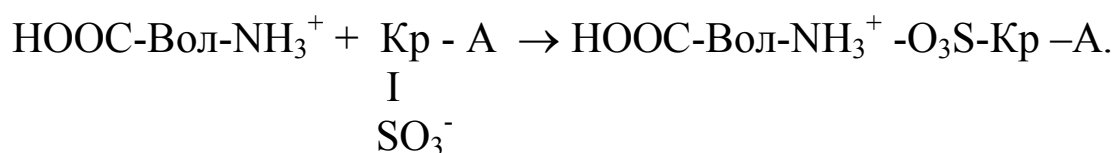
На второй стадии ткань плюсоют щелочным раствором (NaOH) с электролитом и в течение 1-2 мин. обрабатывают паром в запарной камере или горячим воздухом с температурой 140-160⁰ С в термической камере.

Процесс завершается промывкой и сушкой.

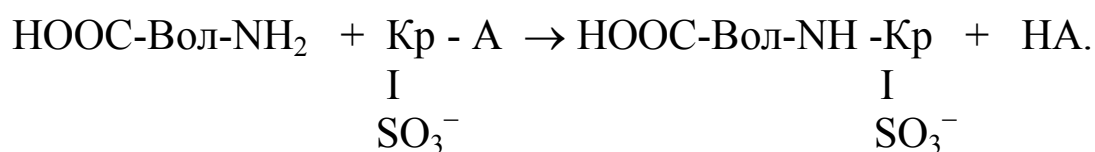
При одностадийном (однованном) способе краситель и щелочной агент совмещены в одной ванне. С точки зрения аппаратурного оформления этот метод проще, удобнее и дешевле, но возникает опасность гидролиза. Для его снижения в качестве щелочного агента в пропиточную ванну вносят не NaOH, а NaHCO₃ – бикарбонат натрия. Это более мягкий щелочной агент, в присутствии которого гидролиз минимальный. После пропитки ткань высушивают, при высокой температуре щёлочность среды увеличивается, и протекает химическая сорбция красителя волокном.

Объём использования активных красителей для текстильных материалов из белковых и полиамидных волокон значительно меньше, чем для целлюлозных. Это связано с тем, что высокого качества крашения этих волокон можно достичь с помощью красителей других классов (кислотных, дисперсных). Однако ввиду повышения требований к устойчивости окрасок к стирке, возрастает интерес к активным красителям. В тех случаях, когда другие красители не удовлетворяют этим требованиям, используют активные красители.

Крашение белковых волокон сначала ведут в кислой среде. На этой стадии, как и в случае кислотных красителей, активный образует с волокном ионную связь:



На второй стадии кислую среду заменяют на щелочную, в результате ионная связь рвётся и образуется ковалентная.



4. КРАШЕНИЕ НЕРАСТВОРИМЫМИ КРАСИТЕЛЯМИ

Растворимые красители очень удобны для технологов, т.к. красильные растворы из них готовятся непосредственно без дополнительных предварительных операций. Но хорошая растворимость красителей отрицательно сказывается на устойчивости окрасок к мокрым обработкам (исключение составляют активные красители).

Кубовые и сернистые красители нерастворимы в воде. Им придаётся временная растворимость на стадии крашения, для чего эти красители при определённых условиях обрабатывают восстановителями. Полученная в результате водорастворимая форма красителя существует в растворе в виде окрашенного аниона. Эта форма обладает сродством к волокну и, как в случае с растворимыми красителями, диффундирует к внешней поверхности волокна, сорбируется на ней, проникает в волокно и фиксируется там посредством слабых физических сил. Затем под действием окислителя водорастворимая форма красителя прямо на волокне переводится в исходную нерастворимую форму. Нерастворимый краситель прочно удерживается в волокне за счёт своей нерастворимости.

Восстановление красителей проводится в сильнощелочной среде, что ограничивает область применения кубовых и сернистых красителей только для целлюлозных волокон.

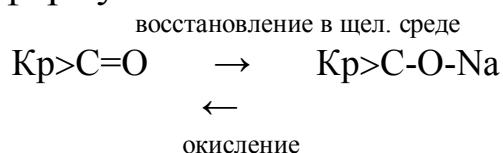
4.1. Крашение кубовыми красителями

Кубовые красители индиго и броминдиго известны давно и применялись для колорирования текстильных изделий несколько тысяч лет тому назад. Индиго получали из растений (*Indigofera*), произрастающих в Юго-Восточной Азии. Раствор из них готовили в больших деревянных ёмкостях - кубах. В настоящее время этот краситель получают путём органического синтеза, он до сих пор популярен благодаря использованию для крашения джинсовых изделий.

