

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ ЛНР
ОСП «ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ ТЕХНИКУМ»
ГОУ ВПО ЛНР «ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

**МДК01.03 ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ И ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЕ
ОБОРУДОВАНИЕ**

**Методические указания к
практическим работам**

для студентов специальности

**13.02.11 «Техническая эксплуатация и обслуживание
электрического и электромеханического оборудования (по отраслям)»**

Алчевск

2019

Разработала _____ И.Н.Моисеенко преподаватель
методист высшей квалификационной категории

Утверждено на заседании методического совета
председатель методического совета _____ Л. Л. Кузьмина

Рассмотрено и одобрено на заседании
комиссии электротехнических дисциплин
протокол № ___ от " ___ " _____ 2019 года
председатель комиссии _____ В.В.Колесник

Содержание

Введение	4
Практическая работа 1 Расчет искусственного освещения	5
Практическая работа 2 Расчет и выбор мощности двигателей для механизмов передвижения мостового крана	10
Практическая работа 3 Расчет и выбор мощности двигателей для механизмов подъема мостового крана с использованием электронной таблицы Excel	13
Практическая работа 4 Описание работы электрической схемы управления механизмами крана	16
Практическая работа 5 Расчет и выбор пускорегулировочных сопротивлений	18
Практическая работа 6 Построение нагрузочной диаграммы кранового электропривода с использованием программы Splan	21
Практическая работа 7 Расчет и выбор аппаратов защиты и управления	23
Практическая работа 8 Описание работы схемы металлорежущего станка	28
Практическая работа 9 Построение принципиальной схемы с использованием программы Splan	34
Практическая работа 10 Построение электромеханических характеристик двигателей в программе Advanced Grapher	34
Практическая работа 10 Составление схемы соединений по принципиальной схеме с использованием программы Splan	41
Приложение А – Принципиальная схема	42
Приложение Б – Перечень элементов	43
Приложение В – Схема соединений	44
Список литературы	45

Введение

Задание к практическим работам с краткими методическими указаниями по изучению дисциплины "Электрическое и электромеханическое оборудование" составлено согласно программы.

Дисциплина МДК.01.03 «Электрическое и электромеханическое оборудование» входит в профессиональный цикл обучения студентов специальности 13.02.11 «Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования»

Выполнение практических работ проводится по рабочему плану дисциплины. Каждая практическая работа выполняется после изучения темы на лекции. Целью практических работ является закрепление и усовершенствование каждой темы дисциплины и приобретения практических навыков:

- определять электроэнергетические параметры электрических машин и аппаратов, электротехнических устройств и систем;

- подбирать технологическое оборудование для ремонта и эксплуатации электрических машин и аппаратов, электротехнических устройств и систем, определять оптимальные варианты его использования;

- чтения релейно-контакторных схем;

- оставления схемы с релейно-контакторным управлением для реализации различных режимов управления;

- выбирать и рассчитывать электрическое и электромеханическое оборудование;

- рассчитывать аппаратуру для защиты и управления.

Целью практических работ является подготовка студентов к самостоятельному выполнению курсовых и дипломных работ. Практические работы направлены на освоение профессиональных компетенций.

При оформлении работ необходимо придерживаться общих требований к оформлению документации. Схемы должны быть выполнены аккуратно согласно ЕСКД.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

Тема: Расчет искусственного освещения

Цель: Научиться выполнять расчет искусственного освещения, выбирать тип и мощность ламп

Ход работы

1. Из таблицы 1.1 выписать исходные данные для своего варианта
2. Определить показатель помещения
3. Рассчитать количество ламп и световой поток одной лампы
4. Выбрать тип светильника по расчетному значению светового потока и мощности по каталогу
5. Определить общую мощность ламп
6. Оформить отчет

Таблица 1.1 – Исходные данные для практической работы №1

Вариант	Производственное освещение	Габаритные размеры помещения, м			Размер объекта различения	Контраст объекта различения с фоном	Характеристика фона	Характеристика помещения по условиям среды
		длина А	ширина В	высота Н				
1	Вычислительный центр	60	30	5	0,4	Малый	Светлый	Небольшая запыленность
2	Литейное производство;	36	12	5	0,49	Большой	Средний	Большая запыленность
3	Участок плавки металла	60	24	8	0,5	Средний	Светлый	Большая запыленность
4	Механизированный участок получения заготовок	46	24	8	0,5	Средний	Светлый	Небольшая запыленность
5	Участок шлифовальных станков	40	18	6	0,4	Большой	Светлый	Небольшая запыленность,
6	Участок полировальных станков	50	24	6	0,38	Средний	Светлый	Небольшая запыленность,
7	Механический цех; металлорежущие станки	90	24	6	0,28	Средний	Светлый	Небольшая запыленность
8	Прецизионные металлообрабатывающие станки	36	18	5	0,3	Средний	Светлый	Небольшая запыленность

9	Станки с ЧПУ	60	24	5	0,2	Средний	Светлый	Небольшая запыленность
10	Участок сборки	50	18	6	0,25	Большой	Светлый	Небольшая запыленность
11	Производство печатных плат, гальванический цех: ванны	65	18	8	0,45	Большой	Средний	Высокая влажность, небольшая запыленность
12	Автоматические линии	60	24	8	0,48	Средний	Средний	Небольшая запыленность
13	Участок контрольно-измерительных приборов	24	12	5	0,46	Средний	Светлый	Небольшая запыленность
14	Рабочие места ОТК с визуальным контролем	30	12	5	0,2	Большой	Средний	Небольшая запыленность
15	Участок сварки	40	12	7	0,4	Средний	Средний	Средняя запыленность
16	Участок контроля сварных соединений	66	18	5	0,35	Большой	Средний	Небольшая запыленность
17	Участок импульсно-дуговой сварки	56	18	8	0,4	Средний	Светлый	Средняя запыленность
18	Участок автоматизированных установок	90	24	8	0,45	Большой	Средний	Средняя запыленность
19	Лаборатория для металлографических исследований	36	12	5	0,49	Средний	Средний	Небольшая запыленность
20	Вычислительный центр	60	30	5	0,4	Малый	Светлый	Небольшая запыленность
21	Прокатное производство;	36	12	5	0,49	Средний	Средний	Большая запыленность
22	Участок плавки металла	60	24	8	0,5	Средний	Светлый	Небольшая запыленность
23	Механизированный участок получения заготовок	46	24	8	0,5	Средний	Светлый	Небольшая запыленность
24	Участок шлифовальных станков	40	18	6	0,4	Большой	Светлый	Небольшая запыленность,

Порядок расчета

1 Определить норму освещенности E_n при искусственном освещении по СНиП 23-05-95 (табл. 1.2) для своего варианта.

Таблица 1.2 - Норма освещенности E_n при искусственном освещении

Характеристики зрительной работы	Размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристики фона	Искусственное освещение	
						При комбинированном освещении	При общем освещении
						Освещенность, E_n , лк	
1	2	3	4	5	6	7	8
Наивысшей точности	менее 0,15	I	а	малый	темный	5000	1500
			б	малый средний	Средний темный	4000	1250
			в	малый средний большой	светлый средний темный	2500	750
			г	средний большой	светлый средний	1500	400
Очень высокой точности	от 0,15 до 0,3	II	а	малый	темный	4000	1250
			б	малый средний	средний темный	3000	750
			в	малый средний большой	светлый средний темный	2000	500
			г	средний большой	светлый средний	1000	300
Высокой точности	Свыше 0,3 до 0,5	III	а	малый	темный	2000	500
			б	малый средний	средний темный	1000	700
			в	малый средний большой	светлый средний темный	750	300
			г	средний большой	светлый средний	400	200
Средней точности	Свыше 0,5 до 1,0	IV	а	малый	темный	750	300
			б	средний малый	темный средний	500	200
			в	малый средний большой	светлый средний темный	400	200
			г	средний большой	светлый средний	300	150

Малой точности	Свыше 1 до 5	V	a	малый	темный	300	200
			б	малый средний	средний темный	200	150
			в	малый средний большой	светлый средний темный	-	150
			г	средний большой	светлый средний	-	100
Грубая (очень малой точности)	Более 5	VI	-	Независимо от фона и контраста		-	150
Работа со изделиями в горячих цехах	Более 0,5	VII	-	Независимо от фона и контраста		-	200
Общее наблюдение за ходом производ. процесса: Постоянное периодическое при постоянном пребывании периодическое при периодическом пребывании			a	Независимо от характеристики фона, контраста объекта с фоном		-	75
			б	Независимо от характеристики фона, контраста объекта с фоном		-	50
				Независимо от характеристики фона, контраста объекта с фоном		-	30

2. Высота подвеса светильников над рабочей поверхностью

$$H_p = H - h_c - h_r$$

где H – геометрическая высота помещения, м;

h_c - расстояние от светильника до стены (0,2-0,8) м,

h_r - высота рабочей поверхности (0,8 - 1)м.

Площадь освещаемой поверхности, м²

$$S = A \cdot B$$

3. Рассчитаем показатель помещения

$$i = \frac{A \cdot B}{H_p \cdot (A + B)}$$

где A - длина помещения, м;

Б - ширина помещения, м.

3. По таблице 1.3 определить K_3 – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника (источника света, светотехнической арматуры, стен и прочих отражающих поверхностей), и наличие в атмосфере цеха дыма или пыли.

Таблица 1.3 - Коэффициент запаса светильников

Характеристика объекта	Коэффициент запаса
Помещения с большим выделением пыли	2,0
Помещения со средним выделением пыли	1,8
Помещения с малым выделением пыли	1,5

4. Равномерность освещения достигается при соответствующем соотношении расстояния между светильниками L и высоты подвеса H_p . Определяем рекомендованное расстояние между светильниками при $L/H_p = 0,8$ с [8] с. 127

$$L = 0,8 \cdot H_p$$

5. Определяем необходимое количество светильников

$$n = \frac{A \cdot B}{L^2}$$

7. Найти по таблице 1.7 коэффициенты отражения стен ρ_c и потолка ρ_n

Таблица 1.7 - Значение коэффициентов отражения потолка и стен

Состояние потолка	$\rho_n, \%$	Состояние стен	$\rho_{ст}, \%$
Свежепобеленный	70	Свежепобеленные с окнами, закрытыми шторами	70
Побеленный, в сырых помещениях	50	Свежепобеленные с окнами без штор	50
Чистый бетонный	50	Бетонные с окнами	30
Светлый деревянный (окрашенный)	50	Оклеенные светлыми обоями	30
Бетонный грязный	30	Грязные	10
Деревянный неокрашенный	30	Кирпичные неоштукатуренные	10
Грязный (кузницы, склады)	10		

8. Световой поток одного светильника

$$\Phi_{л} = \frac{E_{нор} \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{n \cdot u}$$

где Z – коэффициент неравномерности освещения, для светодиодных ламп, $Z = 1$.

u - коэффициент использования светового потока u светильников по таблице 1.8 с учетом индекса помещения i , коэффициентов отражения стен ρ_c и потолка ρ_n .

