

«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

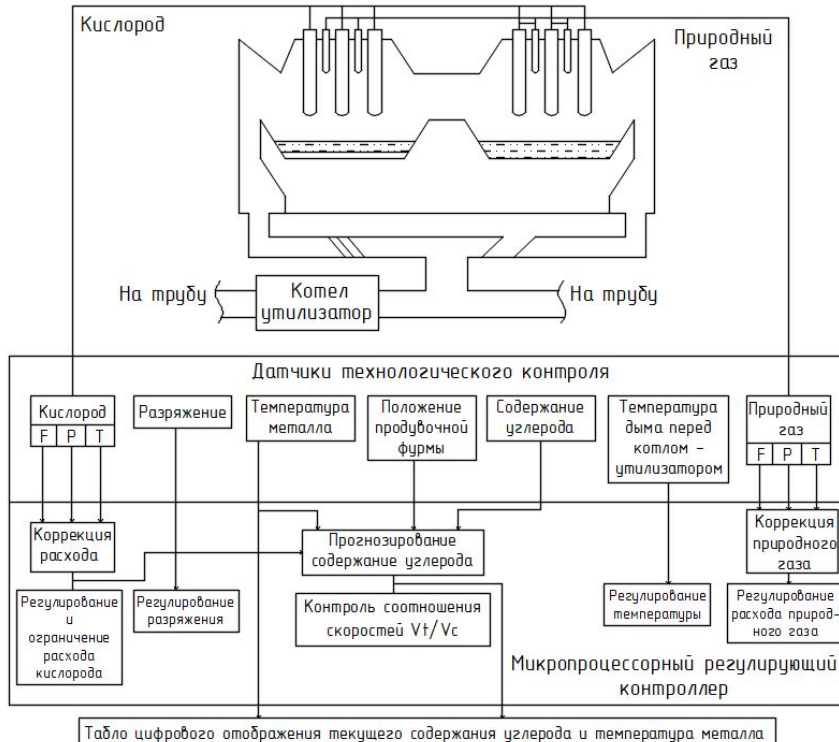


Рисунок 1



Статическая характеристика зависимости расхода природного газа от % открытия ИМ

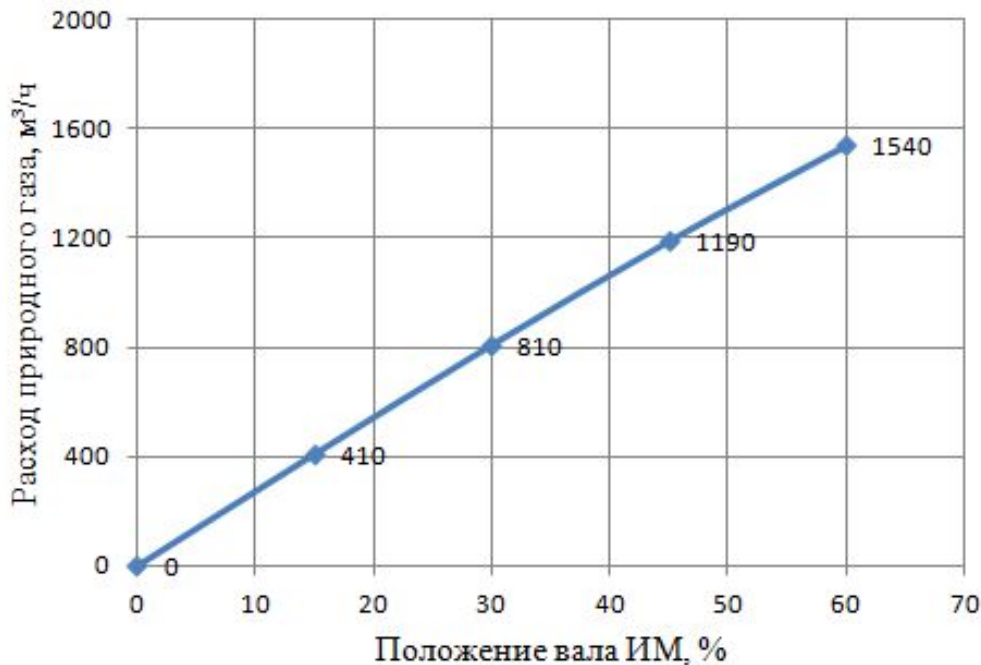


Рисунок 2

Уравнение, описывающее статическую характеристику:

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



Кривая разгона с определенными динамическими характеристиками

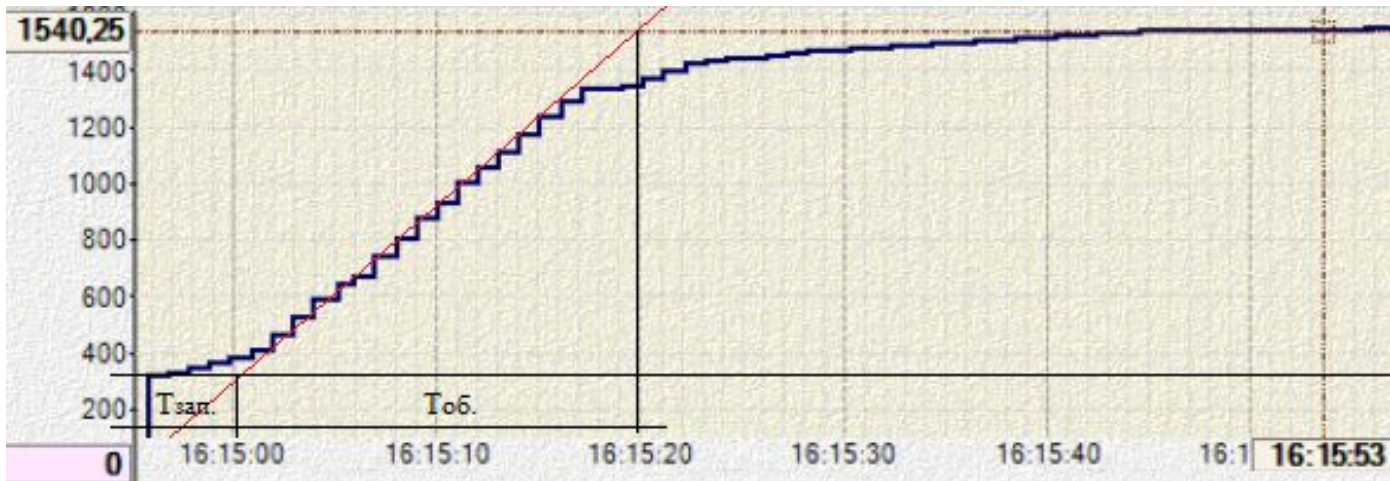


Рисунок 3

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

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

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



Структурная схема системы управления расхода природного газа

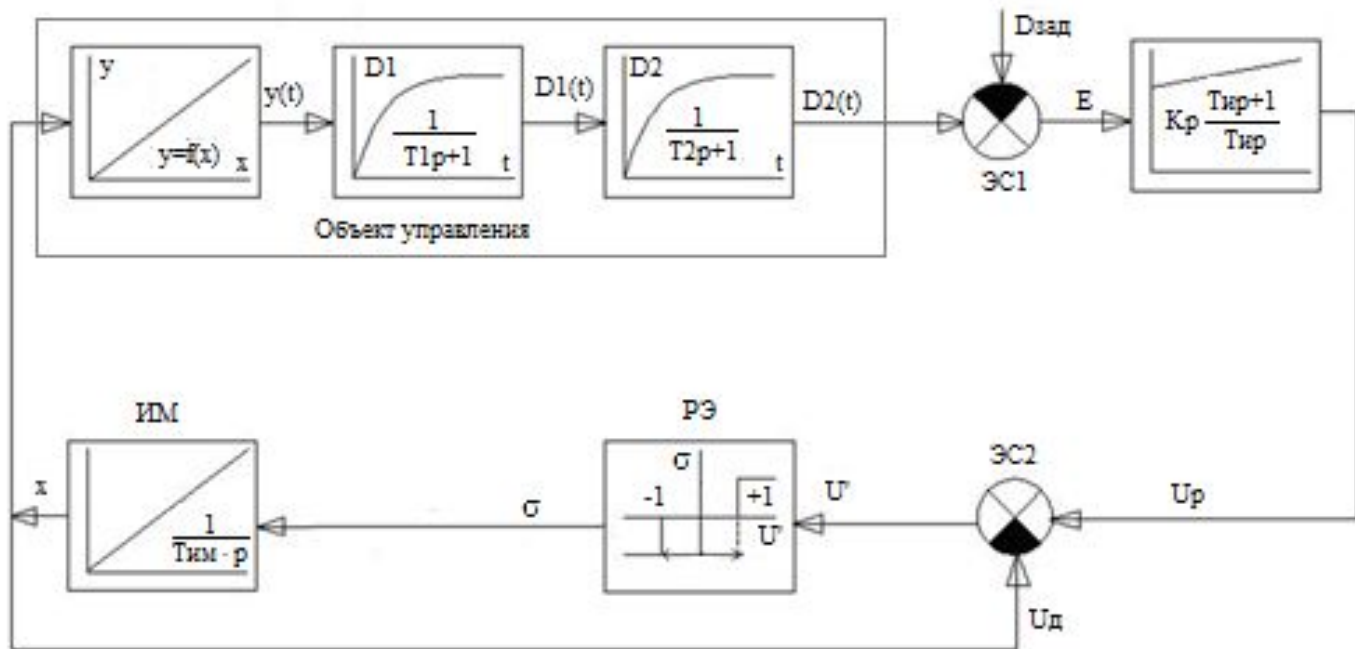


Рисунок 4



Математическая модель контура регулирования

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$(6) \quad U' = U_p(t) - U_d(t) \quad (13)$$