Другой природный кубовый краситель – броминдиго – появился во времена Древнего Рима. Он производился из моллюсков (*Murex branderis*), обитающих в небольших количествах в восточной части Средиземного моря. Этот краситель ярко пурпурного цвета получил название тирский пурпур, или королевский пурпур.

В настоящее время класс синтетических кубовых красителей насчитывает более 60 марок. Они дают яркие очень прочные окраски в широкой цветовой гамме.

Общую формулу кубовых красителей можно записать $Kp > C=O$ ($>C=O$ – карбонильная группа). В процессе крашения, как уже отмечалось, краситель переводится в растворимую, а затем на волокне опять в нерастворимую форму.



В производстве крашение кубовыми красителями проводится всеми тремя способами в основном по двум технологиям: щёлочно-восстановительной и суспензионной.

Щёлочно-восстановительная технология предполагает обработку материала раствором красителя, который готовят путём его восстановления дитионитом натрия $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ (или ронгалитом $\text{NaHSO}_2 \cdot \text{CH}_2\text{O} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) в щелочной среде (NaOH). Окисление красителя на волокне проводят кислородом воздуха, кислородом холодной проточной воды или раствором пероксида водорода. Недостатком этой технологии является получение неровных окрасок при крашении в средние и тёмные тона. Причиной является высокое сродство восстановленной формы красителя к целлюлозному волокну.

Суспензионная технология – дорогая и сложная в аппаратурном отношении, но обеспечивает высокое качество окраски в широком диапазоне интенсивности цвета от пастельных до тёмных тонов. Непрерывный способ строится по следующей схеме: плюсование материала (пропитка, отжим) водной суспензией красителя с добавкой смачивателя, сушка, плюсование проявительным щелочным раствором восстановителя, запаривание в среде насыщенного пара в течение 30-60 с, окисление раствором пероксида водорода, промывка, сушка. Для этой технологии используется специальная мелкодисперсная выпускная форма красителя с маркой «Д». Поскольку в исходной окисленной форме краситель не обладает сродством к волокну, то на стадии нанесения суспензии он равномерно распределяется на его поверхности. После пропитки щёлочно-восстановительным раствором на стадии запаривания происходит восстановление и растворение красителя, его диффузия в глубь волокна и сорбция внутренней поверхностью. При последующем окислении краситель прямо на волокне опять переходит в исходную окисленную форму.

Промывка включает в себя обработку горячей, холодной водой, а также мыловку. Мыловка означает обработку материала кипящим раствором мыла или ПАВ. Эта операция обязательна для получения качественных окрасок. Во-первых, как и в случае крашения другими красителями, при мыловке удаляется незафиксированный краситель. Во-вторых, происходит кристаллизация и перекристаллизация красителя в порах волокна с образованием крупных кристаллов. В результате повышается яркость и устойчивость окраски ко всем видам обработки.

Недостатками кубовых красителей считаются:

- сложность технологии, предусматривающей стадию восстановления;
- трудность получения ровных окрасок.

В связи с этим была разработана технология производства водорастворимых кубовых красителей, получивших название **кубозоли** ($\text{Kp} > \text{C-O-SO}_3\text{Na}$). Они образовали самостоятельную группу красителей в классе кубовых.

Технология крашения кубозолями состоит в следующем: нанесение раствора кубозоля на текстильный материал, перевод кубозоля прямо на волокне в нерастворимую форму кубового красителя, промывка, сушка. Перевод кубозоля в форму кубового красителя проводится путём его гидролиза в кислой среде (H_2SO_4) в присутствии окислителя – нитрита натрия (NaNO_2).

Поскольку в отличие от кубовых красителей кубозоли не требуют использования сильнощелочной среды, возможная область их использования шире. Ими можно окрашивать белковые волокна.

В настоящее время производство и использование кубозолей в мировой практике сильно сократилось. В мире выпускается всего 10-15 марок этого красителя, которые используются только для крашения целлюлозных материалов в светлые тона, к которым предъявляются жёсткие требования по ровноте и устойчивости окраски. Причина сокращения заключается в неэкологичности метода, при котором в сточные воды поступает серная кислота, а в атмосферу выделяются токсичные оксиды азота, образовавшиеся в результате взаимодействия нитрита натрия с серной кислотой.