9. Определить общую мощность всех ламп

$$P = n \cdot P_{л}$$

Таблица 1.8

Тип светиль- ника	Светодиодный промышленный		
	$\rho_n, \%$	70	50
$\rho_c, \%$	50	50	10
i	u		
0,5	30	25	20
0,6	34	29	25
0,7	38	33	29
0,8	41	36	33
0,9	45	39	35
1,0	47	42	38
1,1	50	44	40
1,25	53	48	43
1,5	57	52	47
1,75	60	54	51
2,0	62	57	54
2,25	64	59	56
2,5	65	60	57
3,0	67	63	60
3,5	69	65	62
4,0	70	66	64
5,0	72	69	66

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2

Тема: Расчет мощности двигателей для механизмов передвижения мостового крана

Цель: Научиться выполнять расчет мощности двигателя для механизмов передвижения мостового крана, выбирать тип и мощность двигателя

Ход работы

- 1 По заданию своего варианта (таблица 2.1) рассчитать мощность двигателя
- 2 Выбрать по каталогу тип и мощность двигателя и записать его паспортные данные: вариант с 1 по 10 выбирают асинхронный двигатель с фазным ротором,

где K_1 - коэффициент, учитывающий сопротивление [1], С.23;

V_M - скорость передвижения моста, м/с;

μ - коэффициент трения скольжения в подшипниках опор ходовых колес: $\mu = (0,015-0,02)$ - для подшипников качения;

$\mu = (0,08-0,15)$ - для подшипников скольжения;

η - КПД механизма передвижения,

r_c - радиус цапфы, м,

f - коэффициент трения ходовых колес, (для плоского рельса) [1], С.24;

R_k - радиус ходового колеса, м;

$G_{гр}$ - вес груза, кН;

$$G_{гр} = 9,81 \cdot m_{гр}$$

где $m_{гр}$ - масса груза, т ;

G_M - вес моста вместе с тележкой, кН;

$$G_M = 9,81 \cdot m_M$$

где m_M - масса моста вместе с тележкой, т.

Статичная мощность на валу двигателя при перемещении крана без груза

$$P_{c2} = \frac{K_1 (G_M \cdot (\mu \cdot r_c + f)) \cdot V_M}{2 \cdot R_k \cdot \eta_0}$$

где η_0 - КПД холостого хода,

Выбираем двигатель по расчетной мощности

$$P \geq \frac{P_{c1}}{K_m}$$

где K_m – коэффициент, учитывающий нагрев,

Выбираем двигатели по расчетной мощности и угловой скорости , записать номинальные параметры

Передаточное число редуктора для выбранного двигателя

$$i = \frac{n_n \cdot \pi \cdot R_r}{60 \cdot V_M}$$

где n_n - номинальная скорость вращения двигателя, об/мин.

Статический момент на валу двигателя при передвижении крана с грузом

$$M_{c1} = \frac{P_{c1} \cdot R_k \cdot 10^3}{V_M \cdot i}$$

Статический момент на валу двигателя при передвижении моста без груза

$$M_{c2} = \frac{P_{c2} \cdot R_k \cdot 10^3}{V_m \cdot i}$$

Определить номинальный момент двигателя

$$M_H = \frac{P_H}{\omega_H},$$

где P_H - номинальная мощность, Вт;

ω_H - номинальная угловая скорость, 1/с;

$$\omega_H = n_H \cdot 0,105$$

Контрольные вопросы

1. Для чего используется редуктор в механизмах кранов?
2. Для чего используется тормоз?
3. Назовите механизмы, которые используются в мостовых кранах.
4. Какие типы мостовых кранов используются на производстве?
5. Чем отличаются крановые двигатели от общепромышленных?
6. Как определить номинальный момент двигателя?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

Тема: Расчет и выбор мощности двигателей для механизма подъема мостового крана с использованием электронной таблицы Excel

Цель: Научиться выполнять расчет мощности двигателя механизмов подъема крана, выбирать тип и мощность двигателя с использованием электронной таблицы Excel

Ход работы

- 1 Запустить программу электронной таблицы XL
- 2 По заданию своего варианта (таблица 2.1) рассчитать мощность двигателя по исходным данным.
- 3 Установить параметры страницы : сверху - 1см, снизу - 3 см, слева -2,5см, справа - 1см. Выбрать Вид - страничный режим, масштаб 100%.:
- 4 Выполнить объединение текста в пределах и установить автоматический перенос слов : левой кнопкой мыши выделить ячейки к пределу, в нажать правую кнопку мыши на выделенном тексте и выбрать - формат ячеек-выравнивание - переносит по словам, объединение ячеек. Выбрать шрифт GOST type B (14). Абзац в тексте выполняется пробелом.

- 5 Выбрать по каталогу тип и мощность двигателя и записать его паспортные данные.
- 6 Рассчитать момент номинальный двигателя и статические моменты
- 7 Оформить отчет.

Таблица 2.1 – Данные для выбора мощности привода подъема мостового крана

№ варианта	$m_{гр},$ т	$m_{к},$ т	$v,$ м/с	$D_{б},$ м	η	i_n
1	30	1,0	0,25	0,336	0,85	6
2	8	0,65	0,125	0,396	0,74	3
3	10	0,55	0,12	0,336	0,76	3
4	12,5	0,75	0,15	0,384	0,75	4
5	16	1,0	0,12	0,432	0,84	4
6	20	1,3	0,13	0,448	0,76	4
7	32	1,1	0,11	0,488	0,85	5
8	50	1,25	0,14	0,568	0,74	5
9	100	1,5	0,12	0,6	0,76	6
10	125	1,8	0,1	0,6	0,85	6
11	80	1,4	0,9	0,58	0,84	6
12	160	2,5	0,1	0,6	0,76	6
13	200	2,7	0,11	0,59	0,75	6
14	250	7,0	0,13	0,6	0,84	6
15	320	7,0	0,1	0,59	0,76	6
16	10	0,65	0,12	0,336	0,76	3
17	12,5	0,65	0,15	0,384	0,85	4
18	16	1,0	0,11	0,432	0,84	4
19	20	1,2	0,1	0,448	0,76	4
20	32	1,5	0,1	0,488	0,75	5

Методические указания

Статистическая мощность на валу двигателя в установившемся режиме при подъеме, которая тратится при перемещении груза и на преодоление расходов на трение

$$P_{сн} = \frac{(G + G_0) \cdot v_n}{\eta} \cdot 10^{-3}$$

где η - общий КПД для подшипников качения,

v - скорость подъема, м/с,

G_0 - сила тяжести крюка

$$G_0 = 9,81 \cdot m_k$$

где m_k - масса крюка, кг,

Статистическая мощность при подъеме пустого крюка

$$P_{\text{спо}} = \frac{G \cdot v_n \cdot 10^{-3}}{\eta_{\text{x.x}}}$$

где $\eta_{\text{x.x}}$ - общий КПД при поднятии пустого крюка

$$\eta_{\text{x.x}} = 0,5 \cdot \eta$$

В установившемся режиме спуска, статическая мощность на валу двигателя равняется разнице мощностей груза, который опускается, и сил трения в механизме.

Сила тяжести груза при спуске

$$P_{\theta} = \frac{(G + G_0) \cdot v_n}{10^3}$$

Сила трения в механизме

$$P_{\text{тр}} = \frac{(G + G_0) \cdot v_n}{\eta} \cdot (1 - \eta) \cdot 10^{-3}$$

Выбираем двигатель согласно условия

$$P_{\text{дв}} \geq \frac{P_{\text{сп}}}{K}$$

где K - тепловой коэффициент, $K = 1,15$

Выбираем двигатель и записываем его паспортные данные.

Определяем передаточное число редуктора механизма подъема для выбранного двигателя

$$i = \frac{n \cdot D \cdot \pi}{60 \cdot v \cdot i_n}$$

где i_n - передаточное число полиспаста,

R - радиус барабана, м.

Определим статический момент на валу двигателя при подъеме с грузом

$$M_{\text{ст}} = \frac{(G + G_0) \cdot R}{\eta \cdot i \cdot i_n}$$

Статический момент на валу двигателя без груза

$$M_{c2} = \frac{G_0 \cdot R}{\eta \cdot i \cdot i_n}$$

Номинальный момент двигателя

$$M_H = \frac{P_H}{\omega_H}$$

Контрольные вопросы

1. Назовите методы торможения крановых двигателей.
2. Какие типы двигателей используются в крановых механизмах?
3. Как осуществить реверс двигателей?
4. По каким параметрам выбирается двигатель?
5. В каких режимах работают крановые механизмы?
6. Методы регулирования скорости двигателей на крановых механизмах.
7. Какие механические тормоза используются для механизмов кранов?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

Тема: Описание работы электрической схемы управления механизмами крана

Цель: Научиться анализировать и описывать работу схем управления для механизмов мостового крана

Ход работы

- 1 По заданию своего проанализировать работу электрической схемы механизма крана по заданию своего варианта, указанном в таблице 4
- 2 Описать работу схемы в заданном режиме
- 3 Сделать вывод по работе

Таблица 4 – Исходные данные для практической работы 4

№ варианта	Тип контроллера для механизма	Режим работы
1	Для механизма подъема типа ТС	Пуск по положениям командоконтроллера на подъем и остановка
2	Для механизма подъема типа ТСА	Пуск по положениям командоконтроллера на подъем и остановка
3	Для механизма подъема типа ККТ61	Пуск по положениям командоконтроллера на подъем и остановка

Продолжение таблицы 4 – Исходные данные для практической работы 4

№ варианта	Тип контроллера для механизма	Режим работы
4	Для механизма подъема типа ПС	Пуск по положениям командоконтроллера на подъем и остановка
5	Для механизма передвижения типа Т	Пуск по положениям командоконтроллера «вперед» и остановка
6	Для механизма передвижения типа ККТ62	Пуск по положениям командоконтроллера «вперед» и остановка
7	Для механизма передвижения типа КД	Пуск по положениям командоконтроллера «вперед» и остановка
8	Для механизма передвижения типа П	Пуск по положениям командоконтроллера «вперед» и остановка
9	Для механизма передвижения типа КВ102	Пуск по положениям командоконтроллера «вперед» и остановка
10	Для механизма передвижения типа ДК	Пуск по положениям командоконтроллера «вперед» и остановка
11	Для механизма подъема типа ТС	Пуск по положениям командоконтроллера на спуск и остановка
12	Для механизма подъема типа ТСА	Пуск по положениям командоконтроллера на спуск и остановка
13	Для механизма подъема типа ККТ61	Пуск по положениям командоконтроллера на спуск и остановка
14	Для механизма подъема типа ПС	Пуск по положениям командоконтроллера на спуск и остановка
15	Для механизма передвижения типа Т	Пуск по положениям командоконтроллера «назад» и остановка
16	Для механизма передвижения типа ККТ62	Пуск по положениям командоконтроллера «назад» и остановка
17	Для механизма передвижения типа КД	Пуск по положениям командоконтроллера «назад» и остановка
18	Для механизма передвижения типа П	Пуск по положениям командоконтроллера «назад» и остановка
19	Для механизма передвижения типа КВ102	Пуск по положениям командоконтроллера «назад» и остановка
20	Для механизма передвижения типа ДК	Пуск по положениям командоконтроллера «назад» и остановка

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5

Тема: Расчет и выбор пуско-регулирующих сопротивлений

Цель: Научиться выполнять расчет пускорегулирующих сопротивлений для асинхронных двигателей механизмов крана, составлять схему включения нормированных ящиков сопротивлений.

Ход работы

1 По заданию своего варианта для заданного двигателя (таблица 5.1) рассчитать пускорегулирующие сопротивления

2 Выбрать по каталогу нормированные ящики сопротивлений и составить схему соединений.

3 Оформить отчет.