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



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

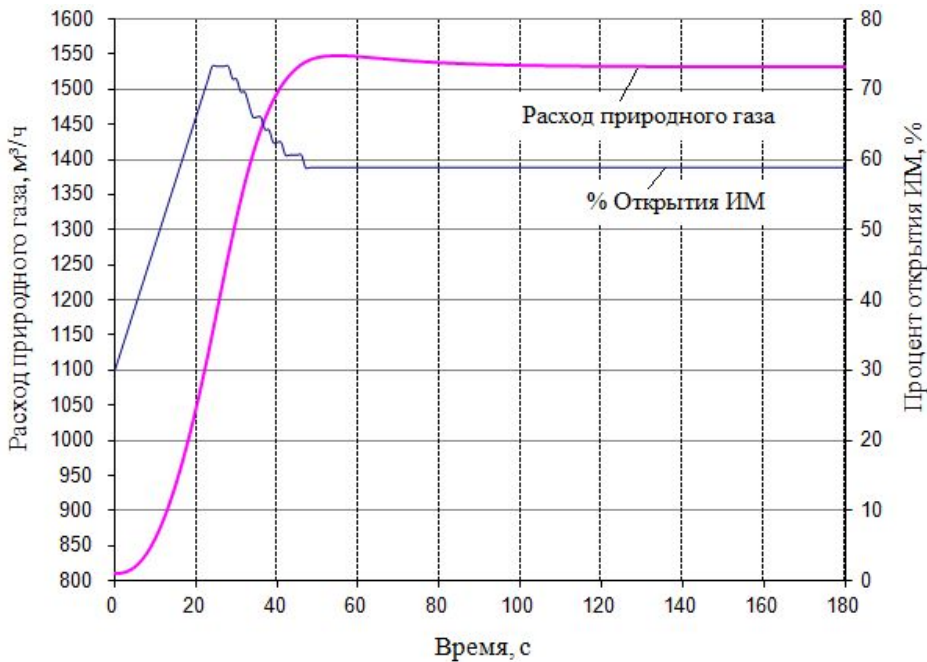


Рисунок 5



Влияние K_p на показатели качества переходных процессов

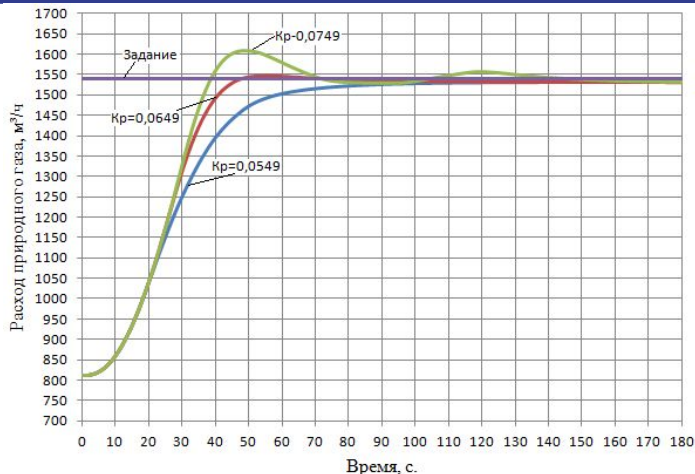


Рисунок 6 – Расход природного газа при изменении k_p

Таблица 1 - Зависимость показателей качества от величины k_p

Параметры настройки			Показатели качества		
k_p , (м³/ч)/%	$T_{из}$, с	$K_{из}$, %хода ИМ/с	$tp1$, с	$tp2$, с	δ , %
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

