

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЕВА
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)» (СГАУ)

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА БАЗЕ ПРЕСС-АВТОМАТОВ И РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Рекомендовано редакционно-издательским советом федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)» в качестве методических указаний к лабораторным работам

Составитель
С.Ф. Глустенко

САМАРА
Издательство СГАУ
2016

УДК 621.77(075)
ББК 34.6я7

Рецензент д-р техн. наук, проф. И. П. Попов

Автоматизация технологических процессов на базе пресс-автоматов и робототехнических комплексов: метод. указания к лаб. работам / сост. С.Ф. Глустенко. – Самара: Изд-во СГАУ, 2016. – 48 с.: ил.

Изложены теоретические положения и методические указания по выполнению лабораторных работ по автоматизации технологических процессов холодной штамповки на базе пресс-автомата ВРА-75, а также штамповки из штучной заготовки на базе робототехнического комплекса. Представлена методика составления алгоритмов работы робототехнических комплексов, а также анализа полученных результатов с использованием компьютерных технологий.

Предназначены для студентов инженерно-технологического факультета и специальностей обработки металлов давлением.

УДК 621.77(075)
ББК 34.6я77

Лабораторная работа № 1

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОДАЧИ ПОЛОСОВЫХ И ЛЕНТОЧНЫХ ЗАГОТОВОК ПРИ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКЕ

Цель работы: ознакомиться с основными типами автоматических подач для ленточного и полосового материала, используемых в операциях листовой штамповки, а также изучить конструкцию и работу автоматической подачи прессы-автомата ВРА-75.

Задание:

- изучить основные типы подач, применяемых при штамповке из непрерывной заготовки;
- изучить конструкцию и принцип работы роliko-клиновой (для студентов вечернего отделения) и клещевой подач (для студентов дневного отделения);
- отштамповать на прессе партию деталей с различным шагом подачи;
- обработать результаты эксперимента;
- построить зависимость шага подачи от величины эксцентриситета (студентам дневного отделения – для роliko-клиновой подачи, студентам вечернего отделения – для клещевой подачи);
- построить зависимость точности подачи от шага подачи и скорости работы прессы (только для студентов дневного отделения);
- по результатам экспериментов составить отчет о проделанной работе (см. пункт 3, 4).

1. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О ПОДАЧАХ

Компоновка и структурная схема систем автоматизации подач заготовок

Питающие устройства в автоматических линиях холодной листовой штамповки и пресс-автоматах обеспечивают автоматическую подачу в рабочую зону деформирующего инструмента штучных заготовок (полученных предварительной вырубкой или другими способами) или непрерывных заготовок (с регулируемым шагом подачи в виде рулонов из ленты или листа шириной до 1400 мм). Выдаваемые питающими устройствами заготовки поступают затем на ориентирующие устройства, которые обеспечивают правильное направление непрерывной подачи заготовок подающими устройствами на технологическое оборудование (прессы) с заданной точностью шага подачи. В состав автоматических линий и пресс-автоматов также включаются устройства автоматизации процессов удаления отходов и готовых деталей.

Несмотря на различное конструктивное исполнение средств автоматизации подач заготовок, узлы и механизмы таких устройств имеют одинаковое функциональное назначение и аналогичные характеристики ходограмм и циклограмм.

Принципиально систему автоматизации можно представить в виде обобщенной структурной схемы (рис. 1).

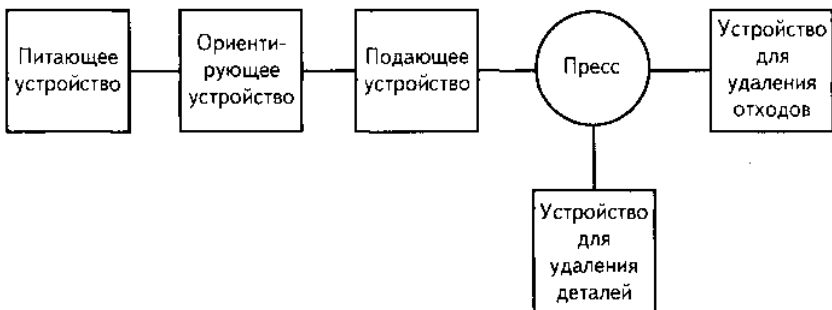


Рис. 1. Структурная схема системы автоматизации подачи заготовок

Одним из основных звеньев системы автоматизации является подающее устройство, в функции которого входят: захват заготовки, удержание и перемещение захваченной заготовки с учётом инерционных сил, ее последующее освобождение на завершающем этапе в рабочей зоне обработки. Рациональный выбор подающего устройства позволяет повысить надежность и точность работы системы автоматизации.

Подающие устройства, в зависимости от характера взаимодействия между захватом и изделием, бывают следующих типов: клиновые, крючковые, клещевые и др. Рассмотрим конструкции некоторых типов подач.

Крючковая подача

Крючковые механизмы подачи могут быть только тянущими, поскольку перемещение полосы или ленты осуществляется путем захвата заготовки крючком за перемычку. На рис. 2 приведена схема одной из крючковых подач, имеющих привод от ползуна прессы.

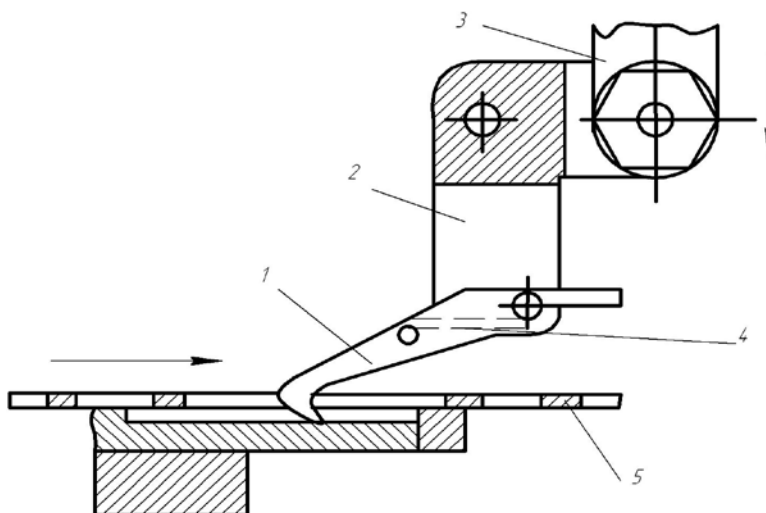


Рис. 2. Схема крючковой подачи:

1 – крючок; 2 – рычаг-балансир; 3 – тяга; 4 – пружина; 5 – полоса

Последовательность и принцип работы приведенной крючковой подачи заключается в следующем. Полоса вручную подается в штамп, производится вырубка нескольких деталей. Полоса доходит до крючка 1, который заводится в образовавшиеся после вырубki отверстия. Затем подача начинает работать автоматически по следующей схеме.

При подъеме ползуна пресса рычаг-балансир 2, связанный с ползунот тягой 3, поворачивается на некоторый угол и тянет шарнирно соединенный с ним крючок 1 в направлении стрелки А (рис. 2). Крючок перемещает полосу 4 на величину шага подачи. При опускании ползуна крючок 1 перемещается в обратном направлении, перескакивает благодаря скосу или закруглению на его рабочей части через перемычку полосы и под действием пружины 5 подготавливается к захвату этой перемычки. После этого цикл повторяется.

Крючковые подачи просты по конструкции, дешевы в изготовлении, могут быть принадлежностью штампа-автомата.

Для надежной работы крючкового механизма необходимо, чтобы перемычка на ленте была достаточно прочной. Поэтому крючковые подачи не рекомендуется применять для материала толщиной менее 0,3-0,5 мм.

Валковые подачи с механическим приводом

Данные подачи применяются для полосового и особенно ленточного материала, поступающего на штамповку с разматывающего устройства 1 через правильное устройство 2 (рис. 3).

Валки 3 и 8 подачи закреплены на столе пресса. Верхний валок может перемещаться в вертикальной плоскости и прижимается к нижнему пружинами. Подъем верхнего валка во время заправки ленты осуществляется специальной рукояткой, а освобождение полосы во время штамповки – от рычага 7 при нажатии толкателя 4, который имеет привод от кулачка 5, установленного на валу пресса. Валки вращаются периодически и всегда в одну сторону от фрикционного или храпового механизма, получающего движение от вала пресса.

Двусторонняя подача имеет две пары валков и рычажный механизм 9 для передачи движения между подающей и тянущей парами валков.

Шаг подачи в обычных валковых механизмах определяется диаметром валков, углом поворота, типом привода. Скорость подачи достигает 20-30 м/мин, точность подачи зависит от шага подачи, толщины материала и т.д. и обычно лежит в пределах $\pm 0,12-0,18$ мм.

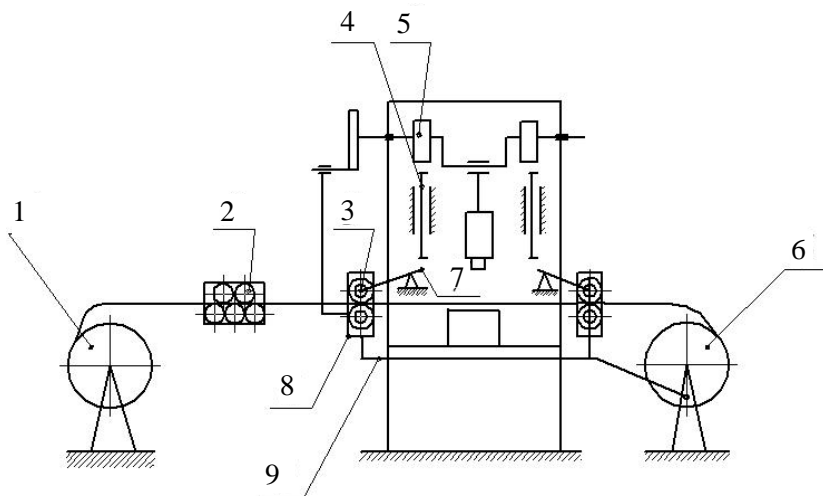


Рис. 3. Схема валковой подачи с механическим приводом:
 1 – разматывающее устройство; 2 – правильное устройство; 3 – валок;
 4 – толкатель; 5 – кулачок; 6 – приводное устройство; 7 – рычаг;
 8 – валок; 9 – рычажный механизм

Отработанная лента (отходы) наматывается на приводное устройство 6.

