

Введение

Целью данного дипломного проекта является ознакомление с назначением, устройством, электрооборудованием, эксплуатацией **станка (установки, пресса, грузоподъемного механизма)**

Актуальностью **станка (установки, пресса, грузоподъемного механизма)** заключается в том, что он **расписать, в чем заключается актуальность!**

В данном дипломном проекте производится разработка схемы управления и схемы соединений, расчет мощности двигателей главного привода и вспомогательных механизмов, построение нагрузочной диаграммы и проверка двигателя на нагрев, построение графиков характеристик двигателя, расчет и выбор электрических аппаратов, расчет сечений и выбор питающих проводов, оптимизация рабочего места электрика-ремонтника по системе 5S, описание стандарта уборки рабочего места, составление технологической карты обслуживания магнитных пускателей, расчет себестоимости капитального ремонта электрооборудования **станка (установки, пресса, грузоподъемного механизма)**.

В данном дипломном проекте должна описываться охрана труда и меры обеспечения безопасности.

Дипломный проект включает в себя два чертежа формата А1:

- схема электрическая принципиальная **станка (установки, пресса, грузоподъемного механизма)**
- схема соединений управления **станка (установки, пресса, грузоподъемного механизма)**.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 13.02.11 000000 __ ПЗ	Лист

1. Электрооборудование

1.1. Назначение, характеристика и требование к электроприводу **станка (установки, прессы, грузоподъемного механизма)**

В данном пункте должны быть расписаны следующие вопросы:

- 1. Назначение станка (установки, прессы, грузоподъемного механизма).**
- 2. Область применения станка (установки, прессы, грузоподъемного механизма)**
- 3. Основные характеристики станка (установки, прессы, грузоподъемного механизма).**
- 4. Общий вид станка (установки, прессы, грузоподъемного механизма), добавить рисунок.**

1.2. Разработка схемы управления и описание ее работы

1. Расписать принцип действия станка (установки, прессы, грузоподъемного механизма)

1.3. Расчёт мощности электродвигателя главного движения и выбор его по справочнику

Расчет мощности двигателей строгальных станков

Расчет мощности двигателя станка (установки, прессы)

Определяем мощности двигателя главного движения.

Определяем мощности резания, P_{zi} , кВт для каждого рабочего участка по формуле:

$$P_{zi} = \frac{F_{zi} \cdot V_{zi}}{60 \cdot 1000} \quad P_{zi} = \frac{F_{zi} \cdot V_{zi}}{60 \cdot 1000}, \text{ кВт} \quad (_)$$

где F_{zi} – усилие резания каждого участка, Н;

V_{zi} – скорость резания каждого рабочего участка, м/мин.

Определяем среднюю мощность резания:

$$P_{z.ср.} = \frac{P_{z1} + P_{z2} + \dots + P_{zi}}{n} \quad P_{z.ср.} = \frac{P_{z1} + P_{z2} + \dots + P_{zi}}{n}, \text{ кВт} \quad (_)$$

где n – количество рабочих участков нагрузочной диаграммы;

Определяем потери мощности P_o , кВт, холостого хода:

$$P_o = \alpha \cdot P_{z.ср.} \quad P_o = \alpha \cdot P_{z.ср.} \text{ кВт} \quad (_)$$

где α – коэффициент постоянных потерь в двигателе:

$$\alpha = \frac{0,6 \cdot (1 - \eta_{шп.ном.})}{\eta_{шп.ном.}}, \text{ кВт} \quad \alpha = \frac{0,6 \cdot (1 - \eta_{шп.ном.})}{\eta_{шп.ном.}}, \text{ кВт} \quad (_)$$

где η – КПД привода шпинделя при номинальной нагрузке.

Определяем эквивалентную мощность резания $P_{экр.}$, кВт:

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Инв. № докл.	Подп. и дата

$$P_{\text{ЭКВ.}} = \sqrt{\frac{\sum P_{zi}^2 \cdot t_{zi}^2}{T_{\text{ц}}}} \quad P_{\text{ЭКВ.}} = \sqrt{\frac{\sum P_{zi}^2 \cdot t_{zi}^2}{T_{\text{ц}}}}, \text{ кВт} \quad ()$$

Определяем мощность двигателя главного движения $P_{\text{дв.г.}}$ кВт, с учетом потерь в механических переходах по формуле:

$$P_{\text{дв.г.}} = \frac{P_{\text{ЭКВ.}}}{\eta_{\text{г.}}}, \text{ кВт} \quad P_{\text{дв.г.}} = \frac{P_{\text{ЭКВ.}}}{\eta_{\text{г.}}}, \text{ кВт} \quad ()$$

где $\eta_{\text{г.}}$ - КПД привода главного движения.

По рассчитанной мощности $P_{\text{дв.г.}}$ произвести предварительный выбор двигателя главного движения, с синхронной частотой 3000 об/мин или 1500 об/мин.

Технические параметры предварительного выбранного двигателя главного движения свести в таблицу № __, соблюдая условие $P_{\text{дв.г.}} < P_{\text{ном.}}$ кВт.

Таблица № __ «Выбор двигателя главного движения»

Тип двигателя	$P_{\text{н}}$, Вт	При номинальной нагрузке			M_{max} , $M_{\text{н}}$	$M_{\text{п}}$, $M_{\text{н}}$	M_{min} , $M_{\text{н}}$	$I_{\text{п}}$, $I_{\text{н}}$	J , кг*м ²
		$\eta_{\text{н}}$	$\eta_{\text{н}}$	$\text{COS}\phi$					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0

Расчет мощности двигателей фрезерных станков

Определяем мощности двигателя главного движения.

Определяем мощности резания, P_{zi} , кВт для каждого рабочего участка по формуле:

$$P_{zi} = \frac{F_{zi} \cdot V_{zi}}{60 \cdot 1000} \quad P_{zi} = \frac{F_{zi} \cdot V_{zi}}{60 \cdot 1000}, \text{ кВт} \quad ()$$

где F_{zi} – усилие резания каждого участка, Н;

V_{zi} – скорость резания каждого рабочего участка, м/мин.

Определяем среднюю мощность резания:

$$P_{z.\text{ср.}} = \frac{P_{z1} + P_{z2} + \dots + P_{zi}}{n} \quad P_{z.\text{ср.}} = \frac{P_{z1} + P_{z2} + \dots + P_{zi}}{n}, \text{ кВт} \quad ()$$

где n – количество рабочих участков нагрузочной диаграммы;

Определяем потери мощности P_0 , кВт, холостого хода:

$$P_0 = \alpha \cdot P_{z.\text{ср.}} \quad P_0 = \alpha \cdot P_{z.\text{ср.}}, \text{ кВт} \quad ()$$

где α – коэффициент постоянных потерь в двигателе:

$$\alpha = \frac{0,6 \cdot (1 - \eta_{\text{шп.ном.}})}{\eta_{\text{шп.ном.}}}, \text{ кВт} \quad \alpha = \frac{0,6 \cdot (1 - \eta_{\text{шп.ном.}})}{\eta_{\text{шп.ном.}}}, \text{ кВт} \quad ()$$

где η – КПД привода шпинделя при номинальной нагрузке.

Определяем эквивалентную мощность резания $P_{\text{ЭКВ.}}$, кВт:

$$P_{\text{ЭКВ.}} = \sqrt{\frac{\sum P_{zi}^2 \cdot t_{zi}^2}{T_{\text{ц}}}} \quad P_{\text{ЭКВ.}} = \sqrt{\frac{\sum P_{zi}^2 \cdot t_{zi}^2}{T_{\text{ц}}}}, \text{ кВт} \quad ()$$

Подп. и дата
 Инв. № докл.
 Взам. инв. №
 Подп. и дата
 Инв. № подл.

Определяем мощность двигателя главного движения $P_{дв.г.}$ кВт, с учетом потерь в механических переходах по формуле:

$$P_{дв.г.} = \frac{P_{экв.}}{\eta_r}, \text{ кВт} \quad P_{дв.г.} = \frac{P_{экв.}}{\eta_r}, \text{ кВт} \quad (_)$$

где η_r - КПД привода главного движения.

По рассчитанной мощности $P_{дв.г.}$ произвести предварительный выбор двигателя главного движения, с синхронной частотой 3000 об/мин или 1500 об/мин.

Технические параметры предварительного выбранного двигателя главного движения свести в таблицу №__, соблюдая условие $P_{дв.г.} < P_{ном.}$ кВт.

Таблица №__ «Выбор двигателя главного движения»

Тип двигателя	P_n , Вт	При номинальной нагрузке			M_{max} , M_n	M_n	M_{min} , M_n	I_n , I_n	$J_{кг*м^2}$
		η_n	η_n	$\cos\phi$					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0

Расчет мощности двигателей прессов

Пресса рассчитываем и выбираем по мощности электродвигателей в продолжительном режиме с быстропеременной, снабженной маховиком для сглаживания ударной нагрузки.

У пресса посредством клиноременной передачи приводится во вращении маховик и далее через зубчатые передачи кривошип. За один оборот кривошипа связанный с ним рабочий орган пресса совершает один рабочий ход: опускается штамповка, поднимается в исходное состояние.

В период штамповки статическая нагрузка возрастает на отдельных участках.

При данном ходе пуансона она значительна и упрощенный график статической нагрузки на валу двигателя имеет вид.

Однако использовать этот график для определения требуемой мощности нельзя, т.к он не характеризует действительной нагрузки двигателя, частота ходов велика и в зависимости от конструкции пресса составляет 15-40 ходов в минуту.

С учётом этого несколько циклов после начала работы, скорость двигателя будет изменяться по кривой 2, представленная на рисунку__, уменьшается в период штамповки и увеличивается в период холостого хода в соответствии с этим может иметь вид кривой 3, и мощность в пределах.

$$M_2 < M < M_1 \quad (_)$$

В период штамповки нагрузка M_c может все время превышать движущий момент M . При каждом ходе момент двигателя M все время больше, чем момент нагрузки. Учитывая указанные возможности работ маховика привода, при выборе двигателя следует стремиться к тому, чтобы не допускать двигатель с ростом номинальной величины скольжения.

