

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования

**«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных
технологий и дизайна»**

ВЫСШАЯ ШКОЛА ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГЕТИКИ

Институт энергетики и автоматизации

Кафедра автоматизации технологических процессов и производств

КУРСОВАЯ РАБОТА

По дисциплине: «Автоматизация технологических процессов и
производств»

На тему: «Автоматизация сушильной части КДМ с разработкой САУ
влажности полотна после сушильной части»

Выполнил: студент группы 547
Асанов В.И.

Проверил: к.т.н., доцент, зав. кафедрой
Ковалев Д.А.

Санкт-Петербург
2022 г.

Цели и задачи

2

Целями и задачами курсового проекта являются:

- Анализ и усовершенствование сушильной части КДМ для повышения контроля показателя влажности полотна;
- Разработка функциональной схемы;
- Выбор технических средств автоматизации и разработка технической структуры;
- Разработка алгоритмической схемы САУ;
- Составление математической модели ОУ и расчет оптимальных настроек регулятора.

Технологическая схема сушильной части КДМ

Технологическая схема сушильной части КДМ изображена на рис. 1.

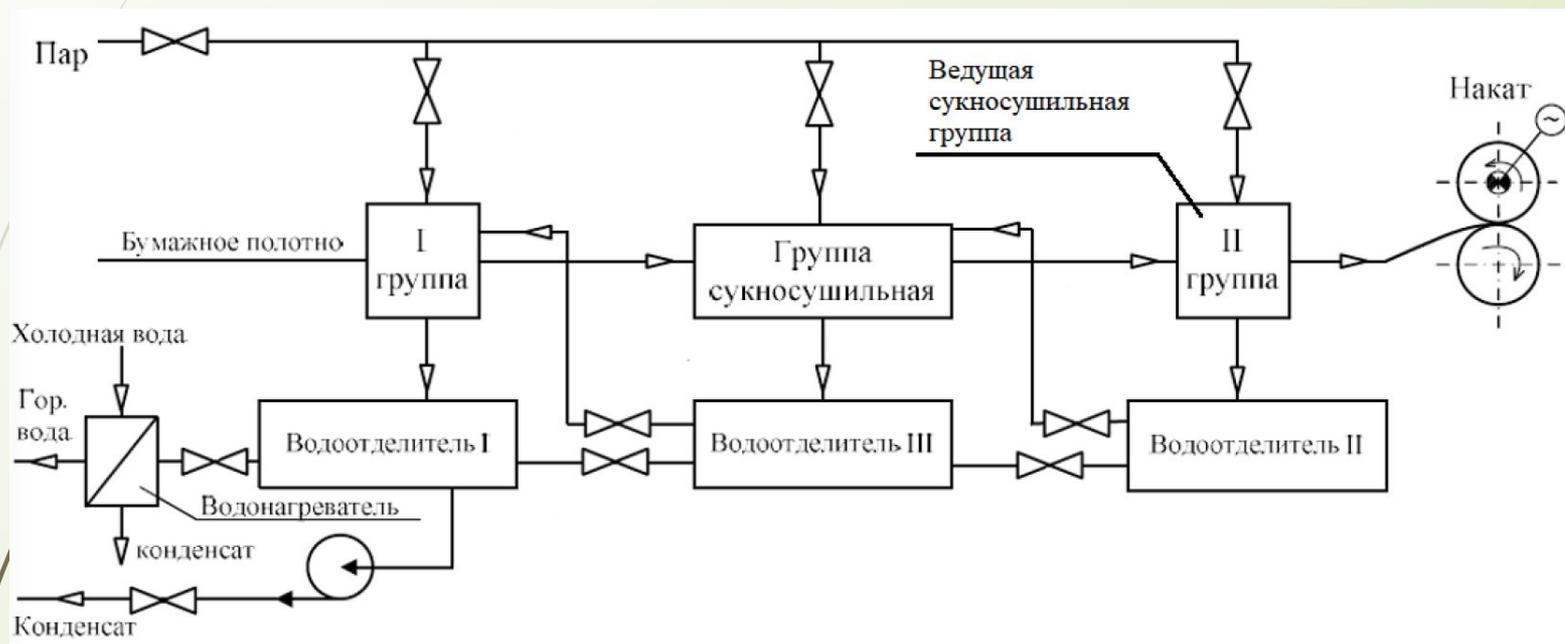


Рис. 1. Технологическая схема сушильной части КДМ

Требования к разрабатываемой АСР

4

Основные требования к системе управления:

- Стабилизация давления в ведущей сушильной группе – 90-95 °С в соответствии с графиком сушки;
- Поддержание заданного значения влажности – 6-8 % на выходе из сушильной части КДМ;
- Точность регулирования влажности – 7 ± 1 %;
- Точность измерения влажности – $\pm 0,2$ %.

