



«Магнитогорский государственный технический
университет им. Г.И. Носова»

Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра автоматизированных систем управления

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

На тему: Автоматическое регулирование расхода природного
газа в двухванном сталеплавильном агрегате ДСПА-32

Обучающегося: Кузнецова В. В.

Руководитель: доцент кафедры АСУ, к.т.н., Рябчикова Е.С.



Магнитогорск, 2022



Цели и задачи ВКР

Цель выпускной квалификационной работы - разработка системы автоматического регулирования расхода природного газа в ДСПА-32.

Задачи выпускной квалификационной работы:

- изучить конструкцию двухванного сталеплавильного агрегата, особенности технологического процесса и задачи автоматического управления ДСПА-32;
- произвести выбор КИП и А локальной САР расхода природного газа в ДСПА-32, смоделировать работу системы и выбрать закон регулирования.



Структурная схема системы автоматического управления двухваннным сталеплавильным агрегатом на базе МРК

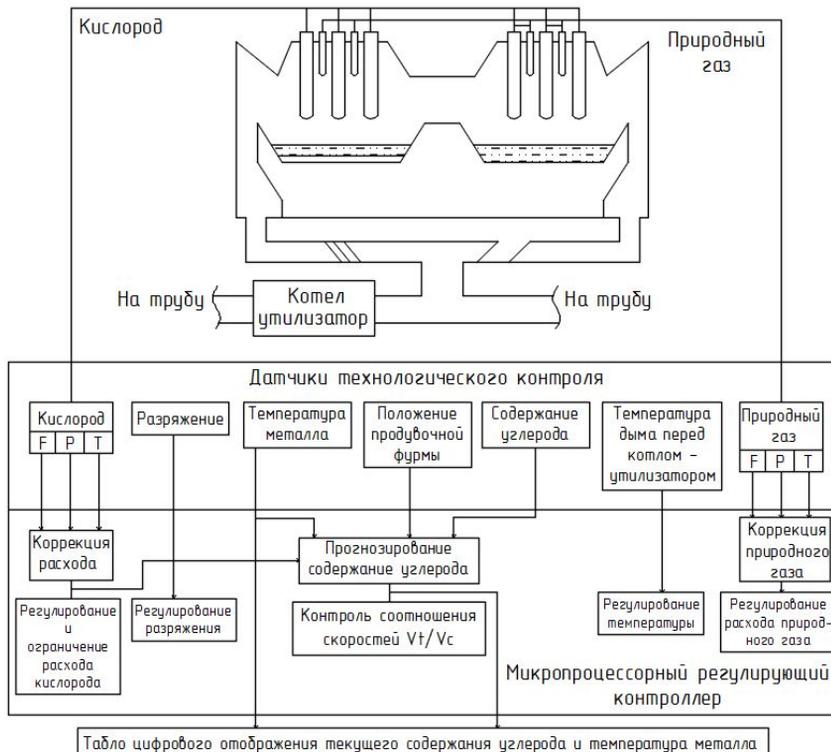


Рисунок 1



Статическая характеристика зависимости расхода природного газа от % открытия ИМ

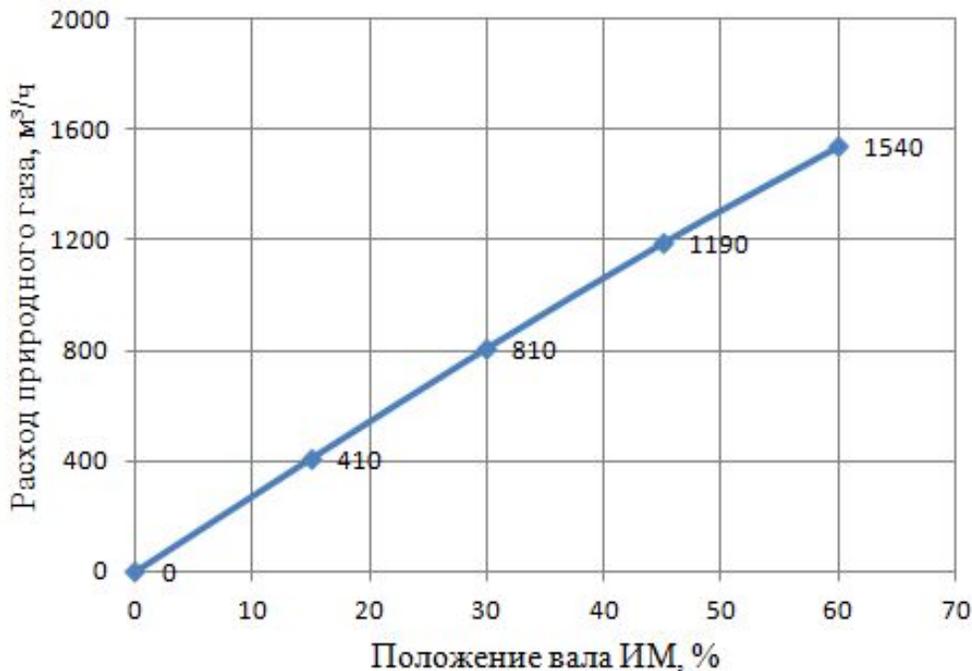


Рисунок 2

Уравнение, описывающее статическую характеристику:

$$Y(x) = 25,733X + 18$$



Кривая разгона с определенными динамическими характеристиками

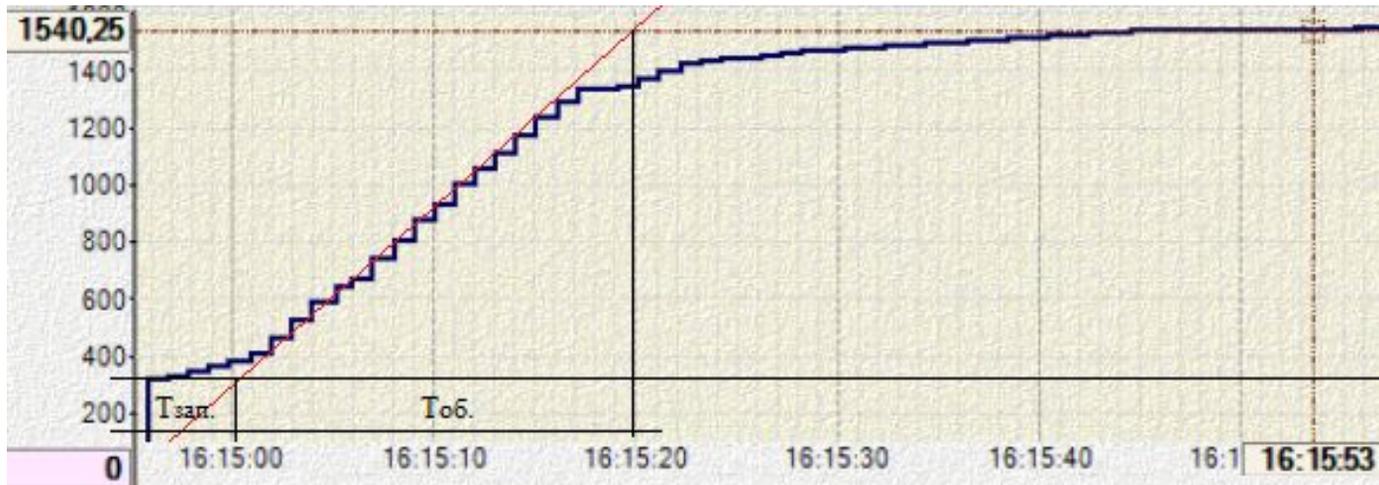


Рисунок 3

Время запаздывания $\tau_{зап} = 6$ с.

Постоянная времени объекта $T_{об} = 20$ с.