Таблица 5 Исходные данные для практической работы №5

№	Тип двигателя	Мощность при ПВ=40%	Частота вращения, об/мин	Номин. ток, А	Ток ротора, А	Напряжение между кольцами, В	M _{max} , Нм	КПД, %	cos φ	Момент инерции, кг м ²
1	МТН011-6	1,4	890	4,9	8,8	114	2,6	65	0,67	0,021
2	МТН012-6	2,2	895	6,9	11	138	2,7	70	0,69	0,026
3	МТН111-6	3,5	905	8,9	14,2	171	2,75	75,5	0,79	0,042
4	МТН112-6	5	935	12,8	15,5	212	3,15	80	0,74	0,056
5	МТН211А6	5,5	925	14,3	17,4	211	3	79	0,73	0,068
6	МТН211В6	7,5	940	19	19,2	255	3,1	82	0,73	0,082
7	МТН311-6	11	950	25,4	41	170	2,8	83	0,79	0,304
8	МТН311-8	7,5	700	23	21	240	2,8	78,5	0,69	0,302
9	МТН312-6	15	950	34,7	46	210	3,1	84	0,78	0,374
10	МТН312-8	11	710	29,6	43	165	3	81,3	0,69	0,38
11	МТН411-6	22	960	51	59	246	2,8	86	0,76	0,52
12	МТН412-6	30	960	66	72	273	2,8	87	0,79	0,63
13	МТН411-8	15	720	44	46	189	3,2	83	0,62	0,52
14	МТН412-8	22	715	58	58	248	3	83	0,7	0,63
15	МТН511-6	37	955	80	80	295	3	87	0,81	0,75
16	МТН512-6	55	955	117	122	285	2,9	88	0,81	1,02
17	МТН511-8	30	715	74	70	275	2,9	85	0,72	0,95
18	МТН512-8	37	725	88	76	305	2,9	86	0,74	1,27
19	МТН611-6	75	955	149	180	266	3,2	89	0,86	3,3
20	МТН613-6	110	970	216	168	420	3,5	91	0,85	4,8
21	МТН611-10	45	570	109	167	177	3	86	0,73	3,8
22	МТН612-10	60	575	140	162	235	3,2	88	0,74	4,6
23	МТН613-10	75	575	175	150	308	3	89	0,73	5,6

Методические указания

Расчет и выбор пускорегулировочных сопротивлений

Номинальное сопротивление фазы ротора

$$R_{2H} = \frac{E_{pH}}{\sqrt{3} \cdot I_{pH}}$$

Определяем сопротивление обмотки ротора

$$R_{pH} = R_{2H} \cdot s_H$$

где E_{pH} - ЭДС между кольцами ротора, В

I_{pH} - номинальный ток ротора, А

Рассчитываем сопротивление обмотки ротора с постоянно включенным сопротивлением

$$R_{pHl} = R_{2H} \cdot s_{nc}$$

$$s_{nc} = (0,08-0,09)$$

Отношение пикового пускового момента к моменту переключения

$$\lambda_1 = m+1 \sqrt{\frac{E_{pH}}{\sqrt{3} \cdot I_{pH} \cdot R_{pH}}}$$

где m - число ступеней пускорегулировочного резистора

$M_{пер}$ - допустимый момент переключения

$$M_{пер} = 1,15 \cdot M_c;$$

Определяем пиковый момент

$$M_n = M_{пер} \cdot \lambda_1;$$

Пусковой ток

$$I_1 = \frac{M_n}{M_H} \cdot I_{pH}$$

Рассчитываем сопротивление третьей ступени

$$R_3 = R_{pH} \cdot (\lambda_1 - 1)$$

Рассчитываем сопротивление второй ступени

$$R_2 = R_3 \cdot \lambda_1$$

Рассчитываем сопротивление первой ступени

$$R_1 = R_2 \cdot \lambda_1$$

Рассчитываем сопротивление первой секции

$$r_1 = R_1 - R_2$$

Рассчитываем сопротивление второй секции

$$r_2 = R_2 - R_3$$

Рассчитываем сопротивление третьей секции

$$r_3 = R_3 - R_{\rho n 1};$$

Рассчитываем сопротивление постоянно включенной секции

$$r_{п.с} = R_{\rho n 1} - R_{\rho n};$$

Рассчитанные значения сопротивлений заносим в таблицу 5.2. Для каждой секции резистора определяем значение длительного эквивалентного тока.

Ток первой ступени

$$I_1 = \frac{I_{1\%} \cdot I_{нр}}{100}$$

где $I_{1\%}$ - ток первой ступени в процентах, [1], с. 67,

$$I_2 = \frac{I_{2\%} \cdot I_{нр}}{100} = \text{и}$$

где $I_{2\%}$ - ток второй ступени в процентах, [1], с. 67,

Ток третьей ступени

$$I_3 = \frac{I_{3\%} \cdot I_{нр}}{100}$$

где $I_{3\%}$ - ток третьей ступени в процентах, [1], с. 67,

Таблица 5.2 - Технические данные выбранных пусковых резисторов

Секция	Сопротивления секций, Ом		Допустимый ток, А	
	Расчетное	Подобранное	Расчетное	Подобранное
P1-P4				
P4-P7				
P7-P10				
P10-P13				

По данным таблицы подбираем нормализационные ящики сопротивлений тапа НФ-1А, [1] с 70.

Составляем схему соединений ящиков пусковых сопротивлений.

Контрольные вопросы

1. Назовите способы расчета пусковых сопротивлений.
2. Для чего включаются пусковые сопротивления?
3. Для чего используется постоянно включенная ступень сопротивления?
4. По каким параметрам выбираются пусковые резисторы?
5. Способы регулирования скорости двигателей постоянного тока.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6

Тема: Построение нагрузочной диаграммы кранового электропривода с использованием программы Splan

Цель: Научиться строить нагрузочную диаграмму для механизмов, используя графическую программу Splan

Ход работы

1. По данным своего варианта (таблица 6.1) рассчитать время паузы, фактическое значение продолжительности включений, эквивалентный момент
2. По каталогу выбрать двигатель, записать его паспортные данные.
3. Построить нагрузочную диаграмму с использованием программы Advanced Grapher или Splan
4. Отформатировать и распечатать отчет

Методические указания

Определяем время паузы

$$t_0 = T - (t_{1n} + t_{2n} + t_{1y} + t_{2y} + t_{1m} + t_{2m})$$

где T - час цикла.

Определяем фактическую длительность включений

$$ПВ_{факт} = \frac{t_{n1} + t_{n2} + t_{z1} + t_{z2} + t_{y1} + t_{y2}}{t_{n1} + t_{n2} + t_{m1} + t_{m2} + t_{y1} + t_{y2} + t_0} \cdot 100$$

Находим эквивалентный момент двигателя за суммарное время работы

$$M_э = \sqrt{\frac{M_{1n}^2 t_{1n} + M_{2n}^2 t_{2n} + M_{1m}^2 t_{1m} + M_{2z}^2 t_{z2} + M_{c1}^2 \cdot t_{y1} + M_{c2}^2 \cdot t_{y2}}{0,75 \cdot (t_{n1} + t_{n2} + t_{m1} + t_{m2} + t_{y1} + t_{y2})}} \cdot \sqrt{\frac{ПВ_{факт}}{ПВ_n}}$$

где ПВ_н - номинальная длительность включений, ПВ_н = 40%

Определяем расчетную мощность двигателя

$$P = M_э \cdot \omega$$

где ω - угловая скорость

Таблица 6 – Исходные данные для практической работы №6

Вариант	M_{1n}	t_{1n}	M_{1c}	t_{1y}	M_{1r}	t_{1r}	M_{2n}	t_{2n}	M_{2c}	t_{2y}	M_{2r}	t_{2r}	T	ω
	Нм	с	с	1/с										
1	80	2	43	25	75	1	80	1,5	22	30	85	64	300	50
2	180	4,5	100	50	180	2	180	1,5	50	64	180	88	500	85
3	750	3	500	28	750	1,5	750	2,5	300	88	750	46	450	120
4	38	3,5	20	64	38	3	38	3,4	12	46	38	20	320	96
5	250	2	120	88	250	2,5	250	2	85	20	250	100	450	75
6	125	4	80	46	125	1,5	125	4,5	45	100	125	37	370	65
7	89	1,5	45	20	89	1,5	89	3	30	37	89	45	450	70
8	1005	2,5	580	100	1005	1	1005	3,5	300	45	1005	25	300	82
9	1500	3,4	750	37	1500	2	1500	2	500	25	1500	50	750	66
10	450	2	300	45	450	2	450	4	180	50	450	28	550	54
11	380	4,5	180	25	380	1,2	380	1,5	95	28	380	64	600	50
12	440	3	250	50	440	1,3	440	2,5	120	64	440	88	300	85
13	780	3,5	430	28	780	1,4	780	3,4	250	88	780	46	500	120
14	920	2	480	64	920	2,2	920	2	280	46	920	2,5	450	96
15	1200	4	800	88	1200	2,2	1200	4,5	400	20	1200	2,4	320	75
16	120	1,5	70	46	120	1	120	3	42	100	120	2,6	450	65
17	200	2,5	120	20	200	2	200	3,5	75	64	200	1,6	370	70
18	800	3,4	520	100	800	1,5	800	2	450	88	800	64	450	82
19	1030	2	620	37	1030	3	1030	4	380	46	1030	88	300	66
20	50	4,5	35	45	50	2,5	50	1,5	20	20	50	46	750	54

На рисунке 4 приведена нагрузочная диаграмма

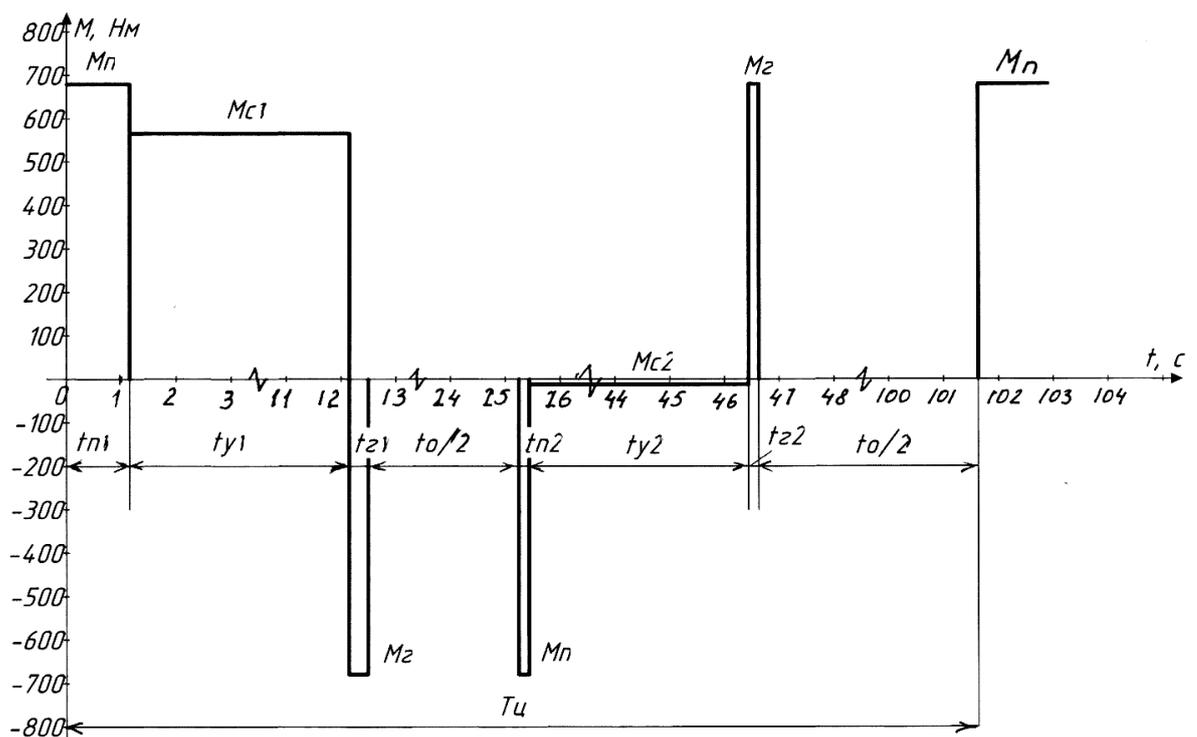


Рисунок 4 - Нагрузочная диаграмма

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7

Тема: Расчет и выбор аппаратов защиты и управления

Цель: Научиться выбирать аппараты защиты и управления по электрической схеме

Ход работы

1 По принципиальной схеме определить, какие аппараты относятся к управлению, и какие являются аппаратами защиты

2 По заданию своего варианта (таблицы 7.1, 7.2) выбрать перечисленные аппараты.

