

Система модельно базированного автоматического управления процессом конвективной сушки пиломатериалов

НЕНЧО ДЕЛИЙСКИ

Кафедра Машинознания и автоматизации производства, Лесотехнический университет – София, Болгария

Abstract: *System for model based automatic control of the convective drying process of lumber.* This paper presents an electrical scheme and working algorithm of the created by the author system for model based automatic control of the temperature and relative humidity in convective drying chambers with inbuilt two specialized microprocessor programmable controllers. The first (main) controller based on mathematical model of the drying process computes the set-point values for the temperature and the relative humidity as a function of the wood specie, lumber thickness and the current average value for the wood moisture content. The second three channel controller ensures reliable and correct on line wood moisture measurement results for the set points calculation by the main controller.

The individualization of the drying regimes according to the parameters of each consignment of different subjected to drying lumber ensures optimization of the quality and minimization of the energy costs of the whole process. Besides this, the implementation of the developed control system proves its high reliability. It is not only cheaper but also easier to tune service and apply in small woodworking companies.

Key words: *model based automatic control, programmable controller, wood drying process, moisture content*

ВВЕДЕНИЕ

На международном рынке предлагаются разнообразные компьютеризированные системы для автоматического управления процессом конвективной сушки пиломатериалов. К сожалению, они слишком дороги для инвестиционных возможностей множества небольших деревообрабатывающих и мебельных фирм в странах восточной и средней Европы.

На основе накопленного в течение многих лет научного, научно-прикладного и практического опыта в области технологии, оборудования и микропроцессорного управления гидротермической обработкой древесины, нами совместно с фирмой «Дельта инструмент» - г. Софии разработаны специализированные программируемые логические контроллеры для автоматического управления процессом конвективно-камерной сушки пиломатериалов [3, 4]. Не уступая зарубежным аналогам в выполняемых функциях, эти контроллеры выгодно отличаются от них более низкой ценой и простотой обслуживания.

В настоящей работе приводится электрическая схема и описывается действие разработанной автором и внедренной в индустрии в различных модификациях микропроцессорной системы модельно базированного автоматического управления процессом конвективной сушки пиломатериалов с участием в ней специализированных контроллеров.

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА САУ КОНВЕКТИВНОЙ СУШКОЙ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

На рис.1 показана принципиальная электрическая схема разработанной нами системы модельно базированного автоматического управления (САУ) процессом конвективно-камерной сушки пиломатериалов. В САУ участвуют два программируемые контроллера:

• микропроцессорный контролер PLC1 (от англ. Programmable Logic Controller) для автоматического измерения влагосодержания и температуры древесины;

