

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева

Институт Информационных и телекоммуникационных технологий

Кафедра «Автоматизация и управление»



Ш.К. Кошимбаев, О.В. Жирнова

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТИПОВЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ

Методические указания к практическим работам
для студентов специальности
5В070200 – «Автоматизация и управление»

Алматы 2012

УДК 65.011.056(076)

СОСТАВИТЕЛИ: Ш.К. Кошимбаев, О.В. Жирнова. Автоматизация типовых технологических процессов и производств. Методические указания к практическим работам для студентов специальности 5В070200 – «Автоматизация и управление». – Алматы: КазНТУ имени К.И. Сатпаева, 2012. –С. 1–33.

Методические указания составлены согласно Типовой учебной программе, утвержденной Министерством образования и науки Республики Казахстан, и в соответствии с требованиями ГОСО специальности, педагогико-психологических основ организации и проведения лабораторного занятия. Они направляют студентов на самостоятельную активизацию учебного процесса и включают в себя обоснование изучения темы, учебно-целевые вопросы, их взаимосвязь и уровни усвоения знаний, приобретаемых студентами на лекционных и практических занятиях. Они включают в себя описание 4 лабораторных работ и должны помочь студентам изучить и использовать на практике методы и технические средства автоматизации.

Методические указания предназначены для студентов специальности «Автоматизация и управление». Они могут быть использованы для студентов других технических специальностей.

Ил.5. Табл.3. Список лит. – 7 назв.

Рецензент К.С. Шоланов, д-р техн. наук

Печатается по Типовой учебной программе, утвержденной Министерством образования и науки Республики Казахстан на 2012 год.

©КазНТУ имени К. И. Сатпаева, 2012 г.

ВВЕДЕНИЕ

Современный подход к вопросам автоматизации технологических процессов предполагает новые методы управления процессами на основе использования типовых математических моделей процессов и применения современных датчиков, микроконтроллеров и др. средств управления.

Автоматизированные системы управления технологическими процессами (в металлургии, машиностроении, нефтегазовой промышленности) являются высшим этапом комплексной автоматизации и призваны обеспечить существенное увеличение производительности труда, улучшения качества выпускаемой продукции и других технико-экономических показателей производства, а также защиту окружающей среды.

Особенностью построения любой АСУ является системный подход ко всей совокупности металлургических, теплотехнических, экологических и управленческих вопросов.

Развитие современного производства идет по пути создания высокоэффективных промышленных установок, сопровождается интенсификацией технологических и производственных процессов и систем управления ими. При этом постепенно был осуществлен переход от ручного управления технологическими процессами к автоматизированным и далее – к полностью автоматическим.

Все это привело к выделению в науке об управлении самостоятельного раздела, перед которым ставятся задачи разработки методов и систем автоматизации технологических процессов. Эти системы получили название «Автоматизированные системы управления технологическими процессами» (АСУТП).

В эти системы включена большая область систем управления технологическими объектами с разной степенью освобождения человека (оператора) от функций контроля и управления и передачи их автоматическим устройствам.

Практическая работа № 1

Общее задание:

1 По заданным дифференциальным уравнениям определить операторные уравнения при нулевых начальных условиях, передаточные функции, структурные схемы звеньев, характеристические уравнения и их корни. Показать распределение корней на комплексной плоскости.

Оценить устойчивость каждого из звеньев.

2 По заданной передаточной функции записать дифференциальное уравнение.

Варианты раздаются по номеру в списке группы или по выбору.

Пример решения задания 1

Дано дифференциальное уравнение, характеризующее динамику технологического объекта,

$$6,25 \frac{d^2 y}{dt^2} + 4 \frac{dy}{dt} + y = 9x - 1,2 \frac{dx}{dt} - 5 \frac{du}{dt}.$$

Если обозначить $Y(s)$, $X(s)$ и $U(s)$ как изображения сигналов y , x и u соответственно, то операторное уравнение (при нулевых начальных условиях) в данном случае примет вид:

$$6,25s^2 Y(s) + 4sY(s) + Y(s) = 9X(s) - 1,2sX(s) - 5sU(s).$$

Данное уравнение можно преобразовать, вынеся $Y(s)$ и $X(s)$ за скобки:

$$Y(s) \cdot (6,25s^2 + 4s + 1) = X(s) \cdot (9 - 1,2s) - 5sU(s).$$

Отсюда получено

$$Y(s) = \frac{9 - 1,2s}{6,25s^2 + 4s + 1} X(s) - \frac{5s}{6,25s^2 + 4s + 1} U(s).$$

Если обозначить передаточные функции объекта как

$$W_x(s) = \frac{9 - 1,2s}{6,25s^2 + 4s + 1} \quad \text{и} \quad W_u(s) = \frac{5s}{6,25s^2 + 4s + 1},$$

то получается уравнение $Y(s) = W_x(s) \cdot X(s) + W_u(s) \cdot U(s)$. Структурная схема объекта приведена на рисунке 1.

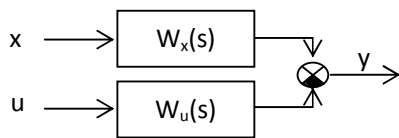


Рисунок 1.

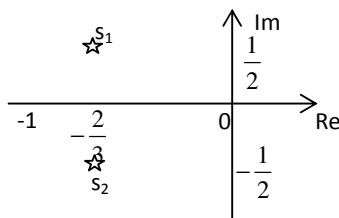


Рисунок 2.

Полученные передаточные функции имеют одинаковые знаменатели, называемые характеристическими выражениями:

$$A(s) = 6,25s^2 + 4s + 1.$$

Если приравнять данное выражение к нулю, то образуется характеристическое уравнение $6,25s^2 + 4s + 1 = 0$, корни которого

$$s_1 = -\frac{2}{3} + j\frac{1}{2} \text{ и } s_2 = -\frac{2}{3} - j\frac{1}{2}.$$

Распределение корней на комплексной плоскости показано на рисунке 2. По рисунку видно, что корни лежат в левой полуплоскости, следовательно, объект **устойчив**. ♦

Пример решения задания 2

Дана передаточная функция вида

$$W(s) = \frac{7s^3 + 5,5}{(s - 0,5)(3s^2 + 2)}.$$

Для записи дифференциального уравнения необходимо учесть, что по определению $W(s) = \frac{Y(s)}{X(s)}$, откуда получено:

$$\begin{aligned} W(s) &= \frac{7s^3 + 5,5}{(s - 0,5)(3s^2 + 2)} = \frac{Y(s)}{X(s)}, \\ Y(s)(s - 0,5)(3s^2 + 2) &= X(s)(7s^3 + 5,5), \\ Y(s)(3s^3 + 2s - 1,5s^2 - 1) &= X(s)(7s + 5,5), \\ 3s^3 Y(s) + 2s Y(s) - 1,5s^2 Y(s) - Y(s) &= 7s X(s) + 5,5 X(s). \end{aligned}$$

Теперь, если применить обратное преобразование Лапласа, получается:

$$3 \frac{d^3 y}{dt^3} + 2 \frac{dy}{dt} - 1,5 \frac{d^2 y}{dt^2} - y = 7 \frac{d^3 x}{dt^3} + 5,5 x. \quad \blacklozenge$$

Варианты заданий

Вариант № 1

1. а) $6 \frac{d^2 y}{dt^2} + 5 \frac{dy}{dt} + y = 2x + \frac{du}{dt}$; б) $\frac{d^2 y}{dt^2} + y = \frac{dx}{dt} + 3x + 2f - \frac{du}{dt}$.

2. $W(s) = \frac{3s+5}{(s-2)(s^2+3)}$.

Вариант № 2

1. а) $\frac{d^3 y}{dt^3} + \frac{d^2 y}{dt^2} + \frac{dy}{dt} + y = 2 \frac{du}{dt}$; б) $6 \frac{d^2 y}{dt^2} + 3 \frac{dy}{dt} + y = \frac{du}{dt} + 2u$.

2. $W(s) = \frac{2s+1}{s^2+3s-12}$.

Вариант № 3

1. а) $6 \frac{d^2 y}{dt^2} + 3 \frac{dy}{dt} + 2y = \frac{du}{dt} - 3f$; б) $2 \frac{dy}{dt} + y = -4u + 2f - 0.1 \frac{dx}{dt}$.

2. $W(s) = \frac{s-10}{(s-2)(s+5)}$.

Вариант № 4

1. а) $5 \frac{d^2 y}{dt^2} + 3 \frac{dy}{dt} + 0.5 \cdot y = 2 \frac{du}{dt} + 4u + \frac{df}{dt}$; б) $-2 \frac{dy}{dt} + \frac{d^2 y}{dt^2} + 4 \cdot y - 2 \frac{dx}{dt} - x = 0$.

