

Дипломная работа  
на тему  
Универсальный круглошлифовальный станок 3В10А

## **ВВЕДЕНИЕ**

Промышленные механизмы прошли долгий путь развития, прежде чем приняли вид современного автоматизированного электропривода

Пределы использования по мощности современного электропривода велики - от десятков тысяч киловатт в единичном двигателе до долей ватта.

Современный автоматизированный электропривод представляет собой электромеханическую систему, предназначенную для движения рабочего органа машины и управления её технологическим процессом. Электропривод состоит из трёх частей: электрического двигателя, осуществляющего электромеханическое преобразование энергии, механической части, передающей механическую энергию рабочему органу машины, и системы управления, обеспечивающей оптимальное по тем или иным критериям управление технологическим процессом. Диапазон изменения номинальных частот вращения электропривода имеет широкие пределы. Использование средств дискретной техники в системах управления приводами постоянного тока расширяет диапазон регулирования скорости до (1000-1500):1 и выше. Нельзя представить себе ни одного современного производственного механизма, в любой области техники, который не приводился бы в действие автоматизированным электроприводом.

В электроприводе главным элементом, преобразующим электрическую энергию в механическую является электродвигатель, который управляется при помощи преобразовательных и управляющих устройств с целью формирования статистических и динамических характеристик электропривода, отвечающих требованиям производственных механизмов.

Большое количество производственных процессов обуславливает различные виды и характеры движения рабочих органов механизма, а следовательно, и электроприводов. По виду движения электроприводы могут обеспечить: вращательное однонаправленное движение, вращательное реверсивное и поступательное реверсивное движение.

Характеристики двигателя и возможности системы управления определяют производительность механизма, точность выполнения технологических операций. Свойства электромеханической системы оказывают решающее влияние на важнейшие показатели рабочей машины и в значительной мере определяют качество и экономическую эффективность технологических процессов. Развитие автоматизированного электропривода ведёт к совершенствованию конструкций машин, к коренным изменениям технологических процессов, к дальнейшему прогрессу во всех отраслях народного хозяйства, поэтому теория электропривода - техническая наука, изучающая общие свойства электромеханических систем, законы управления их движением и способы синтеза таких систем по заданным показателям имеет важнейшее практическое значение.

## **1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ**

### **1.1 Тип механизма, назначение, его основные технические данные**

Универсальный круглошлифовальный станок 3В10А предназначен для наружного и внутреннего шлифования цилиндрических и конических поверхностей деталей, требующих особо высокой точности размеров, геометрической формы и чистоты поверхности.

На станке можно выполнять:

- продольное и врезное шлифование при ручном управлении;
- врезное шлифование с автоматической поперечной подачей, при наличии прибора активного контроля.

Возможна врезная подача шлифовальной бабки до жесткого упора.

Станки 3В10 применяются на авторемонтных заводах, занятых ремонтом коленчатых валов двигателей внутреннего сгорания и другой техники.

Круглошлифовальный станок 3В10 предназначен для перешлифовки шатунных и коренных шеек коленчатых валов в условиях авторемонтных заводов и других ремонтных служб

На станке можно шлифовать цилиндрические и конические поверхности с уклоном до  $3^\circ$ , а также производить шлифование с автоматическим врезанием.

Управление станком электромеханическое, гидравлическое и ручное.

Технические характеристики станка:

Основные параметры

Точность А

Рекомендуемые диаметры шлифования, мм – 3-5

Максимальная длина шлифуемого отверстия, мм - 15

Максимальный диаметр устанавливаемой детали, мм - 100

Расстояние между центрами, мм - 160

Высота центров над столом, мм - 30

Высота центров над полом, мм - 1050

Максимальное перемещение стола, мм - 160

Скорость автоматического перемещения стола, м/мин - 0,03-1,0

Минимальный автоматический ход стола  
(при минимальной скорости), мм - 2

Максимальный поворот верхнего стола, град.  $+6^{\circ}$ ,  $-7^{\circ}$

Ручное перемещение стола за 1 оборот лимба, мм

А/тонкое - 0,174

А/быстрое - 2,5

Максимальное перемещение шлифовальной бабки, мм - 60

Максимальный поворот шлифовальной бабки, град.  $+30^{\circ}$ ,  $-90^{\circ}$

Размеры шлифовального круга по ГОСТ 2424-67, мм ШШ 200x20x76

Число оборотов шпинделя, об/мин - 2800

Скорость автоматической подачи мм/мин - 0,02...0,2

Величина ручной толчковой подачи, мм - 0,0005

Величина быстрого отвода и подвода шлифовальной бабки, мм - 15

Точность быстрого подвода (поворотное), мм - 0,001

Перемещение шлифовальной бабки за один оборот маховика  
подачи, мм - 0,2

Максимальное перемещение шлифовальной бабки от механизма  
микроподдачи, мм 0,05

Конец шлифовального шпинделя по ГОСТ 2323-67  
(конусность)1:5), мм - 32

Число оборотов изделия (регулируется бесступенчато),  
об/мин - 100+950

Параметры центровых гнезд неповоротной бабки изделия и  
задней бабки Морзе - 2 ГОСТ 2848-67

Центровое гнездо поворотной бабки изделия Морзе - 3 ГОСТ 2848-67

Максимальный поворот бабки изделия, град.  $90^{\circ}$  к шлифовальному

кругу, - 30° от круга

Ход пиноли задней бабки от руки, мм - 10

Число оборотов внутришлифовального шпинделя, об/мин - 72000

Габаритные размеры станка (длина x ширина x высота),

мм 1900x1600x1400

Вес станка, кг - 2400

## **1.2 Назначение электроприводов, кинематическая схема и ее описание**

Электродвигатель внутреннего шлифования - М1

Электродвигатель генератора - М2

Электродвигатель шлифовального круга - М3

Электродвигатель насосов смазки и гидравлики - М4

Электродвигатель магнитного сепаратора - М5

Электродвигатель продергивания - М6

Электродвигатель насоса охлаждения - М7

С помощью кинематических цепей и гидравлического привода в станке Зв10 производятся следующие движения:

Вращение шпинделя шлифовального круга

Вращение изделия

Ручная поперечная подача шлифовальной бабки (шлифовального круга)

Быстрый (гидравлический) подвод и отвод шлифовальной бабки

Гидравлическая подача шлифовальной бабки на врезание

Ручное продольное перемещение стола

Продольное перемещение стола от гидропривода

Осевое ручное перемещение шпинделя шлифовальной бабки

Осевое ручное перемещение пиноли задней бабки

Вертикальное перемещение зажимных патронов

Автоматическая правка периферии круга передвигая сверлильную



Реле «РП теряет питание, обесточивается электромагнит IЭ. Идет выхаживание. Ставим переключатель ПР в положение «реверс» получает питание реле ЗРП.

Идет реверс подача. В конце реверса шлифовальной бабки нажимается конечный выключатель 2ВК. Электромагнит 2В обесточивается. Загорается лампа 2ЛС, сигнализирующая об исходном положении шлифовальной бабки. Цикл окончен.

Из циклограммы следует, что привод насоса охлаждения М7, привод основной насосной установки гидравлики М4 работают в кратковременном режиме; привод внутреннего шлифования М1, привод шлифовального круга М3 - работают в повторно-кратковременном режиме.



## 2. СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Расчет мощности электродвигателей приводов механизма

Для электродвигателя внутреннего шлифовального круга мощность резания при шлифовании торцом определяется по формуле:

$$P_z = C_p \cdot V_3^r \cdot t^x \cdot b^z, C_p, r, x, z$$

- коэффициенты и показатели степени, зависящие от материала изделия, твердости круга и вида шлифования, выбираются по справочнику [5]. При черновой обработке и чистовой обработке:

$$C_p = 1,3; r = 0,5; x = 0,5; z = 0,6 [5, с. 11]$$

$V_3$  - окружная скорость детали или скорость движения стола, м/мин;

$t$  - глубина шлифования, мм;

$b$  - ширина шлифования, мм.

Скорость  $V_3$ , глубина шлифования  $t$  выбираются в зависимости от вида шлифования по справочнику [5]. При черновой обработке:  $V_3 = 10$  м/мин;  $t = 0,04$  мм [5, с. 15]. При чистовой обработке:

$$V_3 = 3 \text{ м/мин}; t = 0,01 \text{ мм}; b = 75 \text{ мм} [5, с. 15].$$

Определяем мощность резания при черновой обработке для внутреннего шлифования М1:

$$P_{z\text{черн}} = 1,3 \cdot 10^{0,5} \cdot 0,08^{0,5} \cdot 75^{0,6} = 0,62 \text{ (кВт)}$$

Определяем мощность резания при чистовой обработке для внутреннего шлифования М1:

$$P_{z\text{чист}} = 1,31 \cdot 3^{0,5} \cdot 0,01^{0,5} \cdot 75^{0,6} = 0,28 \text{ (кВт)}$$

Определяем эквивалентную мощность электродвигателя для внутреннего шлифования по формуле:

$$P_{\text{экв}} = \sqrt{\frac{P_{\text{зчерн}}^2 \cdot T_{\text{черн}} + P_{\text{зчист}}^2 \cdot T_{\text{чист}}}{T_{\text{черн}} + T_{\text{чист}}}}$$

где  $T_{\text{черн}}$ ,  $T_{\text{чист}}$  - время, затрачиваемое на чистовую и черновую обработки.

