

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
ВЫКСУНСКИЙ ФИЛИАЛ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«МИСиС»

## Дипломный проект

# •ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ОДНОИТОЧНОГО НАКОПИТЕЛЬНОГО РОЛЬГАНГА ТРУБОЭЛЕКТРОСВАРОЧНОГО ЦЕХА

Выполнил студент группы  
Э-11: Кандрушин С.П.  
Руководитель дипломного  
проекта: Ильина Л. Т.

Консультант по  
экономической части:  
Щеклеина Л. Ю.

Рецензент: Ермолаев А. В.

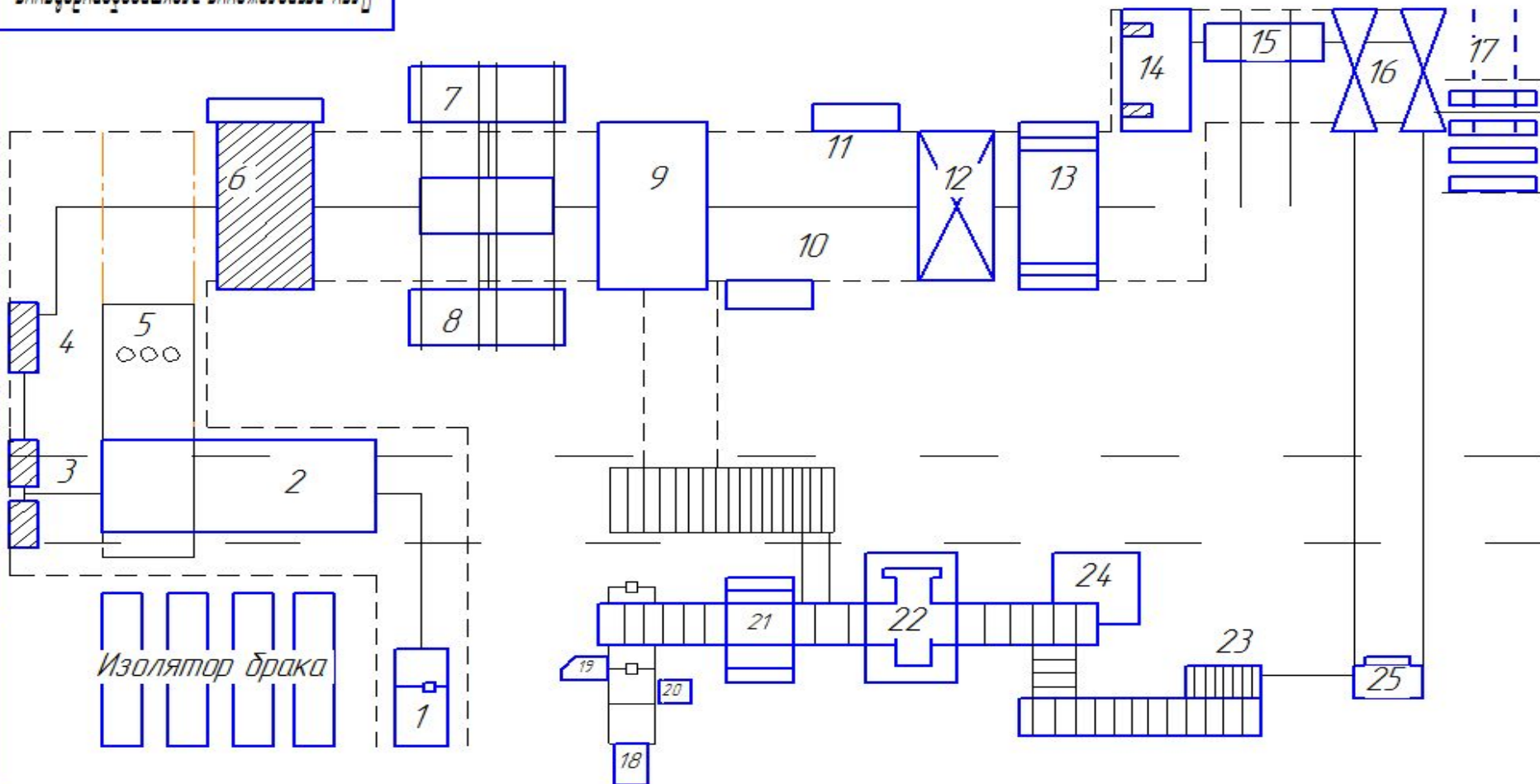
Выкса, 2015

# Цели дипломного проекта

- Предложить свои варианты электрооборудования
- Убедиться в правильности выбора оборудования в ходе расчётов и построения различных характеристик
- Обосновать свой выбор с экономической точки зрения
- Обеспечить качество и надёжность выпускаемой продукции