Коэффициент передачи объекта $k_{об} = 25,666$ (м³/ч/% хода ИМ).



Структурная схема системы управления расхода природного газа

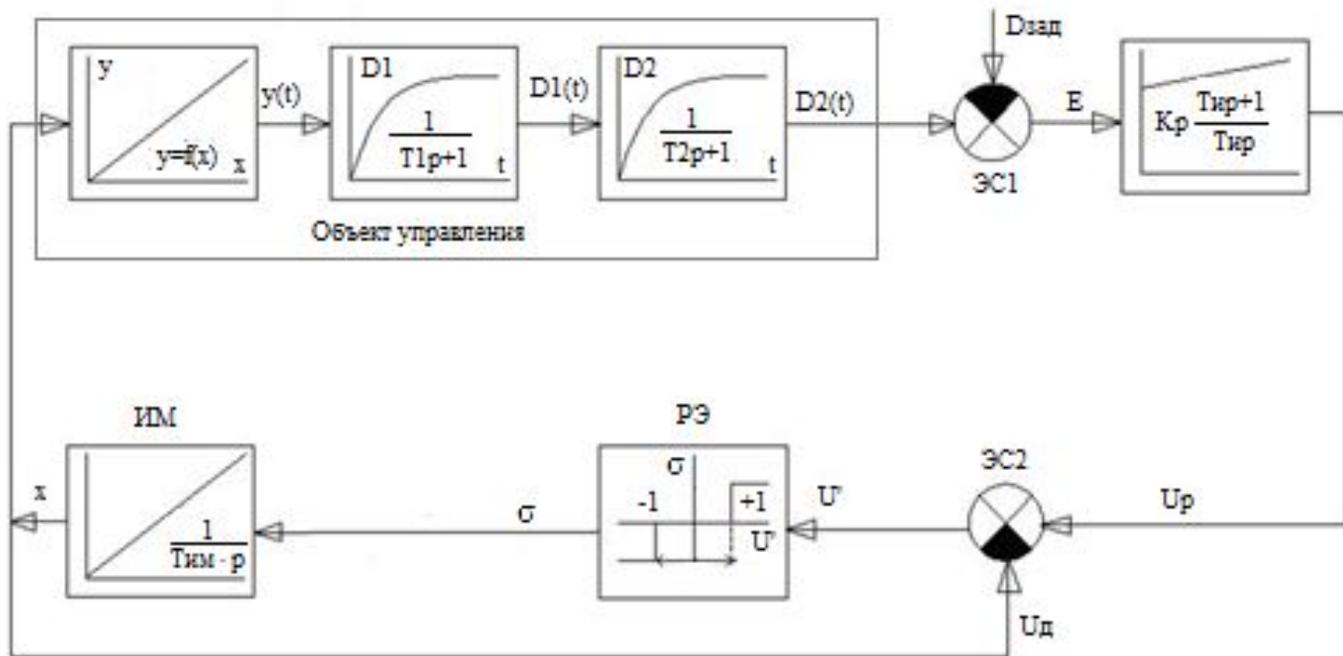


Рисунок 4



Математическая модель контура регулирования

$$W_1(p) = \frac{1}{T_0 \cdot p + 1}$$

$$W_2(p) = \frac{1}{T_1 \cdot p + 1}$$

$$U_p(t) = k_p(\varepsilon(t) + \frac{1}{T_{\text{ИЗ}}} \cdot \int_0^t \varepsilon(t) dt)$$