Определяем мощность двигателя (P , кВт) по формуле :

Инд. № подл.	Взам. инв. №	Инд. № докл.	Подп. и дата

$$P_p = p(A_a + A_{x.x} + (A_{x.x}/n_x)) / 1000 * t_{ц} \quad , \text{ кВт} \quad (_)$$

где, A_a – работа при нагрузке;

$A_{x.x}$ – работа холостого хода;

n_x – число оборотов вала муфты в минуту;

$t_{ц}$ – время цикла.

Определяем время цикла по формуле:

$$t_{ц} = 60 / n_x, \text{ сек} \quad (_)$$

Определяем номинальный Момент $M_{ном}$ по формуле:

$$M = 9550 (P_p / n_n) \quad (_)$$

По рассчитанной мощности P произвести предварительный выбор двигателя главного движения, с синхронной частотой 1500 об/мин.

Технические параметры предварительного выбранного двигателя свести в таблицу №__.

Таблица №__ «Выбор двигателя»

Тип двигателя	$P_{ном},$ кВт	$n_{ном}$	$\eta_n, \%$	$\cos\phi$	M_{max}	$M_{ном}$	M_{min}	Ипуск	$J, \text{ кг, м}^2$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Расчет мощности двигателей шлифовальных станков

Определяем мощности двигателя главного привода

Определить мощность резания P_{zi} , кВт, для каждого перехода по формуле: при шлифовании периферией круга,

$$P_{zi1} = (C_p * V_n * T_{г.ш1} * S_i * d) / 1000 \quad , \text{ кВт} \quad (_)$$

$$P_{zi2} = (C_p * V_n * T_{г.ш2} * S_i * d_2) / 1000 \quad , \text{ кВт} \quad (_)$$

где: C_p – коэффициент, характеризующий материал изделия и твердость круга.

V_n - окружная скорость движения круга, м/мин.

$T_{г.ш}$ - глубина шлифования, мм.

S_i - подача в направлении оси шлифовального инструмента (продольная или поперечная), мм/об

d - диаметр шлифования, мм.

Значения коэффициентов и показателей степеней в формулах приводятся в технологических справочниках.

Определить среднюю мощность резания и мощность холостого хода по формуле:

$$P_{zcp} = (P_{zi} + P_{zi} + \dots P_{zi}) / n, \text{ кВт} \quad (_)$$

где: n – количество рабочих участков нагрузочной диаграммы

$$T_p = t_1 + t_2 + t_n + t_0 \text{ мин} \quad (_)$$

$$T_{ц} = t_p + t_0 \text{ мин} \quad (_)$$

Определяем потери мощности P_o , кВт, холостого хода:

$$P_o = \alpha * P_{z.ср.кВт} \quad P_o = \alpha * P_{z.ср.кВт} \quad (_)$$

где α - коэффициент постоянных потерь в двигателе:

Инд. № подл. Подп. и дата. Взам. инв. № Инв. № докл. Подп. и дата. Инв. № подл.

$$\alpha = \frac{0,6*(1-\eta_{шп.ном.})}{\eta_{шп.ном.}}, \text{ кВт} \quad \alpha = \frac{0,6*(1-\eta_{шп.ном.})}{\eta_{шп.ном.}}, \text{ кВт} \quad (_)$$

где η- КПД привода шлифовального круга при номинальной нагрузке.

Определить эквивалентное значение мощности Рэкв, кВт, по формуле:

$$P_{\text{экв.}} = \sqrt{\frac{Pz i_n * t_n + P_0 * t_0}{T_c}} \quad (_)$$

$$\sqrt{\frac{6,22*1,95+2,57*1,8+0,62*1}{5,75}} = 4,1 \sqrt{\frac{6,22*1,95+2,57*1,8+0,62*1}{5,75}} = 4,1 \quad \text{Определить мощность}$$

Рдв, кВт, двигателя по формуле:

$$P_{\text{дв}} = P_{\text{экв.}} / \eta, \text{ кВт} \quad (_)$$

где: η –КПД привода главного движения.

Предварительно выбрать двигатель, технические параметры и пусковые свойства свести в таблицы

Таблица №__ «Выбор двигателя главного движения»

Тип двигателя	P _н , Вт	При номинальной нагрузке			M _{max.} M _н	M _п M _н	M _{min.} M _н	I _п I _н	J, кг*м ²
		n _н	η _н	cosφ					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Расчет мощности двигателей грузоподъемных механизмов

Рабочие механизмы грузового лифта обеспечивают перемещение грузов в двух направлениях взаимно перпендикулярных друг друга, следовательно при работе грузового лифта необходимо иметь электродвигатели, обеспечивающие работу:

- по перемещению тележки,
- по подъёму и спуску груза.

Так как грузовой лифт относится к крановым механизмам, то для расчёта его электродвигателей необходимо иметь следующие исходные данные: грузоподъёмность, общий вес грузового лифта, режим работы, скорость подъёма груза, скорость передвижения тележки, длину тормозного пути и продолжительность включения. Выбранный для грузового лифта электродвигатель должен удовлетворять следующим условиям: - при заданном рабочем графике нагрузки двигатель не должен перегреваться сверх допустимой температуры, соответствующей классу изоляции обмоток двигателей; - двигатель должен производить разгон нагрузочного механизма в течении достаточно короткого времени, но не слишком быстро, чтобы не возникало недопустимо больших ускорений при небольших загрузках механизма. При выборе мощности двигателя сначала выполняют расчёт приведённых к валу статических нагрузок. Производим расчёт двигателя подъёма. Определяем статическую мощность на валу двигателя при подъёме груза, в кВт по формуле:

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № докл.
Подп. и дата	

$$P_{ст.гр.под} = ((G + G_0) * V_H / n) * 10^{-3} \quad (_)$$

где G-вес подъёмного груза, Н;

$$G = m * 10^3 * g \quad (_)$$

m-номинальная грузоподъёмность, кг

g-ускорение свободного падения, м/с²;

G₀- вес захватывающего приспособления, кг

V_H- скорость подъёма груза, м/сек; n- коэффициент полезного действия (КПД) передаточного механизма.

Определяем статическую мощность при подъёме пустого захватывающего приспособления P_{ст.п.гр}, кВт по формуле:

$$P_{ст.п.гр} = (G_0 * V_H) / \eta_{х.х} * 10^{-3} \quad (_)$$

где η_{х.х}- КПД механизма при холостом ходе.

Определяем статическую мощность при тормозном спуске тяжёлых и средних грузов P_{т.ст}, кВт по формуле:

$$P_{т.ст} = (G + G_0) * V_c * (n_{нар} * 1 / n_{наг}) * 10^{-3} \quad (_)$$

где V_c- скорость спуска груза, м/сек.

Определяем статическую мощность двигателя при опускании захватывающего приспособления P_{сн}, кВт по формуле:

$$P_{сн} = G_0 * V_c * (2 - 1 / \eta_{х.х}) * 10^{-3} \quad (_)$$

Определяем время работы механизма за цикл и время паузы, время подъёма груза определяем по формуле:

$$t_1 = H_1 / V_{п} \quad (_)$$

где t₁- подъём крюка с номинальным грузом на высоту;

t₂- время спуска груза. t₁=t₂=1,71

Определяем время работы механизма за цикл и время паузы, время спуска груза определяем по формуле:

$$t_3 = H_2 / V_c \quad (_)$$

где H-высота подъёма в метрах.

V_c- скорость спуска.

t₃- время подъёма крюка без груза на высоту.

t₄- время спуска крюка для захвата очередного груза,

Цикл работы: подъём крана с номинальным грузом- спуск грузоподъёмного крюка без груза- спуск крюка для захвата.

Зная продолжительность включений можно определить продолжительность времени паузы.

$$t_0 = (t_p(\text{ПВ} - t_p)) * 100\% \quad (_)$$

Учитывая дальше, что t₀₁=t₀₂=t₀₃=t₀₄ определяем время цикла, сек:

$$t_{ц} = t_{п1} + t_{п2} + t_{п3} + t_{п4} + t_{01} + t_{02} + t_{03} + t_{04} \quad (_)$$

Определяем эквивалентную расчётную мощность (статическую нагрузку двигателя) по формуле:

$$P_{сэр} = \sqrt{E} P_{сi}^2 * t_{пi} / T_{ц} \quad (_)$$

Определяем мощность двигателя, с учётом коэффициента запаса учитывая дополнительную нагрузку двигателя в периоды пуска и торможения.

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Инв. № докл.	Подп. и дата

$$P_{дв.р} = k_z * P_{сэр} / n \text{ нагрузки} \quad (\quad)$$

$P_{дв.р}$ - расчётная мощность;
 k_z - коэффициент запаса равный 1,3-1,4;
 n - КПД нагрузки

По справочнику выбираем двигатель для механизма подъёма (МТКФ, МТФ, МТКН, МТН) из условия:

$$P_{дв.р} < P_{ном} \quad (\quad)$$

По найденным значением выбираем двигатель равной или несколько приближённой мощности. Технические параметры и пусковые свойства предварительно выбранного двигателя сводим в таблицу №__.

Таблица №__ "Выбор электродвигателя механизма подъёма."

Тип двигателя	P_n , кВт при $P_B=40\%$	n Н, об/мин	n %	M_{max} , Н*М	J , кгм ²	Масса кг
1	2	3	4	5	6	7

Расчет мощности двигателей токарных станков

Определяем мощность двигателя главного движения.

Определяем мощность резания P_{zi} , кВт, для каждого рабочего участка по формуле:

$$P_{z1} = F_{z1} * V_{z1} / 60 * 1000, \text{ кВт} \quad (\quad)$$

где F_{zi} - усилие резания каждого участка; Н.

V_{zi} - скорость резания каждого рабочего участка; м/мин.

Определяем среднюю мощность резания $P_{z.ср.}$, кВт, по формуле:

$$P_{z.ср.} = P_{z1} + P_{z2} + \dots + P_{zi} / n, \text{ кВт} \quad (\quad)$$

где n - количество рабочих участков нагрузочной диаграммы (=2).