3 Оформить отчет.

Таблица 7.1 – Исходные данные для практической работы 7

Вариант	Тип двигателя	Количество двигателей	P_n , кВт	η_n	$\cos \varphi$	I_n , А
1	МТКН111 - 6	1	2,5	0,68	0,63	8,8
2	МТКФ112 - 6	1	5	0,74	0,74	13,8
3	МТКН112 - 6	3	3,6	0,71	0,66	11,5
4	МТКФ211 - 6	2	7,5	0,75	0,77	19,5
5	МТКН211 - 6	1	7	0,73	0,7	20,8
6	МТКФ311 - 6	1	11	0,77	0,76	28,5
7	МТКФ312 - 6	1	15	0,81	0,78	36
8	МТН211-6	1	8,2	0,68	0,7	24,6
9	МТН311-6	1	13	0,74	0,74	35
10	МТН312-6	1	17,5	0,71	0,77	43
11	МТН311-8	1	9	0,75	0,74	26,1
12	МТН312-8	1	13	0,73	0,74	34,7
13	МТН411-6	1	27	0,77	0,77	65

Таблица 7.2 – Исходные данные для практической работы 7

Вариант	Тип двигателя	Кол. двиг.	Рн	Un	In	пн	Ря	Диапазон регулирования
			кВт	В	А	об/мин	Ом	
14	Д812	1	75	220	380	500	0,023	5
15	Д814	1	110	220	550	490	0,0805	10
16	Д816	1	150	220	740	470	0,094	5
17	Д818	1	185	220	920	440	0,0056	2
18	Д21	1	5,5	220	31	1400	0,531	4
19	Д22	1	8	220	43,5	1510	0,275	10
20	Д31	1	12,8	220	64	1360	0,3	5
21	Д32	1	18	220	94	1190	0,118	2
22	Д21	1	4	440	12	1220	3,54	4
23	Д31	1	6,7	440	19	875	2,08	10
24	Д41	1	15	440	40	710	0,695	5
25	Д12	1	2.5	220	14.6	1140	1.63	10

Методические указания

1 Выбор автоматических выключателей

Автоматические выключатели - комплексные многоцелевые аппараты, которые могут обеспечивать как ручное включение и выключение двигателей, так и их защиту от сверхтока при коротком замыкании и перегрузок.

Эти аппараты выбирают согласно номинального тока и напряжения, вида тока, предельной коммутационной способности, электродинамической и термической стойкости, собственного времени отключения. Все параметры автоматов должны отвечать работе электропривода как в обычном, так и аварийному режимах, а конструкционное выполнение - условиям его размещения.

Номинальные значения напряжения $U_{н.а.}$ и тока $I_{н.а.}$ автомата, тока нагрузки I_n и напряжения сети U_c должны удовлетворять соотношениям

$$U_{н.а.} \geq U_{н.с.}, \quad I_{н.а.} \geq I_n.$$

Для автомата защиты двигателей, которые работают в повторно - кратковременном режиме, номинальный ток электромагнитного расцепителя принимается равным току двигателя в режиме $T_B = 25\%$.

Для автоматов защиты двигателей с короткозамкнутым ротором ток уставки электромагнитного расцепителя

$$I_{уст. эм} \geq (1,5 \div 1,8) I_p,$$

где I_p – пусковой ток в цепи.

Для двигателей с фазным ротором

$$I_{уст, эм} \geq (2,5 \div 3) I_{н. дв}$$

Для группы короткозамкнутых двигателей разной мощности ток уставки электромагнитного расцепителя

$$I_{уст, эм} \geq (1,5 \div 1,8) (\Sigma I_{н, дв} + (I_{п} - I_{н, дв})),$$

где разность $(I_{п} - I_{н, дв})$ – берется для двигателя, у которого она наибольшая

Для группы двигателей с фазным ротором ток уставки электромагнитного расцепителя

$$I_{уст, эм} \geq (1,5 - 2) I_{н, дв} + \Sigma I_{н, дв}$$

Для двигателей, которые работают в тяжелом или в повторно - кратковременном режиме, номинальный ток теплового или комбинированного расцепителя

$$I_{н, расц.} \geq 1,5 I_{н. дв}$$

Выбор по току короткого замыкания :

для автоматов с электромагнитным расцепителем

$$I_k / I_{уст. эм} \geq (1,25 \div 1,4)$$

для автоматов с комбинированным расцепителем

$$I_k / I_{н, расц} \geq 3$$

2 Выбор рубильников

Рубильники предназначены для ручного включения и отключения электрических сетей с постоянным напряжением до 400 В и переменной до 500В

Номинальное значение напряжения рубильника и напряжения сети должны удовлетворять условию

$$U_{н. р} \geq U_c$$

Величина номинального тока рубильника должна соответствовать току цепи, в которую он включен, например:

$$I_{н. р.} \geq I_{н. дв} \cdot n,$$

где n- количество двигателей

3 Выбор контролеров

Контролеры предназначены для ручного и автоматического управления электродвигателями - пуска, остановки, торможения и реверсирования.

Выбираются контролеры согласно условиям, режиму работы и мощности электродвигателя.

4 Выбор предохранителей

Предохранители - электрические аппараты, какие предназначенные для защиты электрооборудования, проводов и кабелей от токов короткого замыкания.

Для защиты цепей управления ток плавкой вставки предохранителя

$$I_{в.н} \geq (2,5 \div 3) I_{\Sigma}$$

где I_{Σ} - суммарный ток максимального количества катушек, одновременно включенных аппаратов в схеме управления

$$I_{\Sigma} = n \cdot I_K,$$

где I_K - номинальный ток одной катушки, $I_K = (0,3 \div 0,5) A$,

n - количество катушек, одновременно включенных аппаратов в схеме управления.

Если пуск двигателя длится 1 с, то номинальный ток плавкой вставки

$$I_{в.н} \geq 0,4 I_{п}$$

где $I_{п}$ - пусковой ток двигателя (по паспортным данным) .

Для тяжелых условий пуска, когда двигатель медленно возвращается (больше 5с), или в повторно - кратковременном режиме, когда пуски проходят с большей частотой, плавкую вставку выбирают еще с большим запасом

$$I_{в.н} \geq (0,5 \div 0,6) I_{п}$$

Для двигателей с фазным ротором, если $2I_{ном. дв} < I_{п}$ плавкую вставку можно выбирать согласно условия

$$I_{в.н} \geq (1 \div 1,25) I_{п}$$

Вместе с проверкой плавкой вставки согласно условиям пуска или кратковременной перегрузки необходимо проводить проверку согласно условиям короткого замыкания.

$$I_k / I_{в.ном} \geq (3 \div 4)$$

где I_k - ток короткого замыкания у двигателя, который зависит от активного и реактивного сопротивления источника питания (трансформатора) и линий, которые питают.

Для однофазного КЗ

$$I_k = U_H / \sqrt{Z_{\phi 0}},$$

$$Z_{\phi 0} = 0,851 \text{ Ом.}$$

5 Выбор реле

Максимально токовые реле - предназначенные для защиты электропривода от недопустимо больших токов, которые могут возникать через стопор движения исполнительного органа рабочей машины, резкого снижения тока возбуждения двигателя постоянного тока, обрыве одной из фаз напряжения питания.

Данные которые есть в паспорте реле и объекта, который защищается, должны обеспечивать неравенство

$$I_{н.р} \geq I_{н.дв}$$

Уставка реле по току срабатывания должна быть

$$I_{уст} \geq (1,3 \div 1,5) I_{пуск}$$

где $I_{пуск}$ - пусковой ток в цепи.

Для защиты двигателей с фазным ротором и двигателей постоянного тока

Ток уставки реле

$$I_{уст} \geq (2,25 \div 2,5) I_{н. дв}$$

Для защиты двигателей с короткозамнутым ротором

$$I_{уст} \geq (1,2 \div 1,3) I_{пуск}$$

Для нескольких двигателей с фазным ротором, которые питаются через общий ввод ток уставки реле

$$I_{уст,} \geq (1,25 \div 1,5) I'_{ном. дв} + \sum I_{ном. дв}$$

где $I'_{ном. дв}$ - ток двигателя наибольшей мощности,

$\sum I_{ном. дв}$ – сумма номинальных токов двигателей.

Если токи цепи двигателя достаточно большие, то реле защиты включается в цепь через трансформатор тока.

Тепловые реле - предназначенные для отключения двигателя от источника питания, если, в результате прохождения по его цепям повышенных токов, имеет место перегрев его обмоток.

Такая перегрузка возникает при обрыве одной из фаз трехфазного двигателя.

Номинальным током реле и нагревателя является наибольший ток, длительное протекание которого не вызывает срабатывание реле.

За номинальный ток уставки принимается наибольший ток, при прохождении которого реле не срабатывает при данном положении регулирующего устройства.

Для реле без регулирования тока вставки

$$I_{уст} \geq I_{н. дв}$$

Для реле с регулированием тока вставки

$$I_{уст,} \geq (0,75 \div 1,25) I_{н нагр}$$

Реле напряжения - служит для контроля наличия или отсутствия напряжения в электрических цепях и сетях. Реле напряжения выполняют также функцию нулевой защиты.

Номинальное напряжение для реле должно соответствовать напряжению сети

$$U_{н. р} = U_c$$

Напряжение срабатывания для контактора постоянного тока

$$U_{ср.} = 0,65 U_c.$$

Напряжение срабатывания для контактора переменного тока

$$U_{ср.} = 0,85 U_c.$$

Минимально-токовое реле - используют в электроприводах с двигателями постоянного тока и синхронных двигателях для защиты от обрыва их цепей возбуждения.

В качестве реле минимального тока используют реле типа РЕВ 830.

Реле времени - используют для выдержки времени между срабатыванием двух или несколькими аппаратами, а также для определенной временной последовательности операций.

Для схем автоматического управления электроприводом при большой частоте включений необходимые реле с высокой механической износостойкостью. Необходимые выдержки времени должны находиться в пределах $(0,25 \div 10)$ с.

6 Выбор кнопок и ключей управления

Кнопки и ключи управления предназначены для пуска, остановки, и реверса электродвигателей путем замыкания и размыкания обмоток контакторов, которые коммутируют силовую цепь, а также для управления разнообразными схемами управления.

Выбираются они по роду напряжения, величине коммутирующего тока, количества коммутирующих цепей, степени защиты и климатическому выполнению, электрической и механической износостойкости.