$$W_{\text{ИМ}}(p) = \frac{1}{T_{\text{ИМ}} \cdot p}$$

$$X(t) = X_{\text{н}} + K_{\text{ИМ}} \cdot dT \cdot \sigma(t)$$

$$D1(t) = D1(t-1) + dD1(t)$$

$$D2(t) = D2(t-1) + dD2(t)$$

$$(1) \quad dD1(t) = (Y(t) - D1(t-1)) \cdot dT/T_0 \quad (8)$$

$$(2) \quad dD2(t) = (D1(t) - D2(t-1)) \cdot dT/T_1 \quad (9)$$

$$(3) \quad E(t) = D3(t) - D2(t) \quad (10)$$

$$(4) \quad F(t) = F(t-1) + E(t) \cdot dT \quad (11)$$

$$(5) \quad U_p(t) = k_p \cdot (E(t) + F(t) / T_{\text{ИЗ}}) \quad (12)$$

$$(6) \quad U' = U_p(t) - U_{\text{д}}(t) \quad (13)$$

$$(7) \quad \begin{cases} \sigma(t) = -1, & \text{при } U' < -\delta_{\text{н}}/2 \\ \sigma(t) = 1, & \text{при } U' > \delta_{\text{н}}/2 \\ \sigma(t) = 0, & \text{при } -\delta_{\text{н}}/2 < U' < \delta_{\text{н}}/2 \end{cases} \quad (14)$$



Переходный процесс с настройками по методу ОМ ($k_{p.опт} = 0,0649 \text{ (м}^3/\text{ч)/}\% \text{ИМ}$; $T_{из.опт} = 20 \text{ с}$; $D_{зад} = 1540 \text{ м}^3/\text{ч}$; $\delta_n/2 = 2\%$)