Исходя из режима работы главного привода – повторно-кратковременного задаёмся временем чистовой и черновой обработок.

$$T_{\text{черн}} = 5 \text{ мин}, T_{\text{чист}} = 3 \text{ мин}$$

$$P_{\text{экв}} = 0,64 \text{ (кВт)}$$

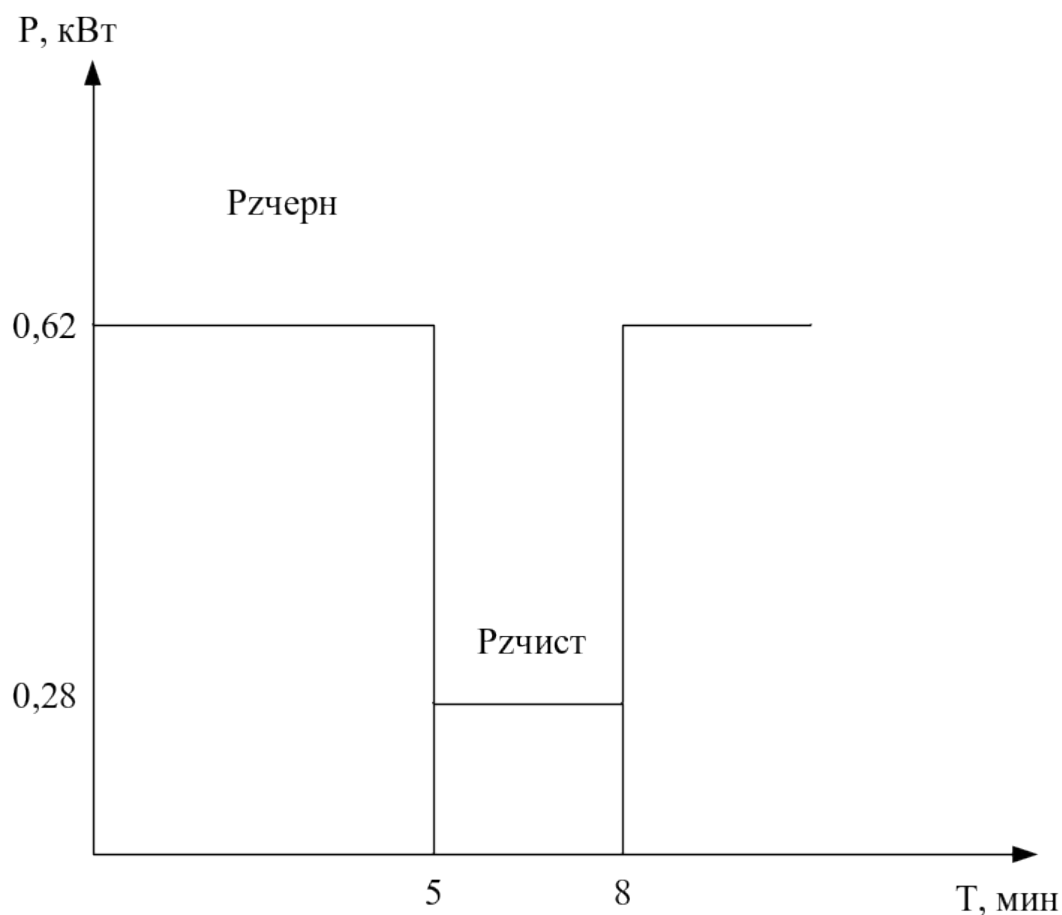


Рис. 2. Нагрузочная диаграмма внутреннего шлифования

Определяем мощность резания при черновой обработке для шлифовального круга МЗ по (1):

$$P_{\text{зчерн}} = 1,3 \cdot 10^{0,5} \cdot 0,04^{0,5} \cdot 75^{0,6} = 0,58 \text{ (кВт)}$$

Определяем мощность резания при чистовой обработке для шлифовального круга МЗ по (1):

$$P_{\text{зчист}} = 1,31 \cdot 3^{0,5} \cdot 0,01^{0,5} \cdot 75^{0,6} = 0,26 \text{ (кВт)}$$

Определяем эквивалентную мощность электродвигателя шлифовального круга по формуле (2):

$$P_{\text{экв}} = \sqrt{\frac{P_{\text{зчерн}}^2 \cdot T_{\text{черн}} + P_{\text{зчист}}^2 \cdot T_{\text{чист}}}{T_{\text{черн}} + T_{\text{чист}}}}$$

Исходя из режима работы главного привода – повторно-кратковременного задаёмся временем чистовой и черновой обработок.

$$T_{\text{черн}} = 5 \text{ мин}, T_{\text{чист}} = 3 \text{ мин}$$

$$P_{\text{экв}} = 0,48 \text{ (кВт)}$$

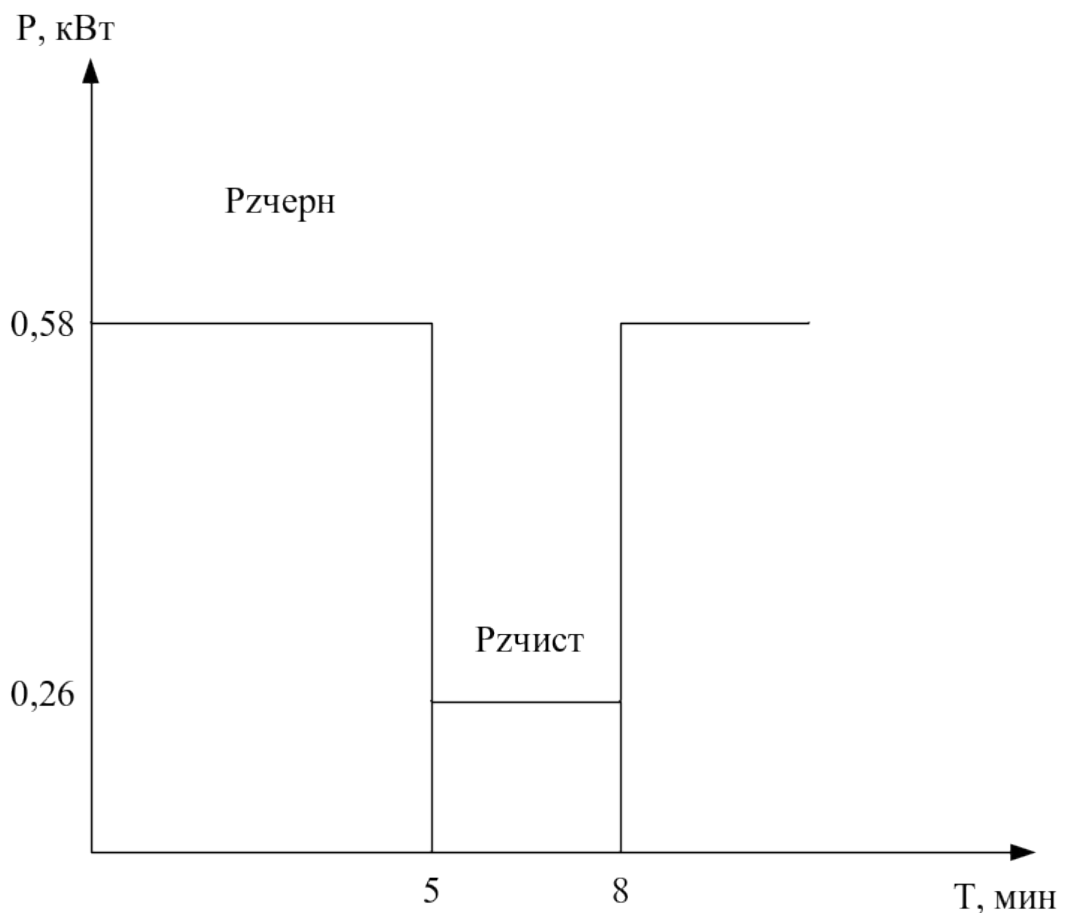


Рис. 3. Нагрузочная диаграмма

Расчёт мощности привода насоса охлаждения М7:

Рассчитывается мощность двигателя насоса охлаждения по формуле (3), кВт:

$$P_{ДВ} = K_3 \cdot \frac{Q \cdot H}{\eta_n \cdot \eta_m} \cdot 10^{-3} \quad (3)$$

где  $Q = 0,0037 \text{ м}^3/\text{с}$  – производительность;

$H = 0,025 \cdot 10^6 \text{ Па}$  – давление;

$\eta_n = 0,95$  - КПД насоса;  $\eta_m = 0,9$  – КПД механической передачи;

$K_3 = 1,1$  – коэффициент запаса.

$$P_{ДВ} = 1,1 \cdot \frac{0,0037 \cdot 0,025 \cdot 10^6}{0,95 \cdot 0,9} \cdot 10^{-3} = 0,119 \quad (\text{кВт})$$

## 2.2 Выбор питающего напряжения и рода тока

Станок выпускается с электрооборудованием на напряжение 220/380 В частотой 50 Гц в силовой цепи.

Цепь управления питается переменным напряжением 110 В через понижающий трансформатор.

Станок оборудован местным освещением с переменным напряжением 24 В.

## 2.3 Выбор электродвигателей и их проверка

Выбираем асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором для внутреннего шлифования М1 и шлифовального круга М3 серии АИР.

Тип двигателя: АИР 71 А2.

Для выбранного двигателя из справочника [6] выписываем паспортные данные:

$P_n$  - номинальная мощность, кВт;  $P_n = 0,75$  кВт;

$n_0$  – синхронная частота вращения, об/мин;  $n_0 = 3000$  об/мин;

$S_n$  - номинальное скольжение;  $S_n = 4\%$ ;

$\eta_n$  – номинальный КПД ;  $\eta_n = 79\%$ ;

$\cos\varphi$  – номинальный коэффициент мощности;  $\cos\varphi = 0,8$ ;

$K_1 = M_{\max}/M_n$  – кратность максимального момента;  $K_1 = 2,7$ ;

$K_2 = M_p/M_n$  – кратность пускового момента;  $K_2 = 2,6$ ;

$K_3 = M_{\min}/M_n$  – кратность минимального момента;  $K_3 = 1,6$ ;

$K_4 = I_p/I_n$  – кратность пускового тока;  $K_4 = 6$ .

Для проверки выбранного двигателя:

Номинальная частота вращения, об/мин

$$n_n = n_0 \cdot (1 - s_n);$$

$$n_n = 3000 \cdot (1 - 0,04) = 2880 \text{ (об/мин)}$$

Номинальная скорость, рад/с

$$\omega_n = \pi \cdot n_n / 30$$

$$\omega_n = 3,14 \cdot 2880 / 30 = 301 \text{ (рад/с)}.$$

Номинальный и максимальный моменты двигателя, Н·м

$$M_n = \frac{P_n}{\omega_n} \cdot 10^3$$

$$M_{\max} = K_1 \cdot M_n$$

$$M_n = 0,75 \cdot 1000 / 301 = 2,5 \text{ (Н·м)}$$

$$M_{\max} = 2,7 \cdot 2,5 = 6,7 \text{ (Н·м)}$$

Значение пускового момента, Н·м

$$M_{\text{п}} = K_2 \cdot M_{\text{н}}$$

$$M_{\text{п}} = 2,6 \cdot 2,5 = 6,5 \text{ (Н·м)}$$

Величина статического момента, Н·м

$$M_c = \frac{P_z}{\omega_n}$$

$$M_c = 0,62 \cdot 1000 / 301 = 2 \text{ (Н·м)}$$

Для проверки двигателя на перегрузочную способность необходимо выполнить условие

$$M_{\text{макс}} \leq 0,8 \cdot M_{\text{макс}},$$

где  $M_{\text{макс}}$  - максимальный статический момент.

$$2 \text{ Н·м} \leq 0,8 \cdot 6,7 \text{ Н·м}$$

$$2 \text{ Н·м} < 5,36 \text{ Н·м}$$

Для проверки двигателя по условиям пуска необходимо выполнить условие

$$M_n \geq M_c$$

$$6,5 \text{ Н·м} \geq 2 \text{ Н·м}$$

Выбираем асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором для привода генератора М2.