Контрольные вопросы

1. Автоматический выключатель относится к аппаратам защиты или управления и почему?
2. Какие виды рубильников используются в электрических цепях?
3. Как определить силовые контакты от оперативных?
4. По каким параметрам выбираются реле тока?
5. Назначение предохранителей

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8

Тема: Описание работы схемы металлорежущего станка

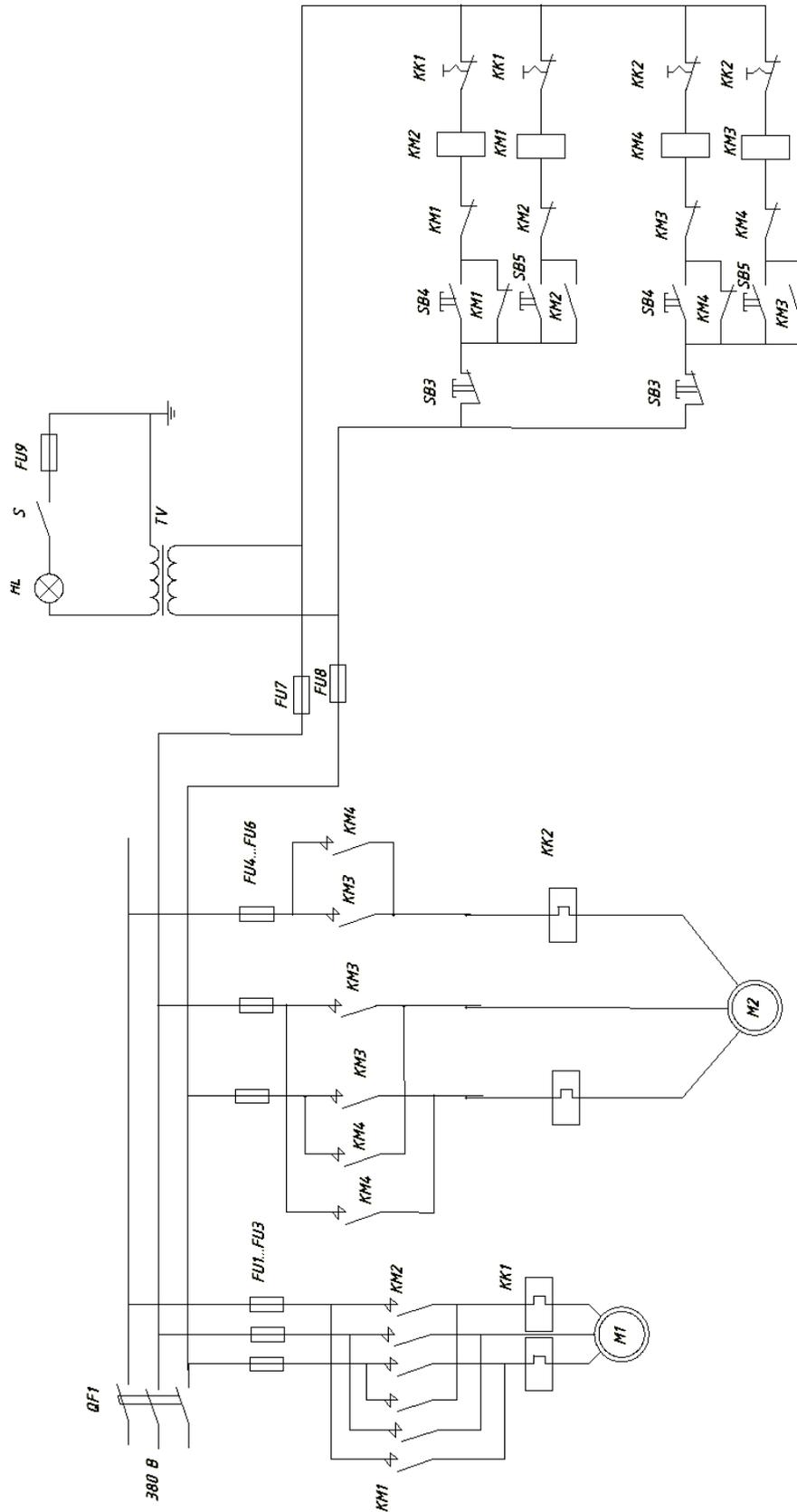
Цель: Научиться анализировать и описывать работу принципиальных схем для механизмов станков

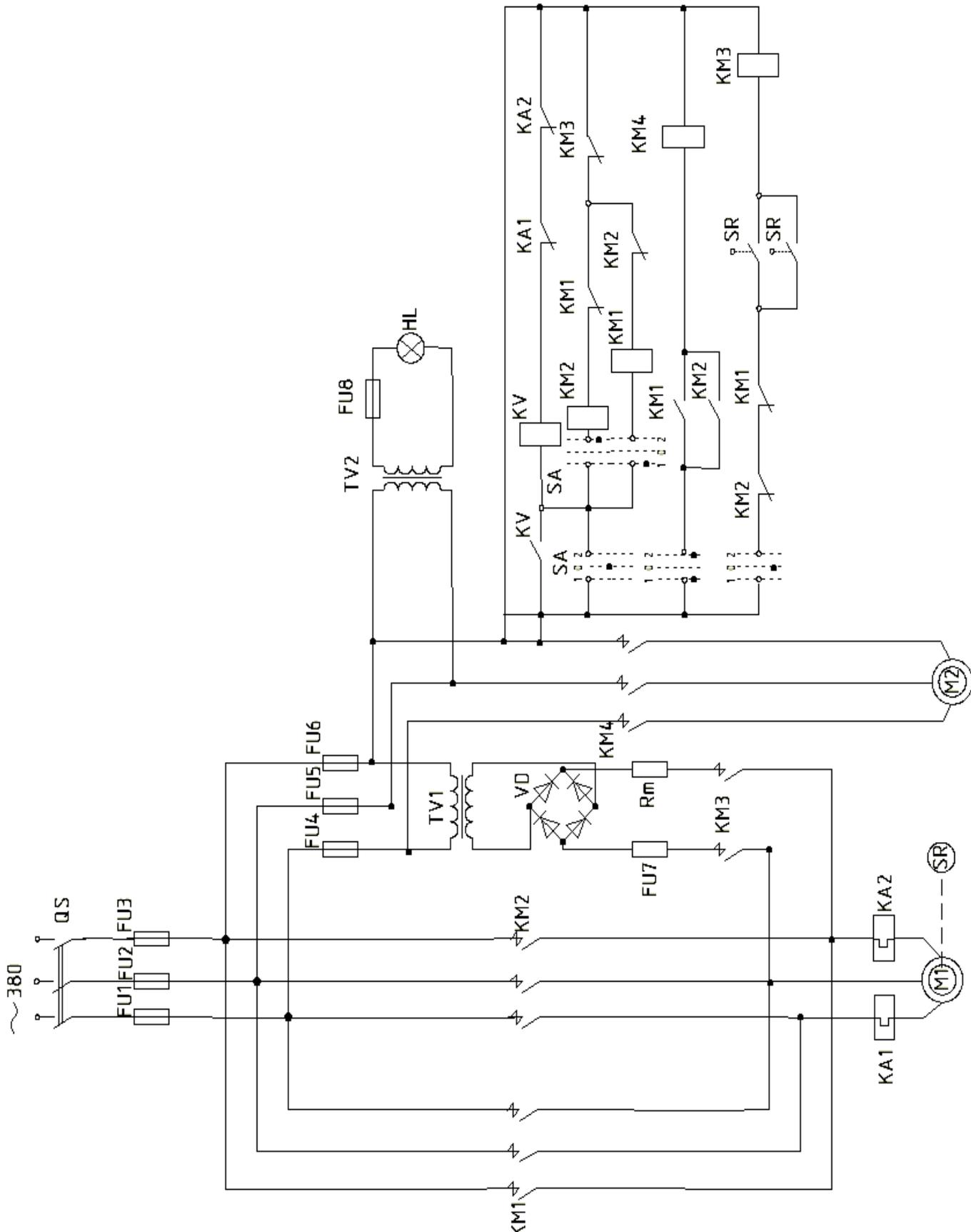
Ход работы

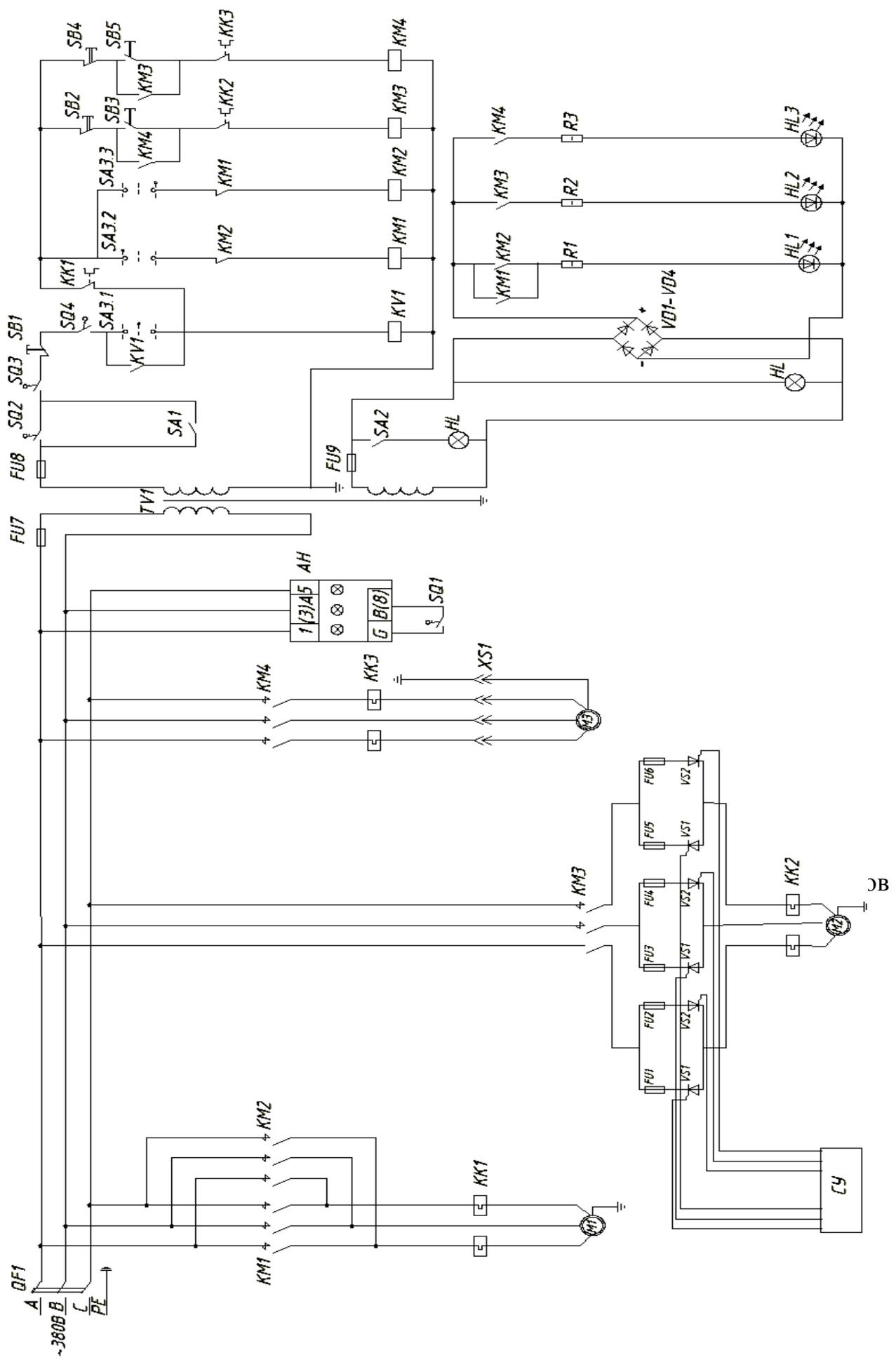
- 1 По заданию своего варианта (таблица 8) изучить работу и назначение станка
- 2 Проанализировать работу схемы и привести описание схемы во всех режимах в отчет
- 3 Оформить отчет