Определяем потери мощности P_o , кВт, холостого хода:

$$P_o = a * P_{z.ср.}, \text{ кВт} \quad (\quad)$$

где a - коэффициент постоянных потерь в двигателе.

$$a = 0,6 (1 - \eta_{шп.ном.}) / \eta_{шп.ном.} \quad (\quad)$$

где η - КПД привода шпинделя при номинальной нагрузке (0,55).

Определяем эквивалентную мощность резания $P_{экр.}$, кВт.

$$P_{экр.} = \sqrt{\sum P_{zi}^2 * t_{zi} / T_{ц}}, \text{ кВт} \quad (\quad)$$

Определяем мощность двигателя главного движения.

$P_{дв.г.}$, кВт, с учетом потерь в механических переходах по формуле:

$$P_{дв.г.} = P_{экр.} / \eta_{г.}, \text{ кВт} \quad (\quad)$$

где $\eta_{г.}$ - КПД привода главного движения.

По рассчитанной мощности $P_{дв.г.}$ произвести предварительный выбор двигателя главного движения с синхронной частотой 3000 об/мин, или 1500 об/мин.

Технические параметры предварительного выбранного двигателя главного движения свести в таблицу №__, соблюдая условие

$$P_{дв.г.} < P_{ном}, \text{ кВт} \quad (\quad)$$

Инд. № подл.	Взам. инв. №	Инд. № докл.	Подп. и дата

Таблица №__ «Выбор двигателя главного движения»

Тип Двигателя	Рн кВт	n, об/мин	n, %	cosΦ	Мmax/Мн	Мп	Мmin
1	2	3	4	5	6	7	8

Расчет мощности двигателей сверлильных станков

Определяем частоту вращения, пшп, об/мин, по найденным значениям скоростей резания по формуле:

$$n_{шп} = (V_z / \pi * d) * 10^3, \text{ об/мин} \quad (_)$$

где: n- частота вращения, об/мин

d- диаметр сверла

V- скорость резания, об/мин

Определяем статическую мощность Pст, кВт, для каждого участка по формуле:

$$P_i = \frac{M_i * n_i}{9550} \frac{M_i * n_i}{9550}, \text{ кВт} \quad (_)$$

где: P_i- статическая мощность для участка i, кВт

M_i- момент на участке i, Н*м

n_i- частота вращения двигателя на участке i, об/ми

Определяем время цикла Tц, по формуле:

$$T_{ц} = (t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_0) \quad (_)$$

Определяем среднюю мощность резания Pz ср, кВт, по формуле:

$$P_{z,ср.} = \frac{P_{z1} + P_{z2} + \dots + P_{zi}}{n}, \text{ кВт} \quad P_{z,ср.} = \frac{P_{z1} + P_{z2} + \dots + P_{zi}}{n}, \text{ кВт} \quad (_)$$

где n- количество рабочих участков нагрузочной диаграммы, (=5).

Определяем мощность Pо, кВт, холостого хода по формуле:

$$P_o = a * P_z \text{ ср}, \text{ кВт} \quad (_)$$

$$a = 0,6 * (1 - \eta_{ном} / \eta_{ном}) \quad (_)$$

где: η_{ном} - КПД привода шпинделя при номинальной нагрузке.

Определяем эквивалентную статическую мощность: Pэkv, кВт по формуле:

$$P_{эkv} = \frac{\sqrt{P_{z1}^2 * t_1 + P_{z2}^2 * t_2 + P_{z3}^2 * t_3 + P_{z4}^2 * t_4 + P_{z5}^2 * t_5 + P_o^2 * t_o}}{T_{ц}}, \text{ кВт} \quad (_)$$

где: Pэkv- эквивалентная статическая мощность

t- время участка

T_ц- время цикла

Определяем потребную мощность двигателя с учетом потерь привода Pдв, кВт по формуле:

$$P_{дв.г} = P_{эkv} / \eta \quad (_)$$

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № докл. | Подп. и дата

где: η - коэффициент полезного действия двигателя, соблюдая условие $P_{дв.г.} < P_{ном.}, кВт. P_{дв.г.} < P_{ном.}, кВт.$

Таблица №__ «Выбор двигателя главного движения»

Тип двигателя	P_n P_n , кВт	При номинальной нагрузке			S_n , %	M_n M_n	$I_{рот}$, А	U , В	Масса
		n_n	η_n	$\cos\varphi$					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Расчет мощности двигателей установки

Основным требованием двигателя данных механизмов является соответствие условиям технического процесса рабочей машины.

Выбор двигателя недостаточной мощности может привести к снижению работы заданного цикла и снизить производительность машины при этом происходит повышенный нагрев ускоряющий износ изоляции и преждевременный выход из строя.

Недопустим является перегрев, т.е. использование двигателя в неправильном режиме работы.

Одновременно если выбираем двигатель завышенной мощности, то при этом увеличиваются потери энергии за счет снижения КПД двигателя. Таким образом основной выбор электродвигателя является весьма важной задачей, во многом определяющей технико – экономические показатели работы комплекса «ЭП – рабочая машина».

Определяем полное время цикла $T_{ц}$ сек по формуле:

$$T_{ц} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_0 \quad (_)$$

Определяем статистическую нагрузку на валу электродвигателя по методу эквивалентной мощности по формуле:

$$P_{сi} = M_{с} * n / 9550 \text{ кВт} \quad (_)$$

Определяет эквивалентную мощность на валу двигателя $P_{эkv}$. Квт по формуле:

$$P_{эkv} = \sqrt{(P_1^2 * t_1 + P_2^2 * t_2 + P_3^2 * t_3 + P_4^2 * t_4) / T_{ц}} \quad (_)$$

где $P_{сi}$ - мощность статистической нагрузки на валу в определенной период.

Определяем расчетную мощность двигателя $P_{дв}$. КВт по формуле:

$$P_{дв} = 1.3 * P_{сэkv} / \eta \quad (_)$$

Определяем потребную мощность электродвигателя P .квт для привода насоса по формуле:

$$P_{н} = (k_з * Q * H * 10^{-3}) / (\eta_{п} * \eta_{пер}) \quad (_)$$

где $k_з$ – коэффициент запаса (1.1 – 1.6)

Q - производительность после м/сек

H – напор воды M

$\eta_{п}$ – КПД насоса

$\eta_{пер}$ КПД передачи для клипомерной (0.7 – 0.4) для пласкомерной (0.87 – 0.9)

Изм. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Инв. № докл.	Подп. и дата

По каталогу выбираем двигатель ближайшей мощности и скорости. Выбранный двигатель при этом должен соответствовать условию:

$$P_{дв} \leq P_n \leq P_{ном}$$

Данные основного электродвигателя заносим в таблицу №__

Таблица №__ «Выбор двигателя главного движения»

Тип двигателя	P _{ном} , кВт	n об/мин	ηн, %	cosφ	M _{max} мН	M _{ном} мН	M _{ин}	I пуск	J, кг, м ²
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Расчет мощности двигателя поточно-транспортной системы (линии)

Основным требованием двигателя данных механизмов является соответствие условиям технического процесса рабочей машины.

Выбор двигателя недостаточной мощности может привести к снижению работы заданного цикла и снизить производительность машины при этом происходит повышенный нагрев ускоряющий износ изоляции и преждевременный выход из строя.

Недопустим является перегрев, т.е. использование двигателя в неправильном режиме работы.

Одновременно если выбираем двигатель завышенной мощности, то при этом увеличиваются потери энергии за счет снижения КПД двигателя. Таким образом основной выбор электродвигателя является весьма важной задачей, во многом определяющей технико-экономические показатели работы комплекса «ЭП – рабочая машина».

Определяем полное время цикла T_ц сек по формуле:

$$T_{ц} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_0 \quad ()$$

Определяем статистическую нагрузку на валу электродвигателя по методу эквивалентной мощности по формуле:

$$P_{сi} = M_c * n / 9550 \quad ()$$

Определяет эквивалентную мощность на валу двигателя P_{экрв}, кВт, по формуле:

$$P_{экрв} = \sqrt{(P_1^2 * t_1 + P_2^2 * t_2 + P_3^2 * t_3 + P_4^2 * t_4) / T_{ц}} \quad ()$$

где P_{сi} - мощность статистической нагрузки на валу в определенной период.

Определяем расчетную мощность двигателя P_{дв}. кВт по формуле:

$$P_{дв} = 1.3 * P_{сэкрв} / \eta \quad ()$$

Определяем потребную мощность электродвигателя P.квт для привода насоса по формуле:

$$P_n = (K_3 * Q * H * 10^{-3}) * (\eta_n * \eta_{пер}) \quad ()$$

где k₃ – коэффициент запаса (1.1 – 1.6)

Q- производительность после м/сек

η_п – КПД

η_{пер} – КПД передачи для клиномерной (0.7 – 0.4) для плоскомерной (0.87 – 0.9)

По каталогу выбираем двигатель ближайшей мощности и скорости. Выбранный двигатель при этом должен соответствовать условию:

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № докл.	Подп. и дата	Лист
ДП 13.02.11 000000 __ ПЗ					Лист

$$P_{дв} \leq P_n \leq P_{ном}$$

Данные основного электродвигателя заносим в таблицу №__

Таблица №__ «Выбор двигателя главного движения»

Тип двигателя	$P_{ном}$, кВт	n , об/мин	η_n , %	$\cos\varphi$	M_{max}/M_n	$M_{ном}/M_n$	M_{min}/M_n	$I_{пуск}$	J , кг*м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

1.4. Построение нагрузочной диаграммы и проверка двигателя на нагрев

Расчет мощности двигателей строгальных станков

Строим нагрузочную диаграмму $P_z = f(t)$ привода шпинделя (рис.__)

P_{zi} кВт

t_{max}

Нагрузочная диаграмма $P_z = f(t)$ привода шпинделя.

По нагрузочной диаграмме определить режим работы привода шпинделя. Для этого рассчитать время цикла $T_{ц}$, мин. По формуле:

$$T_{ц} = t_p + t_o, \text{ мин} \quad T_{ц} = t_p + t_o, \text{ мин} \quad ()$$

где $T_{ц}$ – время цикла, мин;

t_p – время обработки детали на рабочих участках, мин;

t_o – время паузы, мин;

Для повторно-кратковременного режима определить продолжительность включения $PВ_{расч.}$ % по формуле:

$$PВ_{расч.} = \frac{t_p}{(t_p + t_o)} * 100, \% \quad PВ_{расч.} = \frac{t_p}{(t_p + t_o)} * 100, \% \quad ()$$

Предварительно выбранный двигатель главного движения далее необходимо проверить по нагреву и перегрузочной способности.

