

**ИССЛЕДОВАНИЕ КОНВЕКТИВНОЙ СУШКИ ТЕХНИЧЕСКИХ
ТКАНЕЙ С PU ПОКРЫТИЕМ
INVESTIGATION OF CONVECTIVE DRYING TECHNICAL FABRICS
WITH PU COATING**

**Марущак Юлия Игоревна, Ясинская Наталья Николаевна,
Скобова Наталья Викторовна
Marushchak Yulia Igorevna, Yasinskaya Natalya Nikolaevna,
Skobova Natalya Viktorovna**

*Витебский государственный технологический университет,
Республика Беларусь, Витебск
Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus, Vitebsk
(e-mail: tonk.00@mail.ru, yasinskayNN@rambler.ru, skobova-nv@mail.ru)*

Аннотация: в работе представлены результаты исследований конвективной сушки тканей с PU покрытием. Построены термограммы и кривые сушки, на основании которых рекомендованы рациональные режимы сушки.

Abstract: in work with the results of studies of convective drying of fabrics with PU coating. Thermograms and drying curves were built, recommended drying modes were found.

Ключевые слова: вспененный полиуретан, шаберный способ, кратность пены, ткань с покрытием, воздухопроницаемость.

Keywords: foamed polyurethane, scraper method, foam ratio, coated fabric, breathability.

Технический текстиль широко используется практически во всех отраслях: автомобильной и электротехнической промышленности, строительстве и транспорте, медицине, спорте и других отраслях [1]. Основным путем получения нового технического текстиля с улучшенными свойствами является создание композиционных материалов. Среди всего многообразия композиционных материалов с использованием текстильных компонентов широкого применения нашли слоистые текстильные материалы, которые представляют собой композицию из двух и более слоев различных материалов, один из которых текстильный, соединенных между собой термическим, клеевым, прошивным способами или методом прессования, нанесения полимерных связующих на поверхность или погружением [1].

В рамках данной работы рассматривается метод нанесения полимерного покрытия, который используется для формирования многослойных материалов технического назначения.

Для качественных материалов с покрытием необходимы качественные базовые ткани. Наибольшего применения получили тканые полотна, которые сочетают в себе лучшие свойства, необходимые для текстильной армирующей составляющей композитных изделий, в то же время, технология их производства не требует высоких затрат и обеспечивает достаточную производительность [1].

На текстильную основу наносят полимерную композицию: полиуретан (далее – PU), поливинилхлорид, поливинилденхлорид, полиметриметакрилат, этиленвинил ацетат, полиолефины, полипропилен, СВМПЭ, силикон, политетрафторэтилен и другие. Наиболее популярным полимером, который используется при изготовлении технического текстиля является полиуретан [2, 3]. Полиуретановые композиции в отличие от винила, не требуют добавления пластификаторов, готовый материал с таким покрытием не растрескивается и не отслаивается, а остается мягкий и эластичный в течение всего времени эксплуатации. Полиуретан считается более экологичным, чем винил, потому что он не создает диоксинов.

Достоинства тканей с полиуретановым покрытием: прочность и эластичность, износостойкость, устойчивость к истиранию и разрывам, возможен любой цвет полотна, гипоаллергенность, воздухопроницаемость, материал успешно противостоит воздействию низких температур и не грубеет на морозе.

Хлопчатобумажные тканые материалы после операций нанесения полимерных связующих требуют процесса сушки и термофиксации, целью которых является полимеризация и структурообразование нанесенного покрытия [1, 3]. В зависимости от толщины полимерного слоя, кратности пены, структуры материала основы и других факторов условия сушки могут меняться (температура, длительность). Рациональная организация процесса сушки позволяет повысить показатели качества ткани с покрытием.

Целью работы является выбор и рекомендация оптимальных условий сушки вспененной полиуретановой композиции на хлопчатобумажном полотне. В качестве исходного сырья использовалась хлопкополиэфирная ткань поверхностной плотностью 200 г/м², прошедшая предварительную пропитку влаго-, грязе-, маслоотталкивающей композицией. Основным компонентом для полимерного покрытия использована полиуретановая дисперсия, технические характеристики которой представлены в таблице 1.

Таблица 1. Технические характеристики PU дисперсии

Показатель	Значение
Внешний вид	Однородная текучая дисперсия молочно-белого цвета без видимых инородных включений
Массовая доля сухого остатка, %	40 ± 2%
Динамическая вязкость при (25,0) ± 0,1) °С, мПа·с, не более	Не более 100
Ионный характер	анионный
Показатель активности водородных ионов, ед. рН	8,0 – 9,0

Нанесение вспененной полиуретановой композиции осуществлялось шаберным способом, который основан на удалении с поверхности ткани избытка полимерной массы при помощи шабера (ножа). При наработке опытной партии кратность вспененного полиуретана составила $K_{п1}=1,25$, $K_{п2}=1,7$.