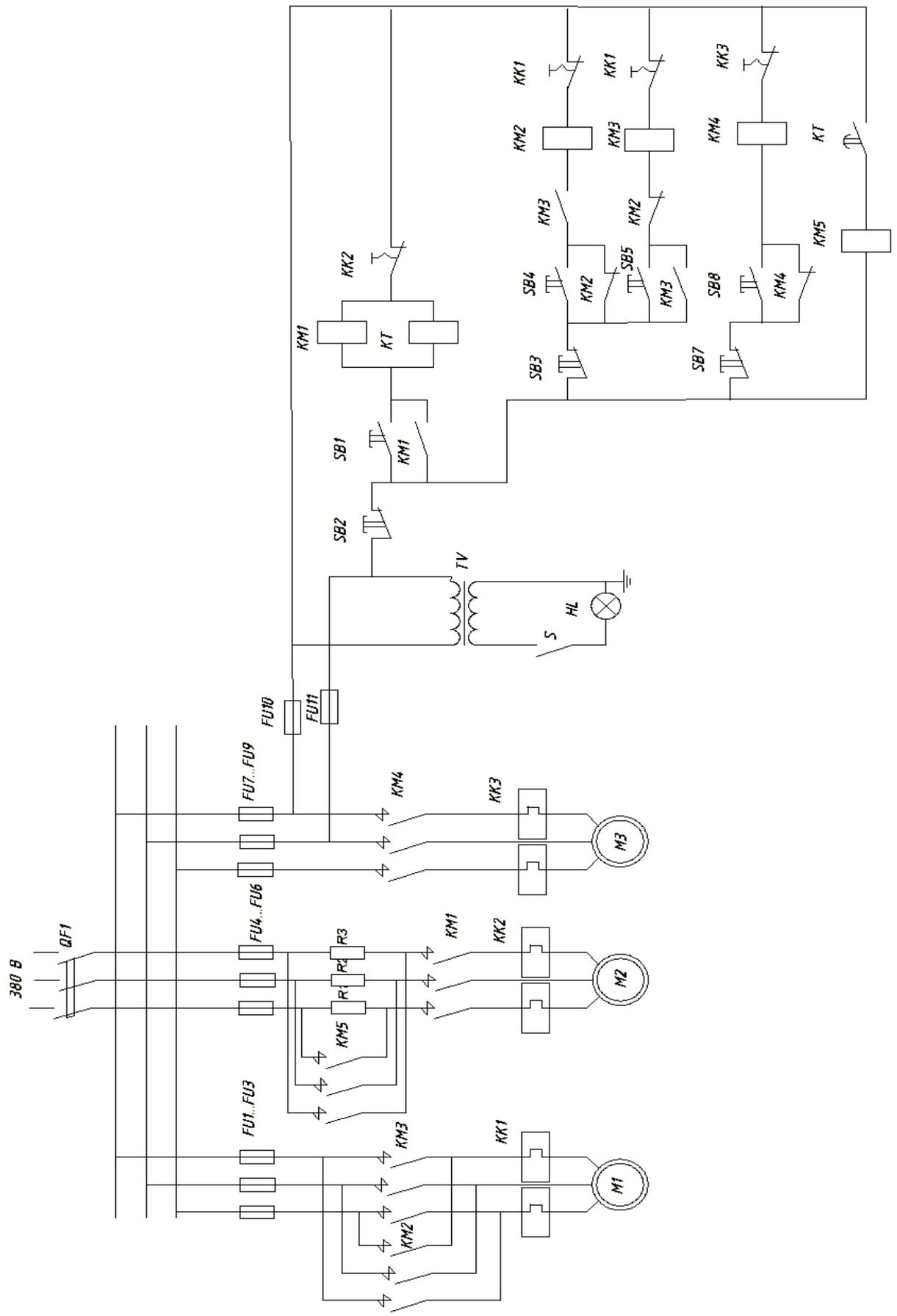
Таблица 8 Задание к практической работе 8

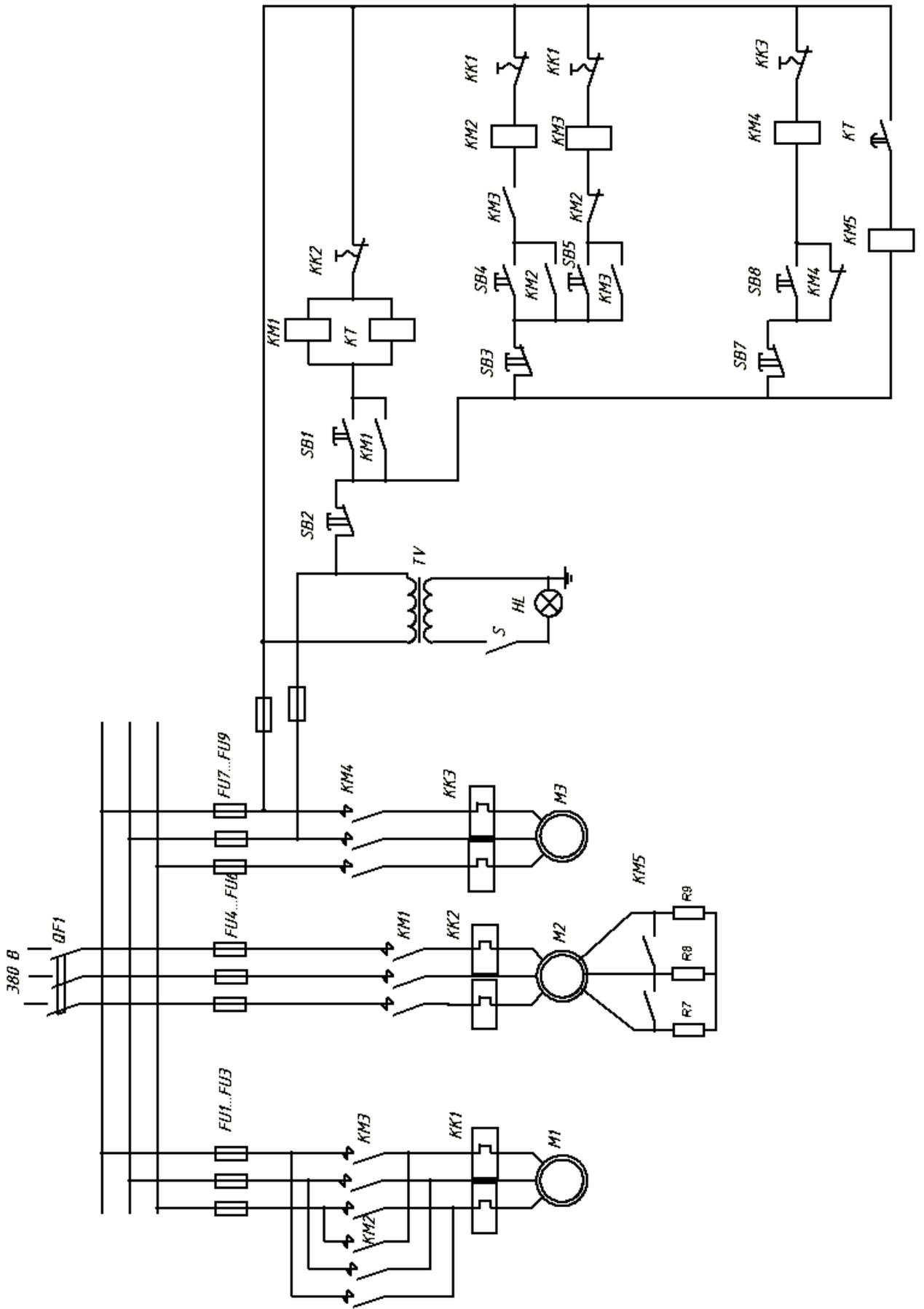
Вариант	1,2,11,12	3,4,13,14	5,6,15,16	7,8,17,18	9,10,19,20
Рисунок	1	2	3	4	5











ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 9

Тема: Построение принципиальной схемы с использованием программы Splan и составление перечня элементов электрических схем

Цель: Научиться практически применить программу Splan для построения электрических схем. изучить профессиональное назначение программы построения схем; размещение информации согласно ГОСТов; основные операции, которые можно выполнять с этой программой.

Ход работы

1. Рассмотреть работу программы Splan.
2. Выбрать масштаб сетки.
3. Построить принципиальную заданную схему согласно ГОСТов, см. пример в приложении А.
4. Составить перечень элементов см. пример в приложении Б.
5. Оформить и распечатать отчет.

Контрольные вопросы

1. Как выставить размеры сетки?
2. Как выбрать элемент?
3. Как сделать подпись элементов согласно ГОСТов?
4. Как сохранить схему и распечатать?
5. Как нарисовать соединительные элементы?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 10

Тема: Построение электромеханических характеристик двигателей в программе Advanced Grapher

Цель: Научиться строить электромеханическую характеристику двигателей в программе Advanced Grapher

Ход работы

1. Рассчитать механическую характеристику для двигателя с использованием электронной таблицы XL.
2. Построить механическую характеристику с использованием программы Advanced Grapher
3. Оформить отчет по ГОСТу.

Таблица 10.1 – Исходные данные для практической работы №10

Вариант	Тип двигателя	Подключени е обмотки возбуждения	P_n	U_n	I_n	n_n	$R_{я}$
			кВт	В	А	об/мин	Ом
1	Д12	независимое	2.5	220	14.6	1140	1.63
2	Д21	независимое	4.5	220	26	1000	0.95
3	Д22	независимое	6.0	220	33	1070	0.57
4	Д31	независимое	8.0	220	44	820	0.42
5	Д32	независимое	12	220	65	740	0.28
6	Д41	последов.	16	220	89	650	0,17
7	Д806	последов.	22	220	120	575	0,1085
8	Д808	последов.	37	220	200	525	0,054
9	Д810	последов.	55	220	290	500	0,0356
10	Д812	независимое	75	220	390	475	0,023
21	Д808	независимое	37	440	96	575	0,210

Таблица 10.2 – Исходные данные для практической работы №10

Вариант	Тип двигателя	P_n	n_n	$I_{сн}$	$I_{рн}$	η	$E_{рн}$
		кВт	об/мин	А	А		В
11	МТКФ - 211-6	7	920	22,5	19,5	0,73	236
12	МТКФ - 311-6	11	945	30,5	42	0,78	172
13	МТКФ - 312-6	15	955	38	46	0,81	219
14	МТКФ - 411-6	22	965	55	60	0,835	235
15	МТКФ - 412-6	30	970	75	75	0,855	255
16	МТКФ - 512-6	55	960	120	105	0,88	340
17	МТКФ - 611-6	75	950	154	180	0,87	270
18	МТКФ - 612-6	95	960	193	176	0,88	366
19	МТКФ - 613-6	118	960	237	160	0,9	473
20	МТКФ - 311-8	7,5	696	22,8	21	0,73	245

Пример 1

Для двигателя постоянного тока независимого возбуждения нужно рассчитать номинальный момент

$$M_n = \frac{P_n}{\omega_n},$$

где P_n - номинальная мощность, $P_n = 10000\text{Вт}$;

ω_n - номинальная угловая скорость;

$$\omega_n = n_n \cdot 0,105$$

$$\omega_n = 750 \cdot 0,105 = 78,8 \text{ 1 / с}$$

где n_n - номинальная скорость вращения двигателя, $n_n = 750$ об/мин.

$$M_n = \frac{10000}{78,8} = 127 \text{ Нм.}$$

Постоянный коэффициент

$$c\Phi = \frac{M_n}{I_n},$$

где I_n - номинальный ток двигателя, $I_n = 50$ А,

$$c\Phi = \frac{127}{50} = 2,54.$$

Скорость холостого хода

$$\omega_o = \frac{U}{c\Phi},$$

где U - номинальное напряжение двигателя, $U = 220$ В,

$$\omega_o = \frac{220}{2,54} = 86,6 \text{ 1 / с.}$$

Для двигателя постоянного тока независимого возбуждения механическая характеристика строится по двум точкам:

первая: $M = 0$; $\omega = \omega_o$

вторая: $M = M_n$; $\omega = \omega_n$

Механическая характеристика приведена на рисунке 10.1.