Проверка выбранного двигателя по условиям нагрева.

В соответствии с нагрузочной диаграммой определяем токи I_n , А при различных интервалах нагрузки по формуле:

$$I_n = \frac{P_{zi} * 10^3}{(\sqrt{3} * U_{ном} * \eta * \cos\varphi)} \quad I_n = \frac{P_{zi} * 10^3}{(\sqrt{3} * U_{ном} * \eta * \cos\varphi)}, \text{ А} \quad ()$$

Определяем эквивалентное значение тока $I_{экв.}$, А по формуле:

$$I_{экв.} = \sqrt{\frac{I_1^2 * t_1 + I_2^2 * t_2 + \dots + I_n^2 * t_n}{T_{ц}}}, \quad I_{экв.} = \sqrt{\frac{I_1^2 * t_1 + I_2^2 * t_2 + \dots + I_n^2 * t_n}{T_{ц}}}, \text{ А} \quad ()$$

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № докл.
Подп. и дата	

Определяем номинальный ток $I_{ном.}$, А в обмотке статора двигателя по формуле:

$$I_{ном.} = \frac{P_{ном.} \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_{ном.} \cdot \eta \cdot \cos \gamma} I_{ном.} = \frac{P_{ном.} \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_{ном.} \cdot \eta \cdot \cos \gamma}, \text{ А} \quad (_);$$

Проверить выполнение условия $I_{экр.} < I_{ном.}$ (_)

$I_{экр.} < I_{ном.}$, Т.К.

При выполнении условия (_), предварительно выбранный двигатель удовлетворяет условиям проверки по нагреву. В противном случае необходимо выбрать двигатель большей мощности и повторить проверку.

Проверяем выбранный двигатель привода главного движения по перегрузочной способности. В соответствии с нагрузочной диаграммой $P_z = f(t)$ (рисунок _) определяем наибольший момент $M_{наиб.}$, Н*м нагрузки по формуле :

$$M_{наиб.} = 9,55 \cdot \frac{P_{z \text{ наиб.}} \cdot 10^3}{n_{дв. \text{ наиб.}}} M_{наиб.} = 9,55 \cdot \frac{P_{z \text{ наиб.}} \cdot 10^3}{n_{дв. \text{ наиб.}}}, \text{ Н*м} \quad (_)$$

Определяем наименьший момент $M_{наим.}$, Н*м нагрузки по формуле:

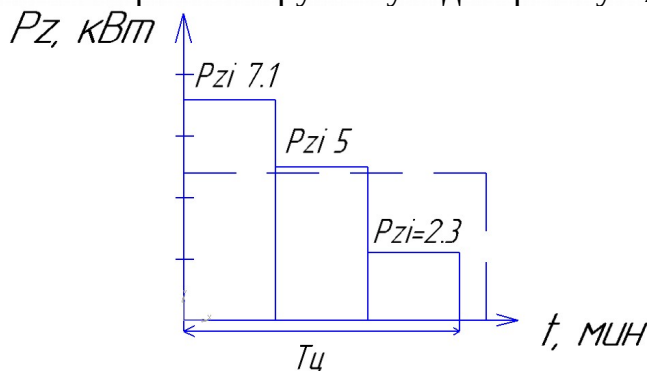
$$M_{наим.} = 9,55 \cdot \frac{P_{z \text{ наим.}} \cdot 10^3}{n_{дв. \text{ наим.}}} M_{наим.} = 9,55 \cdot \frac{P_{z \text{ наим.}} \cdot 10^3}{n_{дв. \text{ наим.}}}, \text{ Н*м} \quad (_)$$

Определяем перегрузку, возникающую на валу двигателя при работе и перегрузочную способность двигателя по формуле:

$$\frac{M_{наим.}}{M_{ном.}} < 0,85 \cdot \frac{M_{макс.} M_{наим.}}{M_{ном.} M_{наим.}} < 0,85 \cdot \frac{M_{макс.}}{M_{ном.}}, \text{ Н*м} \quad (_)$$

Расчет мощности двигателей фрезерных станков

Строим нагрузочную диаграмму $P_z = f(t)$ привода шпинделя (рис. _)



Нагрузочная диаграмма $P_z = f(t)$ привода шпинделя.

По нагрузочной диаграмме определить режим работы привода шпинделя.

Для этого рассчитать время цикла $T_{ц}$, мин. По формуле:

$$T_{ц} = t_p + t_0, \text{ мин} \quad T_{ц} = t_p + t_0, \text{ мин} \quad (_)$$

где $T_{ц}$ – время цикла, мин;

t_p – время обработки детали на рабочих участках, мин;

t_0 – время паузы, мин;

Для повторно-кратковременного режима определить продолжительность включения $PВ_{расч.}$, % по формуле:

$$PВ_{расч.} = \frac{t_p}{(t_p + t_0)} \cdot 100, \% \quad PВ_{расч.} = \frac{t_p}{(t_p + t_0)} \cdot 100, \% \quad (_)$$

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № докл.
Инд. № подл.	Подп. и дата

Предварительно выбранный двигатель главного движения далее необходимо проверить по нагреву и перегрузочной способности.

Проверка выбранного двигателя по условиям нагрева.

В соответствии с нагрузочной диаграммой определяем токи I_n , А при различных интервалах нагрузки по формуле:

$$I_n = \frac{P_{zi} \cdot 10^3}{(\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \eta \cdot \cos \varphi)} I_n = \frac{P_{zi} \cdot 10^3}{(\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \eta \cdot \cos \varphi)}, \text{ А} \quad ()$$

Определяем эквивалентное значение тока $I_{экр.}$, А по формуле:

$$I_{экр.} = \sqrt{\frac{I_1^2 \cdot t_1 + I_2^2 \cdot t_2 + \dots + I_n^2 \cdot t_n}{T_c}}, I_{экр.} = \sqrt{\frac{I_1^2 \cdot t_1 + I_2^2 \cdot t_2 + \dots + I_n^2 \cdot t_n}{T_c}}, \text{ А} \quad ()$$

Определяем номинальный ток $I_{ном.}$, А в обмотке статора двигателя по формуле:

$$I_{ном.} = \frac{P_{ном} \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \eta \cdot \cos \gamma} I_{ном.} = \frac{P_{ном} \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \eta \cdot \cos \gamma}, \text{ А} \quad ();$$

Проверить выполнение условия $I_{экр.} < I_{ном.}$ ()

При выполнении условия (), предварительно выбранный двигатель удовлетворяет условиям проверки по нагреву. В противном случае необходимо выбрать двигатель большей мощности и повторить проверку.

Проверяем выбранный двигатель привода главного движения по перегрузочной способности. В соответствии с нагрузочной диаграммой $P_z=f(t)$ (рисунок 1) определяем наибольший момент $M_{наиб.}$, Н*м нагрузки по формуле :

$$M_{наиб.} = 9,55 \cdot \frac{P_{z \text{ наиб.}} \cdot 10^3}{n_{дв.наиб.}} M_{наиб.} = 9,55 \cdot \frac{P_{z \text{ наиб.}} \cdot 10^3}{n_{дв.наиб.}}, \text{ Н*м} \quad ()$$

Определяем наименьший момент $M_{наим.}$, Н*м нагрузки по формуле:

$$M_{наим.} = 9,55 \cdot \frac{P_{z \text{ наим.}} \cdot 10^3}{n_{дв.наим.}}, \text{ Н*м} \quad ()$$

Определяем перегрузку, возникающую на валу двигателя при работе и перегрузочную способность двигателя по формуле:

$$\frac{M_{наим.}}{M_{наим.}} < 0,85 \cdot \frac{M_{макс.}}{M_{ном.}}, \text{ Н*м} \quad ()$$

При невыполнении условия () выбрать двигатель ближайшей большей мощности и повторить проверку.

Расчет мощности двигателей прессов

Строим график зависимости статического момента, движущего момента и скорости во времени.

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № докл.
Инд. № подл.	Подп. и дата

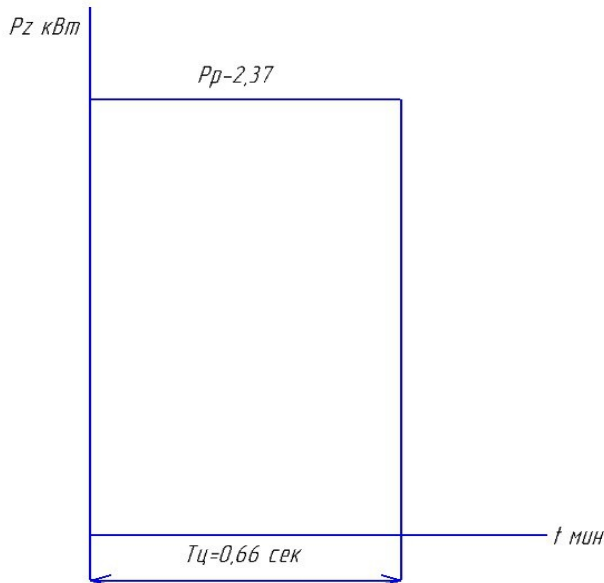


Рис.1 «График зависимости статического момента»

Определяем максимальный момент по формуле :

$$M_{\max} = 955(P_n/n_n) \quad (\quad)$$

Определяем отношение максимального момента к номинальному по формуле :

$$m = M_{\max}/M_{\text{ном}} \quad (\quad)$$

Допускаемая мгновенная перегрузка сверх номинального определяется по формуле :

$$m = m - 1 \quad (\quad)$$

Проверяем выбранный двигатель по условию нагрева.