# План расположения электрооборудования участка формовки АО ТЭСЦ№4

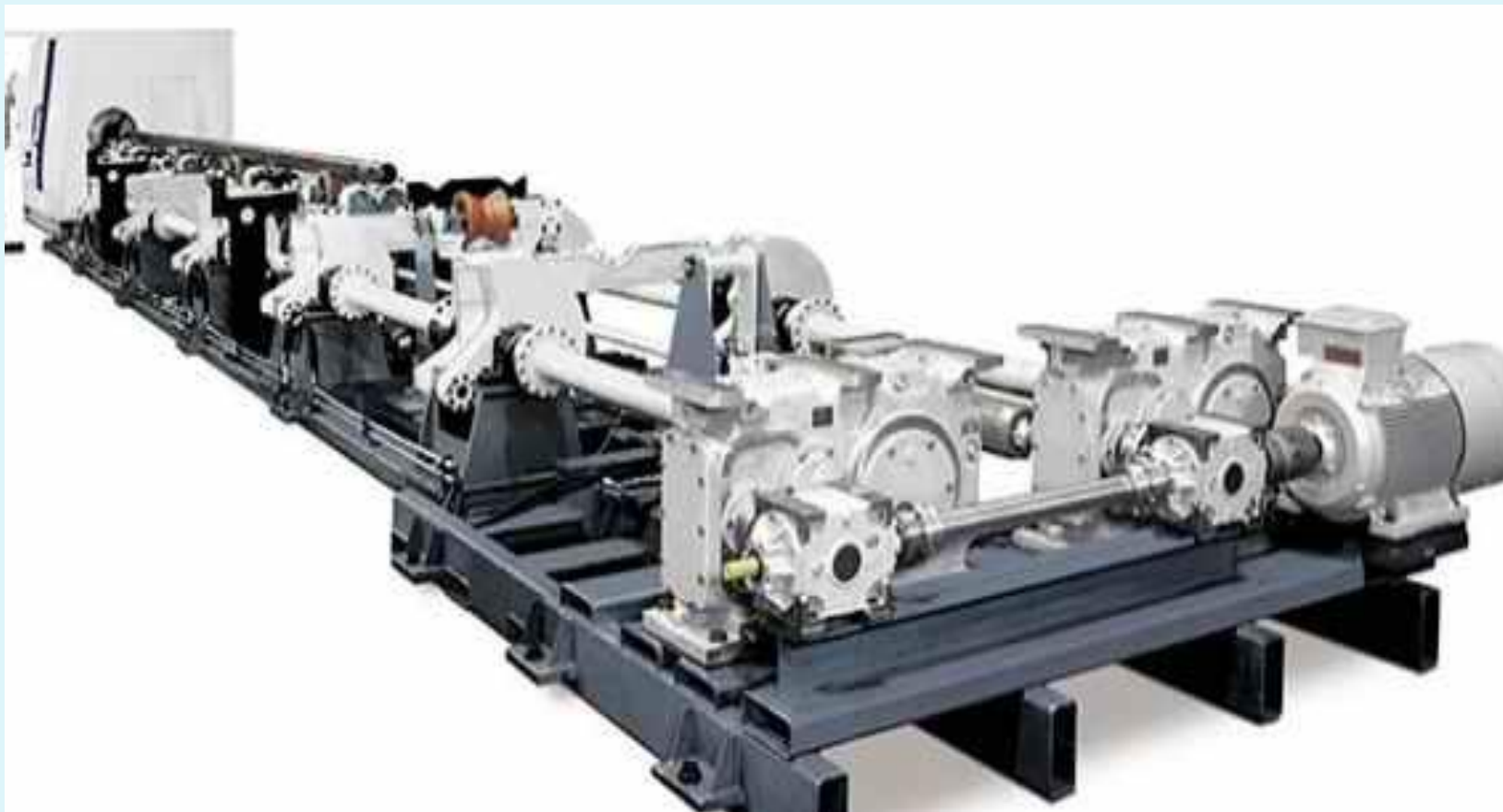
Вид оборудования и его наименование



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

План расположения электрооборудования

Лист



□ Рисунок 1 - Общий вид рольганга

# Основные требования, применяемые в ЭО накопительного рольганга

## Обеспечение больших пусковых моментов при пуске

Большая частота включений и отключений

Обеспечение жёсткости механических характеристик привода

Двигатель электропривода вращения рольганга должны запитываться от своего регулируемого преобразователя частоты, обеспечивающего при регулировании постоянство момента двигателя

Регулирование скорости должно обеспечиваться с сохранением постоянного момента двигателя

Режим работы двигателя повторно-кратковременный реверсивный.  
Торможение динамическое

Надёжность и бесперебойность в работе

Безопасность эксплуатации

# Выбор двигателя главного электропривода

Тех. характеристики	4МТКМ-200LB6Y2	МТКН 412-6
Мощность, кВт	30	30
Частота вращения, об/мин	945	960
Номинальный ток, А	61	66
Кратность $M_{max}/M_{ном}$	3,3	2,8
КПД, %	87,5	87
Коэф-т мощности (F)	0,95	0,79
Цена, руб.	54 677	80 400

Загрузка двигателя статическим моментом:

$$k_z = \frac{M_{ст}}{M_n} * 100\% = \frac{14,03}{31} * 100\% = 45\%$$

Статический момент на валу электродвигателя:

$$M_{ст.} = \frac{W_2 * 0,5 * D_x}{b * u * \eta} = \frac{617,5 * 0,5 * 0,56}{2 * 14 * 0,88} = 14,03 \text{ кг/м}$$

Номинальный момент электродвигателя:

$$M_n = 975 \frac{P_n}{n_n} = 975 \frac{30}{945} = 31 \text{ кг/м}$$

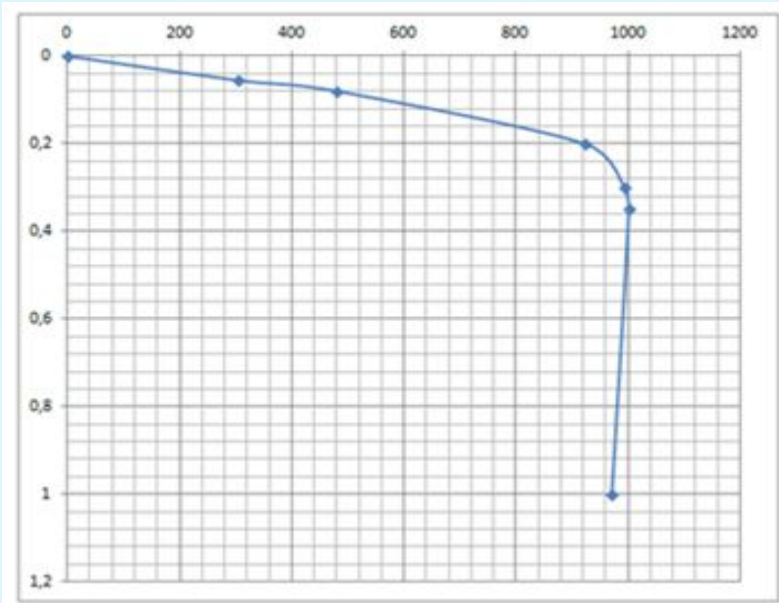


Рисунок 1 – Механическая характеристика двигателя

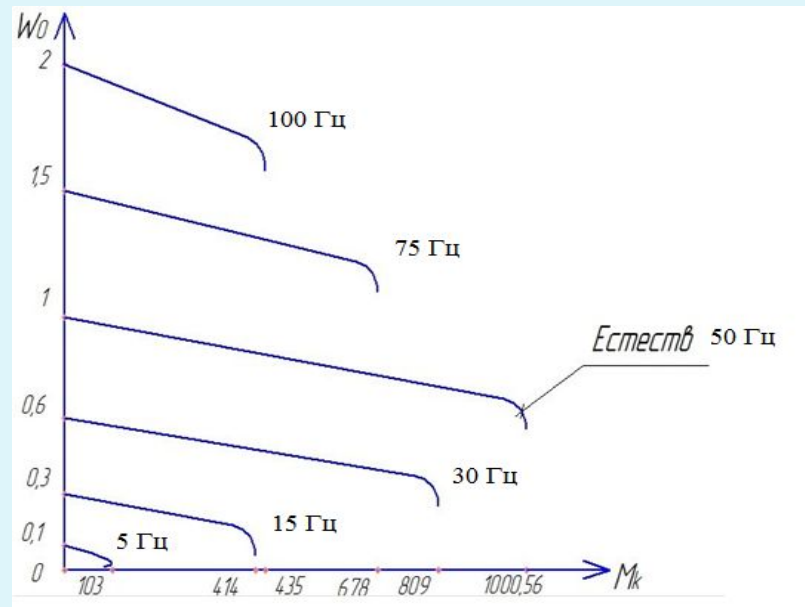


Рисунок 2 – Механические характеристики электродвигателя при различных диапазонах частот