4.2. Крашение сернистыми красителями

Сегодня сернистые красители – самый многотоннажный класс. На них приходится 30% выпуска всех красителей для целлюлозных волокон. Такое важное место они занимают благодаря низкой стоимости и простоте технологии крашения. Однако качество окраски сернистыми красителями значительно уступает качеству, полученному при использовании активных или кубовых красителей. Окраски имеют невысокую яркость и меньшую устойчивость, гамма цветов значительно уже. Другой серьёзный недостаток этого класса – использование в технологии в качестве восстановителя сульфида натрия (Na_2S), который, попадая со сточными водами на станции биологической очистки, по-

давляет рост бактерий и отравляет активный ил. Кроме того, в рабочую зону красильных цехов выделяется токсичный сероводород (H_2S).

Точное химическое строение сернистых красителей до сих пор неизвестно. Установлено, что они состоят из двух хромофорных систем, соединённых дисульфидной связью $Kp_1-S-S-Kp_2$. В исходной форме краситель, как и кубовый, нерастворим в воде, но под действием восстановителя в щелочной среде переходит в водорастворимую форму, которая проникает в волокно, сорбируется там и под действием окислителя вновь переходит в исходную нерастворимую форму.

В производственных условиях сернистыми красителями крашение осуществляют любым из трёх способов, но наибольшее распространение получил непрерывный плюсовочно-запарной способ. Технология включает в себя плюсование ткани щелочно-восстановительным ($NaOH+Na_2S$) раствором красителя, запаривание в запарной камере, окисление (обработка раствором окислителя – H_2O_2), промывку, сушку.

4.3. Крашение дисперсными красителями

Дисперсные красители – относительно новый класс красителей, появившийся в 20-х годах прошлого столетия. Их появление было вызвано необходимостью создания красителей для ацетатных волокон, производство которых быстро развивалось. Традиционные красители для них не подходили: водорастворимые не имели к ним сродства, а нерастворимые требовали сильнощелочной среды, которая разрушала волокно. Новый класс красителей был сформирован исходя из следующих основных требований:

- молекула красителя должна быть относительно малого размера, чтобы проникнуть в плотную структуру ацетатного волокна;
- краситель не должен содержать группы, придающие ему растворимость, иначе небольшие его молекулы не удержатся в волокне при мокрых обработках;
- краситель должен содержать активные группы, взаимодействующие с волокном.

Когда пришло время бурного роста производства синтетических волокон (после 2 мировой войны) класс дисперсных красителей по существу оказался единственным, обеспечивающим высокое качество окраски на полиэфирных волокнах и удовлетворительную устойчивость окраски на полиамидных волокнах. В настоящее время в связи с

усилением роли и доли синтетических (особенно полиэфирных) волокон на текстильном рынке сырья доля дисперсных красителей в общем объёме производства текстильных красителей растёт и будет продолжать расти. 90% всех текстильных полиэфирных материалов в мире колорируется дисперсными красителями. Они используются также наряду с кислотными и для крашения полиамидных материалов.

Дисперсные красители дают яркие и ровные окраски широкой цветовой гаммы. Недостатком является невысокая устойчивость окраски к мокрым обработкам на ацетатных и полиамидных волокнах (на полиэфирных окраски отличаются высокой прочностью).

В воде дисперсные красители образуют дисперсии (отсюда и название) – смесь распределённых частиц, среди которых молекулы (растворённая фракция) и их агрегаты различных размеров вплоть до твёрдых частиц. Хотя доля растворённой фракции ничтожно мала (поэтому красители и относят к нерастворимым), только она способна проникнуть в глубь волокна. Поэтому выпускная форма красителя тем качественнее, чем выше в ней степень диспергирования (измельчения) красителя.

Для дисперсных красителей периодические методы крашения нашли наибольшее распространение. Красильный состав кроме самого красителя содержит ПАВ для улучшения смачиваемости волокна и увеличения растворимости красителя. Крашение ацетатных волокон ведут при температуре 80⁰С, а триацетатных и полиамидных при 100⁰С. Общее время крашения 2-3 часа в зависимости от интенсивности окраски и плотности материала.

Полиэфирные волокна, имеющие более плотную структуру и более высокую температуру стеклования, красят при температуре 120-130⁰С в аппаратах автоклавного типа (под давлением). Возможно проведение процесса и при температуре 100⁰С в присутствии интенсификатора, который размягчает структуру волокна. В качестве интенсификаторов используют полярные органические вещества – фенолы, трихлорбензол, хлортолуол, бензойную и салициловую кислоты и т.д.

В 50-х годах прошлого столетия фирмой Дю-Пон (США) разработан непрерывный термозольный («термо» – высокотемпературный, «золь» - дисперсия) метод крашения синтетических тканей дисперсными красителями. Метод получил широкое практическое применение и осуществляется на специальных линиях для термозольного крашения.