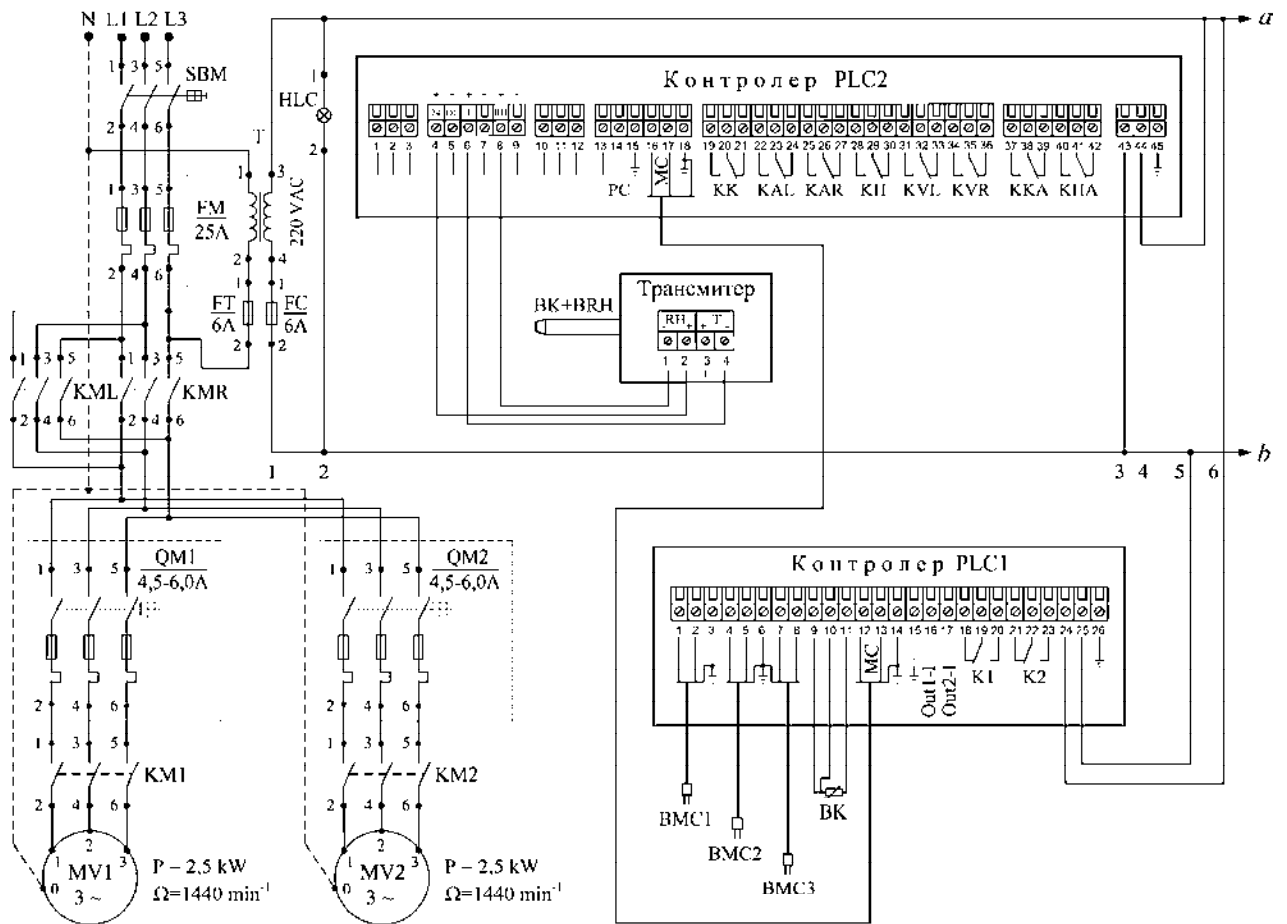


Рис. 1а. Принципиальная электросхема САУ процессом конвективной сушки пиломатериалов