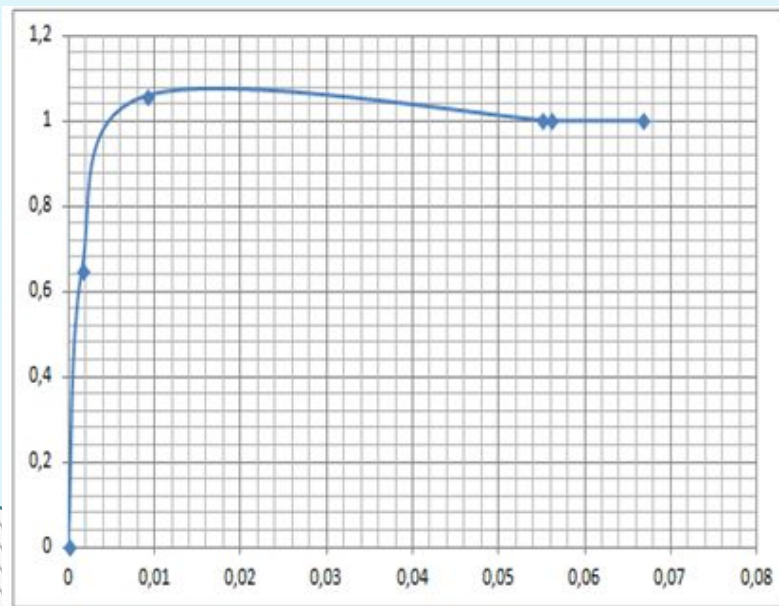


Рисунок 3 - Изменение скорости электропривода при разгоне и приложении нагрузки

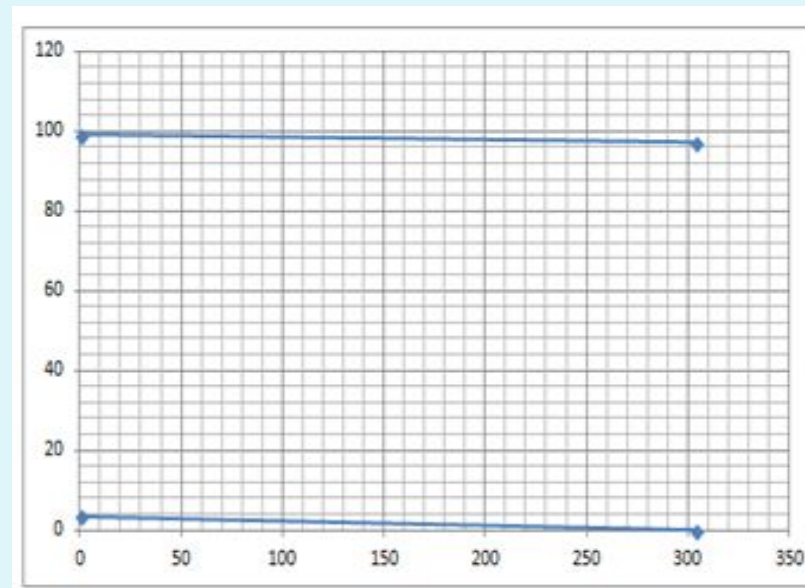


Рисунок 4 - Статические характеристики регулируемого электропривода

# Расчёт и выбор преобразователя частоты

Тех. характеристики	6SE6440-2UD33-0EA1 «Micromaster»	«Веспер» E2-8300-040H
Мощность, кВт	30	30
Ток Iном, А	62	64
Напряжение, кВ	0,4	0,4
ЭМС-фильтр	есть	есть
ПИД-регулятор	есть	есть
Цена, руб.	224 104	119 100

$$I_{max} = \frac{30 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,875 \cdot 0,95} = 54,89 \text{ A}$$





# Особенности частотного преобразователя «Micromaster»

## Функциональные особенности

Векторное регулирование без датчика скорости

Регулирование потока (FCC) для улучшения динамических характеристик и повышения качества регулирования электродвигателя

Мгновенное ограничение тока (FCL) для работы без отключения двигателя

Встроенное динамическое торможение постоянным током

Комбинированное торможение для улучшения возможностей торможения

Встроенный прерыватель тормоза

Выбираемая интенсивность разгона и остановки

Установленные параметры могут быть перенесены на другие устройства аналогичных процессов

## Особенности защиты

Защита от повышенного и пониженного напряжений

Защита преобразователя от перегрева

Защита от замыкания на землю

Защита от короткого замыкания

Защита от перегрева двигателя по потерям



# Выбор механизма вращения роликов

Тех. характеристики	1 LA7096 - 4AA	APM 43-4
Мощность, кВт	1,5	1,5
Частота вращения, об/мин	1420	1350
Номинальный ток, А	3,4	16
Кратность $M_{max}/M_{ном}$	2,4	2,3
КПД, %	0,79	0,77
Коэф-т мощности (F)	0,81	0,80
Цена, руб.	16 788	32 266



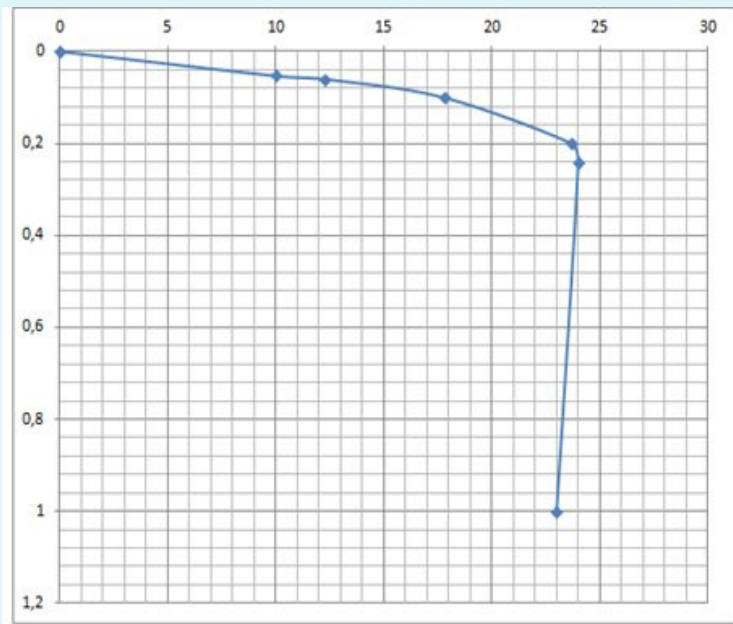


Рисунок 1 – Механическая характеристика двигателя

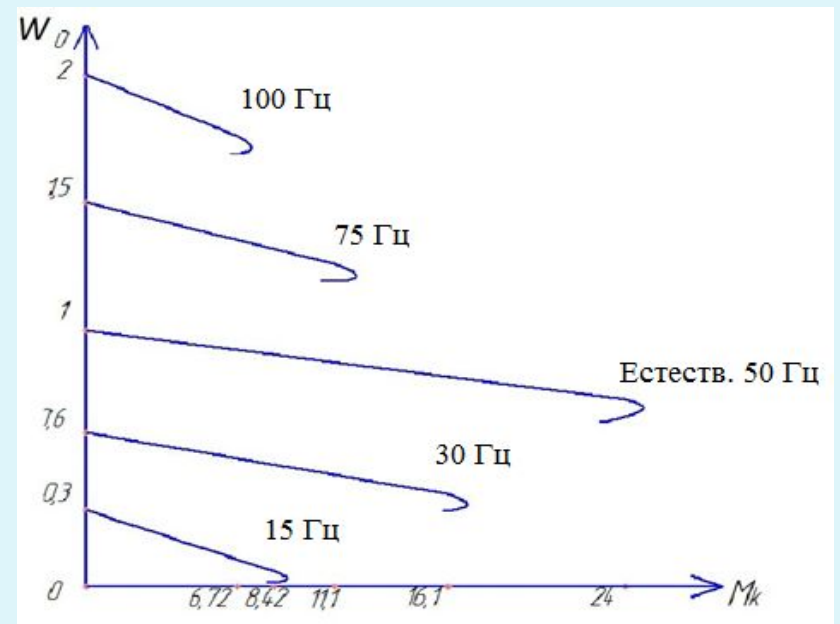


Рисунок 2 – Механические характеристики электродвигателя при различных диапазонах частот