Тип двигателя: АИР90L2.

Для выбранного двигателя из справочника [6] выписываем паспортные данные:

$P_n$  - номинальная мощность, кВт;  $P_n = 3$  кВт;

$n_0$  – синхронная частота вращения, об/мин;  $n_0 = 3000$  об/мин;

Ток 6,5 А

$S_n$  - номинальное скольжение;  $S_n = 5,4\%$ ;

$\eta_n$  – номинальный КПД;  $\eta_n = 84,5\%$ ;

$\cos\varphi$  – номинальный коэффициент мощности;  $\cos\varphi = 0,85$ ;

$K4 = I_p/I_n$  – кратность пускового тока;  $K4 = 7$ .

Выбираем асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором для шлифовального круга МЗ.

Тип двигателя: АИР71А2

Для выбранного двигателя из справочника [6] выписываем паспортные данные:

$P_n$  - номинальная мощность, кВт;  $P_n = 0,75$  кВт;

$n_0$  – синхронная частота вращения, об/мин;  $n_0 = 3000$  об/мин;

$S_n$  - номинальное скольжение;  $S_n = 4\%$ ;

$\eta_n$  – номинальный КПД ;  $\eta_n = 79\%$ ;

$\cos\varphi$  – номинальный коэффициент мощности;  $\cos\varphi = 0,8$ ;

$K1 = M_{max}/M_n$  – кратность максимального момента;  $K1 = 2,7$ ;

$K2 = M_p/M_n$  – кратность пускового момента;  $K2 = 2,6$ ;

$K3 = M_{min}/M_n$  – кратность минимального момента;  $K3 = 1,6$ ;

$K4 = I_p/I_n$  – кратность пускового тока;  $K4 = 6$ .

Для проверки выбранного двигателя:

Номинальная частота вращения, об/мин (4)

$$n_n = 3000 \cdot (1 - 0,04) = 2880 \text{ (об/мин)}$$

Номинальная скорость, рад/с (5)

$$\omega_n = 3,14 \cdot 2880 / 30 = 301 \text{ (рад/с)}$$

Номинальный и максимальный моменты двигателя, Н·м (6), (7)

$$M_n = 0,75 \cdot 1000 / 301 = 2,5 \text{ (Н·м)}$$

$$M_{max} = 2,7 \cdot 2,5 = 6,7 \text{ (Н·м)}$$

Значение пускового момента, Н·м (8)

$$M_p = 2,6 \cdot 2,5 = 6,5 \text{ (Н·м)}$$

Величина статического момента, Н·м (9)

$$M_c = 0,62 \cdot 1000 / 301 = 2 \text{ (Н·м)}$$



Для проверки двигателя на перегрузочную способность необходимо выполнить условие (10)

$$2 \text{ Н}\cdot\text{м} < 5,36 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Для проверки двигателя по условиям пуска необходимо выполнить условие (11)

$$6,5 \text{ Н}\cdot\text{м} \geq 2 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Выбираем асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором для насосов смазки и гидравлики М4.

Тип двигателя: АИР71А4.

Для выбранного двигателя из справочника [6] выписываем паспортные данные:

$P_n$  - номинальная мощность, кВт;  $P_n = 0,55$  кВт;

$n_0$  – синхронная частота вращения, об/мин;  $n_0 = 1500$  об/мин;

Ток 1,7 А;

$S_n$ - номинальное скольжение;  $S_n = 9,7\%$ ;

$\eta_n$  – номинальный КПД ;  $\eta_n = 71\%$ ;

$\cos\varphi$  – номинальный коэффициент мощности;  $\cos\varphi = 0,71$ ;

$K4 = I_p/I_n$  – кратность пускового тока;  $K4 = 5$ .

Выбираем асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором для магнитного сепаратора М5.

Тип двигателя: АИР56А4.

Для выбранного двигателя из справочника [6] выписываем паспортные данные:

$P_n$  - номинальная мощность, кВт;  $P_n = 0,12$  кВт;

$n_0$  – синхронная частота вращения, об/мин;  $n_0 = 1500$  об/мин;

Ток 0,5 А;

$\eta_n$  – номинальный КПД ;  $\eta_n = 57\%$ ;

$\cos\varphi$  – номинальный коэффициент мощности;  $\cos\varphi = 0,66$ ;

$K4 = I_p/I_n$  – кратность пускового тока;  $K4 = 5$ .

Выбираем асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором для продергивания М6.

Тип двигателя: АИР56А4.

Для выбранного двигателя из справочника [6] выписываем паспортные данные:

$P_n$  - номинальная мощность, кВт;  $P_n = 0,12$  кВт;

$n_0$  – синхронная частота вращения, об/мин;  $n_0 = 1500$  об/мин;

Ток 0,5 А;

$\eta_n$  – номинальный КПД ;  $\eta_n = 57\%$ ;

$\cos\varphi$  – номинальный коэффициент мощности;  $\cos\varphi = 0,66$ ;

$K4 = I_p/I_n$  – кратность пускового тока;  $K4 = 5$ .

Выбираем асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором для насоса охлаждения М7.

Тип двигателя: АИР56А2.

Для выбранного двигателя из справочника [6] выписываем паспортные данные:

$P_n$  - номинальная мощность, кВт;  $P_n = 0,18$  кВт;

$n_0$  – синхронная частота вращения, об/мин;  $n_0 = 3000$  об/мин;

$S_n$ - номинальное скольжение;  $S_n = 9,7\%$ ;

$\eta_n$  – номинальный КПД ;  $\eta_n = 65\%$ ;

$\cos\varphi$  – номинальный коэффициент мощности;  $\cos\varphi = 0,78$ ;

$K1 = M_{max}/M_n$  – кратность максимального момента;  $K1 = 2,2$ ;

$K2 = M_p/M_n$  – кратность пускового момента;  $K2 = 2$ ;

$K3 = M_{min}/M_n$  – кратность минимального момента;  $K3 = 1,2$ ;

$K4 = I_p/I_n$  – кратность пускового тока;  $K4 = 5$ .

Для проверки выбранного двигателя:

Номинальная частота вращения, об/мин (4)

$$n_H = 3000 \cdot (1 - 0,097) = 2709 \text{ (об/мин)}$$

Номинальная скорость, рад/с (5)

$$\omega_H = 3,14 \cdot 2709 / 30 = 283,5 \text{ (рад/с)}$$

Номинальный и максимальный моменты двигателя, Н·м (6), (7)

$$M_H = 0,18 \cdot 1000 / 283,5 = 0,63 \text{ (Н·м)}$$

$$M_{\max} = 2,2 \cdot 0,63 = 1,4 \text{ (Н·м)}$$

Значение пускового момента, Н·м (8)

$$M_{\Pi} = 2 \cdot 0,63 = 1,26 \text{ (Н·м)}$$

Величина статического момента, Н·м (9)

$$M_c = 0,119 \cdot 1000 / 283,5 = 0,42 \text{ (Н·м)}$$

Для проверки двигателя на перегрузочную способность необходимо выполнить условие (10)

$$0,42 \text{ Н·м} < 1,15 \text{ Н·м}$$

Для проверки двигателя по условиям пуска необходимо выполнить условие (11)

$$1,26 \text{ Н·м} \geq 0,42 \text{ Н·м}$$

Выбираем электродвигатель постоянного тока на напряжение 110 В для бабки изделия М8 и электродвигателя стола М9. Тип двигателя: П11М.

Для выбранного двигателя из справочника [6] выписываем паспортные данные:

$P_H$  - номинальная мощность, кВт;  $P_H = 0,29$  кВт;

$n_0$  – синхронная частота вращения, об/мин;  $n_0 = 3000$  об/мин;

Ток равен 4,05 А.

## 2.4 Расчет и построение механических характеристик выбранных двигателей

Привод внутреннего шлифования М1:

Уравнение механической характеристики имеет вид:

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

Критическое скольжение определяются по формуле:

$$s_{\text{кр}} = s_n \cdot (K_1 + \sqrt{K_1^2 - 1})$$
$$s_{\text{кр}} = 0,04 \cdot (2,7 + \sqrt{2,7^2 - 1}) = 0,21$$

Угловая скорость определяются по формуле, рад/с

$$\omega = \omega_o \cdot (1 - s)$$

где  $\omega_o = \pi \cdot n_o / 30$  - скорость идеального холостого хода, рад/с.

$$\omega_o = 3,14 \cdot 3000 / 30 = 314 \text{ рад/с}$$

$$\omega = 314 \cdot (1 - s)$$

Задаваясь значением  $s$  в пределах  $(0 \div 1,0)$  рассчитываются зависимости  $M = f(s)$ ,  $\omega = f(s)$ . Результаты вычисления заносятся в таблицу 1.

Таблица 1

Параметры естественной характеристики двигателя М1

$s$	0	0,02	0,04	0,21	0,4	1
$\omega$ , рад/с	314	308	301	248	188	0
$M$ , Н·м	0	1,26	2,46	6,7	2,42	6,5

По полученным данным строится естественная механическая характеристика

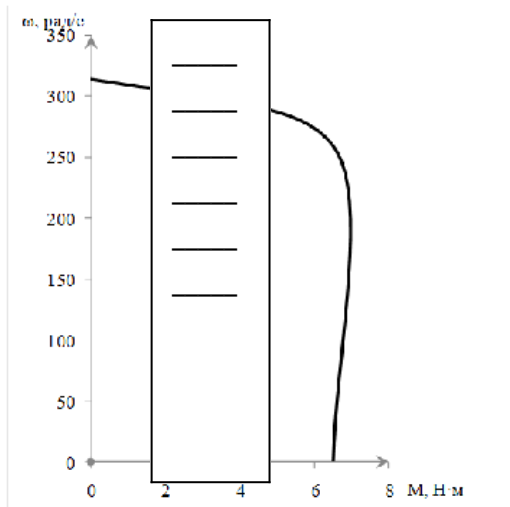


Рис. 4. Естественная механическая характеристика М1

Для построения естественной механической характеристика асинхронного двигателя шлифовального круга МЗ используем выражения (12) - (15). Определяем критическое скольжение:

$$s_{кр} = 0,04 \cdot (2,7 + \sqrt{2,7^2 - 1}) = 0,21$$

Определяем угловую скорость:

$$\omega_o = 3,14 \cdot 3000/30 = 314 \text{ рад/с.}$$

Задаваясь значением  $s$  в пределах  $(0 \div 1,0)$  рассчитываются зависимости  $M = f(s), \omega = f(s)$ .