В основе метода лежит механизм фиксации сублимировавшегося красителя. Отличительной особенностью дисперсных красителей является их способность при определённых температурах (обычно выше 130-140⁰С) возгоняться – сублимировать (переходить в газообразную фазу из твёрдой, минуя жидкую). В газообразной фазе краситель существует в мономолекулярном состоянии и обладает высокой кинетической энергией, что соответствует высокой скорости диффузии. Сродство дисперсных красителей к полиэфирному волокну при этом возрастает почти вдвое.

Технология термозольного крашения состоит в следующем. Ткань плюсоют водной дисперсией (золем) красителя с добавками вспомогательных веществ (мочевина, ПАВ и др.), сушат и обрабатывают сухим горячим (180-210⁰С) воздухом в термокамере или ИК-лучами в течение 30-60 с. Температура и время обработки зависят от химической природы волокна, плотности ткани, интенсивности окраски. Тепловая обработка одновременно воздействует и на волокно, и на краситель. Волокно переходит в высокоэластичное состояние, при котором увеличивается его свободный объём, куда и устремляются газообразные молекулы красителя с высокой кинетической энергией и высоким сродством к волокну. Завершается процесс промывкой и сушкой.

4.4. Крашение пигментами

В настоящее время резко увеличилось производство смешанных тканей из химических и природных волокон. В крашении этих тканей возникают серьёзные трудности, т.к. чаще всего их невозможно окрасить одним красителем. Проблема решается следующими путями:

- крашение составляющих по отдельности до ткачества (в виде волокна или пряжи);
- крашение смесью красителей, каждый из которых окрашивает одну из составляющих;
- крашение пигментами.

Пигменты – нерастворимые в воде окрашенные неорганические и органические вещества. Они не имеют сродства к волокну, не проникают в его внутреннюю структуру, а фиксируются за счёт приклеивания к внешней поверхности элементарных волокон с помощью специального связующего вещества полимера, образующего прочную плёнку на стадии термофиксации. Степень фиксации пигментов близка к

100%, поэтому исключается промывка, что упрощает технологический процесс и повышает его экологичность с точки зрения отсутствия сточных вод.

Качество окраски пигментами и в первую очередь её устойчивость в условиях эксплуатации определяется плёнкообразующими препаратами, к которым предъявляются следующие требования: 1) высокая адгезионная прочность, т.е. способность удерживаться на волокнах различной химической и физической природы и прочно удерживать пигменты в структуре плёнки; 2) бесцветность; 3) прозрачность; 4) эластичность; 5) механическая прочность; 6) устойчивость к свету и погоде; 7) нетоксичность. Подобрать индивидуальный полимер, который отвечал бы всему комплексу требований, чрезвычайно трудно, поэтому на практике используют комбинацию из нескольких полимеров.

Наибольшее применение на практике нашли латексы (водная эмульсия полимера) на основе акрилатов $\left(\text{—CH}_2\text{—}\underset{\text{COOR}}{\text{CH}}\text{—} \right)$. Для прида-

ния высокой устойчивости окраски пигментами к мокрым обработкам и к трению в состав дополнительно вводят сшивающие препараты, в качестве которых используют терморезактивные смолы. Они образуют трёхмерную полимерную сетку, химически связываются с плёнкообразующим полимером и с волокном (целлюлозным, белковым, полиамидным).

Пигментное крашение осуществляют по непрерывной технологии. Ткань плюсоют композицией пигмента и связующего, сушат и термофиксируют при температуре 130-140⁰С в течение 3-4 мин.

К недостаткам пигментного крашения следует отнести:

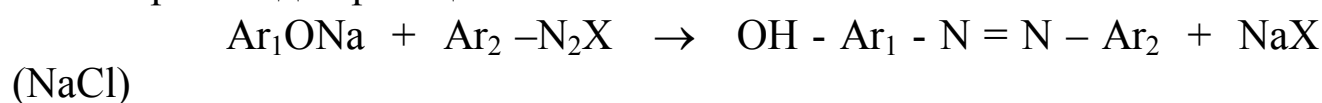
- недостаточную устойчивость окрасок к трению;
- повышенную жёсткость материала;
- содержание формальдегида на ткани.

5. КРАШЕНИЕ ОБРАЗУЮЩИМИСЯ НА ВОЛОКНЕ КРАСИТЕЛЯМИ

Идея нанесения неокрашенных водорастворимых соединений на текстильный материал и последующее их превращение в окрашенные нерастворимые соединения непосредственно на волокне издавна использовались в колорировании текстильных материалов для получения окрасок, устойчивых к мокрым обработкам. Такой способ крашения

позволяет исключить дорогостоящий синтез красителей на анилино-красочных заводах. На этом принципе основан старейший, но вышедший из практики применения из-за своей токсичности метод получения глубокого чёрного цвета путём синтеза чёрного анилина на волокне. К используемым методам относится синтез на текстильных материалах нерастворимых азокрасителей.