2. $W(s) = \frac{4 \cdot s}{s^3+3 \cdot s-1}$.

Вариант № 5

1. а) $y + \frac{dy}{dt} + 3 \frac{d^2 y}{dt^2} = 2 \cdot u + 3 \frac{df}{dt} + f$; б) $\frac{d^3 y}{dt^3} + 2 \frac{dy}{dt} - x + \frac{df}{dt} = 0$.

2. $W(s) = \frac{s^2+1}{(s-3)(s+2)(s+0.5)}$.

Вариант № 6

1. а) $\frac{d^3 y}{dt^3} + 2 \frac{dy}{dt} - x + \frac{df}{dt} = 0$; б) $4 \frac{d^2 y}{dt^2} + 2 \frac{d^3 y}{dt^3} + \frac{dy}{dt} = \frac{dx}{dt} + 2 \cdot x - 10f$.

2. $W(s) = \frac{3s+8}{s^2+5}$.

Вариант № 7

1. а) $4 \frac{d^2 y}{dt^2} + \frac{dy}{dt} + y = 6 \frac{du}{dt} + u$; б) $16 \frac{d^2 y}{dt^2} + y + 8 \frac{dy}{dt} = 5 \frac{df}{dt} - 7f - x$.

2. $W(s) = \frac{5}{2s^2+3s+16}$.

Вариант № 8

1. а) $y - 2 \frac{d^2 x}{dt^2} + \frac{d^2 y}{dt^2} + \frac{dy}{dt} = 3x + \frac{d^2 f}{dt^2}$; б) $4 \frac{d^2 y}{dt^2} + 5 \frac{dy}{dt} + y = 4 \frac{dx}{dt} + u - 5f$.

2. $W(s) = \frac{3s-4}{(s^2+1)(s-2)}$.

Вариант № 9

1. а) $1.25 \frac{d^3 y}{dt^3} - 4 \frac{d^2 y}{dt^2} + 5 \frac{dy}{dt} + \frac{df}{dt} - 3f = 0$; б) $10y + 2 \frac{d^2 y}{dt^2} + 4 \frac{dy}{dt} - 3x = 4 \frac{df}{dt}$.

2. $W(s) = \frac{5s^2}{(s-1)(s^2+3)}$.

Вариант № 10

1. а) $3 \frac{dy}{dt} + 4 \frac{d^2 y}{dt^2} + \frac{d^3 y}{dt^3} = 3 \frac{df}{dt} - 2f + x$; б) $4 \frac{d^2 y}{dt^2} + 12y - 2 \frac{dx}{dt} + x = f$.

2. $W(s) = \frac{3s+1}{(s-11)(s+7)}$.

Вариант № 11

1. а) $\frac{d^3 y}{dt^3} - 2 \frac{d^2 y}{dt^2} + 2 \frac{dy}{dt} - u = 2 \frac{d^2 u}{dt^2}$; б) $y + 9 \frac{d^3 y}{dt^3} = \frac{dx}{dt} + f - 3 \frac{d^2 u}{dt^2}$.

2. $W(s) = \frac{s-4}{(s-1)(s^2+12)}$.

Вариант № 12

1. а) $\frac{d^2 y}{dt^2} + y = \frac{dx}{dt} + 3 \cdot x + 2 \cdot f - \frac{du}{dt}$; б) $\frac{d^3 y}{dt^3} + \frac{d^2 y}{dt^2} + \frac{dy}{dt} + y = 2 \frac{du}{dt}$.

2. $W(s) = \frac{2 \cdot s + 1}{(s+2)(s+3)}$.

Вариант № 13

1. а) $2 \frac{dy}{dt} + y = -4u + 2f - 0.1 \frac{dx}{dt}$; б) $5 \frac{d^2 y}{dt^2} + 3 \frac{dy}{dt} + 0.5y = 2 \frac{du}{dt} + 4u + \frac{df}{dt}$.

2. $W(s) = \frac{3s+5}{(s-2)(s^2+3)}$.

Вариант № 14

1. а) $-2 \frac{dy}{dt} + \frac{d^2 y}{dt^2} - 2 \frac{dx}{dt} - x + 4y = 0$; б) $y + \frac{dy}{dt} + 3 \frac{d^2 y}{dt^2} = 2u + 3 \frac{df}{dt} + f$.

2. $W(s) = \frac{3s}{s^2+2s+5}$.

Вариант № 15

1. а) $\frac{d^3 y}{dt^3} + 2 \frac{dy}{dt} - x + \frac{df}{dt} = 0$; б) $4 \frac{d^2 y}{dt^2} + 2 \frac{d^3 y}{dt^3} + \frac{dy}{dt} = \frac{dx}{dt} + 2x - 10f$.

2. $W(s) = \frac{s+9}{s(s^2+3)}$.

Вариант № 16

1. а) $4 \frac{d^2 y}{dt^2} + \frac{dy}{dt} + y = 6 \frac{du}{dt} + u$; б) $16 \frac{d^2 y}{dt^2} + y + 8 \frac{dy}{dt} = 5 \frac{df}{dt} - 7f - x$.

2. $W(s) = \frac{s-5}{3(s-2)s^2}$.

Вариант № 17

1. а) $y - 2 \frac{d^2 x}{dt^2} + \frac{d^2 y}{dt^2} + \frac{dy}{dt} = 3x + \frac{d^2 f}{dt^2}$; б) $4 \frac{d^2 y}{dt^2} + 5 \frac{dy}{dt} + y = 4 \frac{dx}{dt} + u - 5f$.

$$2. W(s) = \frac{3s^2}{(s-1)(s^2+5)}.$$

Вариант № 18

$$1. \text{a) } 10y + 2 \frac{d^2 y}{dt^2} + 4 \frac{dy}{dt} - 3x = 4 \frac{df}{dt} + 5u; \quad \text{б) } 3 \frac{dy}{dt} + 4 \frac{d^2 y}{dt^2} + \frac{d^3 y}{dt^3} = 3 \frac{df}{dt} - 2f + x.$$

$$2. W(s) = \frac{s+1}{(s-1)(s^2+3s)}.$$

Вариант № 19

$$1. \text{a) } 4 \frac{d^2 y}{dt^2} + 12y - 2 \frac{dx}{dt} + x = f; \quad \text{б) } 3 \frac{dy}{dt} - 6y = \frac{dx}{dt} - x + 8f.$$

$$2. W(s) = \frac{3s+5}{(s-2)(s^2+3)}.$$

Вариант № 20

$$1. \text{a) } \frac{d^3 y}{dt^3} - 2 \frac{d^2 y}{dt^2} + 2 \frac{dy}{dt} - u = 2 \frac{d^2 u}{dt^2}; \quad \text{б) } y + 9 \frac{d^3 y}{dt^3} = \frac{dx}{dt} + f - 3 \frac{d^2 u}{dt^2}.$$

$$2. W(s) = \frac{s+5}{s^2+2s+7}.$$

Вариант № 21

$$1. \text{a) } \frac{d^2 y}{dt^2} + y = \frac{dx}{dt} + 3x + 2f - \frac{du}{dt}; \quad \text{б) } 6 \frac{d^2 y}{dt^2} + 3 \frac{dy}{dt} + 2y = \frac{du}{dt} - 3f.$$

$$2. W(s) = \frac{2s+1}{s(s^2+3)}.$$

Вариант № 22

$$1. \text{a) } \frac{d^3 y}{dt^3} + 2 \frac{dy}{dt} - x + \frac{df}{dt} = 0; \quad \text{б) } 4 \frac{d^2 y}{dt^2} + 5 \frac{dy}{dt} + y = 4 \frac{dx}{dt} + u - 5f.$$

$$2. W(s) = \frac{2s}{s^3+3s^2+4s+10}.$$

Вариант № 23

$$1. \text{a) } \frac{d^2 y}{dt^2} + y = \frac{dx}{dt} + 3x + 2f - \frac{du}{dt}; \quad \text{б) } \frac{d^3 y}{dt^3} + \frac{d^2 y}{dt^2} + \frac{dy}{dt} + y = 2 \frac{du}{dt}.$$

$$2. W(s) = \frac{2s+1}{(s+2)(s+3)}.$$

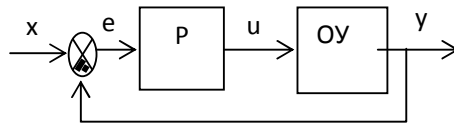
Вариант № 24

$$1. \text{a) } 2 \frac{dy}{dt} + y = -4u + 2f - 0.1 \frac{dx}{dt}; \quad \text{б) } 5 \frac{d^2 y}{dt^2} + 3 \frac{dy}{dt} + 0.5y = 2 \frac{du}{dt} + 4u + \frac{df}{dt}.$$

$$2. W(s) = \frac{3s+5}{(s-2)(s^2+3)}.$$

Практическая работа № 2

Общее задание



Дана одноконтурная АСР, для которой определена передаточная функция регулятора (Р) с настройками и дифференциальное уравнение объекта управления (ОУ). Требуется определить:

- передаточную функцию разомкнутой системы $W_{\infty}(s)$,
- характеристическое выражение замкнутой системы (ХВЗС),
- передаточные функции замкнутой системы $\Phi_3(s)$ – по заданию, $\Phi_B(s)$ – по возмущению, $\Phi_E(s)$ – по ошибке,
- коэффициенты усиления АСР,
- устойчивость системы.