Результаты вычисления заносим в таблицу 2.

Таблица 2

Параметры естественной характеристики двигателя МЗ

$s$	0	0,02	0,04	0,21	0,4	1
$\omega$ , рад/с	314	308	301	248	188	0
$M$ , Н·м	0	1,26	2,46	6,7	2,42	6,5

По полученным данным строим естественную механическую

характеристику

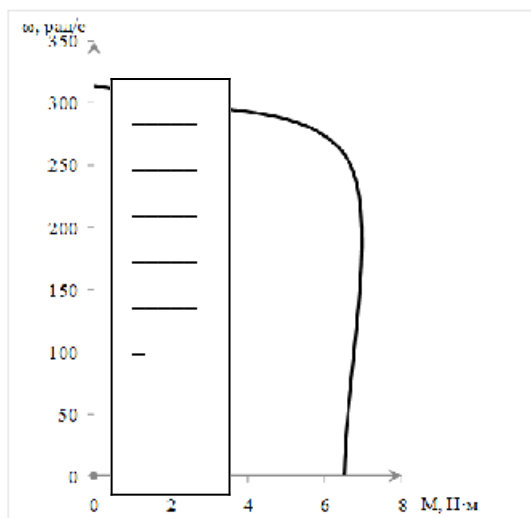


Рис. 5. Естественная механическая характеристика асинхронного двигателя шлифовального круга

Для построения естественной механической характеристика асинхронного двигателя насоса охлаждения используем выражения (12) - (15).

Определяем критическое скольжение:

$$s_{кр} = 0,097 \cdot (2,2 + \sqrt{2,2^2 - 1}) = 0,4.$$

Определяем угловую скорость:

$$\omega_0 = 3,14 \cdot 3000/30 = 314 \text{ рад/с.}$$

Задаваясь значением  $s$  в пределах  $(0 \div 1,0)$  рассчитываются зависимости  $M = f(s), \omega = f(s)$ . Результаты вычисления заносим в таблицу 3.

$M_H$

Таблица 3

Параметры естественной характеристики двигателя

$s$	0	0,048	0,097	0,4	0,7	1
$\omega$ , рад/с	314	299	283	188	94	0
$M$ , Н·м	0	0,33	0,64	2,8	1,2	1,26



По полученным данным строим естественную механическую характеристику

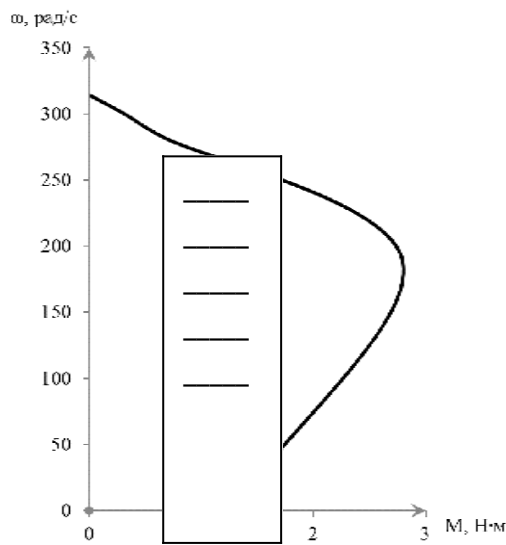


Рис. 6. Естественная механическая характеристика асинхронного двигателя насоса охлаждения

## 2.4 Выбор аппаратуры и трансформаторов управления

Рассчитываем номинальный ток [5, с. 16], для электроприемников, А по выражению:

$$I_{\text{дл}} = I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \phi_n \cdot \eta_n} \quad (16)$$

Электродвигатель внутреннего шлифования М1:

$$I_n = \frac{0,75}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,8 \cdot 0,79} \cdot 10^3 = 1,8 \quad (\text{А})$$

Привод шлифовального круга М3:

$$I_n = \frac{0,75}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,8 \cdot 0,79} \cdot 10^3 = 1,8 \quad (\text{А})$$

Привод насоса охлаждения М7:



$$I_n = \frac{0,18}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,65 \cdot 0,78} \cdot 10^3 = 0,54 \quad (\text{А})$$

Для приводов М2, М4, М5, М6, М8, М9 используются паспортные данные:

Привод генератора М2 ток равен 6,5 А;

Привод насоса смазки и гидравлики М4 ток равен 1,7 А;

Привод магнитного сепаратора М5 ток равен 0,5 А;

Привод продергивания М6 ток равен 0,5 А;

Привод бабки изделия М8 ток равен 4,05 А;

Привод стола М9 ток равен 4,05 А.

Выбор аппаратов управления осуществляется по формуле:  $I_{\text{п}} > I_n$

Для приводов М3, М4, М5, М6, М7, М8, М9.

Номинальный ток пускателя КМ1:

$$I_{\text{п}} \geq 6,5 + 1,8 + 1,7 + 0,5 + 0,5 + 4,05 + 4,05 = 19,1 \text{ (А)}$$

Выбираем пускатель по справочнику [6, с 26]: ПМЛ1200,  $I_n = 25 \text{ А}$ .

Для привода шлифовального круга М3 (КМ2):  $I_{\text{п}} \geq 1,8 \text{ (А)}$

Выбираем пускатель по справочнику [6, с 26]: ПМЛ1100,  $I_n = 10 \text{ А}$

Для привода генератора М2 (КМ3):  $I_{\text{п}} \geq 6,5 \text{ (А)}$

Выбираем пускатель по справочнику [6, с 26]: ПМЛ1100,  $I_n = 10 \text{ А}$

Для приводов М7, М8, М9 (КМ4):

$$I_{\text{п}} \geq 0,54 + 4,05 + 4,05 = 8,64 \text{ (А)}$$

Выбираем пускатель по справочнику [6, с 26]: ПМЛ1100,  $I_n = 10 \text{ А}$

Для привода продергивания М6 (КМ5):  $I_{\text{п}} \geq 0,5 \text{ (А)}$

Выбираем пускатель по справочнику [6, с 26]: ПМЛ1100,  $I_n = 10 \text{ А}$

Выбор трансформаторов управления.

Применение малых напряжений – самая лучшая защита от воздействия электрического тока

Понижающие трансформаторы небольшой мощности выпускаются как для установки на станках, так и переносные

Понижающие трансформаторы для цепей управления, местного

освещения и сигнализации следует устанавливать в местах, защищенных от попадания пыли, воды и масла (в шкафах управления, нишах). Трансформаторы должны быть установлены так, чтобы не могло произойти случайных прикосновений обслуживающего персонала к токоведущим частям. Трансформаторы нужно заземлять медным проводом сечением не менее 2,5 мм. Крепление трансформатора не освобождает от необходимости присоединения заземляющего провода [7, с. 83].

Номинальная мощность трансформатора  $S_n$  (ВА) в продолжительном режиме должна быть не меньше суммарной мощности потребляемой аппаратами при их одновременном включенном (рабочем) состоянии:

$$S_n \geq \sum S_p$$

где  $\sum S_p$  - суммарная мощность потребляемая аппаратами при их одновременном включении:  $S_n \geq 185$  (Вт)

Выбираем трансформатор серии ТБС-310Т,  $S_n = 200$  ВА на напряжение 380/110/24 В.

## 2.5 Выбор защитной аппаратуры

В качестве защитной аппаратуры применяется автоматический воздушный выключатель – для защиты от короткого замыкания, тепловое реле – для защиты от перегрузки.

Номинальный ток срабатывания электромагнитного расцепителя автоматического выключателя QF1:

$$I_{эл} \geq 1,25 \cdot I_{дл}$$

$$I_{эл} \geq 1,25 \cdot (1,8 + 6,5 + 1,8 + 1,7 + 0,5 + 0,5 + 0,54 + 4,05 + 4,05) = 21,8 \text{ (А)}$$

Ток срабатывания комбинированного теплового расцепителя

АВТОМАТИЧЕСКОГО ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ

$$I_{\text{ср.эл.}} > 1,2 I_{\text{н}}$$

$$I_{\text{ср.эл.}} > 1,2 \cdot (7 \cdot 6,5 + 1,8 + 1,8 + 1,7 + 0,5 + 0,5 + 0,54 + 4,05 + 4,05) = 67,7 \text{ (A)}$$

По справочнику [1] выбираем автоматический выключатель АЕ2036 на

$$I_{\text{н}} = 25 \text{ A}, I_{\text{расц}} = 25 \text{ A}, I_{\text{сраб}} = 300 \text{ A}.$$

$$I_{\text{ср.эл.}} = 12 \cdot I_{\text{н}}$$

$$I_{\text{ср.эл.}} = 12 \cdot 25 = 300 \text{ (A)}$$

Номинальный ток нагревательного элемента теплового реле М1 определяется по выражению:

$$I_{\text{T}} > 1,15 I_{\text{дл}}$$

$$I_{\text{T}} \geq 1,15 \cdot 1,8 = 2,1 \text{ A}$$

По справочнику [1] выбирается тепловое реле РТЛ с параметрами  $I_{\text{н}} = 3,4 \text{ A}$ , диапазон несрабатывания тока  $D = (0,75 \div 1,25) I_{\text{н}}$ .

Аналогично по выражению (20) проведем выбор теплового реле для остальных электродвигателей.

Для электродвигателя М2 по (20):

$$I_{\text{T}} \geq 1,15 \cdot 6,5 = 7,5 \text{ A}$$

По справочнику [1] выбирается тепловое реле РТЛ с параметрами  $I_{\text{н}} = 8,5 \text{ A}$ , диапазон несрабатывания тока  $D = (0,75 \div 1,25) I_{\text{н}}$ .

Для электродвигателя М3 по (20):

$$I_{\text{T}} \geq 1,15 \cdot 1,8 = 2,1 \text{ A}$$

По справочнику [1] выбирается тепловое реле РТЛ с параметрами  $I_{\text{н}} = 3,4 \text{ A}$ , диапазон несрабатывания тока  $D = (0,75 \div 1,25) I_{\text{н}}$ .

