

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Гомельский государственный технический университет  
имени П.О. Сухого»  
Кафедра «Обработка материалов давлением»

## СПЕЦОБОРУДОВАНИЕ В КУЗНЕЧНО- ШТАМПОВОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

КУРС ЛЕКЦИЙ

для студентов специальности

1-36 01 05 «Машины и технология  
обработки материалов давлением»  
дневной и заочной форм обучения

Гомель 2014

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Гидростатические и пневмостатические машины.....	4
1.1. Принцип действия и классификация .....	4
1.2. Гидростаты .....	4
1.3. Пневмостаты.....	6
2. Импульсные машины и установки .....	7
2.1. Принцип действия, классификация, общие сведения.....	7
2.2. Гидроимпульсные машины .....	9
2.3. Взрывные импульсные машины .....	14
2.4. Машины для штамповки продуктами сгорания газовой смеси ...	19
2.5. Гидроэлектроразрядные машины для штамповки электрическим разрядом в жидкости .....	20
2.6. Магнитно-импульсные машины .....	21
3. Кузнечно-штамповочные автоматы для объемной штамповки .....	24
3.1. Классификация и назначение .....	24
3.2. Однопозиционные автоматы для холодной объемной штамповки.....	26
3.3. однопозиционные автоматы с разъемной матрицей.....	29
3.4. Обрезные автоматы.....	31
3.5. Многопозиционные автоматы для холодной объемной штамповки .....	33
3.6. пресс-автоматы для штамповки шариков и роликов .....	40
3.7. проволочно-гвоздильные пресс-автоматы .....	42
3.8. Автоматы для горячей объемной штамповки .....	45
3.9. Основные механизмы кузнечно-штамповочных автоматов для объемной штамповки.....	49
3.10. Повышение производительности.....	60
и эффективности использования автоматов.....	60
для объемной штамповки .....	60
3.11. Гибочные автоматы.....	62
3.12. Универсально-гибочные прессы-автоматы .....	63
3.13. Автоматы пружинонавивочные .....	66
4. Листоштамповочные автоматы .....	73
4.1. Назначение и виды автоматов.....	73
4.2. Требования, предъявляемые к конструкциям многопозиционных автоматов.....	81
5. Кузнечно-штамповочные комплексы.....	84
5.1. Типовые структурные схемы комплексов заготовительно- штамповочного и кузнечного производств.....	84
6. Гибкие производственные комплексы (гпк).....	89
6.1. Комплексы заготовительного производства .....	91

6.2. Комплексы холоднолистовой штамповки .....	98
6.3. Автоматические линии холоднолистовой штамповки .....	114
7. Комплексы объемной штамповки .....	120
7.1. Комплексы для холодной объемной штамповки .....	120
7.2 комплексы для горячей объемной штамповки.....	121
8. Формообразующее оборудование для переработки порошковых материалов .....	127
8.1. Автоматы механические .....	129
8.2 прессы-автоматы и комплексы гидравлические .....	132

# ГИДРОСТАТИЧЕСКИЕ И ПНЕВМОСТАТИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

## 1.1. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ

Принцип действия гидростатических и пневмостатических машин (гидро- и пневмостаты) состоит в относительно медленном (квазистатическом) воздействии на деформируемый материал энергоносителем — жидкостной или газовой средой, давление которой достаточно для получения остаточных деформаций.

Статы можно классифицировать по виду среды, воздействующей на обрабатываемый материал (рис. 1.1).

В гидро- и пневмостатах скорость деформирования составляет 0,001—0,2 м/с, а время деформирования — от нескольких секунд до нескольких часов. Главным параметром является удельное усилие, создаваемое энергоносителем.

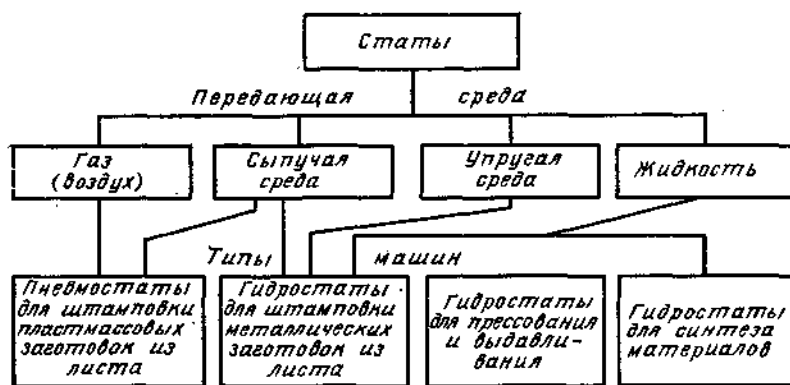


Рис. 1.1. Классификация гидро- и пневмостатических машин

## 1.2. ГИДРОСТАТЫ

Штамповка заготовок из листа. В машинах для гидростатической штамповки листовую заготовку устанавливают на матрицу и уплотняют специальным прижимным кольцом. В полость над заготовкой подается рабочая жидкость (вода, эмульсия или минеральное масло) под давлением от насоса. Давлением этой жидкости производят пластическое деформирование заготовки, придавая ей форму полости матрицы. После окончания деформирования происходит раскрытие штампа и удаление жидкости.

Раскрытие и закрытие штампа осуществляет рабочий гидравлический цилиндр, конструкция которого аналогична конструкции цилиндра

гидравлического пресса. Подачу жидкости под давлением производят от насоса или специального гидравлического цилиндра.

**Гидростатическое прессование и выдавливание.** Для повышения пластичности малопластичных и хрупких в обычных условиях материалов используют прессы для гидростатического выдавливания (прессования), в которых заготовки находятся в условиях неравномерного всестороннего сжатия. Так, по некоторым данным, относительная деформация вольфрама и молибдена может повыситься соответственно с 0 до 82% и с 33 до 86% при применении жидкости под давлением 2700 МПа.

Главным элементом гидростата является рабочая камера, представляющая собой толстостенный многослойный цилиндр, с одной стороны которого имеется матрица с отверстием, а с другой — затвор или крышка для загрузки заготовки. Заготовка уплотняется в месте контакта с матрицей с помощью уплотнительных устройств. В рабочую камеру подается рабочая жидкость под высоким давлением, достигающим 1000—2800 МПа. Заготовка, оказываясь под таким гидростатическим давлением, выдавливается в отверстие матрицы.

Рабочая жидкость в этом случае выполняет функции передающей среды и смазки. При давлении до 2000 МПа применяют минеральное масло, а при более высоких давлениях (до 3000 МПа) — глицерин и гликоль. На рис. 1.2 показана принципиальная схема гидростата для гидростатического выдавливания. Рабочая камера 1 этой установки представляет собой горизонтальную трубу, на одном конце которой находится матрица 2, а на другом — затвор 3 для загрузки заготовки 4. Над камерой расположен азотно-масляный мультипликатор 5, рабочая полость которого соединена с полостью рабочей камеры 1. Мультипликатор работает на азоте под давлением 20 МПа.

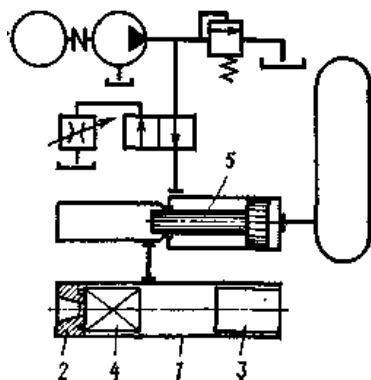


Рис. 1.2. Принципиальная схема гидростатической машины для выдавливания и прессования

За счет разности площадей поршня и плунжера мультипликатора (коэффициент мультипликации около 35) давление масла в его рабочей

полости повышается до 735МПа. Рабочей жидкостью служит касторовое масло. Скорость движения поршня мультипликатора, достигающую 0,5м/с, можно регулировать дросселированием слива из кольцевой полости мультипликатора. Под давлением масла производится выдавливание заготовки в отверстие матрицы.

Как показали исследования, толстостенные рабочие камеры можно применять только при давлении жидкости, не превышающей 1800МПа. В то же время для значительного повышения пластичности обрабатываемого материала необходимо давление 3500МПа. Чтобы использовать такое давление, применяют специальные контейнеры, в которых устанавливают рабочие камеры. Для компенсации радиальных деформаций рабочей камеры используется высокое наружное давление жидкости, создаваемое в контейнере.

Важным элементом установок для гидростатического выдавливания является уплотнение, в качестве которого используют тефлонные манжеты с кольцами из медно-бериллиевого сплава.

### **1.3. ПНЕВМОСТАТЫ**

В машинах для пневматической штамповки вместо жидкости используют воздух под давлением, который также подается в полость над заготовкой. Источником сжатого воздуха может служить заводская магистраль или специальный компрессор.

В машинах для вакуумной штамповки используют атмосферное давление воздуха. Для этого в полости матрицы (под заготовкой) создается разрежение (вакуум) с помощью вакуум-насоса.

Поскольку давление, создаваемое сжатым воздухом или атмосферой, невелико, машины и установки для пневматической и вакуумной штамповки применяют для деформирования листовых заготовок из пластмасс.

## 2. ИМПУЛЬСНЫЕ МАШИНЫ И УСТАНОВКИ

### 2.1. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ, КЛАССИФИКАЦИЯ, ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

К импульсным кузнечно-штамповочным машинам относятся механические (гидромеханические, электромеханические и др.) системы, в которых воздействие энергоносителя или передающей среды на обрабатываемый материал осуществляется со скоростью, зависящей от физических констант среды в течение короткого промежутка времени, в два и более раз короче периода наиболее медленных свободных колебаний системы. Обычно это тысячные и десятитысячные доли секунды.

В импульсных кузнечно-штамповочных машинах источниками энергии импульса (энергоносителями) служат гидроударные волны, химические вещества, электрические заряды. В качестве передающих сред используются твердые тела, жидкость, газ, электромагнитное поле.

По предложению Ю. А. Бочарова и Р. Д. Исковича-Лотоцкого (1977 г.) машины можно отнести в первом приближении к импульсным, если средний градиент нарастания скорости передающей среды во времени в процессе воздействия на деформируемый материал или промежуточное звено (плунжер, поршень и т. п.) превышает  $10^4$  м/с<sup>2</sup>:

$$\text{grad } \bar{v} = \int_0^{v_m} dv \left| \int_0^{t_p} dt \approx v_m/t_p > 10^4, \right. \quad (2.1)$$

где  $t_p$  — время разряда источника;  $V_m$  — наибольшая скорость распространения взаимодействий в передающей среде; например, в воздухе она приблизительно равна 300м/с, в воде — 1500м/с и стали — 5000м/с.

Вследствие импульсного характера приложения внешних сил на обрабатываемый листовой или трубчатый материал деформирование может продолжаться под действием инерционных сил и после прекращения внешней нагрузки, т. е.  $t_p \leq t_d$ .

Классификация импульсных машин по видам источника энергии импульса, передающей среды и среды, воздействующей на обрабатываемый материал, представлена на рис. 2.1. В характеристиках импульсных машин используется терминология, заимствованная из импульсной техники.

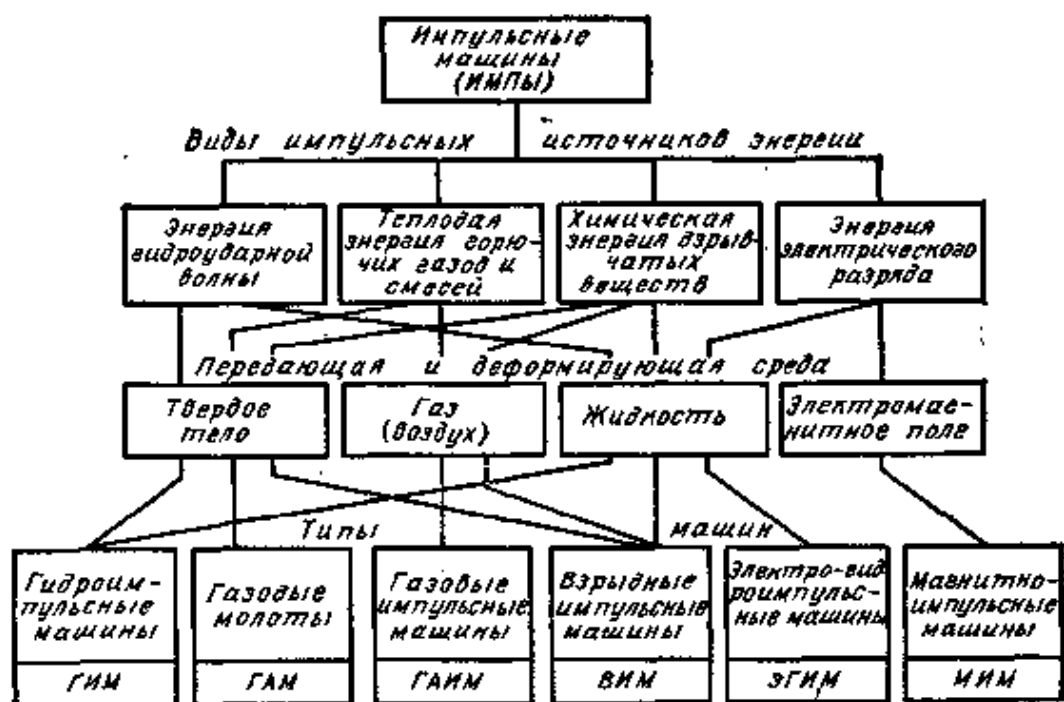


Рис. 2.1. Классификация импульсных машин

Главным параметром импульсных машин является энергия импульса.

По форме импульсы разделяют на прямоугольные, трапециевидные, треугольные, синусоидальные, с экспоненциальным срезом, с экспоненциальным фронтом и срезом (рис. 2.2, соответственно а—е). Импульс характеризуют следующие параметры (рис. 2.2, ж): фронт — линия Оа, выдержка — линия аб, срез — линия бс, амплитуда  $P_m$ ; время возмущения  $t_\phi$ , выдержки  $t_B$ , среза  $t_C$  и полное время импульса  $t_{II}$ .

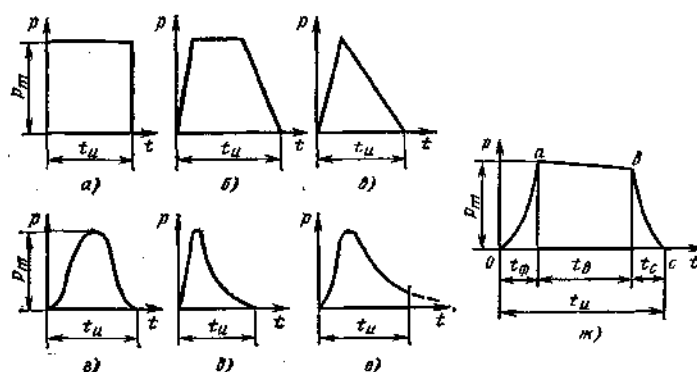


Рис. 2.2. Формы и параметры импульсов

Интенсивность чередующегося импульсного нагружения характеризуют периодом следования импульсов  $t_{cl}$  и паузой между соседними импульсами  $t_{II}$ . Частота следования

$$\nu = 1/t_{cl} \quad (2.2)$$



Скважность импульсного процесса

$$q_{\text{ск}} = t_{\text{сн}}/t_{\text{н}}$$

(2.3)

## 2.2. ГИДРОИМПУЛЬСНЫЕ МАШИНЫ

**Принцип действия и классификация.** К гидроимпульсным относятся машины, в которых для привода промежуточного звена (рабочей массы) или непосредственного деформирования материала используется импульс ударного давления жидкости.

Классификация гидроимпульсных машин приведена на рис. 2.3.

**Основы теории.** Основы теории гидроимпульсных машин использующих энергию ударной полуволны, разрабатывались А. И. Зиминым (1956, 1960 гг.), Л. М. Тарко (1957, 1963 гг.), А. Ф. Кагармановым (1964, 1978 гг.).