Пример решения задания

Дан ПИ-регулятор с ПФ вида $W_p = 2 + \frac{1}{s}$ и объект управления, описываемый дифференциальным уравнением

$$2 \frac{d^3 y}{dt^3} + 3 \frac{d^2 y}{dt^2} + \frac{dy}{dt} = \frac{d^2 u}{dt^2} + 4 \frac{du}{dt} + u.$$

Определяется передаточная функция объекта:

$$W_{oo}(s) = \frac{s^2 + 4s + 1}{2s^3 + 3s^2 + s}.$$

Тогда передаточная функция разомкнутой системы имеет вид:

$$W_{\infty}(s) = W_p(s) \cdot W_{oo}(s) = \left(2 + \frac{1}{s}\right) \cdot \frac{s^2 + 4s + 1}{2s^3 + 3s^2 + s} = \frac{2s^3 + 9s^2 + 6s + 1}{2s^4 + 3s^3 + s^2} = \frac{B(s)}{A(s)}.$$

ХВЗС:

$$D(s) = A(s) + B(s) = 2s^4 + 3s^3 + s^2 + 2s^3 + 9s^2 + 6s + 1 = 2s^4 + 5s^3 + 10s^2 + 6s + 1.$$

Передаточные функции замкнутой системы:

$$\Phi_3(s) = \frac{W_{\infty}(s)}{1 + W_{\infty}(s)} = \frac{B(s)}{D(s)} = \frac{2s^3 + 9s^2 + 6s + 1}{2s^4 + 5s^3 + 10s^2 + 6s + 1} \quad \text{– по заданию,}$$

$$\Phi_E(s) = \frac{1}{1 + W_{\infty}(s)} = \frac{A(s)}{D(s)} = \frac{2s^4 + 3s^3 + s^2}{2s^4 + 5s^3 + 10s^2 + 6s + 1} \quad \text{– по ошибке,}$$

$$\Phi_B(s) = \frac{W_{oo}(s)}{1 + W_{\infty}(s)} = \frac{\frac{s^2 + 4s + 1}{2s^3 + 3s^2 + s}}{1 + \frac{2s^3 + 9s^2 + 6s + 1}{2s^4 + 5s^3 + 10s^2 + 6s + 1}} = \frac{s^2 + 4s + 1}{2s^4 + 5s^3 + 10s^2 + 6s + 1} \quad \text{– по возмущению.}$$

По передаточным функциям определяются коэффициенты усиления путем подстановки в них $s = 0$:

$$\begin{aligned} K_3 &= \Phi_3(0) = 1 \text{ – по заданию;} \\ K_E &= \Phi_E(0) = 0 \text{ – по ошибке;} \\ K_B &= \Phi_B(0) = 0 \text{ – по возмущению.} \end{aligned}$$

Устойчивость АСР определяется по критерию Гурвица.

Поскольку коэффициенты ХВЗС $a_4 = 2$, $a_3 = 5$, $a_2 = 10$, $a_1 = 6$, $a_0 = 1$ (степень полинома $n = 4$), то матрица Гурвица имеет вид:

$$\begin{pmatrix} 5 & 6 & 0 & 0 \\ 2 & 10 & 1 & 0 \\ 0 & 5 & 6 & 0 \\ 0 & 2 & 10 & 1 \end{pmatrix}$$

(обратите внимание на сходство строк матрицы: 1 с 3 и 2 с 4).

Определители:

$$\Delta_1 = 5 > 0,$$

$$\Delta_2 = \begin{pmatrix} 5 & 6 \\ 2 & 10 \end{pmatrix} = 5 \cdot 10 - 2 \cdot 6 = 38 > 0,$$

$$\Delta_3 = \begin{pmatrix} 5 & 6 & 0 \\ 2 & 10 & 1 \\ 0 & 5 & 6 \end{pmatrix} = (5 \cdot 10 \cdot 6 + 6 \cdot 1 \cdot 0 + 2 \cdot 5 \cdot 0) - (0 \cdot 10 \cdot 0 + 5 \cdot 5 \cdot 1 + 2 \cdot 6 \cdot 6) =$$

$$= 209 > 0$$

$$\Delta_4 = 1 \cdot \Delta_3 = 1 \cdot 209 > 0.$$

Поскольку все определители положительны, то АСР **устойчива**. ♦

Варианты заданий

Вариант № 1

P - ПИ-регулятор с ПФ вида $W_p = 4 + \frac{4}{s}$;

дифференциальное уравнение ОУ: $16 \frac{d^3 y}{dt^3} + 8 \frac{d^2 y}{dt^2} + \frac{dy}{dt} = \frac{du}{dt} + u$.

Вариант № 2

P - ПИ-регулятор с ПФ вида $W_p = 5 + \frac{1}{s}$;

дифференциальное уравнение ОУ: $4 \frac{d^3 y}{dt^3} + 2 \frac{d^2 y}{dt^2} + \frac{dy}{dt} = u$.

Вариант № 3

P - П-регулятор с ПФ вида $W_p = 0,5$;

дифференциальное уравнение ОУ: $4 \frac{d^3 y}{dt^3} + 5 \frac{d^2 y}{dt^2} + 6 \frac{dy}{dt} + y = \frac{du}{dt} + u$.

Вариант № 4

P - ПИ-регулятор с ПФ вида $W_p = 2 + \frac{1}{s}$;

дифференциальное уравнение ОУ: $27 \frac{d^3 y}{dt^3} + 27 \frac{d^2 y}{dt^2} + 9 \frac{dy}{dt} + y = 5u$.

Вариант № 5

P - ПИ-регулятор с ПФ вида $W_p = 1 + \frac{1}{s}$;

дифференциальное уравнение ОУ: $8 \frac{d^3 y}{dt^3} + 6 \frac{d^2 y}{dt^2} + \frac{dy}{dt} = 8u$.

Вариант № 6

P - П-регулятор с ПФ вида $W_p = 4$;

дифференциальное уравнение ОУ: $\frac{d^3 y}{dt^3} + \frac{d^2 y}{dt^2} = 2 \frac{d^2 u}{dt^2} + 3 \frac{du}{dt} + u$.

Вариант № 7

P - ПИ-регулятор с ПФ вида $W_p = 5 + \frac{5}{s}$;

дифференциальное уравнение ОУ: $12 \frac{d^3 y}{dt^3} + 10 \frac{d^2 y}{dt^2} + 2 \frac{dy}{dt} = u$.

Вариант № 8

P - П-регулятор с ПФ вида $W_p = 8$;

дифференциальное уравнение ОУ: $7 \frac{d^3 y}{dt^3} + 8 \frac{d^2 y}{dt^2} + 9 \frac{dy}{dt} + y = 5 \frac{du}{dt} + u$.

Вариант № 9

P - ПИ-регулятор с ПФ вида $W_p = 4 + \frac{1}{s}$;

дифференциальное уравнение ОУ: $4 \frac{d^2 y}{dt^2} + 6 \frac{dy}{dt} + 2y = 4u$.

Вариант № 10

P - И-регулятор с ПФ вида $W_p = \frac{3}{s}$;

дифференциальное уравнение ОУ: $2 \frac{d^3 y}{dt^3} + 3 \frac{d^2 y}{dt^2} + \frac{dy}{dt} = \frac{d^2 u}{dt^2} + 4 \frac{du}{dt} + u$.

Вариант № 11

P - ПИ-регулятор с ПФ вида $W_p = 1 + \frac{1}{s}$;

дифференциальное уравнение ОУ: $4 \frac{d^2 y}{dt^2} + 5 \frac{dy}{dt} + y = 2u$.

Вариант № 12

P - ПИ-регулятор с ПФ вида $W_p = 1 + \frac{1}{s}$;

дифференциальное уравнение ОУ: $10 \frac{d^3 y}{dt^3} + 7 \frac{d^2 y}{dt^2} + \frac{dy}{dt} = 4u$.