Для электродвигателя М4 по (20):

$$I_T \geq 1,15 \cdot 1,7 = 1,95 \text{ A}$$

По справочнику [1] выбирается тепловое реле РТЛ с параметрами  $I_n = 2,05 \text{ A}$ , диапазон несрабатывания тока  $D = (0,75 \div 1,25) I_n$ .

Для электродвигателя М5 и М6 по (20):

$$I_T \geq 1,15 \cdot 0,5 = 0,58 \text{ A}$$

По справочнику [1] выбирается тепловое реле РТЛ с параметрами  $I_n = 0,8 \text{ A}$ , диапазон несрабатывания тока  $D = (0,75 \div 1,25) I_n$ .

Для электродвигателя М7 по (20):

$$I_T \geq 1,15 \cdot 2 = 2,3 \text{ A}$$

По справочнику [1] выбирается тепловое реле РТЛ с параметрами  $I_n = 3,4 \text{ A}$ , диапазон несрабатывания тока  $D = (0,75 \div 1,25) I_n$ .

## 2.6 Выбор питающих проводов и кабелей

Сечение проводов и кабелей для напряжения до 1000 В по условию нагрева определяется по справочнику [3, с 36] в зависимости от расчетного значения длительно допустимой токовой нагрузки из выражения:

$$I_{\text{доп}} \geq I_n = I_{\text{дл}},$$

где  $I_{\text{дл}}$  – ток расчетной длительной нагрузки,

$I_n$  – номинальный ток, для электроприемников, имеющих в установке одиночный асинхронный двигатель.

Сечение провода уточняется в соответствии с выбранными аппаратами защиты:

$$I_{\text{доп}} \geq I_{n \text{ расц}}$$

$$I_{\text{доп}} \geq I_{n \text{ т}}$$

Для всего станка:

$$I_n = 21,8 \text{ (A)}$$

Но с учетом аппарата защиты  $I_{\text{доп}} \geq 25 \text{ A}$

Марка проводов выбирается из справочника [3, с 36].

Выбран провод марки ПВЗ 4(1×6)  $I_{\text{доп}} = 40 \text{ (A)}$

## 2.7 Разработка и описание схемы электрической принципиальной

Полуавтоматический режим работы с прибором активного контроля.

Для подготовки работы необходимо:

- подключить к источнику питания лампу местного освещения ЛО с помощью штепсельного соединения 2РШ;
- автоматический выключатель АС поставить в положение «включен»;
- переключатель режимов ПР поставить в положение «реверс»;
- выключатель прибора активного контроля поставить в положение «включен»;
- при работе со шпинделем подключить к источнику питания электрошпиндель с помощью штепсельного разъема 1РШ;
- переключатель ВС (выключатель стола) поставить в положение «включен».

Получают питание трансформаторы управления.

Чтобы пустить станок, необходимо замкнуть автоматический выключатель QF и затем поочередно нажать кнопки SB1 и SB3.

При нажатии кнопки SB1, через контакты пускателя KM1, происходит пуск электродвигателей шлифовального круга, гидронасоса и насоса охлаждения, а при нажатии кнопки SB3, срабатывании пускателя KM3, через контакты пускателя KM2 - включение электродвигателя изделия.

Предусмотрен толчковый режим (проворот изделия), для этого следует нажать кнопку SB2 и на время нажатия кнопки получает питание пускатель

КМ2, который подключает двигатель изделия.

Отключение всех электродвигателей производится кнопкой SB4.

На станке предусмотрены два режима управления работой - полуавтоматический и ручной.

При полуавтоматическом режиме контакты выключателя SA1 замкнуты. Быстрый подвод шлифовальной бабки осуществляется от рукоятки.

При окончании врезания упор механизма воздействует на микропереключатель SQ, замыкающий контакт которого замкнется, электромагнит YA получит питание через реле КМ4 и переключит золотник гидросистемы; произойдет отвод шлифовальной бабки от изделия.

При ручном режиме работы контакты выключателя SA1 разомкнуты и отвод шлифовальной бабки не происходит. Быстрый отвод шлифовальной бабки в этом случае осуществляется рукояткой.

Защита

Защита электрооборудования станка от коротких замыканий осуществляется автоматическим выключателем QF, и плавкими предохранителями FU1, FU2, FU3, FU4, FU5, FU6, а защита электродвигателей от перегрузок - тепловыми реле КК1, КК2, КК3, КК4, КК5, КК6. Тепловые реле имеют ручной возврат.

## **2.8 Циклограмма работы главного электропривода и цепи управления**

Последовательность операций при ручном управлении следующая:

- включаем вводный автомат QF1;
- включаем автоматический выключатель QF2;
- включаем автоматический выключатель QF3;
- нажимаем кнопку SB1;
- срабатывает пускатель КМ1;

- получает питание электродвигатель M1;
- для отключения двигателя необходимо нажать кнопку SB4.

Циклограмма работы главного привода приведена на рисунке 6.

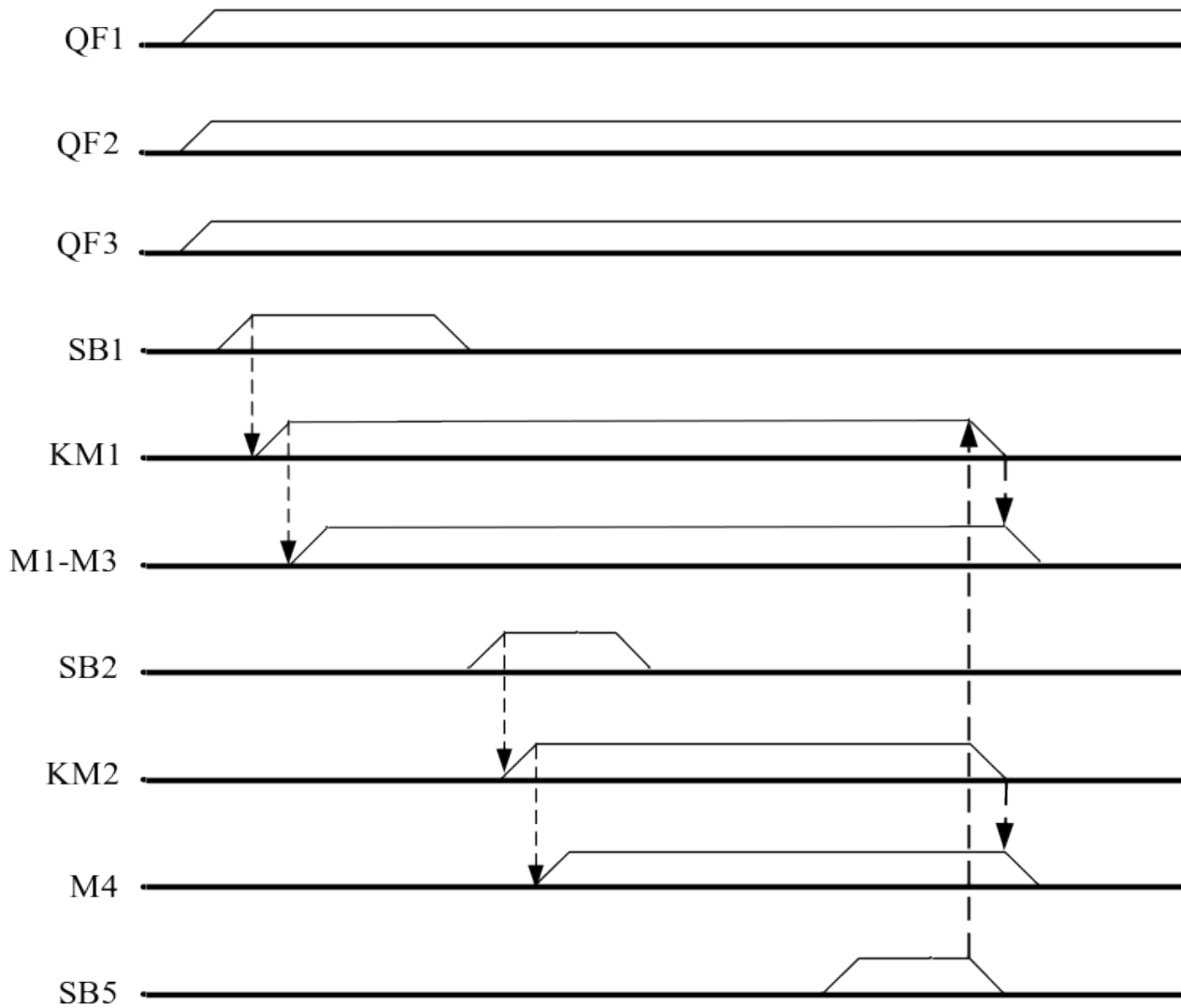


Рис. 7. Циклограмма работы электроприводов станка

## 2.8 Разработка и описание схемы электрической соединений

Аппараты управления и защиты находятся в шкафу управления, который находится на задней стенке станка.

Лампа местного освещения расположена над рабочей поверхностью.

Электродвигатель изделия устанавливается в левой части станка, электродвигатель шлифовального круга располагается по центру станка на

перемещающейся части.

Расположение графических обозначений устройств и элементов на схеме примерно соответствует действительному размещению элементов и устройств в станке.

Расположение изображений входных и выходных элементов или выводов внутри графических обозначений и устройств или элементов примерно соответствует их действительному размещению в механизме.

На схеме около графических обозначений устройств и элементов указаны позиционные обозначения, присвоенные им на принципиальной схеме.

Около или внутри графического обозначения устройства указаны его наименование.

Устройства и элементы с одинаковыми внешними подключениями изображены на схеме с указанием подключения только для одного устройства или элемента.

Устройства, имеющие самостоятельные схемы подключения, изображены на схеме изделия без показа присоединения проводов и жил кабелей к входным и выходным элементам.

Для упрощения начертания схемы отдельные провода или кабели (многожильные провода, электрические шнуры), идущие на схеме в одном направлении, слиты в общую линию.

Допускается линии, изображающие провода, группы проводов, жгуты и кабели (многожильные провода, электрические шнуры), не проводить или обрывать их около мест присоединения, если их изображение затрудняет чтение схемы.