Определяем токи в обмотках статора двигателя по формуле:

$$I_p = P_p \cdot 10^3 / (\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot \eta \cdot \cos\phi), \text{A} \quad (\quad)$$

где $U_{\text{ном}}$ – линейное напряжение сети, В

Определяем номинальный ток в обмотках статора двигателя по формуле:

$$I_{\text{ном}} = P_{\text{ном}} \cdot 10^3 / (\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot \eta \cdot \cos\phi_{\text{ном}}), \text{A} \quad (\quad)$$

Определяем эквивалентное значение тока $I_{\text{экв}}$ по формуле :

$$I_{\text{экв}} = \sqrt{(I_p^2 + I_{\text{ном}}^2) / T_{\text{ц}}}, \text{A} \quad (\quad)$$

Проверить выполнения условия

$$I_{\text{экв}} < I_{\text{ном}} \quad (\quad)$$

При выполнении условия, предварительно выбранный двигатель удовлетворяет условиями проверки по нагреву. В противном случае необходимо выбрать двигатель большей мощности и повторить проверку.

Расчет мощности двигателей шлифовальных станков

Строим нагрузочную диаграмму $P_z = f(t)$ привода шлифовального круга

Инд. № подл.	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

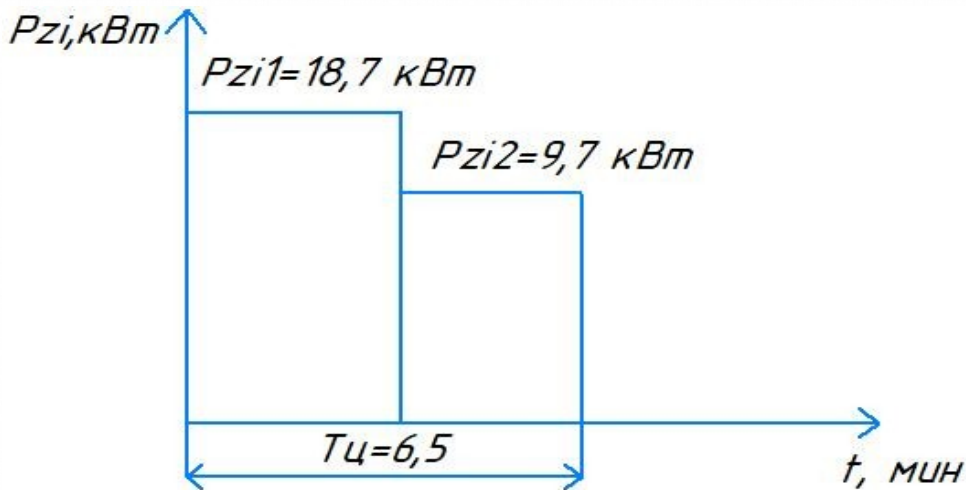


Рисунок №__ Нагрузочная диаграмма $P_z = f(t)$

Предварительно выбранный двигатель главного движения далее необходимо проверить по нагреву и перегрузочной способности.

Проверка выбранного двигателя по условиям нагрева.

В соответствии с нагрузочной диаграммой определяем токи I_n , А при различных интервалах нагрузки по формуле:

$$I_n = \frac{P_{zi} \cdot 10^3}{(\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \eta \cdot \cos \varphi)} I_n = \frac{P_{zi} \cdot 10^3}{(\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \eta \cdot \cos \varphi)}, \text{ А } (_)$$

Определяем эквивалентное значение тока $I_{экр.}$, А по формуле:

$$I_{экр.} = \sqrt{\frac{I_1^2 \cdot t_1 + I_2^2 \cdot t_2}{T_{ц}}} I_{экр.} = \sqrt{\frac{I_1^2 \cdot t_1 + I_2^2 \cdot t_2}{T_{ц}}} I_{экр.} = \sqrt{\frac{I_1^2 \cdot t_1 + I_2^2 \cdot t_2 + \dots + I_n^2 \cdot t_n}{T_{ц}}}, \text{ А } (_)$$

Определяем номинальный ток $I_{ном.}$, А в обмотке статора двигателя по формуле:

$$I_{ном.} = \frac{P_{ном.} \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_{ном.} \cdot \eta \cdot \cos \varphi} I_{ном.} = \frac{P_{ном.} \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_{ном.} \cdot \eta \cdot \cos \varphi}, \text{ А } (_)$$

Проверить выполнение условия $I_{экр.} < I_{ном.}$

$$I_{экр.} < I_{ном.} \quad I_{экр.} < I_{ном.}, \text{ т.к. } (_)$$

При выполнении условия, предварительно выбранный двигатель удовлетворяет условиям проверки по нагреву. В противном случае необходимо выбрать двигатель большей мощности и повторить проверку.

Проверяем выбранный двигатель привода главного движения по перегрузочной способности. В соответствии с нагрузочной диаграммой $P_z = f(t)$ (рисунок __) определяем наибольший момент $M_{наиб.}$, Н*м нагрузки по формуле :

$$M_{наиб.} = 9,55 \cdot \frac{P_{z \text{ наиб.}} \cdot 10^3}{\eta_{дв.наиб.}}, \text{ Н*м } (_)$$

Определяем наименьший момент $M_{наим.}$, Н*м нагрузки по формуле:

$$M_{наим.} = 9,55 \cdot \frac{P_{z \text{ наим.}} \cdot 10^3}{\eta_{дв.наим.}}, \text{ Н*м } (_)$$

Определяем перегрузку, возникающую на валу двигателя при работе и перегрузочную способность двигателя по формуле:

$$\frac{M_{наим.}}{M_{наим.}} < 0,85 \cdot \frac{M_{макс.}}{M_{ном.}}, \text{ Н*м } (_)$$

Инд. № докум.	Подп. и дата
Изм.	Лист
№ докум.	Подп.
Дата	

При невыполнении условия, выбрать двигатель ближайшей большей мощности и повторить проверку.

Расчет мощности двигателей грузоподъемных механизмов

Строим нагрузочную диаграмму механизма подъема, зная время цикла $t_{ц}$ рис. __

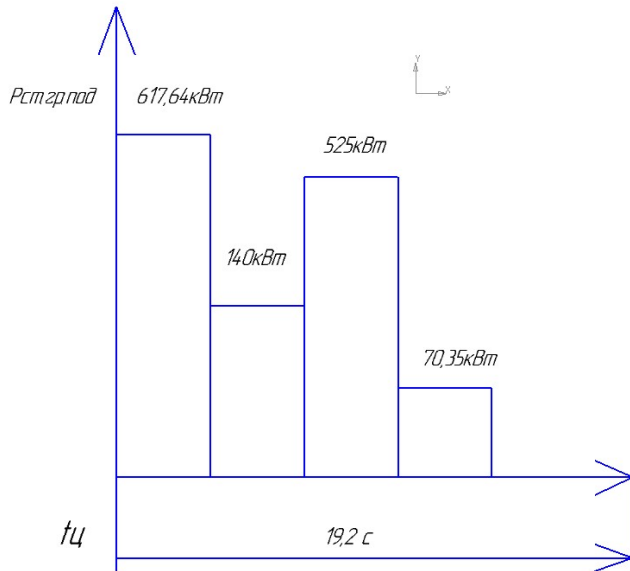


Рис. __ "Нагрузочная диаграмма механизма подъема"

Выбранный двигатель проверяет по условиям перегрузочной способности.

Определяем наибольший момент $M_{наиб}$, Н*м, нагрузки по формуле:

$$M_{наиб} = 9,55 \cdot P_z \text{ наиб} \cdot 10^3 \text{ п} / \text{дв.наиб} \quad (_)$$

где п дв.наиб.- частота вращения, соответствующая наибольшей нагрузке, об/мин

Определяем наименьший момент $M_{наим}$, Н*м нагрузки, по формуле:

$$M_{наим} = 9,55 \cdot P_z \text{ наим} \cdot 10^3 \text{ п} / \text{п дв.наим} \quad (_)$$

Определяем перегрузку, возникающую на валу при работе и перегрузочную способность двигателя по формуле:

$$M_{наиб} > M_{наим} = 6,6 > 0,75 \text{ Н*м} \quad (_)$$

Расчет мощности двигателей токарных станков

Строим нагрузочную диаграмму $P_z = f(t)$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № докл.	Подп. и дата	ДП 13.02.11 000000 __ ПЗ	Лист
						Изм.

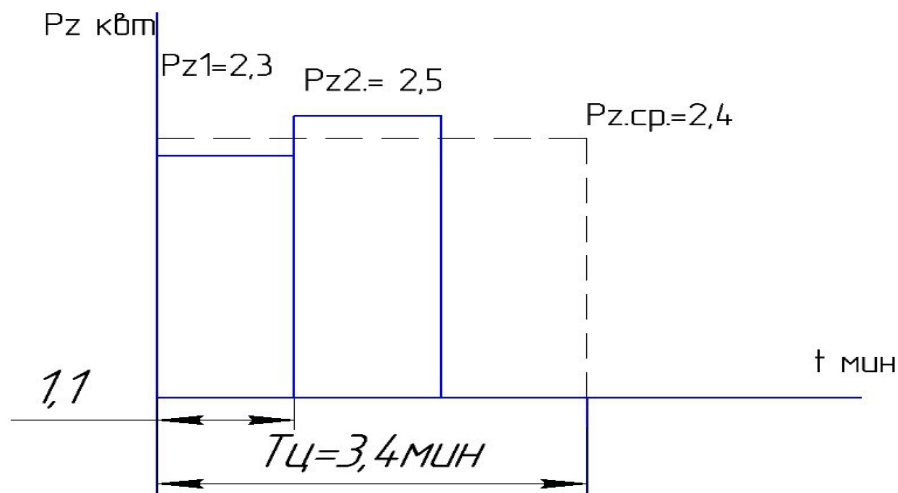


Рис. __ Нагрузочная диаграмма $P_z=f(t)$ привода шпинделя.

При нагрузочной диаграмме определить режим работы привода шпинделя. Для этого рассчитать время цикла $T_{ц}$ мин. по формуле:

$$T_{ц}=t_p+t_o, \text{ мин} \quad (_)$$

где $T_{ц}$ - время цикла, мин;

t_p - время обработки детали на рабочих участках, мин;

t_o - время паузы, мин.

Режим работы привода главного движения повторно-кратковременный, если $T_{ц}<10$ мин, и продолжительный, если $T_{ц}>10$ мин.

