

2 ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ ПОЗИЦИОННОГО РОБОТА “ТУР-10” С ТАКОВЫМ СТОЛОМ

Цель работы: изучение функциональных возможностей промышленного робота “ТУР-10” и его программирования при работе с тактовым столом.

Содержание работы:

1. Изучить назначение, устройство и принцип работы промышленного робота “ТУР-10” и его позиционной системы управления УПМ-772;
2. Ознакомиться с принципами и методикой программирования робота.
3. Ознакомиться с устройством и работой тактового стола;
4. Получить задание по загрузке либо разгрузке тактового стола роботом и составить карту программирования;
5. Запрограммировать робот и осуществить отработку программы в автоматическом режиме.

Назначение и устройство робота “ТУР-10”.

При проведении настоящей лабораторной работы используется промышленный робот (ПР) позиционного типа “ТУР-10” с управлением от унифицированного устройства позиционного числового программного управления УПМ-772, предназначенного для управления ПР со следящими электромеханическими приводами замкнутого типа. Кинематическая схема ПР “ТУР-10” приведена на рисунок 1.

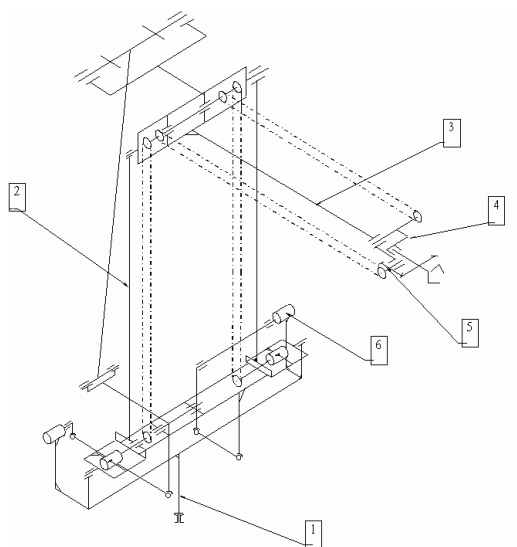


Рисунок 1 – Кинематическая схема ПР “ТУР-10”

Промышленный робот “ТУР-10” является представителем электромеханических роботов, работающих в ангулярной сферической системе координат и предназначен для обслуживания ряда технологических процессов. Технические характеристики ПР “ТУР-10”

- число степеней подвижности – 5;
- грузоподъемность – 10 кг;
- точность позиционирования +/- 0.2 мм;
- тип управляющего устройства – позиционное;
- объём оперативной памяти – 100 кадров;
- число одновременно управляемых движений – 5;
- потребляемая мощность – 4 кВт;
- масса манипулятора – 230 кг.

Манипулятор является исполнительным механизмом робота “ТУР-10”.

Основными узлами манипулятора являются:

- механизм поворота вокруг вертикальной оси;
- вертикальное звено;
- горизонтальное звено;
- звено “сгиба”;
- звено вращения плиты;
- привод.

Механизм поворота манипулятора (рисунок 2) обеспечивает поворот механической руки на 340° . Он содержит неподвижное основание (10). Механическая рука предназначена для перемещения захватного устройства в вертикальной плоскости по четырем степеням подвижности. Звенья руки последовательно соединены друг с другом. В качестве приводов звеньев манипулятора используют мотор-редуктор, содержащий двигатель (2)

постоянного тока типа Пя 250Ф, $i = 200$ Вт, $n = 3000$ об/мин и волновой редуктор (3) с передаточным числом $i = 102.5$. Выходной вал редуктора при помощи компенсирующей муфты (8) и вала (5) соединены с поворотной платформой (7). Вращение на датчик передается от вала редуктора через зубчатую передачу, составленную из колес (4) и (9) с передаточным отношением $i=15,6$. Зубчатое колесо 4 выполнено разрезным, между его половинами помещена пружина кручения. В качестве датчика обратной связи по скорости используется тахогенератор 1 типа ТГП-3, установленный соосно с валом двигателя и соединенный с ним муфтой. Передача движения к звеньям осуществляется через кривошипно-шатунные механизмы и цепные передачи.

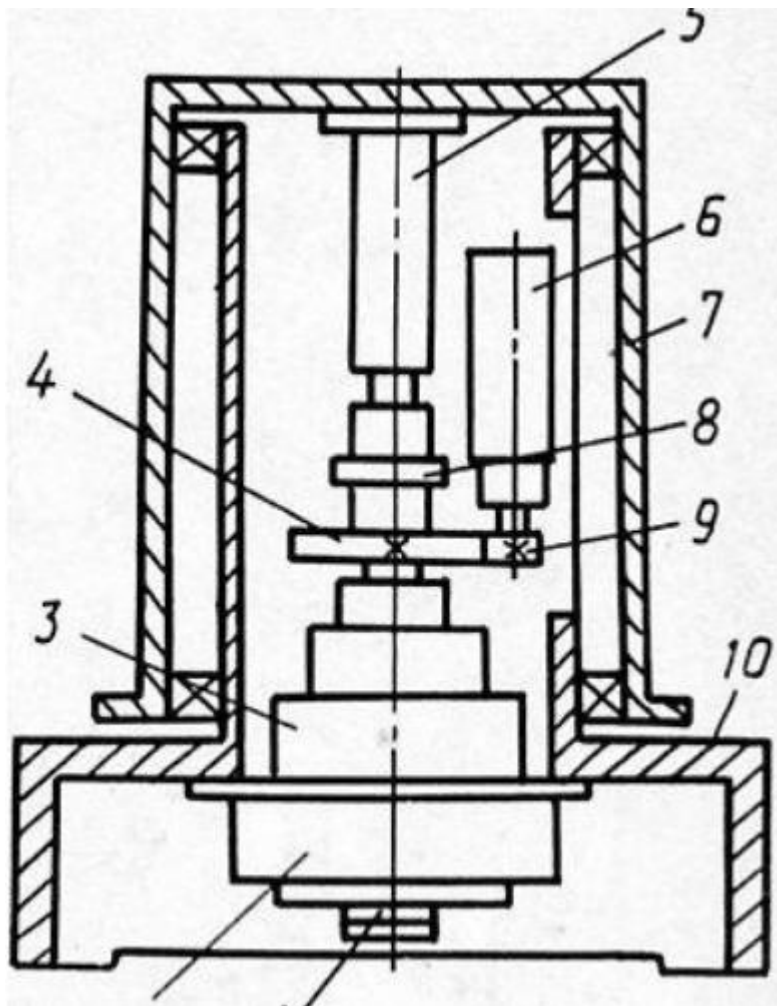


Рисунок 2 – Механизм поворота

Назначение и устройство позиционной системы управления УПМ-772

Основной особенностью систем позиционного управления является возможностью получения достаточно большого (по сравнению с цикловыми

системами управления) числа точек позиционирования в рабочем пространстве без контроля движения между ними (в отличие от контурных систем управления). Устройство числового программного управления УПМ-772 предназначено для управления автоматическим манипулятором при автоматизации и механизации различных технологических операций, например, загрузка-разгрузка, точечной сварке.

В состав устройства УПМ-772 входят вычислитель с кассетным накопителем на магнитной ленте (КНМЛ) и пультом управления, предназначенным для задания режимов работы, организации ручного ввода информации и ее цифровой индикации, и пульт обучения. Вычислитель построен по принципу синхронного микропрограммного автомата с конечным числом состояний и жестким циклом управления.

Техническая характеристика устройства УПМ-772

- тип системы управления – позиционный;
- система отсчета в абсолютных величинах числовая;
- число управляемых координат – до 7;
- метод программирования – обучение;
- тип управляемого привода – следящий;
- число задаваемых скоростей – 7;
- число степеней точности – 3;
- число временных выдержек на обработку технологических команд в интервале от 0 до 30 с – до 10

Обмен технологической информации с манипулятором и внешним оборудованием (сигналы управления внешним оборудованием и ответы о их выполнении). Выдача команд по 19 шинам - 15 команд с 4 (линиями связи) сопровождающими признаками объектов.

Приём сигналов условий выполнения программы:

- (условных переходов) – по 32 шинам;
- прием запросов выбора программы - по 4 шинам;
- потребляемая мощность не более - 1,5 кВт;

- масса устройства не более - 500 кг.

Назначение органов управления и индикации пульта управления УПМ-772.

Переключатель РЕЖИМ устанавливает один из возможных режимов работы устройства: ПОИСК КАДРА, программа, обучение, ру (ручное управление), разметка зоны, рмл (разметка магнитной ленты), контроль программы, ну (начальные условия). Устройство устанавливается в начальное состояние нажатием кнопки ПУСК при нахождении переключателя РЕЖИМ в положение НУ. Переключатель ЦИКЛ обеспечивает задание однократной или циклической обработки программы.

Переключатель АВТ/КАДР обеспечивает задание автоматической отработки программы в положение АВТ и обработки одного кадра программы в положении КАДР.

Кнопкой ПУСК осуществляется пуск программы во всех режимах работы. При нормальном функционировании сигнальная лампа РАБОТА должна находиться во включенном состоянии.

Кнопка ЗАПИСЬ ЗОНЫ обеспечивает запись содержимого блока оперативной памяти в выбранную зону на магнитной ленте. Кнопки ВКЛ и ОТКЛ предназначены для включения и отключения напряжения питания.

Аварийный останов манипулятора осуществляется нажатием кнопки аварийного останова.

В режиме ПОИСК КАДРА используются переключатели для задания:

- зоны на ленте - ЗОНА;
- номера кадра - КАДР;
- номер программы - номер программы.

В режиме обучение для составления программы управления манипулятора применяются следующие переключатели для задания:

- команд переходов – КОМ;
- номера условия выполнения программы – УСЛОВИЕ;
- номеров зоны или кадра при формировании команд переходов ЗОНА/КАДР; технологических команд – ТК;

- последовательности обработки технологических команд – ПР ТК;
- время исполнения технологических команд – ВЫДЕРЖКА;
- скорость перемещения – СКОРОСТЬ;
- точность отработки перемещения – степень точности.

Порядок работы с устройством УПМ-772

1. Включение устройства осуществляется путем включения рубильника на блокеуправления электроприводами (БУЭП) и кнопки ВКЛ на стойке УПМ-772. Переключатель РЕЖИМ должен находиться в положении НУ.
2. Режим НУ – производится установка электронных узлов устройства управления манипулятором в исходное состояние. Система управления переходит в режим НУ нажатием кнопки ПУСК.
3. Перед началом программирования осуществляется разметка магнитной ленты на зоны в режиме РМЛ в следующей последовательности:
 - установить кассету с магнитной лентой в КНМЛ таким образом, чтобы, головказаписи-считывания находились между маркерами;
 - переключатель режимов устанавливается в положение РМЛ и нажимается кнопка ПУСК.
4. После разметки магнитной ленты на зоны, осуществляют их разметку на кадры в режиме РАЗМЕТКА ЗОН (РЗ). Последовательность выполнения:
 - переключатель режимов устанавливается в положение РЗ:
 - на переключателе ЗОНА набирается номер размечаемой зоны;
 - нажимается кнопка ПУСК.

Для разметки оперативной памяти устанавливается режим РЗ и нажимается кнопка ПУСК.

1. Режим РУЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ (РУ) предназначается для передвижения звеньев манипулятора с помощью пульта обучения. Для проведения работ в этом режиме следует:
 - включить кнопку пуска на блоке управления электроприводами;
 - перевести переключатель режимов работы из положения НУ в положение РУ и нажать кнопку ПУСК;

- с помощью пульта обучения произвести требуемые перемещения манипулятора.

2. Режим ОБУЧЕНИЕ служит для записи программы работы манипулятора следующим образом:

- последовательно выполняются режимы НУ, РЗ, НУ;
- переключатель режимов переводится в положение ОБУЧЕНИЕ; при обучении манипулятора записывается последовательность положений звеньев, состояния захватного устройства, выдержек времени и другой информации в ячейки памяти;
- запись кадра осуществляется нажатием на пульте обучения кнопки ЗАПИСЬ КАДРА;
- убеждаются в увеличении на единицу номера кадра и переходят к обучению следующего кадра;
- при заполнении зоны по концу программы записывается программа на ленту нажатием кнопки ЗАПИСЬ ЗОНЫ.

3. Режим ПОИСК КАДРА необходим для отыскания кадра, с которого начинается обучение или отработка программ.

4. Режим КОНТРОЛЬ ПРОГРАММЫ служит для контроля записанной в режиме обучения в ячейки рабочей памяти программы при скорости перемещения подвижных органов манипулятора в два раза меньше, чем в режиме ПРОГРАММА. При введении работ проводится контроль работы программы по кадрам по кадрам, для этого:

- в режиме ПОИСК КАДРА находится начало программы;
- переключатель режимов переводится в положение КОНТРОЛЬ ПРОГРАММЫ; Переключатель ЦИКЛ переводится в положение ЦИКЛ;
- Переключатель АВТ/КАДР переводится в положение КАДР;

- При последовательном нажатии кнопки ПУСК проверяется отработка всей программы кадра за кадром.

Для автоматического прохождения программы переключатель АВТ/КАДР переводится в положение АВТ и нажимается кнопка ПУСК.

5. Режим ПРОГРАММА служит для воспроизведения программы в рабочем режиме и осуществляется переключением режимов работы в положение ПРОГРАММА и нажатием кнопки ПУСК.

Программирование робота

Рассмотрим применяемые команды и управляющие признаки, необходимые для управления манипулятором, которые совместно с заданными положениями координат записываются в ячейки рабочей памяти ПОЗУ в режиме обучение.

1. Команды переходов.

Команды переходов позволяют по сигналам внешних устройств или системы управления прервать отработку программы и перейти для ее продолжения к другой группе кадров в данной или иной зоне. В таблице 1. представлены 4 из 9 возможных команд переходов и соответствующие им положения переключателя КОМ.

Для задания номера кадра или зоны, к которым осуществляется переход, служат переключатели ЗОНА/КАДР пульта управления. Команды УП позволяют управлять ходом выполнения программы по внешним сигналам (условиям). Адрес канала, по которому ожидается сигнал, набирается на переключателях УСЛОВИЕ. В устройстве используются 32 канала. При отсутствии сигнала на команду УП, робот переходит к отработке следующего по счету кадра.

Таблица 1 – Возможные команды переходов и соответствующие им положения переключателя КОМ.

Команда перехода	Переключение переключателя	Содержание команды
-	0	Отсутствие команды перехода
УП1	1	Условный переход 1 рода, осуществляющий переход к указанному кадру данной зоны по условию
УПП	2	Условный переход 2 рода, осуществляющий переход к нулевому кадру другой указанной зоны по условию
БП1	3	Безусловный переход 1 рода - переход к указанному кадру данной зоны
БПП	4	Безусловный переход 2 рода - переход к нулевому кадру другой указанной зоны

1. Команда “Задание скорости”

Набором на переключателе “Скорость” цифр от 0 до 7 обеспечивается выбор (по возрастающей) скорости движений манипулятора.

1) Задание точности позиционирования.

Устройство обеспечивает 3 степени точности позиционирования:

- 0 степень – максимальная точность, клавиши переключателей “СТЕПЕНЬ ТОЧНОСТИ” находятся в отжатом состоянии. Возможна выдача технологических команд и работа схвата;
- 1 степень – нажать клавишный переключатель 1;
- 2 степень – минимальная точность, нажать клавишный переключатель 2.

2. Технологические команды (команды управления внешним оборудованием)

В таблице 2. приведены положения переключателя ТК в соответствии с номером группы и номером технологической команды.

Таблица 2 – положения переключателя ТК в соответствии с номером группы и номером технологической команды.

Положение переключателя ТК	Номера групп оборудования и технологических команд
01 - 15	1 группа 1...15 технологическая команда
21 - 35	2 группа 1...15 команда
41 - 55	3 группа 1...15 команда
61 - 75	4 группа 1...15 команда
00	отсутствие технологической команды

Последовательность выполнения ТК, команд схвата и перемещений задается переключателем ПРТК, см. табл.3. (для 4 положений ПРТК)

Таблица 3 – Положения переключателя ПР ТК

Положение переключателя ПР ТК	Содержание признака
0	ТК выполняется после перемещения рабочего органа (РО) манипулятора. Конец ТК определяется по ответу. Команда “схват” выполняется после ТК.
1	ТК выполняется после перемещения РО. Конец ТК определяется по времени. Команда “схват” выполняется после ТК.
2	После перемещения РО выполняется команда “схват”, затем ТК. Конец выполнения ТК по ответу.
3	Выполнение команд аналогично положению 2, но конец ТК определяется по времени.

3.Задание выдержек времени

Для команд ТК и “схвата” установлены 10 выдержек времени в диапазоне от 1 до 30 с. Задание выдержек времени осуществляется с переключателями “ВЫДЕРЖКА” в режиме ОБУЧЕНИЕ.

Устройство и работа тактового стола

Тактовый стол ТС-150-02 предназначен для транспортировки деталей в зону схвата ПР. Заготовку можно устанавливать непосредственно на пластину стола, если форма и размеры заготовки позволяют это сделать, или на спутники, которые крепятся на пластинках тактового стола. Допускается установка

заготовок валов в вертикальном положении. Привод стола осуществляется асинхронным двигателем через коническую передачу и две зубчатые пары на звездочку, вращающую цепь с прикрепленными к ней каретками-пластинами. Стол ТС-150-02 имеет 24 каретки. На рисунке 3 представлены внешний вид и электрическая схема системы управления тактового стола.

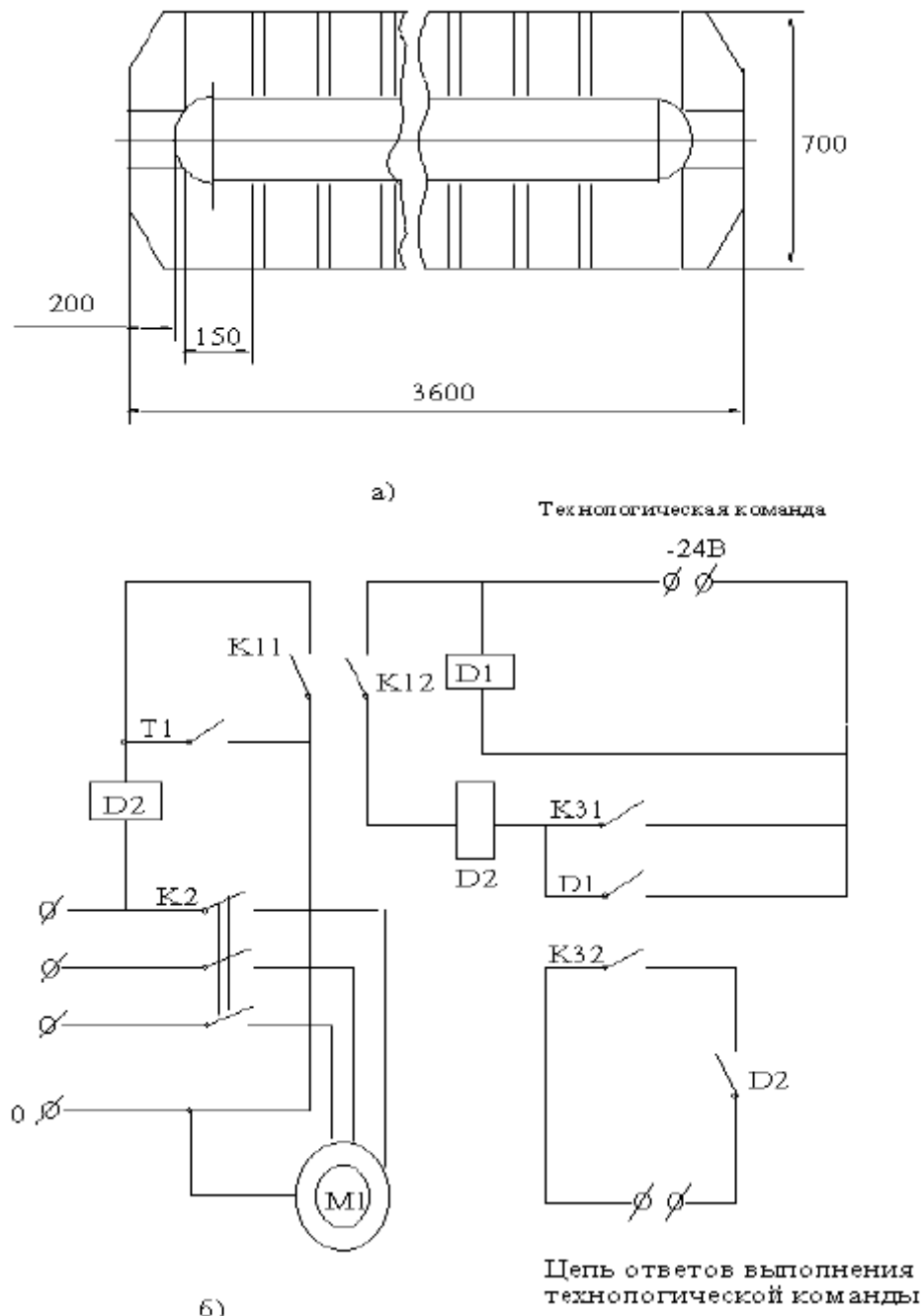


Рисунок 3 – Внешний вид и электрическая схема системы управления тактового стола

Схема управления тактовым столом обеспечивает ручное управление тумблером Т1 и автоматическое перемещение стола на шаг по сигналу робота. При подаче от ПР технологической команды записывается реле Р1 и

замыкаются его контакты КП записывается реле Р2 (магнитный пускатель), включаются контакты К2 и запускается двигатель М1 перевода позиции тактового стола. При подходе каретки тактового стола к точке позиционирования замыкается предварительный датчик положения Д1, что включает реле Р3. Замыкаются контакты КЗ1, реле Р3 ставится на самопитание (независимость от датчика Д1), и контакт КЗ2, который подготавливает к работе цепь ответа на технологическую команду. При достижении кареткой стола заданной позиции замыкается датчик положения Д2 и цепь ответа. Получение роботом ответа о выполнении технологической команды автоматически снижает ее, что приводит к обесточиванию реле Р1, Р3 и после размыкания контактов КП, а затем К2 к остановке двигателя.

Программа выполнения работы

1. Практическая часть работы заключается в составлении и записи программы работы робота для выполнения задачи, поставленной преподавателем
2. Пример задачи. Взять с тактового стола деталь и установить на приемный столик; выдать технологическую команду с выполнением по времени; снять деталь и вернуть на тактовый стол; перевести стол на шаг.
3. Работу по “обучению” робота следует начинать с составления алгоритма работы. После разработки алгоритма составляют карту программирования, представленную в следующей форме: см. таблицу 4.
4. “Обучение” производится по карте программирования. Управление подвижными органами манипулятора, задание скорости при “обучении” и запись кадров программы осуществляется с пульта обучения, набор технологической и вспомогательной информации для каждого кадра осуществляется на пульте управления устройства.

Таблица 4 – Карта программирования

Зона	Номер кадра	Скорость	Технологические команды			Переходы			Точность	Положение координат	Команда схват	Примечание
			ТК	ПРТК	Выдержка	Команда	Условие	Адрес				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

После записи программы осуществить ее проверку в режиме КП.

Отчет о работе должен содержать краткое описание работы УПМ-772, примерную схему с обозначением отработанных точек и траекторий РО ПР между ними, алгоритм, карту программирования, анализ результатов и выводов.

Контрольные вопросы.

1. Каковы основные особенности робототехнических систем с позиционным управлением?
2. По кинематической схеме ПР ТУР-10 нарисовать рабочую зону робота в трех проекциях.
3. Какими параметрами кинематической схемы робота определяются размеры и форма его рабочей зоны?
4. Описать состав кадра программы позиционного управления.
5. Каковы особенности обучения робота с системой позиционного управления?