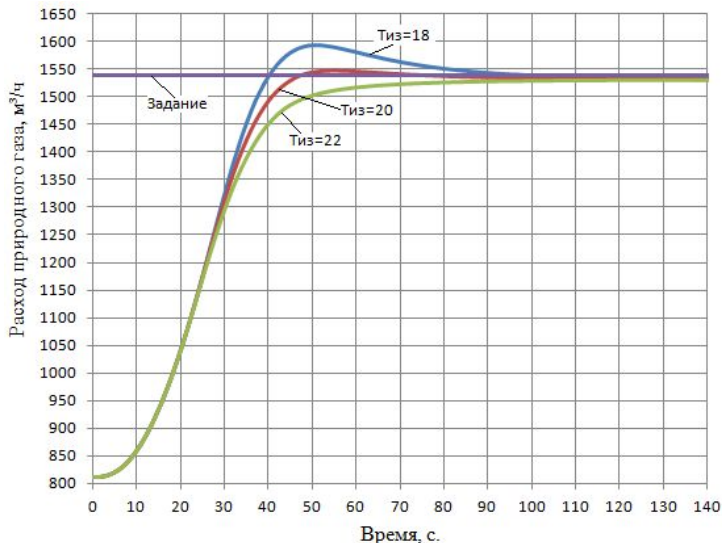


Рисунок 7 – Расход природного газа при изменении Тиз

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 ($k_p = 0,0649 \text{ (м}^3/\text{ч)}/\% \text{ИМ}$; $T_{из} = 19 \text{ с}$; $t_{p1} = 42 \text{ с}$; $t_{p2} = 96 \text{ с}$; $\delta = 2,6\%$)

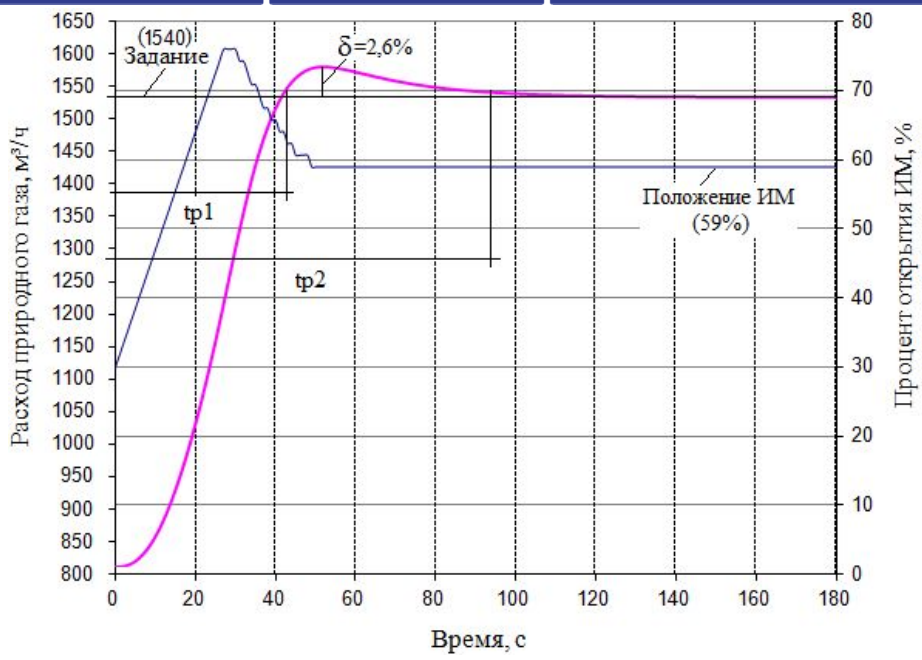
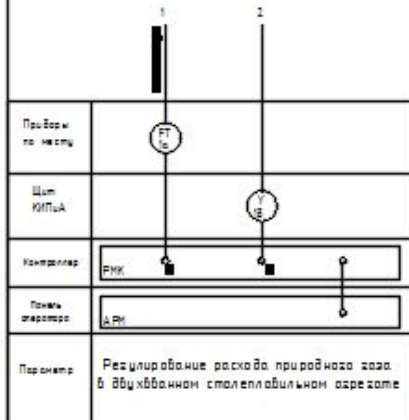
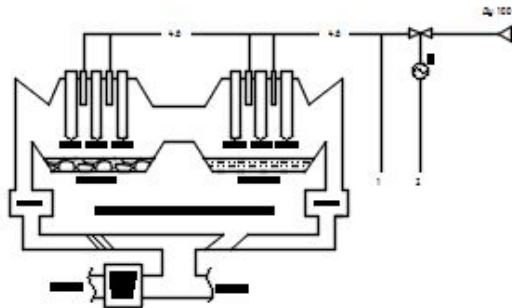