Выбор технических средств

В качестве средств автоматизации были выбраны следующие технические средства:

- Контроллер Mitsubishi FX3U;
- Проходные клапаны с электропневматическим позиционером Samson ES 3241;
- Измерительные преобразователи избыточного давления Метран 100 ДИ;
- Измерительные преобразователи разности давления Метран 100 ДД;
- Измерительный преобразователь расхода Метран 331;
- Измерительные преобразователи уровня Метран 100 ДГ;
- Микроволновый датчик влажности и массы Аквар 1207.

Техническая структура

6

Техническая структура сушильной части КДМ изображена на рис. 2.

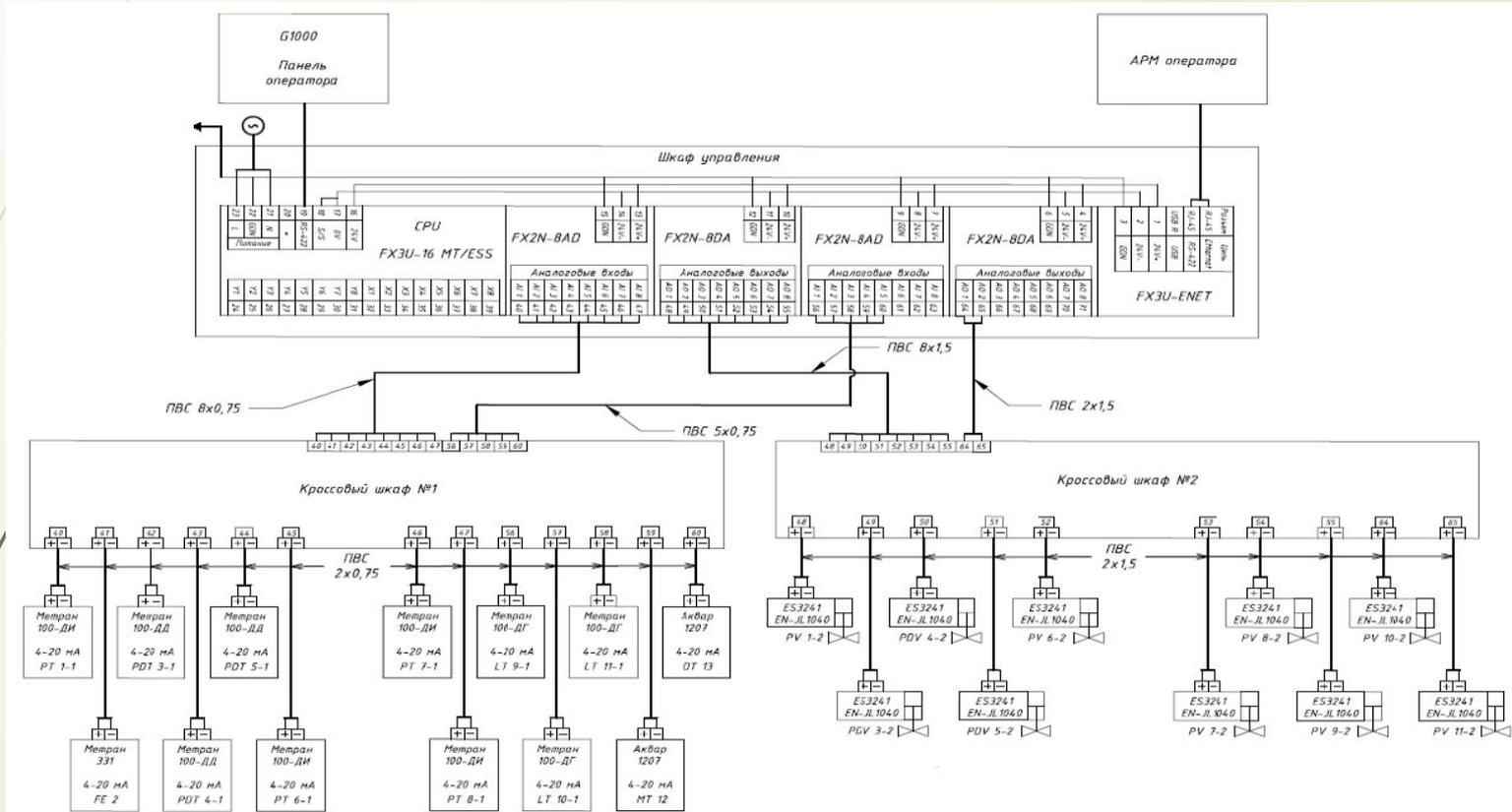


Рис. 2. Техническая структура сушильной части КДМ

