

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра автоматизированного оборудования
машиностроительного производства

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ
В МАШИНОСТРОЕНИИ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

*к выполнению практических работ для студентов
направления 15.03.01 «Машиностроение»
(профиль «Технологии, оборудование
и автоматизация машиностроительных производств»)
заочной формы обучения*

Воронеж 2021

УДК 532:533(075.8)
ББК 22.253я7

Составители:

канд. техн. наук, доц. М. И. Попова,
канд. техн. наук, доц. О. И. Попова

Автоматизация производственных процессов в машиностроении:
методические указания к выполнению практических работ для студентов
направления 15.03.01 «Машиностроение» (профиль «Технологии, оборудование и
автоматизация машиностроительных производств») заочной формы обучения /
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.:
М. И. Попова, О. И. Попова. Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2021. 18 с.

В методических указаниях изложены требования и общие вопросы к
выполнению практических работ, представлен теоретический материал и
сформулированы задания.

Предназначены для студентов направления 15.03.01 «Машиностроение»
(профиль «Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных
производств») при выполнении практических работ по дисциплине
«Автоматизация производственных процессов в машиностроении».

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в
файле МУ_ПР_АППвМ.pdf

Ил. 7. Табл. 3. Библиогр.: 33 назв.

УДК 532:533(075.8)
ББК 22.253я7

Рецензент - А. В. Демидов, канд. техн. наук, доцент кафедры
автоматизированного оборудования машиностроительного производства ВГТУ

*Издается по решению редакционно-издательского совета
Воронежского государственного технического университета*

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Проектирование приспособления с пневмоприводом на фрезерный станок.....	4
2. Проектирование приспособления с пневмогидравлическим приводом на фрезерный станок.....	6
3. Расчет уровня автоматизации гибкого производственного модуля.....	9
Библиографический список.....	16

1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ С ПНЕВМОПРИВОДОМ НА ФРЕЗЕРНЫЙ СТАНОК

Фрезерные станки при необходимости могут оснащаться различными универсальными приспособлениями. Так, например, применение тисков значительно сокращает затраты вспомогательного времени при фрезеровании.

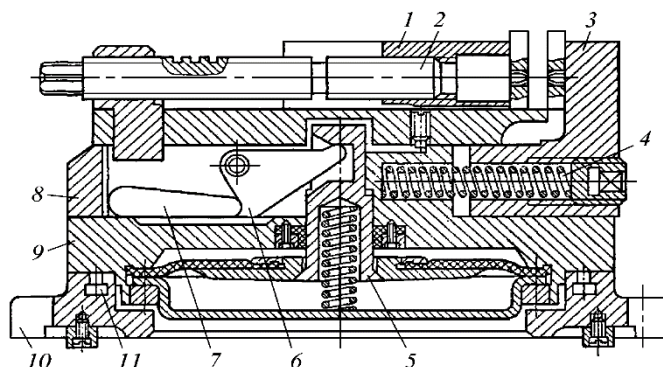


Рис. 1. Машинные тиски с пневмоприводом

Машинные тиски с пневматическим односторонним приводом показаны на рис. 1. Неподвижную губку 1 вращением винта 2 устанавливают на размер обрабатываемой заготовки. При этом учитывают ход подвижной губки 3, имеющий пределы 5...7 мм. Пружина 4 обеспечивает отвод подвижной губки при отжатии заготовки. Для ее закрепления в рабочую полость диафрагменного привода подают воздух и шток 5 поворачивает угольник 6 (по часовой стрелке). Угольник сдвигает толкатель 7 и раму 8 с губкой 3 по направляющим. Сила зажима достигает 40 кН. Накладки к губкам тисков изготовлены из высокоуглеродистых сталей с последующей термической обработкой. Форма накладок может быть фасонной, когда требуется закрепить заготовки сложной формы. Рабочие поверхности губок выполняют гладкими или с насечкой.

При необходимости верхнюю часть тисков, смонтированную на корпусе 9, можно повернуть относительно основания 10. Крепление корпуса (после поворота) относительно основания осуществляется винтами, головки которых помещены в круговом Т-образном пазу 11 основания. Круглые поворотные столы в зависимости от их конструкции обеспечивают: а) позиционное деление, необходимое при фрезеровании различных поверхностей заготовки, б) поворот заготовки на определенный угол и в) непрерывное вращение заготовки в процессе ее обработки. Поворотные столы с диаметром планшайбы 160, 200 и 250 мм имеют ручной привод, а столы с диаметром планшайбы 320, 400, 500, 630, 800, 1000 и 1250 мм – механический и ручной приводы.