В процессе сушки ткани с PU покрытием происходит удаление растворителя (воды) из полимерного связующего в результате испарения, образование адгезионного соединения между тканью и покрытием [2]. Так как используемая в качестве основы хлопкополиэфирная ткань имеет водо-, грязеотталкивающую отделку, то присутствием влаги в ней можно пренебречь.

С целью определения общих закономерностей процесса сушки в лабораторных условиях кафедры «Экология и химические технологии» Витебского государственного технологического университета проведен эксперимент. Условия проведения эксперимента:

- температура воздуха в сушильной камере 110°C, 130°C, 145°C;
- способ сушки – конвективный;
- режим работы сушильной установки – установившийся.

Известно, что общая продолжительность процесса сушки влажных материалов складывается из продолжительности периода прогрева материала, продолжительности первого (постоянной скорости) и второго (падающей скорости) периодов сушки.

Исследование кинетики нагрева проводилось на опытно-экспериментальном стенде представляющим собой конвективную сушку. На поверхности покрытия зафиксированы термопары, показания термопар снимались каждые 30 секунд. На рисунке 1 представлены графики изменения температуры.

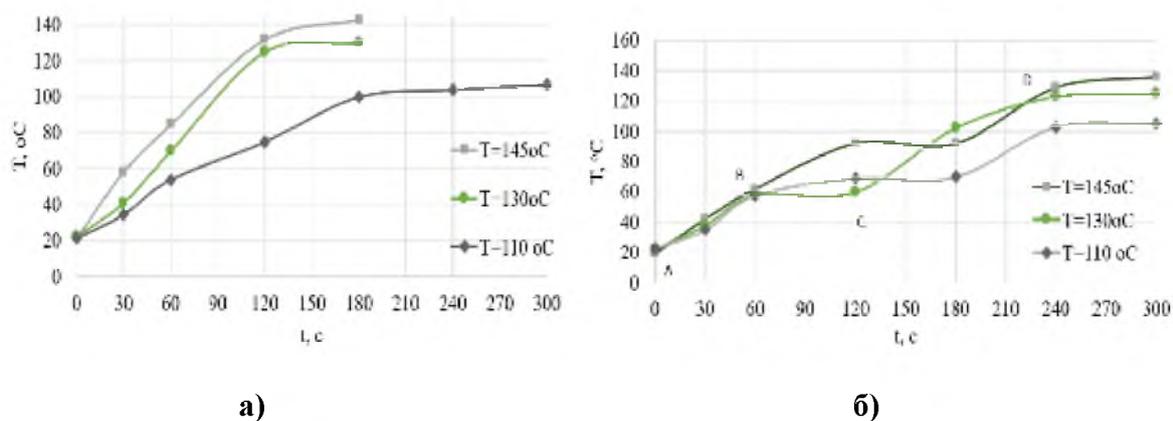


Рис. 1. Термограммы сушки. а – толщина покрытия 0,2 мм, $K_{п} = 1,25$; б – толщина покрытия 0,7 мм, $K_{п}=1,7$

При сушке материала с тонким слоем ПУ покрытия (рис. 1 а) не наблюдается формирования температурной площадки. Характерный вид термограммы – монотонный рост температуры от начальной до температуры сушильного агента. Из термограммы видно, что высушиваемое покрытие нагревается до температуры 120°C за 120 с, затем идет монотонное увеличение температуры до температуры сушильного агента.

Для материалов с толщиной покрытия 0,7 мм (рис. 1 б) на температурных кривых можно выделить три характерных участка. В начальный момент времени происходит быстрое прогревание PU покрытия до температуры мокрого термометра. Наблюдается температурная площадка, дисперсия полимерного связующего прогревается до температуры мокрого термометра $t_m \approx \text{const}$ или температурная площадка, близкая по значению к температуре кипящей воды ($T_{\text{кип}} \approx 100^\circ\text{C}$), при которой начинается испарение свободной влаги из тонкой пленки. Далее уровень температурных площадок зависит от температуры сушки и состава полимерной композиции.

На первой стадии при испарении воды происходит сближение частиц PU дисперсии, усиление взаимодействия между ними и повышение вязкости. Сушка протекает с постоянной скоростью.

Вторая стадия характеризуется дальнейшим удалением воды, разрушением имеющих на поверхности глобул адсорбционно-гидратных оболочек, конденсацией частиц, образование псевдопленки – плотно уложенных деформированных частиц в форме многогранников.

На третьей стадии происходит слияние глобул, полимерные частицы коалесцируют. Когда свободная влага из полимерного связующего полностью удалена, происходит его структурирование и образование пленки. Чем выше капиллярное давление и поверхностное натяжение полимерной дисперсии, тем выше скорость пленкообразования. При образовании пленки полимерная композиция должна находиться в высокоэластическом или вязкотекучем состоянии, т.е. при температуре стеклования. Критерием оценки температуры формирования покрытия – ориентировочно может служить температура стеклования полимера.

В результате экспериментальных исследований процесса конвективной сушки при температурах 110°C , 130°C и 145°C построены кривые сушки $W=f(\tau)$ (рис. 2) и скорости сушки $\frac{dW}{d\tau} = f(W)$ (рис. 3).