Вариант № 13

P - ПИ-регулятор с ПФ вида $W_p = 5 + \frac{1}{s}$;

дифференциальное уравнение ОУ: $4 \frac{d^3 y}{dt^3} + 8 \frac{d^2 y}{dt^2} + 5 \frac{dy}{dt} + y = 4u$.

Вариант № 14

P - ПИ-регулятор с ПФ вида $W_p = 1 + \frac{1}{s}$;

дифференциальное уравнение ОУ: $25 \frac{d^3 y}{dt^3} + 10 \frac{d^2 y}{dt^2} + \frac{dy}{dt} = 2u$.

Вариант № 15

P - И-регулятор с ПФ вида $W_p = \frac{3}{s}$;

дифференциальное уравнение ОУ: $4 \frac{d^2 y}{dt^2} + \frac{dy}{dt} = 2 \frac{du}{dt} + u$.

Вариант № 16

P - ПИ-регулятор с ПФ вида $W_p = 1 + \frac{1}{s}$;

дифференциальное уравнение ОУ: $10 \frac{d^3 y}{dt^3} + 7 \frac{d^2 y}{dt^2} + \frac{dy}{dt} = 8u$.

Вариант № 17

P - ПИ-регулятор с ПФ вида $W_p = 1 + \frac{1}{s}$;

дифференциальное уравнение ОУ: $4 \frac{d^2 y}{dt^2} + 2 \frac{dy}{dt} + y = 3u$.

Вариант № 18

P - П-регулятор с ПФ вида $W_p = 2$;

дифференциальное уравнение ОУ: $3 \frac{d^3 y}{dt^3} + 2 \frac{d^2 y}{dt^2} + 4 \frac{dy}{dt} + y = 4 \frac{du}{dt} + u$.

Вариант № 19

P - П-регулятор с ПФ вида $W_p = 4$;

дифференциальное уравнение ОУ: $7 \frac{d^3 y}{dt^3} + 8 \frac{d^2 y}{dt^2} + 9 \frac{dy}{dt} + y = \frac{d^2 u}{dt^2} + \frac{du}{dt} + u$.

Вариант № 20

P - И-регулятор с ПФ вида $W_p = \frac{3}{s}$;

дифференциальное уравнение ОУ: $4 \frac{d^2 y}{dt^2} + 5 \frac{dy}{dt} + y = u$.

Вариант № 21

P - ПИ-регулятор с ПФ вида $W_p = 2 + \frac{1}{s}$;

дифференциальное уравнение ОУ: $\frac{d^2 y}{dt^2} + 3 \frac{dy}{dt} + y = u$.

Вариант № 22

P - ПИ-регулятор с ПФ вида $W_p = 1 + \frac{4}{s}$;

дифференциальное уравнение ОУ: $16 \frac{d^3 y}{dt^3} + 8 \frac{d^2 y}{dt^2} + \frac{dy}{dt} = \frac{du}{dt} + u$.

Вариант № 23

P - ПИ-регулятор с ПФ вида $W_p = 0,5 + \frac{1}{s}$;

дифференциальное уравнение ОУ: $4 \frac{d^3 y}{dt^3} + 2 \frac{d^2 y}{dt^2} + \frac{dy}{dt} = u$.

Вариант № 24

P - П-регулятор с ПФ вида $W_p = 0,1$;

дифференциальное уравнение ОУ: $4 \frac{d^3 y}{dt^3} + 5 \frac{d^2 y}{dt^2} + 6 \frac{dy}{dt} + y = \frac{du}{dt} + u$.

Вариант № 25

P - ПИ-регулятор с ПФ вида $W_p = 0,2 + \frac{1}{s}$;

дифференциальное уравнение ОУ: $27 \frac{d^3 y}{dt^3} + 27 \frac{d^2 y}{dt^2} + 9 \frac{dy}{dt} + y = 5u$.

Вариант № 26

P - ПИ-регулятор с ПФ вида $W_p = 2 + \frac{1}{s}$;

дифференциальное уравнение ОУ: $8 \frac{d^3 y}{dt^3} + 6 \frac{d^2 y}{dt^2} + \frac{dy}{dt} = 8u$.

Практическая работа № 3

Общее задание:

По табличным данным построить переходную кривую объекта, определить параметры передаточной функции объекта, рассчитать настройки ПИД-регулятора, обеспечивающие 20%-е перерегулирование.

Вариант № 1

$\Delta X = 15$ кПа; $\Delta Y = 24$ °С; $\tau = 1$ мин

$t, \text{мин}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ΔY	0,0	4,4	8,8	12,8	16,0	18,8	21,0	22,2	23,8	24,0

Вариант № 2

$\Delta X_{\text{вх}} = 15$ кПа; $\Delta Y = 150$ °С; $\tau_{\text{зап}} = 0,15$ мин

$t, \text{мин}$	0,0	0,2	0,5	0,7	1,0	1,2	1,5	1,7	2,0	2,2	2,5	2,75	3,0
	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0		0
ΔY	0	9	20	34	52	79	108	124	136	143	148	149,7	150

Вариант № 3

$\Delta X_{\text{вх}} = 90$ м³/час; $\Delta Y = 45$ °С; $\tau_{\text{зап}} = 0,1$ мин

$t, \text{мин}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ΔY	0,0	5,5	16,0	25,5	31,5	35,0	38,0	40,0	41,7	43,0	43,8	44,5	45,0

Вариант № 4

$\Delta X_{\text{вх}} = 25$ кПа; $\Delta Y = 8$ °С; $\tau_{\text{зап}} = 1$ мин

$t, \text{мин}$	0	1	2	3	4	5	6	7
ΔY	0,0	0,1	1,3	2,7	3,9	4,9	5,7	6,3
	0	0	0	5	0	0	0	0

$t, \text{мин}$	8	9	10	11	12	13	14	15
ΔY	6,7	7,2	7,5	7,7	7,8	7,9	8,0	8,0
	0	0	0	0	5	5	0	0

Вариант № 5

$\Delta X_{\text{вх}} = 0,5$ кг/см²; $\Delta Y = 36$ °С; $\tau_{\text{зап}} = 1$ мин

$t, \text{мин}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ΔY	0	4,0	8,3	12,8	16,5	19,2	21,3	23,3	25,0	27,0	28,5

t , мин	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
ΔY	30,0	30,8	31,7	32,4	33,0	33,6	34,1	34,7	35,0	35,5	36,0

Вариант № 6

$\Delta X_{\text{вх}} = 10 \text{ кПа}; \quad \Delta Y = 7 \text{ }^\circ\text{C}; \quad \tau_{\text{зап}} = 0,35 \text{ мин}$

t , мин	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ΔY	0,3	1,1	2,4	3,6	4,4	5,1	5,7	6,2	6,5	6,7	6,9	7,0
					5					5		

Вариант № 7

$\Delta X_{\text{вх}} = 25 \text{ кПа}; \quad \Delta Y = 7,5 \text{ }^\circ\text{C}; \quad \tau_{\text{зап}} = 0,5 \text{ мин}$

t , мин	0	0,5	2	4	6	8	10	12	14
ΔY	0	0	0,3	0,9	2,3	4	4,9	5,6	6,1

t , мин	16	18	20	22	24	26	28	30
ΔY	6,6	6,9	7,2	7,4	7,5	7,5	7,5	7,5

Вариант № 8

$\Delta X_{\text{вх}} = 4 \text{ кПа}; \quad \Delta Y = 0,138 \text{ }^\circ\text{C}; \quad \tau_{\text{зап}} = 34 \text{ сек}$

t , мин	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300
ΔY	1,26	1,2	1,26	1,29	1,31	1,33	1,35	1,36	1,37	1,38	1,38
	1	6	9	1	5	8	7	8	6	0	0

Вариант № 9

$\Delta X_{\text{вх}} = 5,5 \text{ кПа}; \quad \Delta Y = 0,149 \text{ }^\circ\text{C}; \quad \tau_{\text{зап}} = 40 \text{ сек}$

t , мин	0	20	50	80	110	140	170	200	230	260
ΔY	0	0,00	0,03	0,06	0,08	0,11	0,13	0,14	0,14	0,14
		9	2	0	9	6	0	1	9	9