Клиновья подача

Клиновые подачи бывают односторонними (тянущие либо подающие) и двусторонними (одновременно тянущие и подающие). Характерной особенностью клинового захватного органа является то, что процесс захвата заготовки в них осуществляется в результате самозаклинивания полосы. Наиболее распространены автоматические подачи с захватом полосы путем заклинивания роликами, шариками либо эксцентриками.

На рис. 4 приведена схема роликовой подачи, которая имеет привод от вала прессы через кривошипно-шатунный и реечный преобразующие механизмы.

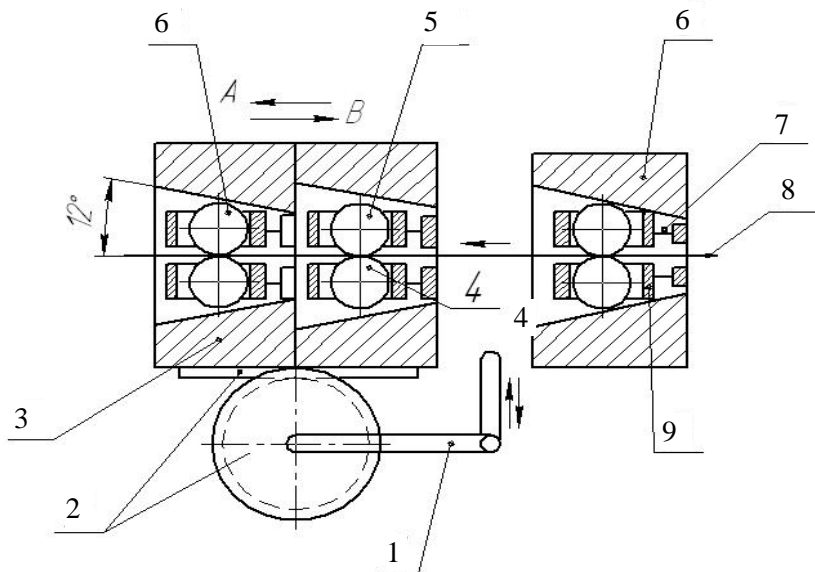


Рис. 4. Схема ролико-клиновой подачи:

1 – приводной рычаг; 2 – реечный механизм; 3 – подвижная каретка; 4, 5 – ролики;
6 – тормозящая каретка; 7 – пружины; 8 – полоса; 9 – обойма

Подача состоит из механизма привода (приводной рычаг 1 и реечный механизм 2), подвижной каретки 3 и неподвижной тормозящей каретки 6. Работа подачи осуществляется следующим образом. При вращении вала прессы тяга сообщает колебательное движение рычагу 1, который через реечный механизм 2 передает движение подвижной каретке 3 с заклинивающимися роликами. Две пары роликов 4 и 5, находящиеся в клиновых гнездах каретки 3, при перемещении по стрелке А заклинивают полосу 8 и подают ее в штамп на заданный шаг подачи. В это время ролики тормозящей каретки 6 не препятствуют перемещению ленты.

При обратном ходе по стрелке *B* каретка с подающими роликами возвращается в исходное положение. В этот момент ролики *4* и *5* освобождают заготовку-полосу, которая при возврате каретки *3* зажимается фиксирующими роликами неподвижной каретки *6*. Заклинивающие ролики, находящиеся в обоймах *9*, притягиваются к клиновым гнездам кареток *3* и *6* пружинами *7*. Клиновые подачи используются при подаче полос и лент толщиной до 5 мм. Точность подачи достигает 0,05-0,08 мм, шаг подачи – 600 мм. Указанный тип подачи может работать на прессах с числом двойных ходов в минуту до 200.

Привод подачи (рис. 5) осуществляется от вала пресса, на котором установлена кривошипная шайба *1*.

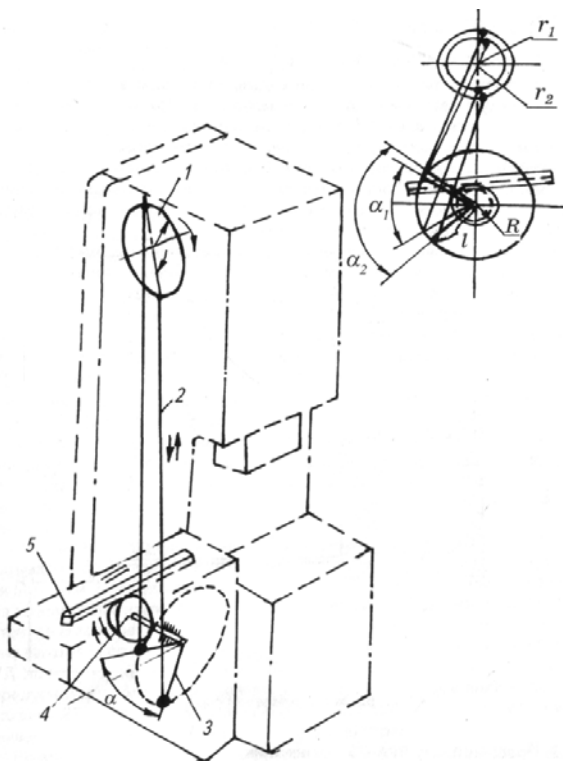


Рис. 5. Привод подачи от вала пресса:

1 – кривошипная шайба; *2* – шатун; *3* – рычаг; *4* – шестерня; *5* – рейка

В шайбе 1 смонтирован кулисный механизм, с помощью которого можно регулировать радиус кривошипа $r = r_1, r_2, \dots, r_n$, задавая тем самым величину эксцентриситета механизма привода шатуна 2. На кривошипный вал установлен шатун 2, который передает движение рычагу 3. На одной оси с рычагом 3 закреплена шестерня 4, находящаяся в зацеплении с рейкой 5, которая неподвижно закреплена на подвижной каретке ролико-клиновой подачи.

Таким образом, через кривошипно-шатунный механизм и реечный механизм вращательное движение вала преобразуется в возвратно-поступательное движение подвижной каретки подачи.

Величина хода подачи, a , следовательно, и шаг подачи определяется зависимостью $H = R \cdot \alpha$, где R – радиус, а α – угол поворота шестерни 4. Регулирование шага подачи осуществляется путем изменения радиуса кривошипа r . При увеличении радиуса r угол α , а, следовательно, и шаг подачи пропорционально увеличивается (см. рис. 5).

Клещевые подачи

Удержание заготовки в клещевой подаче происходит в результате сил трения между захватными органами и заготовкой. При этом необходимая сила нормального давления создается специальным самостоятельным устройством (пневматическим, гидравлическим, электромагнитным). На рис. 6 приведена схема клещевой подачи с пневматическим приводом.

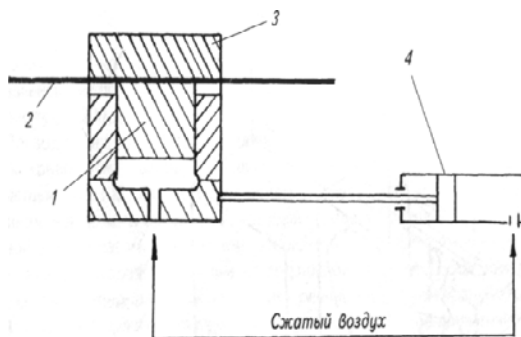


Рис. 6. Схема клещевой подачи.

1 – пневмоцилиндр привода захвата заготовки; 2 – заготовка; 3 – упор;
4 – пневмоцилиндр перемещения захвата с заготовкой на шаг подачи

Захват заготовки 2 осуществляется путем прижима ее поршнем пневмоцилиндра 1 к упору 3. Пневмоцилиндр 1 вместе с заготовкой 2 перемещается на заданный шаг подачи пневмоцилиндром 4.

Клещевые подачи имеют высокую точность при значительной величине шага подачи (до нескольких метров). Этот вид подачи применяется в крупносерийном и массовом производстве для перемещения тонкого непрерывного материала, а также для штучных деталей, имеющих большие габаритные размеры и массу. Различают клещевые подачи с индивидуальным приводом и приводом от пресса.

Клещевые подачи могут иметь также механический привод от подвижных частей пресса. Такая подача используется, в частности, на прессе-автомате ВРА-75.

2. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ХОЛОДНОЙ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ НА ПРЕСС-АВТОМАТЕ ВРА-75

Технические характеристики и конструкция пресс-автомата ВРА-75

Пресс может выполнять различные штамповочные операции со скоростью до 600 ход/мин. Это обеспечивается тем, что для компенсации инерционных сил пресс оборудован устройством для уравновешивания ползуна, а также системами охлаждения шатуна и штампов, системами принудительной смазки подвижных частей, автоматической подачей материала, приводным ориентирующе-питающим устройством.

Привод пресса (рис. 7) осуществляется от электродвигателя 1 через бесступенчатый редуктор 2 и клиноремённую передачу на маховик 3, который насажен на двухколенный кривошипный (эксцентриковый) вал 4.

Вращательное движение вала 4 преобразуется в возвратно-поступательное движение ползуна 5 с помощью спаренного кривошипно-шатунного механизма. Шатуны 6 этого механизма соединены с ползуном на шаровых шарнирах.