В основе синтеза лежит реакция азосочетания между азо- и диазосоставляющей. В качестве азосоставляющей используют азотолы Ar_1OH – ароматические спирты. Они нерастворимы в воде, но растворимы в щелочной среде, где образуют феноляты (Ar_1ONa). В растворимой форме они обладают сродством к целлюлозе, взаимодействуя с ней с образованием водородных связей. Щелочной раствор азотолов обычно окрашен в жёлтый цвет, но это не соответствует цвету синтезируемого красителя. Его цвет заложен в диазосоставляющей. В качестве диазосоставляющей используют соли диазония (диазосоли) $Ar_2 - N_2X$. Они растворимы в воде, но не обладают сродством к целлюлозе. На текстильный материал наносится щелочная форма азосоставляющей, а потом диазосоставляющая, между которыми прямо на волокне происходит реакция азосочетания.



Нерастворимый азокраситель синтезируется во внутренней структуре волокна, а не на его поверхности, что обеспечивает окраске высокую устойчивость к мокрым обработкам.

Нерастворимые азокрасители дают яркие окраски в широкой цветовой гамме. Из-за применения щелочной среды их используют преимущественно в крашении целлюлозных материалов. В производстве отдают предпочтение непрерывным способам. Ткань плюсоют щелочным раствором азотола, высушивают, плюсоют раствором диазосоли, промывают и высушивают. Так же как и в случае крашения кубовыми красителями, большое значение при промывке имеет мыловка.

ПЕЧАТАНИЕ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

1. СПОСОБЫ ПЕЧАТИ И ПЕЧАТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Печать можно рассматривать как узорчатую расцветку текстильного материала (ткани, трикотажа, нетканого полотна). Химические процессы, протекающие при печатании и крашении, очень близки. Но

для нанесения красителя способом печати требуются специфические условия и специальное оборудование, более сложное, чем при крашении.

Отличительной особенностью печати является применение загущенных печатных красок вместо жидких красильных составов. Это необходимо для создания чёткого контура рисунка, наносимого на материал. Загущение создаётся введением в печатную краску загустителя, в качестве которого используют природные (крахмал, альгинат натрия), искусственные (эферы крахмала и целлюлозы) или синтетические (поливиниловый спирт, полиакрилоамид и т.д.) полимеры. Загустители должны:

- быть инертными к остальным компонентам печатного состава;
- легко удаляться при промывке;
- биологически расщепляться в сточной воде.

Узорчатая расцветка осуществляется разнообразными способами.

Древнейший способ – **ручная набивка** (набивка ручными формами – манерами или цветками) – малопроизводителен и дорог (10 м ткани в час при трёхцветном рисунке), используется мало, в основном в производстве штучных изделий, например шерстяных и хлопчатобумажных платков.

Аэрографический способ применяется для узорчатой расцветки штучных и высокохудожественных изделий из натурального шёлка. Способ тоже малопроизводительный и дорогой. Рисунок получают распылением раствора красителя на ткань через трафарет-шаблон с вырезанным узором.

Способ **полихроматической печати** основан на разбрызгивании из специальных сопел тонких струй слегка загущенных растворов красителей различных цветов на движущееся полотно. Способ относительно прост и позволяет получать неповторимые рисунки.

1.1. Печатание гравированными валами

Подробнее рассмотрим способ печати **гравированными валами**. Хотя за границей он сейчас используется мало, в России всё ещё занимает доминирующее положение. Положительными сторонами машины с металлическими гравированными валами являются высокая производительность и высокое качество печати даже сложных рисунков. Однако применение машины только для печати нешироких полотен (до 1м) делает её бесперспективной.

Печатная машина с гравированными валами изобретена шотландцем Т.Беллом в 1783 г. Первая печатная машина в России была построена И.А. Гребенщиковым в 1916 г.

Современный тканепечатный агрегат включает в себя печатную машину, кирзомойную установку и сушилку.