Приводы с гидравликой

Большинство современных заводов имеют компрессорные установки и обеспечены сжатым воздухом. Поэтому для механизации и автоматизации станочных приспособлений конструкторы охотно используют пневматические приводы, отличающиеся простотой и доступностью. Однако пневмоприводы работают при давлении воздуха всего лишь $4 \dots 6 \text{ кгс/см}^2$, и для случаев, когда на штоке требуются значительные усилия, приходится применять цилиндры больших диаметров (200, 250, 300 мм). Приводы с гидравликой развивают давление до 160 кгс/см^2 и выше и обладают рядом достоинств, которые оправдывают значительные первоначальные затраты на их изготовление.

1. Высокие давления в системе позволяют применять рабочие цилиндры небольшого диаметра (20, 30, 40, 50, 60 мм), в результате чего конструкции гидравлических приспособлений получаются компактными.

2. Рабочей средой в гидравлических приводах обычно является масло индустриальное 20 по ГОСТ 8675—62, поэтому они не требуют дополнительной смазки.

3. Отсутствуют неполадки, вызываемые конденсацией водяных паров в аппаратах и трубопроводах пневматических систем (ржавчина и засорение ею аппаратов).

4. Практическая несжимаемость масла позволяет применять гидравлические приводы не только для силовых механизмов, но и для точных перемещений рабочих органов станка и подвижных частей приспособлений.

Приводы с гидравликой обычно используются для зажима одной крупной заготовки в нескольких точках или нескольких заготовок в многоместном приспособлении. В этом случае привод снабжается соответствующим количеством рабочих гидроцилиндров, действующих одновременно.

По источнику энергии приводы делятся на пневмогидравлические, механогидравлические и гидравлические.

В пневмогидравлических приводах источником энергии служит сжатый воздух. Механогидравлические приводятся в действие рукой рабочего. Гидравлические приводы имеют индивидуальную или групповую насосную установку, а в гидрофицированных станках приводятся в действие от основной гидравлической системы станка.

2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ С ПНЕВМОГИДРАВЛИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ НА ФРЕЗЕРНЫЙ СТАНОК

Эти приводы состоят из преобразователя давления (мультипликатора), с необходимой аппаратурой и подключаемых к нему рабочих гидроцилиндров, осуществляющих зажим заготовок.

На рис. 2 показаны универсальные самоцентрирующие тиски с двумя постоянными подвижными губками 1 и сменными губками 2 и 3. При вращении винта 4 с правой резьбой на одном конце и левой на другом, губки 1 тисков сдвигаются (при зажиме обрабатываемой детали) или раздвигаются (при разжиме ее).

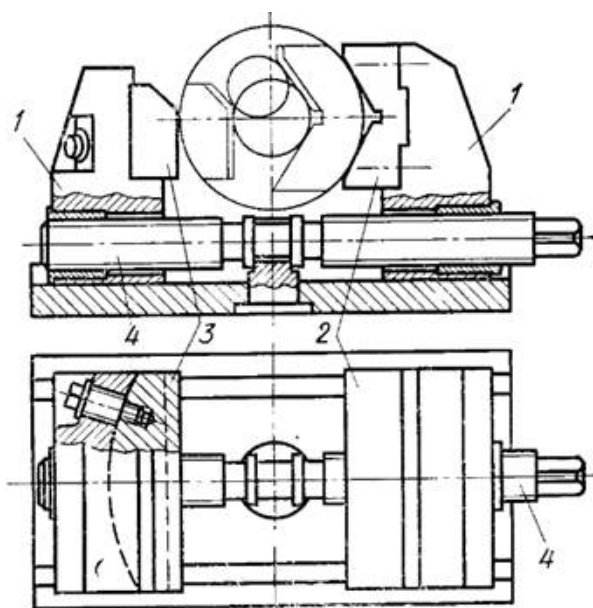


Рис. 2. Универсальные переналаживаемые тиски

На рис. 1 показаны наибольший и наименьший диаметры обрабатываемых деталей. В тисках левая призматическая губка для уменьшения перемещения губок при установке и снятии деталей заменена плоской со скосом.