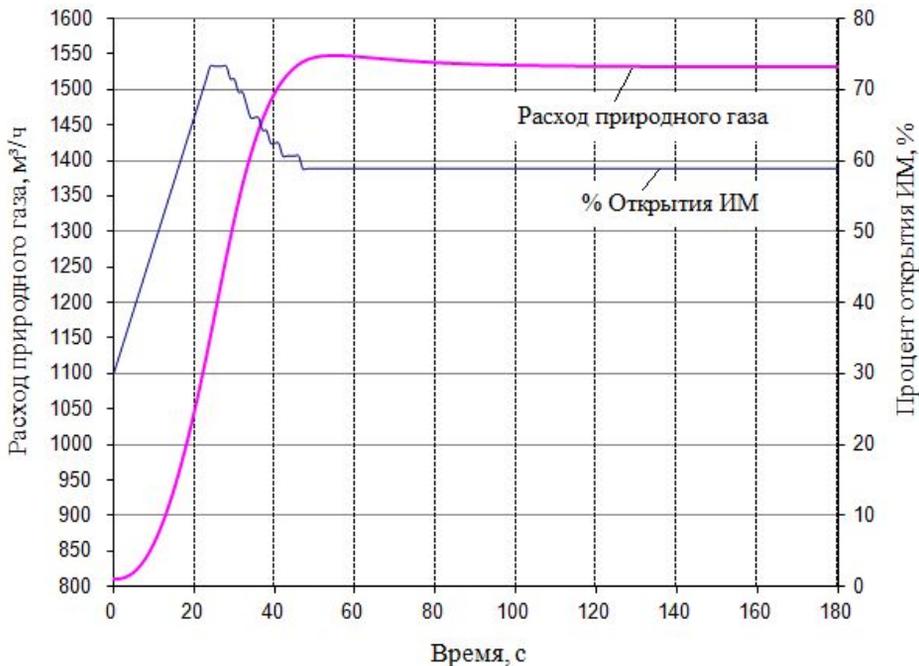


Рисунок 5



Влияние K_p на показатели качества переходных процессов

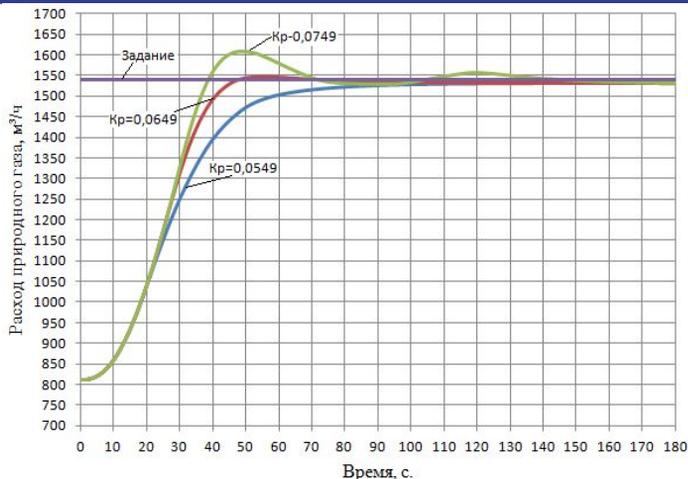


Рисунок 6 – Расход природного газа при изменении k_p

Таблица 1 - Зависимость показателей качества от величины k_p

Параметры настройки			Показатели качества		
$k_p, (m^3/ч)/\%$	$T_{из}, c$	$K_{из}, \%$ хода ИМ/с	$tp1, c$	$tp2, c$	$\delta, \%$
0,0549	20	1,8	110	-	-
0,0649	20	1,8	48	71	$\frac{1547,08-1540}{1540} \cdot 100\% = 0,45\%$
0,0740	20	1,8	39	146	$\frac{1-1540}{1540} \cdot 100\% = 4,48\%$



Влияние Тиз на показатели качества переходных процессов

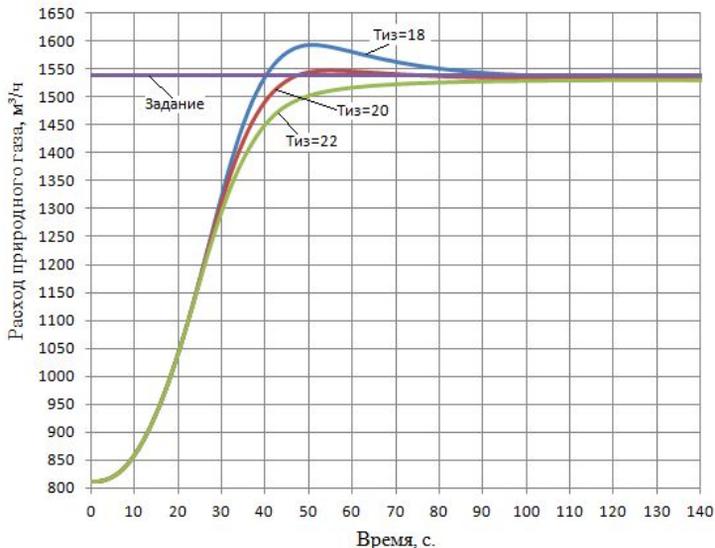


Рисунок 7 – Расход природного газа при изменении Тиз

Таблица 2 - Зависимость показателей качества от величины Тиз

Параметры настройки			Показатели качества		
к _р , (м³/ч)/%	Т _{из} , с	К _{из} , %хода ИМ/с	tp1,с	tp2,с	δ, %
0,0649	18	1,8	41	93	$\frac{1592-1540}{1540} \cdot 100\% = 3,37\%$
0,0649	20	1,8	48	71	$\frac{1547,08-1540}{1540} \cdot 100\% = 0,45\%$
0,0649	22	1,8	100	-	



Оптимальный переходный процесс в контуре регулирования заданного значения расхода природного газа ($k_p = 0,0649 \text{ (м}^3/\text{ч)}/\% \text{ИМ}$; $T_{из} = 19 \text{ с}$; $t_{p1} = 42 \text{ с}$; $t_{p2} = 96 \text{ с}$; $\delta = 2,6\%$)