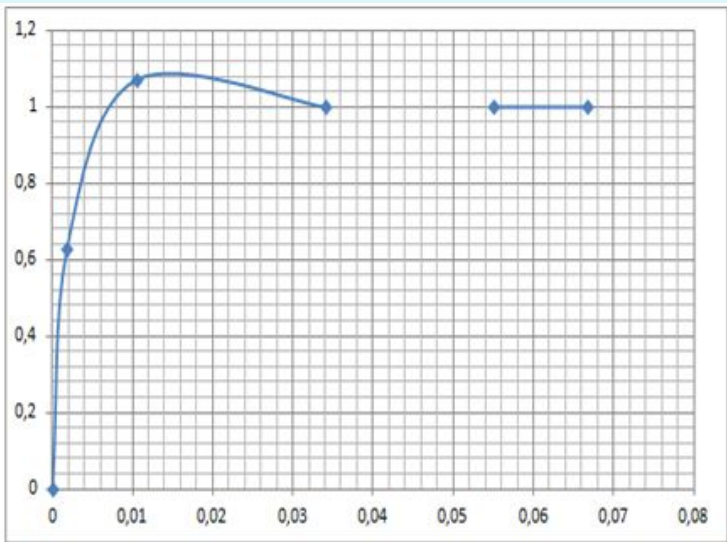


Рисунок 3 - Изменение скорости электропривода при разгоне приложении нагрузки

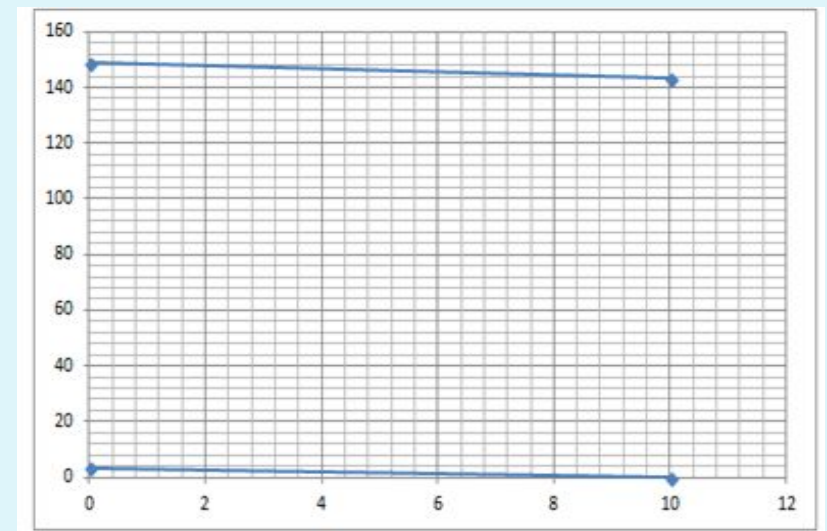


Рисунок 4 - Статические характеристики регулируемого электропривода

# Расчёт и выбор преобразователя частоты

Тех. характеристики	6SE6440-2UD31-1CA1 «Micromaster»	«Веспер» EI-P7012-015H
Мощность, кВт	11	11
Ток Iном, А	24	21
Напряжение, кВ	0,4	0,4
ЭМС-фильтр	нет	есть
ПИД-регулятор	есть	есть
Цена, руб.	103 562	57 500

$$I_{max} = \frac{1,5 \cdot 10^3}{1,73 \cdot 380 \cdot 0,81 \cdot 0,79} * 5 = 17,83 \text{ А}$$



# Расчёт и выбор кабеля

$$I_p = \frac{P_{ном} \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi} = \frac{30 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,95} = 48 A.$$

$$S = 10 \text{ мм}^2 (I_{доп} = 55 A > I_p = 48 A)$$

$$\Delta U_g, \% = 0,5\% < \Delta U_n, \% = 5\%$$

$$\Delta U_g, \% = 0,14\% < \Delta U_n, \% = 5\%$$

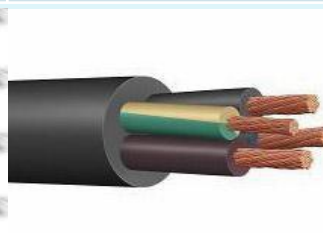
$$I_p = \frac{P_{ном} \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi} = \frac{1,5 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,81} = 2,82 A.$$

$$S = 1,5 \text{ мм}^2 (I_{доп} = 19 A > I_p = 2,82 A).$$

$$\Delta U_g, \% = 0,25\% < \Delta U_n, \% = 5\%$$

$$\Delta U_g, \% = 0,07\% < \Delta U_n, \% = 5\%$$

Марка	ВВГ 3x10+1x6	КГ 3x10+1x6	АВВГ 3x10+1x6
Цена, руб.	76	155,5	29
Марка	ВВГ 3x1,5+1x1	КГ 3x1,5+1x1	АВВГ 3x1,5+1x1
Цена, руб.	17,9	28,5	6,2



# Вид системы управления, применяемый в оборудовании накопительного рольганга



## Основные функции Siemens Simatic S7-300

- 1) Быстрое выполнение команд
- 2) Поддержка математики с плавающей запятой
- 3) Удобный интерфейс настройки параметров
- 4) Человеко-машинный интерфейс (HMI)
- 5) Диагностические функции
- 6) Парольная защита

## Достоинства SIMATIC S7-300

Данный контроллер является идеальным изделием для работы в промышленных условиях благодаря высокой степени электромагнитной совместимости, высокой стойкости к вибрационным и ударным нагрузкам.

Модульный программируемый контроллер универсального назначения для решения задач автоматизации низкой и средней степени сложности.

Широкий спектр модулей для максимальной адаптации аппаратуры к решению любой задачи.

Высокая гибкость, возможность использования систем распределенного ввода-вывода, мощные коммуникационные возможности.

Удобная конструкция, простота монтажа, работа с естественным охлаждением.

Простота расширения системы в ходе модернизации объекта.

Высокая производительность благодаря наличию большого количества встроенных функций.



# Выбор освещения участка



Тип лампы	Марка	Мощность, Вт	Световой поток, Лм	Цена, руб.	Срок службы, ч
Ртутные лампы высокого давления	ДРЛ700(6)-2	700	40000	678	20000
Металлогалогенные лампы	ДРИ700-(5)	700	60000	857	9000
Лампы накаливания	Г215-225-1000	1000	18600	215	1000
Светодиодный прожектор	70 Вт (МАСЛОЛАМПА)	700	6800	3650	50000



Определяем количество светильников на участке:

$$n = \frac{E_{\text{ср.ф.}} \times S_{\text{у}} \times k_{\text{з}}}{k_{\text{и}} \times \Phi_{\text{л}}}$$

$$n = \frac{300 \times 12096 \times 1,5}{0,69 \times 60000} = 132 \text{ шт.}$$

Для равномерного распределения выбираем 132 светильника.

$$E_{\text{ср.ф.}} = \frac{132 \times 0,69 \times 60000}{12096 \times 1,5} = 301,2 \text{ ЛК}$$

$$E_{\text{ср.ф.}} = 301,2 \text{ ЛК} > E_{\text{мин.}} = 300 \text{ ЛК.}$$

Определяем количество светильников для аварийного освещения:

$$n_{\text{ав}} = \frac{E_{\text{ав.}} \times S_{\text{у}} \times k_{\text{з}}}{k_{\text{и}} \times \Phi_{\text{л}}},$$

