

**ТЕХНОЛОГИЯ ПРОКЛЕИВАНИЯ КОВРОВЫХ МАТЕРИАЛОВ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УЛЬТРАЗВУКА  
TECHNOLOGY FOR GLUING CARPET MATERIALS USING  
ULTRASOUND**

**Мацулевич Сергей Викторович, Коган Александр Григорьевич  
Matsulevich Sergey Viktorovich, Kogan Alexander Grigoryevich**

*Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь  
Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus  
(e-mail: siarhei.matsulevith@gmail.com, kogan-ag@gmail.com)*

*Аннотация:* Целью проводимых исследований является разработка энергосберегающей технологии производства высококачественных ковровых изделий с использованием ультразвука. В работе приведен эксперимент влияния ультразвуковых колебаний на процесс проклеивания ковровых материалов. В результате экспериментальных исследований полученные данные показывают, что использование ультразвуковых колебаний при проклеивании ковровых материалов позволяют достичь значительного повышения качественного показателя ковровых материалов, а именно – силы закрепления ворсовых нитей на ковровом полотне. Повышение качественного показателя в свою очередь дает возможность снизить расход аппретурной смеси, которая позволит повысить ресурсо- и энергосбережение и, следовательно, понизить себестоимость готового коврового изделия.

*Abstract:* The purpose of the research is to develop an energy-saving technology for the production of high-quality carpet products using ultrasound. The paper presents an experiment of the influence of ultrasonic vibrations on the process of sizing carpet materials. As a result of experimental studies, the data obtained show that the use of ultrasonic vibrations when sizing carpet materials can achieve a significant increase in the quality index of carpet materials, namely, the strength of fixing the pile threads on the carpet. Increasing the quality index, in turn, makes it possible to reduce the consumption of the finishing mixture, which will increase resource and energy savings and, consequently, reduce the cost of the finished carpet product.

*Ключевые слова:* проклеивание, ковровые материалы, кинематическая вязкость, аппретирующая смесь, ультразвук, ультразвуковые колебания, закрепление ворсовых нитей.

*Keywords:* sizing, carpet materials, kinematic viscosity, finishing mix, ultrasound, ultrasonic vibrations, fixing pile threads.

Проклеивание, т. е. аппретирование ковровых материалов – это вид заключительной отделки для придания им требуемых потребительских свойств.

Используя достижения полимерной химии ковровым материалам можно придавать широкий спектр потребительских свойств (формуустойчивость, биостойкость и др.).

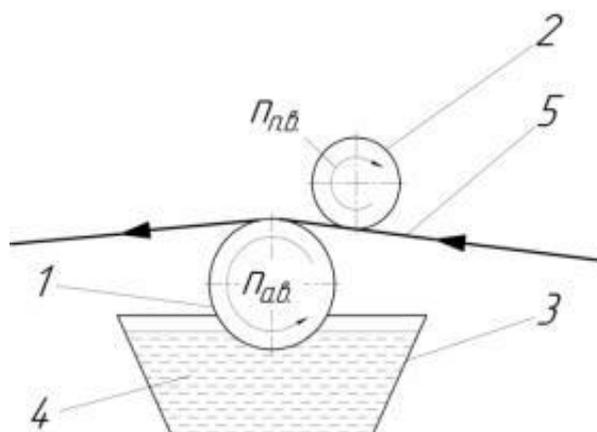
Особенностью технологий заключительной отделки ковровых материалов по сравнению с подготовкой и колорированием является значи-

тельно меньшая часть жидкостных (водных) методов обработки. Большинство процессов заключительной отделки непрерывные, схема которых заключается в пропитке водными аппретирующими композициями, и затем сушки, как правило, термофиксации при температурах 140 – 200°C. Следовательно, эти процессы энергоемкие [1, с. 9].

В рамках исследований по применению ультразвука в проклеивании ковровых материалов проведена исследовательская работа для двухполотных жаккардовых прошивных ковровых покрытий, выпускаемых белорусским предприятием ОАО «Витебские ковры».