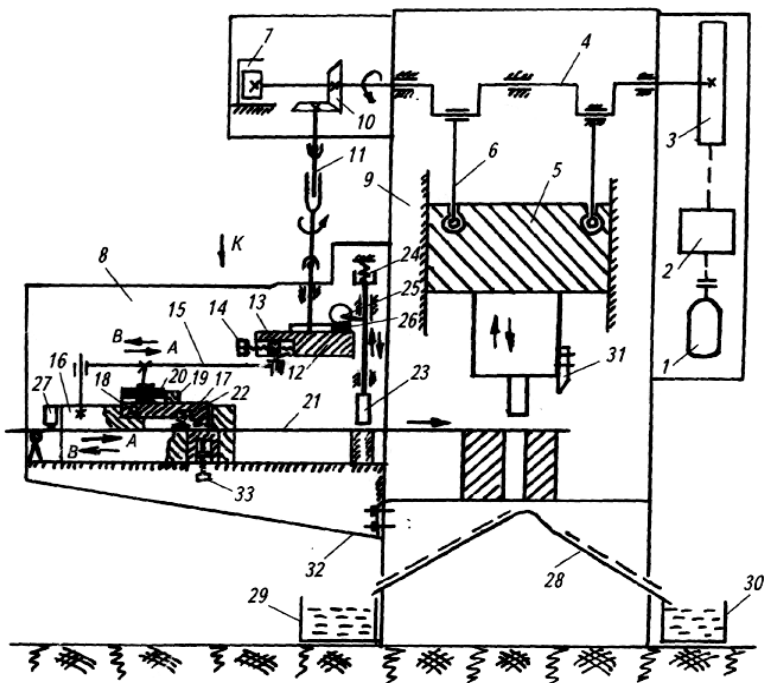


Рис. 7. Схема пресса-автомата ВРА-75:

- 1 – привод (электродвигатель); 2 – бесступенчатый редуктор; 3 – маховик;
 4 – двухколенный кривошипный (эксцентриковый) вал; 5 – ползун; 6 – шатун;
 7 – привод механизма; 8 – корпус; 9 – станина пресса; 10 – пара конических шестерен; 11 – телескопический карданный вал; 12 – кривошипная шайба;
 13 – кривошип; 14 – винт; 15 – шатун; 16 – каретка клещевой подачи; 17 – клещевой захват; 18 – ось; 19 – профильная дорожка; 20 – ролик; 21 – заготовка; 22 – пружина;
 23 – клещевой захват; 24 – пружина; 25 – ролик; 26 – профилированная кулачковая дорожка; 27 – блокировочный микровыключатель; 28 – наклонные лотки;
 29 – тара для готовых деталей; 30 – тара для измельченных резкой отходов;
 31 – нож; 32 – корпус; 33 – регулировочный винт механизма подачи.

На валу 4 закреплен привод механизма 7, предназначенного для учета числа ходов пресса и, соответственно, числа изготовленных деталей и обеспечения его автоматической остановки при выполнении заданной программы выпуска деталей. Клещевая автоматическая подача материала смонтирована в корпусе 8, который крепится к станине пресса 9.

Привод подачи осуществляется от вала пресса 4 через пару конических шестерен 10 и телескопический карданный вал 11. На валу 11 закреплена кривошипная шайба 12, в которой смонтирован кулисный механизм, предназначенный для регулировки шага подачи, включающий сухарь кулисы с осью кривошипа 13 и винт регулировки радиуса кривошипа 14. На ось кривошипа 13 насажен шатун 15, который преобразует вращательное движение шайбы 12 в возвратно-поступательное и передает последнее каретке клещевой подачи 16, движущейся по направляющим, смонтированным в корпусе 8.

Клещевой захват 17 выполнен в виде рычага, посаженного на ось 18. На верхней части рычага 17 закреплена профильная дорожка 19, которая находится в контакте с роликом 20, закрепленном на шатуне 15. При движении шатуна и каретки по стрелке А ролик 20, перекатываясь по профильной дорожке в направлении С (рис. 7, вид К), воздействует через нее на захват 17, который зажимает заготовку 21 и перемещает ее на заданный шаг подачи.

При движении шатуна и каретки по стрелке В ролик 20 начинает перекатываться по дорожке 19 по стрелке Д. За счет соответствующего профиля дорожки 19 в направлении стрелки Д и пружины 22 клещевой захват 17 выйдет из зацепления с заготовкой 21. Таким образом, при движении каретки по стрелке В механизм подачи с заготовкой 21 будет выставать. Для предотвращения перемещения заготовки по стрелке В в результате неполного расклинивания захвата 17, залипания заготовок в захвате вследствие влияния сил трения и т.п. в подаче предусмотрена блокировочная защита. Она выполнена в виде клещевого захвата 23, который с помощью пружины 24 зажимает заготовку и удерживает ее во время движения каретки 16 по стрелке В. Во время подачи заготовки (при движении каретки по стрелке А) захват 23 освобождает заготовку.

Это осуществляется с помощью ролика 25 и профилированной кулачковой дорожки 26, закрепленной на кривошипной шайбе 12.

Пресс оборудован также блокировочным микровыключателем 27, который выключает пресс при отсутствии заготовки в механизме подачи, выключателями (на рис. 7 они не показаны), останавливающими (блокирующими) пресс при открытом – нерабочем положении элементов ограждения рабочих зон и др. В станине прессы имеются наклонные лотки 28 для удаления в тару 29 готовых деталей и в тару 30 измельченных, например, с помощью ножа 31, отходов.

Для изменения шага подачи изменяют радиус кривошипа привода подачи с помощью регулировочного винта 14 за счёт изменения расстояния между осью карданного вала привода 11 и осью установки проушины шатуна 15 на кривошипной шайбе 12.

Ориентирующие и подающие устройства

В качестве ориентирующего устройства используется приводное разматывающее устройство (рис. 8).

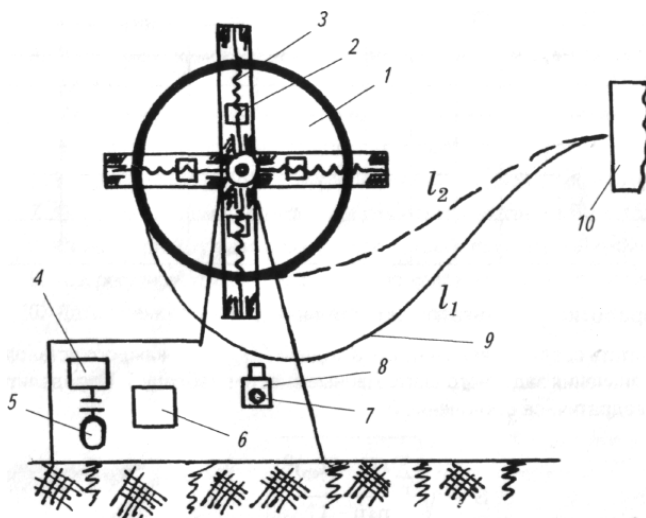


Рис. 8. Схема приводного разматывающего устройства:

- 1 – рулон; 2 – захват; 3 – приводной винт; 4 – редуктор; 5 – электродвигатель;
6 – реле времени; 7 – выносная штанга; 8 – датчик; 9 – петля; 10 – подача

Рулон *l* крепится на четырех захватах 2, положение которых, в зависимости от размера рулона, регулируется с помощью приводных винтов 3. Привод устройства осуществлен от электродвигателя 5 через редуктор 4.

Двигатель, в зависимости от размера компенсационной петли 9, включается в работу периодически. Управление работой двигателя осуществляется автоматически с помощью датчика 8, закрепленного на выносной штанге 7, и реле времени 6, смонтированного в пульте управления (на рис. 8 не показаны).

Принцип настройки системы подачи заготовки следующий:

– определяется разница длины петли 9 от точки схода с рулона до подачи 10 соответственно в двух ее крайних положениях;

– определяется время *t* расхода заготовки длиной *l* ($t = l / (Hn)$), где *H* – шаг подачи, *n* – темп штамповки);

– реле времени 6 настраивается на время *t*.

При включении устройства начинается разматывание заготовки. При касании петель 9 датчика 8 последний подает команду на выключение двигателя 5 и включение реле времени 6. По истечении времени *t* реле времени включает двигатель 5 в работу и так далее до остановки автомата.

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить принцип действия автоматических подач, описанных в инструкции.

2. Изучить конструкцию и кинематическую схему привода крючковой, валковой, ролико-клиновой подачи, а также клещевой подачи прессы ВРА-75 (рис. 7).

3. Изготовить детали (полосы различной ширины *H*, отрезанные от заготовки – ленты на штампе при регулируемом заданном шаге подачи), для чего сначала отрегулировать подачу на заданную толщину ленты.

4. Шаг подачи последовательно настроить на величину *H*, равную 30, 40, 50, 80 мм.

5. Включить пресс, установить скорость 100, 200 и 300 мин⁻¹ (для прессы ВРА-75) и отштамповать несколько деталей для каждого значения скорости и шага подачи (5-6 деталей).

6. Замерить полученные значения шага подачи для каждого фиксированного значения H .

7. Данные занести в табл. 1.

Таблица 1 – *Результаты наблюдений и вычислений*

Скорость, мин ⁻¹	Шаг подачи	Результаты измерений					H_{cp}	H_{max}	H_{min}	S	ΔH
		H_1	H_2	H_3	H_4	H_5					
n_1	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
n_2	1...5										
n_3	1...5										

4. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА

Подсчитать среднюю величину шага подачи (H_{cp}) для каждого установленного значения заданного шага. Данные внести в табл. 1. Определить среднеквадратичное отклонение S :

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (H_{i\overline{cp}} - H)^2}{n(n-1)}} .$$

где n – число измерений.

По табл. 2 находится коэффициент Стьюдента $t_{\alpha, f}$ для заданного уровня значимости α и числа степеней свободы $f = n - 1$. После этого определяются границы доверительного интервала $\Delta H = t_{\alpha, f} \times S$. Тогда искомое значение шага подачи $H = H_{cp} \pm \Delta H$.

Таблица 2 – Значения *t*-критерия Стьюдента при уровне значимости $\alpha = 0,05$

Число степеней свободы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Значения критерия	12,7	4,30	3,18	2,78	2,57	2,45	2,36	2,30	2,26	2,23	2,20	2,18	2,16	2,15

Построить графическую зависимость точности подачи от величины шага. Сделать выводы по работе.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое гибкие производственные модули холодной листовой штамповки?
2. В чем заключается принцип работы крючковой и валковой автоматических подач?
3. Пользуясь схемой, описать работу пресса-автомата ВРА-75 для примера чистовой вырубki деталей из заготовки-ленты.
4. Описать принцип работы клиновой подачи и ее привода.
5. Как регулируется шаг клиновой подачи?
6. Каков принцип работы клещевой подачи с индивидуальным приводом?
7. Пользуясь схемой, описать принцип регулировки величины подачи заготовок у пресса-автомата ВРА-75.
8. Описать работу разматывающего устройства и его настройку.
9. Как регулируется шаг подачи и число ходов на прессе-автомате ВРА-75?
10. Дать определение точности подачи и величины доверительного интервала.

6. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ №1 С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ MS EXCEL

1. Подготовка к работе.

Запустить Excel и создать новую книгу. Сохранить книгу.




2. Оформление отчета

В ячейки ввести информацию согласно табл. 3.

Таблица 3 – Значения, которые нужно ввести в электронную таблицу


Ячейка	Ввести	Ячейка	Ввести
B3	Шаг	F55	Дата
B4-B10	H1, H2, ... H5	A44	Выводы
B11	Hcp	D1	Лабораторная работа №2
B12	Hмакс	A2	Таблица №1 – Экспериментальные данные при первой скорости подачи
B13	Hмин	C3-G3	Значения от 1 до 5
B15 – B21	1 кв.откл	A28	Таблица №2 – Экспериментальные данные при второй скорости подачи (если нужно)
D14	(Hи-Hcp)2	A61	Таблица №3 – Экспериментальные данные при третьей скорости подачи (если нужно)
B22	S	C4-C10	Экспериментальные значения, полученные на первом шаге подачи
B23	Интервал	D4-D10	Экспериментальные значения, полученные на втором шаге подачи
B25	n	E4-E10	Экспериментальные значения, полученные на третьем шаге подачи
B26	t	F4-F10	Экспериментальные значения, полученные на четвертом шаге подачи
A54	Выполнил	G4-G10	Экспериментальные значения, полученные на пятом шаге подачи
F54	Проверил		

Обвести ячейки таблицы:

Выделить левой кнопкой мыши (ЛКМ) группу **B3-G23**. Нажать на значок  расположенный в пункте *Границы*  и выбрать из меню кнопку .

Копировать таблицу «Экспериментальные данные при первой скорости» и создать еще две аналогичные таблицы (если предусмотрено заданием):

Выделить ячейки **B3-G23**. В меню **Правка** выбрать команду **Копировать**. Указать правой кнопкой мыши ячейку **B29** в контекстном меню и выбрать пункт **Вставить**. Повторить прием, для того чтобы вставить таблицу в ячейку **B62**.

Объединить ячейки **B14-G14**, для этого выделить ячейки **B14-G14** и нажать кнопку .

3. Обработка результатов эксперимента

Ввести в ячейки **B25** и **B26** значение числа повторных опытов и коэффициента Стьюдента соответственно.

Расчет среднего значения шага подачи:

В ячейку **C11** ввести «**=СУММ(C4:C10)/7**» и нажать **Ввод**.

Примечание: адреса ячеек вводить латинскими буквами. Применять во всех последующих пунктах.

Заполнить ячейки вправо для всех подач:

Выделить ячейку **C11**. Сместить курсор на правый нижний угол этой ячейки, при изменении вида курсора с белого на черный крестик, нажать ЛКМ и, не отпуская ее, протащить курсор до ячейки **G11**. Отпустить ЛКМ.

Найти наибольшее значение шага подачи:

В ячейку **C12** ввести «**=МАКС(C4:C10)**», нажать **Ввод**. По аналогии с предыдущим пунктом заполнить ячейки вправо **D13-G13**.

Найти наименьшее значение шага подачи:

В ячейку **C13** ввести «**=МИН(C4:C10)**», нажать **Ввод**. По аналогии с предыдущим пунктом заполнить ячейки вправо **D14-G14**.

Найти значения квадратичных отклонений для каждого шага подачи:

В ячейку **C15** ввести «**=СТЕПЕНЬ((C4-\$C\$11);2)**», нажать **Ввод**. По аналогии с предыдущим пунктом заполнить ячейки вниз с **C15** до **C22**. Затем выделить ячейки **C15-C21** и заполнить ячейки вправо **C15-G21**.

Найти значения среднеквадратичных отклонений для каждого шага подачи:

В ячейку **C22** ввести:

«**=СТЕПЕНЬ(СУММ(C15:C21)/(\$C\$25*(\$C\$25-1));0,5)**»,

нажать **Ввод**. По аналогии с предыдущим пунктом заполнить ячейки **D22-G22**.

Найти значения доверительного интервала для каждого шага подачи:

В ячейку **C23** ввести «**=\$C\$26*C22**», нажать **Ввод**. По аналогии с предыдущим пунктом заполнить ячейки вправо **D23-G23**.

При необходимости использовать команду **Границы** для выделения границ ячеек таблицы.

4. Создание диаграммы

Построить точечную диаграмму со значениями, соединенными сглаживающей линией.

Ввести исходные данные, необходимые для построения графика величины подачи при первой скорости подачи;

Перед переходом на закладку «**Ряд**» убедиться в том, что в строке «*Диапазон*» отсутствует какое либо значение, если значение присутствует, то его необходимо удалить.

В активную строку напротив слова «*Имя*» ввести с клавиатуры имя ряда – «*Скорость 1*».

Для задания средних экспериментальных значений подачи «*Значения X*» указать ячейки **C11-G11**, для задания значения доверительного интервала «*Значения Y*» – **C23-G23**.

В результате выполнения данного пункта окно *Мастера диаграмм* должно принять вид, показанный на рис. 9.

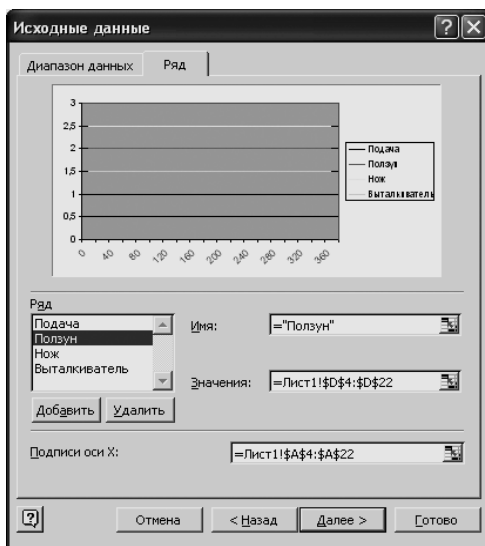


Рис. 9. Вид окна *Мастер диаграмм* после задания Исходных данных

При оформлении указать название осей диаграммы.

5. Подготовка к печати

Сделать цвет *Области построения диаграмм* белым (если он любого другого цвета). Для этого выделить *Область построения диаграммы*, затем, нажав правой кнопкой мыши на выделенную область построения, выбрать «**Формат области диаграммы**». В появившемся окне в пункте «**заливка**» поставить флажок напротив слова «*прозрачная*» (ячейка под словом «*образец*» должна погаснуть).

Лабораторная работа №2					
Таблица	№1	Экспериментальные данные при первой скорости подачи			
Шаг	1	2	3	4	5
H1	3,1	8,05	14,6	19,95	25,65
H2	3	8,03	14,65	20,21	26,03
H3	2,95	8,06	14,9	20,58	26,56
H4	3,05	8,07	14,3	19,72	25,34
H5	3,03	8,01	14,25	19,65	25,26
H6	3,01	8,06	14,45	19,94	25,6
H7	3,04	8,02	14,3	19,71	25,34
Hср	3,025714	8,042857	14,47857	19,96571	25,68286
Hмакс	3,1	8,07	14,9	20,58	26,56
Hмин	2,95	8,01	14,25	19,65	25,26
(H _i -H _{ср}) ²					
1кв.откл.	0,005518	5,1E-05	0,000459	0,000247	0,00108
2кв.откл.	0,000661	0,000165	0,029388	0,059676	0,120508
3кв.откл.	0,005733	0,000294	0,177602	0,377347	0,76938
4кв.откл.	0,00059	0,000737	0,031888	0,060376	0,117551
5кв.откл.	1,84E-05	0,00108	0,052245	0,099676	0,178808
6кв.откл.	0,000247	0,000294	0,000816	0,000661	0,006865
7кв.откл.	0,000204	0,000522	0,031888	0,06539	0,117551
S	0,017574	0,00865	0,08787	0,125676	0,176726
Интервал	0,048856	0,024048	0,244278	0,34938	0,491297
p	7				
t	2,78				

Скорость 1

Выводы:	
Выполнил	Проверил Дата

Рис. 10. Готовый отчет

Просмотр для печати.

С помощью меню **Файл** вызвать команду **Предварительный просмотр**. Сместить бегунок и просмотрите, сколько листов будет отправлено на печать. Лист должен быть один. Если лист один и информация на нем размещена правильно (рис. 10), то перейти на пункт 7.

6. Размещение диаграмм

Нажать кнопку **«Поля»**, после этого кнопку **«Заккрыть»**. Ориентируясь на пунктирную линию, показывающую размеры листа формата А4, расположить диаграмму так, как это показано на рис. 10. Вызвать с помощью меню **Файл** команду **Предварительный просмотр**. Убедиться, что на печать будет отправлена одна страница. Если страниц больше, то необходимо вернуться к началу пункта и правильно разместить диаграмму.

7. Печать диаграммы

Нажать на *панели инструментов* на кнопку **«Печать»**, проверить правильность результатов работы.

Лабораторная работа № 2

ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ РОБОТИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ

Цель работы: изучение состава и работы робототехнического комплекса (РТК) на основе промышленного робота ПМР-0,5-200КВ, составление и отладка программы работы робота.

Задание:

- ознакомиться с особенностями применения промышленных роботов и с оборудованием, входящим в состав роботизированного листоштамповочного комплекса;
- изучить кинематическую схему привода манипулятора и захватного устройства промышленного робота ПМР-0,5-200КВ;
- изучить устройство и принцип набора программ на электронном цикловом программном устройстве (ЭЦПУ-6030);
- составить алгоритм работы РТК (в соответствии с заданием преподавателя);
- составить и набрать программу работы РТК, проверить ее выполнение, построить циклограмму работы комплекса;
- оптимизировать программу работы РТК, например, за счёт совмещения исполнения команд во времени, проверить ее выполнение, построить циклограмму оптимизированного варианта;
- составить отчет о проделанной работе.

1. ПРИМЕНЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ

Промышленные роботы находят все более широкое применение, заменяя человека на участках с опасными, вредными для здоровья, тяжелыми или монотонными условиями труда. Особенно важно, что

промышленные роботы можно применять для выполнения работ, которые не могут быть механизированы или автоматизированы традиционными средствами. Они создают предпосылки для перехода к качественно новому уровню автоматизации – созданию автоматических производственных систем, работающих с минимальным участием человека.

