

**К ВОПРОСУ О СОЗДАНИИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
ПРОЦЕССОМ ПРОПИТКИ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ**

**TO THE SUBJECT OF THE AUTOMATIC CONTROL SYSTEM
CREATION OF THE PERIODIC ACTION IMPREGNATION PROCESS**

Ю.С. КОМБАРОВ, Е.А. РЫЖКОВА

YU.S. KOMBAROV, E.A. RYZHKOVA

(Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))

(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))

E-mail: anel65@mail.ru

Рассмотрен технологический процесс пропитки ткани гидрофобными растворами, указаны особенности и проблемы управления этим процессом, представлена функциональная схема многоконтурного управления процессом пропитки и сушки. Рассмотрены принципиальные отличия пропитки в процессе непрерывного производства и при технологическом процессе периодического действия. Анализ технологического процесса пропитки-сушки позволил разработать концепцию пропиточной камеры периодического действия для пропитки края и небольших отрезков ткани. Представленная функциональная схема системы управления позволит получить математическую модель системы управления, исследовать ее и разработать прототип камеры. В статье обосновывается необходимость создания системы автоматического управления процессом пропитки при периодическом протекании процесса. Предлагается структура такой системы и приводится ее функциональная схема, на которой показана расстановка датчиков и размещения оборудования с учетом включения в технологический процесс теплового удара.

The technological process of fabric impregnation with hydrophobic solutions is considered, the features and problems of controlling this process are indicated, a functional scheme of multi-circuit control of the impregnation and drying process is presented. The fundamental differences of impregnation in the process of continuous production and in the technological process of periodic action are taken into consideration. The analysis of the impregnation-drying technological process allowed us to develop the concept of a periodic impregnation chamber for cut and small pieces of fabric impregnation. The presented functional scheme of the control system will allow to obtain a mathematical model of the control system, investigate it and develop a prototype of the chamber. The article substantiates the need to create a system for automatic control of the impregnation process during the periodic course of the process. The structure of the system is proposed and its functional diagram is given, which shows the arrangement of sensors and the placement of equipment, taking into account the heat stroke.

Ключевые слова: пропитка ткани, сушильная камера, ИК-нагреватели, функциональная схема.

Keywords: fabric impregnation, drying chamber, infrared heaters, functional diagram.

Производство текстиля состоит из двух очень непохожих по своей сути стадий: механической и химической. На первой, механической технологической фазе осуществляется производство пряжи (прядение) из природных или химических волокон, из которой затем изготавливаются ткани (ткачество). Практически никаких химических превращений с волокнами, пряжей и тканью на этой стадии не происходит. Связь с химией состоит лишь в том, что все текстильные волокна (природные, химические) являются разнообразными полимерами с определенным химическим строением и физической структурой. И чтобы придать этим волокнам, пряже или уже конечному продукту – ткани заданные свойства, определяющие ее качество, необходима вторая стадия – химическая.

Пропитка ткани является заключительным этапом обработки ткани перед ее дальнейшим использованием в производстве. Существует большое количество разнообразных по своим физическим свойствам пропиток.

Водоотталкивающей отделке в текстильной промышленности подвергают плащевые, одежные и зонтичные ткани. Пропиточные вещества, применяемые для гидрофобизирующей отделки, по принципу действия можно разделить на две группы.

1. Вещества, не вступающие в реакцию с волокном, но препятствующие смачиванию ткани водой или затрудняющие проникновение влаги внутрь волокна. После нанесения на поверхность волокна они образуют тонкие пленки, не смачиваемые водой.

2. Вещества, образующие при взаимодействии с волокном гидрофобные соединения за счет блокирования гидрофильных его групп, вследствие чего волокно приобретает водоотталкивающие свойства, или вещества, способные образовать на волокне нерастворимые гидрофобные соединения.

При нанесении на ткань водоотталкивающей пропитки на основе препаратов обеих групп, в отличие от прорезинивания и подобных способов обработки, поры тканей остаются открытыми и гигиенические свойства их полностью сохраняются.