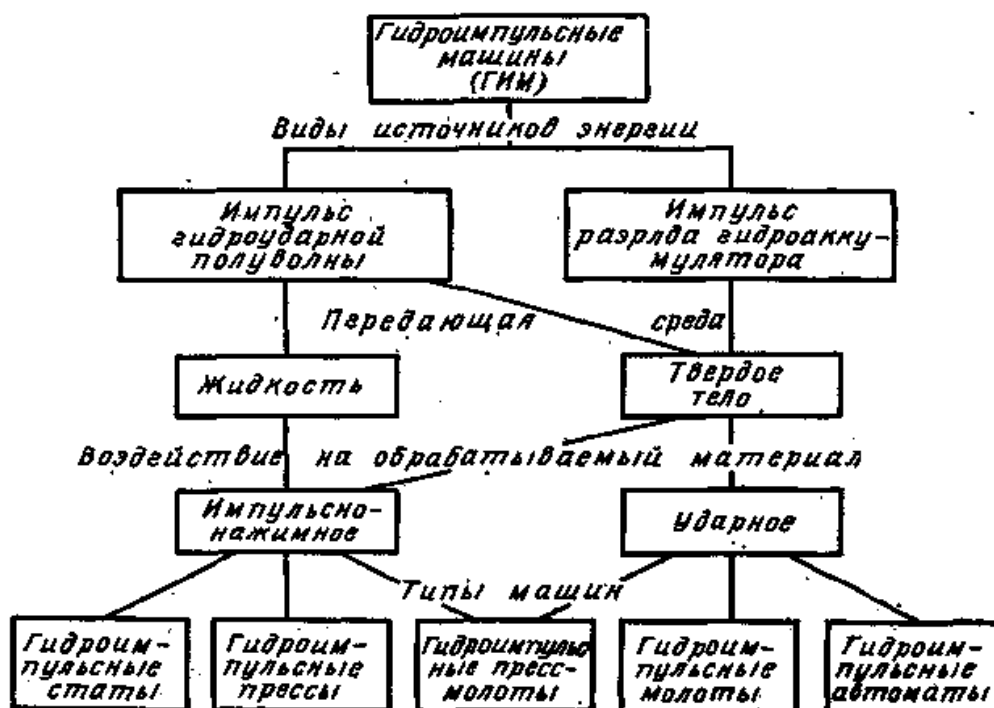


Рис. 2.3. Классификация гидроимпульсных машин

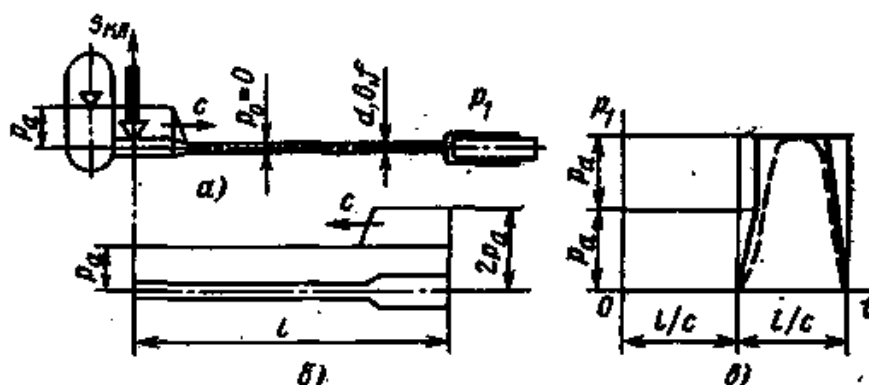


Рис. 2.4. Схема распространения упругой волны в гидролинии

При быстром открытии клапана в переходный период взаимодействуют разобщенные массы жидкости (рис. 2.4, а) и по трубе распространяется упругая волна сжатия со скоростью

$$c = \sqrt{\chi_{np}/\rho}, \quad (2.4)$$

где  $\chi_{np}$  — приведенный модуль упругости жидкости и трубы;  
 $\rho$  — плотность жидкости.

Если  $\chi_{np} \approx (1,3 \div 2) \cdot 10^3$  МПа и  $\rho \approx 10^3$  кг/м<sup>3</sup>, то  $c \approx 1140 \div 1410$  м/с.

Со скоростью волны распространяется деформация сжатия жидкости и расширения трубы (рис. 2.4, б). Упругое приращение объема выполняется потоком жидкости, который движется из аккумулятора под действием разности давлений  $p_a - p_0$  со скоростью, возрастающей на фронте волны скачком согласно формуле Н. Е. Жуковского:

$$v_{ж} - v_0 = v_{ж} = (p_a - p_0)/(\rho c) = p_a/(\rho c), \quad (2.5)$$

При  $p_a = 32$  МПа скорость  $V_{жс} = 22,7 \div 24$  м/с.

Через время  $t = l/c$  фронт волны с давлением  $p_a$  достигнет поршня, и волна отразится в обратном направлении: во всей трубе будет давление  $p_a$ , и весь столб жидкости, заключенный в ней, будет двигаться со скоростью  $V_{жс}$  согласно (2.5). Поток жидкости, встретив преграду, остановится, изменив скорость скачком от  $V_{жс}$  до  $V_0 = 0$ , и этот скачок скорости превратится в скачок давления:

$$\rho c (v_{ж} - v_0) = \rho c v_{жс} = p_a - p_0 = p_a, \quad (2.6)$$

Скачок давления добавится к давлению  $p_a$ , которое было в трубе к моменту  $t_1 = l/c$ . На фронте отраженной от поршня волны будет давление (рис. 42.4, в)

$$(p_a - p_0) + (p_a - p_0) = 2(p_a - p_0) = 2p_a, \quad (2.7)$$

Через время  $t_2 = t_1 + l/c = 2l/c$ , фронт отраженной волны достигнет клапана, и если клапан все еще открыт, — аккумулятора, где давление снова упадет до  $p_a$ . Чтобы этого не произошло, клапан к моменту  $t_2$  должен быть закрыт, тогда можно использовать энергию только положительной полуволны с давлением согласно (2.7).

Фронт волны (см. рис. 2.2, ж) формируется за время переходного процесса открытия клапана  $t_{\phi} = t_{o.k.}$ ; время выдержки  $t_B \approx 2l/c$  и время среза равно времени закрытия клапана  $t_c = t_{з.к.}$ . Для эффективного использования энергии положительной полуволны необходимо, чтобы

$$t_{o.k.} \approx t_{з.к.} \leq t_{\phi}/10 \approx l/5c, \quad (2.8)$$

Различают три принципиальные схемы гидроимпульсных машин (рис. 2.5). Схема А используется для импульсного воздействия жидкостной передающей средой на обрабатываемый материал в камере:

$$\eta_B E_B = A_d/\eta_d, \quad (2.9)$$

где  $\eta_B$  — КПД волновой передачи энергии;  $\eta_B = 0,9$ .

Схема Б с промежуточным звеном используется для гидроимпульсных молотов и прессов. В молоте ударная волна, отражаясь от поршня, разгоняет рабочую массу машины и сообщает ей кинетическую энергию

$$\eta_B E_B = T_{\phi} = mv^2/2 = A_d/\eta_d, \quad (2.10)$$

где  $\eta_B \approx 0,8$ .

В гидроимпульсном прессе для передачи энергии упругой волны используется твердое тело—плунжер со штампом, который находится в контакте с обрабатываемым материалом.

Для гидроимпульсных автоматов удобна схема В, в которой упругая волна может разветвляться на несколько потоков, воздействуя на поршни исполнительных механизмов.

Нужную последовательность их работы можно получить расчетом времени распространения упругой волны, которое прямо пропорцио-

нально длинам гидролиний в разветвлениях. Энергия положительной полуволны  $E_b$  складывается из потенциальной энергии  $\Pi$  упругой деформации жидкости и трубы и кинетической энергии  $K$  потока жидкости;

$$E_b = \Pi + K = \int p_a dV + \int \frac{v^2}{2} dm, \quad (2.11)$$

Упругая объемная деформация, из закона Гука, для жидкости

$$dV = \frac{V_T}{\chi_{np}} dp,$$

после интегрирования этого выражения получим

$$\Pi \approx V_T p_a^2 / (\chi_{np} 2), \quad (2.12)$$

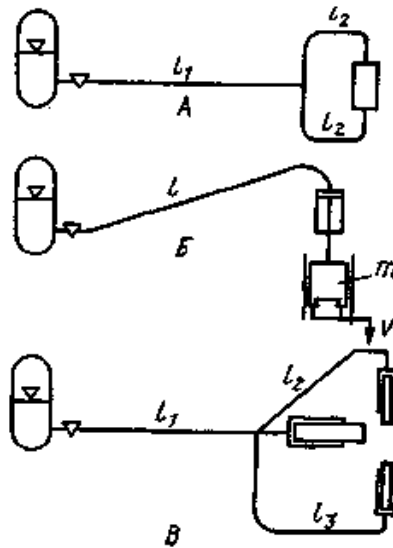


Рис. 2.5. Принципиальные схемы гидроимпульсных машин

Приращение массы  $dm = f dx p$ ; после интегрирования получим

$$K \approx \frac{v^2}{2} \rho V_T = \frac{p_a^2}{2 \rho c^2} V_T = \frac{V_T}{\chi_{np}} \frac{p_a^2}{2}, \quad (2.13)$$

В этих формулах  $\chi_{np}$  — приведенный модуль объемной упругости жидкости и трубы;  $V_T = fl$  — объем жидкости в трубе. Подставляя (2.12) и (2.13) в (2.11), получим полную энергию положительной полуволны;

$$E_B = \frac{V_T}{\chi_{np}} p_a^2, \quad (2.14)$$

**Конструкция гидравлического импульсного пресс-молота.** Пресс-молот, показанный на рис. 2.6, состоит из станины 1, устанавливаемой непосредственно на фундамент, демпфирующего устройства 2, на плунжер которого помещается стол 4, подвижной рамы с рабочим цилиндром 5, выталкивателя 3, установленного в полости плунжера демпфирующего устройства, ползуна 6, закрепленного на плунжере рабочего поршня 7, рабочего трубопровода 8, импульсного клапана 10, золотника 9 управления импульсным клапаном, пневмогидравлического аккумулятора 11, пневмосистемы с вентилем 13, манометров высокого давления 12, насоса высокого давления 17, предохранительного клапана 15, обратного клапана 14, редукционного клапана 22, золотника 23 сервопривода импульсного клапана, манометра 16, золотника 21 управления выталкивателем, манометра низкого давления 20, предохранительного клапана 19 и насоса 18 низкого давления.

Работа машины в режиме молота. После установления заготовки на неподвижную часть инструмента, смонтированного на столе, включением золотников 9 и 23 быстро открывается импульсный клапан 10. При этом происходит повышение давления на входе трубопровода 8 за счет втекания в него жидкости под давлением  $p_a$  из аккумулятора. Это повышение давления распространяется по трубопроводу со скоростью  $c$  в направлении рабочего плунжера и затем в обратном направлении.

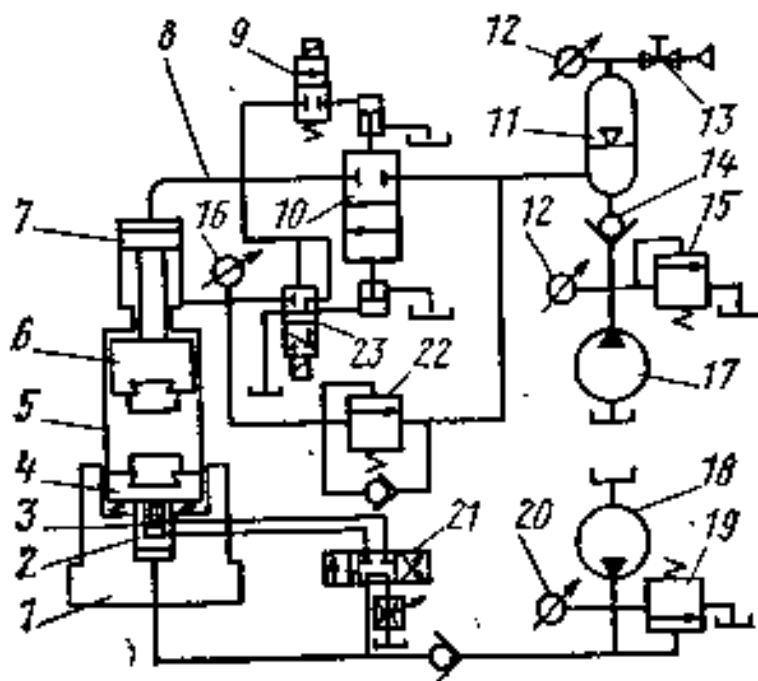


Рис. 2.6. Гидравлический импульсный пресс-молот

Одновременно с процессом распространения отраженной волны будет происходить и процесс разгона подвижных частей все еще продолжающим формироваться гидравлическим импульсом. Деформирование заготовки осуществляется накопленной подвижными частями кинетической энергией. Причем начало процесса деформирования заготовки совпадает с моментом закрытия импульсного клапана и соединения трубопровода 8 со сливом. Подвижные части возвращаются в исходное положение за счет давления жидкости, постоянно действующего в подпоршневой полости цилиндра. Одновременно производится выталкивание изделия. Далее цикл повторяется. Удар по заготовке, производимый подвижными частями в период пластического деформирования, воспринимается столом машины. От него этот удар передается на демпфирующее устройство, которое поглощает избыточную энергию машины, предохраняя фундамент.

**Работа машины в режиме прессы.** Стол машины с уже установленной заготовкой при помощи демпферного устройства поднимается до контакта заготовки с подвижной частью инструмента. Затем машина включается в той же последовательности, как и при деформировании заготовки в молотовом режиме.

**Работа машины в режиме пресс-молота.** Для обеспечения работы машины по режиму пресс-молота производится разгон подвижных частей на ограниченном ходе; величина хода регулируется за счет подъема стола, при этом только часть энергии импульса трансформируется в кинетическую энергию подвижных частей. В этом случае первоначальное деформирование заготовки будет происходить оставшейся энергией импульса, а затем кинетической энергией.

## 2.3. ВЗРЫВНЫЕ ИМПУЛЬСНЫЕ МАШИНЫ

**Принцип действия и классификация.** К взрывным импульсным относятся машины, в которых импульс быстрого сгорания порохов, метательных и бризантных взрывчатых веществ, газовых и жидкостно-газовых взрывчатых смесей используется для разгона рабочей массы или для деформации материала твердым телом, жидкостной, газовой или сыпучей передающей средой (рис. 2.7).

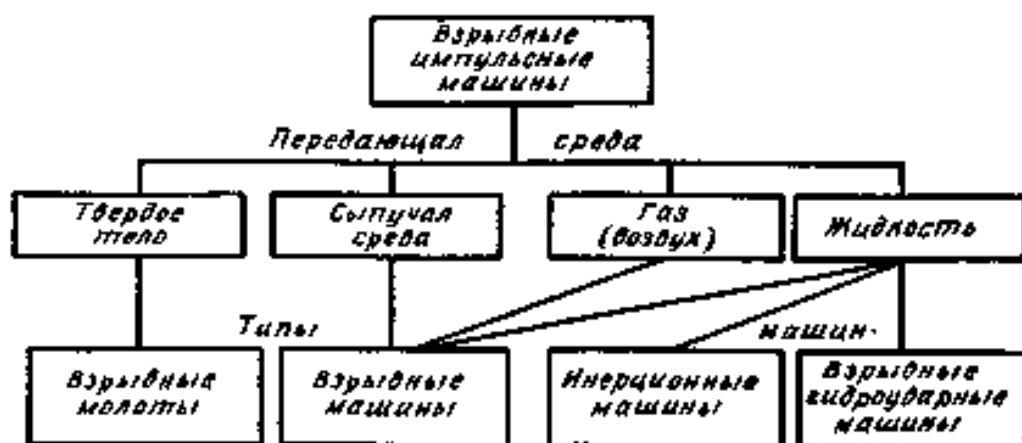


Рис. 2.7. Классификация взрывных импульсных машин

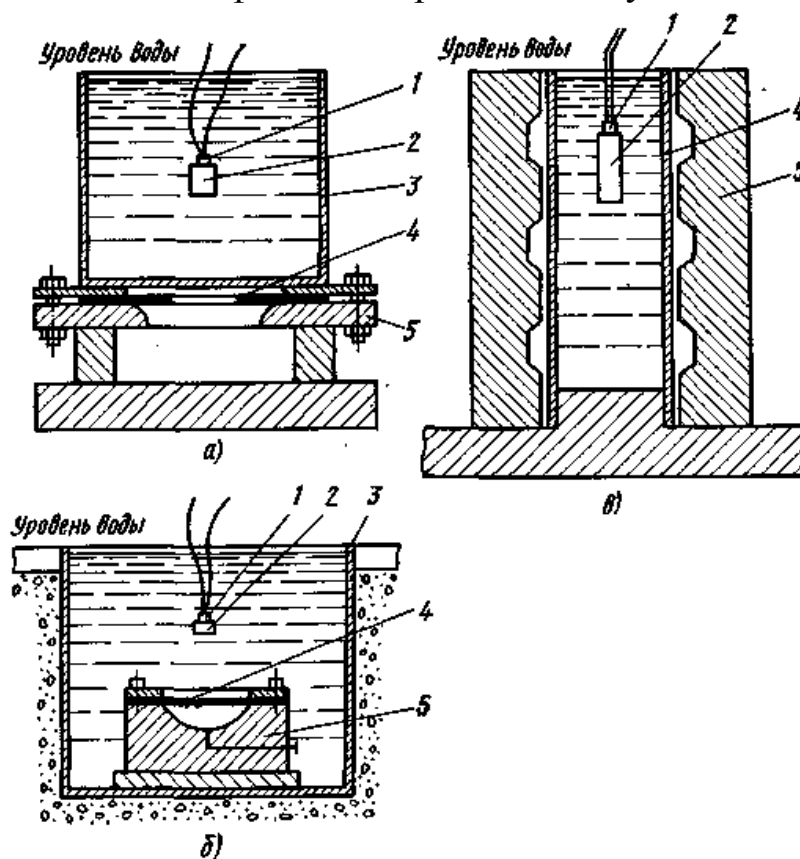


Рис. 2.8. Взрывные машины с жидкостной передающей средой

**Взрывные машины с жидкостной передающей средой.** Процесс листовой штамповки взрывом впервые предложен Д. В. Пихтовниковым (1949 г.).

Метод обработки металлов взрывом, позволяющий получать на несложном и недорогом оборудовании из любых высокопрочных материалов изделия практически неограниченных размеров, является перспективным и высокопроизводительным.