Одно из основных преимуществ ПР – возможность быстрой переналадки для выполнения задач, различающихся последовательностью и характером манипуляционных действий. Поэтому применение ПР наиболее эффективно в условиях частой смены объектов производства, а также для автоматизации ручного или малоквалифицированного труда.

В основном на машиностроительных заводах ПР используются для обслуживания кузнечно-прессового и литейного оборудования, а также металлорежущих станков. Также они применяются на операциях сварки, окраски и сборки.

2. СОСТАВ И РАБОТА РОБОТОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ

В состав РТК для листовой штамповки из штучных заготовок (рис. 1) входят: кривошипный пресс 1, промышленный мини-робот (ПМР-0,5-200КВ) 2, электронное цикловое программное устройство (ЭЦПУ-6030) 3, ориентирующее устройство магазинного типа 4.

В операциях ОМД промышленные роботы используются, в основном, для загрузки заготовок на позицию штамповки, удаления готовых деталей и отходов, а также в качестве транспортных средств для передачи заготовок с одной позиции штамповки на другую.

В рассматриваемом РТК промышленный робот берет заготовки на позиции выдачи (ориентирующее устройство 4), переносит ее на позицию штамповки (штамп 5). Затем следует технологическая операция штамповки, по окончании которой робот удаляет отштампованную деталь в тару или переносит ее на следующую операцию обработки. После этого цикл повторяется.

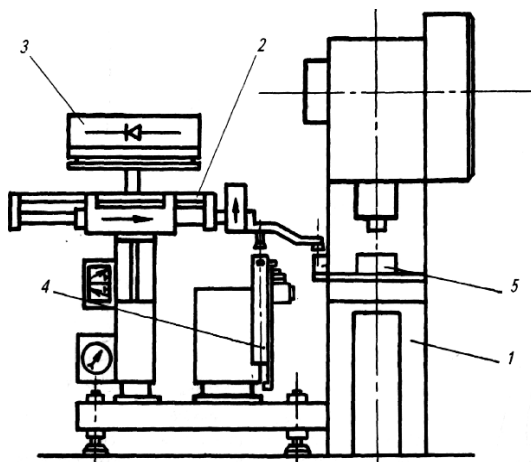


Рис. 1. Состав роботизированного комплекса: 1 – кривошипный пресс; 2 – промышленный мини-робот; 3 – электронное цикловое программное устройство; 4 – ориентирующее устройство магазинного типа; 5 – штамп

Управление работой РТК осуществляется с пульта циклового управления ЭЦПУ-6030 путем задания программы.

3. ОПИСАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ, ВХОДЯЩЕГО В СОСТАВ РТК

Пресс К2114 (К2118Б)

Пресс К2114 (К2118Б) является однокривошипным прессом простого действия с наклоняемой станиной. Он предназначен для различных операций холодной штамповки, вырубки, пробивки отверстий, гибки, неглубокой вытяжки, просечки и других холодноштамповочных операций. По универсальности пресс применяется почти во всех областях промышленности.

Конструктивные особенности пресса:

- а) наклоняемая станина;
- б) регулируемый ход ползуна;
- в) централизованная система смазки;
- г) предохранительные устройства: по крутящему моменту – муфта, по усилию – ломкий предохранитель в ползуне.

Таблица 1 – *Краткие характеристики прессы К2114 (К2118Б)*

Наименование параметров	Единица измерения	Модель прессы К2114 (К2118Б)
1. Номинальное усилие прессы	тс	2,5 (6,3)
2. Ход ползуна: наибольший	мм	30 (45)
наименьший	мм	4 (5)
3. Число ходов ползуна в минуту		200;270;340;400 (150;200;250)
4. Размеры стола: – слева – направо	мм	260 (300)
– спереди – назад	мм	170 (200)
5. Размеры отверстия в столе:	мм	– (150)
– слева – направо	мм	– (100)
– спереди – назад	мм	90 (120)
– диаметр		
6. Размеры отверстия в ползуне под хвостовик штампа:		
– диаметр	мм	25 ^{+0,045} (32 ^{+0,045})
– глубина	мм	50 (55)
7. Расстояние от оси ползуна до станины (вылет)	мм	95 (110)
8. Наибольшее расстояние между столом и ползуном в его нижнем положении:		
– при наибольшем ходе	мм	150 (170)
– при наименьшем ходе	мм	163 (190)
9. Ход выталкивателя в ползуне	мм	5 (6)
10. Высота стола над уровнем пола	мм	810 (850)
11. Размеры ползуна:		
– слева – направо	мм	110 (170)
– спереди – назад	мм	80 (135)
12. Наибольшая толщина вырубki листа с пределом прочности 50 кгс/мм ² :		
– при непрерывных ходах	мм	0,5 (0,8)
– при одиночных ходах	мм	1,0 (1,6)
13. Наибольшая полезная работа на пластическую деформацию:		
– при непрерывных ходах и наибольших числах ходов в минуту	кгс/см	0,7 (2,8)
– при одиночных ходах и наименьших числах ходов в минуту	кгс/см	1,4 (5,6)
14. Расстояние между стойками станины в свету	мм	90 (120)
15. Регулировка расстояния между столом и ползуном	мм	25 (32)
16. Толщина штамповой плиты	мм	25 (32)
17. Габарит прессы:		
– слева – направо	мм	515 (590)
– спереди – назад	мм	800 (915)
– высота	мм	1535 (1795)
18. Вес прессы	кг	450 (570)

Промышленный мини-робот ПМР-0,5-200КВ

Промышленный робот ПМР-0,5-200КВ (рис. 2) предназначен для автоматизации операций штамповки, механической обработки, сборки, а также других технологических процессов, где необходимо осуществлять взятие, перенос и установку детали на технологическое оборудование.

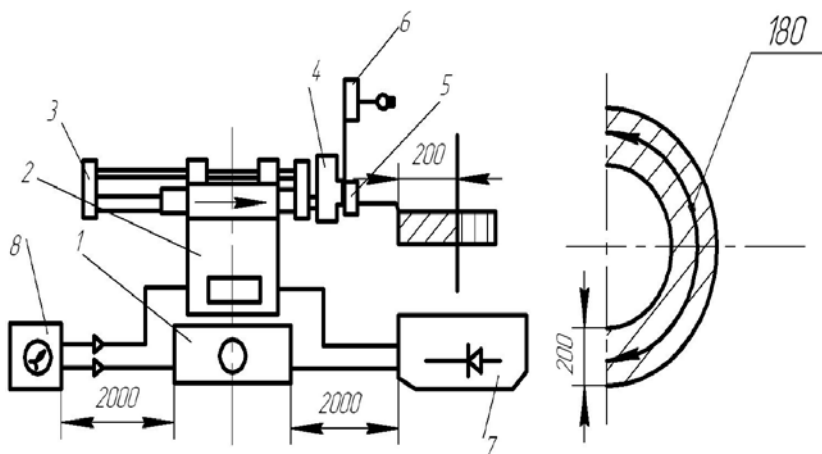


Рис. 2. Структурная схема промышленного робота ПМР-0,5-200КВ:

1 – модуль поворота (В-240); 2 – стойка (СК-8А); 3 – пневмоцилиндр манипулятора (ПД-200); 4 – кисть (К-25); 5 – захватное устройство вакуумное УЗВ-200; 6 – захватное устройство клещевое УЗК; 7 – пульт циклового управления (ЭЦПУ-6030); 8 – блок подготовки воздуха (ПБ-1 16/10)

Мини-робот ПМР-0,5-200КВ имеет модульную конструкцию. В его состав входят: модуль поворота (В-240) 1; стойка (СК-8А) 2, предназначенная для закрепления манипулятора и распределения сжатого воздуха; пневмоцилиндр манипулятора (ПД-200) 3; кисть для вертикального перемещения рабочих органов робота (К-25) 4; захватное устройство (двух типов – клещевое УЗК 6 и вакуумное УЗВ-200 5); пульт циклового управления (ЭЦПУ-6030) 7; блок подготовки воздуха (ПБ-1 16/10) 8.

Характеристики мини-робота приведены в табл. 2.

Таблица 2 – *Характеристики мини-робота*

Масса перемещаемого изделия, не более, кг	0,5
Число степеней подвижности (без захвата)	3
Величина горизонтального перемещения манипулятора, мм	200
Величина вертикального перемещения кисти, мм	35
Максимальный угол поворота манипулятора, град	180
Погрешность позиционирования, мм при линейных перемещениях при повороте	0,05 0,1
Средняя скорость перемещения, не менее, мм/с горизонтального вертикального	220 100
Средняя скорость поворота, не менее, град/с	90
Время захвата и освобождения заготовки, не более, с	0,3
Способ управления	программный
Число программируемых точек по каждой степени подвижности	2
Тип привода	пневматический
Режимы работы	ручной команда цикл автомат
Масса мини-робота, не более, кг	90
Габаритные размеры манипулятора, мм	1100x300x540

Манипулятор мини-робота состоит из двухпредельного пневмоцилиндра и стойки, смонтированных на модуле поворота. Для эксплуатации мини-робота на его манипулятор устанавливается кисть с различными вариантами захватов. Устройство управления ЭЦПУ-6030 монтируется отдельно и соединяется с манипулятором кабелями.

Сжатый воздух подается к электропневматическим клапанам манипулятора через узел подготовки воздуха, который обеспечивает постоянство необходимого давления, подачу воздуха и смазки в пневмоцилиндре. Электропневматические клапаны установлены в манипуляторе на каждое движение. Каждый клапан снабжен дросселем, установленным на выходе, при помощи которого можно регулировать скорость движения.

Работа манипулятора производится по конечным регулируемым упорам. Амортизация выдвигания и поворота манипулятора осуществляется специальными гидравлическими демпферами. Амортизация подъема-опускания кисти осуществляется дросселированием подачи воздуха.

Последовательность и количество движений устанавливается набором программы на устройстве управления ЭЦПУ-6030 установкой переключателей согласно кодам команд на верхнем и нижнем рядах переключателей в соответствии с принятой схемой реализации технологического процесса.