На рис.2 показаны универсальные поворотные тиски с встроенным поршневым пневмоприводом двустороннего действия. В отверстии неподвижного основания 8 тисков встроен пневмоцилиндр 11, с которым винтами соединен полый поворотный корпус 12. К корпусу прикреплен распределительный кран 6 с рукояткой 7 для переключения золотника при поочередном впуске сжатого воздуха в верхнюю или нижнюю полость пневмоцилиндра 11 и выпуска воздуха в атмосферу. На верхней части поворотного корпуса 12 тисков закреплена стальная плита 5. В плите и подвижной губке / имеются Т-образные пазы под головки болтов для крепления к тискам специальных сменных наладок. На верхней части плиты

5 закреплена регулируемая губка 3, которую в зависимости от размеров обрабатываемых деталей можно перемещать винтом 4 или переставлять в пазах плиты 5.

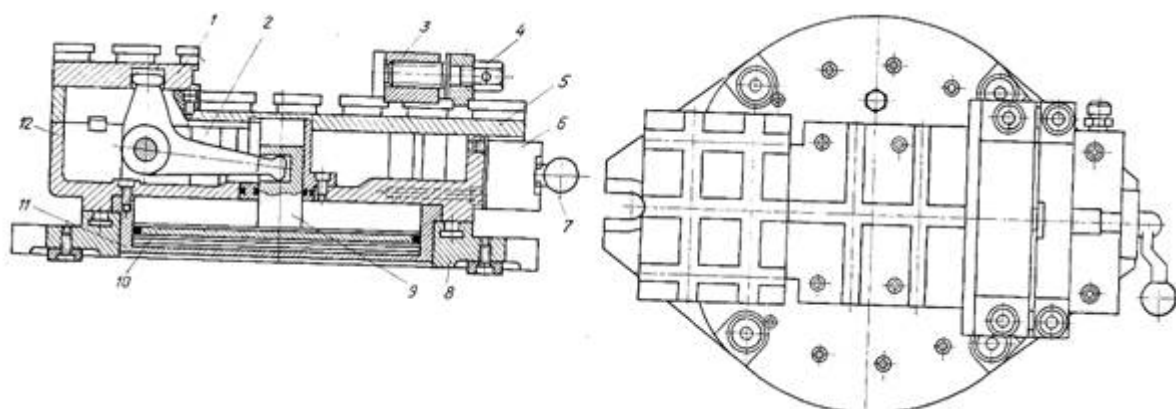


Рис. 3. Универсальные поворотные тиски с встроенным поршневым пневмоприводом двустороннего действия

При обработке крупногабаритных деталей губку 3 снимают. Во время зажима обрабатываемой детали в сменной наладке тисков сжатый воздух поступает в верхнюю полость пневмоцилиндра 11 и перемещает поршень 10 со штоком 9 вниз. При этом длинное плечо рычага 2, находящееся в пазу штока 9, опускается, а короткое плечо перемещает подвижную губку вправо, и деталь зажимается губками 1 и 3. Во время поворота рукоятки 7 золотник крана 6 пропускает сжатый воздух в нижнюю полость пневмоцилиндра 11. Сжатый воздух, нажимая на поршень 10, перемещает его со штоком 9 вверх. При этом длинное плечо рычага 2 поднимается вверх, а короткое плечо отводит губку 1 влево и деталь разжимается.

Сила зажима детали в тисках такой конструкции 39200 Н при давлении сжатого воздуха в пневмоцилиндре 0,39 МПа. Верхняя часть тисков поворачивается на основании 6 в горизонтальной плоскости на 360° .

Рассмотренные конструкции переналаживаемых тисков с механизированным приводом применяют в серийном и мелкосерийном производствах для зажима деталей, обрабатываемых на фрезерных станках.

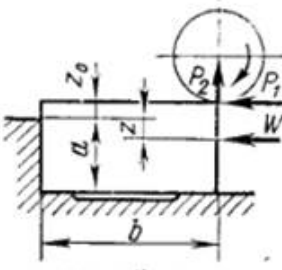
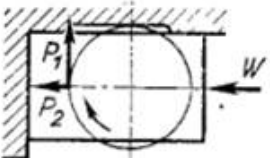
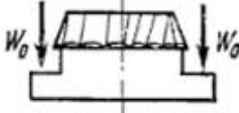
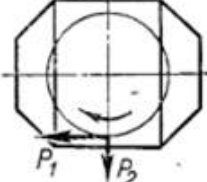
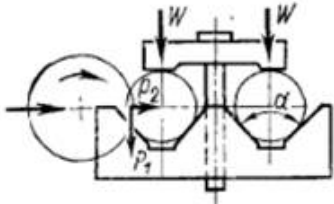
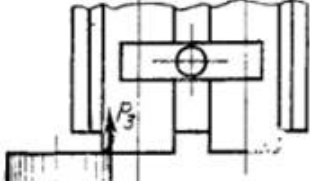
Применение пневмогидравлических устройств для автоматизации цикла работы станка не требует значительных изменений конструкции, станка.

