

УДК 677.057.135.2:532.5.031

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СУШКИ
ВЛАЖНОГО НЕТКАНОГО МАТЕРИАЛА
ПЕРЕГРЕТЫМ ПАРОМ**

**RESEARCH OF THE PROCESS OF DRYING
OF WET NONWOVEN
BY A OVERHEATED STEAM**

Н.М. ШАРПАР, Л.И. ЖМАКИН
N.M. SHARPAR, L.I. ZHMAKIN

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)
(Moscow State Textile University "A.N. Kosygin")
E-mail: office@msta.ac.ru

В статье приведено описание экспериментальной установки для изучения процесса сушки нетканых материалов в среде перегретого водяного пара. Проведены исследования, в ходе которых получены кривые сушки образцов шерстяного войлока толщиной 8 мм в перегретом паре с температурой 140...190°C. Определено время сушки и его зависимость от температуры пара.

The description of experimental installation for study of the process of drying of nonwoven in the overheated steam environment is given in the article. The research in which motion the curves of drying of wool felt samples of 8 mm in thickness in overheated steam with the temperature 140...190°C are received are carried out. The drying time and its dependence on a steam temperature is defined herein.

Ключевые слова: влажный нетканый материал, перегретый пар, сушка, экспериментальная установка, капиллярно-связанная влага, гигроскопическая влага.

Keywords: a wet nonwoven, an overheated steam, a drying, experimental installation, capillary bound moisture, hygroscopic moisture.

Процесс сушки нетканых материалов (НМ), получаемых пропиткой волокнистых холстов водными дисперсиями связующих, является определяющей техноло-

гической операцией с точки зрения формирования готового материала и повышения производительности линий и агрегатов по выработке нетканых полотен. Кроме

того, исследования процессов сушки НМ необходимы для разработки эффективного отечественного сушильного оборудования.

В отделочном производстве часто используются технологии влажностно-тепловой обработки текстильных материалов, когда на них воздействуют паровые или паровоздушные среды. При этом водяной пар может быть как насыщенным, так и перегретым, а материал – сухим или увлажненным. В начальный период происходит разогрев материала, сопровождающийся конденсацией на нем влаги. Затем влагосодержание материала стремится к равновесному, и избыточная влага испаряется.

В статье приведены результаты экспериментального исследования процессов сушки нетканых материалов, выполненные на кафедре промышленной теплоэнергетики МГТУ им. А.Н. Косыгина. Пропитку и отжим опытных образцов осуществляли

вручную с помощью отжимных валиков в лаборатории непосредственно перед началом экспериментов по сушке.

Схема экспериментальной установки для исследования процесса сушки в среде перегретого пара показана на рис. 1. Она позволяет подавать в измерительную ячейку с исследуемым образцом перегретый пар с температурой в диапазоне 140...300°C. Установка состоит из трех основных блоков: блока генерации перегретого пара, блока с измерительной ячейкой и блока управления; 1 – бак-аккумулятор конденсата, 2 – конденсатор, 3 – парогенератор, 4 – паровой вентиль, 5 – пароперегреватель, 6 – прецизионный вентиль, 7 – охранные нагреватели, 8 – экспериментальная ячейка, 9 – исследуемый образец, 10 – торсионные весы, 11 – блок измерения и управления.

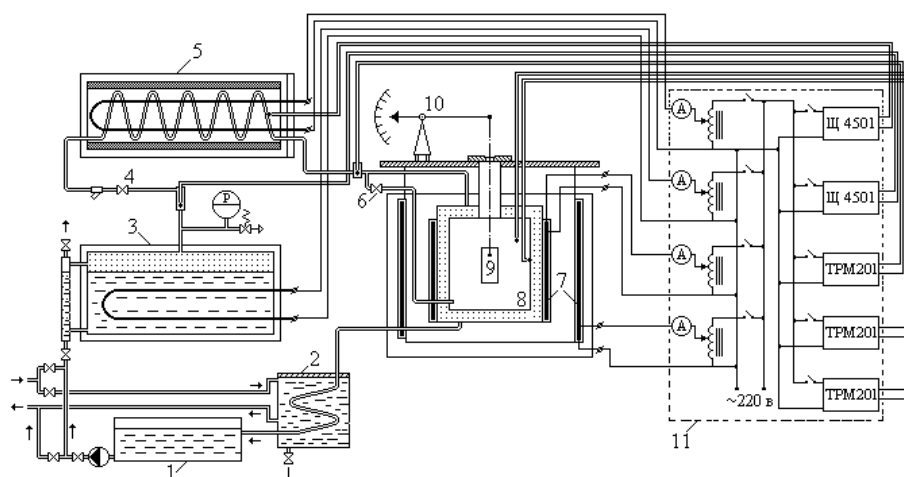


Рис. 1

Выработка влажного пара осуществляется в парогенераторе 3. Максимальный расход пара составляет при этом 5 кг/ч при давлении $P=2,5$ бар. Нагрев осуществляется водяными электронагревателями. Для тонкой регулировки подачи воды в парогенератор используется шаровый вентиль. В баке парогенератора установлено водомерное стекло, позволяющее контролировать уровень воды. Бак 3 снабжен предохранительным клапаном и манометром Р. Температура влажного пара на выходе контролируется термопарой. Отбор пара

производится по паропроводу, на котором установлен вентиль 4 расхода пара с сепарацией пара с помощью фильтра. Перегрев пара осуществляется в пароперегревателе 5, где греющим элементом является воздушный ТЭН, а нагреваемым – медный змеевик, по которому проходит пар. Температура поверхности змеевика пароперегревателя контролируется с помощью термопары. Далее перегретый пар подается в блок с измерительной ячейкой 8. Температура пара на входе в измерительную ячейку контролируется с помощью термопары.