Основой машины является полый чугунный цилиндр – грузовик (см. рис.10). Для придания эластичности его обёртывают несколькими слоями специальной ткани-лаппинга. В настоящее время лаппинг изготавливается из полиамидных волокон. Поверх лаппинга в виде бесконечной ленты проходит кирза – обрешиненная многослойная хлопчатобумажная ткань. После каждого прохода кирза на кирзомойной машине очищается от краски, высушивается и вновь подаётся на печатную машину. На кирзу накладывается печатаемая ткань. Вокруг грузовика укреплены цилиндрические медные печатные валы с углублённой гравюрой, прижим которых к грузовику осуществляется специальными рычагами. Для удлинения срока службы валы хромируют. Количество валов равно количеству цветов рисунка. Краска наносится на вал вращающейся цилиндрической щёткой из индивидуального корыта, расположенного под валом. Избыток печатной краски с вала снимается специальным стальным ножом – раклей, в результате чего краска остаётся только в углублённой гравюре, а её избыток стекает обратно в корыто. Для очистки вала от загрязнений, поступающих с ткани, навстречу вращению печатного вала устанавливается контрракля.

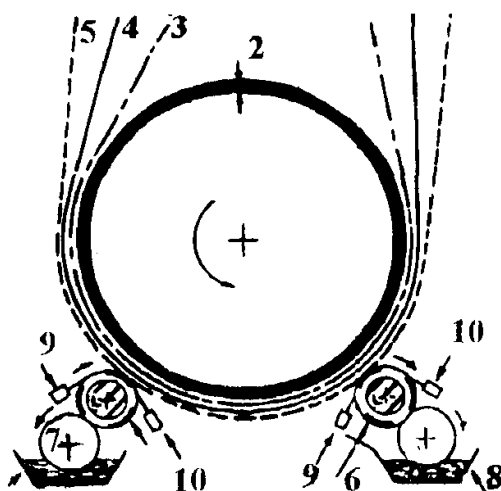


Рис.10. Технологическая схема печатной машины с цилиндрическими гравированными валами с двумя установленными печатными местами:

1- грузовой цилиндр; 2 - лаппинг; 3 - кирза; 4 - подкладка;
5 - ткань; 6 - гравированный цилиндр; 7 - щетка для нане-

сения краски на цилиндр; 8 - корыто для печатной краски; 9 - ракли для удаления излишней краски; 10 - ракли для удаления пуха с вала

После печатной машины ткань поступает в сушилку, где обрабатывается горячим воздухом (60-85⁰С). В результате из ткани удаляется влага и на её поверхности остаётся только плёнка загустителя с красителем.

1.2. Печатание сетчатыми шаблонами

Принцип «шаблонной» технологии заключается в том, что текстильный материал контактирует с перфорированным шаблоном, через который на него переносится печатная краска путём протирания. Этот принцип далеко не новый. Так, в Японии издавна использовались многослойные бумажные шаблоны, через прорези в которых, выполненные в виде рисунка, с помощью кисточки или деревянной ракли протирали краску. Со времени зарождения технология прошла большой путь совершенствования от ручной печати до полностью автоматизированных печатных агрегатов. В настоящее время печать сетчатыми шаблонами доминирует среди всех видов печати благодаря высокому качеству колорирования и высокой производительности. В отличие от машин с гравированными валами, она не требует использования дорогостоящих материалов (медь), процесс изготовления и смены рисунка у неё гораздо проще.

На практике используются два типа машин с сетчатыми шаблонами: плоскими и цилиндрическими (ротационная печать), предпочтение отдаётся ротационной печати как наиболее производительной.

Ротационная печатная машина состоит из заправочного устройства для ткани, длинного (15-30м) печатного стола с закреплёнными цилиндрическими сетчатыми шаблонами, сушильной установки и вспомогательных узлов для нанесения клея, мойки и сушки кирзы (см. рис.11). На стол накладывается кирза, которая служит одновременно и транспортёром для ткани, и чехлом. Кирза выполнена в виде кольца. После каждого прохода она промывается, высушивается и возвращается на исходную позицию. Ткань фиксируют на транспортёре приклеиванием к кирзе. Цилиндрические сетчатые шаблоны выполнены из никелевой перфорированной фольги, изготовление которой осуществляется по сложной гальванической технологии. Шаблоны прижимают-

ся к ткани во время её движения и, вращаясь вокруг собственной оси, как бы катятся по ней. В это время печатная краска, подаваемая насосом внутрь шаблона, продавливается через него специальным ракельным устройством. После нанесения печатного рисунка ткань поступает в сушильную установку.