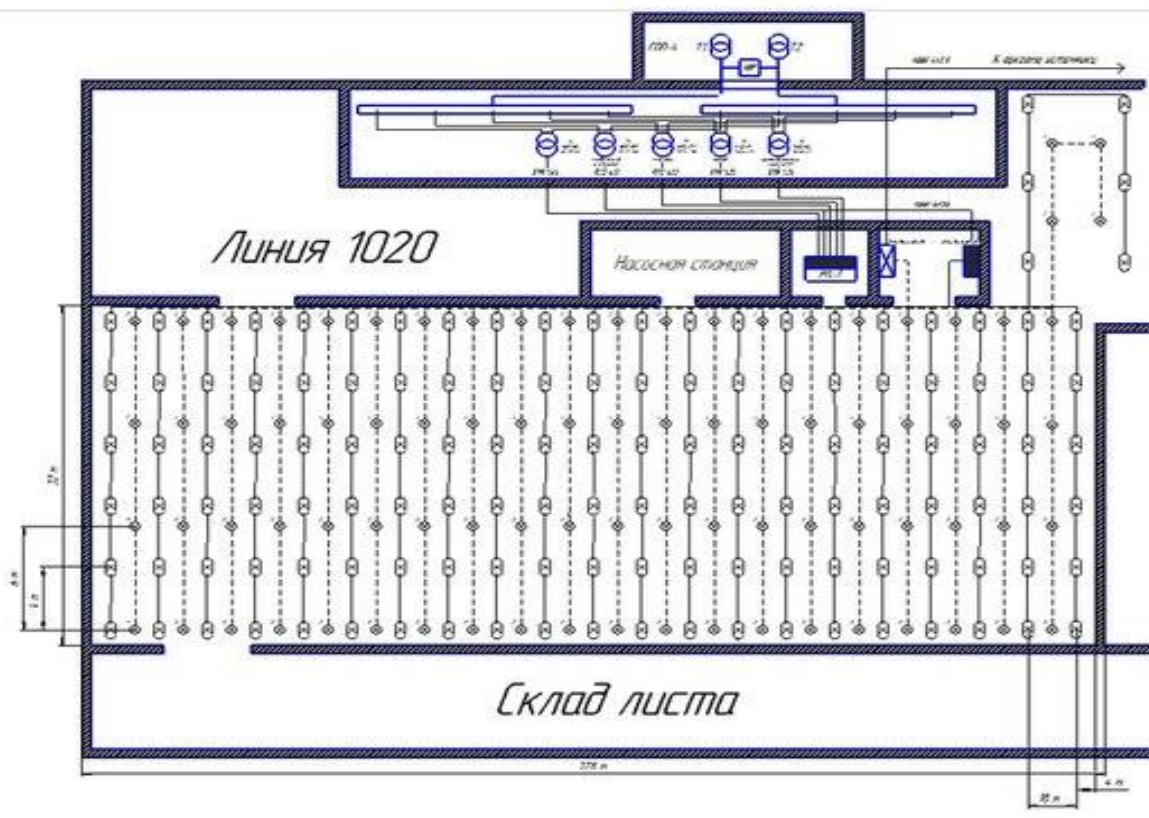
$$n_{\text{ав}} = \frac{15 \times 12096 \times 1,5}{0,69 \times 5040} = 78 \text{ шт.}$$

Для равномерного распределения выбираем 78 светильников.

Определяем среднюю фактическую освещенность

$$E_{\text{ср.ф.ав}} = \frac{n \times k_{\text{и}} \times \Phi_{\text{л}}}{S_{\text{у}} \times k_{\text{з}}},$$

$$E_{\text{ср.ф.ав}} = \frac{84 \times 0,69 \times 5040}{12096 \times 1,5} = 16,1 \text{ ЛК}$$



План расположения  
электрического  
освещения участка

# Технико-экономические показатели проекта

Технико – экономические показатели	первый вариант электрооборудования	второй вариант электрооборудования	Разница в показателях
Затраты на внедрение, $Z_{внел}$ , руб	589631,036	564219,096	25411,94
Затраты на амортизацию $Z_a$ , руб	86781,68	72028,33	14753,35
Затраты на ремонт $Z_r$ , руб	29088,12	28231,89	856,23
Затраты на электроэнергию $Z_{эл.эн}$ , руб	461558,4	495590,5	-34032,1
Производственные затраты за год, руб	664209,9	667879,1	-3669,2
Трудоемкость ремонтных работ $T_{рем}$ , чел-ч	54,518	54,518	0
Трудоемкость монтажных работ $T_{рем}$ , чел-ч	140,655	140,655	0
Штат ремонтного персонала, чел	4		
Штат монтажного персонала, чел	4		

# Меры противопожарной безопасности при эксплуатации электрооборудования

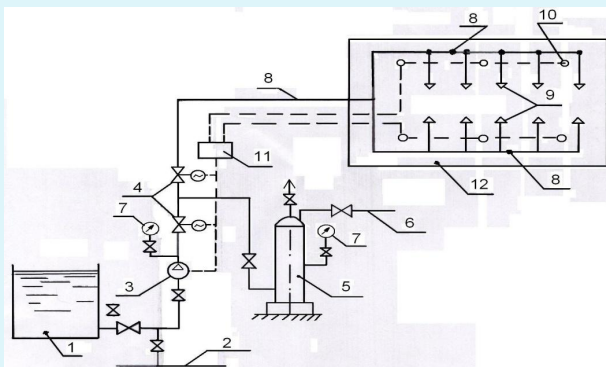


Рисунок 5 - Схема автоматического пожаротушения

## Меры по предотвращению пожара

предотвращение образования горючей среды;

предотвращение образования в горючей среде или внесение в неё источников зажигания;

поддержание температуры и давления горючей среды, ниже максимально допустимых по горючести;

уменьшение определяющего размера горючей среды ниже максимально допустимого по горючести.

## Меры пожарной защиты

предотвращение распространения пожара за пределы очага;

применение средств пожаротушения;