Для повторно-кратковременного режима определить продолжительность включения $PВ_{расч.}$, %, по формуле:

$$PВ_{расч.} = t_p/(t_p+t_o)*100\% \quad (_)$$

Предварительно выбранный двигатель главного движения далее необходимо проверить по нагреву и перегрузочной способности.

Проверка выбранного двигателя по условиям нагрева.

В соответствии с нагрузочной диаграммой определяем ток I_n , А, при различных интервалах нагрузки по формуле:

$$I_n = P_{zi} * 10^3 / \sqrt{3} * U_{ном} * \eta * \cos\Phi, \text{ А} \quad (_)$$

где $U_{ном}$ - напряжение номинальной сети, В.

Определяем эквивалентное значение тока $I_{эkv.}$, А, по формуле:

$$I_{эkv.} = \sqrt{I_1^2 * t_1 + I_2^2 + \dots + I_n^2 * t_n / T_{ц}}, \text{ А} \quad (_)$$

Определяем номинальный ток $I_{ном}$, А, в обмотке статора двигателя по формуле:

$$I_{ном} = P_{ном} * 10^3 / \sqrt{3} * U_{ном} * \eta * \cos, \text{ А} \quad (_)$$

Проверить выполнение условия.

$$I_{эkv.} < I_{ном} \quad (_) \quad [Л1.1]$$

При выполнении условия предварительно выбранный двигатель удовлетворяет условиям проверки по нагреву. В противном случае необходимо выбрать двигатель большей мощности и повторить проверку.

Проверяем выбранный двигатель привода главного движения по перегрузочной способности.

Инд. № подл.	Взам. инв. №	Инд. № докл.	Подп. и дата

В соответствии с нагрузочной диаграммой $P_z=f(t)$ определяем наибольший момент $M_{\text{наиб.}}$, Н*м, нагрузки по формуле:

$$M_{\text{наиб.}}=9,55 \cdot P_{z.\text{наиб.}} \cdot 10^3 / n_{\text{дв.наиб.}}, \text{ Н*м} \quad (_)$$

В соответствии с нагрузочной диаграммой $P_z=f(t)$ (рис. 1.) определяем наибольший момент $M_{\text{наим.}}$, Н*м, нагрузки по формуле:

$$M_{\text{наим.}}=9,55 \cdot P_{z.\text{наим.}} \cdot 10^3 / n_{\text{дв.наим.}}, \text{ Н*м} \quad (_)$$

Определяем наименьший момент $M_{\text{наим.}}$, Н*м нагрузки, по формуле:

$$M_{\text{наиб.}} / M_{\text{наим.}} < 0,85 \cdot M_{\text{накс.}} / M_{\text{мин.}}, \text{ Н*м} \quad (_)$$

При невыполнении условия выбрать двигатель ближайшей большей мощности и повторить проверку.

Расчет мощности двигателей сверлильных станков

Строим нагрузочную диаграмму $P_z = f(t)$ привода шпинделя. Рис. __

$P_z, \text{ кВт}$

Рис. __ Нагрузочная диаграмма $P_z = f(t)$ привода шпинделя

По нагрузочной диаграмме (Рис. 1) определить режим работы привода шпинделя. Для этого рассчитать время цикла $T_{\text{ц}}$ мин. по формуле:

$$T_{\text{ц}} = t_p + t_0 \quad T_{\text{ц}} = t_p + t_0, \text{ мин} \quad (_)$$

где $T_{\text{ц}}$ – время цикла, мин;

t_p – время обработки детали на рабочих участках, мин.;

t_0 – время паузы, мин.

Режим работы привода главного движения повторно-кратковременный, если $T_{\text{ц}} < 10$ мин., и продолжительный, если $T_{\text{ц}} > 10$ мин.

Для повторно-кратковременного режима определить продолжительность включения ПВрасч., % по формуле:

$$\text{ПВрасч.} = t_p / (t_p + t_0) \cdot 100\% \quad (_)$$

Предварительно выбранный двигатель главного движения далее необходимо проверить по нагреву и перегрузочной способности

Изм. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Инв. № докл.	Подп. и дата

Проверка выбранного двигателя по условиям нагрева.

В соответствии с нагрузочной диаграммой определяем токи I_n, A при различных интервалах нагрузки по формуле:

$$I_n = P_{zi} \cdot 10^3 / (\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \eta \cdot \cos\varphi), A \quad ()$$

где $U_{ном}, U_{ном}$ – напряжение номинальной сети, В.

Определяем эквивалентное значение тока $I_{экр}, I_{экр}$, А по формуле:

$$I_{экр} = \sqrt{\frac{I_1^2 \cdot t_1 + I_2^2 \cdot t_2 + \dots + I_n^2 \cdot t_n}{T_{ц}}}, A_{экр} = \sqrt{\frac{I_1^2 \cdot t_1 + I_2^2 \cdot t_2 + \dots + I_n^2 \cdot t_n}{T_{ц}}}, A \quad ()$$

Определяем номинальный ток $I_{ном}, A_{ном}, A$, в обмотке статора двигателя по формуле:

$$I_{ном} = \frac{P_{ном} \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \eta \cdot \cos\varphi}, A_{ном} = \frac{P_{ном} \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \eta \cdot \cos\varphi}, A \quad ()$$

Проверить выполнение условия:

$$I_{экр} < I_{ном} \quad ()$$

При выполнении условия (), предварительно выбранный двигатель удовлетворяет условиям проверки по нагреву. В противном случае необходимо выбрать двигатель большей мощности и повторить проверку.

Проверяем выбранный двигатель привода главного движения по перегрузочной способности.

В соответствии с нагрузочной диаграммой $P_z = f(t)$ определяем наибольший момент $M_{наиб}, Н \cdot м$, нагрузки по формуле:

$$M_{наиб} = 9,55 \cdot \frac{P_{знаиб} \cdot 10^3}{n_{дв.наиб}}, Н \cdot м \quad M_{наиб} = 9,55 \cdot \frac{P_{знаиб} \cdot 10^3}{n_{дв.наиб}}, Н \cdot м \quad ()$$

Определяем наименьший момент $M_{наим}, M_{наим}, Н \cdot м$ нагрузки, по формуле:

$$M_{наим} = 9,55 \cdot \frac{P_{знаим} \cdot 10^3}{n_{дв.наим}}, Н \cdot м \quad M_{наим} = 9,55 \cdot \frac{P_{знаим} \cdot 10^3}{n_{дв.наим}}, Н \cdot м \quad ()$$

Определяем перегрузку, возникающую на валу двигателя при работе и перегрузочную способность двигателя по формуле:

$$\frac{M_{наиб}}{M_{наим}} < 0,85 \cdot \frac{M_{макс}}{M_{ном}}, Н \cdot м \quad \frac{M_{наиб}}{M_{наим}} < 0,85 \cdot \frac{M_{макс}}{M_{ном}}, Н \cdot м \quad ()$$

При невыполнении условия () выбрать двигатель ближайшей большей мощности и повторить проверку.

Расчет мощности двигателей установки

Строим нагрузочную диаграмму $P_z = F(f)$ исполнительного органа рабочей машины

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № докл.
Инд. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 13.02.11 000000 __ ПЗ	Лист
------	------	----------	-------	------	--------------------------	------

Pz
1
Pz, кВт

Рис.1 Нагрузочная диаграмма $P_z = F(f)$ исполнительного органа рабочей машины.

Выбранный двигатель проверим по условиям нагрева и перегрузки.

Проверяем двигатель по перегрузочной способности, для этого таблицы справочника предварительно выбранного двигателя выписываем отношение максимального момента к номинальному:

$$\lambda_M = M_{\max}/M_{\text{ном}} \quad (_)$$

Для проверки предварительного выбранного двигателя на перегрузочную способность нужно определить максимальный и номинальный моменты.

Определяем максимальный момент по формуле:

$$M_{\max} = P_{c. \text{ наиб}} \cdot n / 9550 \quad (_)$$

Определяем номинальный момент по формуле: $M_{\text{ном}}$

$$M_{\text{ном}} = P_{c. \text{ ном}} \cdot n_{\text{ном}} / 9550 \quad (_)$$

$$\lambda = M_{\max} / M_{\text{ном}} \quad (_)$$

$$\lambda \leq \lambda_M \quad (_)$$

Расчет мощности двигателя поточно-транспортной системы (линии)

Строим нагрузочную диаграмму $P_z = F(f)$ исполнительного органа рабочей машины

Изм. № подл.	Подп. и дата
Изм. инв. №	Подп. и дата
Изм. № докл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 13.02.11 000000 __ ПЗ	Лист
------	------	----------	-------	------	--------------------------	------

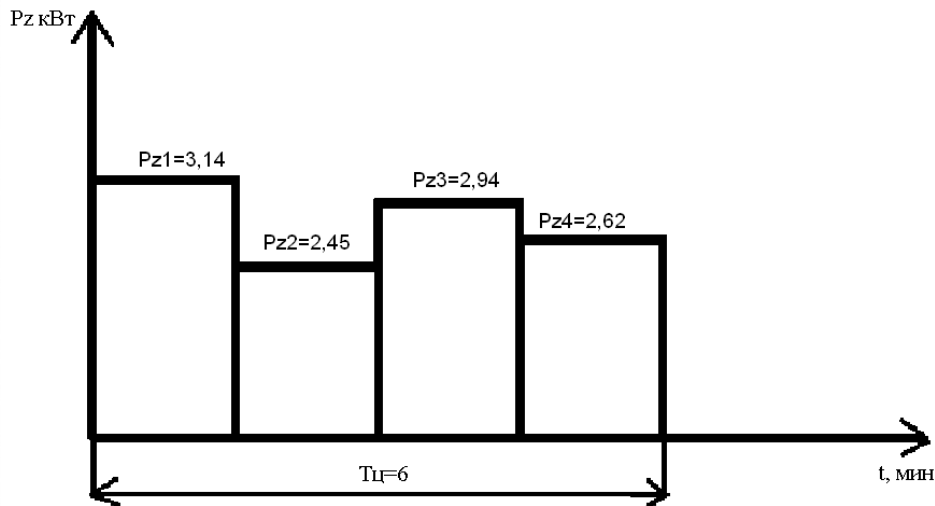


Рис. __ Нагрузочная диаграмма $P_z = F(f)$ исполнительного органа рабочей машины.

