### 11. - 13. 9. 2008

# МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ КОНВЕКТИВНО-КАМЕРНОЙ СУШКИ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

#### Часть 2. Устройство и действие системы управления

## Ненчо Делийски

#### **Abstract**

This part of the paper presents the functions of electrical scheme of microprocessor system for automatic control of the lumber drying process in chambers. In the system are inbuilt two programmable controllers, which are described in the first part of the paper.

There are already some such systems integrated. The individualization of the drying regimes according to the parameters of each consignment of different materials ensures optimization of the quality and minimization of the energy costs of the whole process. Besides, the implementation of the developed system proves its high reliability. It is not only cheaper but also easier to tune service and apply in small woodworking companies.

**Key words:** wood drying process, automatic control, programmable control, lumber

# **ВВЕДЕНИЕ**

В первой части настоящей работы [1] рассмотрены фукции двух микропроцессорных программируемых контроллеров, один из которых предназначен для измерения влажности пиломатериалов, а другой — для автоматического измерения температуры и относительной влажности сушильного агента в камере, а также для вычисления по оригинальному алгоритму их текущих режимных заданий и для модельно базированного управления [2] всем процессом сушки материалов.

Вторая часть работы посвящена описанию устройства и действия принципиальной электросхемы системы автоматического управления процессом конвективной сушки пиломатериалов со встроенными в ней двумя контроллерами.

## 1. ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОСХЕМА САУ

На рис.1 показана принципиальная электросхема системы автоматического управления (САУ) процессом конвективной сушки пиломатериалов. В САУ включены рассмотренные в [1] два микропроцессорных программируемых контроллеров PLC1 и PLC2. Контроллер PLC1 осуществляет автоматическое

измерение влажности и темепературы пиломатериалов, а контроллер PLC2 на основе поступающей из PLC1 текущей информации вычисляет режимные задания параметров сушки, измеряет температуру и относительную влажность сушильного агента и реализует полностью автоматическое проведение сушильного процесса.

 ${\rm K}$  контроллеру PLC1 подключены 3 датчика BMC1, BMC2 и BMC3 для измерения влажности U подверженных сушке пиломатериалов, а также датчик BK для измерения температуры древесины, которая необходима для осуществления температурной коррекции измеренных значений U.

К контроллеру PLC2 подсоединен электронный трансмитер со встроенными в его зонде датчиками ВК и ВRН для измерения соответственно температуры T и относительной влажности RH сушильного агента. Посредством экранированного шнура на зажимы 16-17-18 этого контроллера поступает сигнал о текущей влажности U, измеренной PLC1.

Обозначение и предназначение останальных элементов этой САУ следующее:

SBM – трехполюсный пакетный переключатель, при повороте ручки которого замыкаются его н.о. контакты 1-2, 3-4 и 5-6, обеспечивающие питание к:

- а) силовым цепям трехфазных асинхронных электродвигателей MV1, MV2, MV3 и MV4 на 4-х осевых вентиляторов камеры (380 VAC);
- б) разделительному трансформатору T1, чья вторичная обмотка посредством зажимов 3-4 (цепь  $1^1$ ) подает безопасное для обслуживающего персонала напряжение 220V AC к управляющим (оперативным) цепям CAУ;

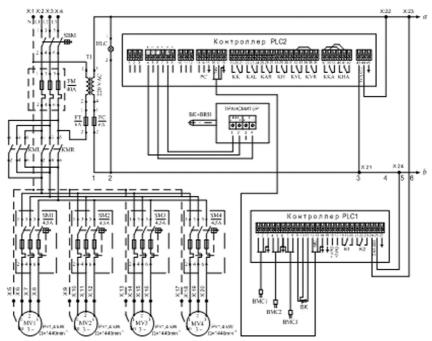


Рис. 1а Принципиальная электросхема САУ процесса конвективной сушки пиломатериалов

-

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Далее в тексте в скобках обозначается только номер электрической цепи, в которой находится соответствующий элемент САУ или его контакт.

- SM1, SM2, SM3 и SM4 стартеры моторные, при нажатии кнопок которых осуществляется следующее:
- а) замыкание их нормально открытых (н.о.) контактов 1-2, 3-4 и 5-6, обеспечивающие подачу 380VAC к силовым цепям двигателей MV1,MV2,MV3,MV4;
- б) установка в рабочее состояние встроенной в стартерах термической защиты электродвигателей MV1, MV2, MV3 и MV4 против перегрузки, а также автоматической защиты против возникновения короткого замыкания в их силовых цепях. При срабатывании какой-либо из этих защит размыкаются н.о.контакты 1-2, 3-4 и 5-6 стартера и соответствующий двигатель выключается;