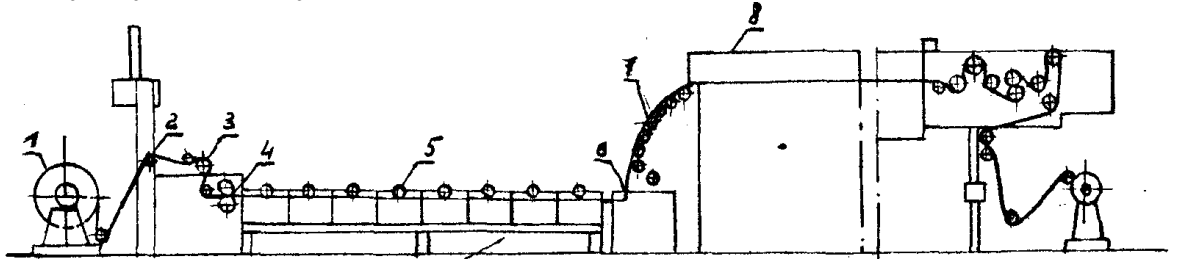


Рис.11. Печатная машина «Ротмак» с цилиндрическими сетчатыми шаблонами:

1-раскатное устройство; 2-устройство для подогрева термопластичного слоя на кирзе; 3-проклеивающий механизм; 4-кирза; 5-цилиндрический шаблон; 6-съемное устройство для напечатанной ткани; 7-ленточный конвейер; 8-сушилка

1.3. Переводная печать

Небольшую, но устойчивую нишу в печатании занимает переводная печать, особенно для трикотажа из синтетических волокон. Этот способ заключается в том, что рисунок, предварительно нанесённый на бумагу, переводится на ткань или трикотажное полотно при термообработке (поэтому способ называют ещё термопечатью). Красители, используемые в термопечати, должны сублимироваться (поэтому ещё одно название способа – «сублистатик»), т.е. переходить из твёрдой фазы на бумаге, минуя жидкую, в газообразную, в газообразном состоянии проникать в волокно и фиксироваться в нём. Такой способностью обладает большинство дисперсных красителей, поэтому термопечать используется в основном для печати синтетических материалов.

В качестве оборудования для термопечати используют обогреваемый цилиндр (см. рис.12). Бесконечное сукно 1 прижимает к этому цилиндру 2 сложенные лицом к лицу бумагу с нанесённым рисунком 3 и печатаемую ткань 4. Под действием высокой температуры (185-220⁰) краситель переходит на материал и фиксируется в нём. Последующая промывка не проводится.

С помощью термопечати получают рисунки любой сложности с резкими контурами, полутоновыми переходами. Легко и качественно печатаются трикотажные полотна и тонкие ткани. К недостаткам способа необходимо отнести невысокую производительность оборудования, неэкономный расход бумаги и красителей, применение способа в основном для синтетических материалов.

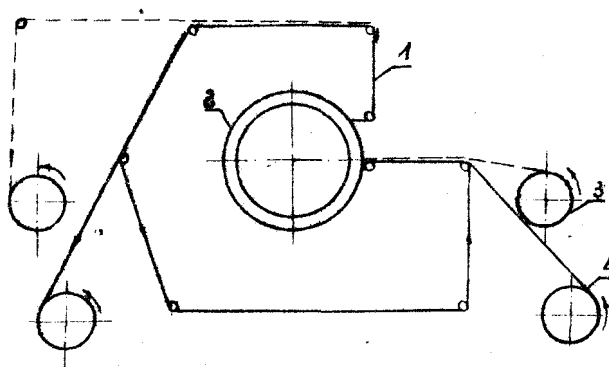


Рис.12. Принципиальная схема каландра для термопечатания

2. ПОДГОТОВКА ТКАНИ ПОД ПЕЧАТЬ

Для достижения высокого качества печати текстильный материал должен пройти специальную подготовку под печать кроме классической подготовки, заключающейся в придании материалу капиллярности и белизны. Цель специальной подготовки:

- устранение загрязнений с поверхности ткани (пыли, пуха, выступающих волокон и нитей), способных забивать гравюру валов или отверстия шаблонов;
- исправление вытяжки ткани и перекосов утка во избежание последующего искажения рисунка.

Очистку материала проводят на **стригально-пухоочистительном агрегате**. С помощью плоского ножа и стригального цилиндра (на котором по винтовой линии расположены спиральные ножи) с поверхности ткани срезаются выступающие волокна и нити, а в пухоочистительной камере ткань очищается с обеих сторон вращающимися цилиндрическими щётками.

Ширение ткани и правка утка осуществляются на **цепной ширильной машине**. При входе в машину ткань захватывается двумя бесконечными цепями, звенья которых (клубы) – ножевые или игольчатые - удерживают кромку ткани и движутся по направляющим, рас-

стояние между которыми постепенно увеличивается до тех пор, пока не достигается нужная ширина. На выходе цепи опять начинают сходить, чтобы не повредить ткань при съёме. При входе в машину материал подпаривается для увеличения эластичности. Машина снабжена автоматическим прибором правки утка, который, фиксируя перекося, даёт команду увеличить или уменьшить скорость движения одной из цепей.