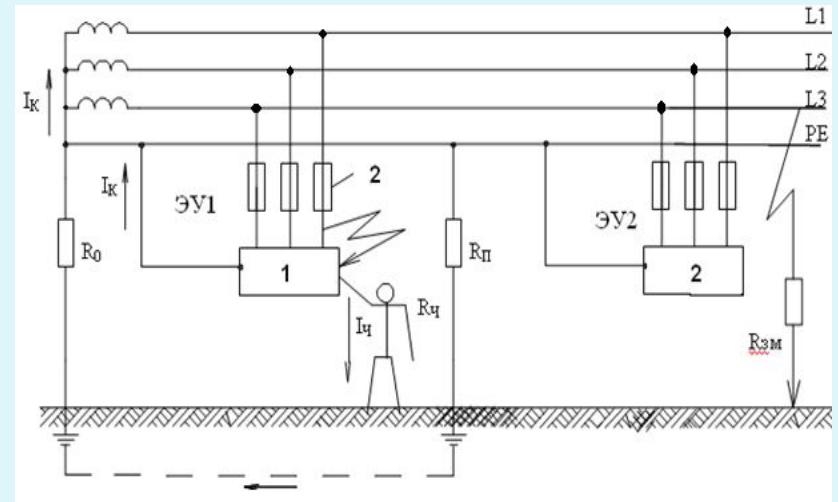
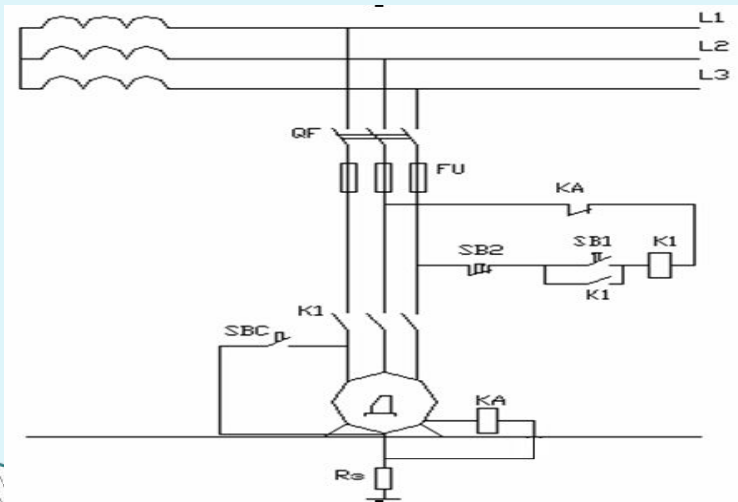
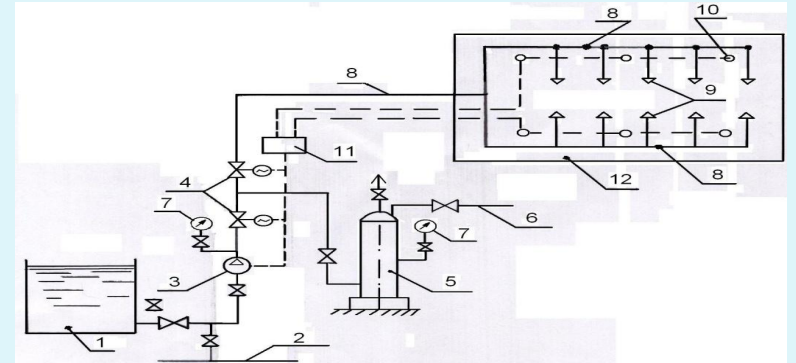
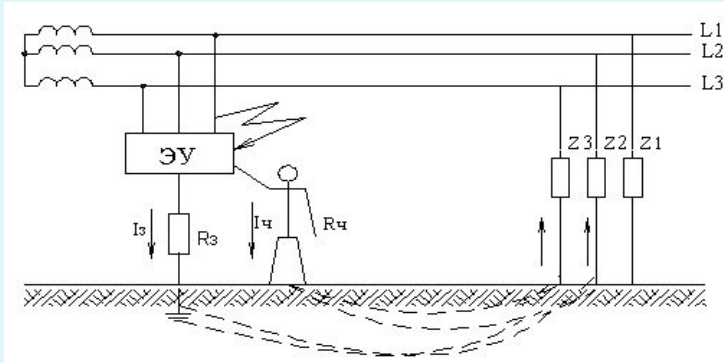
применение конструкций производственных объектов с регламентированным пределом их огнестойкости и горючести;

эвакуация людей в случае пожара;

применение средств коллективной и индивидуальной защиты от огня;

применение средств пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре;

# Техника безпеки при експлуатації електрооборудування



# Меры предотвращения неисправностей ЭО накопительного рольганга

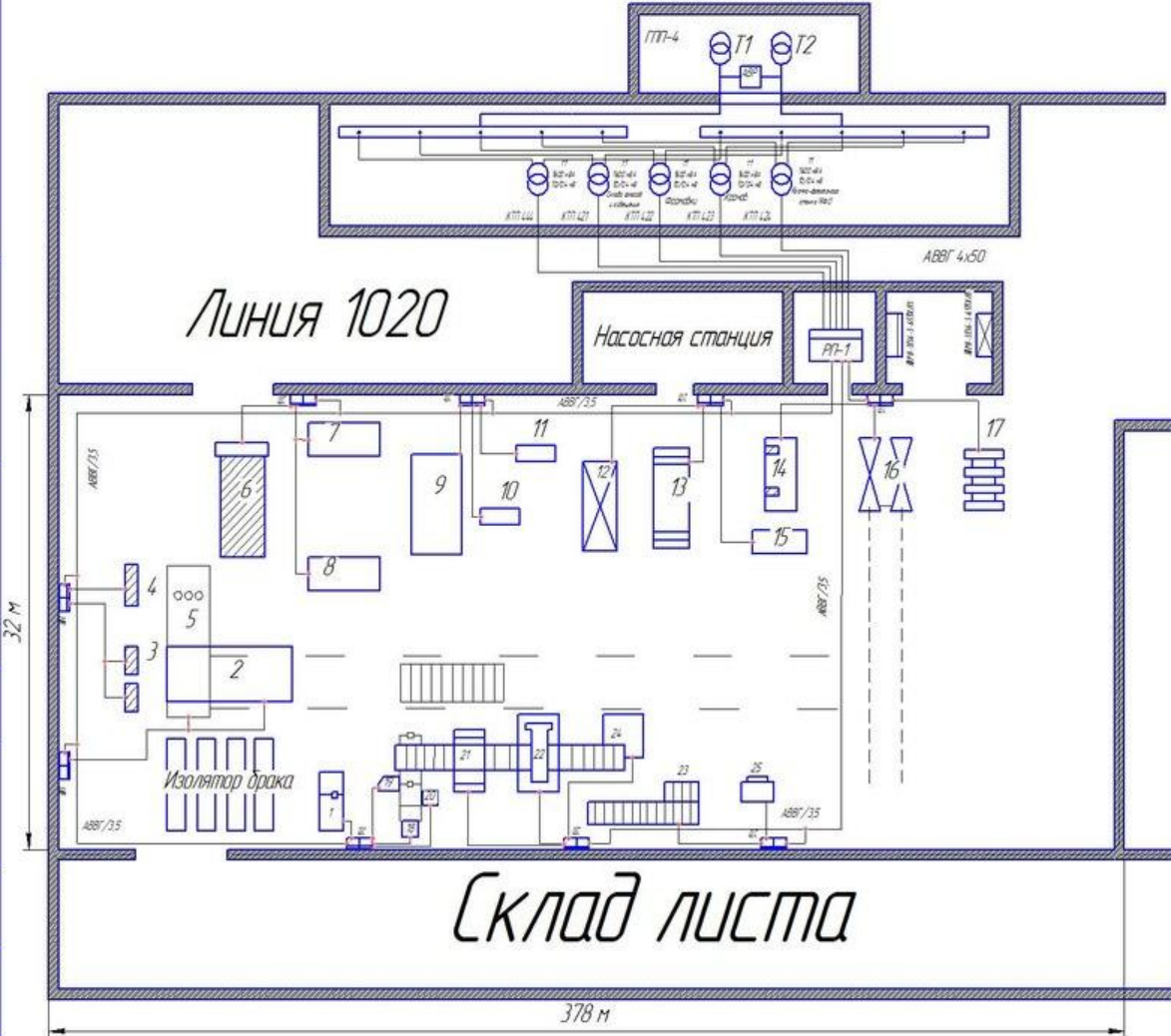
4	Участок рольгангов - накопителей		<p>Распоряжение имеет разовый характер, срок его действия определяется продолжительностью одной смены.</p> <p>При необходимости продолжения работы, при изменении условий работы или состава бригады распоряжение выдается заново.</p> <p>При перерывах в работе в течение дня повторный допуск осуществляется производителем работ.</p> <p>Распоряжение на работу отдается производителю работ и допускающему. Работы, выполнение которых предусмотрено по распоряжению, могут по усмотрению работника, выдающего распоряжение производиться по наряду.</p>
	<i>Со снятием напряжения</i>		
4.1.	Уход за щетками и коллекторами электродвигателей, замена щеток.	III	
4.2.	Замена и пополнение смазки в полшипниках	III	
4.3.	Проверка сопротивления изоляции электродвигателей с отсоединенными концами	III+IV	
4.4.	Ремонт и замена автоматических выключателей, рубильников, магнитных пускателей, реле, конечных выключателей и датчиков, переключателей, кнопок, электромагнитов, гибкой связи, клеммных коробок.	III+IV	
4.5.	Ревизия щитов, шкафов, пультов управления	III+IV	
4.6.	Работы в цепях электроприводов схем автоматики.	III+IV	
	<i>Без снятия напряжения</i>		
4.7.	Опробование режимов работы электроаппаратуры управления, пусковые и наладочные работы электрооборудования	III+IV	