Существуют три основных способа формообразования при штамповке взрывом (рис. 2.8): свободное, когда плоской заготовке 4 прида-

ется определенная форма в матрице 5 в виде кольца со свободным выходом (рис. 2.8, а); ограниченное, когда при получении из плоской заготовки куполообразных изделий заданной формы обязательно применяют матрицу, из полости которой удалена вода и откачен воздух (рис. 2.8, б), а также ограниченное радиальное, когда трубные заготовки 4, деформируясь радиально, воспроизводят форму разъемной матрицы 5 (рис. 2.8, в).

Источником энергии при взрывной штамповке являются метательные или бризантные взрывчатые вещества 1 и 2. Взрывчатому веществу обычно придается форма листа, шнура, прутка, трубки и т. д.; применяя различные комбинации из них, удастся получить наиболее желательную направленность воздействия взрывных ударных волн.

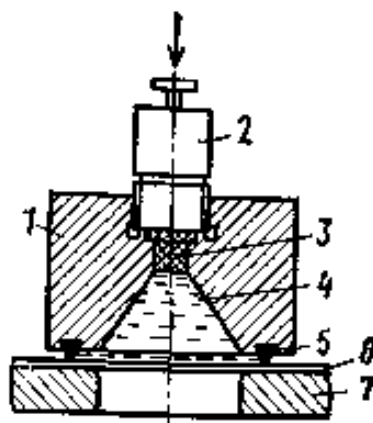


Рис. 2.9. Взрывная установка инерционного типа

Существует бассейновая и безбассейновая штамповка взрывом. В первом случае используют водные бассейны 3, а во втором — стационарные и переносные бронекамеры и вакуум-камеры, где размещается оснастка и заряды взрывчатого вещества.

Управление технологическим процессом осуществляется подбором взрывчатого вещества, его дозировкой, установлением оптимальной формы заряда и его расстояния до заготовки, а также подбором передающей среды (вода, воздух, песок) и способа ограничения взрыва в пространстве. Изменяя указанные факторы, получают различные давления, величина которых составляет от нескольких десятков до тысяч МПа.

Различают штамповку взрывом с применением метательных взрывчатых веществ и штамповку ударом (ударными волнами) с применением высокобризантных взрывчатых веществ.

Матрицы для штамповки взрывом изготавливают литьем из недорогого металла, эпоксидных смол, спеканием керамики. Опыт некоторых



заводов показал, что наиболее стойкими оказываются матрицы, изготовленные из легкоплавких сплавов и армированных пластмасс.

Штамповкой взрывом можно получать изделия, диаметр которых может быть от нескольких миллиметров до нескольких метров. Толщина стенок изделий достигает 25 мм.

Давление при штамповке взрывом составляет 14—1400 МПа. Длительность приложения давления измеряется миллисекундами. Скорость перемещения частиц металла достигает 30—300 м/с. Однако относительная скорость частиц металла между соседними участками заготовки составляет несколько миллиметров в секунду, т.е. значительно ниже критической скорости частиц металла.

Внедрение штамповки взрывом в производство осложняется тем, что установки для этого вида деформирования, исходя из соображений техники безопасности, располагают вне цехов, на специально отведенных площадках. В настоящее время изготавливают так называемые инерционные машины. Схема машины для штамповки взрывом листовых заготовок показана на рис. 2.9. Существуют аналогичные машины для штамповки трубных заготовок. Станины заменены инерционными массами 1, воспринимающими реактивное усилие при взрыве. Сверху монтируют запальные устройства 2 с бойками, срабатывающими с помощью сжатого воздуха. Заряд пороха, измельченного до величины зерен 0,1 мм, помещают под бойком (позиция 3). Рабочее пространство заполнено водой, являющейся передающей средой 4.

Для предотвращения вытекания воды предусмотрены уплотнения 5. Инерционные массы прижимают к заготовке 6 специальными пневматическими цилиндрами (на рисунке не показаны). В машине для листовых заготовок матрица 7 установлена под заготовкой. В машине для трубных заготовок разборную матрицу устанавливают в специальном штамподержателе, смонтированном в поддерживающей станине. При взрыве инерционная масса подается вверх. Продукты сгорания выпускают через образующуюся щель. Чтобы защитить обслуживающий персонал от действия продуктов сгорания, а также для предотвращения выплескивания воды применяют лабиринтные уплотнения. Они значительно уменьшают шум при осуществлении процесса.

Максимальное давление ударной волны приблизительно равно начальному давлению при выходе детонационной волны на поверхность заряда, диаметр которого равен или более предельного (с увеличением которого скорость детонации не возрастает):

$$p_m \approx \rho v_d^2 [2(n+1)], \quad (2.15)$$

где  $\rho$  — плотность заряда, для порошковых бризантных веществ  $\rho = (1.0 \div 1.15) \cdot 10^3$ , а для прессованных  $\rho = (1.25 \div 1.6) \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>;  $V_d$  — скорость детонации, для порошковых веществ  $V_d = 3600 \div 4500$  м/с, для прессованных  $V_d = 4600 \div 7000$  м/с;  $n$  — показатель политропы, для порошков  $n = 1.68 \div 2$ . Например, для порошкового аммонита

$$p_m \approx 1,0 \cdot 10^3 \cdot 4500^2 / [2(2 + 1)] = 337 \text{ МПа.}$$

Давление распространяется со скоростью ударной волны, которая на 15—20% больше скорости звука, т. е. для воды со скоростью  $(1.15 \div 1.2) \cdot 1500 \approx 1725 \div 1800$  м/с.

Изменение давления в каждой точке жидкой среды после подхода к ней фронта ударной волны

$$p(t) = p_m e^{-t/\theta}, \quad (2.16)$$

где  $\theta$  — постоянная времени (время падения давления в  $e$  раз). Для сферического заряда радиусом  $r_0 = 2$  см на расстоянии  $10r_0$   $\theta \approx 82 \cdot 10^{-6}$  с.

Давление падает приблизительно до нуля на протяжении  $(5 \div 7)\theta = (0.41 \div 0.57) \cdot 10^{-3}$  с (рис. 2.2, е). Импульс на единицу поверхности

$$\bar{i} = \int_0^{5\theta} p(t) dt = -\theta p_m e^{-t/\theta} \Big|_0^{5\theta} \approx \theta p_m, \quad (2.17)$$

От заряда заготовке передается приблизительно 0,5—0,6 полной энергии (только активной части заряда, обращенной к заготовке). Остальная энергия распространяется в окружающую среду. Массу сферического заряда, необходимого для штамповки, при расстоянии от него до заготовки  $R > 10r_0$  можно определить по формуле

$$m_3 = (875 a \rho \delta R^{1.8})^{0.8}, \quad (2.19)$$

где  $m_3$  — масса заряда, кг;  $a$  — потребная энергия формообразования единицы поверхности заготовки; например, для штамповки эллиптического днища из стали Ст3  $a \approx 0.6 \cdot 10^6$  Дж/м<sup>2</sup>;  $\rho$  — плотность металла заготовки;  $\delta$  — толщина заготовки.

## 2.4. МАШИНЫ ДЛЯ ШТАМПОВКИ ПРОДУКТАМИ СГОРАНИЯ ГАЗОВОЙ СМЕСИ

Воспламеняющаяся газовая смесь как энергоноситель имеет некоторые преимущества перед детонирующими взрывчатыми веществами. Смесь, заполняя все полости заготовки до воспламенения, образует как бы заряд идеальной формы. Легкость получения смеси газов позволяет быстро перезаряжать камеру сгорания. Газовая смесь создает более однородное деформирующее давление по сравнению с детонирующим зарядом взрывчатого вещества. Это давление можно легко изменять изменением состава смеси.

В рабочей камере газовой машины (рис. 2.10) применена смесь водорода, кислорода и инертного газа. Она предназначена для штамповки и калибровки различного листового материала, предварительно подвергнутого сварке.

После установки заготовки 4 в матрицу 2 из пространства 3 между заготовкой и матрицей откачивают воздух. Затем полость, в которую поступает газовая смесь, продувают инертным газом, чтобы избежать окисления заготовки. В эту же полость подают водородно-кислородную смесь (обычно с избытком водорода). В некоторых случаях для уменьшения энергии и возможности управления процессом в водородно-кислородную смесь добавляют инертный газ. Смесь воспламеняется с помощью запальной свечи 1 как в карбюраторном двигателе внутреннего сгорания. Штамповку энергией сгорания газовой смеси можно осуществлять в помещении и на открытом воздухе, что выгодно отличает этот способ от штамповки детонирующим зарядом.

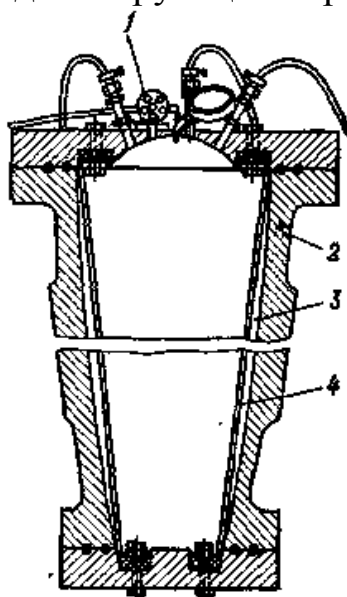


Рис. 2.10. Газовая машина

## 2.5. ГИДРОЭЛЕКТРОРАЗРЯДНЫЕ МАШИНЫ ДЛЯ ШТАМ- ПОВКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ РАЗРЯДОМ В ЖИДКОСТИ

Способ использования энергии электрического разряда в жидкости для деформирования металла открыт Л. А. Юткиным (1955 г.).

Электрическая энергия из сети напряжением 110—220В поступает в блок питания 1 (рис. 2.11), где напряжение повышается до 20—25кВ, а затем выпрямляется с помощью выпрямителя 2. Энергия накапливается в течение определенного промежутка времени в накопителе 3 с импульсными конденсаторами 4 емкостью  $C$ . После достижения на электродах конденсаторной батареи напряжения  $U_{пр}$ , свидетельствующего о накоплении нужного количества электрической энергии:

$$\eta_p \eta_1 E = \frac{cu_{пр}^2}{2} \eta_p \eta_1 = \frac{A_d}{\eta_d}, \quad (2.20)$$

батарея разряжается с помощью переключателя 5 в искровом промежутке  $\Delta$  между электродами 6 в жидкости. Инициатором разряда может служить вольфрамовая проволока, перекинутая через электроды. При импульсном разряде проволока испаряется, создавая источник ударных волн, которые с помощью жидкости 7 передаются заготовке 8 и деформируют ее.

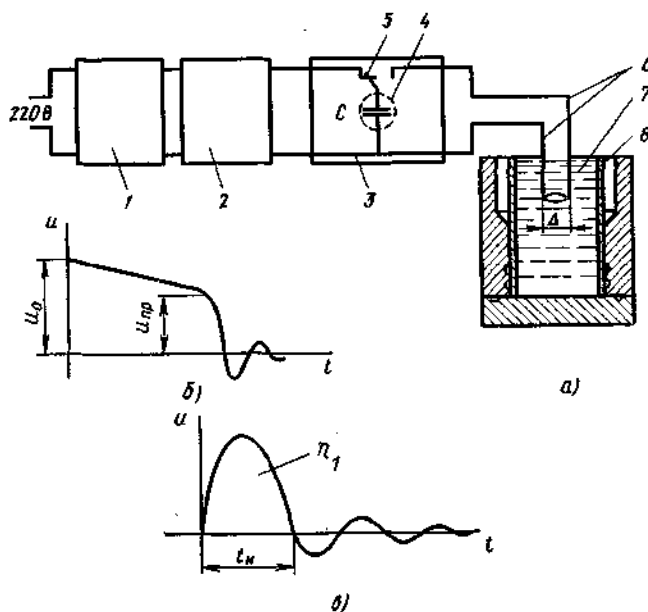


Рис. 2.11. Принципиальная схема гидроэлектроразрядной машины

По конструктивной компоновке машина для штамповки металла энергией электрического разряда в жидкости, получившая название электрогидравлический пресс типа «Удар», подобно прессу. Станина — стальная сварная, имеет С-образную форму. Камера с водой, в которой производят разряд, расположена в основании — столе. Матрица при-

креплена к подвижной части — ползуну. Заготовку устанавливают сверху разрядной камеры на столе. С помощью гидравлического цилиндра ползун опускается и создает усилие, прижимающее матрицу к заготовке и камере. После этого вакуум-насос производит откачку воздуха из полости между заготовкой и матрицей и создает разрежение около 530 мм рт. ст. Одновременно производится заряд конденсаторной батареи, расположенной в станине. После достижения определенного напряжения пробоя  $U_{пр}$  (см. рис. 2.11, б) происходит разряд. Длительность импульса  $t_{и}$  около 400 мкс (см. рис. 2.11, в). При этом скорость листового металла, движущегося в полости матрицы, достигает нескольких сотен метров в секунду. Давление ударных волн на металл — до 3500 МПа.

Гидропривод, собранный из стандартных элементов, находится в верхней части станины. Слева установлен пульт управления.

На машинах с запасаемой энергией (25—150 кДж) производят вытяжку и формообразование различных изделий из листовых заготовок, а также калибровку, чеканку, раздачу, обжим и сборку неразборных соединений.

В настоящее время в качестве электродов используют автомобильные свечи зажигания, которые имеют удовлетворительную стойкость.

Электрогидравлическую штамповку успешно применяют для деформирования листовых и трубных заготовок из трудноформируемых металлов и сплавов (молибдена, вольфрама, бериллиевых и титановых сплавов).

## 2.6. МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНЫЕ МАШИНЫ

Силовое воздействие импульсного электромагнитного поля на металл использовалось в экспериментах акад. П. Л. Капицей (1928 г.). Впервые машины применялись в зарубежной промышленности в 1960—1961 гг. В МВТУ им. Н. Э. Баумана (1964 г.), ЭНИКмаше, ХПИ разработаны схемы и конструкции этих машин. В настоящее время выпускают промышленные машины, получившие название магнитно-импульсных установок, с запасаемой энергией 20—400 кДж и более для деформирования металла.

Магнитно-импульсное деформирование металла основано на преобразовании электрической энергии, накопленной в конденсаторной батарее (накопителе) при разряде через индуктор, в энергию электромагнитного поля высокой напряженности ( $H=10^6\div10^9$  А/м), которая преоб-

разуется в механическую работу деформирования заготовки (путем взаимодействия с токами, наведенными в заготовке).

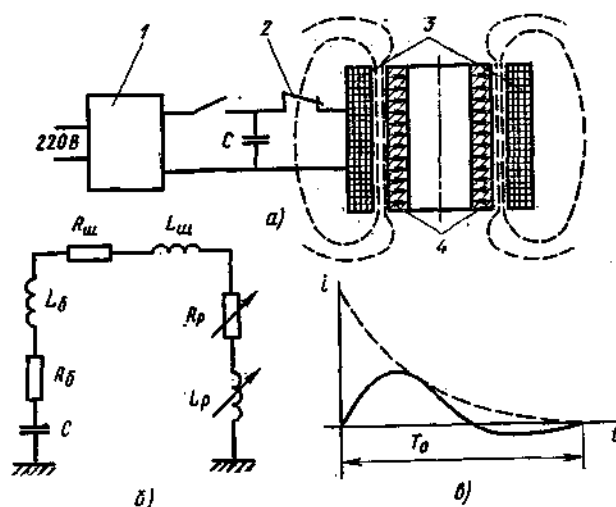


Рис. 2.12. Принципиальная схема магнитно-импульсной машины

Принципиальная и эквивалентная электрическая схема магнитно-импульсной установки представлена на рис. 2.12, а, б. Конденсаторная батарея емкостью  $C$  заряжается высоковольтным выпрямителем (зарядным устройством) 1 до напряжения  $U=5\div 10\text{ кВ}$  и разряжается разрядником 2 на индуктор 3. Ток в разрядной цепи (рис. 2.11, в)

$$i = u \sqrt{\frac{C}{L}} e^{-\frac{R}{2L}t} \sin \frac{t}{\sqrt{CL}}, \quad (2.21)$$

В заготовке как вторичном проводнике индуцируются вихревые токи, взаимодействующие с полем индуктора по правилу левой руки. Электромеханическая сила взаимодействия индуктора и заготовки

$$P = i_1 L_2 i_1 = i_2 L_1 i_2, \quad (2.22)$$

где  $i_1, i_2$  — силы тока;  $L_1, L_2$  — индуктивности и  $l_1, l_2$  — длины соответственно индуктора и проводника-заготовки.

Магнитное поле напряженностью  $H$  оказывает в среде давление, МПа

$$p = 6,6 \cdot 10^{-9} \mu H^2, \quad (2.23)$$

где  $\mu$  — магнитная проницаемость среды;  $H$  — напряженность магнитного поля, А/м.