Сигнал о выполнении каждого движения, за исключением захвата, выдают магнитоуправляемые электрические контакты (КЭМ) при подходе к ним постоянных магнитов, установленных на подвижных частях. Только после получения сигнала о выполнении движения происходит выдача команды на выполнение следующего движения. При отсутствии сигнала от КЭМ о выполнении движения происходит остановка мини-робота до получения сигнала.

Промышленный мини-робот ПМР-0,5-200КВ поставляется заводом-изготовителем в комплекте с универсальной станиной со стойками. На стойках крепятся узлы робота и вспомогательное оборудование (например, ориентирующее устройство).

Электронное цикловое программное устройство ЭЦПУ-6030

Устройство циклового программного управления ЭЦПУ-6030 предназначено для управления манипуляторами с позиционированием по упорам и соответствующим технологическим оборудованием. Оно рассчитано на отработку 30 шагов программы.

Устройство состоит из следующих основных узлов и блоков (рис. 3):

- пульт управления, обеспечивающий задание режимов работы устройства, выполнение операций включения-выключения питания, запуска в работу, а также ручное управление звеньями манипулятора;
- программоноситель, предназначенный для набора и хранения требуемой программы работы робота;

- блок усилителей, обеспечивающий выдачу управляющих команд на распределители манипулятора и технологическое оборудование;
- блок питания, обеспечивающий питание электронного оборудования, датчиков манипулятора и технологического оборудования.

Блок управления формирует команды управления исполнительными органами манипулятора и технологическим оборудованием на основании информации, поступающей с программносителя, сигналов от датчиков положения звеньев манипулятора и состояния управляющих органов на пульте управления.

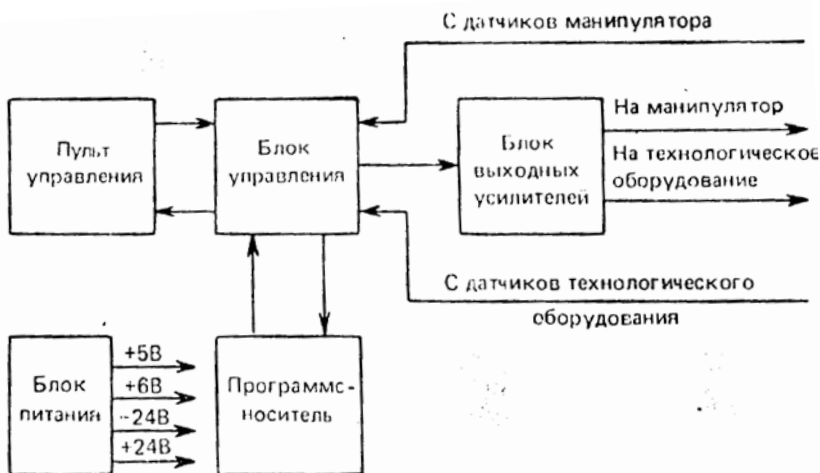


Рис. 3. Электронное цикловое программное устройство

Пульт управления предназначен для оперативного управления устройством и отображения состояния робота.

С пульта управления можно задать один из следующих режимов работы устройства: РУЧНОЙ, КОМАНДА, ЦИКЛ, АВТОМАТ.

В режиме РУЧНОЙ команды на манипулятор задаются с пульта управления и поступают на блок усилителей и далее на манипулятор для управления его подвижными органами. Контроль положения исполнительных органов манипулятора осуществляется с помощью табло индикации состояния звеньев манипулятора.

В режиме КОМАНДА устройство обеспечивает обработку одного кадра программы, набранной на программноносителе. После обработки команд, заданных в кадре, происходит остановка устройства.

В режиме ЦИКЛ устройство обеспечивает однократную обработку всех кадров программы.

В режиме АВТОМАТ устройство обеспечивает многократную обработку рабочего цикла робота.

При нажатии кнопки режима РУЧНОЙ на звено манипулятора выдается команда, мнемоническое изображение которой нанесено на табло над кнопкой, табло при этом загорается.

На пульте управления (рис. 4) расположены следующие органы управления:

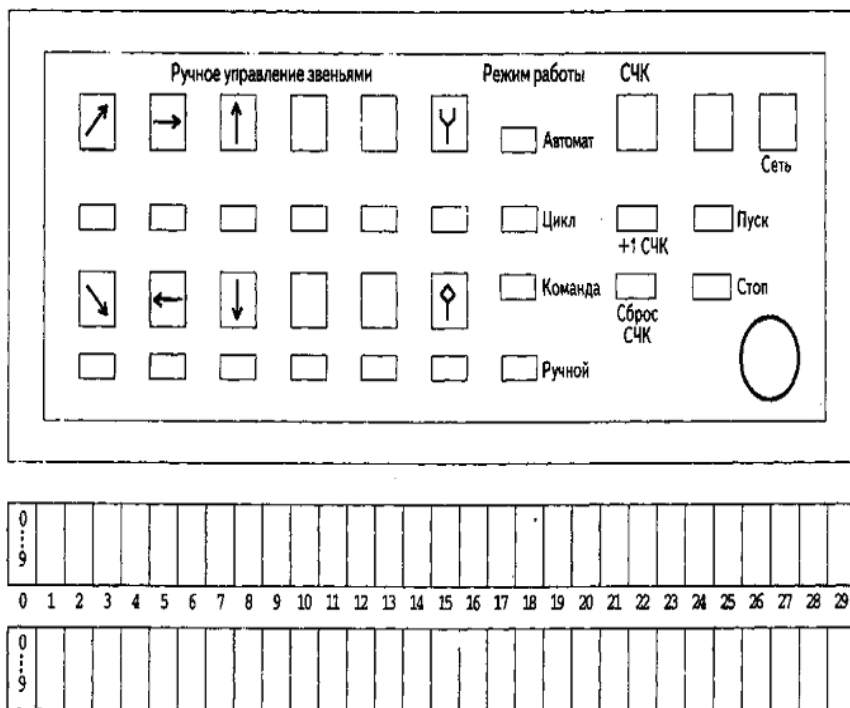


Рис. 4. ЭЦПУ 6030: программноноситель и пульт управления

- а) переключатель РЕЖИМОВ РАБОТЫ, устанавливающий один из четырех режимов работы (АВТОМАТ, ЦИКЛ, КОМАНДА или РУЧНОЙ);
- б) 12 кнопок ручного управления звеньями манипулятора;
- в) кнопка ПУСК, используемая для запуска устройства;
- г) кнопка СТОП, используемая для остановки устройства, работающего по программе;
- д) кнопка СБРОС СЧК, предназначенная для обнуления счетчика кадров;
- е) кнопка +1 СЧК, предназначенная для пуска программы с произвольного шага;
- ж) кнопка СЕТЬ.

На пульте также размещены следующие элементы индикации:

- а) табло индикации состояния звеньев манипулятора;
- б) табло РАБОТА, показывающие работу устройства по программе;
- в) табло десятичной индикации номера шага СЧК;
- г) табло СЕТЬ.

Кнопка ПУСК функционирует только в режимах АВТОМАТ, ЦИКЛ, КОМАНДА.

Программоноситель (рис. 4) выполнен в виде двух наборных полей из многопозиционных переключателей и размещен в верхней части устройства в специальной нише, закрываемой крышкой. Каждый кадр программы может содержать одну или две команды, набираемые на верхнем и нижнем полях программоносителя.

Выключение устройства (в том числе и аварийное) осуществляется кнопкой аварийного отключения устройства, расположенной в верхней части корпуса.

Программа составляется по циклограмме работы робота, которая разбивается по шагам. Максимальное число шагов рабочего цикла (а соответственно и программы) – 30. Программоноситель, на котором набирается программа, выполнен в виде двух наборных полей многопозиционных переключателей по 30 шт. в каждом поле (число шагов программы).

Наличие верхнего и нижнего полей программноносителя позволяет исполнять одну или две команды. Если в кадре при программировании соответствующая команда набирается на верхнем поле программноносителя, а на нижнем поле вместо знака устанавливается цифра 0, то данный кадр состоит из одной команды. Кадр также состоит из одной команды, если на верхнем поле вместо знака * устанавливается цифра 0.

Кадр совместной отработки формируется из двух команд, набираемых в одном шаге на верхнем и нижнем полях. Переход к следующему шагу происходит только после отработки команд управления звеньями манипулятора, набранных на программноносителе.

4. СОСТАВЛЕНИЕ, НАБОР И ОТЛАДКА ПРОГРАММЫ РАБОТЫ РТК

Составление программы начинается с записи цепочки логической последовательности срабатывания всех элементов робота и технологического оборудования (кадров программы). При этом необходимо предусмотреть все движения манипулятора, необходимые для осуществления требуемой последовательности перемещения и обработки детали.

Составление программы всегда целесообразно сочетать с построением циклограммы, на которой по оси абсцисс отработка той или иной команды откладывается в масштабе времени. Время отработки команды определяется из паспортных данных промышленного робота и оборудования и может быть рассчитано по формуле:

$$t = \frac{s}{v} \text{ или } t = \frac{\alpha}{\omega},$$

где s – величина линейного перемещения, м;

α – величина углового перемещения, град;

v – скорость линейного перемещения, м/с;

ω – скорость углового перемещения, град/с.

Циклограмма строится по результатам эксперимента, значения которого записываются в табл. 3. После построения циклограммы определяется общее время цикла

$$T_{ц} = \sum_{i=1}^n t_i.$$

Набор программы робота осуществляется путем набора соответствующих сочетаний чисел (кодов) на программноносителе ЭЦПУ-6030.

На наборной секции на верхней и нижней строках набираются цифровые коды, обеспечивающие выполнение той или другой команды заданной программы. В каждом кадре может быть записана одна или две команды, набранные на верхнем и нижнем поле программноносителя.

Таблица 3 – *Результаты эксперимента*

№.	Команда	Код	Линейное перемещение, мм	Время, с	Циклограмма
1	поворот (вправо)	1/0		0,9	
2	выдвижение захвата	3/0		1,0	
3	опускание захвата	0/1		0,35	
4	захват заготовки	0/5		0,3	
5	подъем захвата	0/2		0,35	
6	втягивание захвата	4/0		1,0	
7	поворот (влево)	2/0		0,9	
	и т. д.				









Стандартные коды команд приведены в табл. 4.

Система стандартных команд разбита на 4 группы:

- 1) команды управления звеньями манипулятора (12 команд);
- 2) команды управления технологическим оборудованием (6 команд);
- 3) команды опроса датчиков (4 команды) и «выдержка времени» (команды опроса используются для проверки блокировочных сигналов со спец-датчиков, расположенных на манипуляторе или технологическом оборудовании);
- 4) команды управления – пропуск кадра, переход к нужному кадру и т.д.

Если в кадре при программировании соответствующая команда набирается на верхнем или нижнем поле, а на другом поле набирается цифра 0, то данный кадр состоит из одной команды. Кадр совместной обработки формируется из двух команд, например, «вперед» и «вверх» могут быть записаны в двух кадрах 3/0; 0/2, в одном 3/2. Кадры совместной обработки используются для оптимизации программы с целью уменьшения общего времени цикла.

Таблица 4 – *Стандартные коды команд*

Группа	Команда	Название команды	Обозначение	Код	
				верхнее поле	нижнее поле
1	1	Звено 1-1 поворот вправо		2	0
	2	Звено 1-2 поворот влево		1	0
	3	Звено 2-1 рука вперед		3	0
	4	Звено 2-2 рука назад		4	0
	5	Звено 3-1 опускание захвата		0	2
	6	Звено 3-2 подъем захвата		0	1
	7	Звено 4-1		0	3
	8	Звено 4-2		0	4
	9	Звено 5-1 присоски включ.		5	0
	10	Звено 5-2 присоски выкл.		6	0
	11	Звено 6-1 вкл. захвата		0	5
	12	Звено 6-2 выкл. захвата		0	6
2	13	Тех. команда 1		9	1
	14	Тех. команда 2		9	2
	15	Тех. команда 3		9	3
	16	Тех. команда 4		9	4
	17	Тех. команда 5		9	5
	18	Тех. команда 6		9	6
3	19	Опрос 1		7	0
	20	Опрос 2		8	0
	21	Опрос 3		0	7
	22	Опрос 4		0	8
4	23	Выдержка времени		0	9
	24	Пропуск		9	7
	25	Переход		9	8
	26	Остановка		9	9
	27	Конец программы		0	0

Типовой пример построения алгоритма и программы РТК

Пусть манипулятору требуется перенести деталь из точки a в точку b . Используем для этой операции захватное устройство манипулятора. В исходном положении захватное устройство открыто и находится в точке b .

На рис. 5 показана последовательность перемещений манипулятора (вид сверху), а в табл. 5 – вариант программы (вариант 1), записываемой в запоминающее устройство системы управления.

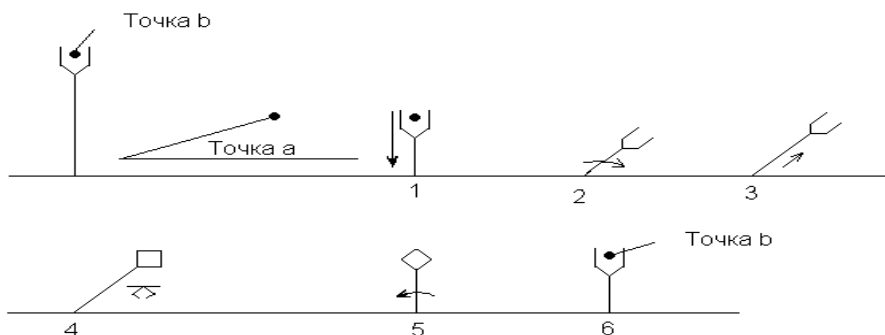




Рис. 5. Последовательность перемещения манипулятора:
1, 2, ... – номера позиций (перемещений) манипулятора

Таблица 5

Номер перемещения промежуточной точки	Символика перемещения	Комментарий
1	●	Перемещение ИУ назад
2	↻	Поворот по часовой стрелке
3	⊗	Выдвижение ИУ вперед
4	⊞	Захватное устройство закрыто
5	↺	Поворот против часовой стрелке
6	⊟	Захватное устройство открыто

Программа выполнения работы

1. Подготовить устройство к работе в режиме обучения.
2. Записать программу в модуль памяти (вариант 1).
3. Составить программу (вариант 2) переноса детали с выдержкой 3,5 с в точке 2 (табл. 4).
4. Записать программу в модуль памяти.
5. Проверить работу программ в режиме обучения.
6. Составить алгоритм работы устройства при отработке координат по времени в режиме обучения.
7. Перейти к работе в автоматическом режиме. Установить переключатель **НОМЕР ПРОГРАММЫ** в необходимое положение.
8. Установить масштаб таймера кнопкой .
9. Нажать кнопку автоматической работы .
10. Нажать кнопку ПУСК.
11. Для прерывания программы нажать кнопку СТОП.

После составления и набора программы на программоносителе необходимо проверить ее выполнение сначала в режиме «КОМАНДА», а затем в режиме «ЦИКЛ». Если все команды отрабатываются промышленным роботом правильно, то пульт управления переключается в режим «АВТОМАТ» и РТК начинает работать в автономном режиме.

5. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Подготовка к работе

Подготовка к работе робота ПМР-0,5-200КЗ сводится к приведению в готовность его составных частей:

- манипулятора;
- пневмооборудования;
- устройства ЭЦПУ-6030.

По манипулятору проводится проверка наличия масла и смазки, установка упоров, регулировка амортизаторов.

По пневмооборудованию:

- откройте запорный вентиль;

– установите редукционным клапаном по манометру давление воздуха 0,4 МПа (4 кг/см²).

По устройству ЭЦПУ-6030:

– включите питание нажатием кнопки «Сеть». При этом загорается лампочка «Сеть»;

– поставьте кнопочный переключатель режимов в положение «Ручной»;

– проверьте в ручном режиме готовность к работе робота: по скорости перемещения каждой степени подвижности, по эффективности торможения в конце установленных ходов механизмов выдвижения и поворота руки.

Составление алгоритма работы робота и набор программы:

1. Выбрать технологический процесс, подлежащий программированию, и составить алгоритм работы робота, например, в форме: – ПР берет с ориентирующего устройства заготовку, подает ее на позицию штамповки, после штамповки убирает из штампа готовую деталь.

2. Записать в графе циклограммы (см. рис. 4) последовательность команд для робота, пресса и т. д., обеспечивающих отработку выбранного техпроцесса.

3. Пользуясь табл. 1, закодировать команды. Коды записать в графу 3 табл. 2.

4. В соответствующей графе циклограммы проставьте время линейных перемещений рабочих органов РТК и время выполнения команд.

5. Постройте ходограмму работы РТК.

6. Построить в графе 5 циклограмму и определить время цикла работы РТК $T_{ц}$.

7. Произвести оптимизацию программы, скорректировать коды команд и циклограмму.

8. Отработать все команды в ручном режиме.

9. Набрать программу на программоносителе.

10. Проверять правильность отработки набранных команд в режиме «КОМАНДА».

11. Проверить программу в режимах «ЦИКЛ» и «АВТОМАТ».

12. Сделать выводы по работе.

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каковы составные части РТК?
2. Основные узлы ПМР-0,5-200КВ и их назначение.
3. Каково устройство и принцип действия манипулятора и его узлов: захвата, подъема, поворота и выдвигания захвата?
4. Перечислить составные части и назначение устройства ЭЦПУ-6030.
5. Как изменяются режимы работы ПР?
6. Как кодируется и набирается программа?
7. Для чего нужна и как строится циклограмма?
8. Для чего и как производится оптимизация программы?

7. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ №2 С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ MS EXCEL

1. Подготовка к работе.

Запустить **Excel** и создать новую книгу. Сохранить книгу.




2. Оформление отчета

В ячейки ввести информацию согласно табл. 6.


Таблица 6 – *Значения ячеек*

Ячейка	Ввести	Ячейка	Ввести
A3	Угол	F51	Дата
B3	Перемещение	F50	Проверил
C3	Движение поступательное	A25	Выводы
D3	Движение вращательное	D1	Лабораторная работа №3
E3	Направление перемещений	D2	Таблица №1 – Значения перемещений
A50	Выполнение команд	A4-A22	Значения угла поворота от 0 до 360
F3	Захват	B4-B22	Функция
G3	Движение вверх	D4-D22	Значения перемещения
H3	Втягивание захвата	F4-F22	Значения перемещения
I3	Поворот	H4-H22	Значения угла поворота

Обвести ячейки таблицы «Значения перемещений»:

Выделить левой кнопкой мыши группу ячеек **A3-I22**. Нажать на значок  расположенный в пункте Границы  и выбрать из меню кнопку .

3. Создание и редактирование диаграммы перемещений:

Запустить «**Мастер диаграмм**» нажав на пункт «**Диаграмма...**» в меню «**Вставка**» или на кнопку  – «**Диаграмма**» на Панели инструментов.

В открывшемся окне выбрать тип диаграммы «**График**», отображающий развитие процесса во времени или по категориям (рис. 6).

Нажать кнопку «**Далее**».

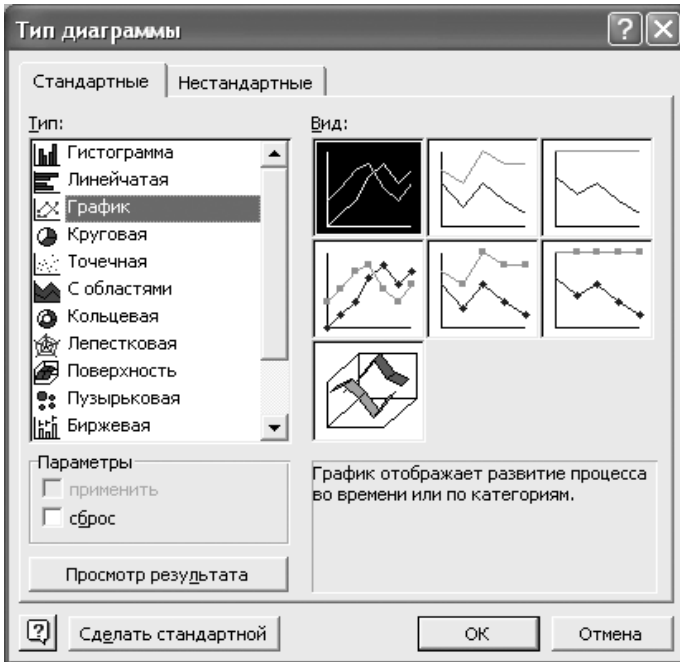




Рис. 6. Окно мастера диаграмм

Ввести исходные данные, необходимые для построения графиков.

На втором шаге построения диаграммы перед переходом на закладку «Ряд» убедиться в том, что в строке «Диапазон» отсутствует какое либо значение, если значение присутствует, то его необходимо удалить.

В верхней части окна *Мастера диаграмм* нажать на закладку «Ряд». После этого на кнопку «Добавить» в середине активного окна. Результатом станет появление графика с единственной точкой.

В активную строку напротив слова «Имя» ввести с клавиатуры имя ряда – «Подача».

Задайте экспериментальные значения перемещения манипулятора. Для этого нажать на кнопку  напротив фразы «Значения». Окно *Мастера диаграмм* свернется в полосу. Выделить курсором с помощью ЛКМ ячейки **B4 – B22**. Вокруг выделенных ячеек побегут штрихи, а в активном окошке появиться надпись – «Лист1!\$B\$4:\$B\$22». Нажать на кнопку  в активном окне. Результатом станет переход к предыдущему окну. Убедиться в том, что окно имеет вид как на рис. 7.

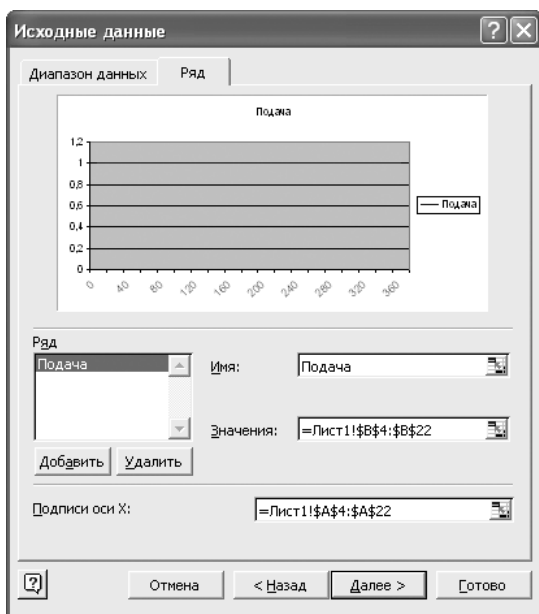


Рис. 7. Ввод исходных данных необходимых для построения диаграммы

Нажать кнопку «Добавить» и ввести по аналогии с предыдущим пунктом данные, необходимые для построения графика **Перемещения манипулятора**. Правильным результатом будут записи в строке значений, представленные в табл. 7.

Таблица 7 – *Результат ввода данных в ячейки*

Захват	=Лист1!\$B\$4:\$B\$22
Манипулятор	=Лист1!\$D\$4:\$D\$22
Поворотная стойка	=Лист1!\$F\$4:\$F\$22
Привод	=Лист1!\$H\$4:\$H\$22

По аналогии с предыдущим пунктом задать значения пункта «*подписи по оси X*» указав ячейки **A4-A22**. Окно мастера диаграмм примет вид, показанный на рис. 7.

В результате выполнения данного пункта окно *Мастера диаграмм* должно принять вид, показанный на рис. 8.

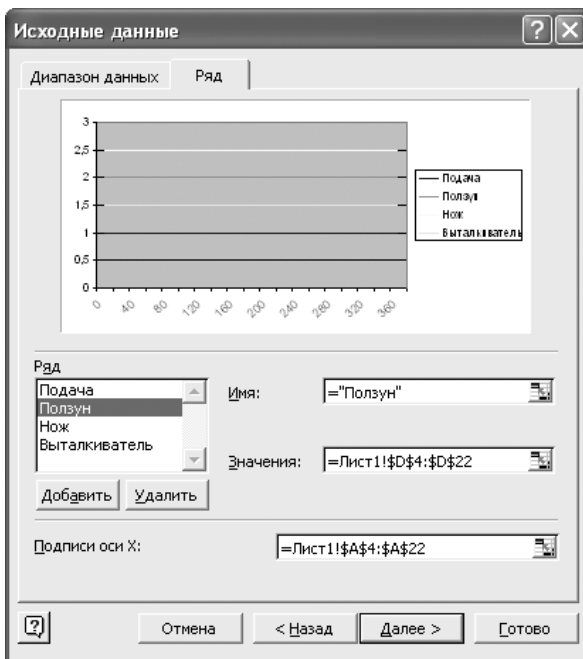


Рис. 8. Вид окна *Мастер диаграмм* после задания исходных данных.

Перейти к следующему шагу построения диаграммы, нажав в нижней части активного окна на кнопку «Далее».

Оформить диаграмму:

В пустых строках под соответствующей надписью набрать информацию, представленную в табл. 8.

Таблица 8 – *Информация для ввода*

Надпись	
Название диаграммы	Ходограмма
Ось X (Значений)	Поворот, град.
Ось Y (значений)	Вел. перемещения, мм.
Ось Z (Значений)	

Перейти к закладке «Легенда» и проверить, стоит ли флажок напротив фразы «Добавить легенду». Если флажка нет, то его необходимо поставить.

Нажать на кнопку «Готово» для завершения построения диаграммы.

4. Обработка экспериментальных данных:

Заполнить свободные ячейки таблицы «Значения перемещений» согласно правилу:

- в ячейки, в которых осуществляется холостой ход, ввести значение 1;
- в ячейки, в которых осуществляется рабочий ход значение 2;
- в ячейки, в которых не осуществляется перемещение, ничего не вводить.

Создать схему по аналогии с пунктом III диаграммы для описания всех движений, где для каждого движения диаграмма создается отдельно).

В окне *Тип диаграммы* указать «Гистограмма», подтип – обычная гистограмма, отображающая значение различных категорий.

Исходные данные, необходимые для построения соответствующих диаграмм, должны содержать ссылки на ячейки, содержащие информацию по каждому движению (табл. 9).

Таблица 9 – *Исходные данные для построения диаграмм*

Захват	=Лист1!\$C\$4:\$C\$22
Манипулятор	=Лист1!\$E\$4:\$E\$22
Поворотная стойка	=Лист1!\$G\$4:\$G\$22
Привод	=Лист1!\$I\$4:\$I\$22

Подписи по осям и название диаграммы вводить не нужно.

5. Подготовка к печати

Сделать цвет всех *Областей построения диаграмм* белым (если он другого цвета). Для этого выделить «Область построения диаграммы», затем, нажав правой кнопкой мыши на выделенную область построения, выбрать «**Формат области диаграммы**». В появившемся окне в пункте «*Заливка*» поставить флажок напротив слова «*прозрачная*» (ячейка под словом «*образец*» должна погаснуть).

Просмотр для печати.

С помощью меню **Файл** вызвать команду **Предварительный просмотр**. Сместить бегунок и посмотреть, сколько листов будет отправлено на печать. Таких листов должно быть два: один – содержать **Таблицу** со значениями времени выполнения движений и циклограмму, второй – ходограмму работы робота по характеру движений и команд. Если листов два и информация на них размещена правильно (рис. 9), то перейти на пункт 7.

6. Размещение диаграмм:

Нажать кнопку «**Поля**», после этого кнопку «**Закорить**». Ориентируясь на пунктирную линию, показывающую размеры листа формата А4, расположить все диаграммы так, как это показано на рис. 9.

Лабораторная работа №1						
Таблица №1. Значения перемещений						
Угол		Движение				
0	34,5	2	0	0	0	0
20	32,5	2	1,5	2	0	0
40	29	2	11,5	2	0	0
60	24,5	2	24	2	0	0
80	20	2	37	2	0	0
100	14,5	2	52	2	0	0
120	9,5	2	65	2	0	5
140	5,5	2	75	2	0	25
160	3	2	81	2	0	42
180	3	2	82	2	0	45
200	5,5	2	78	2	4	31
220	8,5	2	72	2	22	13
240	13,5	2	59	2	40	10
260	18,5	2	45	2	40	0
280	24	2	30	2	40	0
300	28	2	16	2	40	0
320	32	2	4	2	20	0
340	34	2	0	3	2	0
360	34,5	2	0	0	0	0

Выводы

Выполнил _____ Проверил _____
Дата _____

Рис. 9. Готовый отчет

Вызвать с помощью меню **Файл** команду **Предварительный просмотр**. Убедиться, что на печать будет отправлено две страницы. Если страниц больше, то необходимо вернуться к началу пункта и правильно разместить диаграммы.

7. Печать диаграммы:

Нажмите на панели инструментов на кнопку **«Печать»**.

СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа № 1. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОДАЧИ ПОЛОСОВЫХ И ЛЕНТОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКЕ	3
1. Краткие сведения о подачах	4
2. Автоматизация процессов холодной листовой штамповки на пресс-автомате ВРА-75	11
3. Порядок выполнения работы	15
4. Обработка результатов эксперимента	16
5. Контрольные вопросы	17
6. Обработка результатов лабораторной работы №2 с помощью программы MS EXCEL	17
Лабораторная работа № 2. ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ РОБОТИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ	23
1. Применение промышленных роботов	23
2. Состав и работа робототехнического комплекса листовой штамповки	24
3. Описание оборудования, входящего в состав РТК.....	25
4. Составление, набор и отладка программы работы РТК.....	33
5. Порядок выполнения работы.....	37
6. Контрольные вопросы.....	39
7. Обработка результатов лабораторной работы №2 с помощью программы MS EXCEL	39

Учебное издание

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
НА БАЗЕ ПРЕСС-АВТОМАТОВ
И РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ**

Методические указания к лабораторным работам

Составитель:

Станислав Федотович Глушенко

Редактор И.И. Спиридонова
Доверстка И.И. Спиридонова

Подписано в печать 16.03.2016. Формат 60 x 84 1/16.

Бумага офсетная. Печать офсетная. Печ. л. 3,0.

Тираж 100 экз. Заказ . Арт. – 49/2016.

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет) (СГАУ)

443086 Самара, Московское шоссе, 34.
Изд-во СГАУ 443086 Самара, Московское шоссе, 34.