Процесс гидрофобизирующей отделки включает пропитку ткани аппретирующим раствором на плюсовке с последующей сушкой на сушильно-ширильной усадочной машине.

Сушку оплюсованной ткани рекомендуется проводить при температуре 100...110°C. В этих условиях идет процесс полимеризации хромолана с образованием гидрофобной пленки на волокне.

В табл. 1 приведено оборудование и параметры технологического процесса, необходимые для построения системы автоматического управления процессом пропитки тканей.

В области автоматического управления для пропитки ткани существует большое количество готовых решений, но все они рассчитаны на непрерывное производство. На производстве ткань обычно пропитывается на поточной линии в виде больших намоток (рулонов), и пропитка происходит непрерывно.

Но в настоящее время все чаще используется мелкосерийное производство, а в отдельных случаях и индивидуальное, при этом пропитки рассчитаны на конкретную модель или даже на конкретное изделие. В этом случае использование поточной линии для пропитки не рационально, а часто и невозможно. Поэтому встает задача разработки системы управления для реализации пропитки на аппаратах периодического действия, где могла бы осуществляться пропитка как отдельных отрезков ткани, так и кроя перед пошивом.

В процессе пропитки необходимо производить ее закрепление на изделии. Закрепление производится путем резкого теплового удара.

Для пропитки отрезков ткани или кроя предлагается разработать автоматизированную систему, состоящую из двух контуров управления: контур пропитки материала и контур сушки и закрепления, объединенную общим механизмом, позволяющим опустить ткань в ванну для пропитки, а затем поднять ее в сушильный отсек, где осуществляется как процесс сушки, так и процесс закрепления.

Т а б л и ц а 1

Технологические операции и их последовательность	Состав пропиточных ванн, г/л	Параметры процесса	Оборудование, на котором проводится обработка
Отделка плащевых и зонтичных тканей из вискозного и капронового волокна			
Пропитка	Для вискозных тканей: хромолан, 20...40 уротропин, 6...13% (от веса хромолана) Для капроновых тканей хромолан, 30...60 уротропин, 6...13% (от веса хромолана)	Температура раствора 20...25°С	Плюсовка агрегированная с сушильно-ширильной усадочной машиной Или последняя промывная ванна на роликовой красильной машине с последующей сушкой на сушильно-ширильной усадочной машине
Отжим	-	80...90%	
Сушка	-	Температура до 110°С	Работа с хромоланом требует оборудования с антикоррозийным покрытием
Отделка пальтовых и плащевых тканей из вискозного волокна			
Пропитка	Препарат 246Н, 30...70 или препарат 101, 10, уксуснокислый натрий, 5% от веса препаратов	Температура рабочего раствора 40° С	Плюсовка, агрегированная с сушильно-ширильной усадочной машиной
Отжим	-	80...90%	
Сушка ткани Тепловая обработка	-	Температура 80...90°С Температура 140...160°С, длительность 5...6 мин	То же Термическая камера
Промывка	Сода кальцинированная, 1	Температура 40...45° С	Промывной аппарат или красильная роликовая машина
Сушка и отделка		Температура 90...110°С	Сушильно-ширильная усадочная машина
Одновременная противосминаемая и водоотталкивающая отделки плащевых, пальтовых и плательно-костюмных тканей из вискозного волокна			
Пропитка	Карбамол, 150...200, метазин 10...20, препарат 246Н, 30...50 хлористый аммоний, 5	Температура рабочего раствора 20...25° С	Плюсовка в агрегате для специальных видов отделки или агрегированная с сушильно-ширильной усадочной машиной
Отжим	-	До влагосодержания 80...95%	То же
Сушка	-	Температура 80...90° С	Сушильная машина агрегата или сушильно-ширильная усадочная машина
Тепловая обработка	-	Температура 145... 50° С, длительность 3... 5 мин или температура 170...180° С, длительность 60...90 с	Термическая камера или термостабилизационная машина
Лежка в ролике	-	24 ч	
Промывка	2...3 коробки 0,25...0,5 Сода кальцинированная, 4...6 коробки – вода теплая и холодная	Температура 40...45° С	Промывной аппарат агрегата или проходной многоящичный промывной аппарат
Сушка и отделка	-	Температура 90...110° С	Сушильно-ширильная усадочная машина или сушильная машина агрегата

В процессе пропитки необходимо управлять несколькими параметрами технологического процесса, такими как концентрация и температура пропитывающего раствора, уровень раствора в емкости для пропитки, равномерность подачи материала в раствор.