На машинах для магнитно-импульсной штамповки деформирование заготовок осуществляется несколькими способами (рис. 2.13). Обжим трубных заготовок производят при помощи индуктора 3, охватывающего заготовку 2 (рис. 2.13, а). Заготовка принимает в результате обжима форму оправки 1. Раздача трубных заготовок осуществляется индуктором 3, расположенным внутри заготовки 2 (рис. 2.13, б). Заготовка принимает форму полости матрицы 4. На рис. 2.13, б показана раздача трубной заготовки 2 охватывающим ее индуктором 3 с матри-

цей 4. В этих случаях импульсы разрядного тока должны иметь пологий фронт и крутой спад. Нарастание электромагнитного поля должно происходить настолько медленно, чтобы перепад его не создал давления, превышающего предел текучести материала заготовки. Напряженность после достижения определенного значения должна быстро упасть до нуля. Так как напряженность внутри проводящей оболочки будет уменьшаться значительно медленнее, поле раздаст трубу изнутри. Импульс необходимой формы можно получить при помощи специальных схем.

Схема формовки листовых заготовок плоскими индукторами показана на рис. 2.13, г. Индуктор 3 в этом случае выполнен плоским в виде спирали Архимеда. Между индуктором и матрицей 4 расположена заготовка 2. По такой схеме можно производить вырубку заготовок и пробивку отверстий в плоских заготовках.

Для изготовления индукторов, работающих в полях, напряженность которых менее  $0,16 \cdot 10^6$  А/м, применяют медь М1, М2, а для индукторов, работающих в полях с напряженностью  $0,32 \cdot 10^6$  А/м, — бериллиевую бронзу. Если индуктор предназначен для работы в очень сильных полях, его изготавливают из высокопрочных сталей. Для повышения стойкости индукторы охлаждают водой.

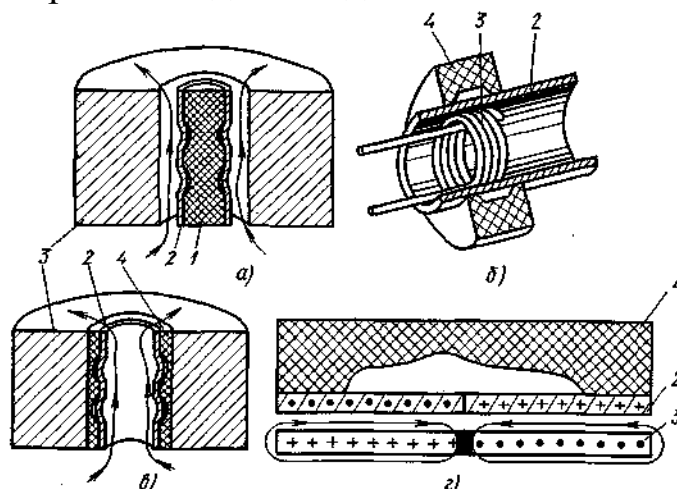


Рис. 2.13. Способы магнитно-импульсной штамповки

КПД машин, в которых используется энергия электромагнитного поля для деформирования металла, составляет 10—40% и принципиально не может быть более 50%.

В настоящее время считают целесообразным штамповать на магнитно-импульсных установках металлы и материалы, проводимость которых не ниже 0,1 проводимости меди. Для штамповки стали и других материалов с низкой проводимостью используют гальваническое покрытие медью или фольгу из алюминия и меди, которой покрывают поверхность заготовки.

# КУЗНЕЧНО-ШТАМПОВОЧНЫЕ АВТОМАТЫ ДЛЯ ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКИ

## 3.1. КЛАССИФИКАЦИЯ И НАЗНАЧЕНИЕ

Автоматом называется такая машина, в которой все технологические переходы, связанные с изготовлением той или иной штамповки (полуфабриката) или готовой детали, осуществляются без непосредственного участия человека, т.е. автоматически. Роль человека при обслуживании автомата сводится к выполнению следующих действий:

1. Загрузка автомата сырьем (бунтовой материал, прутки, штучная заготовка, полуфабрикаты, засыпаемые в бункер, и т.п.);
2. Наладка, смена инструмента по мере его износа или перехода на изготовление другого изделия;
3. Контроль (соответствие чертежу);
4. Наблюдение за его работой (избежание аварийных положений);
5. Периодическое удаление штамповок при отсутствии их автоматического отвода.

Все эти операции (за исключением наблюдения) являются внецикловыми. Совершенство автомата определяют по степени автоматизации внецикловых операций. Наиболее совершенный автомат тот, у которого автоматизированы и все внецикловые операции, включая смену инструмента.

Подробная классификация кузнечно-штамповочных автоматов приведена на рис. 3.1.

Среди различных типов кузнечно-штамповочных автоматов наиболее обширную группу составляют автоматы для объемной штамповки.

На этих автоматах можно изготавливать разнообразные крепежные изделия и заготовки: болты, винты, заклепки, гвозди, шарики, ролики к подшипникам качения, различные типы гаек, заготовки колец шарикоподшипников и другие детали и заготовки, используемые в автотракторной, авиационной, машиностроительной и других отраслях промышленности. Эти автоматы по методу обработки подразделяют на автоматы для холодной и горячей объемной штамповки, а по технологическим возможностям на одно- и многопозиционные (по числу штамповочных матриц-позиций).

Профиле- и резьбонакатные автоматы подразделяют на три вида: с плоскими плашками, роликовые и с роликом и сегментом. Первый и третий виды накатных автоматов находят широкое применение при из-



готовлении различных резбовых изделий с классом точности резьбы до 6g.

Двухроликовые автоматы применяют при накатке более точных резьб, а также различных сложных и высокоточных профилей, например червяков. Трехроликовые автоматы используют главным образом при горячей накатке глубоких резьб (железнодорожный крепеж), требующих большой деформации стержня при накатке.

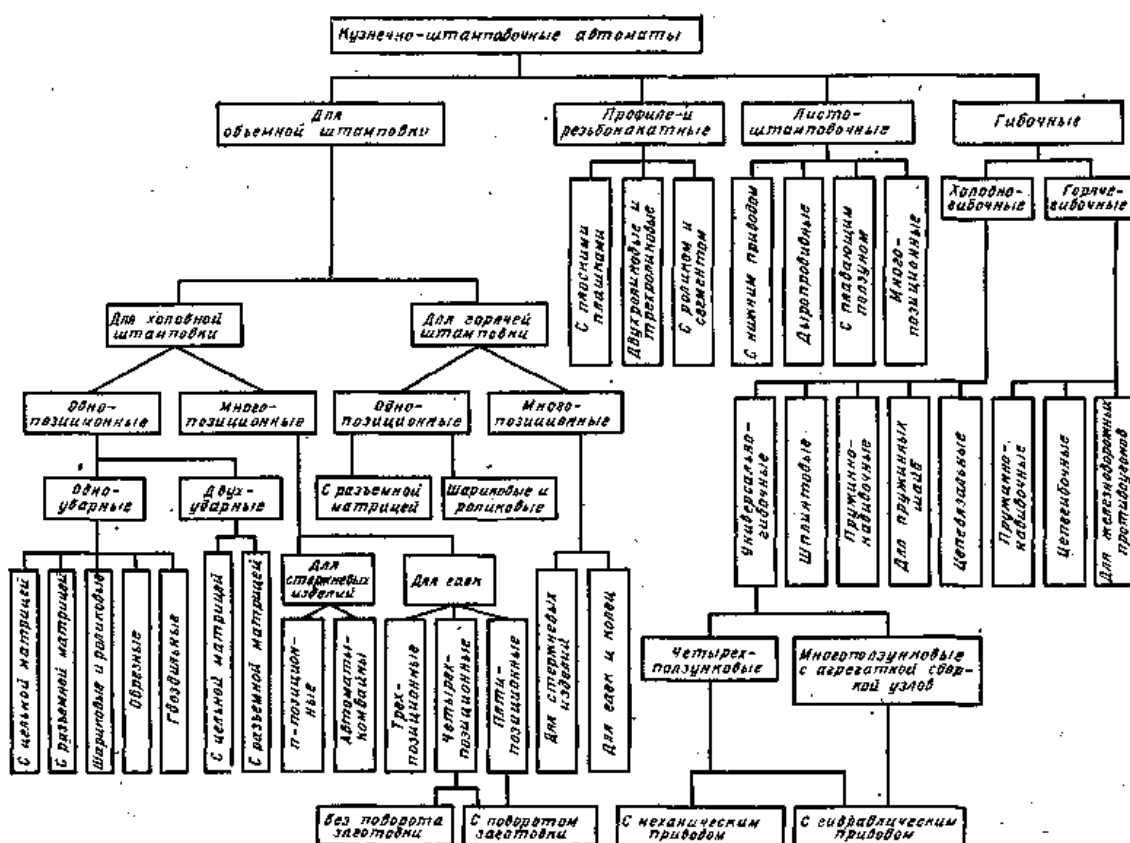


Рис. 3.1. Классификация кузнечно-штамповочных автоматов

Гибочные автоматы также представляют одну из наиболее обширных групп кузнечно-штамповочных автоматов. По методу обработки их подразделяют на автоматы для холодной и горячей гибки. Подробно с конструктивным исполнением каждого из видов гибочных автоматов и расчетом их основных элементов можно ознакомиться в работе [3].

Ряд универсально-гибочных автоматов характеризуется возможностью агрегатного набора, необходимых для той или иной технологической операции гибочных ползунов, как по их номинальному усилию, так и местоположению на станине (плите) автомата. Привод таких ползунов выполняется от центральной шестерни и позволяет осуществлять наиболее оптимальную их компоновку.

Автоматы для объемной штамповки и листоштамповочные различного назначения откосятся к кривошипным машинам.

Автоматы универсально-гибочные, шплинтовые, цепевязальные и для железнодорожных противоугонов (группа гибочных автоматов.) имеют смешанный кривошипно-кулачковый привод основных формообразующих механизмов.

Двухроликовые и трехроликовые резбонакатные автоматы и резбонакатные автоматы с роликом и сегментом, автоматы пружинонавивочные, для пружинных шайб относятся к ротационному типу кузнечно-штамповочных машин.

### **3.2. ОДНОПОЗИЦИОННЫЕ АВТОМАТЫ ДЛЯ ХОЛОДНОЙ ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКИ**

Однопозиционные автоматы для холодной штамповки изготавливают одноударными и двухударными (по числу пуансонов, расположенных на ползуне).

Одноударные автоматы применяют главным образом при штамповке простейших, заклепок к в специальном исполнении для штамповки шариков и роликов, а также гвоздей. Обрезные автоматы также относятся к однопозиционным машинам, их применяют (после высадки заготовок на двухударном автомате) для обрезки цилиндрической головки на шестигранник, а также для редуцирования стержня под резьбу. Иногда их используют для повторной высадки, например внутреннего шестигранника в в-инте (после предварительной высадки заготовки на двухударном автомате и операции отжига для снятия образовавшегося наклепа).

Наиболее широкое применение среди однопозиционных машин находят двухударные автоматы, как обеспечивающие достаточные технологические возможности при изготовлении простейших деталей и высокую производительность.

Ранее однопозиционные автоматы в зависимости от длины стержня изделия выпускали с цельной и с разъемной матрицей. В настоящее время вследствие разработки надежной конструкции выталкивателя из матрицы, автоматы для изготовления стержневых изделий выпускают преимущественно с цельной матрицей. В эксплуатации, однако, имеется достаточно много автоматов с разъемными матрицами, которые имеют следующие особенности и присущие им недостатки в сравнении с аналогичными автоматами с цельными матрицами:

1) изделие вследствие образования заусенца под головкой и на стержне на стыке разъема матриц имеет низкое качество;

2) роль механизма отрезки выполняют высадочные матрицы, перемещающиеся в замкнутой коробке матричного блока, поэтому трудно удалить образующиеся при отрезке заготовки металлические серповидные отходы металла, что ведет к задиру плоскости, по которым перемещаются полуматрицы; для каждой длины штампуемого изделия требуется свой комплект полуматриц, что усложняет наладку;

3) наличие убирающегося упора для материала лимитирует производительность автомата, так как цикловое время на его перемещение крайне ограничено.

Автоматы с разъемной матрицей имеют следующие преимущества:

1) отсутствует выталкиватель отштампованного изделия из матрицы; роль выталкивателя при раскрытых матрицах выполняется прутком при подаче очередной заготовки;

2) матрицы обладают более высокой стойкостью, так как имеют квадратное сечение, что позволяет использовать каждую грань полуматрицы.

На рис. 3.2 приведена кинематическая схема холодновысадочного двухударного автомата с цельной матрицей.

От электродвигателя 1 через клиноременную передачу 39 вращение передается коленчатому валу 2 посредством фрикционной пневматической муфты 38. На том же валу расположен ленточный тормоз 3. Коленчатый вал через шатун 36 приводит в возвратно-поступательное движение ползун 35 с качающимся вокруг оси пуансонодержателем 28, на котором крепятся два (предварительный и окончательный) пуансона 29.

От коленчатого вала 2 вращение через пару зубчатых колес 37 с передаточным отношением 1:2, так как автомат двухударный (в одноударном автомате передаточное отношение 1:1), передается поперечному валу 4, от которого через конические зубчатые колеса 5 — распределительному валу 13, а через пары зубчатых колес 14 и 32 валам 24 и 15.

На распределительном валу 13 расположен блок кулаков 8 (прямой и обратный), от которого через рычаги 6 и 7 приводится в качательное движение кулак 34, расположенный на ползуне 35. От кулака 34 получает качательное движение пуансонодержатель 28 с пуансонами 29, который подставляет для штамповки поочередно то предварительный (1-й ход ползуна), то окончательный (2-й ход ползуна) пуансоны. На этом же валу находится блок кулаков 12 для привода механизма отрезки заготовки 10 с прижимом 9 для удержания заготовки при переносе ее с позиции отрезки на позицию штамповки.

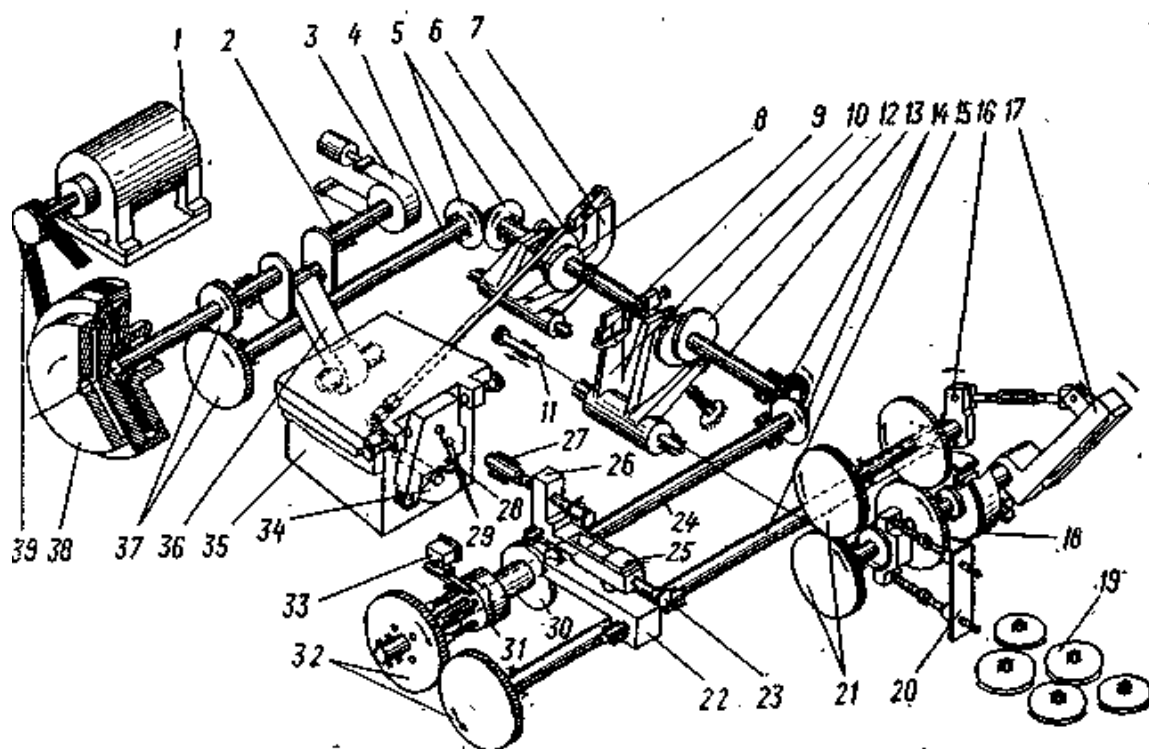


Рис. 3.2. Кинематическая схема холодновысадочного двухударного автомата

От кулака 30, сидящего на валу 24, получает привод выталкивающий стержень 27, расположенный в матрице.

Привод выталкивающего стержня осуществляется через систему рычагов 22 и 26, причем одно плечо рычага 26 является величиной переменной, что достигается регулировкой (местоположением относительно рычага 26) ползушки 25 винтом 23. Возможность изменения длины плеча рычага 26 позволяет изменять величину хода выталкивающего стержня 27 в зависимости от длины штампуемого изделия. На этом же валу расположена предохранительная от перегрузки кулачковая муфта 31, одна из половинок которой при превышении крутящего момента выжимается и, воздействуя через рычаг на конечный выключатель 33, останавливает автомат. От кривошипа 16, расположенного на валу 15, через рычажную систему с кулисой 17, обгонную муфту 18 привод получают подающие ролики автомата 21. Для уменьшения «выбега» роликов установлен тормоз постоянного действия 20. Для правки подаваемого до упора 11 материала предусмотрены правильные ролики 19.