Алгоритмическая схема математической модели САУ

Алгоритмическая схема сушильной части КДМ для контактной сушки картонного полотна изображена на рис. 3.

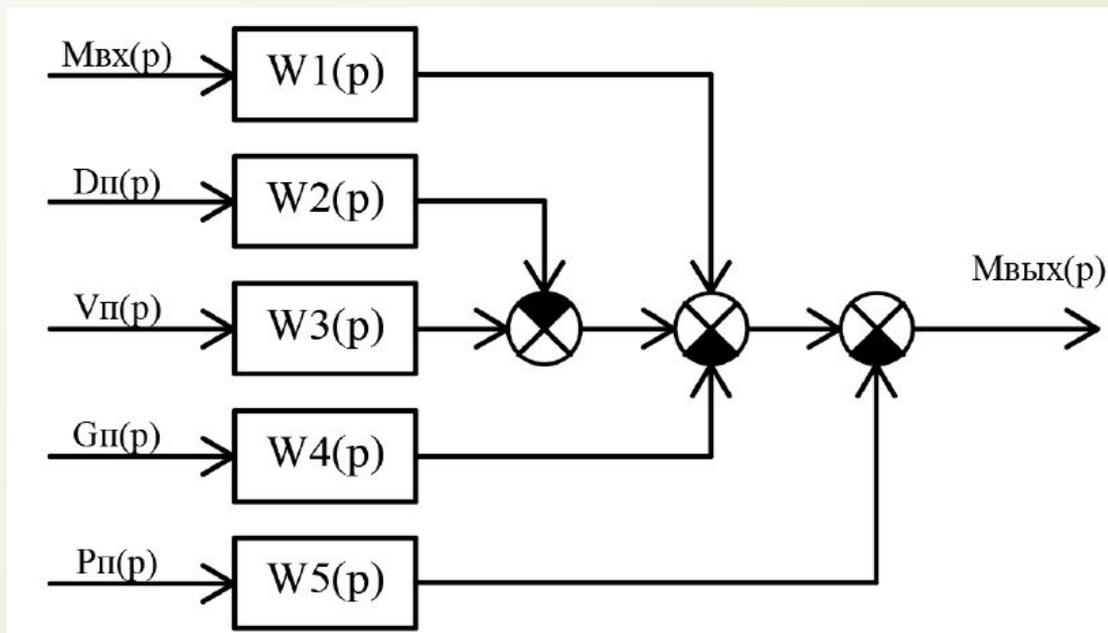


Рис. 3. Алгоритмическая схема сушильной части КДМ:

$M_{вх}(p)$, $M_{вых}(p)$ – влажность полотна бумаги или картона на входе и выходе сушильной части; $D_{п}(p)$ – поверхностная плотность картонного полотна; $V_{п}(p)$ – скорость КДМ; $G_{п}(p)$, $P_{п}(p)$ – расход и давление пара, поступающего в ведущую сушильную группу КДМ

Алгоритмическая структурная схема САУ

Алгоритмическая структурная схема сушильной части КДМ для контактной сушки картонного полотна изображена на рис. 4.