Лист 1/1

Стр. №

Лист и дата

ИЗМ. № 1  
ИЗМ. № 2  
ИЗМ. № 3  
ИЗМ. № 4  
ИЗМ. № 5  
ИЗМ. № 6  
ИЗМ. № 7  
ИЗМ. № 8  
ИЗМ. № 9  
ИЗМ. № 10  
ИЗМ. № 11  
ИЗМ. № 12  
ИЗМ. № 13  
ИЗМ. № 14  
ИЗМ. № 15  
ИЗМ. № 16  
ИЗМ. № 17  
ИЗМ. № 18  
ИЗМ. № 19  
ИЗМ. № 20  
ИЗМ. № 21  
ИЗМ. № 22  
ИЗМ. № 23  
ИЗМ. № 24  
ИЗМ. № 25  
ИЗМ. № 26  
ИЗМ. № 27  
ИЗМ. № 28  
ИЗМ. № 29  
ИЗМ. № 30

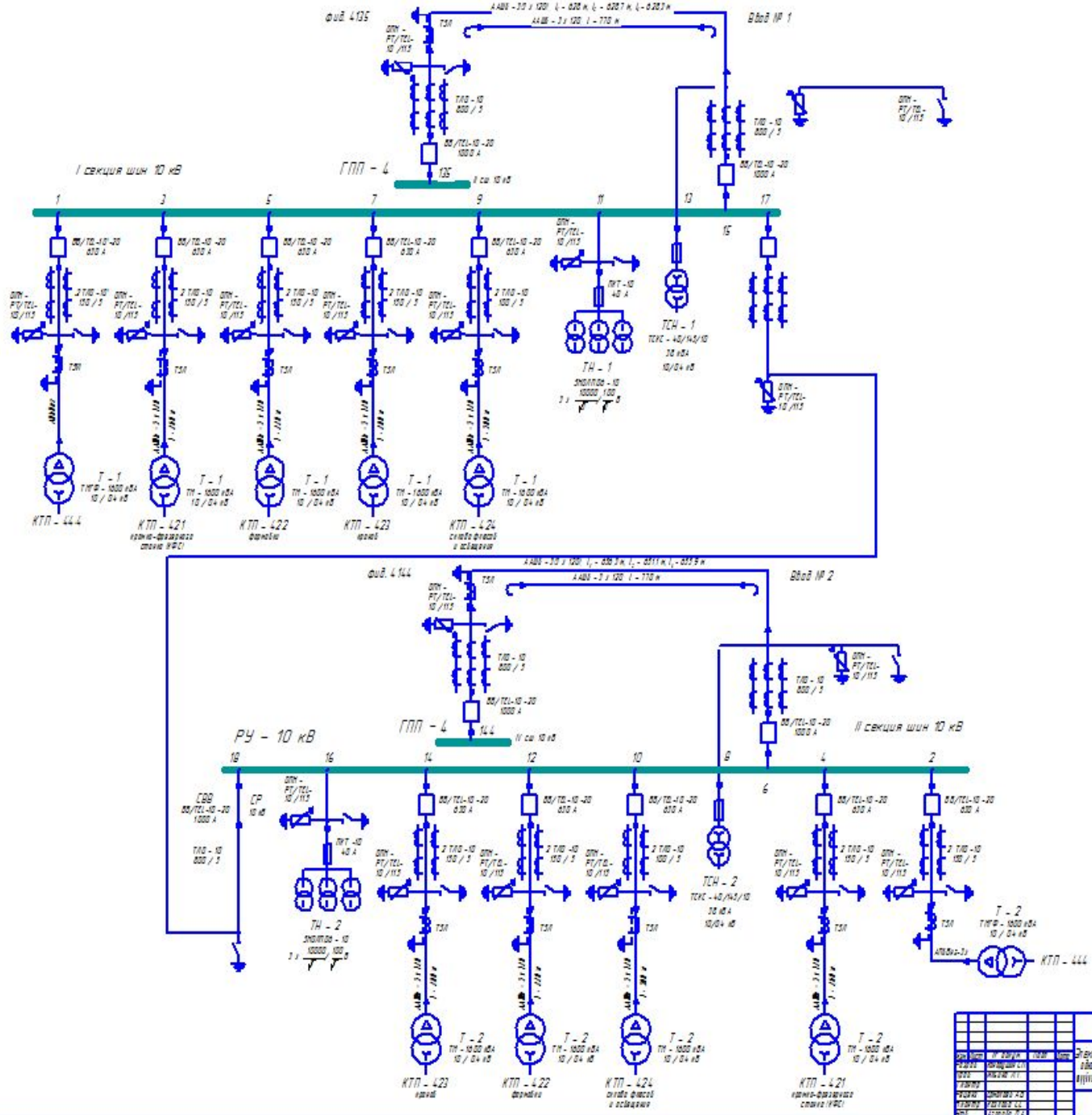


Формат	Лист	Дата	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
				<i>Документация</i>		
	1			Передвижной рольганг №1	1	
	2			Рольганг приемный	1	
	3			МС № 1, 2	2	
	4			Нажмы	1	
	5			Листопроводчик с транспортной линией	1	
	6			Участок листопрямительной машины	1	
	7, 8, 19, 20			Участок приварки планок	4	
	9			Участок краемасштабного станка	1	
	10, 11			Пресс подгибки кромок	2	
	12			Пресс предварительной формовки	1	
	13			Пресс окончательной формовки	1	
	14			Участок клейножки труб 1-317521С6	1	
	15			Передвижной рольганг №2	1	
	16			Рольганг-накопитель	1	
	17			Передвижной рольганг №3	1	
	18			Листопроводчик с транспортной линией	1	
	21			Участок краемасштабной установки	1	
	22			Участок прессы подгибки кромок	1	
	23, 24			Участок прессы шаговой формовки	2	
	25			Передающая тележка № 1	1	

Изм. Лист	№ докум.	Лист	Дата	План расположения электрооборудования и прокладки электрических сетей	Лист	Масса	Масштаб
Разработ.	Гусев МС						
Провер.	Ильина Л.Т.				Лист	Листов	1
Утверд.							
Проектант	Ермолов А.В.						
Инженер	Козлова Л.С.						
Монтаж	Азарова Д.А.						