Поданный до упора 11 калиброванный материал отрезается механизмом отрезки 10 и переносится на позицию штамповки. Затем рычаг механизма остается неподвижным до тех пор, пока один из пуансонов 29 (предварительный) при движении вперед совместно с ползуном не начнет вталкивать заготовку в высадочную матрицу. Как только заготовка войдет в матрицу, нож отходит в исходное положение. Ползун,

продолжая двигаться вперед, пуансоном заталкивает заготовку до упора в выталкивающий стержень 27, а затем производит предварительную штамповку головки изделия. После окончания предварительной штамповки ползун возвращается в исходное положение. Во время отхода ползуна назад осуществляется поворот пуансонной головки от кулака 34 таким образом, что на ось штамповки вместо предварительного встает окончательный пуансон.

При вторичном ходе ползуна 35 вперед происходит окончательная штамповка головки изделия, а при обратном ходе выталкивание готового изделия выталкивателем 27, одновременно завершается подача новой заготовки, т.е. цикл повторяется.

Важным элементом, обеспечивающим высокую производительность подобных автоматов, является механизм перемещения пуансонных салазок.

Для гарантий стабильной работы автомата пуансонная головка должна обеспечивать после каждого перемещения точное совпадение осей матрицы и расположенных на ней пуансонов. Кинематическая цепь привода пуансонной головки достаточно длинная, поэтому имеет место набегание погрешностей, связанное, с одной стороны, с неточностью изготовления, а с другой стороны, износом деталей в процессе эксплуатации (блок кулаков, сочленения тяг и рычагов, зазоры в осях и втулках), что требует введения в систему привода компенсирующего элемента.

Таким компенсирующим элементом в рассматриваемой схеме привода пуансонной головки является кулак 34.

Действительно, ролики, расположенные на пуансонной головке и контактирующие с кулаком 34 в крайних положениях головки, находятся на постоянных радиусах кулака, и отклонение в величине качания кулака, связанное с указанными выше причинами, на точность крайних положений пуансонной головки не влияет. Точность позиционирования пуансонной головки зависит только от точности изготовления кулака 34 (точности его постоянных радиусов).

### **3.3 ОДНОПОЗИЦИОННЫЕ АВТОМАТЫ С РАЗЪЕМНОЙ МАТРИЦЕЙ**

Эти автоматы применяют при изготовлении изделий со стержнем большой длины (более 10d). Для облегчения выталкивания они имеют разъемные матрицы. Качество получаемых на автомате с разъемными матрицами изделий несколько ниже, чем на автоматах с цельными матрицами, из-за неизбежности образования заусенца в месте разъема матриц. Поэтому в последнее время автоматы с разъемными матрицами

стараяются заменить автоматами с цельными матрицами, обеспечивающими получение длинных изделий при применении выталкивателей специальной конструкции.

Кинематическая схема автомата с разъемными матрицами для стержневых изделий диаметром 10 мм (модель А1420) показана на рис.3.3.

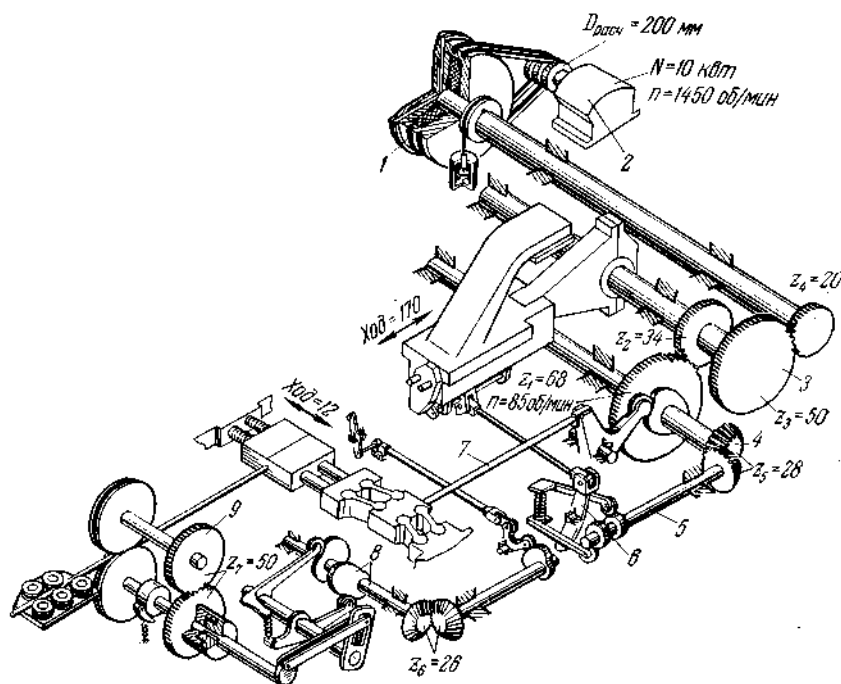


Рис. 3.3. Кинематическая схема двухударного автомата с разъемной матрицей

От электродвигателя 2, установленного на станине, движение передается клиновыми ремнями на маховик 1 со встроенной в него пневматической с разъемной матрицей фрикционной муфтой включения с электропневматическим управлением. На валу этого же маховика рядом с муфтой расположен ленточный тормоз. От приемного вала парой цилиндрических колес 3 вращение передается на коленчатый вал. Возвратно-поступательное движение от коленчатого вала передается ползуну с расположенной на нем пуансонной головкой и через следующую пару цилиндрических зубчатых колес — поперечному распределительному валу. От поперечного распределительного вала через систему кулачков, рычагов и тяг приводится механизм отрезки 7, действующий через рычаги чеканочного механизма на перемещение высадочных матриц, которые в процессе движения с оси подачи на ось высадки производят отрезку и перенос заготовки, а затем в процессе высадки — ее зажим.

От этого же поперечного распределительного вала через пару ко-

нических зубчатых колес 4 приводится продольный распределительный вал 5. На валу 5 расположены кулачки привода поворотной пуансонной головки и убирающегося поворотного упора для материала. Пуансонная головка получает движение от рычага 6 и системы рычагов. Привод подачи 9 осуществляется от кулачков, сидящих на втором поперечном валу 8.

Сравнивая кинематические схемы двухударных автоматов с цельными и разъемными матрицами, отметим некоторые особенности, присущие автоматам с разъемными матрицами.

1. Отсутствие выталкивателя высаженного изделия. Роль выталкивателя при раскрытых матрицах выполняется прутком при подаче его до упора.

2. Наличие убирающегося поворотного упора для материала. В связи с малым временем, которое отводится на перемещение этого упора, он работает в довольно тяжелых условиях.

3. Роль механизма отрезки выполняют высалочные матрицы, перемещающиеся с оси подачи на ось посадки с помощью специального механизма. В связи с этим длина высалочной матрицы должна быть равна длине стержня изделия, что затрудняет изготовление заготовок небольшой длины, так как при применении матриц небольшой длины возможен их перекося в процессе отрезки заготовки.

Использование же матриц большой длины с установкой в них одновременно двух заготовок (в стык, одна за другой) приводит к погрешностям по длине заготовки и к потере точности изделия.

4. Величина подачи материала значительно возрастает, и угол качания рычага привода подачи при обычной кинематике становится неблагоприятным, так как на автоматах с разъемными матрицами изготавливают изделия большой длины. Для устранения этого в коробке подачи некоторых автоматов устанавливают дополнительную ускоряющую передачу.

### 3.4. ОБРЕЗНЫЕ АВТОМАТЫ

По технологическим причинам высаленная головка у болта имеет обычно цилиндрическую форму. Точное оформление головки по контуру на шестигранник осуществляется на обрезных автоматах путем срезки граней.

Особенности конструкций обрезных автоматов (рис.3.4) обуславливаются необходимостью работы со штучной заготовкой (полуфабрикат после холодной посадки). Поэтому у автоматов должны быть устройства бункерного типа с приспособлением для ориентации, транс-

портер и питатель, выносящий заготовку в рабочем положении на позицию обработки.

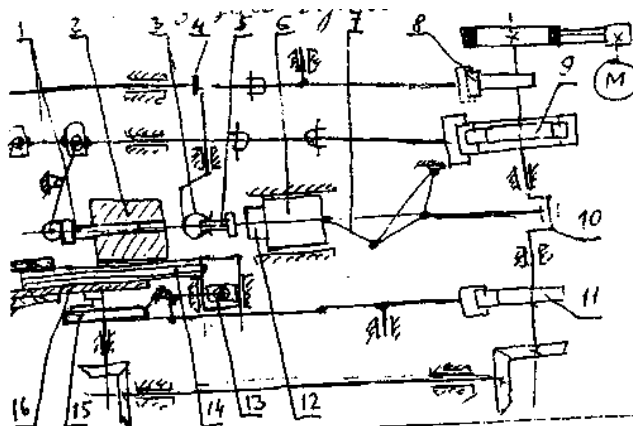


Рис. 3.4 Кинематическая схема обрезающего автомата:

1 - механизм выталкивания; 2 - матрица неподвижная; 3 - губки поворотного питателя; 4 - ограничитель; 5 - заготовка болта; 6 - ползун; 7 - кривошипно-коленный механизм; 8, 9, 11 - кулачковые пары; 10 - кривошипный вал; 12 - подвижная пуансон-матрица; 13 - питатель; 14 - планки; 15 - планшайба; 16 - доска; 17 - бункер.

Автомат работает следующим образом. От электродвигателя *М* через клиноременную передачу, кривошипный вал *10* и две конические зубчатые передачи движение передается на планшайбу *15*, от пальца которой получает возвратно-поступательное движение в вертикальной плоскости доска *16* бункера *17* (на схеме развернута на 90 градусов). Часть подброшенных доской *16* болтов попадает стержнями вниз на планки *14* лоткового наклонного транспортера и скатывается вниз к плоскому питателю *13*, совершающему возвратно-поступательное движение с линии подачи на линию обрезки и обратно. Пружинные губки поворотного питателя *3* подхватывают болт *5* и, разворачивая его в пространстве, ставят в рабочее положение перед пуансон-матрицей *12*.

При прямом холостом ходе пуансон-матрица *12* заталкивает стержень болта в отверстие неподвижной матрицы *2*. Поворотный питатель *3* в это время возвращается назад. Далее следует рабочий ход пуансон-матрицы и срезка граней у головки болта. Срабатывает механизм выталкивания *1* с приводом от кулака *9* и удаляет обработанное изделие через проем пуансон-матрицы на лоток и в тару.

Главный ползун *6* приводится в движение при помощи кривошипно-коленного механизма *7*, обеспечивающего выстаивание в крайнем переднем положении, необходимое для проталкивания болта через пуансон-матрицу подвижную *12*. Во избежание подачи второй заготовки



на обрезку механизм поворотного питателя 3 блокируется механизмом выталкивателя при помощи ограничителя 4.

Синхронизация движения исполнительных механизмов осуществляется кулачковыми парами 8, 9 и 11.

### 3.5. МНОГОПОЗИЦИОННЫЕ АВТОМАТЫ ДЛЯ ХОЛОДНОЙ ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКИ

Промышленностью освоены и изготавливаются четырехпозиционные автоматы для холодной объемной штамповки гаек с диаметром резьбы 8; 12; 16; 20 и 27мм.

Кинематическая схема многопозиционного гайкоштамповочного пресса-автомата этой серии представлена на рис. 3.5.

Автомат имеет механизмы автоматической подачи материала, отрезки и переноса заготовки с линии подачи на позицию штамповки, переноса заготовок с одной линии штамповки на другую, штамповки и выталкивания. От материала, подаваемого роликами 2 через отрезную матрицу 3 до упора 4, отрезается заготовка и переносится ножом 5 на первую линию штамповки.

Перемещение ножевого штока 6 осуществляется либо от поступательно движущегося ползуна 7 с кулачковой дорожкой (как в прессах-автоматах с цельной матрицей для холодной высадки стержневых деталей), либо посредством коленорычажного механизма, приводимого от кулаков. Удержание заготовки при ее отрезке и переносе производится двумя изогнутыми захватывающими пальцами (рис. 3.6). Материал при подаче проходит перед пальцами. При движении ножа вперед захватывающие пальцы 2 разжимаются материалом, захватывают отрезаемую заготовку и удерживают при переносе ее на первую линию штамповки.

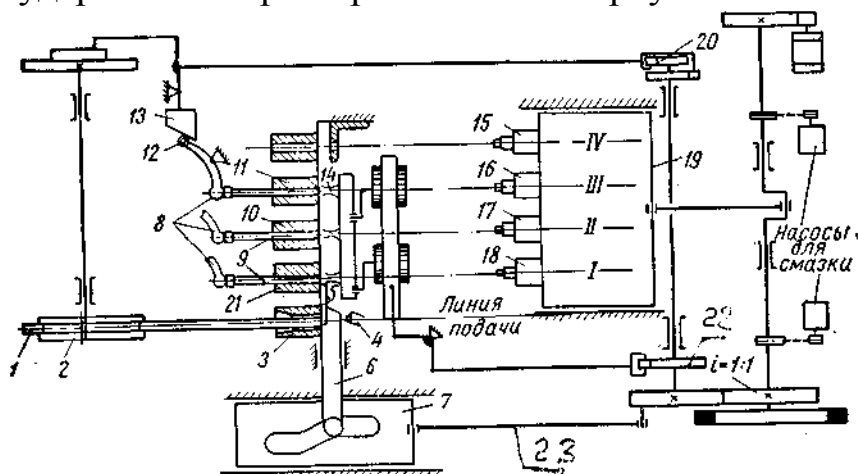


Рис. 3.5. Кинематическая схема пресса-автомата модели А411 для штамповки гаек

Одновременно с этим ранее отрезанные заготовки, находящиеся в матрицах 21, 10 и 11 (рис. 3.6) позиций — штамповки выталкиваются при помощи трех рычагов 8 и стержней 9 в захватывающие пальцы 14 и перемещаются ими соответственно на следующие позиции штамповки. После того как все заготовки перенесены, высадочный ползун 19 подходит к своему крайнему переднему положению, пуансоны 18, 17, 16 и 15 вталкивают заготовки в рабочие гнезда матриц и производят соответствующие штамповочные операции (осадку заготовки с образованием фаски, формообразование «бочонка», штамповку шестигранника с наметкой отверстия с двух сторон и пробивку отверстия). Для раздвигания захватывающих пальцев в пуансонной головке закреплены над пуансонами клинья (на схеме не показаны).

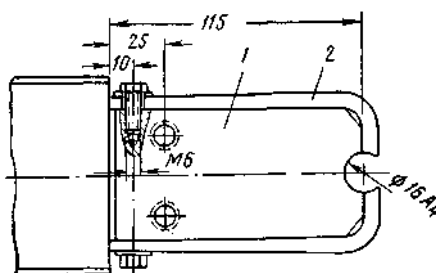


Рис. 3.6. Нож с двумя пружинными пальцами

На рис. 3.7 показаны все инструменты, которыми производятся операции штамповки гайки. Пруток 8 проходит через две направляющие втулки 3 и 4 и далее через отрезную матрицу 2 до регулируемого упора. Первая формообразующая операция производится пуансоном 5 в матрице 6. Дном ручья является выталкиватель 7, упирающийся далее в стержень.

На позиции II формообразование «бочонка» осуществляется не только матрицей 12 и пуансоном 10, но также выталкивателями 9 и 11, которыми намечаются конические отверстия с двух торцов заготовки.

Выталкиватель 11 упирается в стержень и после штамповки возвращается в исходное положение пружиной 13.

На позиции III осуществляется формообразование шестигранника путем более глубокого выдавливания наметок для отверстия и осадки «бочонка». Для этого применяются матрица 17 и задний 19 и передний 16 пуансоны. Пуансон 19 с помощью гайки 21 прикреплен к проставке 20. Матрица 17 запрессована в обойму 15, упирающуюся в пружину 22, последняя упирается во втулку 14.

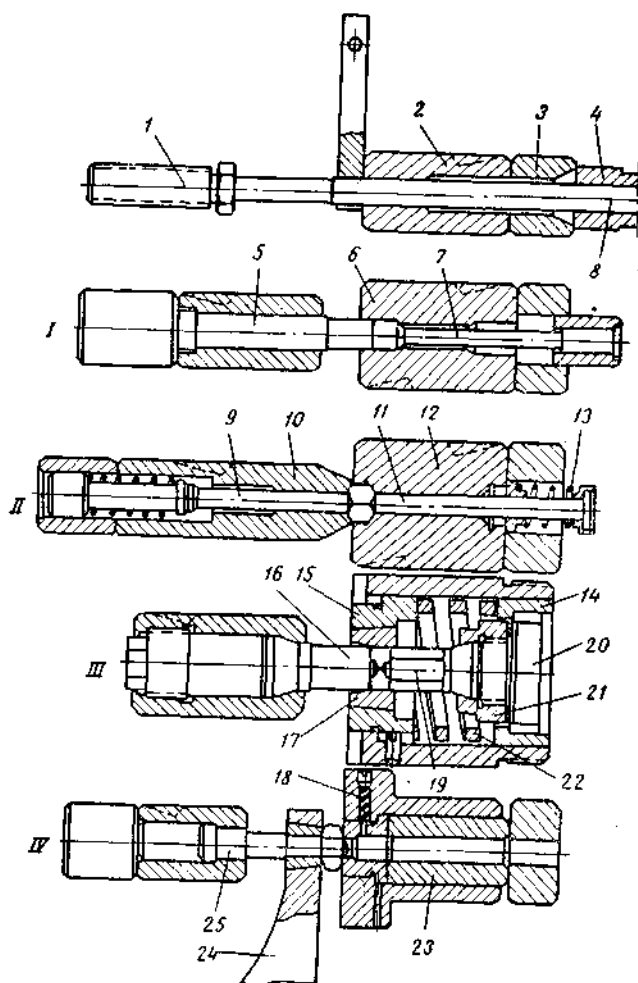


Рис. 3.7. Инструменты для штамповки гайки на позициях I-IV

После окончания процесса формообразования шестигранника пуансон 16 отходит назад, а матрица 17 под действием пружины 22 стремится снять отштампованную заготовку с заднего пуансона, при этом пуансон 16 выдвигается вперед настолько, чтобы заготовка полностью вышла из матрицы и вошла в захватывающие пальцы механизма переноса.