В табл. 1 даны формулы для определения сил зажима деталей, обрабатываемых на фрезерных станках при различных схемах зажима.

Таблица 1

Расчет сил зажима при обработке деталей на фрезерных станках

Расчет сил зажима при обработке деталей
на фрезерных станках

Схема зажима	Расчетные формулы стола зажима, Н (кгс)
 	$W = K \frac{P_2(b + af) + P_1z_0}{af^2 + bf + z}$
 	$W = \frac{fK}{f} \sqrt{P_1^2 + P_2^2}$ $W_0 = W/n$
 	$W = \frac{K}{f} \sin(\alpha/2) \sqrt{P_1^2 + P_2^2 + P_3^2}$

W — сила зажима детали, Н (кгс); P_1, P_2, P_3 — составляющие силы резания, Н (кгс);
 f — коэффициент трения на рабочих поверхностях зажимов (для гладких поверхностей $f=0,25$; с крестообразно нарезанными канавками $f=0,45$); K — коэффициент запаса; n — число прихватов; α — угол призмы.

Приспособления для фрезерных станков по виду подачи стола разделяют на приспособления к станкам с прямолинейной, круговой и сложной копирной подачей. По степени совмещения вспомогательного времени с основным эти приспособления подразделяют на две группы: 1) приспособления, в которых при обработке деталей вспомогательное время совмещается с основным; 2) приспособления, у которых при обработке деталей это время не совмещается.

Приспособления для фрезерных станков бывают универсальными, универсально-сборными, универсально-наладочными, групповыми и специальными. По данным ЭНИМСа, основное время, затрачиваемое при обработке деталей на фрезерных станках, в различных типах производства составляет 50—80% штучного времени. Большие резервы для повышения производительности труда при обработке деталей на фрезерных станках выявляют при замене старых конструкций приспособлений с ручным зажимом новыми приспособлениями с механизированным приводом для зажима и разжима обрабатываемых деталей.

3. РАСЧЕТ УРОВНЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ГИБКОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО МОДУЛЯ

Механизацией производственного процесса называют применение энергии неживой природы в производственном процессе или его составных частях, полностью управляемых людьми, и осуществляемое в целях сокращения трудовых затрат, улучшения условий производства.

Автоматизацией производственного процесса называют применение энергии неживой природы в производственном процессе или его составных частях для их выполнения и управления ими (в течение определенного периода времени) без непосредственного участия людей.

Различают автоматизацию производства трех уровней: **частичную, комплексную и полную.**

Частичная автоматизация ограничивается автоматизацией отдельных операций технологического процесса, например с использованием станков с автоматическим управлением, в том числе станков с ЧПУ.

Комплексная автоматизация – это автоматизация производственных процессов изготовления деталей и их сборки с использованием автоматических систем машин: автоматических линий или гибких производственных систем (ГПС).

Полная автоматизация – высшая ступень автоматизации, при которой все функции контроля и управления производством в течение определенного периода времени выполняются автоматически.

Автомат (от греческого *automates* – самодействующий) является самостоятельно действующим устройством или совокупностью устройств, выполняющих по заданной программе без непосредственного участия человека процессы, которые осуществляют передачу, использование и преобразование энергии, материалов или информации.

Современное технологическое оборудование, предназначенное для преобразования формы, размеров и свойств заготовок, также преобразует информацию (программу обработки, результаты измерения размеров заготовок и т.д.). С повышением уровня автоматизации роль информационных процессов в производстве все более повышается, чем объясняется возрастающее применение вычислительной техники на базе персональных мини-ЭВМ как для проектирования, так и для управления производством.

Последовательность выполняемых автоматом запрограммированных действий называют **рабочим циклом**. Если для возобновления рабочего цикла требуется вмешательство рабочего, то такое устройство называют **полуавтоматом**.