### **3. ИНДИВИДУАЛЬНАЯ ЧАСТЬ**

#### **3.1 Анализ существующей системы управления механизмом**

Электроприводом называют электромеханическую систему, состоящую из электродвигательного, преобразовательного, передаточного и управляющего устройств, предназначенную для приведения в движение исполнительных органов рабочей машины и управления этим движением.

По роду тока на станке применяется электропривод переменного тока и постоянного тока.

В электроприводе переменного тока использован асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором. Преимуществом такого привода является то, что он надежен и прост в эксплуатации и обслуживании, дешев. Обладает высокими энергетическими показателями. Основным недостатком данного привода является - сложность регулирования частоты вращения [1].

#### **3.2 Модернизация электрооборудования**

При выборе мощности частотного преобразователя необходимо основываться не только на мощности электродвигателя, но и на номинальных токах и напряжениях преобразователя и двигателя. Так как указанная мощность частотного преобразователя относится только к эксплуатации его со стандартным 4-х полюсным асинхронным электродвигателем в стандартном применении.

Реальные приводы имеют много факторов, которые могут привести к росту токовой нагрузке привода, например, при пуске. В общем случае, применение частотного привода позволяет снизить токовые и механические нагрузки за счет плавного пуска. Например, пусковой ток снижается с 600% до 100-150% от номинального.

Преобразователь частоты серии EI-7011 является скалярным

преобразователем - управление выполняется посредством поддержания соотношения напряжения/частота ( $U/f$ ) постоянным при регулировании скорости вращения электродвигателя. Мощностной ряд преобразователей частоты EI-7011 составляет от 0,75 кВт до 315 кВт. Мы используем преобразователь частоты типа EI-7011 001H IP54. Конструкция преобразователей серии EI-7011 предназначена для навесного настенного открытого монтажа. Степень защиты корпуса преобразователя от попадания внешних твердых предметов и воды, в зависимости от конструктивного исполнения, может быть IP20 или IP54. Интерфейсные входы/выходы модели EI-7011 позволяют осуществлять:

- управление дискретными сигналами по 6 входам (управление «сухим» контактом);
- задание частоты стандартным аналоговым сигналом (0...10 В или 4...20 мА);
- 2 аналоговых входа;
- контроль работы преобразователя и электродвигателя;
- выходные контрольные сигналы: 2 дискретных, 1 аналоговый (0...10 В);
- программирование и контроль работы преобразователя на встроенном пульте управления с жидкокристаллическим дисплеем, с возможностью его выноса на максимальное расстояние до 10 м.

Технические характеристики:

- мощность 0,75 кВт;
- полная защита двигателя;
- встроенный ПИД-регулятор;
- управление по вольт-частотной характеристике U/F;
- язык команд пульта управления – русский;
- аналоговые и цифровые входы/выходы для регулирования и дистанционного управления;
- возможность дистанционного управления и мониторинга по

RS-232/RS-485 (протокол MODBUS);

- питание 380 В, 50 Гц.

Внешний вид преобразователя частоты типа EI-7011 001H IP54 представлен на рисунке 8.



Рис. 8. Внешний вид преобразователя частоты типа EI-7011 001H IP54

При появлении аварийной ситуации в электроприводе в преобразователе частоты активизируется соответствующая защитная функция, на дисплее пульта управления преобразователя EI-7011 индицируется сообщение, и замыкаются контакты дискретного выхода, запрограммированного на функцию «Неисправность». При этом напряжение на выходе преобразователя отключается, и электродвигатель начинает инерционно останавливаться.

### **3.3 Эффективность модернизации**

Частотный преобразователь необходим для решения стандартных проблем практически любого предприятия или организации, например таких

как: экономия энергоресурсов;

снижение затрат на плановые ремонтные работы и капитальный ремонт;

увеличение срока службы технологического оборудования;

обеспечение оперативного управления и достоверного контроля за ходом выполнения технологических процессов.

В промышленно развитых странах уже практически невозможно найти асинхронный электродвигатель без преобразователя частоты.

Несмотря на кажущуюся значительную стоимость современных преобразователей, окупаемость вложенных средств за счёт экономии энергоресурсов и других составляющих эффективности не превышает в среднем 1,5 лет. Это вполне реальные сроки, а учитывая многолетний ресурс подобной техники, можно подсчитать ожидаемую экономию на длительный период и принять правильное решение.

Самая привлекательная особенность этого оборудования заключается в том, что оно представляет из себя один из наиболее выгодных объектов для инвестирования средств предприятия.

С одной стороны, инвестируя средства в преобразователи частоты для своего производства, предприятие гарантированно возвращает эти средства за период срока окупаемости, а в последующие 15-20 лет предприятие просто получает чистую прибыль. С другой стороны, сделанные инвестиции ни на минуту не покидают пределов вашего предприятия.

Обоснование технической эффективности внедрения частотного привода

При использовании преобразователя частоты появляются следующие технические возможности:

- регулирование скорости от нуля до номинальной и выше номинальной
- плавный разгон и торможение

- ограничение тока на уровне номинального в пусковых, рабочих и аварийных режимах

- увеличение срока службы механической и электрической частей оборудования

- высвобождается некоторое оборудование

- монтаж частотного преобразователя возможен в стандартной ячейке

распредустройства на месте высвобождаемого оборудования

Обоснование экономической эффективности внедрения частотного привода – расчет окупаемости:

Оценим величину экономического эффекта от применения преобразователя частоты EI-7011 001H IP54 (цена 13400 р. с НДС) мощностью 0,75 кВт.

Величина экономии электроэнергии при внедрении преобразователей частоты может составлять до 45%. Мы в своих расчетах примем экономию за 20% хотя на практике она может составлять и 40%. Таким образом, для насосного агрегата мощностью 0,75 кВт и работающего, к примеру, 9 месяцев в году, величина экономии электроэнергии за 1 год составит:

$$E(1 \text{ год, кВт}\cdot\text{ч}) = 0,75 \text{ кВт} \cdot 0,35 \cdot 16 \text{ часа} \cdot 22 \text{ дней} \cdot 12 \text{ месяцев} = \\ = 1108,8(\text{кВт}\cdot\text{ч}).$$

В денежном выражении при стоимости 1 кВт·ч = 3,1 (тариф на электроэнергию для промышленных и приравненных к ним потребителей с присоединенной мощностью > 750 кВА) величина экономии составит:

$$E(1 \text{ год, руб.}) = 1108,8 \text{ кВт}\cdot\text{ч} \cdot 3,1 \text{ руб.} = 3437,2 \text{ руб.}$$

Таким образом, срок окупаемости в этом случае составляет

Стоимость ПЧ (13400 руб.) / Экономия эл. эн. (3437,2 руб.) = 3,89 года, в дальнейшем происходит экономия денежных средств.

## **4. ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ОБСЛУЖИВАНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ**

### **4.1 Пусконаладочные работы**

При установке станок необходимо надежно заземлить. Заземление должно быть выполнено заземляющей шиной, соединяющей станок с общей системой заземления цеха. Шина крепится винтом заземления, который находится на станине у таблички с надписью «Заземление».

Запрещается переключать барабанный переключатель во время работы электродвигателя изделия.

Осмотр и ремонт токоведущих частей производится только после отключения станка от сети с помощью автоматического выключателя QF.

Электродвигатели необходимо постоянно содержать в чистоте, не реже одного раза в год их надо разбирать и прочищать.

Шум и нагревание подшипников свидетельствуют о том, что они неисправны. В этом случае их необходимо заменить новыми.

Периодически надо проверять целостность деталей и узлов магнитных пускателей, удалять пыль, проверять затяжку винтов. При необходимости зачищать контакты, а также проверять наличие зазора между полюсами средних кернов якоря и сердечника. Если зазора нет, то его необходимо восстановить шлифовкой. Наибольшая допустимая величина зазора 0,2 мм.

При замене перегоревшей плавкой вставки следить, чтобы сила тока, на которую рассчитана новая плавкая вставка, была такой же, как и для перегоревшей.

Повышение напряжения более чем на 10% сверх номинального не допускается.

Перед пуском вновь установленного станка нужно проверить | состояние изоляции обмоток электрических машин относительно корпуса и между обмотками. При температуре обмоток, близкой к рабочей (60-75°),

сопротивление изоляции обмоток должно быть не ниже 0,3 Мом. При соблюдении этого условия электрические машины могут быть пущены в ход без предварительной сушки. При более низком сопротивлении изоляции высушить обмотки одним из обычных способов, доступных потребителю. Сопротивление изоляции измеряют мегомметром на 500 В.

После подключения к сети станок испытывают на холостом ходу.

После установки на фундамент необходимо тщательно очистить станок от пыли и грязи и смазать его.

Перед отправкой станка потребителю масло из резервуара гидросистемы полностью удаляют. Перед пуском станка резервуар гидросистемы должен быть заполнен маслом рекомендуемой марки до уровня глазка маслоуказателя.

Резервуар смазки подшипников шпинделя шлифовальной бабки заполнен маслом на заводе-изготовителе.

Перед пуском станка надо проверить уровень масла в резервуаре. В случае необходимости долить масло, глазок должен быть закрыт маслом.

Наполнить охлаждающей жидкостью резервуар, находящийся в тумбе. Емкость резервуара охлаждающей жидкости приблизительно 150 л.

Установите клиновые ремни на шкивах передней и шлифовальной бабок и отрегулируйте их натяжение.

Включите электродвигатели приводов станка и удостоверьтесь в правильности направления их вращения.

Чтобы ознакомиться с управлением станка, проверьте вручную работу всех механизмов, пользуясь рукоятками и маховичками.

#### **4.2 Возможные неисправности в работе схемы управления и мероприятия по их устранению**

Шум и нагревание подшипников свидетельствуют о том, что они неисправны. В этом случае их необходимо заменить новыми.

Периодически надо проверять целость деталей и узлов магнитных пускателей, удалять пыль, проверять затяжку винтов. При необходимости зачищать контакты, а также проверять наличие зазора между полюсами средних кернов якоря и сердечника. Если зазора нет, то его необходимо восстановить шлифовкой. Наибольшая допустимая величина зазора 0,2 мм.

При замене перегоревшей плавкой вставки следить, чтобы сила тока, на которую рассчитана новая плавкая вставка, была такой же, как и для перегоревшей.

Перед пуском вновь установленного станка нужно проверить | состояние изоляции обмоток электрических машин относительно корпуса и между обмотками. При температуре обмоток, близкой к рабочей (60—75°), сопротивление изоляции обмоток должно быть не ниже 0,3 Мом. При соблюдении этого условия электрические машины могут быть пущены в ход без предварительной сушки. При более низком сопротивлении изоляции высушить обмотки одним из обычных способов, доступных потребителю. Сопротивление изоляции измеряют мегомметром на 500 В.