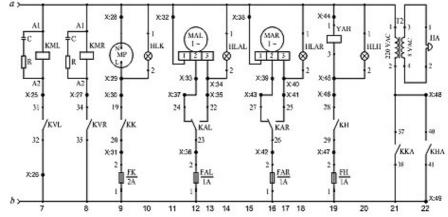


Рис. 16 Принципиальная электросхема САУ процессом сушки пиломатериалов (продолжение)

- KML и KMR пускатели, обеспечивающие включение электродвигателей MV1, MV2, MV3 и MV4 вентиляторов соответственно в левом и в правом направлении вращения;
- MP электродвигатель насоса для горячей воды, при помощи которой осуществляется нагрев калориферов сушильной камеры;
- MAL и MAR электродвигатели соответственно левых и правых заслонок для отвода отработавшего и ввода свежего воздуха в камеру;
- YAH электромагнит клапана, управляющего подачей увлажняющего флюида в камеру;
- FM предохранитель трехфазньй против возникновения короткого замыкания в цепях главных контактов 1-2, 3-4 и 5-6 пускателей KML и KMR;
- FT, FC, FK, FAL, FAR, FH предохранители монофазные против возникновения короткого замыкания в цепи первичной обмотки трансформатора T1 и в цепях (1), (9), (12), (16) и (19);
- T2 трансформатор, чья вторичная обмотка с зажимами 3-4 питает напрежением 8 VAC звуковой сигнализатор HA (22) в CAV;
- R–C цепи, подсоединенные паралельно к катушкам пускателей KML и KMR, обеспечивающие погашение неблагоприятного для PLC1 и PLC2 електромагнитного шума, возникающего при каждом выключении пускателей;
  - HLC лампа, сигнализирующая о включенном электропитании к САУ;
- HLK, HLAL, HLAR, HLH лампы, сигнализирующие о включении соответствующего исполнительного елемента САУ.

# 2. ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ДЕЙСТВИЕ САУ

Действие рассматриваемой САУ заключается в следующем:

Поворотом ручки переключателя SBM подается электропитание к контроллерам PLC1 и PLC2, о чем сигнализирует лампа HLC (2).

Тогда оператор вводит в PLC2 необходимые параметры (древесная порода, толщина подверженных сушке пиломатериалов и желаемое значение влажности древесины в конце сушки $U_{\rm f}$ ) для вычисления контроллером индивидуализированного режима сушки и стартирует его автоматическую реализацию.

После старта процесса, на основе введенных оператором параметров, а также измеренного контроллером PLC1 значения начальной влажности пиломатериалов  $U_{\rm b}$ , контроллер PLC2 вычисляет задания режимных значений температуры T (SP-T) и относительной влажности RH (SP-RH) сушильного агента в течении отдельных (до 10) этапов режима сушки. Вычисление производится по оригинальному алгоритму, подробно описанному в [1].

### 2.1 Нагрев сушильного агента

Так как текущее измеренное значение T в холодной камере оказывается ниже задания SP-T для начала первого этапа режима, то срабатывает реле KK контроллера PLC2. Замыкание н.о. контакта KK (9) этого реле приводит к включению электродвигателя MP (9) и приводимый им насос направляет горячую воду к калориферам сушильной камеры.

Когда в результате прогрева камеры измеренное значение температуры сушильного агента PV превысит вычисленное задание SV для T, реле KK выключается, его н.о. контакт KK (9) размыкается, электродвигатель MP (9) останавливается и тем самым прекращается подача горячей воды к калориферам.

При понижении PV до значения PV < (SV-hT) (hT – ето программируемый гистерзис реле KK) вследствие потребления тепловой энергии пиломатериалами и камерой, реле KK срабатывает и насос возобновляет подачу горячей воды к калориферам. Таким образом контроллер PLC2 осуществляет автоматическое проведение вычисленного им режимного задания SP-T для изменения T в камере во время всего процесса сушки.

### 2.2 Увлажнение сушильного агента

Если в самом начале режима сушки измеренная температура в камере выше заданного ее значение ТН, до которого камера должна прогреваться без ввода увлажняющего флюида (во избежании нежелательной конденсации на поверхности пиломатериалов), т.е. если выполняется логическое условие T > ТН и одновременно с этим измеренное значение PV влажности RH и ее текущее задание SV окажутся в следующем соотношении: PV < (SV-hH) (hH- ето программируемый гистерзис реле KH, KAL и KAR)), то срабатывает реле KH, а оба реле KAL и KAR остаются выключенными. Замыкание н.о.контакта KH (19) приводит к срабатыванию электромагнита YAH (19) и управляемый им клапан открывает приток увлажняющего флюида к камере.

Когда в результате увлажнения сушильного агента значение PV влажности *RH* превышает ее вычисленное текущее задание SV, реле KH выключается, его н.о. контакт KH (19) размыкается, электромагнит YAH (19) выключается и подача увлажняющего флюида в камеру прекращается.