В процессе сушки и закрепления также присутствует несколько важных параметров, таких как необходимая влажность материала после сушки, температура и время сушки изделия, для закрепления пропитки на материале необходимо на определенное характеристиками материала время задавать температуру необходимой величины.

Система автоматического управления устроена в виде сушильного шкафа, разделенного на две части.

В нижней части шкафа осуществляется пропитка материала. Она осуществляется путем закрепления материала на фиксирующей рамке и последующем опускании материала в раствор. Уровень и концентрация пропитки регулируются путем прямой подачи раствора в ванну, излишки раствора будут сливаться в резервуар под ней, после чего снова подаваться в ванну. Температуру раствора предлагается регулировать при помощи термодатчика и электронагревательного элемента.

После пропитки материал снова проходит через прижимные валы, которые отжимают излишки раствора на изделии. Данные валы осуществляют контроль равномерной концентрации раствора на изделии.

После отжимки изделие попадает в верхнюю часть шкафа, в которой производится сначала сушка материала либо конвективным путем, либо с помощью ИК-нагревания. Перед сушкой материала отсек шкафа с ванной герметично закрывается от сушилки, для того чтобы избежать повышения температуры раствора и его испарения. После этого с помощью того же устройства, что и для сушки, производится закрепление пропитки на материале путем резкого повышения температуры на определенное время. После закрепления изделие извлекается из шкафа и является готовым к дальнейшему применению.

На рис. 1 представлена функциональная схема пропиточной камеры, реализующей кроме пропитки также процесс сушки и закрепления.

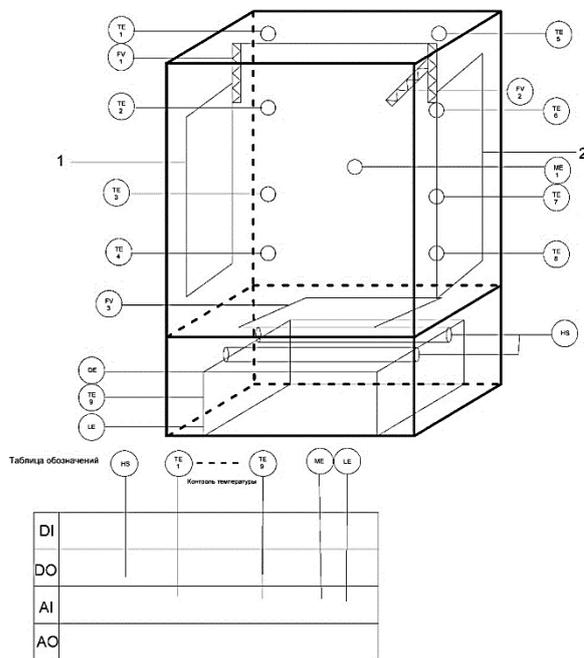


Рис. 1

На функциональной схеме изображены: 1,2 – инфракрасные нагреватели; TE1-TE9 – датчики температуры; ME – датчик влажности; QE – контроль концентрации; LE – датчик уровня, HS – ручное управление отжимными валами, FV – управление приводами подвесной рамки.

В пропиточной ванне необходимо контролировать температуру, концентрацию, и также поддерживать заданный объем раствора. Для простоты управления данный процесс можно реализовать путем установки второй ванны по системе ванна в ванне, что приведет к тому, что при переливании раствора он будет попадать во вторую ванну, из которой будет подаваться насосом обратно. Данный метод также позволит контролировать концентрацию раствора, которая будет изменяться ввиду того, что часть раствора будет оставаться в волокнах ткани при ее извлечении из ванны для дальнейшей сушки.

В верхней части камеры осуществляются сушка и закрепление пропитки на

ткани. Перемещение ткани по камере осуществляется с помощью двигателей по направляющим.