Для двухполотных жаккардовых прошивных ковровых покрытий проклеивание, т.е. аппретирование применяется для создания структуры коврового изделия, а также для повышения стойкости ковровых изделий к механическим воздействиям. Основным качественным параметром, по которому осуществляется контроль пригодности готового коврового изделия, является сила закрепления ворсовых нитей на ковровом полотне. Сила закрепления ворсовых нитей регламентируется и контролируется по государственному стандарту «ГОСТ 14217-87 Материалы текстильные. Напольные покрытия. Метод определения прочности закрепления ворса».

Операция аппретирования ковровых покрытий, которая применяется на предприятии ОАО «Витебские ковры», заключается в нанесении аппретирующей смеси на изнаночную сторону коврового полотна. Схема данной операции представлена на рисунке 1 [1, с. 174, рис. 26].



**Рисунок 1 – Схема нанесения аппретурной смеси на ковровое покрытие:**  
**1 – аппретурный вал; 2 – прижимающий вал; 3 – корыто; 4 – аппретурная смесь;**  
**5 – ковровое покрытие**

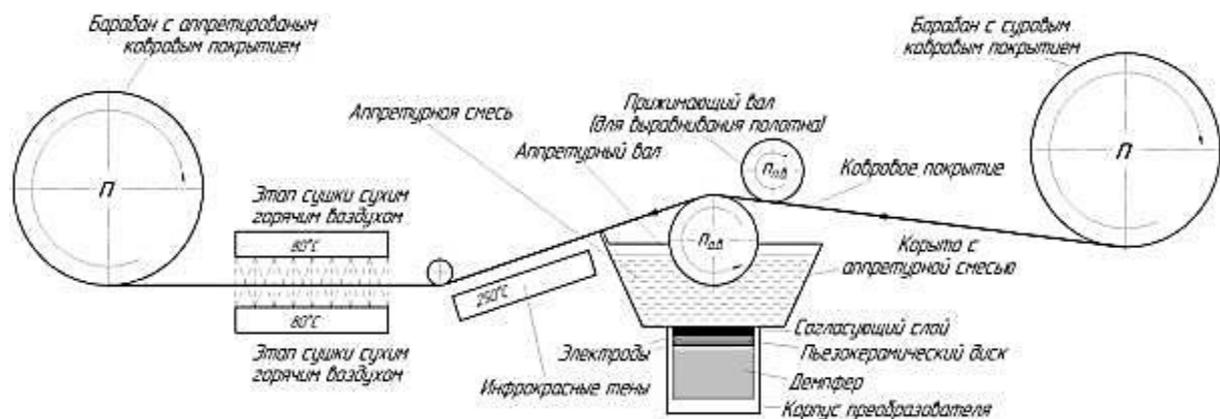
Состав, а также процентное соотношение компонентов для приготовления 400 литров аппретурной смеси приведен в таблице 1.

**Таблица 1 – Состав аппретурной смеси**

№ п/п	Наименование хим. материала	Единицы измерения	Значение, допускаемые отклонения	Процентное соотношение компонентов
1	2	3	4	5
1.	Дисперсия ПВА (Latex DL 721, DL 536)	л	$280 \pm 5$	70%
2.	Вода	л	$120 \pm 5$	30%
3.	Антивспениватель (при необходимости)	кг	0,25	-

Необходимо отметить, что дисперсия ПВА в составе аппретурной смеси также является раствором с процентным соотношением сухого остатка к воде, как  $\frac{51,5\%}{48,5\%}$ . В процессе производства двухполотных ковровых прошивных покрытий, технологический процесс выполняется таким образом, чтобы количество нанесенного сухого остатка в применяемой аппретурной смеси на ковровое полотно был равен  $80 \text{ г/м}^2$ .

Для улучшения показателей производимых ковровых материалов, а также решению вопроса ресурсо- и энергосбережения было решено применить ультразвуковые колебания в процессе аппретирования ковровых прошивных покрытий. Для этого была разработана технология проклеивания ковровых материалов с использованием ультразвука и разработана принципиальная схема ультразвуковой установки (рисунок 2).



**Рисунок 2 – Схема ультразвуковой установки для проклеивания ковровых материалов с использованием ультразвукового воздействия**

Регулирование скорости движения коврового полотна по аппретурному валу осуществляется при помощи шагового двигателя.

Также для оценки целесообразности применения ультразвука при проклеивании ковровых материалов, был проведен эксперимент с целью анализа влияния ультразвука на качественные показатели коврового покрытия при использовании ультразвуковых колебаний.

Оптимизация технологического процесса была проведена с использованием математического аппарата «Планирование и анализ эксперимента». Планирование эксперимента проводилось в два этапа.

На стадии отсеивающего эксперимента были выявлены основные параметры технологического процесса, максимально влияющие на физико-механические параметры качественного показателя коврового покрытия.

В качестве критерия оптимизации были выбраны два основных параметра: кинематическая вязкость аппретурной смеси, которая влияет на проникающую способность, а также сила закрепления ворсовых нитей на ковровом покрытии.

Входными параметрами были:

- 1) скорость нанесения аппретурной смеси на изнаночную сторону коврового покрытия;
- 2) концентрация аппретурной смеси;
- 3) концентрация количества нанесения аппретурной смеси на единицу площади;
- 4) длительность просушивания коврового покрытия;
- 5) температура просушивания коврового покрытия;
- 6) влажность горячего воздуха для просушивания коврового покрытия.

Основной эксперимент проводился по матрице не композиционного плана 2-го порядка. Этот план более надежен по сравнению с насыщенными и имеют меньшее число опытов по сравнению с ротатабельными.

Для проведения двухфакторного эксперимента был проведен выбор уровней факторов варьирования (таблица 2), а также выбрана матрица планирования эксперимента, содержащая входные и выходные факторы (отклики эксперимента), приведенная в таблице 3 [2, с. 100].

**Таблица 2 – Выбор уровней варьирования факторов**

Параметр	Уровень варьирования			Интервал варьирования $\Delta$
	-1	0	+1	
Мощность P, Вт ( $X_1$ )	20	60	100	40
Время $\tau$ , мин ( $X_2$ )	5	10	15	5

В рамках данного исследования зависимость количество опытов от уровней варьирования факторов следующая:

$$N = 3^2 = 3 \cdot 3 = 9 \text{ (опытов)}. \quad (1)$$

Исходя из таблицы 2 и выражения (1), в эксперименте присутствует 9 групп исследуемых образцов коврового покрытия, а также 10-я контрольная группа, полученная без применения ультразвукового воздействия, которая позволит провести оценку эффекта влияния ультразвука на процесс аппретирования ковровых материалов.

Таблица 3 – Результаты ПФЭ типа 3<sup>2</sup>

Входные факторы		Параметры смеси		Выходной фактор (отклик)	
Мощность P, (X1)	Длительность воздействия t, (X2)	Время истечения t, сек	Градус Энглера	Вязкость кинематическая $\nu \cdot 10^6$ , м <sup>2</sup> /сек (Y1)	Сила закрепления F, (Н) (Y2)
отсутствует	отсутствует	5,654	1,120491478	2,559335332	11,8
20	5	5,6	1,109789933	2,426803693	12,75
20	10	5,56	1,101862862	2,327952051	13,33
20	15	5,534	1,096710266	2,263381387	15,78
60	5	5,46	1,082045184	2,078200847	15,775
60	10	5,448	1,079667063	2,047971958	16,82
60	15	5,416	1,073325406	1,967083314	17,53
100	5	5,468	1,083630598	2,098322118	17,78
100	10	5,406	1,071343639	1,941721776	20,52
100	15	5,302	1,050733254	1,675530023	21,06

В результате принятия компромиссных решений были получены следующие линейные уравнения, представленные ниже.

Уравнение (2) описывает зависимость силы закрепления ворсовых нитей на ковровом покрытии от времени воздействия и мощности ультразвука:

$$y_1(v) = 2,64997 - 0,005427 \cdot P - 0,023244 \cdot t \quad (2).$$

Уравнение (3) описывает зависимость кинематической вязкости от времени воздействия и мощности ультразвука:

$$y_2(F) = 9,751713 + 0,072938 \cdot P + 0,268833 \cdot t \quad (3).$$

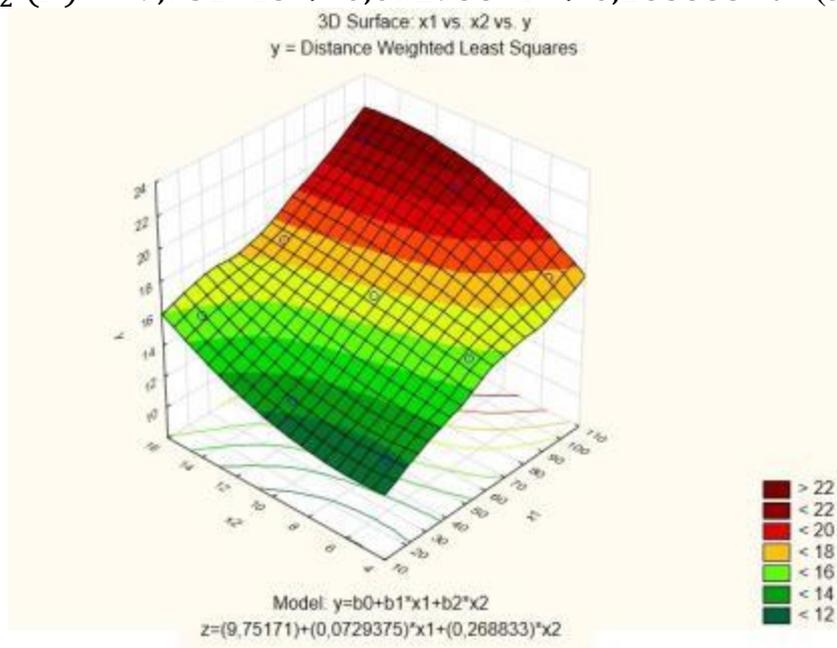


Рисунок 3 – Поверхность отклика силы закрепления (F) ворсовых нитей

В результате проведения эксперимента предложены следующие значения конструктивных и технологических параметров технологического процесса проклеивания коврового покрытия с использованием ультразвука:

- 1) мощность ультразвукового воздействия –  $P = 100 \text{ Вт}$ ;
- 2) длительность ультразвукового воздействия –  $t = 15 \text{ мин}$ .

Таким образом, можно сделать вывод о том, что использование ультразвуковых колебаний при проклеивании ковровых материалов позволяет существенно снизить кинематическую вязкость и повысить проникающую способность применяемой при производстве аппретурной смеси, что в свою очередь позволяет повысить основной качественный показатель коврового покрытия, а именно – силы закрепления ворсовых нитей на ковровом покрытии. Вышеуказанные влияния на параметры и качественные показатели технологического процесса открывают возможность вырабатывать ковровые изделия более высокого качества, а также повышать уровень ресурсо- и энергосбережения, что в свою очередь понизит себестоимость готового коврового изделия.

#### Список литературы

1. Кричевский, Г. Е. Химическая технология текстильных материалов/ Г. Е. Кричевский// Учебник для вузов в 3-х томах. - М.: РосЗИТЛП, 2001. - 298 с.;
2. Дягилев, А. С. Методы и средства исследований технологических процессов: учебное пособие/ А. С. Дягилев, А. Г. Коган; УО «ВГТУ». – Витебск, 2012. – 207 с.

© Мацулевич С. В., Коган А. Г., 2020

УДК 677.025

### **РАЗРАБОТКА НОВЫХ СТРУКТУР И СПОСОБЫ ВЫРАБОТКИ КОМБИНИРОВАННОГО ТРИКОТАЖА НА БАЗЕ ДВУЛАСТИЧНОГО ПЕРЕПЛЕТЕНИЯ DEVELOPMENT OF NEW STRUCTURES AND METHODS FOR DEVELOPING COMBINED KNITWEAR BASED ON TWOFOOLD WEAVE**

**Курбанов Рузимбой, Мирусманов Бахтияр  
Kurbanov Ruzimboy, Mirusmanov Bakhtiar**

*Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Узбекистан  
Tashkent institute textile and light industry, Uzbekistan  
(e-mail: uztextile@gmail.com)*

*Аннотация:* Рассмотрены вопросы разработки и выработки новых структур комбинированных трикотажных переплетений на базе двуластичного трикотажа. Реко-