В случаях, когда во время процесса сушки RH повышается до значения, при котором PV > (SV+hH), тогда срабатьвают оба реле KAL и KAR, а в то же време реле KH остается выключенным. Переключение контактов KAL (12) и KAR (16) приводит к включению электродвигателей MAL (12) и MAR (16), которые открывают заслонки камеры, вследствие чего повышение RH прекращается.

При последующем понижении *RH* до значения PV < SV реле KAL и KAR отпускают, их контакты KAL (12) и KAR (16) возвращаются в нормальное состояние, движение двигателей MAL и MAR реверсируется и заслонки закрываются. В электроприводе заслонок смонтированы непоказанные на рис.1 конечные выключатели, при достижении которых двигатели MAL и MAR самовыключаются.

Вышеописанным образом контроллер PLC2 осуществляет автоматическую реализацию вычисленного им задания SP-H для изменения RH сушильного агента во время всего процесса сушки пиломатериалов. При этом, если при стартировании процесса оказываеся, что  $T \le TH$ , тогда и заслонки, и клапан увлажняющего флюида остаются закрытыми до момента, в котором выполняется условие T > TH.

#### 2.3 Реверсируемое управление вентиляторами сушильной камеры

Включение, выключение и реверсирование движения вентиляторов сушильной камеры осуществляется при помощи двух реле KVL и KVR контроллера PLC2. При срабатывании каждого из этих реле замыкается его н.о.контакт KVL (7) или KVR (8), что приводит к включению пускателя KML (7) или KMR (8). Замыкание главных н.о. контактов KML обеспечивает подачу электропитания к двигателям MV1, MV2, MV3 и MV4 вентиляторов в последовательности L1, L2 и L3 фаз, а главных н.о.контактов KMR – в последовательности L3, L2 и L1. В результате этого меняется направление вращающегося магнитного поля, формируемого статорнъми обмотками двигателей.

#### 2.4 Аварийная сигнализация в САУ

При выходе температуры T сушильного агента за заданные оператором допустимъе технологические пределы, т.е. когда PV > (SV+hTA) или когда PV < (SV-hTA), срабатывает аларменное реле KKA контроллера PLC2. Когда текущее значение RH выходит за заданные пределы, т.е. при PV > (SV+hHA) или при PV < (SV-hHA), срабатывает аларменное реле KHA. Замыкание при етом н.о. контактов KKA (21) и/или KHA (22) вызывает включение аларменного звукового сигнализатора HA (22).

#### 3. РАСПОЛОЖЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В САУ

На рис. 2 показана схема расположения электрических соединений между щитом управления и остальными элементами САУ. Выбор параметров кабелей 1 ÷ 19 осуществляется на основе типов конкретных учавствующих в САУ элементов.

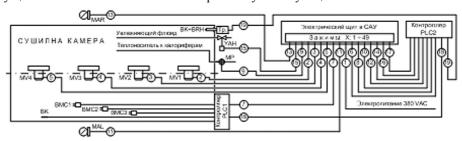


Рис. 2 Схема электрических соединений в САУ

#### 4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Внедрение САУ (рис.3) полностью доказало эффективность заложенных в контроллерах алгоритмов их функционирования при автоматическом управлении процессом конвективной сушки пиломатериалов из различных древесных пород и толщин. Доказана также высокая эксплуатационная надежность контроллеров и всей автоматической системы.

При различных потребителях, в зависимост от их желания и финансовых ресурсов, применяются САУ со следящим управлением (с участием обоих контролерров), или программное автоматическое управление (с участием только контроллера PLC2).

В софтуере контроллера PLC2 заложена возможность для полностью автоматического осуществления не только процесса конвективной сушки, но и процесса термической обработки пиломатериалов [4]



Рис.3 САУ пяти сушильнъх камер

в соответствии с требованиями международного стандарта ISPM 15 [3]. Предусмотрен также RS интерфейс этого контроллера с супервайзорным компьютером.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1. ДЕЛИЙСКИ, Н. 2008: Микропроцессорная система автоматического управления процессом конвективно-камерной сушки пиломатериалов. Часть 1: Программируемые контроллеры в системе управления. 6-th international science conference "Chip and chipless woodworking processes". Sturovo, Slovakia.
- 2. ХАДЖИЙСКИ, М. 2003: Математичните модели в съвременните системи за технологично управление. Автоматика и информатика, №3, 7-12 САИ, София.
- 3. STANDARD ISPM (International Standard for Phytosanitary Measures), 2002.
- 4. TREBULA, P. KLEMENT, I. 2002: Sušenie a hy drotermická úprava dreva. TU -Zvolen, 449 s.