Выбранный двигатель проверим по условиям нагрева и перегрузки. Проверяем двигатель по перегрузочной способности, для этого таблицы справочника предварительно выбранного двигателя выписываем отношение максимального момента к номинальному:

$$\lambda = M_{\max}/M_{\text{ном}} \quad (\quad)$$

Для проверки предварительно выбранного двигателя на перегрузочную способность нужно определить максимальный и номинальный моменты. Определяем максимальный момент по формуле:

$$M_{\max} = P_{\text{с}_{\text{наиб}}} \cdot n / 9550 \quad (\quad)$$

Определяем номинальный момент по формуле: $M_{\text{ном}}$

$$M_{\text{ном}} = P_{\text{с}_{\text{ном}}} \cdot n_{\text{ном}} / 9550 \quad (\quad)$$

$$\lambda = M_{\max}/M_{\text{ном}} \quad (\quad)$$

$$\lambda \leq \lambda_M \quad (\quad)$$

Определяем токи в обмотках стартера двигателя по формуле:

$$I_n = P_{z_i} \cdot 10^3 / (\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot \eta \cdot \cos \varphi) \text{ A} \quad (\quad)$$

Определяем эквивалентное значение тока $I_{\text{экв}}$ по формуле:

$$I_{\text{экв}} = \sqrt{(I_1^2 \cdot t_1 + I_2^2 \cdot t_2 + \dots + I_n^2 \cdot t_n) / T_{\Sigma}} \text{ A} \quad (\quad)$$

Определяем номинальный ток $I_{\text{ном}}$ в обмотке стартера двигателя по формуле:

$$I_{\text{ном}} = P_{\text{ном}} \cdot 10^3 / (\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot \eta \cdot \cos \varphi) \quad (\quad)$$

Проверить выполненные условия

$$I_{\text{экв}} < I_{\text{ном}} \quad (\quad)$$

При выполнении условий предварительно выбранный двигатель удовлетворяет условиям проверки по нагреву. В противном случае необходимо выбрать двигатель большей мощности и повторить проверку. Двигатель резервный выбирается также как и рабочий двигатель.

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Инв. № докл.	Подп. и дата

1.5. Расчёт мощности электродвигателей вспомогательных механизмов и выбор их по справочнику

Расчет двигателей вспомогательных механизмов для станка (установки, прессы, грузоподъемного механизма)

1. Определяем мощности двигателей вспомогательных механизмов:

$$P_{дв} = \frac{K_3 \cdot \gamma \cdot Q \cdot H \cdot 10^3}{(\eta_{нас} \cdot \eta_n)} \cdot \frac{K_3 \cdot \gamma \cdot Q \cdot H \cdot 10^3}{(\eta_{нас} \cdot \eta_n)}, \text{ кВт}$$

где k_3 – коэффициент запаса 1,1-1,3;

γ – плотность перекачиваемой жидкости кг/м (для холодной воды = 98,1)

Q – производительность насоса м³/сек;

H – напор насоса, м;

η_1 – КПД передачи (при непосредственном соединении насоса с двигателем = 1, при передачах 0,7-0,8);

η_2 – КПД насоса (для центробежных насосов 0,3-0,75, для поршневых насосов 0,7-0,95).

По рассчитанной мощности $P_{дв. P_{дв.}}$ произвести предварительный выбор двигателя насоса охлаждения, с синхронной частотой 3000 об/мин.

Технические параметры предварительного выбранного двигателя насоса охлаждения свести в таблицу №2, соблюдая условие $P_{дв.} < P_{ном.}, \text{ кВт.}$

$P_{дв.} < P_{ном.}, \text{ кВт.}$

Таблица №__ «Выбор двигателя насоса охлаждения»

Тип двигателя	P_n P_n , кВт	При номинальной нагрузке			S_n , %	M_n M_n	$I_{рот}$, А	U , В	Масса
		n_n	η_n	$\cos \phi$					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2. Определяем мощности двигателей вспомогательных механизмов:

$$P_{дв} = \frac{P_{zi_2} \cdot t_2}{T_{ц}} \quad (_)$$

Таблица №__ «Выбор двигателя вспомогательного механизма»

Тип	$P_{ном.}$ кВт	$n^{об}/мин$	$n\%$	$\cos \phi$	M_{max}/M_n	M_n/M_n	M_{min}/M_n
1	2	3	4	5	6	7	8

1.6. Построение характеристик электродвигателей

Подп. и дата
 Инв. № докл.
 Взам. инв. №
 Подп. и дата
 Инв. № подл.

Определим номинальную угловую скорость рад/с двигателя главного движения по формуле:

$$\omega_{ном} = 2 \cdot 3,14 \cdot 975 / 60 = 102,05 \text{ рад/с} \quad (\underline{\quad})$$

Определим скорость идеального холостого хода ω_0 по формуле:

$$\omega_0 = 2\pi \cdot f_1 / p \quad (\underline{\quad})$$

где f_1 – частота тока 50 Гц

p – число пар полюсов

Определим номинальное скольжение по формуле:

$$s_{ном} = (n_c - n_{ном}) / n \quad (\underline{\quad})$$

где n_c – синхронная частота вращения вала двигателя

ПРИМЕР - Задаваясь рядом значений S от 1, определяем соответствующие значение момента, а также значение угловой скорости:

$$M_1 = 2 \cdot 224,94 / (0,09/1 + 1/0,09) = 37,2$$

$$M_2 = 2 \cdot 224,94 / (0,09/0,8 + 0,8/0,09) = 49,9$$

$$\omega_2 = 1500 \cdot (1 - 0,8) = 300 \text{ рад/с}$$

$$M_3 = 2 \cdot 224,94 / (0,09/0,6 + 0,6/0,09) = 67,7$$

$$\omega_3 = 1500 \cdot (1 - 0,6) = 600 \text{ рад/с}$$

$$M_4 = 2 \cdot 224,94 / (0,09/0,4 + 0,4/0,09) = 95,2$$

$$\omega_4 = 1500 \cdot (1 - 0,4) = 900 \text{ рад/с}$$

$$M_5 = 2 \cdot 224,94 / (0,09/0,3 + 0,3/0,09) = 125$$

$$\omega_5 = 1500 \cdot (1 - 0,3) = 1050 \text{ рад/с}$$

$$M_6 = 2 \cdot 224,94 / (0,09/0,2 + 0,2/0,09) = 169,8$$

$$\omega_6 = 1500 \cdot (1 - 0,2) = 1200 \text{ рад/с}$$

$$M_7 = 2 \cdot 224,94 / (0,09/0,1 + 0,1/0,09) = 224,9$$

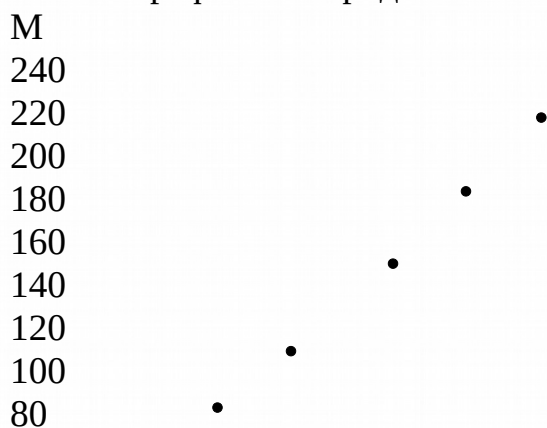
$$\omega_7 = 1500 \cdot (1 - 0,1) = 1350 \text{ рад/с}$$

Результаты расчета номинальной угловой скорости и момента заносим в таблицу №__.

ПРИМЕР - Таблица №__. «Зависимость вращения момента от скорости»

	1	2	3	4	5	6	7	8
S	1	0,8	0,6	0,4	0,3	0,2	0,1	
M, Н*м	37,2	49,9	67,7	95,2	125	169,8	224,9	
ω , рад/с	0	300	600	900	1050	1200	1350	

ПРИМЕР - Исходя из данных расчета таблицы №__ был построен динамический график электродвигателя.



Инв. № подл. Подп. и дата. Взам. инв. № Инв. № докл. Подп. и дата.

60 •
40

1 0,8 0,6 0,4 0,3 0,2 0,1S

Рисунок №__ Динамический график электродвигателя

Расписать основные сведения выбранного двигателя!!!

1.7. Расчет и выбор электрических аппаратов

1. Расписать основные виды электрических аппаратов и их назначения

Автоматический выключатель выбирается по напряжению до 500 В.

Номинальный ток автоматического выключателя должен быть больше расчетного тока:

$$I_{ном.} \geq I_{расч.} I_{ном.} \geq I_{расч.}, А \quad (_)$$

Уставка теплового расцепителя находится из условия:

$$I_{уст.} \geq 1,6 * I_{расч.} I_{уст.} \geq 1,6 * I_{расч.}, А \quad (_)$$

Автоматические выключатели предназначены для защиты электроустановок. Рассчитываем автоматический выключатель.

Определяем расчетный ток по формуле:

$$I_{расч.} = I_{расч.1} + I_{расч.2} I_{расч.} = I_{расч.1} + I_{расч.2}, А \quad (_)$$

Определяем уставку теплового расцепителя по формуле:

$$I_{уст.} = 1,6 * I_{расч.} I_{уст.} = 1,6 * I_{расч.}, А \quad (_)$$

По каталогу предварительно выбираем автоматический выключатель и заносим данные в таблицу №__.

Таблица №__ «Выбор автоматического выключателя»

Кол-во	Серия	Число полюсов	Номинальный ток автомата, А	Номинальный ток уставки расцепителя, А
1	2	3	4	5

При работе плавких ставок предохранитель для электродвигателей со значительными пусковыми токами превышающие номинальные токи, вводится коэффициент снижения пускового тока. При легких пусках он равен 2,5, при тяжелых пусках 1,6. При защите одного двигателя ток плавкой вставки находится из условия:

$$I_{вс} \geq \frac{I_{пуск.}}{2,5} I_{вс} \geq \frac{I_{пуск.}}{2,5}, А \quad (_)$$

Предохранитель - коммутационный электрический аппарат предназначенный для защиты электрических цепей от токов перегрузки и короткого замыкания.