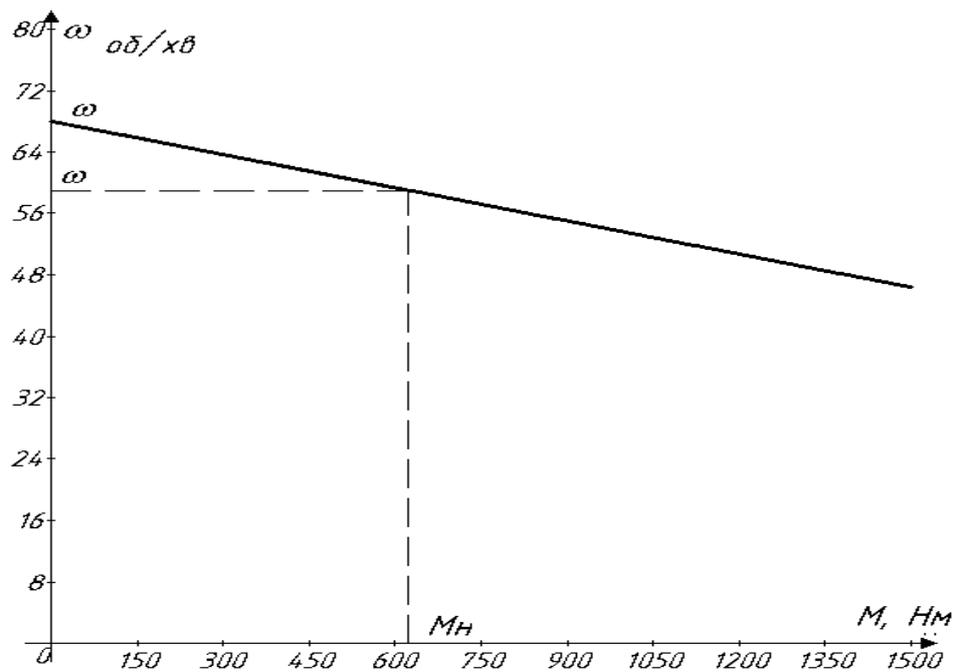


Рисунок 10.1 - Механическая характеристика ДПТ с независимым возбуждением

Пример 2

Для двигателя постоянного тока последовательного возбуждения Д21 нужно рассчитать номинальный момент

$$M_H = \frac{P_H}{\omega_H},$$

где P_H - номинальная мощность, $P_H = 4000 \text{ Вт}$;

ω_H - номинальная угловая скорость

$$\omega_H = n_H \cdot 0,105$$

$$\omega_H = 1050 \cdot 0,105 = 110 \text{ 1 / с}$$

где n_H - номинальная скорость вращения двигателя, $n_H = 1050 \text{ об/мин}$.

$$M_H = \frac{4000}{110} = 36 \text{ Нм.}$$

Таблица 1 - Данные для построения механической характеристики

I^*	0,4	0,8	1,2	1,6	2
M^*	0,28	0,75	1,3	1,9	2,55
ω^*	1,7	1,1	0,94	0,8	0,73
$I = I^* \cdot I_H, \text{ А}$	5,2	10,4	15,6	23,4	26
$M = M^* \cdot M_H, \text{ Нм}$	10,1	27	46,8	68,4	91,8
$\omega = \omega^* \cdot \omega_H, \text{ с}^{-1}$	187	121	103,4	88	80,3

где I^* - относительное значение тока, согласно универсальным характеристикам;

M^* - относительное значение момента, согласно универсальным характеристикам;

ω^* - относительное значение угловой скорости вращения, согласно универсальным характеристикам;

I_n - номинальный ток статора двигателя, $I_n = 13A$

Для двигателя постоянного тока последовательного возбуждения механическая характеристика строится по точкам $M = f(\omega)$ (рисунок 2), которые рассчитаны в таблице 1 по универсальным характеристикам.

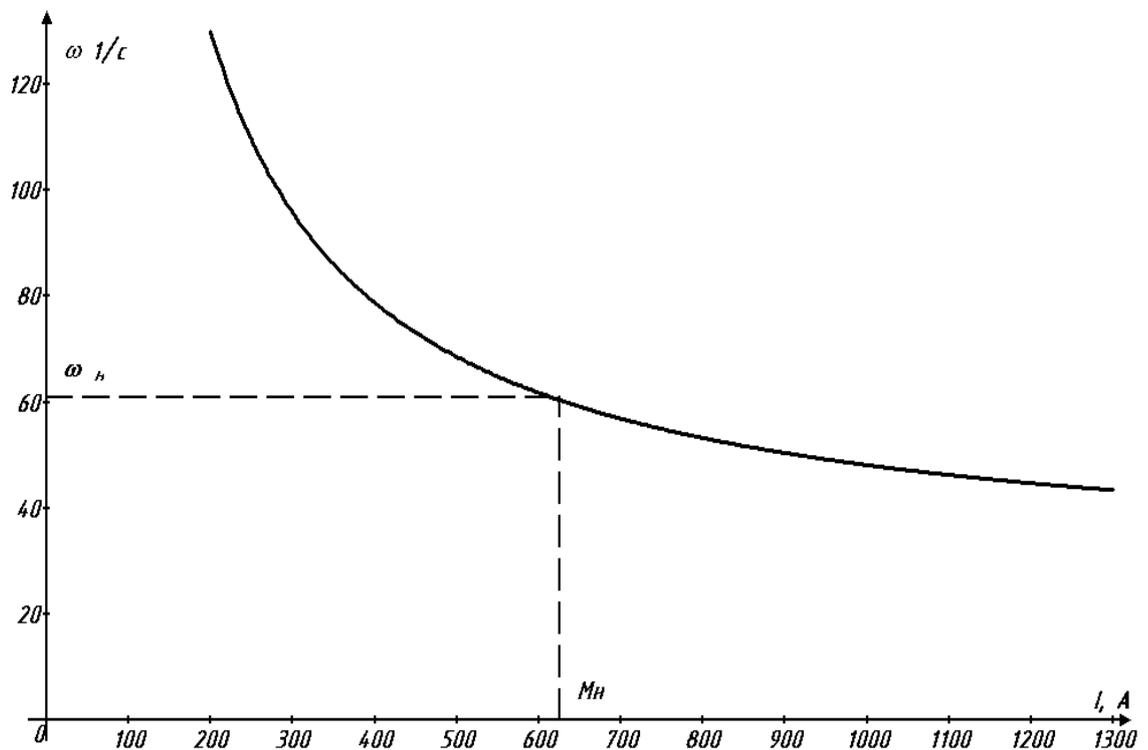


Рисунок 2 - Механическая характеристика ДПТ с последовательным возбуждением

Пример 3

Для асинхронного двигателя с фазным ротором МТН 711-10 необходимо рассчитать номинальный момент

где P_n - номинальная мощность, $P_n = 100000 \text{Вт}$;

ω_n - номинальная угловая скорость

$$\omega_n = n_n \cdot 0,105$$

$$\omega_n = 514 \cdot 0,105 = 54 \text{ 1 / с}$$

где n_n - номинальная скорость вращения двигателя, $n_n = 514$ об/мин.

$$M_H = \frac{100000}{54} = 1852 \text{ Нм.}$$

Номинальное скольжение

$$s_H = \frac{\omega_0 - \omega_H}{\omega_0}$$

где ω_0 - синхронная частота вращения

$$\omega_0 = \frac{2 \cdot \pi \cdot f}{p}$$

$$\omega_0 = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 50}{5} = 63 \quad 1 / \text{с}$$

где f - частота сети, $f=50$ Гц

p - число пар полюсов (определяется по последним цифрам серии электродвигателя разделенным на два: МТН512-8 => 8/2=4, МТН712-10 => 10/2=5)

$$s_H = \frac{63 - 54}{63} = 0,14$$

Определить критическое скольжение

$$s_{кр} = s_H \cdot (\lambda + \sqrt{\lambda^2 - 1})$$

где λ -перегрузочная способность двигателя

$$\lambda = \frac{M_{max}}{M_H},$$

$$\lambda = \frac{4560}{1852} = 2,5,$$

$$s_{кр} = 0,14 \cdot (2,5 + \sqrt{2,5^2 - 1}) = 0,67$$

Механическая характеристика асинхронного двигателя строится по формуле Клосса

$$M = \frac{2 \cdot M_{кр}}{\frac{s}{s_{кр}} + \frac{s_{кр}}{s}}$$

где $M_{кр}$ - максимальный момент (паспортные данные)

$$M = \frac{3260}{\frac{s}{0.22} + \frac{0.22}{s}}$$

По полученной функции строим механическую характеристику (рисунок 3)