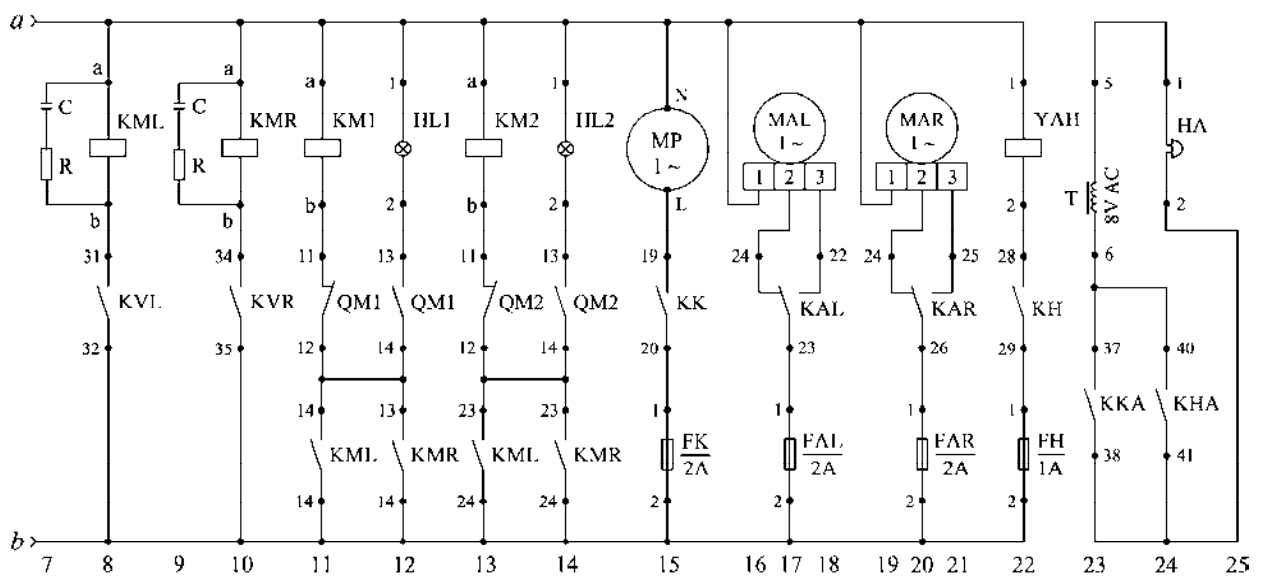


Рис. 1б. Принципиальная электросхема САУ процессом конвективной сушки пиломатериалов (продолжение)

- микропроцессорный контроллер PLC2 для модельно базированного управления процессом конвективной сушки расположенных в камере пиломатериалов [2].

К контроллеру PLC1 подсоединены три электросопротивительных датчика ВМС1, ВМС2 и ВМС3 для измерения влагосодержания U подверженных сушке пиломатериалов, а также датчик ВК для измерения текущей температуры древесины, чьи значения необходимы для вычисления этим контроллером температурной коррекции измеряемых значений U .

К контроллеру PLC2 подсоединен электронный трансмитер с датчиками ВК и ВРН для измерения соответственно температуры T и относительной влажности RH сушильного агента. На клеммы 16-17-18 контроллера PLC2 поступает информация о текущем средне арифметическом значении МС влагосодержания U , измеряемое и вычисляемое PLC1.

Обозначение и предназначение остальных элементов САУ таково:

SBM – трехполюсный пакетный переключатель для подачи напряжения к САУ;

QM1 и QM2 – стартеры моторные для защиты двигателей вентиляторов камеры;

KML и KMR – контакторы, при помощи которых производится смена направления вращения электродвигателей MV1 и MV2 вентиляторов влево и вправо;

KM1 и KM2 – контакторы, управляющие электродвигателями MV1 и MV2;

MP – электродвигатель насоса для горячей воды, при помощи которой осуществляется обогрев калориферов сушильной камеры;

MAL и MAR – электродвигатели приводов открытия и закрытия соответственно левых и правых каналов для отвода отработавшего и ввода свежего воздуха в камеру;

YAH – электромагнитный вентиль для ввода увлажняющего флюида в камеру;

FM, FT, FC, FK, FAL, FAR, FH – автоматические предохранители;

HA – звуковой сигнализатор; HLC, HL1 и HL2 – лампы сигнальные.

Действие показанной на рис.1а и рис. 1б САУ заключается в следующем.

Поворотом ручки переключателя SBM подается электропитание к САУ. Тогда оператор при помощи кнопок и меню контроллера PLC2 вводит в него информацию о древесной породе, толщине и желаемом конечном влагосодержании пиломатериалов. На основе этих данных и непрерывно поступающей с контроллера PLC1 информации о моментном влагосодержании древесины контроллер PLC2 вычисляет по заложенной в его софтуере математической модели текущие задания для T и RH сушильного агента.

После старта процесса сушки контроллер PLC2 осуществляет полностью автоматическое управление сушкой на основе непрерывного сравнения вычисленных заданий T и RH с их моментными измеренными значениями при помощи датчиков ВК и ВРН.

Управление температурой сушильного агента в камере осуществляется при помощи реле КК контроллера PLC2. Оно предназначено включать и выключать монофазный двигатель MP насоса, подающего горячую воду к калориферам камеры. Когда измеренное датчиком ВК значение температуры сушильного агента ниже вычисленного контроллером ее режимного значения, тогда срабатывает реле КК и оно включает насос, обеспечивающий подачу горячей воды к калориферам камеры. При достижении температурой ее режимного значения реле КК выключается и подача горячей воды прекращается.

Управление относительной влажностью сушильного агента в камере осуществляется при помощи реле КН, KAL и KAR контроллера PLC2.

Реле КН предназначено включать и выключать электромагнит YAH вентиля, который обеспечивает подачу увлажняющего флюида в камеру.

Реле KAL и KAR управляют приводом реверсируемых монофазных электродвигателей MAL и MAR, которые открывают и закрывают соответственно левые и правые (входные и выходные) воздухообменные каналы сушильной камеры.