Измерительная ячейка 8 представляет из себя цилиндрический сосуд с двойными стенками и верхним выходным каналом. Для обеспечения изотермичности в рабочей ячейке большая часть перегретого пара направляется в змеевик, расположенный между этими стенками. Далее пар поступал в конденсатор 2, а затем – в конденсатосборник 1, откуда направлялся снова в парогенератор.

Меньшая часть пара через прецизионный вентиль подавалась в рабочую зону. Его расход подбирался таким образом, чтобы предварительно удалить воздух из объема. Температура в рабочей зоне и на внутренней стенке сосуда контролировалась термомпарами. Исследуемый образец 9 расположен в рабочей зоне на подвеске из манганиновой проволоки толщиной 0,05 мм. Вес образца контролировался с помощью торсионных весов 10 типа ВТ-500. Во время опытов расход пара через рабочую ячейку поддерживался на низком уровне, чтобы избежать гидродинамического влияния восходящего потока на показания весов. Для проверки этого после окончания опыта поток пара через рабочий участок отключался, и если показания весов изменялись, то результаты опыта отбраковывались. Здесь необходимо подчеркнуть, что опыт продолжался до установления состояния равновесия.

Для компенсации теплотерь с поверхности измерительной ячейки использовались дополнительные нагреватели 7. Внутренняя полость между этими нагревателями заполнена теплоизоляционным материалом.

Блок управления и измерения 11 состоит из систем регулирования мощности

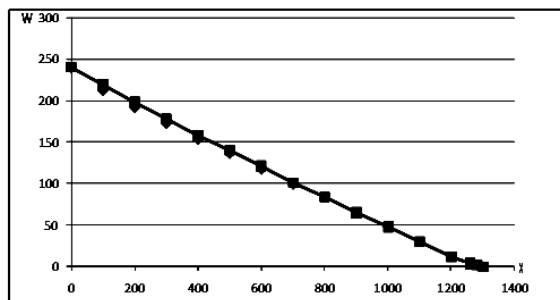


Рис. 2

электронагревателей, а также вторичных приборов. Температура влажного пара и поверхности змеевика пароперегревателя контролировалась логометрами Щ-4501, а температура перегретого пара на входе в измерительную ячейку – прибором ТРМ-201. Датчиками температуры служили термопары хромель-копель. Электрическую мощность регулировали автотрансформаторами.

Исследования проводились на образцах шерстяного войлока, которые были предварительно взвешены на аналитических весах с точностью 0,01 г. Затем они смачивались водой и отжимались. Точность измерения и поддержания температуры составляла $\pm 2^\circ\text{C}$, точность отсчета временных интервалов ± 20 с. Для каждой заданной температуры проводились несколько опытов для накопления статистического материала. Параллельно с динамикой измерения веса ткани необходимо контролировать изменение температуры в рабочем объеме.

Начальное влагосодержание материала в опытах колебалось от 140 до 250%. Очевидно, что чем больше начальное влагосодержание материала, при прочих равных условиях, тем длительнее протекает процесс сушки.

На графиках (рис. 2, 3, 4 (рис. 2 – кривая сушки при температуре перегретого пара 140°C ; рис. 3 – кривая сушки при температуре перегретого пара 150°C ; рис. 4 – кривая сушки при температуре перегретого пара 190°C) представлены полученные в опытах зависимости влагосодержания материала W от безразмерного времени X при различных температурах перегретого пара.

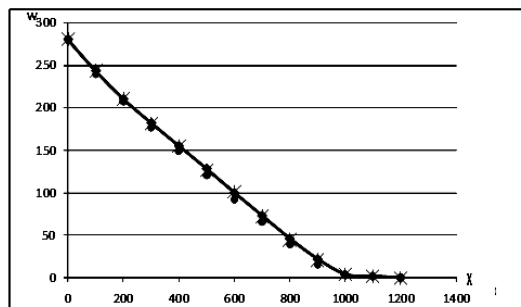


Рис. 3

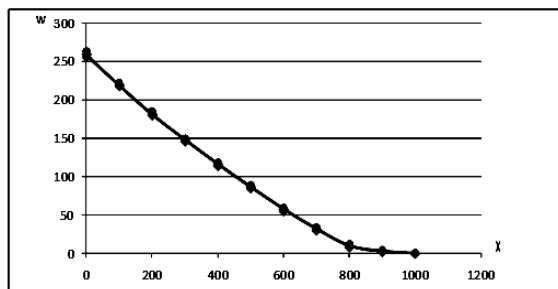


Рис.4

Все кривые имеют два характерных участка: прямолинейный участок постоянной скорости сушки и криволинейный участок падающей скорости сушки. Первый участок соответствует удалению из материала капиллярно связанной влаги, второй – удалению гигроскопической влаги.

ВЫВОДЫ

Таким образом, на основании проведенных исследований получены кривые сушки образцов шерстяного войлока толщиной 8 мм в перегретом паре с температурой 140...190°C. Определено время сушки и его зависимость от температуры пара.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бериев Е.Н. и др. Нетканые текстильные полотна. – М.: Легпромбытиздат, 1987.
2. Корнюхин И.П., Жмакин Л.И., Козырев И.В., Коротин А.О. Закономерности сушки тонких материалов перегретым паром // Энергетика, РАН. – 2006, №6.

Рекомендована кафедрой промышленной электроники. Поступила 03.06.11.