

УДК 677.051

АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ВЛАЖНОСТИ ЛЬНОТРЕСТЫ ПРИ СУШКЕ В РУЛОНАХ

НОСОВ А.Г., ДРОЗДОВ В.Г., НОВИКОВ Э.В.

(Костромской государственный технологический университет)

Представлено описание разрабатываемой системы, с помощью которой можно осуществлять контроль влажности при сушке льнотресты в рулонах.

Ключевые слова: рулон льнотресты, влажность, сушка, система контроля влажности.

Правильная организация уборки льнотресты, подготовка ее к хранению и переработке являются важным условием получения высокого выхода и качества льноволокна. В настоящее время распространена рулонная технология уборки и переработки, при этом влажность льнотресты является определяющим фактором. Погодно-климатические условия регионов РФ зачастую не позволяют заготовить льнотресту в рулонах с допустимой влажностью, которая необходима для эффективного хранения. В соответствии с требованиями ГОСТ влажность должна составлять не более 23% [1], а оптимальное ее значение, при котором льнотреста в рулонах может сохраняться длительное время не должна превышать 20% [2]. Однако в реальных условиях их фактическая влажность может превышать указанные значения.

Для определения фактической влажности заготовленных в 2012 году рулонов, нами в период заготовки проведен эксперимент на льнозаводе. В местах хранения рулонов были произвольно отобраны 11 рулонов, у каждого из них с помощью электронного измерителя влажности SuperPro Combi по существующей методике [1] была определена фактическая влажность каждого рулона. Щуп влагомера вводился в торец рулона со стороны вершин

стеблей в четырех точках до момента фиксации на дисплее значения влажности. Измерение в каждой точке проводилось в трехкратной повторности. Результаты эксперимента представлены в таблице.

Таблица

Фактическая влажность заготовленных в 2012 году рулонов льнотресты в
Костромской области

№ рулона	Точка измерения	Влажность в точке, %			Средняя влажность в точке, %	СКО	Средняя влажность рулона, %
		Измерение № 1	Измерение № 2	Измерение № 3			
1	1	28	29	28	28,3	0,47	35,2
	2	42	40	45	42,3	2,06	
	3	34	35	35	34,7	0,47	
	4	35	37	34	35,3	1,25	
2	1	36	35	36	35,7	0,47	29,9
	2	26	26	25	25,7	0,47	
	3	21	24	25	23,3	1,70	
	4	36	34	35	35,0	0,82	
3	1	26	27	24	25,7	1,25	19,4
	2	17	17	17	17,0	0,00	
	3	14	15	15	14,7	0,47	
	4	19	20	21	20,0	0,82	
4	1	21	21	20	20,6	0,48	19,1
	2	20	21	23	21,3	1,25	
	3	14	16	17	15,6	1,25	
	4	20	19	17	18,7	1,25	
5	1	40	42	40	40,6	0,95	32,3
	2	35	36	34	35,0	0,82	
	3	19	19	20	19,3	0,47	
	4	34	35	34	34,3	0,47	
6	1	43	42	42	42,3	0,47	39,8
	2	39	39	36	38,0	1,41	
	3	40	38	43	40,3	2,06	
	4	38	39	39	38,7	0,47	
7	1	28	32	31	30,3	1,70	30,7
	2	42	46	47	45,0	2,16	
	3	17	20	17	18,0	1,41	
	4	29	29	30	29,3	0,47	
8	1	25	24	24	24,3	0,47	27,6
	2	31	33	32	32,0	0,82	
	3	18	24	22	21,3	2,49	
	4	32	33	33	32,7	0,47	
9	1	28	28	28	28,0	0,00	38,3
	2	42	44	45	43,6	1,25	
	3	39	36	38	37,7	1,25	
	4	41	46	44	43,7	2,06	
10	1	36	35	35	35,3	0,47	32,2

	2	29	32	30	30,3	1,25	
	3	41	39	38	39,3	1,25	
	4	23	25	23	23,7	0,94	
11	1	45	26	27	32,7	8,73	37,1
	2	30	32	35	32,3	2,06	
	3	38	39	41	39,3	1,25	
	4	44	42	46	44,0	1,63	
Средняя влажность льнотресты во всех исследуемых рулонах							31,0

Из данных таблицы видно, что влажность тресты в рулонах изменяется от 14 до 44%, средняя их влажность составляет 31% и только 2 рулона из 11 имеют допустимую для хранения влажность. Очевидно, что в данном случае, хранение девяти рулонов с такой повышенной влажностью вызовет значительное ухудшение свойств льнотресты к моменту ее механической обработки.

Снизить влажность рулонов льнотресты перед хранением и переработкой до требуемого технологического значения можно применением сушильных машин для рулонов. Подобные машины разработаны и успешно опробованы [3]. На льнозаводах применяется также сушка льна в рулонах непосредственно перед механической переработкой. В частности в сушильной машине СЛР-3М2 рулоны продуваются теплоносителем поочередно в прямом и обратном направлениях, что обеспечивает равномерное высыхание вершинной и комлевой частей. Вертикальное положение рулона при этом позволяет агенту сушки распространяться вдоль стеблей, что способствует оптимальному и экономичному расходу энергии [3, 4].

Анализ существующих машин для сушки рулонов показал, что в них не контролируется изменение влажности в процессе сушки, то есть отсутствует обратная связь по основному выходному параметру – влажности льнотресты. Отсутствие контроля влажности тресты в рулоне приводит к недосушке или пересушке стеблей. Во втором случае это приводит к ломкости волокна и, как следствие, ухудшению его выхода и качества, а также к перерасходу

энергии теплоносителя и соответственно к удорожанию процесса. Кроме начальной влажности большое влияние на конечную влажность рулона и скорость сушки оказывает плотность рулона, которую также следует учитывать при регулировании параметров процесса сушки.

В настоящей работе предлагается автоматическая система контроля влажности льнотресты в рулонах при сушке, функциональная схема которой представлена на рис. 1.

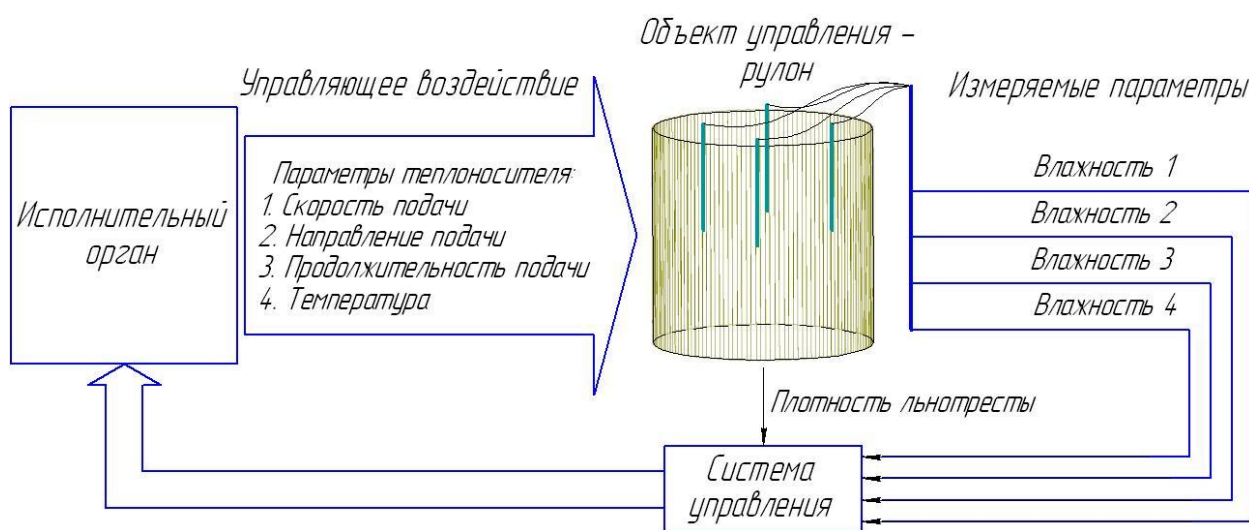


Рис. 1. Функциональная схема системы контроля влажности льнотресты при сушке в рулонах

Системой с помощью датчиков в процессе сушки контролируется изменение влажности в нескольких местах рулона. В результате такие параметры сушки как направление, скорость, температура и продолжительность подачи теплоносителя определяются системой на основании постоянного одновременного контроля влажности каждого рулона в отдельности, а не на основе начальных параметров рулона, как это делается в настоящее время. Система регулярно обрабатывает поступающую информацию и в соответствии с заложенным алгоритмом создает нужный режим сушки. Скорость, направление и продолжительность воздействия агента сушки на каждый рулон в отдельности управляются системой с

помощью соответствующих заслонок и клапанов, которые регулируют указанные выше параметры сушки.

Важным при построении системы является надежное и точное функционирование измерительной части. Среди существующих методов определения влажности (рис. 2) наибольшей точностью обладают прямые методы, однако, они требуют специальной подготовки пробы, что затрудняет их использование при непрерывном контроле влажности.



Рис. 2. Методы определения влажности материалов

Электрические методы позволяют осуществлять непрерывное измерение влажности. По сравнению с кондуктометрическим методом в диэлькометрическом методе измерения влажности на показания влагомеров оказывают меньшее влияние структура и химический состав измеряемых веществ, а также переходное сопротивление между электродами и материалами [5]. Применение оптического метода не позволяет контролировать влажность льнотресты внутри рулона. Большинство датчиков работающих на основе физических методов (СВЧ, ИК) имеют достаточно высокую стоимость. Поэтому для датчиков влажности разрабатываемой системы нами предлагается использовать

диэлькометрический (емкостный) метод, в котором используется влияние влажности материала на его диэлектрическую проницаемость.

Диэлектрическая проницаемость у сухого вещества обычно составляет 2-5, а у воды – 81, поэтому небольшое изменение содержания влаги в тресте значительно изменяет ее диэлектрическую проницаемость. Диэлектрическая проницаемость влажного материала определяется по изменению емкости конденсатора, между обкладками которого находится исследуемое вещество.

На показания датчиков будет также оказывать влияние температура льнотресты в рулоне. Для компенсации ее влияния следует ввести соответствующие поправки на результаты измерений. Температурная компенсация может осуществляться с помощью термометра, включенного в измерительную схему.

В качестве прототипа конструкции датчика была принята конструкция электронного влагомера SuperPro Combi. Для непрерывного контроля влажности тресты в каждом рулоне предлагается использовать четыре датчика. Такая конфигурация системы измерения выбрана в соответствии с действующим стандартом [1]. В качестве чувствительного элемента датчика предлагается использовать соосные металлические изолированные друг от друга цилиндры, закрепленные на стержне длиной 0,5 м. Цилиндры будут исполнять роль обкладок конденсатора. Длинный стержень позволяет вводить чувствительные элементы во внутреннюю часть рулона и контролировать там влажность.

Электрическую схему планируется выполнить таким образом, что частота сигнала датчика будет зависеть от влажности измеряемого материала. В качестве блока системы управления предлагается использовать программно-логический контроллер ОВЕН ПЛК 154. Встроенный аппаратный счетчик и модули обработки анализируют сигналы от датчиков с частотой до 10 кГц. Наличие встроенного интерфейса Ethernet позволит выводить информацию о влажности с контроллера на персональный

компьютер, применение дискретных выходных портов обеспечит управление силовыми цепями исполнительного органа.

Выводы

1. Применение предлагаемой системы позволит получать рулоны с заданной величиной влажности, снизить неравномерность распределения влажности по объему рулона, а также обеспечит эффективное использование энергии теплоносителя.

Литература

1. ГОСТ 24383-89. «Треста льняная. Требования при заготовках». Изд-во стандартов. М.: 1990. – 19 с.
2. Любарский В.М. Установка для сушки сырья / В.М. Любарский // Лен и конопля – 1987. – №5. – С. 37-38.
3. Новиков Э.В. Оборудование для сушки лубоволокнистых материалов: конструкции и расчеты: учебное пособие / Э.В. Новиков. – Кострома : Изд-во Костром. гос. технол. ун-та. – 2009. – 123 с.
4. Тарлецкий А.Г. Преимущества сушки сырья в рулонах / А.Г. Тарлецкий // Лен и конопля – 1986. – №5. – С. 22-23.
5. Катков А.А. Управление режимом работы мяльно-трепального агрегата в зависимости от влажности льнотресты: дис. ... канд. техн. наук / Катков Алексей Александрович. – Кострома, 2008. – 151 с.