Вариант № 10

$\Delta X_{\text{вх}} = 20 \text{ кПа}; \quad \Delta Y = 23 \text{ }^\circ\text{C}; \quad \tau_{\text{зап}} = 0,5 \text{ мин}$

t , мин	0	1	2	3	4	5	6	7	8
ΔY	0	0,6	1,8	3,6	5,8	8,2	11,2	14	16,4

t , мин	9	10	11	12	13	14	15	16
ΔY	18,2	20,2	21,4	22	22,4	22,6	22,8	23

Вариант № 11

$\Delta X_{\text{вх}} = 20$ кПа; $\tau_{\text{зап}} = 0,5$ мин

t , мин	0	1	2	3	4	5	6	7	8
ΔY	0	0,3	1,0	2,3	4,7	8,4	13,2	19,3	25,7

Вариант № 12

$\Delta X_{\text{вх}} = 20$ кПа; $\Delta Y = 30$ °С; $\tau_{\text{зап}} = 1$ мин

t , мин	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ΔY	0	2	5	8	10	12	15	18	25	27	30	30	30

Вариант № 13

$\Delta X_{\text{вх}} = 10$ кПа; $\tau_{\text{зап}} = 0,5$ мин

t , мин	0	1	2	3	4	5	6	7	8
ΔY	0	0,15	0,5	1,15	2,35	4,2	6,6	9,65	12,9

Вариант № 14

$\Delta X_{\text{вх}} = 30$ кПа; $\Delta Y = 7,0$ °С; $\tau_{\text{зап}} = 0,2$ мин

t , мин	0	0,4	0,2	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2
ΔY	0	1,33	0,42	2,31	3,43	4,55	5,46	6,02	6,44	6,72	6,86	7,00

Вариант № 15

$\Delta X_{\text{вх}} = 25$ кПа; $\Delta Y = 50$ °С; $\tau_{\text{зап}} = 2$ мин 45 сек

t , мин	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
ΔY	0	1	5	13	21	30	36	41	45	48	49	50	50

Вариант № 16

$\Delta X_{\text{вх}} = 9,6$ м³/час; $\Delta Y = H$ мм.вод.ст.; $\tau_{\text{зап}} = 1$ мин

t , мин	0	5	10	15	20	25	30	35
ΔY	0	-1	-1,625	-2,125	-2,5	-2,517	-2,512	-2,37

t , мин	40	45	50	55	60	65
ΔY	-2,0	-1,375	-0,375	0,875	2,16	3,5

Вариант № 17

$\Delta X_{\text{вх}} = 8 \text{ кПа}; \quad \Delta Y = 6 \text{ }^\circ\text{C}; \quad \tau_{\text{зап}} = 2 \text{ мин}$

t , мин	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ΔY	0	0,3	0,9	2	3,2	3,9	4,4	4,8	5,1	5,3

t , мин	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ΔY	5,5	5,7	5,8	5,8	5,9	5,9	5,9	5,9	6	6

Вариант № 18

$\Delta X_{\text{вх}} = 15 \text{ кПа}; \quad \Delta Y = 3,8 \text{ т/час}; \quad \tau_{\text{зап}} = 3 \text{ мин}$

t , мин	0	9	15	21	27	33	39	45	51	57	63	69	75	78
ΔY	0	0,65	2,23	2,85	3,2	3,4	3,53	3,62	3,67	3,72	3,75	3,77	3,79	3,8

Вариант № 19

$\Delta X_{\text{вх}} = 20 \text{ кПа}; \quad \Delta Y = 22,6 \text{ }^\circ\text{C}; \quad \tau_{\text{зап}} = 30 \text{ сек}$

t , мин	0	1	2	3	4	5	6	7
ΔY	0	2,2	6	9,2	11,6	13,8	15,7	17,5

t , мин	8	9	10	11	12	13	14
ΔY	19,1	20,4	21,3	21,9	22,3	22,5	22,6

Вариант № 20

$\Delta X_{\text{вх}} = 10 \text{ кПа}; \quad \Delta Y = 5,5 \text{ }^\circ\text{C}; \quad \tau_{\text{зап}} = 0,55 \text{ мин}$

t , мин	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ΔY	0	0,13	0,7	2,2	3,73	4,6	5,0	5,2	5,3	5,4	5,4	5,4	5,5

Вариант № 21

$\Delta X_{\text{вх}} = 30 \text{ кПа}; \quad \Delta Y = 6,5 \text{ }^\circ\text{C}; \quad \tau_{\text{зап}} = 1 \text{ мин}$

t , мин	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ΔY	0	0,5	1,6	3,0	4,3	5,2	5,6	6,0	6,2	6,35	6,45	6,5

Практическая работа № 4

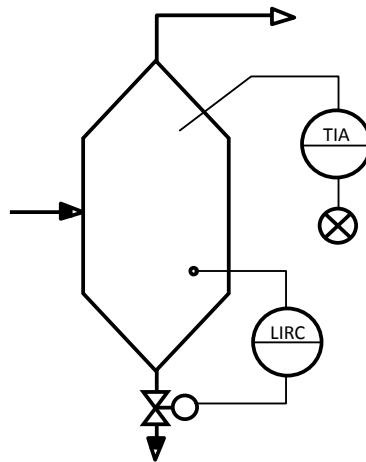
Общее задание

По заданной упрощенной функциональной схеме автоматизации построить полную схему, выбрать средства автоматизации с учетом указанных технологических параметров.

Результаты оформляются в виде расчетно-графической работы на листах формата А4, включающей чертеж схемы, спецификацию и краткое описание выбранных приборов. Обозначения на функциональных схемах автоматизации приведены в Приложении.

Варианты заданий

Вариант 1



D_y – диаметр трубопровода для подбора клапанов и диафрагм;

$T = 70 \pm 3 \text{ } ^\circ\text{C}$,

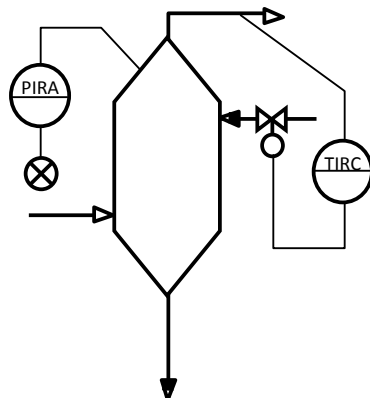
$L = 1,5 \pm 0,5 \text{ м}$,

$T_{\min} = 40 \text{ } ^\circ\text{C}$,

$D_y = 50 \text{ мм}$,

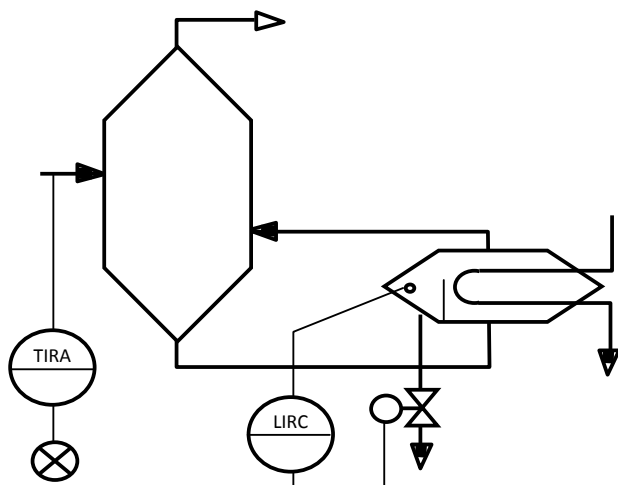
$P = 0,6 \text{ МПа}$

Вариант 2



D_y – диаметр трубопровода для подбора клапанов и диафрагм;
 $P = 0,12 \pm 0,005$ МПа,
 $P_{\max} = 0,14$ МПа,
 $T = 185 \pm 5$ °С,
 $D_y = 100$ мм

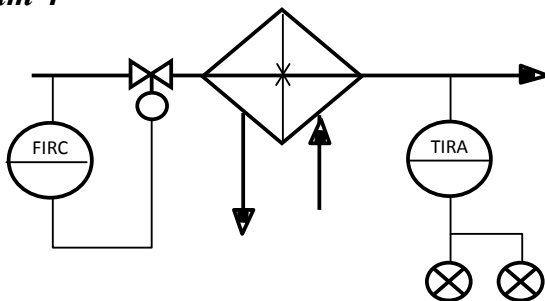
Вариант 3



D_y – диаметр трубопровода для подбора клапанов и диафрагм;

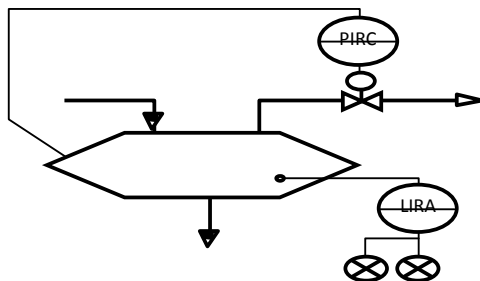
$T = 250 \pm 5$ °С,
 $L = 1,8 \pm 0,3$ м,
 $T_{\max} = 270$ °С,
 $D_y = 100$ мм,

Вариант 4



ΔP – перепад давления на сужающем устройстве,
 D_y – диаметр трубопровода для подбора клапанов и диафрагм;
 $T = 170 \pm 3$ °С, $F = 50 \pm 0,5$ м³/час, $T_{\max} = 180$ °С,
 $T_{\min} = 150$ °С, $D_y = 100$ мм, $P = 0,5$ МПа, $\Delta P = 6$ МПа.

