

**МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ И УПРАВЛЕНИЕ ПАРАМЕТРАМИ
БУМАЖНОГО ПОЛОТНА В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОТОКАХ ПРОИЗВОДСТВ**

Представлен алгоритм предварительной обработки данных в многопараметрической системе контроля и управления параметрами бумажного и картонного полотна в технологических потоках производств.

Многопараметрический контроль параметров бумажного полотна на выходе БДМ является обязательным условием для обеспечения необходимых потребительских свойств выпускаемой продукции. Для этих целей применяются автоматизированные системы контроля качества (QCS), которые представляют собой комбинацию аппаратных и программно-алгоритмических средств, разрабатываемых для того, чтобы обеспечить непрерывный процесс измерения основных параметров бумажного полотна и адекватное управление технологическими процессами с целью достижения необходимых потребительских характеристик выпускаемого материала [1].

Основной задачей таких систем является формирование двумерных массивов измеряемых параметров, их визуализация и архивирование, а также передача полученных данных в автоматизированные системы управления технологическими процессами (DCS), которые должны обеспечить многопараметрическое управление всеми узлами и аппаратами технологического оборудования.

Базовым элементом системы контроля качества бумажного полотна является сканирующее устройство, которое представляет собой прецизионную механическую платформу, на которой располагаются датчики для измерения параметров бумажного полотна. Формирование двумерных массивов измеряемых параметров по ширине полотна осуществляется за счет непрерывного возвратно-поступательного перемещения измерительной платформы по одной координате и перемещения бумажного полотна в другом (машинном) направлении.

Рассмотрим процесс накопления данных и подготовки их к алгоритмической обработке (Рис.1).

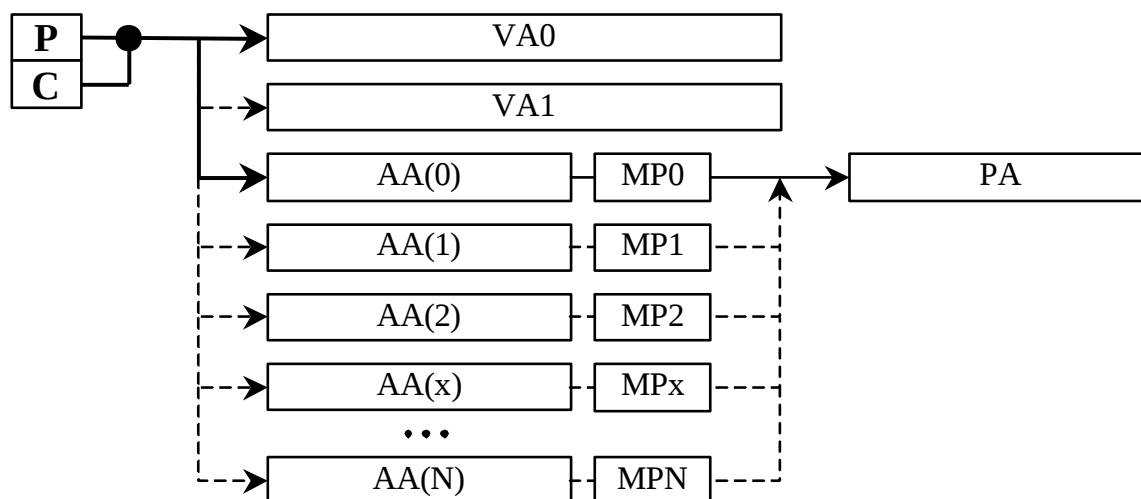


Рисунок 1 – Структура накопления данных и подготовки их к алгоритмической обработке.

В процессе сканирования, при поступлении нового значения координаты берутся значения параметров из соответствующих ячеек памяти и сохраняются во входных буферных массивах, один массив на один измеряемый параметр. Одновременно соответствующие значения заносятся в один из массивов, предназначенных для алгоритмической обработки. В схеме использованы следующие условные обозначения: Р – ячейка памяти, хранящая теку-

щее значение параметра, С – ячейка памяти, хранящая текущее значение координаты, VAx – массивы, хранящие текущие значения параметра (для визуализации), $AA(x)$ – массивы для хранения данных алгоритмических расчётов, MPx – среднее значение параметра по массиву, PA – массив для хранения "точного" значения профиля параметра. На первом проходе заполняется массив $AA(0)$ и $VA0$, на втором — $AA(1)$ и $VA1$, затем $AA(2)$ и $VA0$ и т.д. После заполнения последнего массива, опять начинает заполняться массив с индексом "0". Число массивов, участвующих в алгоритме, произвольно и определяется объёмом свободной памяти компьютера. Расчёт среднего значения по массиву производится после добавления последнего элемента массива.

Однако здесь возникает проблема, которая затрудняет формирование поперечных профилей измеряемых параметров. При сканировании измерительных датчиков по ширине полотна происходит одновременное перемещение бумажного полотна в машинном направлении, что приводит к формированию «косого» профиля измеряемых параметров, на который наложены колебания указанных параметров в машинном направлении. В то же время для систем управления необходимо очистить профиль всех измеренных параметров от влияния их колебаний в машинном направлении и наоборот.