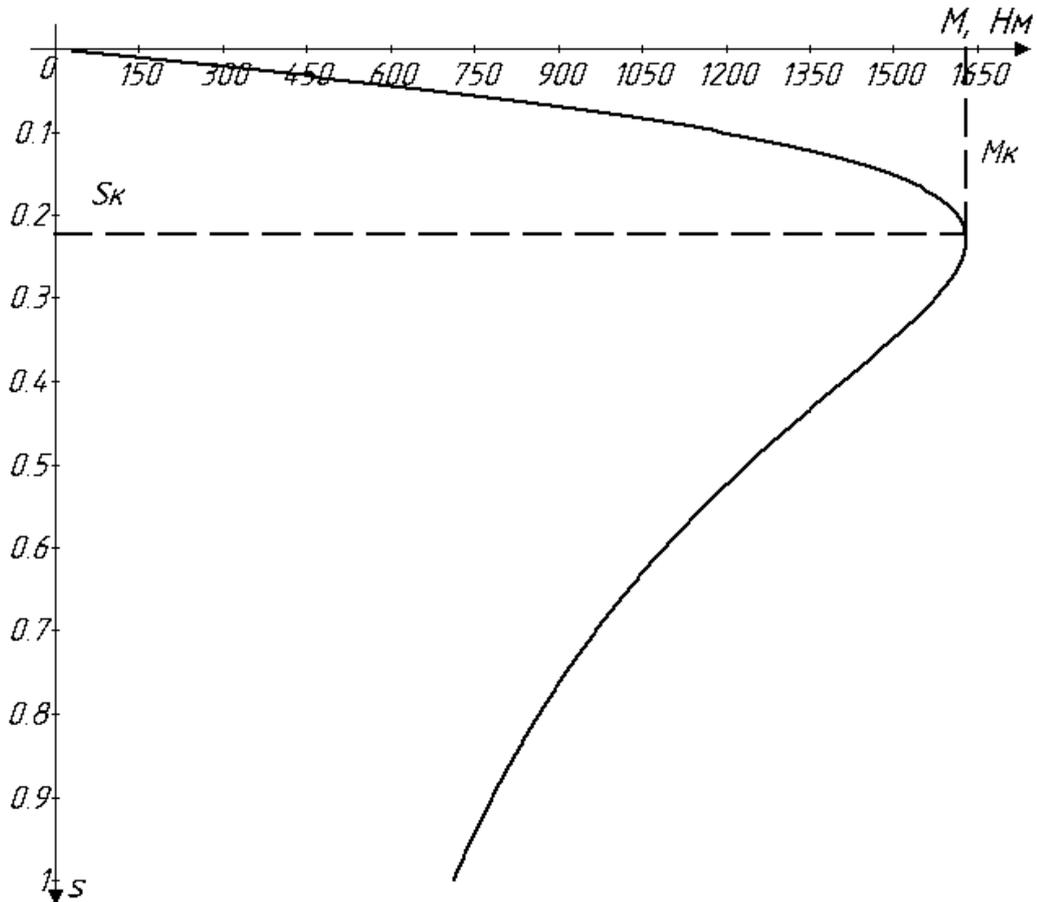


Рисунок 3 - Механическая характеристика асинхронного двигателя

Контрольные вопросы

1. Как выставить параметры страницы?
2. Как построить график по известной зависимости (по функции)?
3. Как построить график по точкам?
4. Как задать параметры осей?
5. Как подписать график и оси?
6. Объясните назначение трассировки?
7. Как скопировать график в другую программу?
8. Как сделать форматирование области построения графика?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №11

Тема: Составление схемы соединений с использованием программы Splan

Цель: Научиться практически составлять электрические схемы соединений. Изучить профессиональное назначение программы построения схем; размещение информации согласно ГОСТов; основные операции, которые можно выполнять с программой Splan.

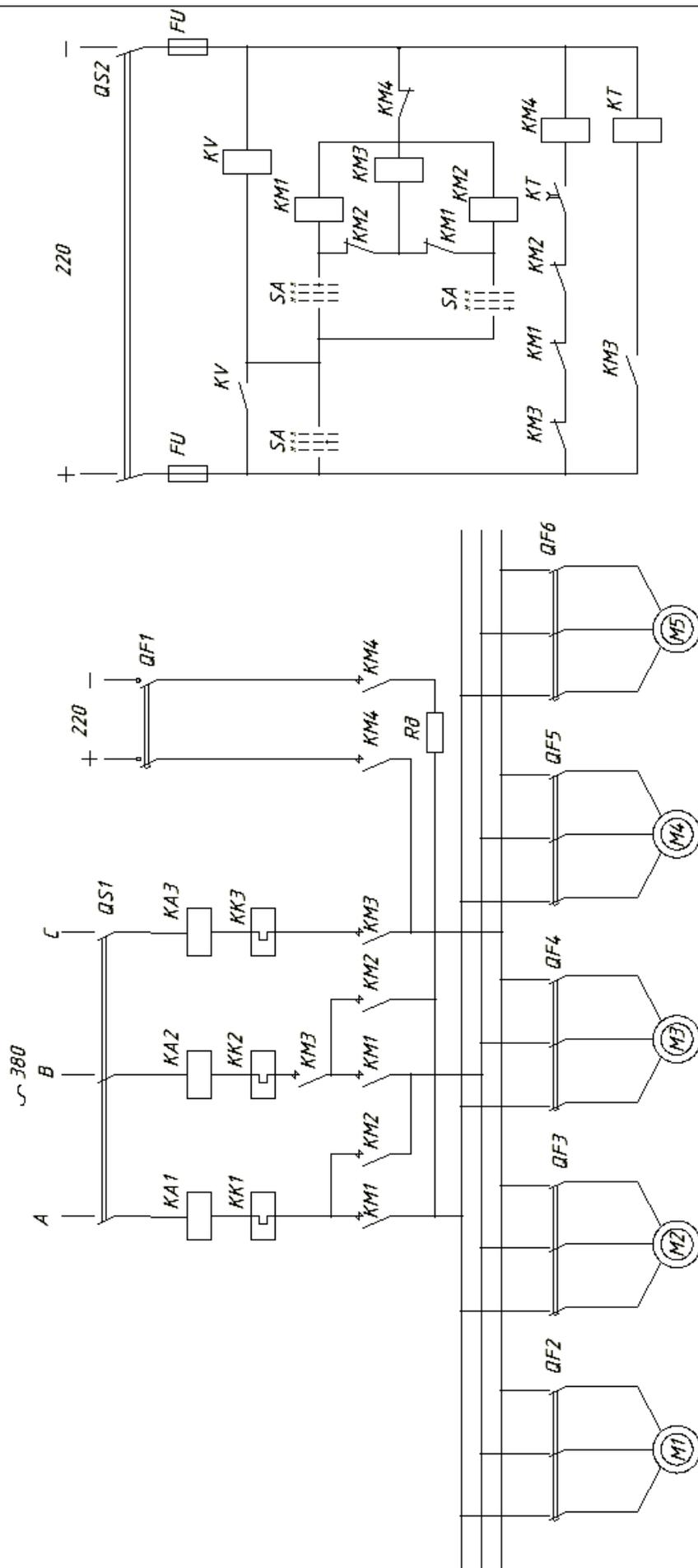
Ход работы

- 1 По принципиальной схеме из практической работы №9 обозначить соединения и выводы.
- 2 Выбрать масштаб сетки.
- 3 Построить схему соединений согласно ГОСТов (Приложение В).
- 4 Оформить и распечатать отчет.

Контрольные вопросы

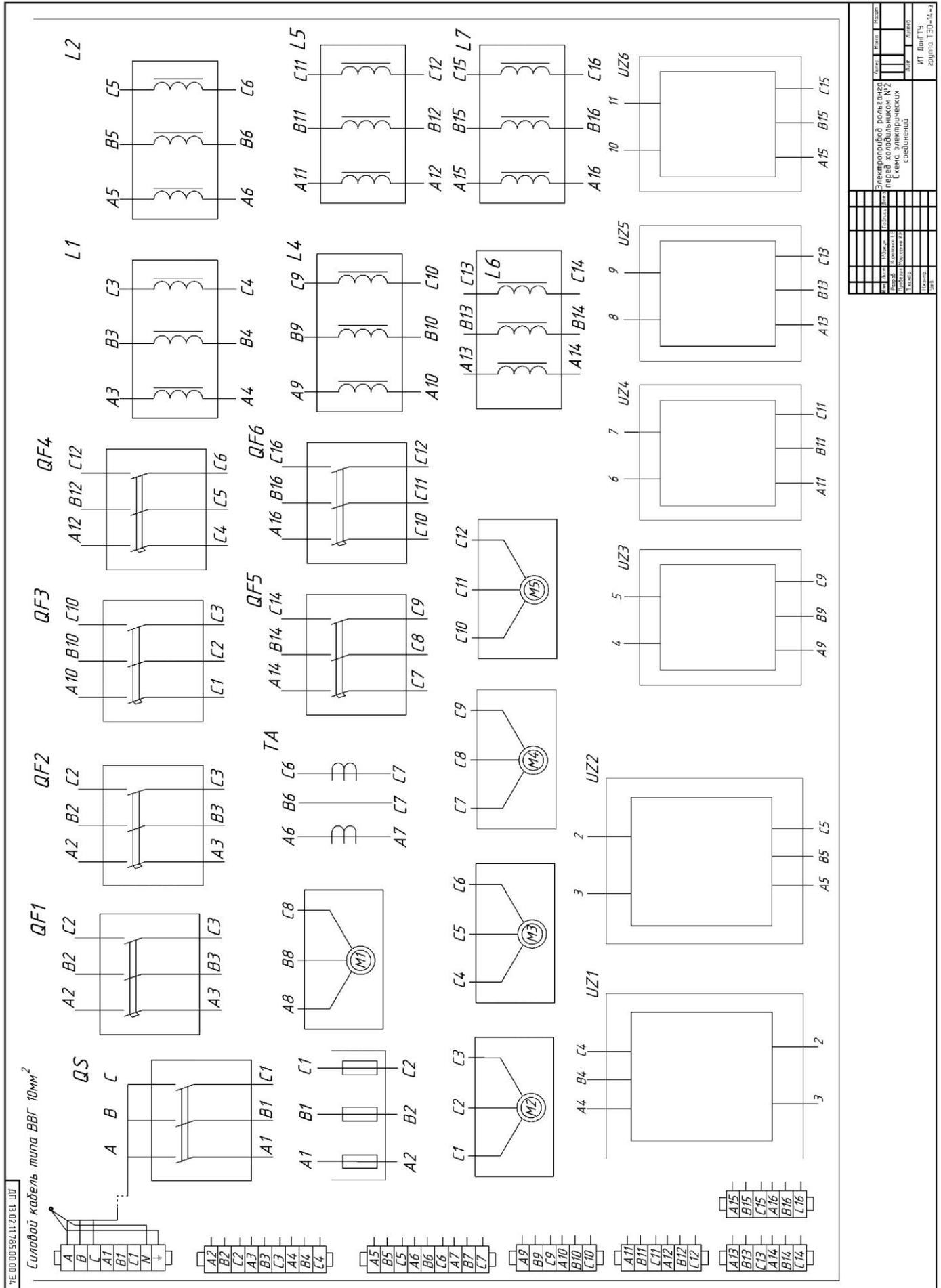
- 1 Для чего используется схема соединений?
2. Как на схеме соединений строятся элементы?
3. Для чего необходима клемная сборка?
4. Как определить по схеме соединений сечение кабеля?
5. Как сохранить схему и распечатать?

Приложение А – Принципиальная схема



№ п/п	№ докум.	Изм.	Дата	Исполн.	Провер.	Содержание
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						
42						
43						
44						
45						
46						
47						
48						
49						
50						
51						
52						
53						
54						
55						
56						
57						
58						
59						
60						
61						
62						
63						
64						
65						
66						
67						
68						
69						
70						
71						
72						
73						
74						
75						
76						
77						
78						
79						
80						
81						
82						
83						
84						
85						
86						
87						
88						
89						
90						
91						
92						
93						
94						
95						
96						
97						
98						
99						
100						

Приложение В – Схема соединений



Список литературы

1. Рапутов Б.М. Электрооборудование кранов металлургических предприятий. М.: Металлургия, 1990г.
2. Соколова Е.М., Электрическое и электромеханическое оборудование: Общепромышленные механизмы и бытовая техника: Уч. пособие для СПО. – М.: Мастерство, 2001. -224с.
3. Фотиев М. М., Электропривод и электрооборудование металлургических цехов. - М.: Металлургия, 1990г.
4. Алиев И.И., Справочник по электротехнике и электрооборудованию. - М.: Высшая школа, 2000г.
5. Москаленко В. В. , Справочник по электротехнике и электрооборудованию, - М.: "Мастерство", 2005г-366с.