Вариант 5



D_y – диаметр трубопровода для подбора клапанов и диафрагм;

$P = 0,8 \pm 0,01$ МПа,

$L = 1,0 \pm 0,2$ м,

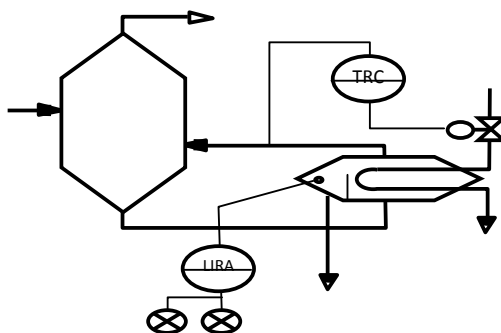
$L_{\min} = 50 \%L$,

$L_{\max} = 80 \%L$,

$D_y = 50$ мм,

$T = 50$ °С

Вариант 6



D_y – диаметр трубопровода для подбора клапанов и диафрагм;

$T = 350 \pm 8$ °С,

$L = 1,5 \pm 0,4$ м,

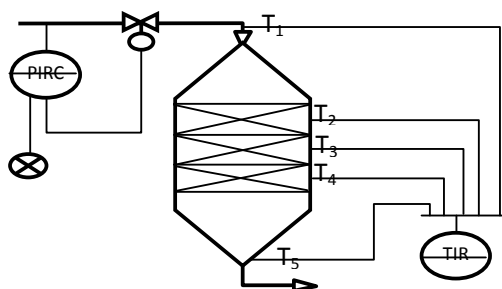
$L_{\min} = 40 \%L$,

$L_{\max} = 70 \%L$,

$D_y = 100$ мм,

$P = 0,3$ МПа

Вариант 7



D_y – диаметр трубопровода для подбора клапанов и диафрагм;

$P = 0,2 \pm 0,001$ МПа,

$P_{\min} = 0,19$ МПа,

$D_y = 100$ мм,

$T_1 = 40 \pm 1$ °С,

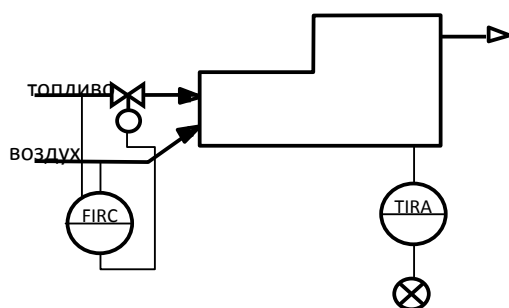
$T_2 = 45 \pm 1$ °С,

$T_3 = 50 \pm 1$ °С,

$T_4 = 55 \pm 1$ °С,

$T_5 = 60 \pm 1$ °С

Вариант 8



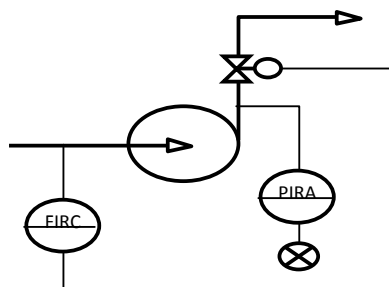
ΔP – перепад давления на сужающем устройстве,

D_y – диаметр трубопровода для подбора клапанов и диафрагм;

$F_T = 20 \pm 0,8$ м³/час, $\Delta P = 0,3$ КПа, $P_T = 0,11$ МПа, $D_{yT} = 50$ мм,

$F_B = 150 \pm 0,9$ м³/час, $\Delta P = 0,3$ КПа, $D_{yB} = 100$ мм, $T = 750 \pm 10$ °С,
 $T_{\min} = 700$ °С.

Вариант 9



ΔP – перепад давления на сужающем устройстве,

D_y – диаметр трубопровода для подбора клапанов и диафрагм;

$T = 20$ °С,

$F = 200 \pm 20$ м³/час,

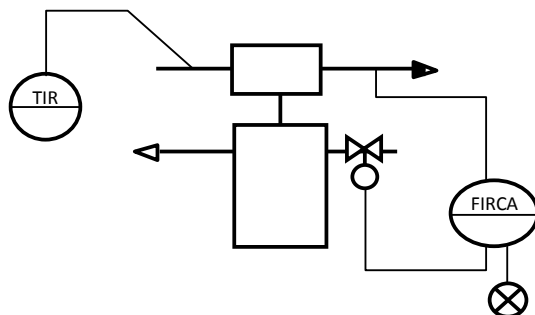
$P_{\min} = 2,3$ КПа,

$D_y = 200$ мм,

$P = 2,4 \pm 0,1$ МПа,

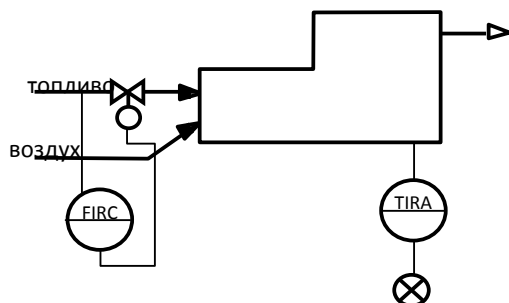
$\Delta P = 6,3$ КПа

Вариант 10



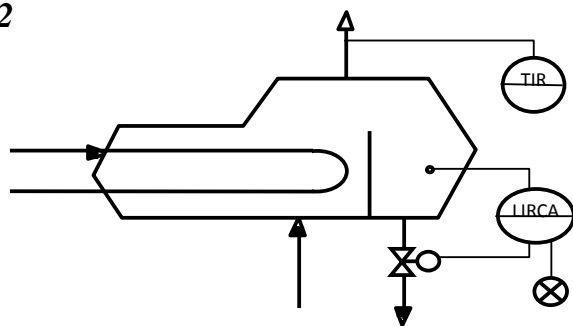
ΔP – перепад давления на сужающем устройстве,
 D_y – диаметр трубопровода для подбора клапанов и диафрагм;
 $T = 300 \pm 20$ °С,
 $F = 140$ м³/час,
 $F_{\min} = 125$ м³/час,
 $D_y = 50$ мм,
 $P = 5$ МПа,
 $\Delta P = 10000$ Па.

Вариант 11



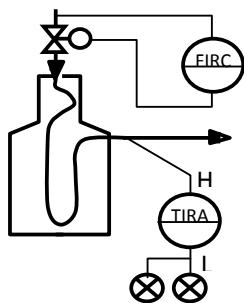
ΔP – перепад давления на сужающем устройстве,
 D_y – диаметр трубопровода для подбора клапанов и диафрагм;
 $T = 850 \pm 20$ °С,
 $F_T = 50 \pm 0,5$ м³/час,
 $T_{\max} = 900$ °С,
 $D_y = 50$ мм,
 $P = 0,15$ МПа,
 $\Delta P = 10$ КПа.