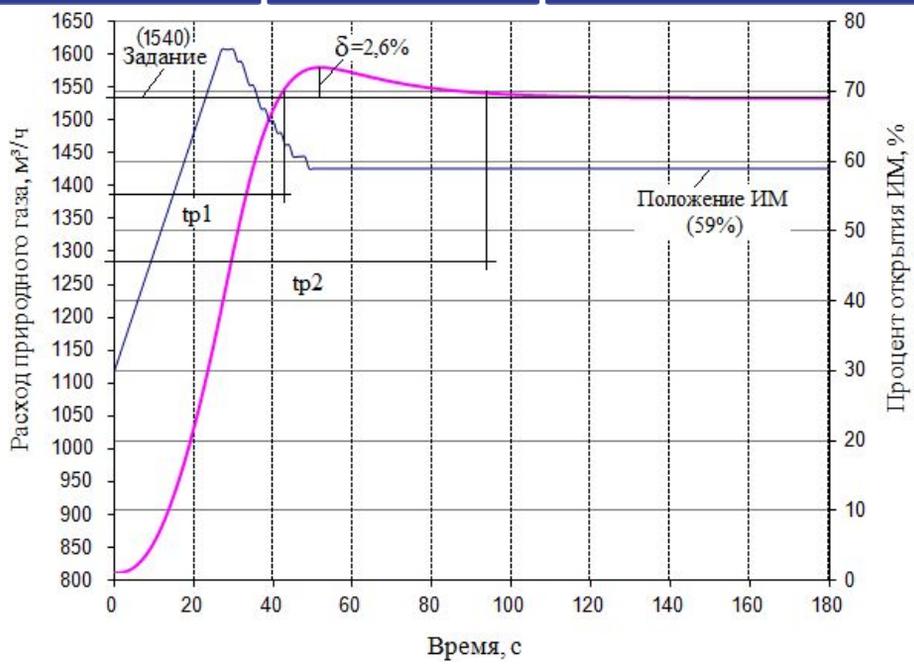
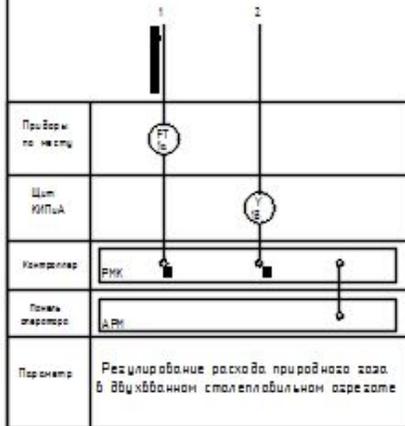
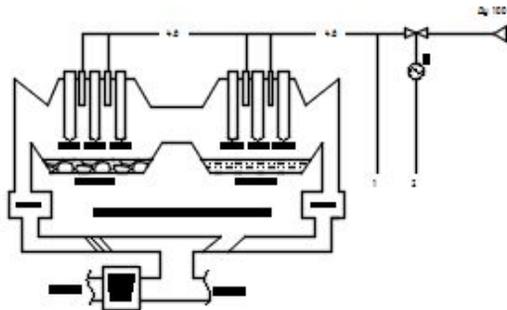