Для начала ткань подвешивается на креплениях в камере, ванна с пропиточным раствором наполняется необходимым объемом раствора для пропитки. После этого камера закрывается, раствор в ванной начинает нагреваться до необходимой температуры. Затем открывается перегородка, разделяющая сушильную камеру и пропиточную ванну. Ткань равномерно опускается в раствор и пропитывается.

На следующем этапе технологического процесса ткань поднимается в сушильную камеру через отжимные валы, необходимые для снятия излишков раствора с ткани. После окончательного подъема ткани из ванны разделяющая ванну и сушильную камеру перегородка закрывается, для того чтобы в процессе сушки впуская не испарять раствор. После полного закрытия перегородки начинается процесс сушки.

В процессе сушки ткань сначала сушится путем конвективного нагревания. Сушка производится до необходимых показателей влажности и при заданной температуре. После сушки начинается закрепление раствора на ткани тепловым ударом. Для этого в камере включаются ИК-нагреватели, обеспечивающие повышение температуры до заданной по техническому заданию. Раствор закрепляется на ткани, после чего нагреватели выключаются. Технологический процесс периодического действия на этом заканчивается.

ИК-нагреватели необходимо изолировать от сушильной камеры, ввиду того что они не предназначены для постоянной работы в среде с высокой температурой.

Процесс пропитки необходимо производить равномерно, для того чтобы раствор был равномерно распределен на всем протяжении ткани. Если не использовать отжимные валы, то в нижней части ткани концентрация раствора будет выше.

Также невозможно использовать только конвективный метод сушки ввиду того, что он обладает высокой инерционностью для данного процесса и является практически

невозможным резкое повышение температуры до уровня закрепления.

Для измерения температуры предлагается использовать датчик NTC номиналом 5 кОм. Он является недорогим решением, отлично подходящим к технологическим характеристикам процесса (температура в пределах +18 ...+150°C). Датчик влажности должен подходить по температурным режимам. Двигатели необходимо подбирать из расчета веса пропитанной ткани (с запасом должно выходить ~50 кг).

ВЫВОДЫ

Анализ технологического процесса пропитки-сушки позволил разработать концепцию пропиточной камеры периодического действия для пропитки кроя и небольших отрезков ткани. Представленная функциональная схема системы управления позволит получить математическую модель системы управления, исследовать ее и разработать прототип камеры.

В статье обосновывается необходимость создания системы автоматического управления процессом пропитки при периодическом протекании процесса.

Предлагается структура такой системы и приводится ее функциональная схема.

ЛИТЕРАТУРА

1. Комбаров Ю.С., Рыжкова Е.А. Разработка сушильной камеры для тканевых отрезков // Сб. научн. тр. кафедры автоматики и промышленной электроники. – М., 2021. С. 29...31
2. Комбаров Ю.С., Рыжкова Е.А. Сравнение методов нагревания текстильных материалов при периодической сушке ткани в процессе пропитки // Сб. мат. Междунар. научн.-технич. конф.: Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2020). – 2020. С.239...241.
3. Рыжкова Е.А., Кузнецов С.С., Комбаров Ю.С. Получение передаточной функции пароперегревателя в системе управления температурой в процессе сушки перегретым паром // Дизайн и технологии. – 2020, № 75 (117). С. 71...74.
4. Поляков А.Е., Иванов М.С., Рыжкова Е.А., Горихова А.М., Муц А.А., Дубенков В.И. Устройство для управления тепловыми потоками процесса деформации текстильных материалов. Патент на полезную модель RU 187519 U1, 11.03.2019. Заявка № 2018144697 от 17.12.2018.

5. Комбаров Ю.С., Рыжкова Е.А. Система автоматического управления процессом пропитки кроя // Сб. научн. тр. кафедры автоматизации и промышленной электроники / Под ред. Е.А. Рыжковой. – М., 2019. С. 180...182.

6. Поляков А.Е., Рыжкова Е.А., Иванов М.С., Осина А.М. Применение современных интеллектуальных технологий для исследования сложных многомерных динамических объектов технологического оборудования // Материалы и технологии. – 2019, № 1 (3). С. 59...63.