ИЗМ. № 1  
ИЗМ. № 2  
ИЗМ. № 3  
ИЗМ. № 4  
ИЗМ. № 5  
ИЗМ. № 6  
ИЗМ. № 7  
ИЗМ. № 8  
ИЗМ. № 9  
ИЗМ. № 10  
ИЗМ. № 11  
ИЗМ. № 12  
ИЗМ. № 13  
ИЗМ. № 14  
ИЗМ. № 15  
ИЗМ. № 16  
ИЗМ. № 17  
ИЗМ. № 18  
ИЗМ. № 19  
ИЗМ. № 20  
ИЗМ. № 21  
ИЗМ. № 22  
ИЗМ. № 23  
ИЗМ. № 24  
ИЗМ. № 25  
ИЗМ. № 26  
ИЗМ. № 27  
ИЗМ. № 28  
ИЗМ. № 29  
ИЗМ. № 30

Не для коммерческого использования

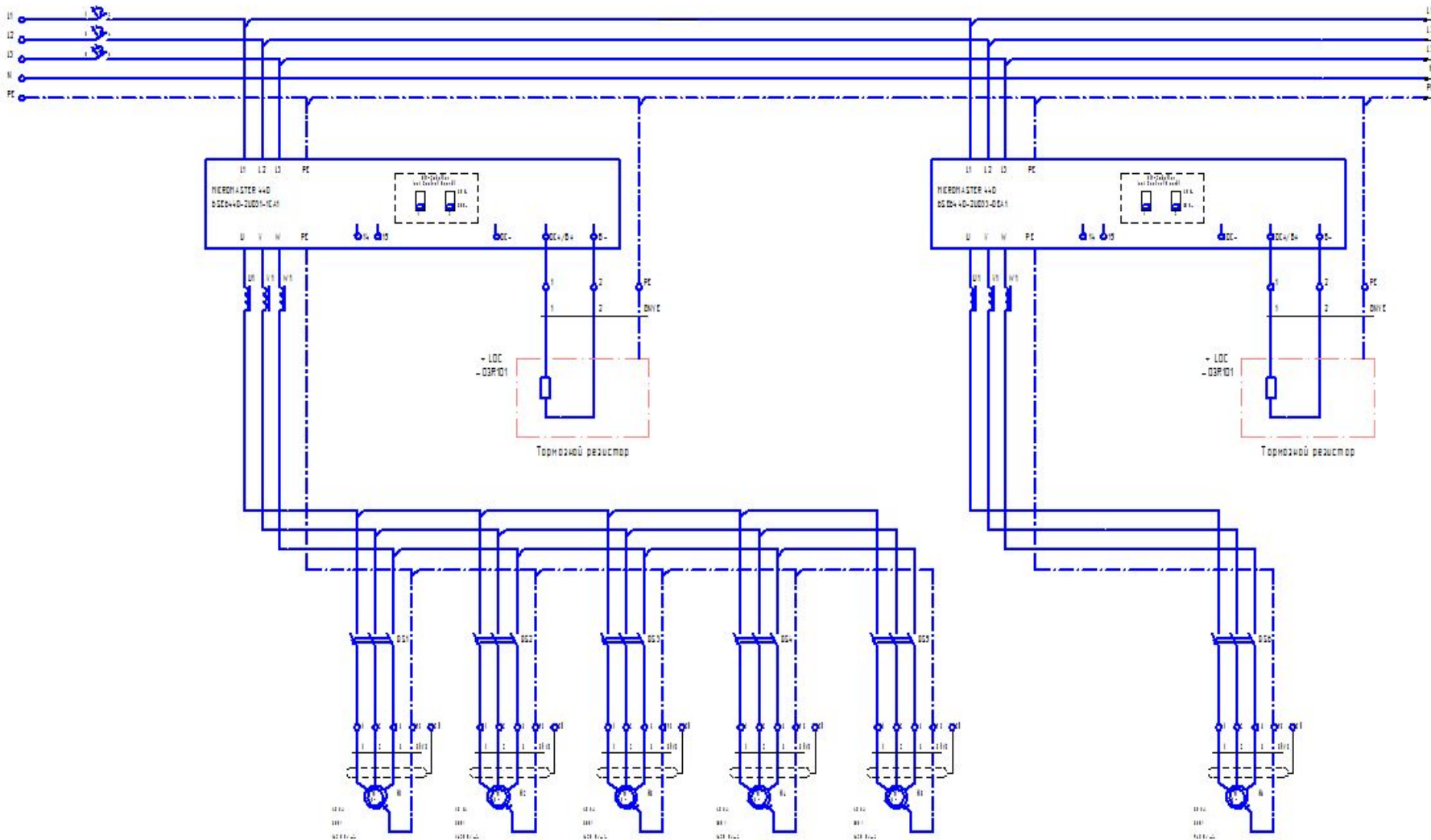


<p>ДП 13.02.11.06.000.00.33</p>					
№ п/п	№ позиции	наименование	кол-во	единица измерения	примечание
1	1	Кабель	1	км	
2	2	Кабель	1	км	
3	3	Кабель	1	км	
4	4	Кабель	1	км	
5	5	Кабель	1	км	
6	6	Кабель	1	км	
7	7	Кабель	1	км	
8	8	Кабель	1	км	
9	9	Кабель	1	км	
10	10	Кабель	1	км	
11	11	Кабель	1	км	
12	12	Кабель	1	км	
13	13	Кабель	1	км	
14	14	Кабель	1	км	
15	15	Кабель	1	км	
16	16	Кабель	1	км	
17	17	Кабель	1	км	
18	18	Кабель	1	км	
19	19	Кабель	1	км	
20	20	Кабель	1	км	
21	21	Кабель	1	км	
22	22	Кабель	1	км	
23	23	Кабель	1	км	
24	24	Кабель	1	км	
25	25	Кабель	1	км	
26	26	Кабель	1	км	
27	27	Кабель	1	км	
28	28	Кабель	1	км	
29	29	Кабель	1	км	
30	30	Кабель	1	км	
31	31	Кабель	1	км	
32	32	Кабель	1	км	
33	33	Кабель	1	км	
34	34	Кабель	1	км	
35	35	Кабель	1	км	
36	36	Кабель	1	км	
37	37	Кабель	1	км	
38	38	Кабель	1	км	
39	39	Кабель	1	км	
40	40	Кабель	1	км	
41	41	Кабель	1	км	
42	42	Кабель	1	км	
43	43	Кабель	1	км	
44	44	Кабель	1	км	
45	45	Кабель	1	км	
46	46	Кабель	1	км	
47	47	Кабель	1	км	
48	48	Кабель	1	км	
49	49	Кабель	1	км	
50	50	Кабель	1	км	
51	51	Кабель	1	км	
52	52	Кабель	1	км	
53	53	Кабель	1	км	
54	54	Кабель	1	км	
55	55	Кабель	1	км	
56	56	Кабель	1	км	
57	57	Кабель	1	км	
58	58	Кабель	1	км	
59	59	Кабель	1	км	
60	60	Кабель	1	км	

С. П. КОЗЛОВ, И. П. КОЗЛОВ, А. П. КОЗЛОВ, М. П. КОЗЛОВ, Е. П. КОЗЛОВ, В. П. КОЗЛОВ, Г. П. КОЗЛОВ, Д. П. КОЗЛОВ, И. П. КОЗЛОВ, К. П. КОЗЛОВ, Л. П. КОЗЛОВ, М. П. КОЗЛОВ, Н. П. КОЗЛОВ, О. П. КОЗЛОВ, П. П. КОЗЛОВ, Р. П. КОЗЛОВ, С. П. КОЗЛОВ, Т. П. КОЗЛОВ, У. П. КОЗЛОВ, Ф. П. КОЗЛОВ, Х. П. КОЗЛОВ, Ц. П. КОЗЛОВ, Ч. П. КОЗЛОВ, Ш. П. КОЗЛОВ, Щ. П. КОЗЛОВ, Ъ. П. КОЗЛОВ, Ы. П. КОЗЛОВ, Ь. П. КОЗЛОВ, Э. П. КОЗЛОВ, Ю. П. КОЗЛОВ, Я. П. КОЗЛОВ







				ИП 13.02.11.06.000.00 33			
№	Изм.	Испол.	Дата	№	Испол.	Дата	№
0001				0001			11
Электронная принципиальная схема подключения двигателя через преобразователь частоты							
Испол. 1							
ИП 13.02.11.06.000.00 33							
Лист 21							