

УДК 681.5.043:62-624.6

С.А. ПАСЫНКОВ, студент гр. ЭАм-241 (КузГТУ)  
Научный руководитель Р.В. КОТЛЯРОВ, к.т.н., доцент (КузГТУ)  
г. Кемерово

## РАСЧЕТ И АНАЛИЗ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ДАВЛЕНИЯ КОКСОВОГО ГАЗА В ЭЛЕКТРОФИЛЬТРЕ

Электрофильтр представляет собой устройство, используемое для удаления твердых частиц из газовых потоков. Работа электрофильтра основана на принципе электростатического осаждения, который позволяет эффективно отделять тонкодисперсные частицы, включая туманы и аэрозоли, из газовых потоков. На предприятиях химической промышленности очистку коксового газа проводят электрическим способом в электрофильтрах.

Одним из важных технологических параметров процесса электростатической очистки коксового газа является давление в электрофильтре [1]. От качества регулирования давления зависит эффективность процесса производства коксового газа. Система автоматического регулирования (САР) давления коксового газа должна обеспечивать требуемое качество регулирования, предусмотренное технологическим регламентом предприятия [2]. Структурная схема САР показана на рисунке 1.

Передаточная функция объекта управления с учетом характера его поведения имеет вид (1):

$$W_{\text{TOY}}(p) = \frac{3}{52,8 \cdot p + 1} \cdot e^{-7,5p}. \quad (1)$$

Передаточная функция датчика давления ОВЕН ПД100-ДИ может быть представлена выражением (2):

$$W_{\text{д}}(p) = 0,4. \quad (2)$$

Исполнительное устройство включает в себя механизм электрический однооборотный, в составе которого имеется электродвигатель и редуктор, и регулирующий орган (клапан запорно-регулирующий КЗР 25ч945п) [3].

Передаточная функция двигателя определяется формулой (3):

$$W_{\text{дв}}(p) = \frac{78,4}{p \cdot (0,525 \cdot p + 1)}. \quad (3)$$

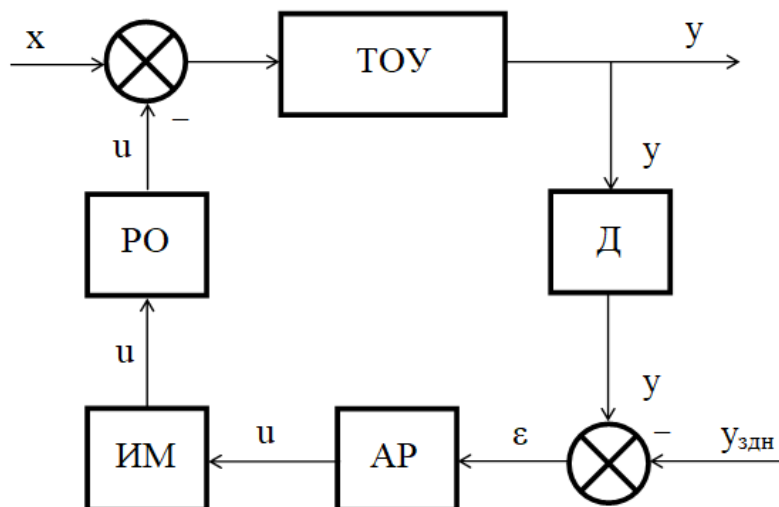


Рис. 1. Структурная схема САР давления коксового газа:  
ТОУ – технологический объект управления – электрофильтр; Д – датчик давления; АР – автоматический регулятор; ИМ – исполнительный механизм – электропривод; РО – регулирующий орган – клапан на трубопроводе подачи коксового газа;  $y$  – регулируемый параметр – давление коксового газа в электрофильтре, кПа;  $y_{здн}$  – заданное значение давления, кПа;  $\varepsilon$  – сигнал рассогласования, кПа;  $u$  – управляющее воздействие, %х.р.о.

Передаточное отношение редуктора в составе исполнительного механизма  $i = 400$ , поэтому передаточная функция примет вид (4):

$$W_{ред}(p) = 0,0025. \quad (4)$$

Передаточная функция регулирующего клапана имеет вид (5):

$$W_{РО}(p) = 2. \quad (5)$$

Передаточная функция исполнительного устройства с учетом (3), (4) и (5) может быть представлена выражением (6):

$$W_{иу}(p) = \frac{0,392}{p \cdot (0,525 \cdot p + 1)}. \quad (6)$$

Структурная схема САР, реализованная средствами SciLAB, приведена на рисунке 2. Расчет параметров настройки автоматического регулятора выполнен методом Циглера-Никольса (таблица 1) [4].

Графики переходных процессов САР показаны на рисунке 3. Показатели качества регулирования давления коксового газа приведены в таблице 2.