7. Kuznetsov S.S., Ryzhkova E.A. Compensation of backlash of actuators in control systems // Fibre Chemistry. – V. 49, № 5, 2018. С. 342.

8. Есмаханова Л.Н., Джанузаква Р.Д., Жанкуанышев М.К., Мухатова К.М., Нуржанов Б.С. Цифровая платформа – лучший путь к достижению эффективных результатов в текстильной промышленности // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2020, № 2.

9. Крыкбаев М.М., Джанузаква Р.Ж., Тлешова А.С., Шедреева И.Б., Аргинбаев Б.М. Автоматизация системы контроля и управления работой сушильного барабана для сушки хлопка-сырца // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2020, № 2.

10. Kuznetsov S.S., Ryzhkova E.A. On the selection of a control law for multiply connected inertial objects Fibre Chemistry. – V. 49, № 4, 2017. С. 284...287.

REFERENCES

1. Kombarov Yu.S., Ryzhkova E.A. Razrabotka sushil'noy kamery dlya tkaneynykh otrezov // Sb. nauchn. tr. kafedry avtomatiki i promyshlennoy elektroniki. – М., 2021. С. 29...31

2. Kombarov Yu.S., Ryzhkova E.A. Sravnenie metodov nagrevaniya tekstil'nykh materialov pri periodicheskoy sushke tkani v protsesse propitki // Sb. mat. Mezhdunar. nauchn.-tekhnich. konf.: Dizayn, tehnologii i innovatsii v tekstil'noy i legkoy promyshlennosti (INNOVATsII-2020). – 2020. С.239...241.

3. Ryzhkova E.A., Kuznetsov S.S., Kombarov Yu.S. Poluchenie peredatochnoy funktsii paroperegrevatel'ya v sisteme upravleniya temperaturoy v protsesse sushki peregretyim parom // Dizayn i tekhnologii. – 2020, № 75 (117). С. 71...74.

4. Polyakov A.E., Ivanov M.S., Ryzhkova E.A., Gorokhova A.M., Muts A.A., Dubenkov V.I. Ustroystvo dlya upravleniya teplovymi potokami protsessa deformatsii tekstil'nykh materialov. Patent na poleznuyu model' RU 187519 U1, 11.03.2019. Zayavka № 2018144697 ot 17.12.2018.

5. Kombarov Yu.S., Ryzhkova E.A. Sistema avtomaticheskogo upravleniya protsessom propitki kroya // Sb. nauchn. tr. kafedry avtomatiki i promyshlennoy elektroniki / Pod red. E.A. Ryzhkovoy. – М., 2019. С.180...182.

6. Polyakov A.E., Ryzhkova E.A., Ivanov M.S., Osina A.M. Primenenie sovremennykh intellektual'nykh tekhnologiy dlya issledovaniya slozhnykh mnogomernykh dinamicheskikh ob'ektov tekhnologicheskogo oborudovaniya // Materialy i tekhnologii. – 2019, № 1 (3). С. 59...63.

7. Kuznetsov S.S., Ryzhkova E.A. Compensation of backlash of actuators in control systems // Fibre Chemistry. – V. 49, № 5, 2018. С. 342.

8. Esmakhanova L.N., Dzhanzakova R.D., Zhankuanyshev M.K., Mukhatova K.M., Nurzhanov B.S. Tsifrovaya platforma – luchshiy put' k dostizheniyu effektivnykh rezul'tatov v tekstil'noy promyshlennosti // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2020, № 2.

9. Krykbaev M.M., Dzhanzakova R.Zh., Tleshova A.S., Shedreeva I.B., Arginbaev B.M. Avtomatizatsiya sistemy kontrolya i upravleniya rabotoy sushil'nogo barabana dlya sushki khlopka-syrtsa // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2020, № 2.

10. Kuznetsov S.S., Ryzhkova E.A. On the selection of a control law for multiply connected inertial objects Fibre Chemistry. – V. 49, № 4, 2017. С. 284...287.

Статья опубликована по материалам Косыгинского форума. Поступила 29.09.21.