Пускатель сильно гудит

Якорь контактора неплотно прилегает к сердечнику вследствие: загрязнения повреждения перекоса плохого закрепления якоря и сердечника большого нажатия контактов повреждения на короткозамкнутом витке низкого напряжения сети

Удалить смазку и пыль. Устранить повреждения. Устранить перекося. Закрепить якорь и сердечник. Отрегулировать нажатие силовых контактов. Заменить виток. Проверить напряжение сети и привести в соответствие с нормами

Чрезмерный нагрев контактов силовой цепи

Недостаточное усилие нажатия контактов

Чрезмерный износ контактов

Отрегулировать нажатие контактов.

Проверить износ контактов и при необходимости заменить новыми



Чрезмерный нагрев всего пускателя

Токоприемник не соответствует пускателю

Плохо затянуты винты, гайки, крепящие токоведущие части

Заменить пускатель в соответствии с нагрузкой токоприемника

Подтянуть крепежные элементы

Основные виды неисправностей в электродвигателях и причины их возникновения.

Асинхронный электродвигатель не включается (перегорают предохранители или срабатывает защита). Причиной этого в электродвигателях с контактными кольцами могут быть закороченные положения пускового реостата или контактных колец. В первом случае необходимо пусковой реостат привести в нормальное (пусковое) положение, во втором — поднять приспособление, закорачивающее контактные кольца.

Включить электродвигатель не удастся также из-за короткого замыкания в цепи статора. Обнаружить короткозамкнутую фазу можно на ощупь по повышенному нагреву обмотки (ощупывание следует производить, отключив предварительно электродвигатель от сети); по внешнему виду обуглившейся изоляции, а также измерением. Если фазы статора соединены в звезду, то измеряют величины токов, потребляемых из сети отдельными фазами. Фаза, имеющая короткозамкнутые витки, будет потреблять ток больший, чем неповрежденные фазы. При соединении отдельных фаз в треугольник токи в двух проводах, подключенных к дефектной фазе, будут иметь большие значения, чем в третьем, который соединяется только с неповрежденными фазами. При измерениях пользуются пониженным напряжением.

При включении асинхронный электродвигатель не трогается с места. Причиной этого может быть обрыв одной или двух фаз цепи питания. Для определения места обрыва сначала осматривают все элементы цепи, питающей электродвигатель (проверяют целостность предохранителей). Если при внешнем осмотре обнаружить обрыв фазы не удастся, то мегомметром

выполняют необходимые измерения. Для чего статор предварительно отключают от питающей сети. Если обмотки статора соединены в звезду, то один конец мегомметра соединяют с нулевой точкой звезды, после чего вторым концом мегомметра касаются поочередно других концов обмотки. Присоединение мегомметра к концу исправной фазы даст нулевое показание, присоединение к фазе, имеющей обрыв, покажет большое сопротивление цепи, т. е. наличие в ней обрыва. Если нулевая точка звезды недоступна, то двумя концами мегомметра касаются попарно всех выводов статора. Прикосновение мегомметра к концам исправных фаз покажет нулевое значение, прикосновение к концам двух фаз, одна из которых — дефектная, покажет большое сопротивление, т.е. обрыв в одной из этих фаз.

В случае соединения обмоток статора в треугольник необходимо обмотку разъединить в одной точке, после чего проверить целостность каждой фазы в отдельности.

Фазу, имеющую обрыв, иногда обнаруживают на ощупь (остается холодной). Если обрыв произойдет в одной из фаз статора по время работы электродвигателя, он будет продолжать работать, но начнет гудеть сильнее, чем в обычных условиях. Отыскивать поврежденную фазу так, как это указано выше.

При работе асинхронного двигателя происходит сильный нагрев обмоток статора. Такое явление, сопровождаемое сильным гудением электродвигателя, наблюдается при коротком замыкании в какой-либо обмотке статора, а также при двойном замыкании обмотки статора на корпус.

Работающий асинхронный электродвигатель начал гудеть. При этом его скорость и мощность снижаются. Причиной нарушения режима работы электродвигателя является обрыв одной фазы.

При включении двигателя постоянного тока он не трогается с места. Причиной этого могут служить перегорание предохранителей, обрыв в цепях питания, обрыв сопротивлений в пусковом реостате. Сначала внимательно осматривают, затем проверяют с помощью мегомметра или контрольной

лампы напряжением не выше 36В целость указанных элементов. Если указанным путем не удастся определить место обрыва, переходят к проверке целости обмотки якоря. Обрыв в обмотке якоря чаще всего наблюдается в местах соединений коллектора с секциями обмотки. Измеряя падения напряжения между коллекторными пластинами, находят место повреждения.

Другой причиной указанного явления может быть перегрузка электродвигателя. Проверить это можно с помощью пуска электродвигателя вхолостую, предварительно разобцив его с приводным механизмом.

При включении электродвигателя постоянного тока перегорают предохранители или срабатывает максимальная защита. Закороченное положение пускового реостата может быть одной из причин указанного явления. В этом случае реостат переводят в нормальное пусковое положение. Это явление может наблюдаться также при слишком быстром выводе рукоятки реостата, поэтому при повторном включении электродвигателя реостат выводят более медленно.

При работе электродвигателя наблюдается повышенный нагрев подшипника. Причиной повышенного нагрева подшипника может быть недостаточная величина зазора между шейкой вала и вкладышем подшипника, недостаточное или лишнее количество масла в подшипнике (проверяют уровень масла), загрязнение масла или применение масла несоответствующих марок. В последних случаях масло заменяют, промыв предварительно подшипник бензином.

При пуске или во время работы электродвигателя из зазора между ротором и статором появляются искры и дым. Возможной причиной этого явления может быть задевание ротора за статор. Это происходит при значительном срабатывании подшипников.

При работе электродвигателя постоянного тока наблюдается искрение под щетками. Причинами такого явления могут служить неправильный подбор щеток, слабое нажатие их на коллектор, недостаточно гладкая поверхность коллектора и неправильное расположение щеток. В последнем

случае необходимо передвинуть щетки, расположив их на нейтральной линии.

При работе электродвигателя наблюдается усиленная вибрация, которая может появляться, например, из-за недостаточной прочности закрепления электродвигателя на фундаментной плите. Если вибрация сопровождается перегревом подшипника, это указывает на наличие осевого давления на подшипник.

## **5. ОХРАНА ТРУДА**

### **5.1 Техника безопасности при эксплуатации и обслуживании электрооборудования механизма**

Станок должен быть надежно присоединен к общей системе заземления цеха согласно действующим нормам техники безопасности.

В станке отсутствует специальное электрооборудование, поэтому уход сводится к выполнению обычных правил.

Подшипники двигателей должны смазываться не реже одного раза в шесть месяцев, с промывкой подшипников бензином.

Пусковая аппаратура должна регулярно очищаться от пыли, обгоревшие контакты должны зачищаться, ослабевшие соединения проводов с аппаратурой - подтягиваться.

Детали электроаппаратуры не подлежат смазке, однако рекомендуется поверхности стыков сердечника якоря пускателя протирать маслом во избежание корродирования

Современные станки, как правило, имеют индивидуальный электропривод. В большинстве случаев электродвигатели, реле и другие электрические аппараты размещены или на самом станке, или в отдельно стоящем шкафу. Станки имеют двигатели, конечные и путевые выключатели, размещенные внутри станка.

Работу по наладке, эксплуатации и ремонту электрооборудования станков разделяют на четыре категории: работы при полном снятии напряжения, работы с частичным снятием напряжения, работы без снятия напряжения вблизи токоведущих шин и работы без снятия напряжения вдали от токоведущих шин.

Работой при полном снятии напряжения считается работа, которую выполняют в электроустановке, где со всех токоведущих частей снято напряжение и где нет незапертого входа в соседнюю электроустановку,

находящуюся под напряжением.

К такому виду работ относятся:

прозвонка цепей силовой схемы,

ремонт или замена электрической аппаратуры непосредственно на станке,

проверка величины сопротивления изоляции токоведущих частей.

Работой с частичным снятием напряжения считается работа, которую проводят на отключенных частях электроустановки, в то время как другие ее части находятся под напряжением или напряжение снято полностью, но есть незапертый вход в соседнюю электроустановку, находящуюся под напряжением.

К такому виду работ относятся:

регулировка параметров срабатывания реле,

регулировка и чистка контактов аппаратов,

смена ламп освещения в шкафу и на станке.

Работой без снятия напряжения вблизи и на токоведущих частях считается работа, которая требует принятия технических и организационных мер и производится на неотключенной электроустановке с применением защитных средств. К такому виду работ относятся: измерение величин тока и напряжения с помощью измерительных клещей.

Работой без снятия напряжения вдали от токоведущих частей считается работа, при которой исключено случайное приближение работающих людей и используемых ими ремонтной оснастки и инструмента к токоведущим частям на опасное расстояние и не требуется принятия технических и организационных мер для предотвращения такого приближения.

К такому виду работ относятся:

протирка пультов и шкафов управления с наружной стороны,

протирка электродвигателей станка,

измерение частоты вращения двигателей тахометром,

Работу по наладке электрооборудования станков должны выполнять не

менее чем два лица, старший из которых - производитель работ - должен иметь квалификационную группу не ниже третьей, а второй - член бригады - не ниже второй.

Наладочные работы производят по устному или письменному распоряжению ответственного руководителя работ (начальника электролаборатории, механика, мастера эксплуатации или старшего электромонтера), который проверяет наличие у производителя удостоверения на право допуска к работам на электрооборудовании, дает задание на наладку и обеспечивает его технической документацией (принципиальной электрической схемой и спецификацией к ней).

Непосредственно перед допуском бригады к работе допускающий (дежурный электромонтер или ответственный руководитель работ) проверяет:

наличие у членов бригады удостоверений на право работы,

знание производителем работ «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» и электрической схемы настраиваемого оборудования,

обеспечение безопасного производства работ на рабочем месте.

Перед началом работы производитель работ подготавливает рабочее место: выключатель пульта управления станком устанавливает в положение «Отключено» и вывешивает плакат «Не включать - работают люди», осматривает техническое состояние пульта, шкафа с электрооборудованием: подготавливает защитные средства коврики, диэлектрические перчатки, монтерский инструмент), подготавливает электроизмерительные и другие приборы, необходимые при наладке.