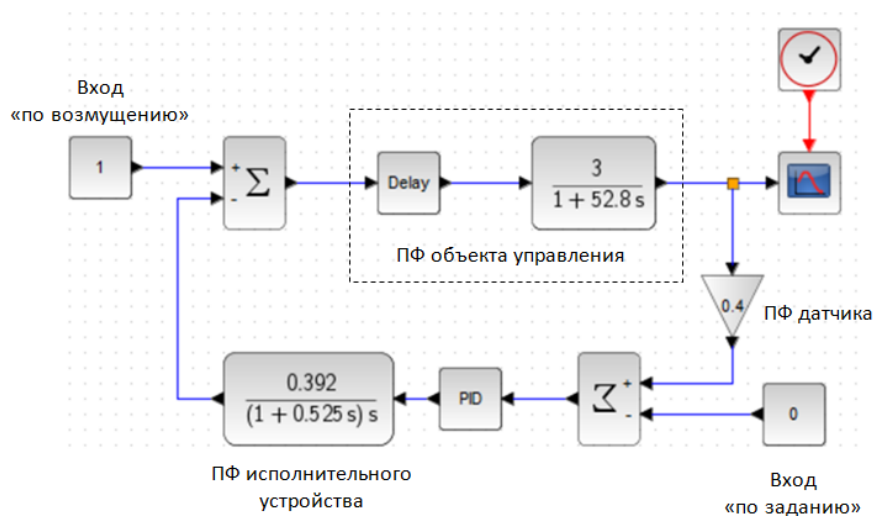


Рис. 2. Структурная схема САР, реализованная средствами SciLAB

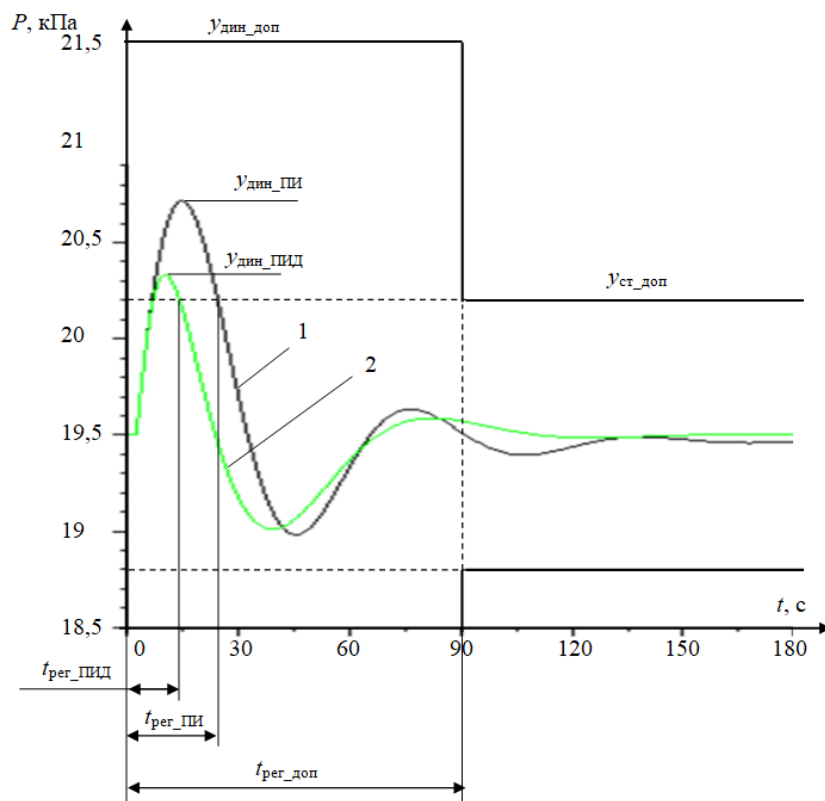


Рис. 3. Графики переходных процессов САР:  
1 – ПИ-закон регулирования; 2 – ПИД-закон регулирования

Таблица 1

Параметры настройки автоматического регулятора

Закон регулирования	Параметры настройки регулятора		
	коэффициент пропорциональной части, $k_p$	коэффициент интегральной части, $k_i$	коэффициент дифференциальной части, $k_d$
ПИ	0,1125	0,0000985	0
ПИД	0,15	0,00219	2,57

Таблица 2

Сравнительный анализ показателей качества регулирования

Показатель качества регулирования	Допустимое значение	Расчетные значения	
		ПИ-закон регулирования	ПИД-закон регулирования
динамическая ошибка	2 кПа	1,2 кПа	0,8 кПа
время регулирования	90 с	25 с	15 с
степень затухания	0,75	0,92	0,94

Значения прямых показателей качества регулирования не выходят за допустимые пределы (таблица 2). Поэтому можно считать, что САР справляется с регулированием давления коксового газа в электрофилт্রে.

#### Список литературы:

1. Андреев, Л. Н. Автоматизация процессов очистки воздуха электрофилтрами / Л. Н. Андреев, В. Н. Агапов, В. В. Юркин // Современная техника и технологии. – 2013. – № 12(28). – С. 13.
2. Андреев, Л. Н. Перспективы развития электрофилтрации воздушных сред / Л. Н. Андреев, А. М. Петров // Современная техника и технологии. – 2017. – № 3(67). – С. 39-42.
3. Перспективы автоматизации технологических процессов химических производств / А. А. Силаев, Д. Е. Кондрацкий, Я. А. Петухова, А. С. Сизоненко // Инженерный вестник Дона. – 2019. – № 1(52). – С. 95.
4. Стариков, В. О. Автоматизация очистки газа от оксида и диоксида углерода / В. О. Стариков // Молодежная наука в развитии регионов. – 2017. – Т. 1. – С. 194-195.

#### Информация об авторах:

Пасынков Сергей Алексеевич, студент гр. ЭАм-241, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, sergei.alekseevich.2002@mail.ru

Котляров Роман Витальевич, к.т.н., доцент, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, kotlyarovrv@kuzstu.ru