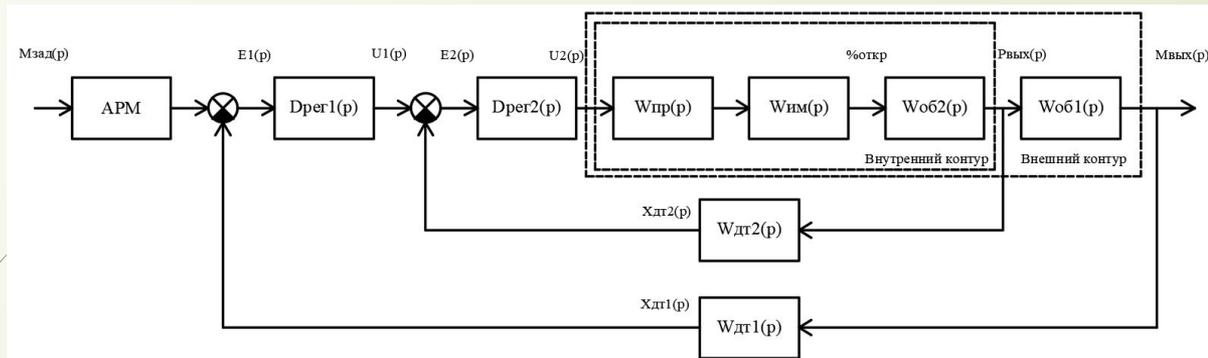


Рис. 4. Алгоритмическая структурная схема САУ:

Мзад(p) – заданное значение влажности; АРМ – автоматизированное рабочее место оператора; Е1(p) – величина рассогласования системы; Dрег1(p) – передаточная функция регулятора внутреннего контура; U1(p) – корректирующее воздействие внешнего регулятора; Е2(p) – величина рассогласования внутреннего контура; Dрег2(p) – передаточная функция регулятора внешнего контура; U2(p) – сигнал управления на выходе регулятора внутреннего контура; Wпр(p) – передаточная функция позиционера; Wим(p) – передаточная функция исполнительного механизма; % откp. – положение исполнительного механизма; Wоб1(p) – передаточная функция объекта по 1 каналу управления; Wоб2(p) – передаточная функция объекта по 2 каналу управления; Рвых(p) – выходная величина давления; Мвых(p) – выходная величина влажности; Wдт1(p) – передаточная функция датчика влажности; Wдт2(p) – передаточная функция датчика давления; Хдт2(p) – показания датчика давления; Хдт1(p) – показания датчика влажности.

Схема моделирования

9

Схема моделирования САУ влажности полотна после сушильной части созданная в пакете Simulink программного комплекса Mat Lab, изображена на рис. 5.

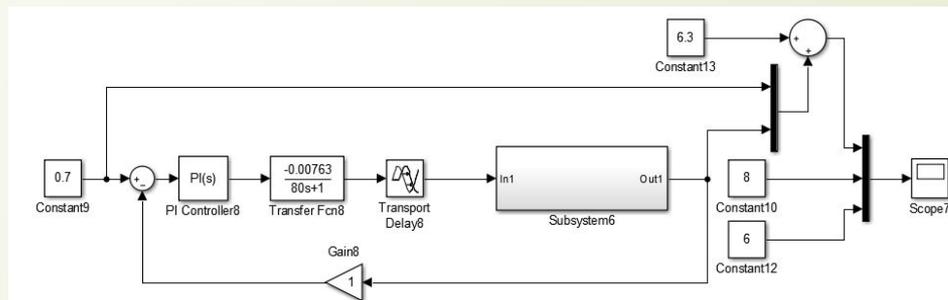


Рис. 5. Полная модель САУ влажности

Канал 1: степень открытия регулирующего органа на паропроводе в ведущую сушильную группу – давление пара, в формуле (1):

$$W(p) = \frac{3,6 * e^{-20p}}{15p + 1}, (1)$$

размерность коэффициента передачи кПа/%.

Канал 2: давление пара, поступающего в ведущую сушильную группу – влажность картонного полотна перед накатом, в формуле (2):

$$W(p) = \frac{0,00763 * e^{-40p}}{80p + 1}, (2)$$

размерность коэффициента передачи %вл/кПа.

Расчет настроек регулятора

10

Оптимальные настройки регулятора: $P = -167.9376$, $I = -1.1069$.
Переходный процесс и настройки регулятора изображены на рис. 6.