3. ОБРАБОТКА ТКАНИ ПОСЛЕ ПЕЧАТИ

После нанесения печатного рисунка и сушки краситель находится в плёнке загустителя. Проникновение его в глубь волокна и фиксирование в нём осуществляется на стадии зреления, для которой используются специальные аппараты – зрельники. В них проводится кратковременная (1-14 мин.) тепловая обработка текстильного материала, в процессе которой плёнка загустителя набухает, краситель из неё диффундирует во внутреннюю структуру волокна и закрепляется там.

В отделочном производстве применяются различные зрельники, отличающиеся по характеру теплоносителя (насыщенный пар, перегретый пар, горячий сухой воздух), виду заправки ткани (вертикальная, спиральная, завесная и др.), времени пребывания ткани. Выбор зрельника зависит от природы материала, класса красителя, технологии печатания. Так, например, для печати хлопчатобумажных тканей активными красителями по запарному способу используют запарной зрельник (см. рис.14), а по термическому – термический.

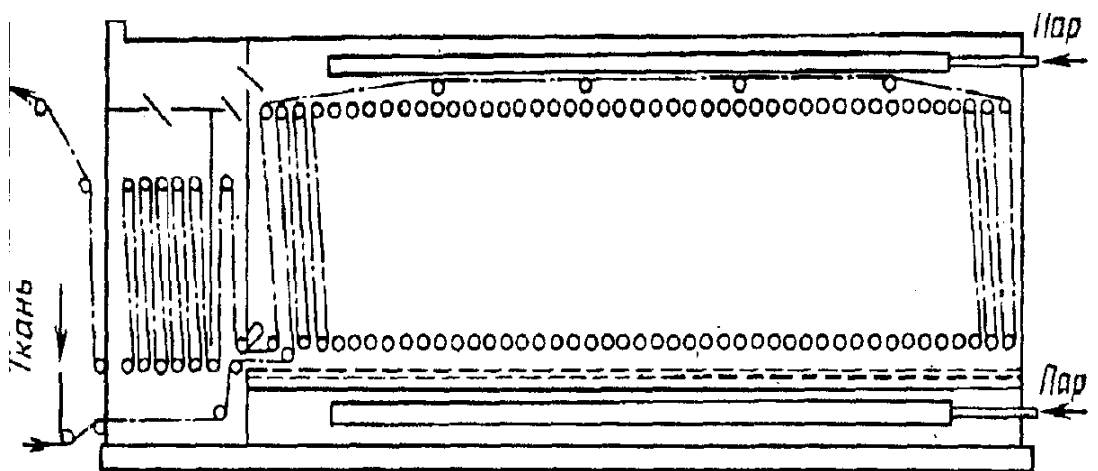


Рис.14. Схема запарного зрельника

После зреления ткань направляется на промывку, в процессе которой с неё удаляются незафиксированный краситель и загуститель. Для этого ткань многократно обрабатывают холодной, горячей водой и раствором мыла или ПАВ. Промывка осуществляется на непрерывных промывных линиях, включающих в себя промывные ванны и сушильную машину.

4. ВЫТРАВНАЯ И РЕЗЕРВНАЯ ПЕЧАТЬ

Все рассмотренные способы узорчатой расцветки текстильных материалов относятся к прямой печати, когда печатная краска наносится на неокрашенную или окрашенную в светлый тон ткань. Кроме прямой печати используют, хотя и в небольшом объёме, вытравную и резервную печати, которые позволяют добиться интересных колористических эффектов.

При вытравном способе *на предварительно окрашенную ткань* методом печати (с помощью гравированного вала или сетчатого шаблона) наносится вытравной состав. В процессе зреления этот состав разрушает хромофорную систему красителя, в результате чего получается белый узор на окрашенной ткани. Если в состав добавить краситель, устойчивый к вытравке, то получится цветной узор.

При резервном способе *на белую ткань* методом печати наносят резервирующий состав. Затем ткань пропитывается красильным раствором и подвергается тепловой обработке для фиксации красителя. Резервирующий состав препятствует взаимодействию красителя с волокном и в результате получается белый узор на окрашенной ткани.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мельников, Б.Н. Физико-химические основы процесса отделочного производства /Б.Н. Мельников, Т.Д. Захарова, М.Н. Кириллова. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982
2. Кричевский, Г.Е. Химическая технология текстильных материалов учебник для вузов: в 3 т.– М.: РЗИТЛП, 2001.–Т.2.