На позиции IV происходит пробивка отверстия пуансоном 25, который проходит через съемник 24. При обратном ходе ползуна отштампованная гайка снимается с пуансона и падает вниз. Отходы (выдра) при пробивке отверстия постепенно удаляются через втулку 23. Для отделения отхода от пробивного пуансона применяется подпружиненный стержень 18.

Высадочный ползун пресса-автомата несет на себе все пуансоны. Положение пуансонов вдоль оси штамповки может отдельно регулироваться посредством клиньев. Ход ползуна в зависимости от размера пресса-автомата составляет от 114 до 260 мм.

Поворот выталкивающих рычагов 8 (см. рис. 3.5) происходит под воздействием качающихся кулачковых планок 13 на ролики 12. Механизм выталкивания и механизм подачи приводятся от одного и того же кулачкового механизма 20.

**Многопозиционные автоматы для стержневых изделий**, а также автоматы-комбайны для полного изготовления болтов, включая подрезку торца и накатку резьбы, появились в США в 30-е годы, а в Европе в 50-е годы XX столетия и в настоящее время нашли широкое распространение во многих отраслях машиностроения.

Высокие скорости деформирования, малое время нахождения детали между переходами, оптимальные степени деформации, благодаря наличию большого числа позиций, и т. п. позволяют обеспечить стабильное протекание технологического процесса без промежуточного отжига со значительными формоизменениями детали.

При изготовлении болтов и машиностроительных деталей с применением процессов многократного редуцирования или выдавливания достигается равномерное упрочнение всех участков (равнопрочность) изделия и улучшение его механических свойств.

Многопозиционные автоматы обеспечивают высокое качество получаемых изделий, не имеют недостатков, присущих многоударным однопозиционным машинам. Выдача изделия осуществляется за каждый ход ползуна; высадочные пуансоны не перемещаются между позициями, а имеют только возвратно-поступательное движение вместе с ползуном, что обеспечивает высокую точность совпадения осей матриц и пуансонов.

Площадь, занимаемая автоматом-комбайном для полного изготовления болтов, в 2—2,5 раза меньше площади, занимаемой соответствующими операционными автоматами. Высокая производительность этих автоматов делает их незаменимыми при массовом производстве крепежных и машиностроительных деталей.

В настоящее время выпускаются преимущественно четырехпозиционные автоматы для холодной объемной штамповки усилием от 320 кН до 1,5 МН и на их базе автоматы-комбайны для полного изготовления болтов. Для изготовления гаек применяют преимущественно пятипозиционные автоматы, механизм переноса заготовок которых имеет возможность поворачивать заготовку на 180° при переносе ее с позиции на позицию.

На некоторых автоматах зарубежных фирм с целью ускорения переналадки автомата с одного размера изделия на другое, а также принудительной замены инструмента предусмотрена блочная смена инструмента (матричный и пуансонный блоки). Для смены инстру-

мента применяют также специальные роботы, работающие по программе.

Для механизации вспомогательных работ при заправке проволоки диаметром свыше 10мм применяют специальные правильно-задающие устройства, устанавливаемые около автоматов, которые выполняют выпрямление начального конца бунта, отрезку деформированного участка проволоки и снятие фаски на переднем торце проволоки для облегчения заправки ее в отрезную матрицу автомата. Крупные автоматы снабжаются кран-талью для облегчения смены тяжелых матриц и пуансонов.

При изготовлении сложных фасонных деталей в отдельных случаях отказываются от бунтового или пруткового материала и используют заготовки с подрезанными на металлорежущих станках торцами с обязательным фосфатным или иным покрытием (при работе из бунтового фосфатированного материала торцы после отрезки заготовки оказываются без покрытия).

В подавляющем большинстве современных автоматов оси инструментов расположены в горизонтальной плоскости.

Кинематическая схема современного холодноштамповочного четырехпозиционного автомата, снабженного устройством для подрезки торца и фаски, а также резьбонакатным показана на рис. 3.8.

От электродвигателя 1 постоянного тока, обеспечивающего возможность плавной регулировки частоты вращения кривошипного вала, вращение через клиноременную передачу передается маховику 2 со встроенной в него однодисковой фрикционной пневматической муфтой включения.

При выключении автомата торможение происходит от ленточного тормоза 39, электрически заблокированного с муфтой включения.

Муфта включения расположена на коленчатом валу 3, который через шатун 46 приводит в возвратно-поступательное движение ползун 43 с закрепленными на нем пуансонами. На этом же валу расположены грузы 42, динамически уравнивающие часть (половину) подвижных масс, приведенных к ползуну: вторая половина масс уравнивается грузами 5, расположенными на промежуточном валу, получающим вращение от кривошипного вала через цилиндрические шестерни 41. Через пару конических шестерен 4 движение передается продольному распределительному валу 6, на котором расположен блок кулаков 7, приводящий через двуплечий рычаг в качательное движение механизм отрезки 8.

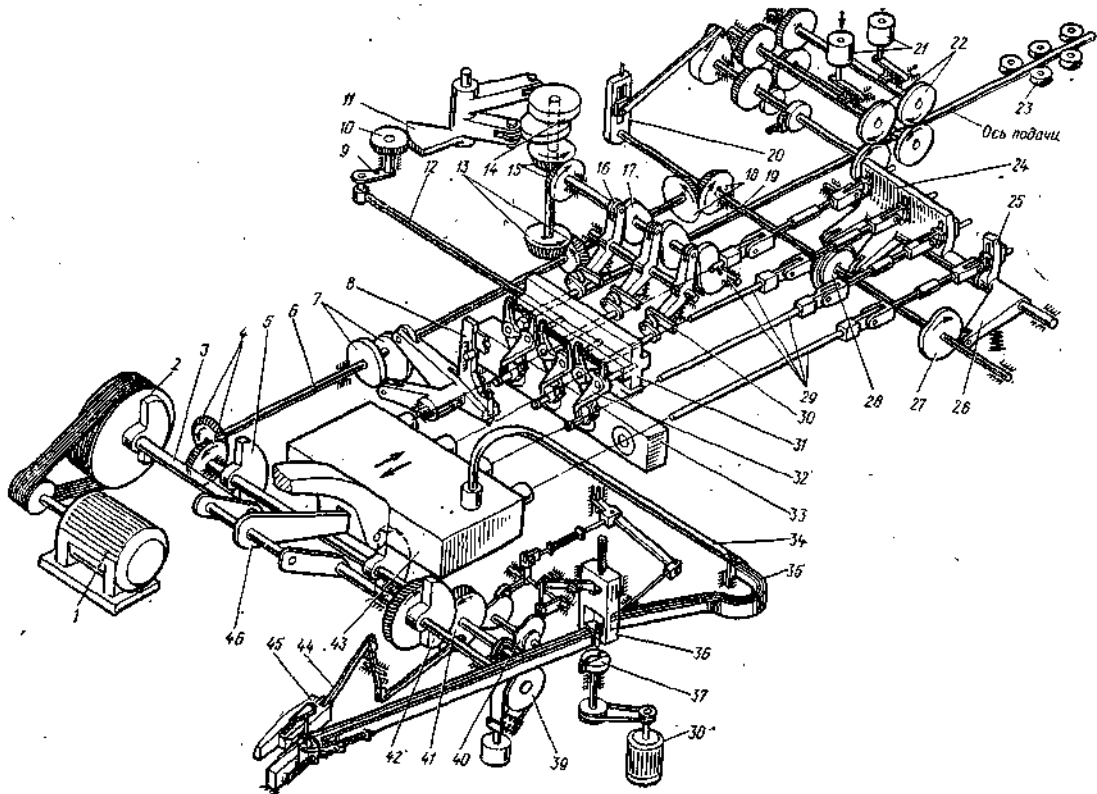


Рис. 3.8 Кинематическая схема холодновысадочного четырехпозиционного автомата для полного изготовления болтов

От этого же вала 6 через пару конических шестерен 13 вращение передается вертикальному валу, на котором закреплен блок кулаков 14 для привода одного из ответственных узлов автомата-механизма переноса заготовок между позициями. Привод этого механизма осуществляется через жесткий двухплечий рычаг, один конец которого через ролики контактирует с прямым и обратными кулаками 14, а другой, выполненный в виде зубчатого сектора 11, приводит в качательное движение шестерню 10. Противоположный конец вала, на котором расположена шестерня 10, выполнен в виде кривошипа 9, связанного через тягу 12 с кареткой 31 механизма переноса заготовок. Управление клещами 32 механизма переноса заготовок осуществляется с помощью кулаков 17, которые находятся на горизонтальном валу, связанном с вертикальным через коническую пару зубчатых колес 15. Передача на раскрытие клещей от кулаков 17 происходит через двуплечие рычаги 16 и планки 30. Каждая пара клещей регулируется от отдельного кулака с переменным профилем (два кулака перемещающихся относительно друг друга) и может настраиваться на цикл начала раскрытия и закрытия в зависимости от выбранного технологического процесса, диаметра заготовок и т. п. Перемещение каретки механизма переноса происходит вдоль матричного блока 33.

От продольного вала 6 через пару конических зубчатых шестерен 18 вращение получает поперечный вал 19, на котором располагается кривошип с кулисой 20 для привода механизма подачи 22.

Прижим подающих роликов с замыканием их на заготовку (пруток, бунтовую проволоку) осуществляется от двух пневмоцилиндров 21. Ролики 23, расположенные перед механизмом подачи, служат для правки подаваемого материала.

На том же валу 19 располагается кулак 28, сообщающий качательное движение траверсе 24, посредством которой приводятся в движение выталкивающие стержни 29 на трех первых формообразующих позициях автомата.

Выталкивающий стержень 29 четвертой позиции, на которой, как правило, происходит обрезка головки стержня, имеет отдельный привод от кулака 27 через рычаги 25 и 26 (при этом кулак крепится на валу не на шпонке, а через промежуточную зубчатую муфту для возможности регулировки его по циклу). Вызвано это необходимостью более точной наладки начала выталкивания, что, в свою очередь, связано с толщиной обрезаемой головки и качеством обрезки.

После обрезки головки изделия выталкивающим стержнем 29 проталкиваются через ползун в транспортную трубу 34, попадают на склиз 35, по которому поступают в фаско- и торцеподрезное устройство 36. Проталкивание изделия со склиза производится посредством кулака 40. Базирование изделия осуществляется по стержню, а прижим его — через отштампованную головку. Снятие фаски и подрезку торца производит резцовая головка 37, получающая привод через клиноременную передачу от электродвигателя 38.

После снятия фаски и подрезки торца заготовка по склизу проталкивается в резьбонакатное устройство с плоскими плашками 45. Привод резьбонакатного устройства осуществляется через систему качающихся рычагов 44 от кривошипа, закрепленного на шестерне 41. При этом местоположение кривошипа на шестерне 41 выбирается таким образом, чтобы накатка резьбы происходила при обратном (холостом) ходе штамповочного ползуна 43 с тем, чтобы возникающие при штамповке удары и вибрации не передавались на накатной ползун и устройство и не снижали степени точности накатываемой резьбы.

### 3.6 ПРЕСС-АВТОМАТЫ ДЛЯ ШТАМПОВКИ ШАРИКОВ И РОЛИКОВ

Прессы-автоматы для штамповки шариков и роликов являются разновидностью одноударных прессов-автоматов с цельной матрицей. Основное отличие этих прессов-автоматов от прессов-автоматов для высадки стержневых деталей заключается в том, что прессы-автоматы для штамповки шариков снабжены дополнительным устройством для удержания перенесенной на линию штамповки короткой заготовки (длина которой лишь несколько превышает два диаметра материала), а также устройством для выталкивания отштампованного шарика из пуансона.

Необходимость применения устройства для удержания заготовки перед матрицей вызывается тем, что сферическая форма ручья в матрице не может быть использована для удержания заготовки до начала штамповки. Удержание заготовки ножом также не представляется возможным, так как при таких коротких заготовках нож не успеет уйти из зоны штамповки.

Для удержания заготовок перед штамповкой предусматриваются или эластичное крепление пуансона в ползуне или специальные удерживающие пальцы, приводимые от отдельного механизма.

Двустороннее выталкивание отштампованного шарика необходимо ввиду того, что последний после штамповки может остаться как в матрице, так и в пуансоне.

Холодновысадочные автоматы рассматриваемого типа выпускаются для штамповки шариков диаметром от 2,5 до 28мм. Наибольший диаметр шарика, штампуемого в горячем состоянии, составляет в настоящее время 50мм.

Ввиду того что длина заготовки для штамповки шарика составляет величину, не превышающую 2,5 диаметра исходного материала, эти прессы-автоматы изготавливаются только одноударными.

На базе прессов-автоматов для штамповки шариков путем некоторого изменения узлов и отдельных деталей могут изготавливаться прессы-автоматы для штамповки роликов. Конкретно о необходимых для этого изменениях будет сказано ниже.

На отечественных подшипниковых заводах работают автоматы для штамповки шариков как с эластичным креплением пуансона, так и с удерживающими пальцами, причем прессы-автоматы с эластичным креплением пуансона имеют наибольшее распространение ввиду их большей эксплуатационной надежности и сравнительной простоты конструкции.



На рис. 3.9 показан процесс штамповки шариков на прессах-автоматах с эластичным креплением пуансона. Процесс формообразования шарика в этом случае происходит следующим образом: после отрезки и переноса на линию штамповки к заготовке, удерживаемой ножом *1* и крючком *2*, подходит пуансон *3* (положение I), который сначала заталкивает ее в матрицу, а затем прижимает к матрице усилием пружины в течение времени, определяемого величиной зазора *a*. В этот период нож отходит назад, а придерживающий крючок перекакивает удерживаемую пуансоном и матрицей заготовку (положение II). Когда торец упорной плоскости ползуна подойдет к задней торцевой плоскости пуансона, т. е. когда зазор *a* станет равной нулю, начнется процесс штамповки (положение III), который закончится при крайнем переднем положении ползуна (положение IV). При обратном ходе пуансона произойдет двустороннее выталкивание отштампованного шарика (положение V).

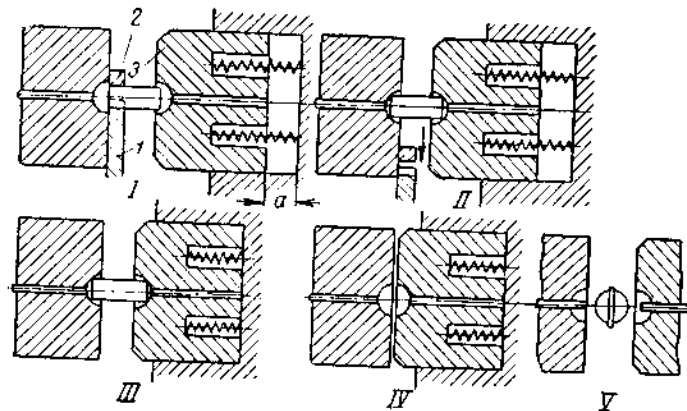


Рис. 3.9. Процесс штамповки шарика с применением пуансона с эластичным креплением

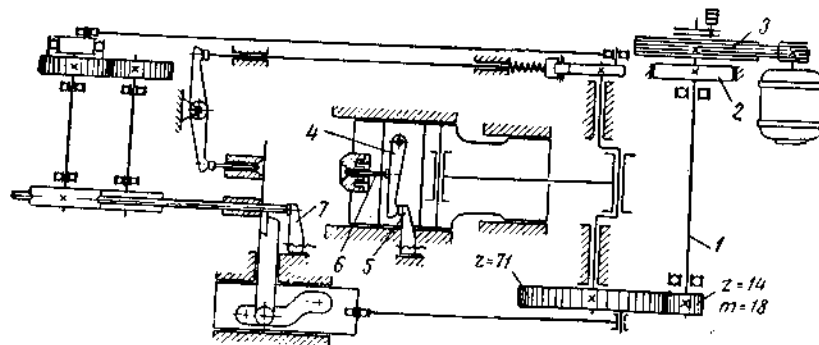


Рис. 3.10. Кинематическая схема холодновысадочного пресса-автомата модели АБ148 для штамповки шариков

Кинематическая схема пресса-автомата модели АБ148 с эластичным креплением пуансона представлена на рис. 3.10. На данном прессе-автомате можно штамповать шарики как в холодном, так и в

горячем состоянии. Наименьший и наибольший диаметр шарика штампуемого в холодном состоянии составляют соответственно 19 и 28 мм, в горячем 28-50 мм. Теоретическая производительность прессы-автомата 90 деталей в минуту. Кроме механизмов и узлов, присущих всякому одноударному холодновысадочному автомату с цельной матрицей, в этом автомате имеется: приемный вал 1 с фрикционной муфтой включения 3 диафрагменного типа и ленточным тормозом 2 и устройство для выталкивания отштампованного изделия из пуансона, состоящее из рычага 4, упора 5 и стержня 6. Применение в системе привода фрикционной муфты включения и тормоза облегчает наладку автомата. Вращение от промежуточного вала к коленчатому передается посредством зубчатой корригированной передачи. Предельная величина крутящего момента регулируется редукционным клапаном в системе воздухопровода. Тормоз работает синхронно с муфтой включения: при включении муфты тормоз выключается, при выключении — включается и затормаживает приводной вал.