Процесс, оборудование или производство, не требующие присутствия человека в течение определенного промежутка времени для выполнения ряда повторяющихся рабочих циклов, называют **автоматическим**. Если часть процесса выполняется автоматически, а другая часть требует присутствия оператора, то такой процесс называют **автоматизированным**.

Степень автоматизации производственного процесса определяется необходимой долей участия оператора в управлении этим процессом. При полной автоматизации присутствия человека в течение определенного периода времени вообще не требуется. Чем больше это время, тем выше степень автоматизации.

Под **безлюдным режимом** работы понимают такую степень автоматизации, при которой станок, производственный участок, цех или весь завод могут работать автоматически в течение по крайней мере одной производственной смены в отсутствие человека.

Производительность производственного процесса определяется числом изделий, выпускаемых в единицу времени или в течение определенного периода времени при условии полной загрузки оборудования. В поточном производстве производительность Π измеряется величиной, обратной такту выпуска изделий τ :

$$\Pi = \frac{1}{\tau}. \quad (1)$$

Производительность производственного процесса должна быть достаточной для того, чтобы обеспечить плановый объем выпуска продукции.

Степень автоматизации производственных процессов оценивается отношением времени автоматической работы к рассматриваемому периоду времени. В зависимости от того, какой промежуток времени рассматривается, различают **цикловую, рабочую и эксплуатационную степень автоматизации**.

Цикловая степень автоматизации ($K_{\text{ц}}$) – отношение времени автоматической работы t_a в течение цикла к полному времени цикла $t_{\text{ц}}$:

$$K_{\text{ц}} = \frac{t_a}{t_{\text{ц}}} . \quad (2)$$

Рабочая степень автоматизации $K_{\text{р}}$ – отношение доли штучного времени автоматической работы ко всему штучному времени $t_{\text{шт}}$:

$$K_{\text{р}} = \frac{t_a}{t_{\text{шт}}} . \quad (3)$$

Эксплуатационная степень автоматизации $K_{\text{э}}$ – отношение суммы времен автоматической работы в течение расчетного периода времени (смена, месяц, квартал, год) к расчетному периоду времени эксплуатации $t_{\text{э}}$:

$$K_{\text{э}} = \frac{t_a}{t_{\text{э}}} . \quad (4)$$

Степень автоматизации K_a – безразмерный показатель, позволяющий количественно оценить уровень автоматизации отдельного станка, системы станков или производственного процесса :

$$K_a = \frac{(\sum_{i=1}^{N_{\text{руч}}} K_{\text{руч}i} + \sum_{i=1}^{N_{\text{авт}}} K_{\text{авт}i} + \sum_{i=1}^{N_{\text{полуавт}}} K_{\text{полуавт}i})}{n} , \quad (5)$$

где $K_{\text{руч}i}$ – общее значение ручных функций или технологических операций (каждая отдельная функция или операция, выполняемые в ручном режиме, обычно принимаются « 0 »);

$K_{\text{авт}i}$ – общее значение функций или операций, выполняемых в автоматическом режиме, т.е. без участия человека. Функцию, выполняемую в автоматическом режиме, принимают « 1 »;

$K_{\text{полуавт}i}$ – общее значение функций или операций, выполняемых в полуавтоматическом или в автоматизированном режимах. Функцию, выполняемую под контролем человека, принимают промежуточной, равной «0,5 »;

n – общее количество функций или технологических операций, выполняемых на отдельном станке, в системе станков или в рамках определенного производственного процесса;

$N_{руч}$ – общее количество ручных функций или операций;

$N_{авт}$ – общее количество автоматических функций или операций;

$N_{полуавт}$ – общее количество полуавтоматических или автоматизированных функций или операций.

Пример: функции, выполняемые на универсальном станке мод. 1К62, можно представить в следующей последовательности (табл. 2).

Таблица 2

№ п/п	Наименование функции	Уровень автоматизации	Значение
1	Установка заготовки на станке	ручной	0
2	Закрепление заготовки	ручной	0
3	Установка инструмента	ручной	0
4	Закрепление инструмента	ручной	0
5	Включение оборудования	ручной	0
6	Настройка инструмента на размер	автоматизированный	0,5
7	Подвод инструмента	автоматизированный	0,5
8	Обработка заготовки	автоматизированный	0,5
9	Отвод инструмента	автоматизированный	0,5
10	Отключение станка	ручной	0
11	Контроль размера	ручной	0
12	Снятие готовой детали	ручной	0
Итого			1,5

Определяем общее значение ручных, автоматизированных и автоматических функций, выполняемых на станке мод. **1К62**, по формуле (5):

$$\begin{aligned}
 & \left(\sum_{i=1}^{N_{руч}} K_{руч_i} + \sum_{i=1}^{N_{авт}} K_{авт_i} + \sum_{i=1}^{N_{полуавт}} K_{полуавт_i} \right) = \\
 & = 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0,5 + 0,5 + 0,5 + 0,5 + 0 + 0 + 0 = 2,0.
 \end{aligned}$$

Общее количество функций, которые выполняются на станке мод. 1K62 $n=12$, тогда степень автоматизации

$$K_a(1K62) = \frac{\sum K_i}{n} = \frac{2,0}{12} = 0,167$$

Пример: функции, выполняемые на станке с ЧПУ мод. 1720ПФ30, можно представить в следующей последовательности (табл. 3).

Таблица 3

№ п/п	Наименование функции	Уровень автоматизации	Значение
1	Установка заготовки на станке	ручной	0
2	Закрепление заготовки в патроне	автоматизированный	0,5
3	Установка инструмента	ручной	1
4	Идентификация инструмента	автоматизированный	0,5
5	Поиск инструмента	автоматический	1
6	Установка нулевой точки инструмента	автоматизированный	0,5
7	Включение оборудования	ручной	0
8	Обработка заготовки	автоматический	1
9	Отвод инструмента	автоматический	1
10	Отключение станка	автоматический	1
11	Контроль обрабатываемой поверхности	автоматический	1
12	Контроль целостности режущего инструмента	автоматический	1
13	Смена инструмента	ручной	0
14	Снятие готовой детали	ручной	0
Итого			8,5

Определяем общее значение ручных, автоматизированных и автоматических функций, выполняемых на станке с ЧПУ мод. **1720ПФ30**, по формуле (5):

$$\left(\sum_{i=1}^{N_{руч}} K_{руч_i} + \sum_{i=1}^{N_{авт}} K_{авт_i} + \sum_{i=1}^{N_{полуавт}} K_{полуавт_i} \right) = \\ = 0 + 0,5 + 1 + 0,5 + 1 + 0,5 + 0 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 0 + 0 = 8,5.$$

Общее количество функций, которые выполняются на станке с ЧПУ мод. **1720ПФ30** $n = 14$, тогда степень автоматизации

$$K_a(1720ПФ30) = \frac{\sum A_i}{n} = \frac{8,5}{14} = 0,607$$

Построить на графике уровни автоматизации по функциям для универсального станка мод. 1К62 и для станка с ЧПУ мод. 1720ПФ30, у которого предусмотрено закрепление заготовки посредством патрона с механическим зажимом, контроль размера детали и поиск координаты режущей кромки инструмента на станке обеспечивается за счет системы контроля датчиками касания.

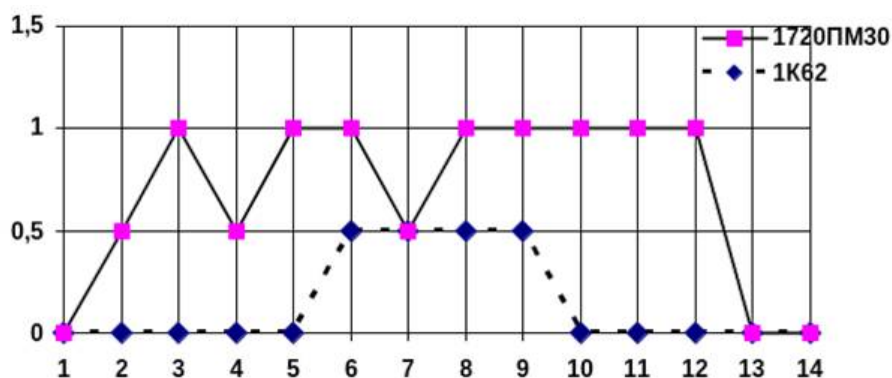


Рис. 4. Уровни автоматизации по функциям для станков мод. 1К62 и станка с ЧПУ мод. 1720ПФ30

Задание

1. Выбрать ГПМ по рис. 5-7, для которых будет производиться формализация функций работы технологического оборудования со средствами автоматизации.
2. Изучить работу ГПМ и всех средств автоматизации технологического оборудования.
3. Заполнить табл. наименований функций, определить уровни автоматизации и их значения.
4. Определить степень автоматизации ГПМ.
5. Построить на графике автоматизацию по функциям для ГПМ.

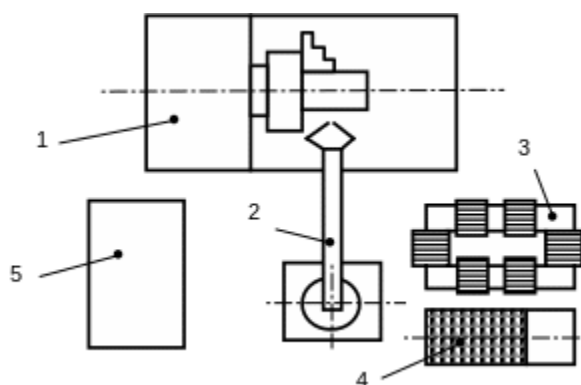


Рис. 5. Схема ГПМ на базе токарного обрабатывающего центра: 1 – станок мод.16Б16Т1; 2 – напольный робот; 3 – накопитель заготовок и готовых деталей; 4 – инструментальный магазин; 5 – система управления ГПМ

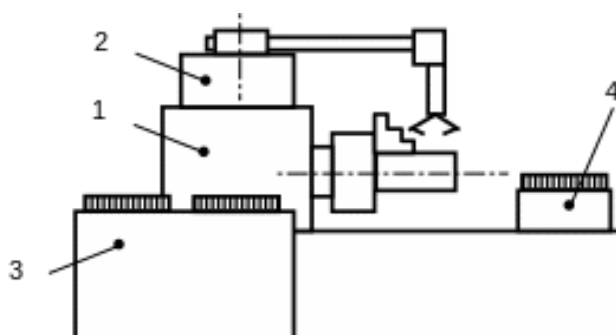


Рис. 6. Схема ГПМ с промышленным роботом на шпиндельной части станка: 1 – станок мод. 1720Т1; 2 – промышленный робот; 3 – накопитель заготовок и деталей; 4 – инструментальный магазин

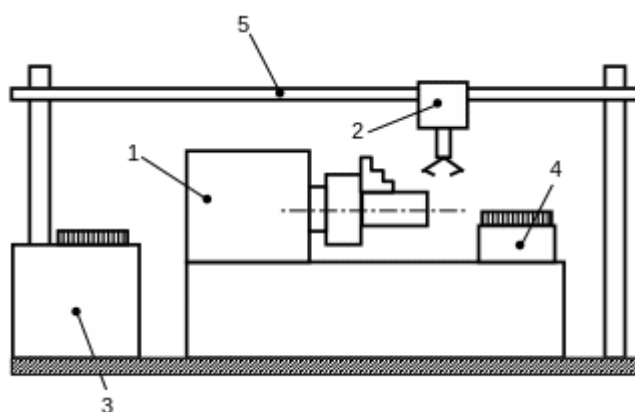


Рис. 7. Схема ГПМ с подвесным транспортным роботом: 1 – станок мод. 16К20Ф3; 2 – подвесной транспортный робот; 3 – накопитель заготовок и деталей; 4 – инструментальный магазин; 5 – подвесная транспортная линия

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Шишмарев В.Ю. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: учебник для студентов вузов. - М.: Академия, 2007. – 364 с.
- 2 Капустин Н.М. Комплексная автоматизация в машиностроении: учебник для студентов вузов. - М.: Академия, 2005. – 365 с.
- 3 Автоматизация производственных процессов машиностроении: учебник для студентов вузов / Под ред. Н. М. Капустина. - М.: Высшая школа, 2004. - 416 с.
- 4 Капустин Н.М. Автоматизация машиностроения: учебник для студентов вузов. - М.: Высшая школа, 2003. – 223 с.
- 5 Волчкевич Л.И. Автоматизация производственных процессов: учебное пособие для студентов вузов. - М.: Машиностроение, 2005. – 379 с.
- 6 Основы автоматизации машиностроительного производства: учебник для вузов / Под ред. Ю. М. Соломенцева. - М.: Высшая школа, 2001. - 312 с.
- 7 Соснин О.М. Основы автоматизации технологических процессов и производств. - М.: Издательский центр «Академия», 2007. - 240 с.
- 8 Автоматизация типовых технологических процессов и установок /А.М. Корытин и др.- М.: Энергоиздат, 1988. - 432 с.
- 9 Шемелин В.К. Проектирование систем управления в машиностроении: Учебник для студентов технических вузов. - М.: Станкин, 1998. -254 с.
- 10 Курсовое и дипломное проектирование по автоматизации технологических процессов/ Ф.Я. Изаков, В.Р. Казадаев и др.- М.: Агропромиздат, 1988. - 183 с.
- 11 Роботизированные технологические комплексы и гибкие производственные системы в машиностроении: Альбом схем и чертежей: Учебное пособие для вузов /Под общ. ред. Ю.М. Соломенцева. -М.: Машиностроение, 1989. - 192 с.
- 12 Вальков В.М., Вершин В.Е. Автоматизированные системы управления технологическими процессами. -Л.: Политехника, 1991. - 269 с.
- 13 Елизаров И.А и др. Технические средства автоматизации. Программно-технические комплексы и контроллеры: Учебное пособие. - М.: Машиностроение, 2004. - 180 с.
- 14 Кругляк К. Промышленные сети: цели и средства// Современные технологии автоматизации. - 2002. - No4, с.6 -16.
- 15 Гусев С. Краткий экскурс в историю промышленных сетей // Современные технологии автоматизации. - 2000. - No4, с.78 -84.
- 16 Проектирование систем автоматизации технологических процессов: справ. пособие / под ред. А.С. Ключева. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 464 с.

17 Емельянов А.И., Копник О.В. Проектирование автоматизированных систем управления технологическими процессами. - М.: Энергия, 1974. - 499 с.

18 Справочник проектировщика АСУТП / Под ред. Г.Л. Смилянского. - М.: Машиностроение, 1983. - 527 с.

19 Справочник по проектированию автоматизированного электропривода и систем управления технологическими процессами / Под ред. В.И. Круповича и др. - М.: Энергоиздат, 1982. - 416 с.

20 Ключев А.С. Техника чтения схем автоматического управления и технологического контроля. - М.: Энергоиздат, 1983. - 376 с.

21 Иващенко Н.Н. Автоматическое регулирование. Теория и элементы систем. - М.: Машиностроение, 1973. - 606 с.

22 Руководство по проектированию систем автоматического управления / Под ред. В.А. Бесекерского. - М.: Высш. шк, 1983. - 296 с.

23 Наладка средств автоматизации и автоматических систем регулирования: Справочное пособие / Под ред. А.С.Ключева. - М.: Энергоатомиздат, 1989.

24 Емельянов А.И. и др. Практические расчёты по автоматике. - М.: Машиностроение, 1967. - 316 с.

25 Разработка и оформление конструкторской документации радио - электронной аппаратуры: Справочник /Под ред. Э.Т. Романычевой. - М.: Радио и связь, 1989. - 448 с.

26 Петров И.В. Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного программирования. - М.: СОЛОН-Пресс, 2004. - 256 с.

27 Минаев И.Г., Самойленко В.В. Программируемые логические контроллеры: практическое руководство для начинающего инженера. - Ставрополь: АРГУС, 2009. – 100 с.

28 Митин Г.П., Хазанова О.В. Системы автоматизации с использованием программируемых контроллеров: Учебное пособие. - М.: ИЦ МГТУ «Станкин», 2005. - 136 с.

29 Харазов В.Г. Интегрированные системы управления технологическими процессами. - СПб. : Профессия, 2009. - 592с.

30 Денисенко В.В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием. – М.: Горячая линия-Телеком, 2009. - 608 с.

31 Чернов Е.А. Проектирование станочной электроавтоматики.- М.: Машиностроение, 1989.- 304 с.

32 Мишель Э. и др. Программируемые контроллеры /Пер. с фран. -М.: Машиностроение, 1986. - 172 с.

33 Спектор С.А. Электрические измерения физических величин. Методы измерения. - Л.: Энергоатомиздат, 1987.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В МАШИНОСТРОЕНИИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

*к выполнению практических работ
для студентов направления 15.03.01 «Машиностроение»
(профиль «Технологии, оборудование и автоматизация
машиностроительных производств»)
заочной формы обучения*

Составители:

Попова Маргарита Ивановна

Попова Ольга Ивановна

В авторской редакции

Подписано к изданию 12.11.2021.

Уч.-изд. л. 1,1.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический
университет»

394026 Воронеж, Московский просп., 14