Вариант 12



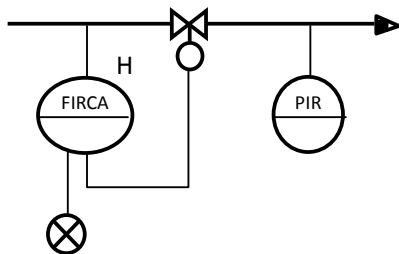
D_y – диаметр трубопровода для подбора клапанов и диафрагм;
 $T = 350 \pm 15 \text{ }^\circ\text{C}$, $L = 1,0 \pm 0,2 \text{ м}$,
 $L_{\min} = 40 \%L$,
 $D_y = 50 \text{ мм}$,
 $P = 0,11 \text{ МПа}$

Вариант 13



ΔP – перепад давления на сужающем устройстве,
 D_y – диаметр трубопровода для подбора клапанов и диафрагм;
 $T = 350 \pm 10 \text{ }^\circ\text{C}$,
 $F = 180 \pm 5 \text{ м}^3/\text{час}$,
 $T_{\min} = 330 \text{ }^\circ\text{C}$,
 $T_{\max} = 370 \text{ }^\circ\text{C}$,
 $D_y = 150 \text{ мм}$,
 $P = 2,5 \text{ МПа}$,
 $\Delta P = 10 \text{ КПа}$

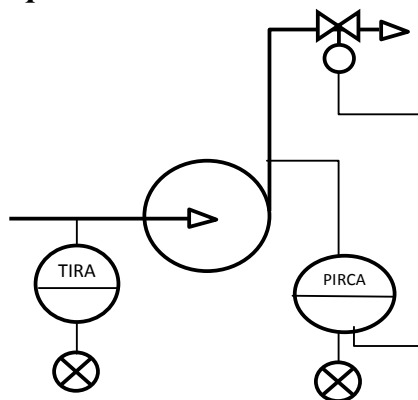
Вариант 14



ΔP – перепад давления на сужающем устройстве,

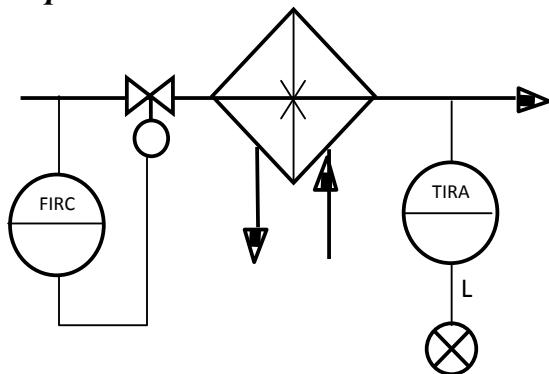
D_y – диаметр трубопровода для подбора клапанов и диафрагм;
 $F = 100 \pm 5 \text{ м}^3/\text{час}$, $F_{\text{max}} = 110 \text{ м}^3/\text{час}$,
 $D_y = 100 \text{ мм}$,
 $P = 0,1 \pm 0,01 \text{ МПа}$,
 $\Delta P = 630 \text{ Па}$

Вариант 15



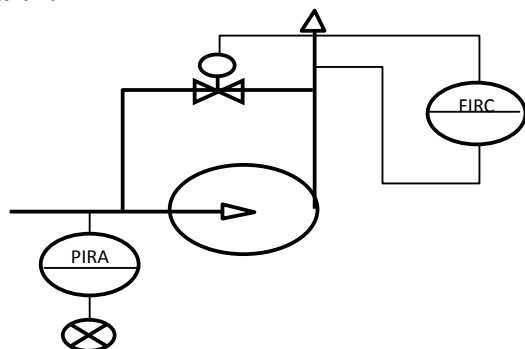
ΔP – перепад давления на сужающем устройстве,
 D_y – диаметр трубопровода для подбора клапанов и диафрагм;
 $T = 80 \pm 5 \text{ °C}$,
 $T_{\text{max}} = 100 \text{ °C}$,
 $D_y = 200 \text{ мм}$,
 $P = 0,8 \pm 0,08 \text{ МПа}$,
 $P_{\text{min}} = 0,6 \text{ КПа}$

Вариант 16



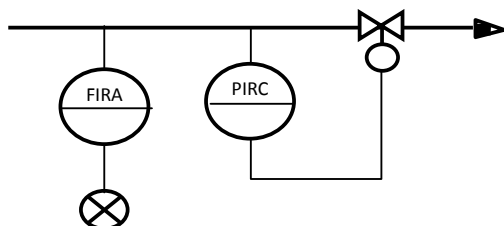
ΔP – перепад давления на сужающем устройстве,
 D_y – диаметр трубопровода для подбора клапанов и диафрагм;
 $T = 210 \pm 5 \text{ °C}$, $F = 200 \pm 10 \text{ м}^3/\text{час}$,
 $T_{\text{min}} = 180 \text{ °C}$, $D_y = 250 \text{ мм}$,
 $P = 0,5 \text{ МПа}$, $\Delta P = 6,3 \text{ КПа}$.

Вариант 17



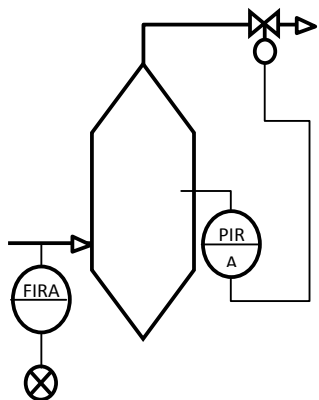
ΔP – перепад давления на сужающем устройстве,
 D_y – диаметр трубопровода для подбора клапанов и диафрагм;
 $T = 40 \text{ }^\circ\text{C}$,
 $P = 0,8 \pm 0,004 \text{ МПа}$,
 $P_{\min} = 0,75 \text{ КПа}$,
 $D_y = 100 \text{ мм}$,
 $F = 120 \text{ м}^3/\text{час}$,
 $\Delta P = 10 \text{ КПа}$

Вариант 18



ΔP – перепад давления на сужающем устройстве,
 D_y – диаметр трубопровода для подбора клапанов и диафрагм;
 $F = 250 \pm 10 \text{ м}^3/\text{час}$,
 $F_{\min} = 230 \text{ м}^3/\text{час}$,
 $D_y = 200 \text{ мм}$,
 $P = 0,15 \pm 0,001 \text{ МПа}$.

Вариант 19



$$\Delta P = 1 \text{ КПа}$$

ΔP – перепад давления на сужающем устройстве,

D_y – диаметр трубопровода для подбора клапанов и диафрагм;

$$F = 60 \pm 3 \text{ м}^3/\text{час},$$

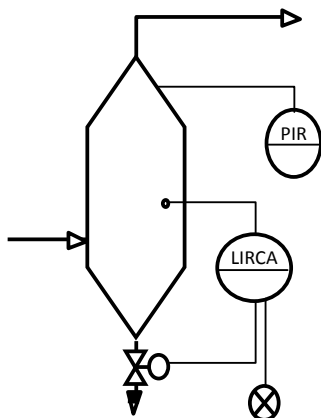
$$F_{\max} = 63 \text{ м}^3/\text{час},$$

$$D_y = 50 \text{ мм},$$

$$P = 4 \pm 0,5 \text{ МПа},$$

$$\Delta P = 6,3 \text{ КПа}$$

Вариант 20



D_y – диаметр трубопровода для подбора клапанов и диафрагм;

$$T = 240 \text{ }^\circ\text{C},$$

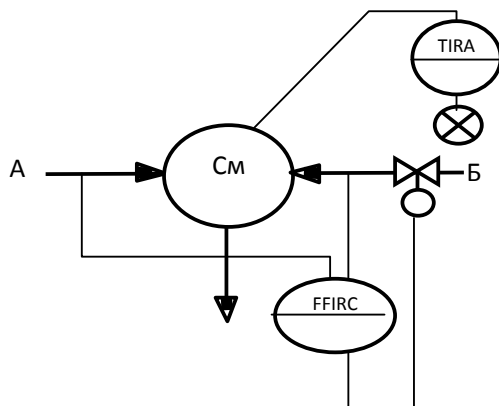
$$L = 1,2 \pm 0,1 \text{ м},$$

$$L_{\max} = 0,8 L,$$

$$D_y = 100 \text{ мм},$$

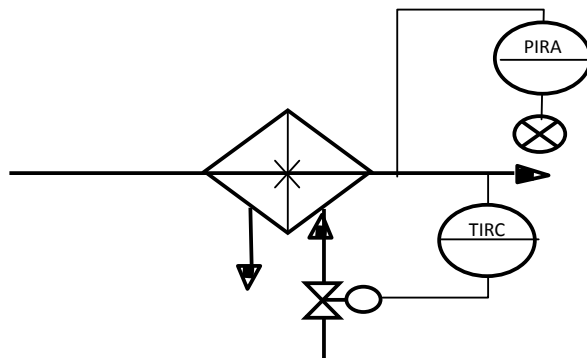
$$P = 0,6 \pm 0,01 \text{ МПа}.$$

Вариант 21



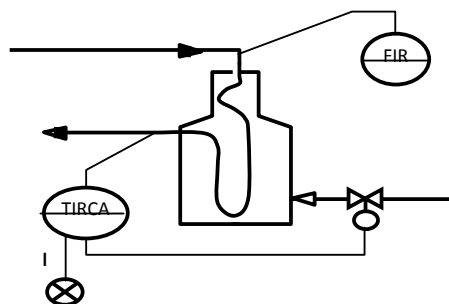
D_y – диаметр трубопровода для подбора клапанов и диафрагм;
 $T = 80 \pm 5 \text{ } ^\circ\text{C}$,
 $F_A = 40 \pm 0,5 \text{ м}^3/\text{час}$,
 $F_B = 40 \pm 0,5 \text{ м}^3/\text{час}$,
 $T_{\text{max}} = 85 \text{ } ^\circ\text{C}$,
 $D_{yA} = D_{yB} = 50 \text{ мм}$,
 $P = 0,1 \text{ МПа}$