Высадочный ползун, в целях обеспечения требуемой точности при штамповке (несоосность полусфер не должна превышать 0,1 мм), выполнен с дополнительными направляющими на хоботе. Регулировка пуансона относительно матрицы в горизонтальном и вертикальном направлениях составляет  $\pm 5$  мм, в осевом  $\pm 6$  мм.

Упор 7 имеет тонкую регулировку: 0,33 мм при повороте маховичка на один оборот. Маховичок (на схеме не показан) смонтирован вблизи рабочего места прессовщика.

### 3.7 ПРОВОЛОЧНО-ГВОЗДИЛЬНЫЕ ПРЕСС-АВТОМАТЫ

Наряду с холодновысадочными прессами-автоматами промышленностью выпускаются быстроходные проволочно-гвоздильные прессы-автоматы для штамповки гвоздей диаметром от 0,7 до 6 мм.

Процесс изготовления гвоздя следующий. Проволока 1 (рис. 3.11, а) автоматически подается через раскрытые матрицы 2 на величину  $h_0$ , необходимую для образования головки соответствующей формы и размеров. Раскрытие матриц осуществляется обычно перемещением только одной матрицы, другая неподвижна. Упоры, ограничивающие подачу проволоки, в гвоздильных автоматах не применяются; проволока здесь подается с помощью врезающейся планки, чем устраняется проскальзывание проволоки и обеспечивается определенная величина подачи. После окончания подачи матрицы сжимаются (рис. 3.11, б), зажимая своей рифленой поверхностью проволоку, и пуансон 3 при ходе ползуна вперед высаживает головку.

Заостряющие и отрезающие ножи 4 (рис. 3.11, в) при движении пуансона вперед находятся в крайнем раскрытом положении, обеспечивая ему свободное перемещение. При отходе пуансона назад матрицы раскрываются, проволока с высаженной шляпкой подается на величину, соответствующую длине гвоздя, и опять матрицы закрываются. После этого происходит заострение гвоздя ножами и одновременное отделение его от проволоки. Перед высадкой следующей головки полученный при предыдущем ударе гвоздь отламывается от проволоки качающимся пуансоном или сбрасывателем (на схеме не показан).

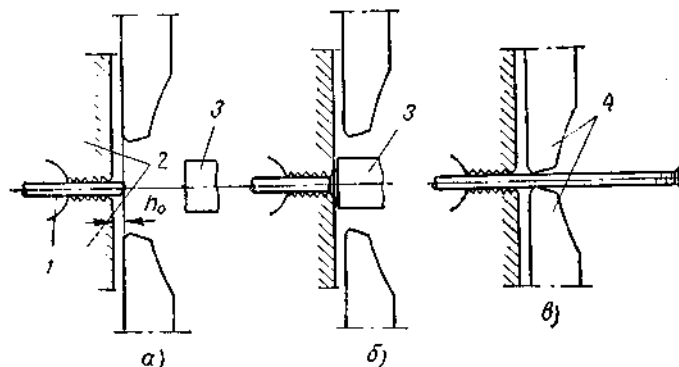


Рис. 3.11. Процесс изготовления гвоздя

Гвоздильные прессы-автоматы выполняются с горизонтальным и вертикальным расположением матриц и ножей. Прессы-автоматы с горизонтальным расположением инструмента наиболее распространены.

Кинематическая схема проволочно-гвоздильного прессы-автомата модели А714, изготовленного Серпуховским заводом кузнечно-прессового оборудования показана на рис. 3.12. Движение всех механизмов автомата осуществляется от коленчатого вала 1 и двух боковых распределительных валов 2 и 3. От коленчатого вала приводится в движение высадочный ползун 4 с укрепленным на нем качающимся пуансонодержателем 5 и пуансоном 6. От распределительных валов приводятся в движение ползуны 7 механизма заострения и отрезки и звено 8 механизма зажима. Сбрасыватель 9 получает движение от пуансонодержателя 5. На левом конце коленчатого вала насажена кривошипная шайба 10 с регулируемым пальцем, от которой через рычаг 11 сообщается возвратно-поступательное движение каретке 12 механизма подачи.

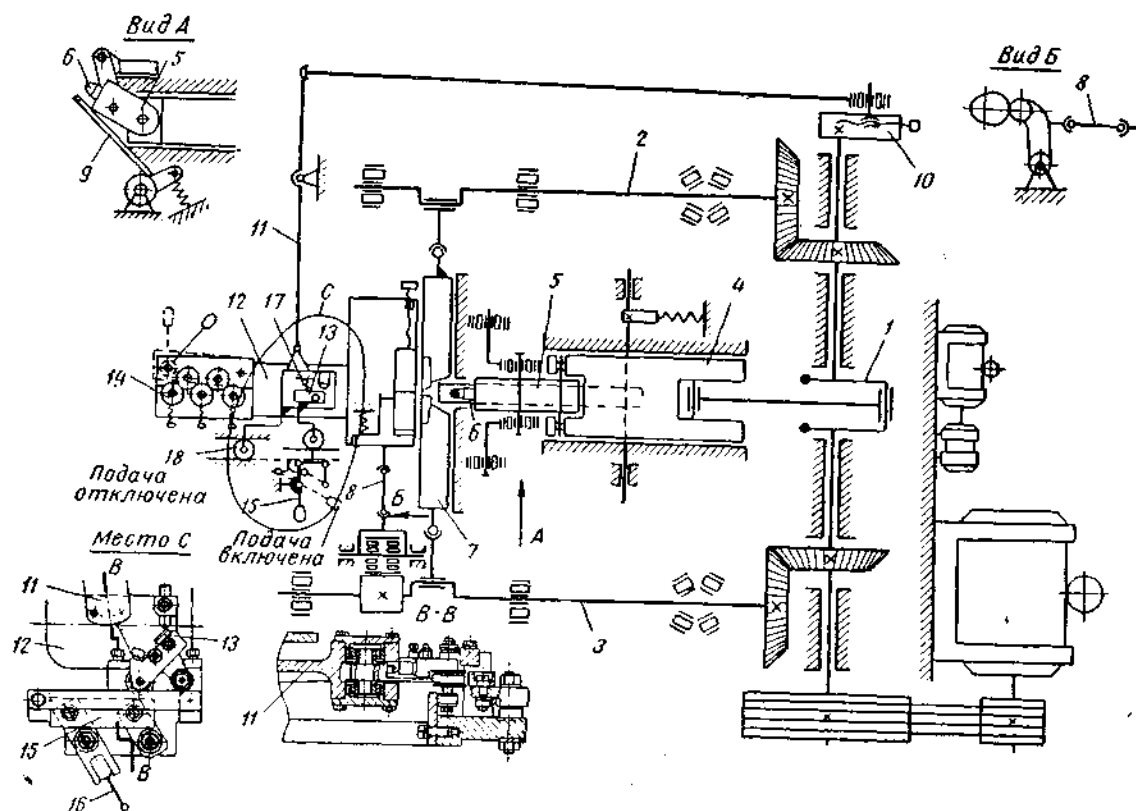


Рис. 3.12. Кинематическая схема пресса-автомата модели А714

Подача проволоки происходит с помощью врезающейся планки 13 при движении каретки 12 вперед. Во время подачи проволока правится роликами 14. При обратном движении каретки планка перемещается вхолостую. Выключение механизма подачи производится рукояткой 16 с помощью устройства 15, отводящего планку 13 от проволоки, при этом рычаг и параллельные звенья устанавливаются в положение, изображенное на рисунке сплошными линиями. Прижим планки 13 к проволоке осуществляется пружиной 17. Ролик 18 служит для направления каретки механизма подачи.

Особенностью прессов-автоматов моделей А712, А714 и др., выпускаемых Серпуховским заводом кузнечно-прессового оборудования, является наличие откидывающейся пуансонной головки, что позволило значительно сократить ход высадного ползуна и, как следствие этого, увеличить на 33—73% минутную производительность прессов-автоматов по сравнению с производительностью аналогичных автоматов с неподвижной пуансонной головкой.

Такая конструктивная особенность позволила также принять ход ползуна меньше длины высаживаемого гвоздя.

### 3.8. АВТОМАТЫ ДЛЯ ГОРЯЧЕЙ ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКИ

Наибольшее развитие автоматы для горячей объемной штамповки получили после появления малоокислительного и легко управляемого электрического нагрева, преимущественно индукционного.

Ранее существовавшие одноударные автоматы для горячей штамповки стержневых изделий (с разъемными матрицами и сплошным нагревом подаваемого в автомат прутка) уступают дорогу многопозиционным автоматам, работающим из штучной заготовки с нагревом только той части, которая подвергается деформации.

Современный комплекс для горячей штамповки стержневых изделий включает в себя автоматический стеллаж 1 (рис. 3.13, а), пресс для рубки заготовок 2 (при этом производительность прессы должна быть выше производительности автомата с учетом наличия на стыках прутков бракованных — немерных по длине — заготовок) электрическое нагревательное устройство 3, пульт управления 4 и собственно автомат 5. При использовании автомата 5 в составе автоматической линии отштампованные поковки по конвейеру 6 поступают к двум нагревательным печам 7 (для нагрева участка под накатку), а затем по конвейерам 8 — к резбонакатным автоматам 9.

При горячей штамповке невозможно редуцирование стержня (этот процесс можно в некоторых случаях заменить высадкой подголовка), трудноосуществима обрезка граней, поэтому штамповку фасонных головок целесообразно осуществлять методом пластического формообразования.

В связи с этим многопозиционные автоматы для горячей объемной штамповки выполняют по иной схеме, чем для холодной штамповки, без переноса заготовок между матрицами отдельным механизмом. Между позициями заготовки перемещаются непосредственно матрицами, которые крепятся в поворотном (преимущественно шестипозиционном) матричном блоке, периодически вращающимся от мальтийского механизма.

Наиболее интересным механизмом является узел питания автомата нагретыми заготовками и само нагревательное устройство (см. рис. 3.13, б).

Нарубленные на прессе заготовки подаются ленточным транспортером на цепной транспортер, по которому поступают к индуктору с дисковым питателем.

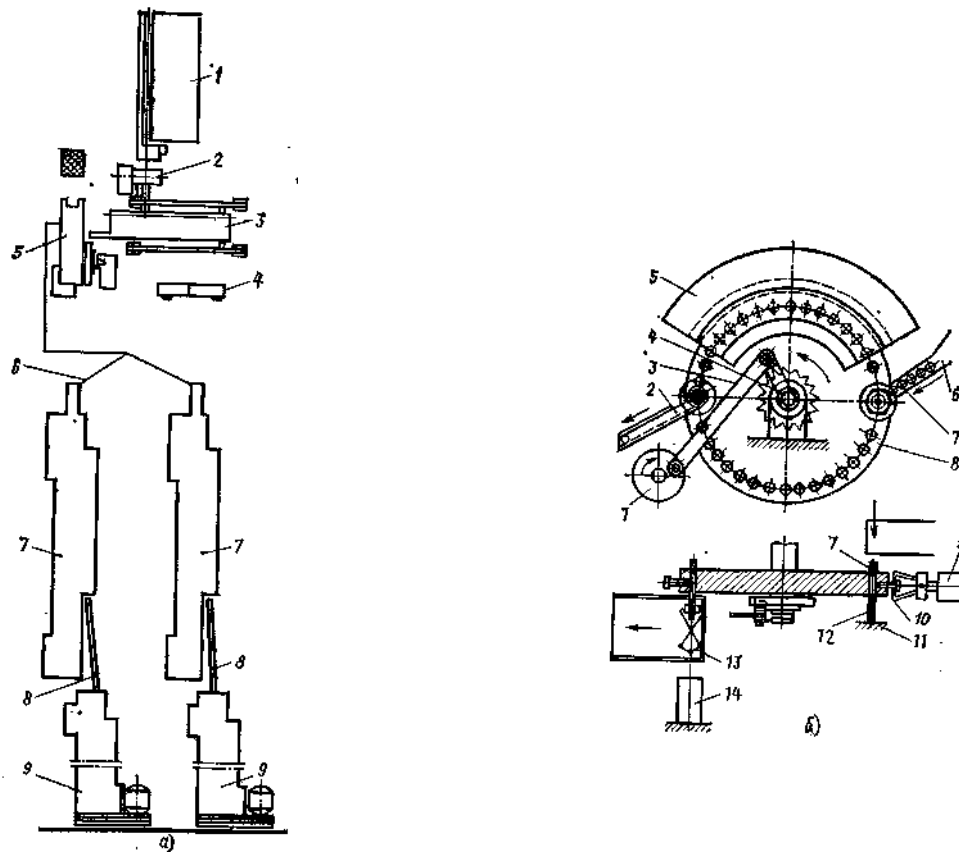


Рис. 3.13. Автоматическая линия для горячей штамповки стержневых изделий:

*а* — схема расположения агрегатов; *б* — питатель с индукторами

При заталкивании заготовки 7 пневмотолкателем с лотка 6 в дисковый питатель 8 устройство 10, фиксирующее заготовку, оттягивается с помощью цилиндра 9, а заготовка 7 подается до упора 11 таким образом, что из дискового питателя выступает только ее часть 12, подлежащая нагреву и последующей деформации. Далее дисковый питатель 8 при повороте храповым механизмом 4, получающим привод от кривошипа 1 (кинематически связанного с автоматом) через рычаг 3 заходит в электрическое индукционное нагревательное устройство 5 щелевого типа. Во время периодического поворота диска часть 12 заготовки нагревается до температуры штамповки. Нагретая заготовка при вращении дискового питателя захватывается клещевым механизмом 13 с приводом от пневмоцилиндра 14, выдергивается из своего гнезда и по траковому транспортеру 2 попадает в дисковый питатель автомата, откуда заталкивается в первую матрицу вращающегося матричного блока.

Многопозиционные автоматы для горячей штамповки коротких изделий типа гаек, колец шарико- и роликоподшипников, сложных

машиностроительных деталей (преимущественно тел вращения) принципиально отличаются от автоматов для штамповки стержневых изделий.

За последнее десятилетие эти автоматы нашли широкое применение во многих отраслях народного хозяйства; автомобильной, тракторной, авиационной, машиностроительной и многих других.

Автоматы выпускают с тремя и четырьмя рабочими позициями с номинальным усилием 0,4—28 МН и частотой ходов штамповочного ползуна от 35 до 200 в минуту. На рис. 3.14 показана кинематическая схема трехпозиционного автомата для горячей штамповки коротких изделий.

От электродвигателя 1 с плавно регулируемой частотой вращения через клиноременную передачу движение сообщается маховику 2 с встроенной в него пневматической фрикционной муфтой включения 3. Через муфту 3 движение получает вал, на котором расположены тормоз 5 и зубчатая передача, приводящая во вращение коленчатый вал 21. От этого же вала движение передается другому промежуточному валу и от него через конические шестерни на два распределительных вала 4 и 15 (см. рис. 3.14).

Штамповочный ползун 6 получает возвратно-поступательное движение от коленчатого вала 21. Все остальные механизмы автомата приводятся в действие от двух распределительных валов 4 и 15 через кулаки и системы рычагов.

Нижние подающие ролики механизма подачи 14 получают привод от кулаков 12, верхние ролики прижимают материал к нижним посредством пакета тарельчатых пружин. На поверхности роликов нанесена насечка для лучшего сцепления их с заготовкой и удаления окалины. Все четыре подающих ролика охлаждаются водой, протекающей через полые оси. Материал подается до жесткого упора 20.

Заготовка во время отрезки прижимается к неподвижной матрице прижимной колодкой 18, закрепленной на ползушке 16, которая получает привод от кулаков на валу 15. Отрезной нож 19, закрепленный на ползуне 17, приводится от кулаков, расположенных на том же валу 15. После отрезки заготовки ползун 17 продолжает движение вперед, перенося заготовку с линии подачи и отрезки на первую рабочую позицию, где происходит осадка заготовки. При переносе заготовка прижимается к ножу планкой посредством пружины.