## **5.2 Устройства, применяемые на механизме для обеспечения безопасности работ**

Блокировки и защиты.

Общая защита от токов короткого замыкания предусматривается автоматическими выключателями, установленными в распределительном шкафу.

Тепловое реле КК защищает двигатель приводов от перегрузки при длительной перегрузке.

Плавкие предохранители защищают от токов короткого замыкания цепи управления и местного освещения.

На электродвигатели и приводимые ими механизмы должны быть нанесены стрелки, указывающие направление вращения. На электродвигателях и пускорегулирующих устройствах должны быть надписи с наименованием агрегата и (или) механизма, к которому они относятся.

При кратковременном перерыве электропитания электродвигателей должен быть обеспечен при повторной подаче напряжения самозапуск электродвигателей ответственных механизмов для сохранения механизмов в работе по условиям технологического процесса и допустимости по условиям безопасности. Перечень ответственных механизмов, участвующих в самозапуске, должен быть утвержден техническим руководителем Потребителя.

Электродвигатели, длительно находящиеся в резерве, должны быть постоянно готовы к немедленному пуску; их необходимо периодически осматривать и опробовать вместе с механизмами по графику, утвержденному техническим руководителем Потребителя. При этом у электродвигателей наружной установки, не имеющих обогрева, должны проверяться сопротивление изоляции обмотки статора и коэффициент абсорбции.

Электродвигатели с короткозамкнутыми роторами разрешается пускать из холодного состояния 2 раза подряд, из горячего - 1 раз, если заводской



инструкцией не допускается большего количества пусков. Последующие пуски разрешаются инструкцией для данного типа электродвигателя.

Повторные включения электродвигателей в случае отключения их основными защитами разрешаются после обследования и проведения контрольных измерений сопротивления изоляции.

Электродвигатели должны быть немедленно отключены от сети в следующих случаях:

1. При несчастных случаях с людьми;
2. Появлении дыма или огня из корпуса электродвигателя, а также из его пускорегулирующей аппаратуры и устройства возбуждения;
3. Поломке приводного механизма;
4. Резком увеличении вибрации подшипников агрегата;
5. Нагреве подшипников сверх допустимой температуры, установленной в инструкции завода-изготовителя.

В эксплуатационных инструкциях могут быть указаны и другие случаи, при которых электродвигатели должны быть немедленно отключены, а также определен порядок устранения аварийного состояния и пуска электродвигателей.

Силовое электрооборудование подстанций, электрических сетей и электроустановок потребителя должно быть защищено от коротких замыканий и нарушений нормальных режимов устройствами релейной защиты, автоматическими выключателями или предохранителями и оснащено средствами электроавтоматики и телемеханики в соответствии с установленными правилами.

В цепях оперативного тока должна быть обеспечена селективность действия аппаратов защиты (предохранителей и автоматических выключателей).

Заземляющие устройства должны соответствовать требованиям государственных стандартов правил устройства электроустановок, строительных норм и правил и других нормативно-технических документов,

обеспечивать условия безопасности людей, эксплуатационные режимы работы и защиту электроустановок.

Допуск в эксплуатацию заземляющих устройств осуществляется в соответствии с установленными требованиями.

Каждая часть электроустановки, подлежащая заземлению или занулению, должна быть присоединена к сети заземления или зануления с помощью отдельного проводника. Последовательное соединение заземляющими (зануляющими) проводниками нескольких элементов электроустановки не допускается.

После каждой перестановки электрооборудования и монтажа нового (в электроустановках до 1000 В) перед его включением необходимо проверить срабатывание защиты при коротком замыкании [7, с. 137].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном дипломном проекте осуществлен расчет и выбор электрооборудования круглошлифовального станка 3А243, предназначенного для перешлифовки коренных и шатунных шеек коленвалов.

Приведены технические характеристики станка.

Рассмотрена кинематическая схема и назначение приводов. На станке имеются следующие электродвигатели:

М1 – привод шлифовального круга;

М2 – привод гидронасоса;

М3 – привод насоса охлаждения;

М4 – привод изделия;

Приведена циклограмма включения приводов.

Главный привод станка исходя из циклограммы, работает в повторно-кратковременном режиме. Привод насоса охлаждения М2, М3, М4, работают в кратковременном режиме.

Электрооборудование станка рассчитано на напряжение 380В частотой 50 Гц в силовой цепи.

Цепь управления питается переменным напряжением 110В через понижающий трансформатор.

Станок оборудован местным освещением с переменным напряжением 24 В.

В специальной части произведен расчет мощности электродвигателей:

М1 – привод шлифовального круга  $P_{дв} = 6,6$  кВт;

М2 – привод гидронасоса  $P_{дв} = 1,7$  кВт;

М3 – привод насоса охлаждения  $P_{дв} = 0,119$  кВт.

Произведен выбор типа электропривода и типа рассчитанных двигателей:

– привод шлифовального круга:

По рассчитанной мощности выбирается электродвигатель 4А132М6У3

$$P_{дв} = 7,5 \text{ кВт};$$

– привод гидронасоса:

По рассчитанной мощности выбирается электродвигатель 4А90L4У3

$$P_{дв} = 1,7 \text{ кВт};$$

– привод насоса охлаждения:

По рассчитанной мощности выбирается электродвигатель 4АА50В2У3

$$P_{дв} = 0,12 \text{ кВт}.$$

– привод изделия:

По рассчитанной мощности выбирается электродвигатель 4АИР 90L8/4

$$P_{н} = 0,8/1,32 \text{ кВт}.$$

Произведена проверка выбранных двигателей и расчет механических характеристик.

Выбраны элементы схемы управления:

Для привода шлифовального круга, гидронасоса и насоса охлаждения (пускатель КМ1) выбираем пускатель: ПМЛ-1200 ,  $I_n = 25 \text{ А}$ ;

Для привода изделия (пускатель КМ2) выбираем пускатель: ПМЛ1100 ,  $I_n = 10 \text{ А}$

Для питания цепи управления рассчитан и выбран трансформатор типа ТБС-310Т мощностью 200 ВА.

Выбраны аппараты защиты.

QF1 (для М1, М2, М3, М4):

Выбран автомат АЕ2046

Параметры:

$$I_n = 63 \text{ (А)}$$

$$I_{расц} = 40 \text{ (А)}$$

$$I_{сраб} = 12 \cdot 40 = 480 \text{ (А)}$$

QF2 (для М2 М3):

Выбран автомат АЕ2026

Параметры:

$$I_n = 16 \text{ (А)}$$

$$I_{расц} = 6,3 \text{ (A)}$$

$$I_{сраб} = 75,6 \text{ (A)}$$

QF3 (для М4):

Выбран автомат: АЕ2026

Параметры:

$$I_n = 16 \text{ (A)}$$

$$I_{расц} = 8 \text{ (A)}$$

$$I_{сраб} = 96 \text{ (A)}$$

КК 1 (для М1):

Выбрано тепловое реле РТЛ  $I_n = 21,5 \text{ (A)}$ , диапазон регулирования

КК2 (для М2):

Выбрано тепловое реле РТЛ  $I_n = 6,75 \text{ (A)}$ , диапазон регулирования

КК3 (для М3):

Выбрано тепловое реле РТЛ  $I_n = 0,52 \text{ (A)}$ , диапазон регулирования

Сделан выбор проводов:

Электродвигатель шлифовального круга М1-выбран провод марки ПВЗ 4(1×6)  $I_{доп} = 40 \text{ (A)}$ ;

Электродвигатель гидронасоса и насоса охлаждения М2 и М3-выбран провод марки ПВЗ 4(1×1)  $I_{доп} = 14 \text{ (A)}$

Электродвигатель изделия М4 выбран провод марки ПВЗ 4(1×1)  $I_{доп} = 14 \text{ (A)}$

Для всего станка с учетом аппаратов защиты выбран провод марки ПВЗ 4(1×6) с  $I_{доп} = 40 \text{ (A)}$ .

Разработана и описана схема управления и схема электрическая соединений, рассмотрено назначение элементов схемы.

В индивидуальной части дипломного проекта произведен анализ существующей системы электропривода и выполнена модернизация силовой части и схемы управления: применен частотный преобразователь ЕЗ-9100

Технические характеристики:

Диапазон мощностей 0,75-15 кВт.

Векторный режим управления без датчика скорости.

Максимальный стартовый момент 150% на частоте 1 Гц.

Режим энергосбережения.

Встроенный ПИД-регулятор.

Встроенный тормозной прерыватель.

Управление скоростью с помощью встроенного потенциометра.

Управление по линии связи RS-485 (протокол MODBUS).

Многофункциональные дискретные и аналоговые входы/выходы для расширенных применений.

Питание 380 В, 50 Гц.

Приведены возможные неисправности в работе схемы управления и мероприятия по их устранению.

Рассмотрены вопросы связанные с общей техникой безопасности при работе на станке и его обслуживании, а также перечислены устройства которые могут применяться для обеспечения безопасности работ.

Приведен список используемой литературы.

На чертежах представлена графическая часть.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Алиев И.И., Абрамов М.Б. Электрические аппараты. Справочник. М.: Изд. РадиоСофт, 2004.
2. Шеховцов В.П. Расчет и проектирование схем электроснабжения. Методическое пособие для курсового проектирования. М.: Форум. Инфа-М, 2010.
3. Коновалова Л.Л., Рожкова Л.Д. Электроснабжение промышленных предприятий и установок. М.: Энергоатомиздат, 1989.
4. Правила устройства электроустановок. М: ДЕАН, 2005.
5. Справочник технолога машиностроения. В 2-х т. Т. 2 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. М.: Машиностроение, 1986.
6. Справочник по электрическим машинам. В 2-х т. Т. 1 / Под ред. И.П. Копылова и Б.К. Клокова. М.: Энергоатомиздат, 1988.
7. Электромагнитные пускатели. Справочник. М.: Информэлектро, 1994
8. Алиев И.И. Электротехнический справочник. 5-е изд. М.: ИП РадиоСофт, 2010.
9. Правила выполнения электрических схем. ГОСТ 2.702-2011 ЕСКД
10. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием: учебник для студентов / Г.Г. Соколовский.- М.: Издательский центр "Академия", 2006-272 с.
11. Руководство по эксплуатации частотного преобразователя
12. Сибикин Ю.Д. Техническое обслуживание, ремонт электрооборудования и сетей промышленных предприятий.- М.: Издательский центр "Академия"., 2012-256 с.