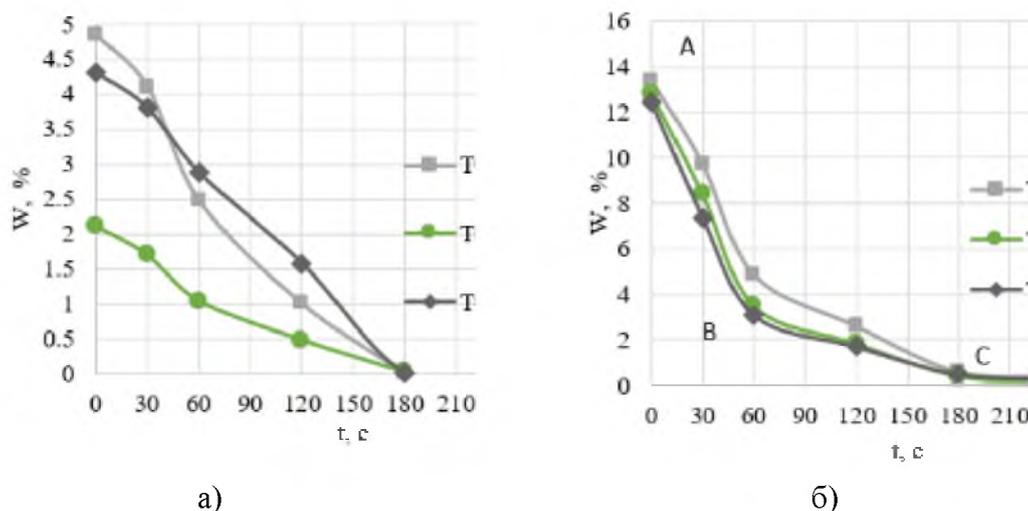


Рис. 2. Кривые сушки. а) – толщина покрытия 0,2 мм; б) – толщина покрытия 0,7 мм

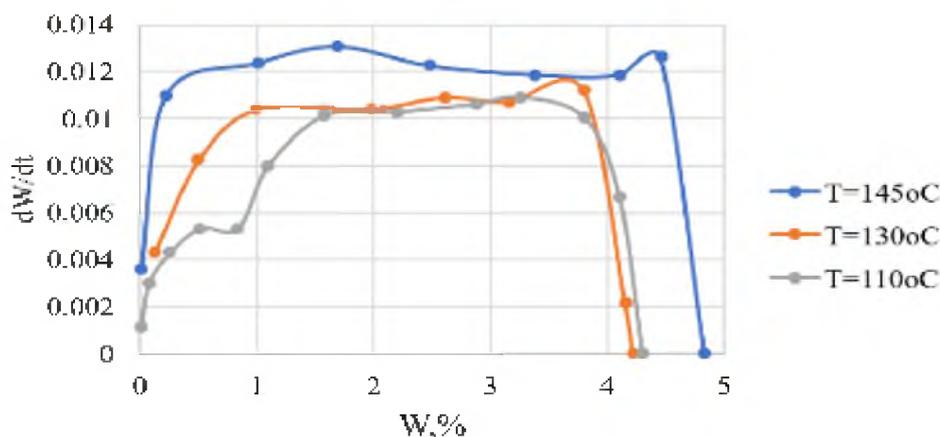


Рис. 3. Кинетика сушки тканей с толщиной покрытия 0,2 мм

Анализируя кинетику сушки вспененного полиуретанового слоя 0,2 мм (рис. 2 а), можно отметить, что высыхание протекает в первом периоде сушки и завершается за 180 с. Необходимо отметить, что скорость сушки зависит от кратности пены полиуретанового покрытия. Таким образом, в результате исследования процесса сушки и термофиксации ткани с полиуретановым покрытием рекомендованы рациональные режимы, представленные в таблице 2.

Таблица 2. Температура по секциям сушильной камеры

Номер сушильной секции	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Температура (°C) в сушильной секции	110	110	130	130	130	145	145	145	145

Скорость движения полотна в сушильной камере для покрытия толщиной 0,2 мм $V=9$ м/мин; для покрытия толщиной 0,7 мм $V=7$ м/мин.

Список литературы

1. Ясинская, Н.Н. Композиционные текстильные материалы: [монография] / Н.Н. Ясинская, В.И. Ольшанский, А.Г. Коган. – Витебск : УО «ВГТУ», 2016. – 299 с.
2. Вишневская О.В. Современные методы нанесения покрытия на текстиль // Вестник Казанского технологического ун-та. – 2016, №18, С.69... 72
3. Марущак Ю.И. Исследование влияния температуры сушки на качество тканей с полиуретановым покрытием / Ю.И. Марущак, Н.Н. Ясинская, Н.В. Скобова // Лёгкая промышленность: проблемы и перспективы: материалы Междунар. науч.-практ. конф.– Омск : Изд-во ОмГТУ, 2022. – С. 52-57.

© Марущак Ю.И., Ясинская Н.Н., Скобова Н.В., 2023