Вариант 22



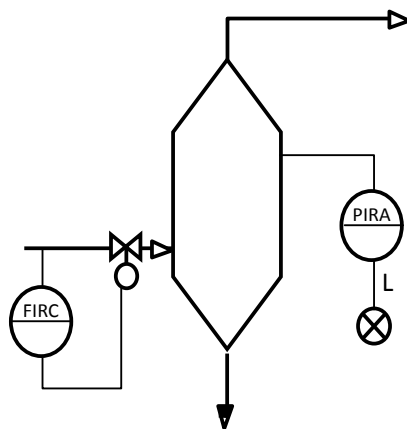
ΔP – перепад давления на сужающем устройстве,
 D_y – диаметр трубопровода для подбора клапанов и диафрагм;
 $T = 210 \pm 10 \text{ } ^\circ\text{C}$,
 $P_{\text{min}} = 0,75 \text{ КПа}$,
 $D_y = 100 \text{ мм}$,
 $P = 0,8 \pm 0,08 \text{ МПа}$

Вариант 23



ΔP – перепад давления на сужающем устройстве,
 D_y – диаметр трубопровода для подбора клапанов и диафрагм;
 $P = 2$ МПа,
 $F = 140 \pm 10$ м³/час,
 $T_{\min} = 330$ °С,
 $D_y = 100$ мм,
 $D_{y,\text{топл.}} = 50$ мм,
 $T = 350 \pm 10$ °С,
 $\Delta P = 10$ КПа

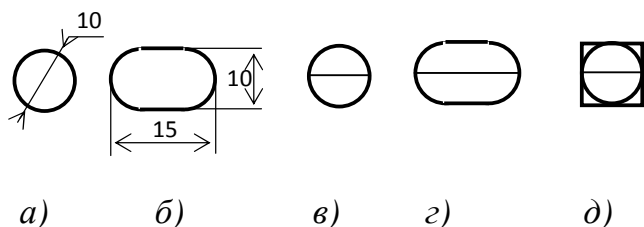
Вариант 24



ΔP – перепад давления на сужающем устройстве,
 D_y – диаметр трубопровода для подбора клапанов и диафрагм;
 $T = 150$ °С,
 $F = 70 \pm 0,5$ м³/час,
 $P_{\min} = 1,4$ МПа,
 $D_y = 50$ мм,
 $P = 1,5 \pm 0,2$ МПа,
 $\Delta P = 0,4$ КПа

Условные обозначения на схемах автоматизации

Все местные измерительные и преобразовательные приборы, установленные на технологическом объекте, изображаются на функциональных схемах автоматизации в виде окружностей (см. рис. *а* и *б*).



Если приборы размещаются на щитах и пультах в центральных или местных операторных помещениях, то внутри окружности проводится горизонтальная разделительная линия (см. рисунок, *в* и *г*). Если функция, которой соответствует окружность, реализована в системе распределенного управления (например, в компьютеризированной системе), то окружность вписывается в квадрат (см. рисунок, *д*).

Внутри окружности вписываются:

- в верхнюю часть – функциональное обозначение (обозначения контролируемых, сигнализируемых или регулируемых параметров, обозначение функций и функциональных признаков приборов и устройств);
- в нижнюю – позиционные обозначения приборов и устройств.

Места расположения отборных устройств и точек измерения указываются с помощью тонких сплошных линий.

Буквенные обозначения средств автоматизации строятся на основе латинского алфавита и состоят из трех групп букв:

1 буква – контролируемый, сигнализируемый или регулируемый параметр:

D – плотность,	E – любая электрическая величина,
F – расход,	G – положение, перемещение,
H – ручное воздействие,	K – временная программа,
L – уровень,	M – влажность,
P – давление,	Q – состав смеси, концентрация,
R – радиоактивность,	S – скорость (линейная или угловая),
T – температура,	U – разнородные величины,
V – вязкость,	W – масса

2 буква (не обязательная) – уточнение характера измеряемой величины:

D – разность, перепад,
F – соотношение,
J – автоматическое переключение,
Q – суммирование, интегрирование.

3 группа символов (несколько букв) – функции и функциональные признаки прибора:

I – показания,

R – регистрация,

C – регулирование,

S – переключение,

Y – преобразование сигналов, переключение,

A – сигнализация,

E – первичное преобразование параметра,

T – промежуточное преобразование параметра, передача сигналов на расстояние,

K – переключение управления с ручного на автоматическое и обратно, управление по программе, коррекция.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Архангельский А.Я. Программирование в Delphi 7. –М.: Бином-Пресс, 2003. –1152 с.
- 2 Бояринов А.И., Кафаров В.В. Методы оптимизации в химической технологии. –М.: Химия, 1975. – 623 с.
- 3 Кафаров В.В. Методы кибернетики в химии и химической технологии. – М.: Химия, 1986. – 573 с.
- 4 Розенброк С., Стори С. Вычислительные методы для инженеров-химиков. –М.: Мир, 1988. –443 с.
- 5 Уайлд Д. Методы поиска экстремума. –М.: Наука, 1967. –267 с.
- 6 Химмельблау Д. Прикладное нелинейное программирование. –М.: Мир, 1975. –534 с.
- 7 Ярмухамедова З.М. Методы оптимизации. УМК. –Алматы: КазНТУ, 2007. –82 с.
- 8 Кулаков М.В. Технические измерения и приборы для химических производств. –М.: Машиностроение, 1983. –424 с.
- 9 Никитенко Е.А. Автоматизация и телеконтроль электрохимической защитой магистральных газопроводов. –М.: Недра, 1976.
- 10 Полоцкий Л.М., Лапшенков Г.И. Автоматизация химических производств. Учеб. пособие. –М.: Химия, 1982. –296 с.
- 11 Теория автоматического управления / Под ред. *Нетушила А.В.* Ч.1. –М.: Высшая школа, 1968.
- 12 Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория автоматического регулирования. – М.: Наука, 1966.
- 13 Автоматизация технологических процессов: Методические указания к курсовому и дипломному проектированию./ Сост. *Дадаян Л.Г.* –Уфа: УНИ, 1985. –225 с.
- 14 Камразе А.Н., Фитерман М.Я. Контрольно-измерительные приборы и автоматика. –Л.: Химия, 1988. –225 с.
- 15 Стефани Е.П. Основы построения АСУТП: Учеб. пособие. –М.: Энергоиздат, 1982. –352 с.
- 16 Автоматические приборы, регуляторы и управляющие машины: Справочник/ Под ред. *Кошарского Б.Д.* -Изд. 3-е. –Л.: Машиностроение, 1976. – 486 с.
- 17 Голубятников В.А., Шувалов В.В. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности: Учебник. –М.: Химия, 1985. –352 с.
- 18 Теория автоматического управления: Учебник. В 2-х частях / Под ред. *А.А. Воронова.*–М.: Высшая школа, 1986. Ч.1. – 367 с. Ч.2. –504 с.
- 19 Аязян Г.К. Расчет автоматических систем с типовыми алгоритмами регулирования: Учеб. пособие. -Уфа: УНИ, 1986. –135 с.
- 20 Веревкин А.П., Попков В.Ф. Технические средства автоматизации. Исполнительные устройства: Учеб. пособие. –Уфа: УНИ, 1996. –95 с.
- 21 ГОСТ 21.404-85. Обозначения условные приборов и средств автоматизации.
- 22 ГОСТ 21.408-93. Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
Практическая работа № 1.....	4
Практическая работа № 2.....	9
Практическая работа № 3.....	14
Практическая работа № 4.....	19
Список использованной литературы	33

Св. план 2012 г.

Шамиль Кошимбаевич Кошимбаев
Оксана Викторовна Жирнова

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТИПОВЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ

Методические указания к практическим работам
(для студентов специальности 5В070200 – «Автоматизация и
управление»)

Редактор Г.М. Дюсенбаева

УТВЕРЖДЕНЫ – Председателем Научно-методического совета ИАиТ
Ахметовым Б.С. «21» мая 2012 г.

СОГЛАСОВАНЫ – Зав. каф. АиУ
Сулейменовым Б.А. «18 » мая 2012 г.

Подписано в печать 21.05.2012 г.

Тираж 100 экз. Формат 60x84 1/16. Бумага типографская №1.
Объем 2,1 п.л. Заказ № 755. Цена договорная.

Издание Казахского национального технического университета
имени К.И. Сатпаева

Информационно-издательский центр КазНТУ
г. Алматы, ул. Сатпаева, 22