Рисунок 8



Схема автоматизации ДСПА-32



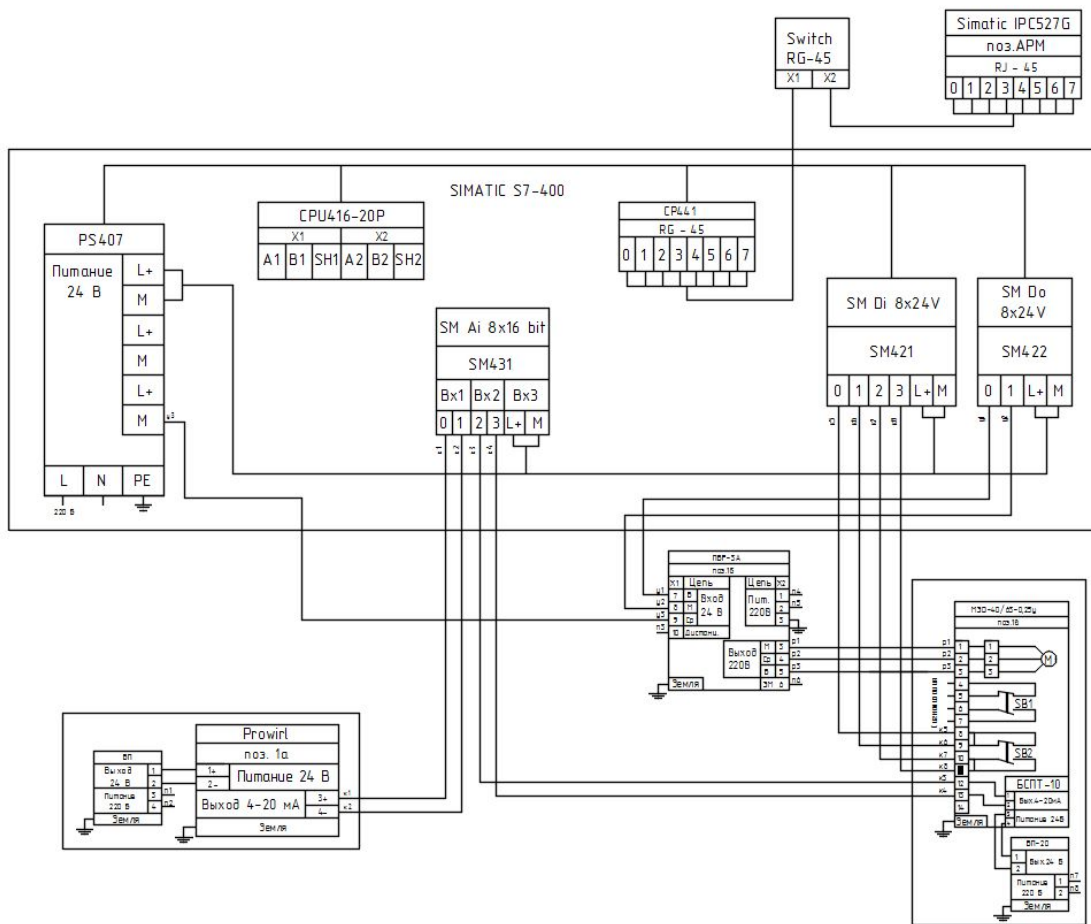
Позиция	Наименование	Кол.	Примечание
■	Релеобор. Вирейс, РокИ	1	
■	Пульты безотказной радиосвязи, ТРР-5А	1	
■	Исполнительный механизм, ИЗО-40/40-0.25	1	В комплекте с ВСПТ-10
РНК	Программируемый логический контроллер, Сименс 57-400	1	
АРН	Программируемый контроллер, Сименс 5ES710	1	

Символическое обозначение	Наименование
— Д	Газовый газ

				3.3A.27.03.04.007.ВКР.22.СЗ			
Исполн.	И. Баскин	П. В. В.	С. В.	ПАО "МК": ЗСПУ Двухходовый сталевалянний отсежат ДСПА-32. Дано автоматизация		Лист	Масштаб
Провер.	Кузнецов В. В.						
Рис. ВКР	Михайлов В. В.						
Исполн.	Кузнецов В. В.						
				Лист 02 "ИЗДАНИЕ"			



Принципиальная электрическая схема САР





Спасибо за внимание