Реверсируемое управление вентиляторами камеры осуществляется при помощи реле KVL и KVR контроллера PLC2. Реле KVL предназначено включать вентиляторы в условно левом направлении вращения, а реле KVR – в условно правом направлении вращения. При помощи кнопок контроллера задается продолжительность паузы, необходимой для полной остановки электродвигателей вентиляторов перед автоматической сменой направления их вращения.

Для сигнализации недопустимо больших (аларменных) отклонений измеренных значений температуры и относительной влажности сушильного агента по отношению к вычисленным контроллером PLC2 их моментным режимным значениям используются реле ККА и КНА. При возникновении таких отклонений соответствующее реле срабатывает и включает звуковой сигнализатор НА.

При каждом аларменном выходе за заданные технологически допустимые пределы, а также при их последующем вхождении в них контроллер PLC2 производит **архивирующую запись** в собственной флэш-памяти. При помощи кнопок контроллера можно вывести на его дисплеи архивные записи и анализировать причины их возникновения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Внедрение описанной выше САУ на нескольких фабриках доказало эффективность заложенного в ней управляющего алгоритма, а также ее надежного функционирования при автоматическом управлении процессом конвективной сушки пиломатериалов в различных условиях. Впервые по сравнению с обычно применяемыми аналогичными алгоритмами, описанный в [1, 2] управляющий алгоритм обеспечивает следующие преимущества:

- вычисления режимных значений температуры и относительной влажности производятся не для определенной группы толщин пиломатериалов, а для конкретного, введенного оператором, значения (в мм) толщины подверженных сушке пиломатериалов;

- режимные значения температуры и относительной влажности вычисляются не константными для определенного интервала (напр. 5% или 10%) изменения влагосодержания древесины, а непрерывно изменяющимися для каждого его текущего значения.

Такая индивидуализация режимов сушки согласно с параметрами каждой порции подверженных сушке пиломатериалов обеспечивает оптимизацию качества и минимизацию энергопотребления для всего процесса сушки.

ЛИТЕРАТУРА

1. ДЕЛИЙСКИ, Н., 2002: Алгоритм автоматического управления процессом конвективно-камерной сушки пиломатериалов при помощи программируемого контроллера. 3-rd international science conference “Chip- and chipless woodworking processes”. Starý Smokovec - Tatry, с.347-354.
2. ДЕЛИЙСКИ, Н., 2008: Алгоритм для вычисления режимных заданий в системе автоматического следящего управления процессом сушки пиломатериалов. Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW, Forestry and Wood Technology, No 63, с.166-170.
3. ПРОСПЕКТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И САЙТЫ в Интернете фирм Bollmann, Brunner, Hildebrand, Incomac, Incoplan, Ketres, Lignomat, Nardi, Mühlböck, Secal, Secea, Vanichek, etc.

4. YANKOV, E., N. DELIISKI, 2007: Programmable Control for Lumber Drying in Chambers. Proceedings of the 11th WSEAS International Conference on SYSTEMS, Agios Nikolaos, Crete, Greece, p.194-198.

Streszczenie: *System automatycznej kontroli suszenia konwekcyjnego tarcicy.* Praca prezentuje schemat elektryczny oraz algorytm suszenia zaprojektowanego przez autora, opartego na dwóch dedykowanych programowanych mikrokontrolerach, systemu automatycznej kontroli temperatury i wilgotności w komorze suszenia. Pierwszy, główny kontroler bazuje na modelu matematycznym procesu suszenia i zadaje wartości temperatur i wilgotności w zależności od gatunku drewna, grubości tarcicy i aktualnych średnich parametrów materiału. Drugi kontroler przeprowadza pomiary wilgotności drewna w czasie rzeczywistym.

Indywidualizacja schematów suszenia w zależności od mierzonych i zadanych wartości zapewnia optymalizację jakości i zużycia energii, użyty system zapewnia ponadto wysoką niezawodność procesu, oraz łatwiejsze jego dostosowywanie dla małych przedsiębiorstw przemysłu drzewnego.

Corresponding author:

Nencho Deliiski,
Faculty of Forest Industry,
University of Forestry,
Kliment Ohridski Bd. 10,
1756 Sofia, BULGARIA,
e-mail: deliiski@netbg.com