Рисунок 8



Схема автоматизации ДСПА-32



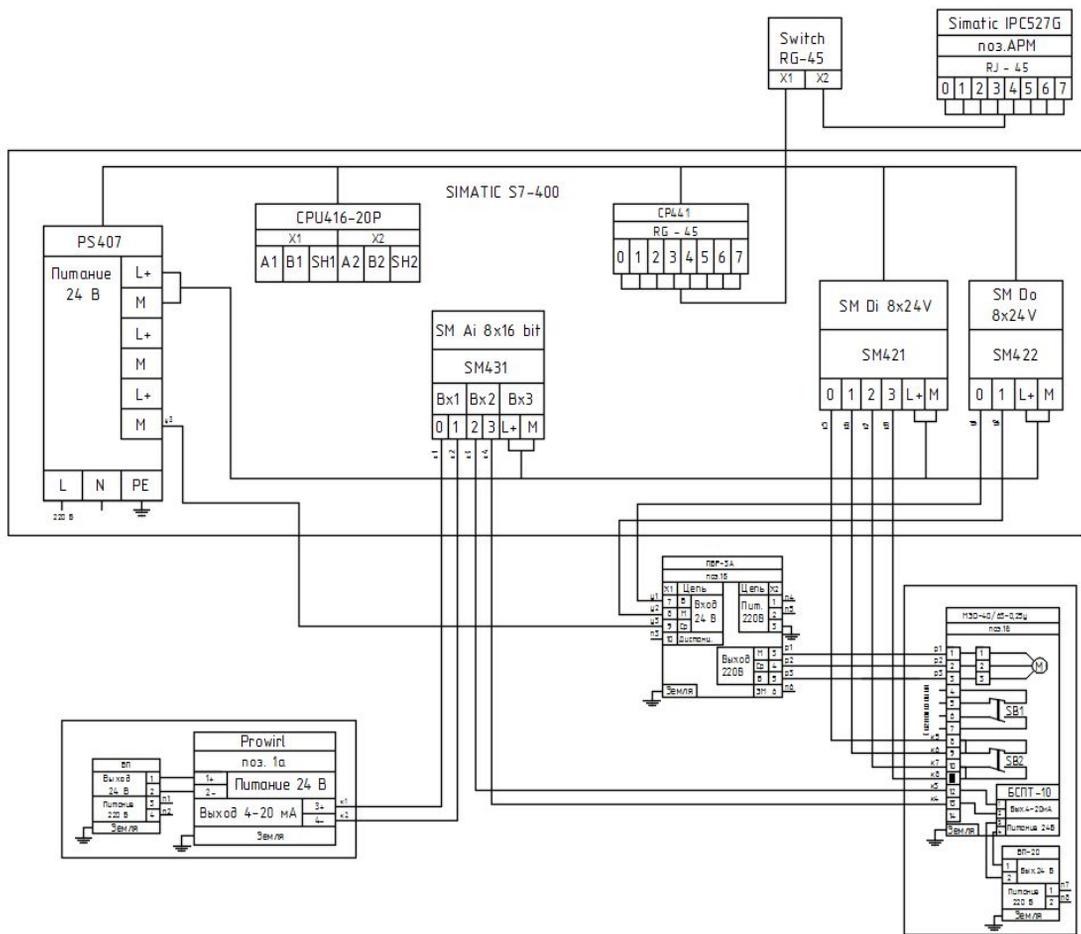
Позиция	Наименование	Кол.	Примечание
■	Реле РНК Вирейс, РНК И	1	
■	Пускатели безымянный реверсивный, ТРП-5А	1	
■	Исполнительный механизм М30-40/40-0.25	1	В комплекте с ВСПТ-10
РНК	Промышленный логический контроллер, Siemens 57-400	1	
АРН	Промышленный контактор, Siemens РС3210	1	

Символическое обозначение	Наименование
— + в	Горючий газ

				3.ЭА.27.03.04.007.ВКР.22.СЗ		
Исполн.	И. Введен	П. Вн.	Дата	Лист	Масштаб	Масштаб
Рисовал	Кузнецов В. В.					
Рис. ВКР	Мельникова Е. С.					
ПАО "МК": ЗСПЛ Двухпозиционный регулируемый клапан ДСПА-32. Схема автоматизации				Лист	Масштаб	Масштаб
				Лист	Масштаб	Масштаб
Изобрет. Кузнецов В. В.				2004 г. "ИП" на "П. Кузнецов" ИТЭЛТ-1		



Принципиальная электрическая схема САР





Заключение

В выпускной квалификационной работе изучена конструкция и технология работы двухванного сталеплавильного агрегата ДСПА-32. Рассмотрена структура управления.

Реализация данной системы управления осуществляется посредством технических средств автоматизации и КИП, выбор которых произведен в рамках выпускной квалификационной работы.

Спроектирована схема автоматизации и принципиальная электрическая схема. Разработана структурная схема для расчета контура управления с ПИ - регулятором.