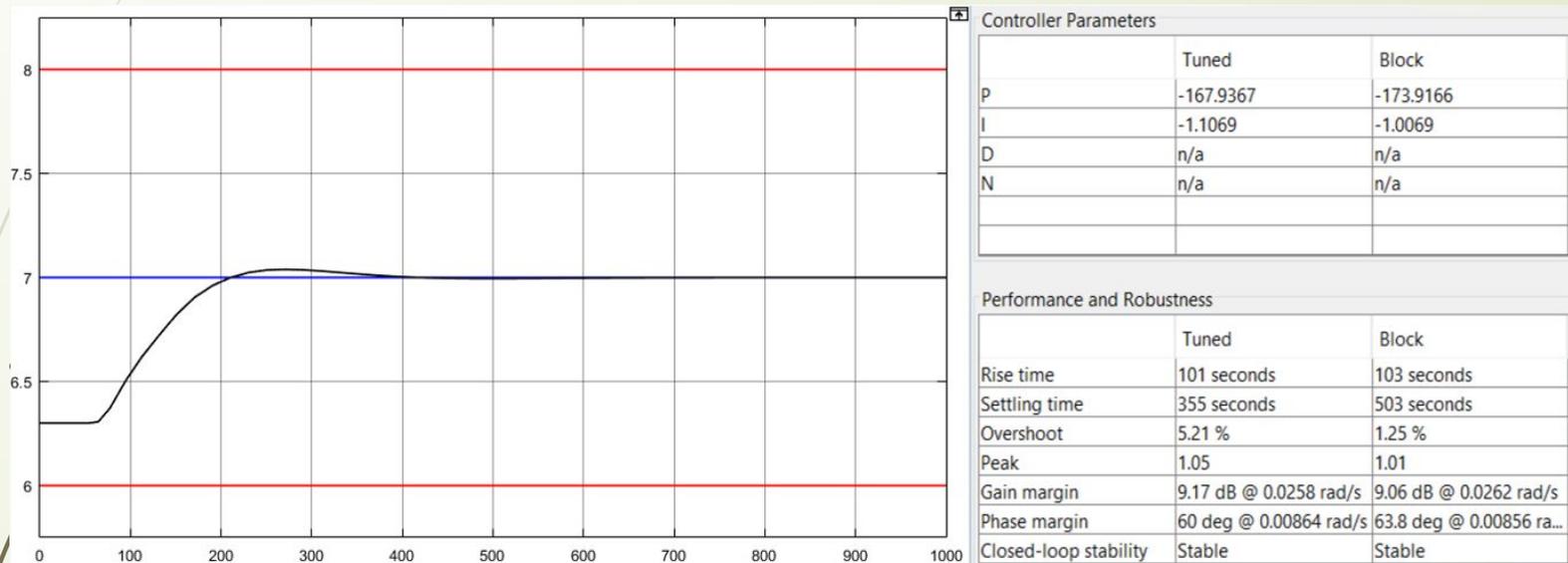


Рис. 6. Переходный процесс и настройки регулятора

Сравнение полученных характеристик и анализ качества

Сравнение полученных характеристик представлены в Таблице 1, анализ качества каскадной АСР в Таблице 2.

Таблица 1. Сравнение показателей качества АСР

Показатели качества	Одноимпульсная АСР	Каскадная АСР	Требования к АСР
Время регулирования	350 с.	280 с.	-
Перерегулирование	28%	3%	<10%
Ошибка регулирования	отсутствует	отсутствует	отсутствует

Таблица 2. Анализ качества АСР

Показатели качества	Каскадная АСР
Расчет перерегулирования (σ)	5%
Время переходного процесса ($t_{рег}$)	300 с.
Ошибка в установившемся режиме ($E_{ст}$)	0
Колебательность (n)	0
Время перерегулирования ($t_{перерег}$)	280 с.

Функциональная схема

12

Функциональная схема автоматизации регулирования влажности полотна после сушильной части КДМ изображена на рис. 7.

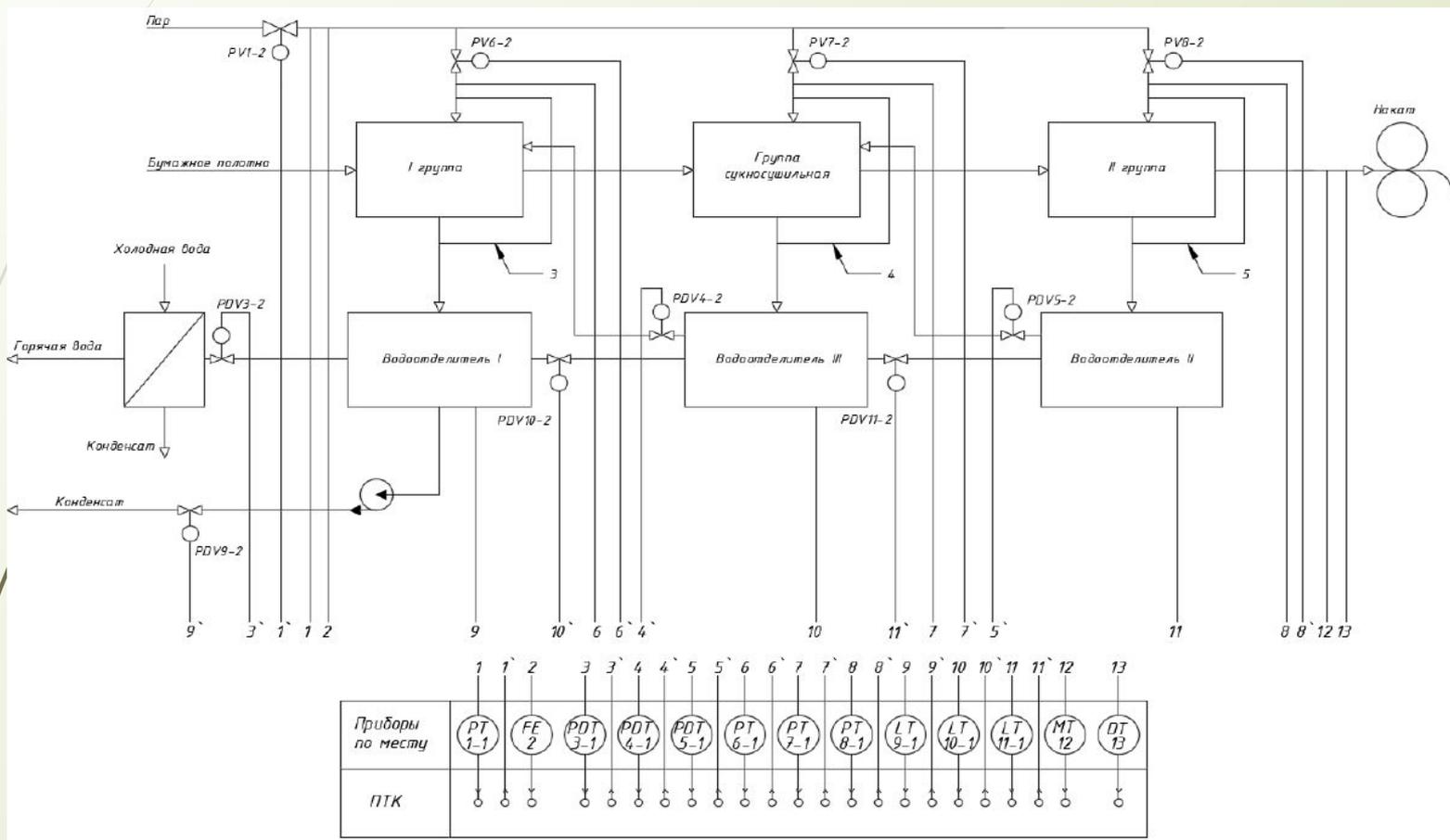


Рис. 7. Функциональная схема автоматизации влажности полотна после сушильной части КДМ

Выводы

13

- В курсовом проекте была усовершенствована система управления сушильной частью КДМ, разработана функциональная схема на базе логического программируемого контроллера фирмы MITSUBISHI серии FX 3U, выбраны технические средства автоматизации и программно-технический комплекс, разработана алгоритмическая схема САУ, а также построена математическая модель САУ, в программном пакете MATLAB Simulinc рассчитаны настройки регулятора.
- Выбранные средства автоматизации позволяют следить и управлять за технологическим процессом с помощью АРМ оператора.
- Разработанная система автоматически поддерживает технологический режим сушки что повышает эффективность работы сушильной части.



Спасибо за внимание