Определяем предохранитель для электродвигателя главного движения.

Определяем расчетный ток по формуле:

Изм. № подл. Подп. и дата
Взам. инв. № Инв. № докл.
Изм. № подл. Подп. и дата

$$I_{расч.1} = \frac{P_{ном.} \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_{ном.} \cdot \cos \varphi \cdot \eta} I_{расч.1} = \frac{P_{ном.} \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_{ном.} \cdot \cos \varphi \cdot \eta}, \text{ А} \quad (_)$$

Определяем пусковой ток по формуле:

$$I_{пуск.1} = 6 \cdot I_{расч.1} I_{пуск.1} = 6 \cdot I_{расч.1}, \text{ А} \quad (_)$$

Определяем ток плавкой вставки по формуле:

$$I_{вс1} = \frac{I_{пуск.1}}{2,5} I_{вс1} = \frac{I_{пуск.1}}{2,5}, \text{ А} \quad (_)$$

Рассчитываем предохранитель для двигателя шлифовального круга.

Определяем расчетный ток по формуле:

$$I_{расч.2} = \frac{P_{ном.} \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_{ном.} \cdot \cos \varphi \cdot \eta} I_{расч.2} = \frac{P_{ном.} \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_{ном.} \cdot \cos \varphi \cdot \eta}, \text{ А} \quad (_)$$

Определяем ток плавкой вставки по формуле:

$$I_{пуск.2} = 6 \cdot I_{расч.2} I_{пуск.2} = 6 \cdot I_{расч.2}, \text{ А} \quad (_)$$

Определяем ток плавкой вставки по формуле:

$$I_{вс2} = \frac{I_{пуск.2}}{2,5} I_{вс2} = \frac{I_{пуск.2}}{2,5}, \text{ А} \quad (_)$$

По каталогу предварительно выбираем предохранитель и заносим данные в таблицу №__.

Таблица №__ «Выбор предохранителя»

Кол-во	Тип предохранителя	$I_{расч.}, \text{ А}$	$I_{ном.}, \text{ А}$	$I_{вс.}, \text{ А}$
1	2	3	4	5

Магнитный пускатель - это

Рассчитываем магнитный пускатель для электродвигателя главного движения.

Определяем номинальный ток по формуле:

$$I_{ном.1} = 1,1 \cdot I_{расч.1} I_{ном.1} = 1,1 \cdot I_{расч.1}, \text{ А} \quad (_)$$

Рассчитываем магнитный пускатель для двигателя шлифовального круга.

Определяем номинальный ток по формуле:

$$I_{ном.2} = 1,1 \cdot I_{расч.2} I_{ном.2} = 1,1 \cdot I_{расч.2}, \text{ А} \quad (_)$$

По каталогу предварительно выбираем магнитные пускатели и заносим данные в таблицу №5.

Таблица №5 «Выбор магнитного пускателя»

Кол-во	Тип магнитного пускателя	$I_{ном.}, \text{ А}$	Габаритные размеры, мм	Наличие теплового реле
1	2	3	4	5

Тепловое реле – это.....

Рассчитываем тепловое реле для электродвигателя главного движения.

Инд. № подл. Подп. и дата Взам. инв. № Инв. № докл. Подп. и дата

Определяем расчетный ток по формуле:

$$I_{расч.1} = \frac{P_{ном.} \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_{ном.} \cdot \cos \varphi \cdot \eta} I_{расч.1} = \frac{P_{ном.} \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_{ном.} \cdot \cos \varphi \cdot \eta}, \text{ А} \quad (_)$$

Определяем уставку теплового расцепителя по формуле:

$$I_{уст.1} = 1,6 \cdot I_{расч.1} I_{уст.1} = 1,6 \cdot I_{расч.1}, \text{ А} \quad (_)$$

Рассчитываем тепловое реле для двигателя шлифовального круга.

Определяем расчетный ток по формуле:

$$I_{расч.2} = \frac{P_{ном.} \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_{ном.} \cdot \cos \varphi \cdot \eta} I_{расч.2} = \frac{P_{ном.} \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_{ном.} \cdot \cos \varphi \cdot \eta}, \text{ А} \quad (_)$$

Определяем уставку теплового расцепителя по формуле:

$$I_{уст.2} = 1,6 \cdot I_{расч.2} I_{уст.2} = 1,6 \cdot I_{расч.2}, \text{ А} \quad (_)$$

По каталогу предварительно выбираем тепловое реле и заносим данные в таблицу №__.

Таблица №__ «Выбор теплового реле»

Кол-во	Тип теплового реле	$I_{ном.}$, А	$I_{ном.}$, теплового реле, А	Предел регулирования тока уставки
1	2	3	4	5

1.8. Расчет и выбор питающего провода или кабеля станка (установки, прессы)

Провод электрический – это металлические проводники, которые состоят из одной (одножильные) или нескольких проволок (многожильные), предназначенные для передачи электрической энергии.

Кабель электрический – это один или несколько изолированных проводников (токопроводящих жил), заключенных в защитную (обычно герметичную) оболочку.

Рассчитываем провод (ИЛИ КАБЕЛЬ) для «ПРОПИСАТЬ СВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ» по формуле:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_{ном.} \cdot \cos \varphi \cdot \eta} I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_{ном.} \cdot \cos \varphi \cdot \eta}, \text{ А} \quad (_)$$

Определяем номинальный ток, А, по формуле:

$$I_{ном} = I_{расч} \cdot 1,6 \quad (_)$$

Сечение провода выбираем из условия $I_{доп} > I_{ном}$, $30 > 25,12$, 4 мм^2 ЭТО

ПРИМЕР

Выбираем провод марки 4ПВ-2 4х6 мм² ПРИМЕР

Данные заносим в таблицу № 7

Пример - Таблица №7 Выбор сечения проводов или кабеля

Наименование	$P_{ном}$, кВт	$I_{ном}$, А	Марка и сечение
1	2	3	4
Поперечно-	11	35.12	4ПВ-2 1*6 мм ²

строгальный
станок

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дудл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 13.02.11 000000 __ ПЗ

Лист

1.9. Размещение электрооборудования в станке (установки, прессы, грузоподъемном механизме)

1. Расписать, как происходит размещение электрооборудования на станке (установки, прессы, грузоподъемном механизме)

2. Составить таблицу основных элементов станка (установки, прессы, грузоподъемного механизма)

3. Добавить картинку по размещению электрооборудования на станке (установки, прессы, грузоподъемном механизме)

Пример - Таблица №__ «Размещение электрооборудования»

№	Обозначение	Наименование	Количество
1	QF	Автоматический выключатель	1
2	KM1	Магнитный пускатель	1
3	M	Электродвигатель	1
4	FU	Предохранитель	1
5	TV	Понижающий трансформатор	1
6	HL1	Осветительная лампа	1
7	HL2	Сигнальная лампа	1
8	SB1-SB2	Кнопки управления	2
9	SQ	Конечный выключатель	1

1.10. Разработка схемы соединения и монтажных схем панелей управления станка (установки, прессы, грузоподъемного механизма)

1. Расписать в чем заключается схема соединений и монтажная схема

2. Составить схему соединения и добавить его в пункт

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Инв. № докл.	Подп. и дата

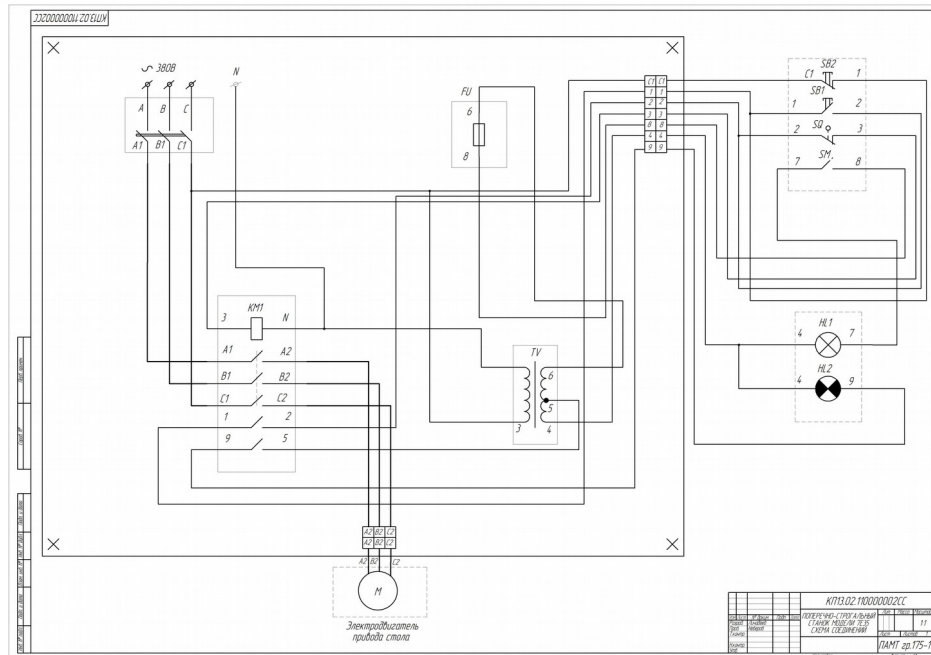


Рис. ____ Схема соединения

1.11. Основные неисправности электрооборудования **станка (установки, прессы, грузоподъемного механизма)**, их определение и устранения

1. Составить основную таблицу неисправностей и способы их устранения

Образец - Таблица №__ «Неисправности **станка (установки, прессы, грузоподъемного механизма)**».

Неисправности 1	Причины 2	Методы устранения 3
Нет медленного проворота шестерен коробки скоростей и переключения скоростей.	Низкое давление масла в гидросистеме	Отрегулировать давление напорным золотником на 25кгс/см.
Отсутствует смазка. Гудение гидросистемы.	Подсос воздуха в магистрали всасывания.	Устранить подсос воздуха, поджав соединения. Долить масло до уровня.

Инд. № подл.	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата