

ТЕХНОЛОГИИ ТЕКСТИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ И СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

DOI 10.34216/2587-6147-2020-1-47-3-6

05.19.02 Технология и первичная обработка текстильных материалов и сырья
УДК 677.11.051

Мочалов Леонид Валентинович

кандидат технических наук, г. Кострома, Россия

Дроздов Владимир Георгиевич

кандидат технических наук, доцент

Костромской государственной университет, г. Кострома, Россия

mochalov-leo@mail.ru, vladimir.droz dov.45@mail.ru

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ ДЛИННОГО ВОЛОКНА

В данной статье рассмотрены машины для производства льноволокна как объекты автоматического управления. Рассмотрены варианты управления сушильной машиной путем регулирования количества подводимого тепла, интенсивности замены отработавшего сушильного агента свежим, изменения скорости сушильного агента в сушильном пространстве, изменения скорости перемещения материала в сушильном пространстве. Показано, что наиболее рациональным способом регулирования влажности льнотресты является способ, использующий замкнутую систему управления с отрицательной обратной связью. Разработана структурная схема системы автоматического регулирования процесса сушки, которая через исполнительное устройство воздействует на объект управления, в данном случае сушильную машину, стремясь уменьшить величину отклонения по влажности в зависимости от величины и знака отклонения.

Ключевые слова: *мяльно-трепальный агрегат, сушильная машина, регулирование режима сушки, автоматическое регулирование, система с обратной связью, удаление влаги, возмущающие воздействия, производство длинного льноволокна.*

Для создания системы автоматического управления оборудования для производства льноволокна необходимо проанализировать входные и выходные воздействия на систему, возмущающие воздействия и параметры внутренних состояний объектов управления.

Сушильные машины предназначены для сушки льнотресты естественной вылежки в полевых условиях и промышленных методов приготовления и рассчитаны на использование их перед мяльно-трепальным агрегатом (МТА). Агрегат предназначен для обработки льняной тресты и получения льноволокна. МТА реализует технологический процесс, связанный с производством длинного волокна.

Сушка – это способ удаления влаги из льнотресты с использованием тепловых и диффузионных процессов. В них влага материала передается сушильному агенту и вместе с ним удаляется из рабочей зоны.

Влажный материал можно представить состоящим из абсолютно сухой массы и некоторого количества влаги:

$$G = G_c + G_{ж}. \quad (1)$$

В сушильных машинах используется два понятия влажности материала: относительная влажность и абсолютная влажность.

Относительная влажность (%) материала показывает отношение массы (веса) влаги к массе (весу) влажного материала:

$$W_0 = \frac{G_{ж}}{G} 100.$$

Абсолютная влажность показывает отношение массы влаги к абсолютно сухой массе материала и выражается в процентах или кг/кг сухого материала. Абсолютную влажность (%) обозначим влажностью материала:

$$W_0 = \frac{G_{\text{ж}}}{G_{\text{с}}} 100, \quad (2)$$

а абсолютная влажность (кг/кг) называется влажностью материала:

$$u = \frac{G_{\text{ж}}}{G_{\text{с}}} = \frac{W}{100}.$$

Абсолютная и относительная влажность материала связаны между собой следующими отношениями [1]:

$$W_0 = \frac{100W}{100 + W};$$

$$W = \frac{100W_0}{100 - W_0}. \quad (3)$$

Для анализа процесса сушки необходимо составить уравнение теплового баланса. Приход тепла в сушильную машину складывается из тепла наружного воздуха $L_0 I_0$, тепла, передаваемого воздуху калорифером, $Q_{\text{к}}$, а также дополнительной поверхностью нагрева $Q_{\text{д}}$, и тепла, поступающего с влагой материала, $W_{\text{вл}} \theta_1$. Из сушильной машины тепло выносится с уходящим воздухом $L_{\text{yx}} I_2$, с выходящим материалом Q_3 , с транспортными приспособлениями Q_4 и теряется через ограждения машины Q_5 . При установившемся процессе сушки количество тепла, приходящее в сушильную машину, равно количеству тепла, уходящему из нее, т. е. уравнение теплового баланса будет иметь вид (при $L_0 = L_{\text{yx}} = L$) [1]:

$$L_0 I_0 + Q_{\text{к}} + Q_{\text{д}} + W_{\text{вл}} \theta_1 =$$

$$= L_{\text{yx}} I_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5, \quad (4)$$

где L_0 , L_{yx} – количество сухого входящего наружного и уходящего отработавшего воздуха;
 L – количество циркулирующего сухого воздуха в сушильной машине;
 I_0 , I_2 – теплосодержание воздуха до калорифера и после его.

Это основная формула для определения расхода тепла калорифером сушильной машины и расчета системы автоматического управления процессом сушки.

Определенный интерес представляет регулирование режима сушки. Режим сушки можно регулировать четырьмя способами:

- 1) изменяя количество подводимого тепла;
- 2) интенсивностью замены отработавшего сушильного агента свежим;

3) изменяя скорость сушильного агента в сушильном пространстве;

4) изменяя скорость перемещения материала в сушильном пространстве.

Регулирование режима сушки по первому способу может быть качественным и количественным. Качественное регулирование целесообразно проводить, изменяя температуру сушильного агента за счет уменьшения или увеличения расхода пара, подаваемого на калориферы.

В случае использования топочных газов температуру снижают, добавляя холодный воздух. Такой способ обеспечивает наиболее эффективное воздействие на ход процесса, так как непосредственно изменяет температуру и относительную влажность сушильного агента. Количественное регулирование можно проводить, изменяя количество сушильного агента, поступающего в сушильное пространство. Такой вид регулирования экономически невыгоден и приводит к изменению скорости обтекания материала воздухом внутри сушильной машины.

При втором способе производительность вытяжных вентиляторов регулируют за счет изменения угла поворота заслонок в соответствующих воздуховодах. Подобное воздействие на производительность вытяжных установок практически не влияет на параметры сушильного агента в сушильном пространстве. Поэтому второй способ малозффективен.

Регулирование режима третьим способом обычно не применяется.

Способ регулирования изменением скорости перемещения материала в сушильном пространстве (четвертый способ) оптимален для сушильных машин непрерывного действия. При этом способе регулируется количество испаряемой из материала влаги за счет увеличения (или уменьшения) времени сушки [1].

Скорость транспортера определяют по числу оборотов ведущего вала транспортера на стороне выгрузки материала (тахометром) или измеряя линейную скорость движения слоя льнотресты.

Автоматическое регулирование сушильной машины можно реализовать, используя несколько принципов управления: построения разомкнутой системы, системы с обратной связью, применения комбинированной системы [2].

Для данного объекта управления наиболее целесообразно использование системы управления с отрицательной обратной связью. Предлагаемая нами система управления представлена на рис. 1.

Автоматическое регулирование сушильной машины осуществляется следующим образом. Задающее устройство (ЗУ) подает параметры задания на вход системы. В сушильной машине происходит процесс сушки льнотресты,

которая затем поступает в блок измерения (БИ). Прибор измеряет относительную влажность исследуемого образца. Управляющая величина измеряется в БИ и сравнивается с заданным значением.

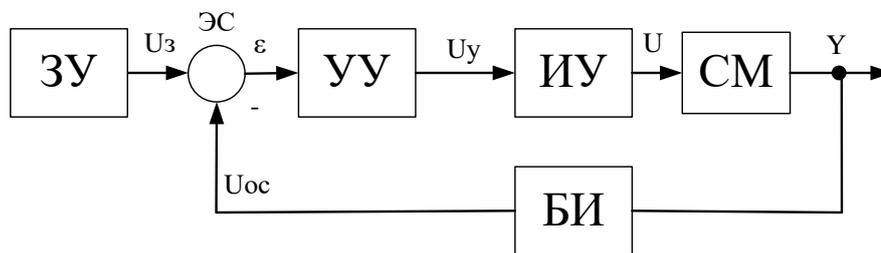


Рис. 1. Структурная схема системы автоматического регулирования процесса сушки:

ЗУ – задающее устройство; ЭС – элемент сравнения;

УУ – управляющее устройство; ИУ – исполнительное устройство;

СМ – сушильная машина; БИ – блок измерений;

U_z – задающее воздействие; ε – отклонение относительной влажности от заданного значения

U_{oc} – сигнал обратной связи; U_y – выходной сигнал управляющего устройства;

U – управляющее воздействие; Y – выходной сигнал

В зависимости от величины и знака отклонения ε управляющее устройство (УУ) через исполнительное устройство (ИУ) воздействует на объект управления, в данном случае на сушильную машину (СМ), стремясь уменьшить величину отклонения по влажности.

При разработке системы автоматического управления в следующем по технологии МТА должны быть определены входные, выходные и возмущающие параметры, а также установлены функциональные зависимости, обеспечивающие взаимосвязь между ними.

На рис. 2 представлена модель МТА как объекта управления.

Параметры объекта МТА, которые подлежат изменению или стабилизации, называются регулируемыми или выходными параметрами. В нашем случае – это выход длинного волокна, содержание костры в трепаном волокне и доля недоработанных прядей.

Параметры объекта, изменение которых приводит к изменениям выходных параметров, делятся на два типа: входные воздействия и возмущения. При этом объект управления – это преобразователь переменных входа в переменные выхода.

Входные воздействия можно производить целенаправленно, а факторы внешней среды, изменяющиеся случайным образом, являются возмущающими воздействиями. Таким образом, изменяющиеся возмущающие воздействия (структурные параметры слоя, отделяемость тресты, ее влажность и т. п.) приводят к на-

рушениям оптимальных режимов работы агрегата.

Система автоматического управления МТА должна решать оптимизационную задачу по обеспечению экстремальных значений выходных величин (максимального значения выхода длинного волокна, минимального значения содержания костры и доли недоработки).

Качество работы МТА зависит также от свойств сырья, поступающего на обработку, и от внутренних настроек агрегата. При этом настройки системы автоматического управления МТА могут быть разделены на два вида: параметры настройки (входные), значения которых можно менять в ходе работы, и внутренние параметры, изменение значений которых требует остановки агрегата.

Построение системы автоматического управления для МТА целесообразно организовать по принципу компенсации возмущения [3].

ВЫВОДЫ

1. Рассмотрено оборудование для производства льноволокна, принципы управления этим оборудованием. Наиболее рациональным для сушильной машины является использование замкнутой системы управления с отрицательной обратной связью. Способ регулирования режима сушки, изменяя скорость перемещения материала в сушильном пространстве, следует считать наиболее целесообразным.

2. Для мяльно-трепального агрегата как объекта автоматического управления рациональным является применение принципа компенсации возмущений.

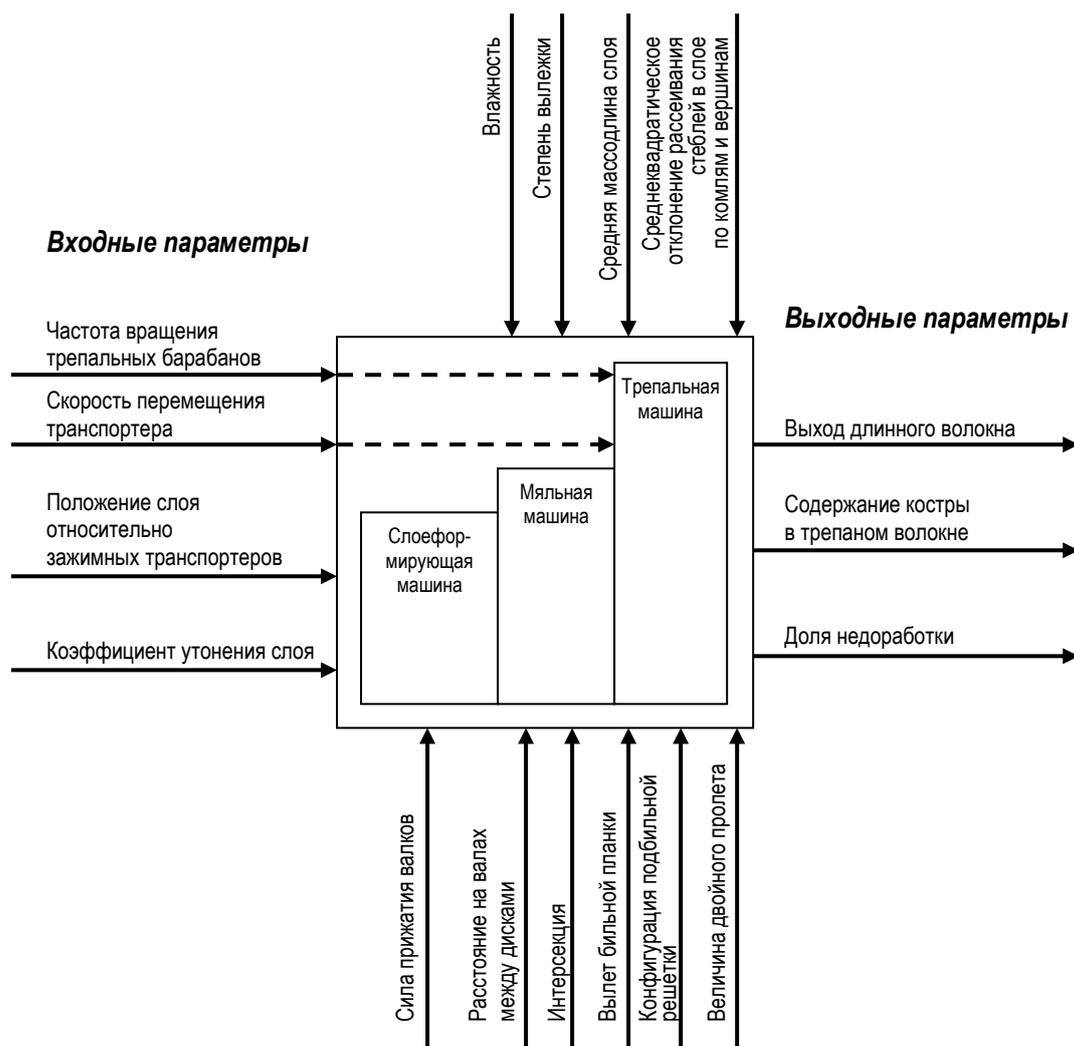


Рис. 2. Модель МТА как объекта управления

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Морозов С. В. Сушка лубоволокнистых материалов : учебник для средних специальных заведений. – М. : Легкая индустрия, 1974. – 160 с.
2. Автоматизация производства льняного волокна : учебное пособие / И. П. Байков, В. Г. Дроздов и др. ; под общ. ред. Б. А. Староверова. – 2-е изд., испр. и доп. – Кострома : Изд-во Костром. гос. технол. ун-та, 2008. – 212 с.
3. Мочалов Л. В., Дроздов В. Г., Коновалов В. В. Обоснование принципа управления мяльно-трепальным агрегатом // Технологии и качество. – 2018. – № 2(40). – С. 39–42.

REFERENCES

1. Morozov S. V. Sushka lubovoloknistyh materialov : uchebnyk dlya srednih special'nyh zavedenij. – M. : Legkaya industriya, 1974. – 160 s.
2. Avtomatizaciya proizvodstva l'nyanogo volokna : uchebnoe posobie / I. P. Bajkov, V. G. Drozdov i dr. ; pod obshch. red. B. A. Staroverova. – 2-e izd., ispr. i dop. – Kostroma : Izd-vo Kostrom. gos. tekhnol. un-ta, 2008. – 212 s.
3. Mochalov L. V., Drozdov V. G., Konovalov V. V. Obosnovanie principa upravleniya myal'no-trepal'nyim agregatom // Tekhnologii i kachestvo. – 2018. – N 2(40) – S. 39–42.