Реально, из-за разной инерционности системы (зависит от количества датчиков, установленных в корзине), сканирование будет происходить не по пути, обозначенному непрерывной линией, а по некоторому заранее неизвестному пути, обозначенному пунктирной линией. На краях полотна линия сканирования необязательно будет прямолинейной. При этом, работа алгоритма построения профиля не должна зависеть от реального пути сканирования. Для предлагаемого алгоритма построения профиля рассмотрим вариант сканирования, обозначенный пунктирной линией (Рис.2)

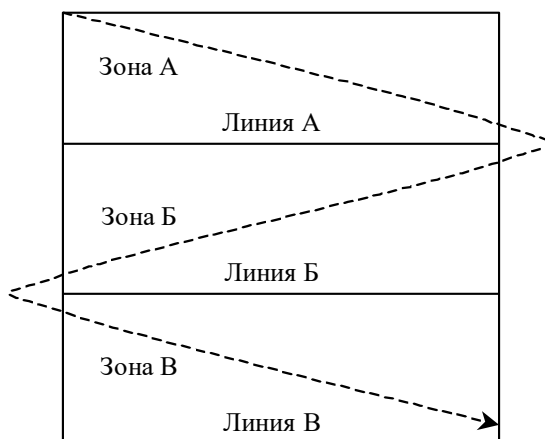


Рисунок 2 – Траектория перемещения измерительных датчиков.

При первом проходе сканера (в зоне А), значения параметра заносятся в массив $AA(0)$. При втором проходе сканера (в зоне Б), значения параметра заносятся в массив $AA(1)$. Одновременно с заполнением массива $AA(1)$, происходит пересчёт элементов хранящихся в массиве $AA(0)$, по формуле:

$$AA(0)_i = (AA(0)_i + AA(1)_i) / 2$$

Таким образом, в массив $AA(0)$ записываются предполагаемые значения параметра по линии А. При сканировании по зоне В, аналогично производится пересчёт массива $AA(1)$ по значениям в массивах $AA(1)$ и $AA(2)$, в который записываются предполагаемые значения параметра по линии Б, а фактически текущие поперечные профили по зонам А+Б, Б+В и т.д. Таких профилей в системе будет N-1.

Для дальнейшей алгоритмической обработки с целью исключения влияния продольной массы, проводится нормировка элементов массивов (по линии А, линии Б и т.д.) на среднее значение параметра по массиву. Это дает возможность осуществлять операции между элементами разных массивов, так как они будут иметь одинаковый статистический вес. Дальнейшую обработку можно проводить с использованием БИХ (бесконечная импульсная ха-

рактеристика) или КИХ (конечная импульсная характеристика) фильтра [2]. Основное отличие этих фильтров заключается в том, что при вычислении очередного значения некоторой переменной, мы либо учитываем с каким-то весом текущее значение переменной, либо не учитываем. В общем виде это можно представить формулами:

$$\text{БИХ: } P_{i+1} = a_1 P_i + a_2 P_{i-1} + a_3 P_{i-2} + \dots$$

$$\text{КИХ: } P_{i+1} = a_1 P_{i-1} + a_2 P_{i-2} + \dots$$

В физическом смысле это означает, для первого случая — в очередном значении сигнала, будут с какой-то долей присутствовать все его предыдущие значения, во втором случае — очередное значение сигнала определяется конечной выборкой его предыдущих значений (типичная обработка "окном").

Как показали проведенные исследования, для построения "точного" профиля достаточно использовать первый фильтр в его простейшем варианте с соответствующим образом подобранными коэффициентами a_i . То есть:

$$P_{i+1} = \frac{1}{2} P_i + \frac{1}{2} P_{i-1}$$

Это означает, что после второго прохода сканера мы получим значения профиля с равными весовыми коэффициентами по первому и второму проходам. При третьем проходе сканера мы получим значения профиля с коэффициентом $\frac{1}{2}$ для третьего прохода и $\frac{1}{4}$ для второго и первого проходов и т.д.

В итоге в массиве РА получаем "точное" нормированное значение профиля параметра бумажного полотна. "Точное" текущее значение по линии А, линии Б, линии В и т.д. можно получить умножив значения элементов массива РА на среднее значение параметра, хранящиеся в ячейках MP0, MP1, MPN и т.д.

Конечный массив данных значений измеряемых параметров РА используется в автоматизированной системе управления технологическими процессами (DCS) для формирования необходимых профилей и трендов по массе метра квадратного, влажности, толщине и зольности бумажного полотна с целью достижения максимальных потребительских характеристик.

Список литературы

1. Буйлов Г.П., Доронин В.А., Серебряков Н.П. Автоматическое управление технологическими процессами целлюлозно-бумажного производства. Издательство ЛГУ. 1989 – С.262.
2. K.Figiel, J. Gill, R. MacHattie. Paper Machine Quality Control Systems (QCS). Tappi press. 2010 – 116.