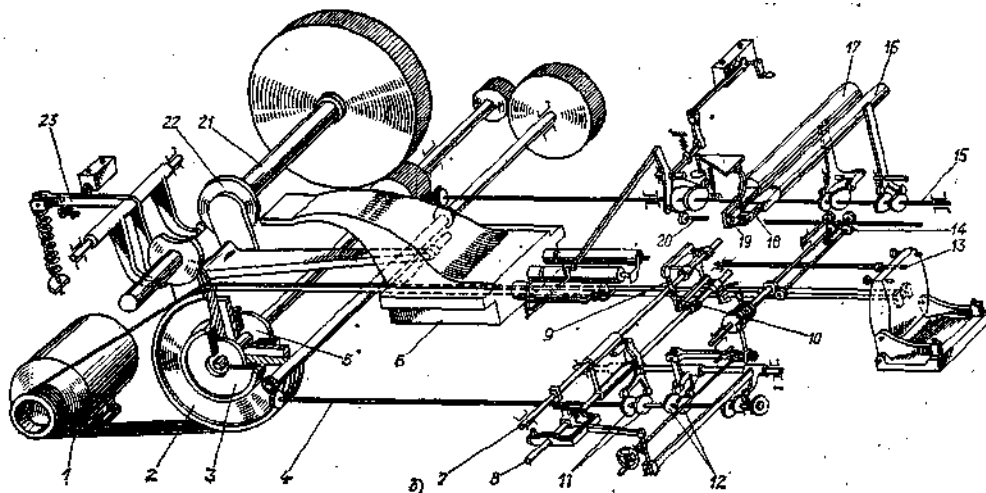


Рис. 3.14. Кинематическая схема автомата для горячей штамповки коротких изделий

Механизм переноса заготовок между позициями имеет две пары клещей, каждая из которых оснащена верхними и нижними захватами. Раскрытие клещей происходит при повороте державок 9 и 10, закрепленных на штангах 7 и 8. Штанги получают качательное движение от кулачков, расположенных на валу 4 через систему рычагов. Продольное перемещение клещей механизма переноса осуществляется от кулачков 11 также посредством рычагов.

После штамповки заготовка выталкивается из матрицы штырями 13, связанными с рычагом, который получает качательное движение от кулака 22, находящегося на щеке коленчатого вала 21. Возврат выталкивателя в исходное положение осуществляется пружиной через систему рычагов 23.

Дальнейшая работа автомата после осадки заготовки на первой позиции происходит в следующей последовательности: по окончании осадки, при которой удаляются также остатки окалины, бочкообразная заготовка выталкивается в первую пару клещей механизма переноса и перемещается на вторую позицию, где пуансоном заталкивается во вторую матрицу и штампуется в ней.

Заготовка с предварительно выдавленным отверстием (или полостью) и отформованными гранями по наружному контуру после выталкивания из второй матрицы попадает во вторую пару клещей, переносится на третью позицию, где производят пробивку отверстия.

При обратном ходе ползуна отштампованную заготовку снимают с пробивного пуансона съемником и направляют по отводящему склизу в тару. Отходы металла (выдру) после пробивки удаляют из автомата через матрицу.



Все технологические переходы штамповки, включая отрезку заготовки, осуществляют одновременно, т.е. за каждый ход ползуна получают одно изделие.

Автомат, как правило, работает в комплексе с индукционной нагревательной установкой и с автоматическим стеллажом.

Для обеспечения непрерывности и стабильности процесса штамповки автоматы должны быть более надежны и стабильны в работе, чем аналогичные автоматы для холодной объемной штамповки. При холодной объемной штамповке повышения стабильности работы автомата можно добиться путем снижения его производительности (уменьшением числа ходов штамповочного ползуна до оптимального). При горячей штамповке производительность автомата должна быть высокой (зависит от массы штамповочной детали), так как только при этом условии можно добиться сокращения времени контакта заготовки с инструментами, обеспечив экономически целесообразную его стойкость.

Стабильное охлаждение рабочего инструмента обеспечивается душирующими установками, расположенными на каждой из матриц автомата и над пуансонами.

### **3.9. ОСНОВНЫЕ МЕХАНИЗМЫ КУЗНЕЧНО-ШТАМПОВОЧНЫХ АВТОМАТОВ ДЛЯ ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКИ**

Современный кузнечно-штамповочный автомат является очень сложной машиной, имеющей до 60—70 узлов и более 1000 наименований оригинальных деталей.

Наряду с обычными для кривошипных прессов узлами, такими как кривошипно-ползунный привод (некоторые автоматы имеют привод всех механизмов от кулаков), автоматы имеют ряд специальных узлов: механизм подачи материала, отрезное устройство с переносом заготовки с линии подачи на позицию штамповки, механизм перемещения пуансонной головки (для двухударных машин), механизм переноса заготовок между позициями (для многопозиционных автоматов), устройство для выталкивания изделий (или промежуточной заготовки) из матриц и при необходимости из пуансонов и ряд других узлов и механизмов, обеспечивающих полностью автоматическую работу машины и безопасность ее обслуживания.

Ниже рассмотрены конструкции некоторых (типовых) узлов автоматов и особенности их расчета применительно к автоматам для

холодной объемной штамповки. Расчеты этих узлов рекомендуется проводить согласно указаниям соответствующих руководящих технических материалов (РТМ), разработанных ЦБКМ. В этих РТМ приведена классификация механизмов, выделены рациональные конструктивные решения и составлены соответствующие им математические модели с учетом жесткости звеньев и зазоров в шарнирах. Решение составленных уравнений применительно к ряду механизмов позволило определить коэффициенты динамичности  $K$ , на которые следует умножать статические нагрузки, чтобы учесть динамику нагружения. В ряде случаев приведены формулы для определения  $K$  конечных звеньев механизмов скоростей и ускорений.

Зная нагрузки, действующие в узлах, проверяют прочность деталей этих узлов по обычным формулам расчета деталей на прочность, но с подстановкой в них значений нагрузок, полученных с учетом динамики.

**Механизм подачи.** Для подачи бунтового материала или прутков в рабочую зону автоматов применяют механизмы двух видов роликовой подачи (рис. 3.15, а) и клещевой подачи (рис. 3.15, б).

Механизм роликовой подачи отличается относительно простой конструкцией, имеет небольшие подвижные массы, что очень важно при использовании его в быстроходных автоматах, и обеспечивает возможность подачи относительно длинных заготовок при малом угле качания привода обгонной муфты.

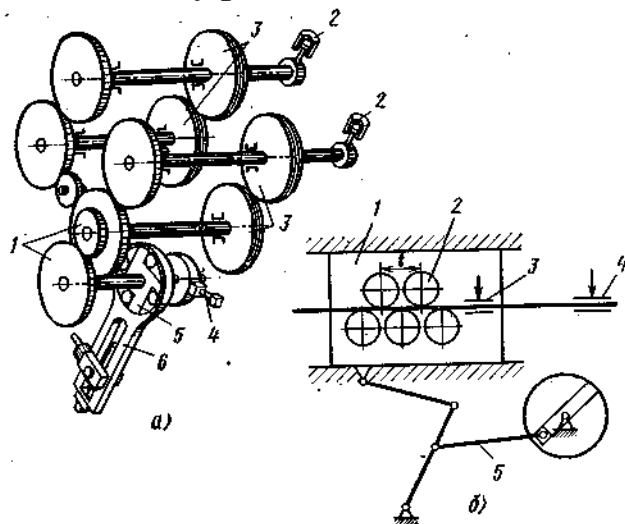


Рис. 3.15. Поддачи к автоматам:

а — роликовая для длинных заготовок; 1 — ускоряющая передача; 2 — пневмоцилиндры; 3 — подающие ролики; 4 — тормоз; 5 — обгонная муфта; 6 — привод подачи с кулисой; б — клещевая подача: 1 — ползун подачи; 2 — правильные ролики; 3 — прижим заготовки во время подачи; 4 — прижим заготовки при холостом ходе ползуна; 5 — привод подачи

К недостаткам механизма роликовой подачи относится обязательная подача заготовки до жесткого упора, которая ведет к пробуксовке роликов по заготовке и может вызвать повреждение поверхности материала, пригар, разбивку упора и отскок заготовки от упора, что нарушает стабильность длины заготовки.

Механизм роликовой подачи широко используется во всех автоматах для холодной и горячей штамповки, в гибочных автоматах многих видов.

Механизм клещевой подачи применяют в тех случаях, когда подача до жесткого упора (с пробуксовкой) невозможна или нежелательна, а также для подачи длинных заготовок.

Обеспечивая точную длину подаваемой заготовки, механизм клещевой подачи имеет значительно большие подвижные массы и поэтому не рекомендуется для использования в быстроходных автоматах. Он находит применение в автоматах для изготовления изделий значительной длины (более 15 диаметров заготовки), в универсально-гибочных автоматах всех размеров, а также в гвоздильных автоматах (в этом случае для захвата заготовки используются не плоские губки, а зубильца).

К преимуществам клещевой подачи по сравнению с роликовой относится более равномерная нагрузка по усилию приводного механизма в течение всего цикла (правка материала осуществляется при обратном ходе подающей каретки). Усилие подачи холодного материала

$$P_n = P_6 + P_{пр} + P_{и}, \quad (3.1)$$

где  $P_6$  — усилие натяжения проволоки, необходимое для разматывания бунта;  $P_{пр}$  — усилие, необходимое для протаскивания проволоки через правильные ролики;  $P_{и}$  — усилие, необходимое для преодоления инерции подаваемого материала. Определение усилий  $P_6$ ,  $P_{пр}$ ,  $P_{и}$  см. [5].

В очень быстроходных автоматах с числом циклов свыше 300 в минуту величиной  $P_{и}$  в формуле (3.1) можно было бы пренебречь, так как фактор преодоления инерции бунта действует только в момент пуска автомата (или включения механизма подачи), а затем разматывающее устройство вместе с бунтом (из-за малой величины времени остановки) начинает непрерывно вращаться, и для нормальной работы автомата требуется установка тормозного устройства постоянного действия.

Наибольшего значения  $P_{и}$  достигает у машин с числом циклов менее 50 в минуту, когда имеет место кратковременный останов бунта после каждой подачи материала.

В некоторых случаях при определении усилия подачи учитывают усилие, потребное для преодоления инерции выпрямленного участка проволоки (от бунта до подающих роликов автомата), однако из-за незначительной величины этого усилия им можно пренебречь.

После определения усилия подачи определяют необходимое усилие нажатия на подающий ролик:

$$Q = P_{\pi} / (n_p f'), \quad (3.2)$$

где  $n_p$  — число приводных подающих роликов;  $n_p=2$  — при одной паре роликов,  $n_p=4$  при двух парах роликов;  $f'$  — коэффициент трения скольжения; при сухой проволоке  $f'=0,1$ , при смазанной проволоке или проволоке фосфатированной  $f'=0,05$ .

Потребное тянущее усилие на подаче обеспечивается либо пружиной (при подаче бунтового материала диаметром до 6 мм), либо пневматическим цилиндром диафрагменного типа.

За расчетный крутящий момент на поводке муфты обгона принимают момент

$$M_{\text{м. о}} = M_{\pi} + M_c + M_{\text{в}} + M_T, \quad (3.3)$$

где  $M_{\pi} = (P_{\pi} D_{\pi})/2$  — момент подачи;  $D_{\pi}$  — диаметр подающих роликов;  $M_c$  — момент на преодоление сопротивления проволоки в роликах (потери в роликах и их опорах);

$$M_c = n'_p Q \left\{ k + \frac{f}{2b} [a d_1 + (a - b) d_2] \right\}, \quad (3.4)$$

здесь  $n'_p$  — число пар подающих роликов;  $Q$  — усилие прижима подающих роликов;  $k=0,75$  мм — коэффициент трения качения;  $f$  — коэффициент трения скольжения в опорах валов,  $f=0,06$  при подшипниках скольжения,  $f=0,01$  при подшипниках качения;  $a$  — расстояние от оси подачи до задней опоры, мм;  $b$  — расстояние между опорами вала подачи, мм;  $d_1$  и  $d_2$  — диаметры опор (для подшипников качения значения  $d_1$  и  $d_2$  принимаются как среднее арифметическое наружного и внутреннего диаметров);  $M_{\pi}$  — момент, необходимый для преодоления инерции вращающихся элементов механизма подачи при пуске;

$$M_{\pi} = I_2 \varepsilon_{2\text{max}}, \quad (3.5)$$

здесь  $I_2$  — момент инерции вращающихся элементов механизма подачи, расположенных между муфтой обгона и подающими роликами, приведенный к валу муфты обгона;  $\varepsilon_{2\text{max}} = a_{\text{max}} / R_n$  — угловое ускорение вращающихся элементов;  $a_{\text{max}}$  — максимальное ускорение подаваемой проволоки;  $R_n$  — радиус подающих роликов;

$M_T = \kappa_T M_I$  — крутящий момент от постоянного тормоза коробки подачи;  $\kappa_T = 1,5 \div 2$ .

Завершается расчет подачи определением контактного напряжения в паре ручей подающего ролика — проволока по формуле Герца.

$$\text{Допустимые контактные напряжения} \\ [\sigma_k] \leq 3\sigma_T. \quad (3.6)$$

Для обеспечения вращения подающих роликов в одном направлении применяют обгонные муфты с 5, 7, 9 или 11 роликами либо многокулачковые муфты.

При подаче горячего материала используют, как правило, двухпарнороликовый механизм подачи с обязательным обильным охлаждением его водой через валы, на которых закреплены ролики. Для лучшего удаления окалины (ломки ее) на поверхности роликов делают насечку.

Так как большинство автоматов для горячей объемной штамповки работают на прутковом материале и не требуют большого усилия подачи, приводными выполняются нижние ролики.

Расстояния между нагревательным устройством и подачей, а также между подающими роликами и плоскостью реза должны быть минимальными во избежание остывания металла.

Для быстрого удаления нагретого прутка из рабочей зоны автомата, а также для ускоренной его подачи в начале работы целесообразно предусматривать ускоренный привод подающих роликов и возможность реверсирования их вращения.

**Механизм отрезки заготовок.** Качество поверхности торца заготовки после отрезки (перпендикулярность торца оси заготовки) во всех автоматах и особенно в автоматах, предназначенных для холодного выдавливания, играет решающее значение, обеспечивая стабильное протекание процесса.

Качественная отрезка дает возможность исключить переход предварительной осадки торцов и тем самым расширить технологические возможности автоматов.

Для отрезки заготовок используют рез открытым ножом, втулочный рез, рез с силовым прижимом заготовки, рез с предварительным надрезом заготовки и, наконец, рез на повышенных скоростях. Последний применяется в новейших автоматах и обеспечивает хорошее качество реза.

По характеру движения ножа механизмы отрезки подразделяют на два вида: с качательным движением ножа и поступательным.

В быстроходных одно- и многопозиционных автоматах для изготовления деталей и заготовок, подлежащих дальнейшей механической обработке (заготовки шариков, болты, торцы которых подрезаются на специальном устройстве), применяют механизм отрезки качательного типа с отрезкой открытым ножом.

Механизм отрезки качательного типа имеет значительно меньшие подвижные массы, чем подобный механизм с поступательным

перемещением ножового штока. Механизм отрезки во втулках нашел широкое применение в автоматах для холодной штамповки гаек и сложных машиностроительных деталей. Механизм отрезки с «ходу» (с большой начальной скоростью) находит применение в современных многопозиционных автоматах для холодной объемной штамповки, так как обеспечивает наиболее высокое качество поверхности торца и перпендикулярность его оси заготовки.

Усилие отрезки (статическое) для холодной и горячей штамповки определяют по формуле

$$P_{\text{ст}} = 0,8d^2\sigma_{\text{в}}, \quad (3.7)$$

где  $P_{\text{ст}}$  — усилие отрезки, Н;  $d$  — диаметр заготовки, мм;  $\sigma_{\text{в}}$  — временное сопротивление материала, МПа (либо  $\sigma_{\text{ст}}$  — временное сопротивление материала при температуре нагретого металла, МПа).

Усилие отрезки возрастает в зависимости от типа механизма отрезки и быстроходности автомата, что для оценочных расчетов учитывается коэффициентом динамичности  $k$ :

$$P_{\text{дин}} = kP_{\text{ст}} = k0,8d^2\sigma_{\text{в}}, \quad (3.8)$$

Величина  $k$  для механизма отрезки качательного типа может определяться по графику (рис. 3.16, а).

График изменения усилия отрезки в общем виде представлен на рис. 3.16, б, значения  $a$ ,  $b$ ,  $c$  зависят от марки стали и диаметра заготовки.

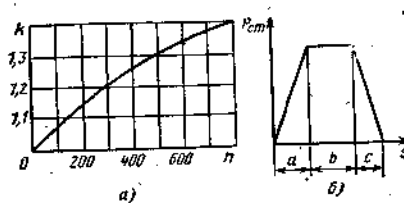


Рис. 3.16. Графики изменения усилия отрезки:

$a$  — в зависимости от частоты вращения распределительного вала;

$b$  — по ходу отрезки

Так, для проволоки диаметром до 6 мм из стали  $10a=0,17d$ ;  $b=0,16d$ ,  $c=0,02d$ .

Силовой расчет механизма отрезки качающегося типа (наиболее часто применяемый в быстроходных автоматах) сводится к определению напряжений в наиболее нагруженных участках рычага реза, расчету оси и др.

При определении усилия отрезки горячей заготовки пользуются той же формулой, что и при отрезке холодных заготовок, но подставляют в нее значение  $\sigma_{\text{ст}}$ .

**Механизм выталкивания.** Такой механизм применяют для удаления отштампованных изделий (или полуфабрикатов на промежуточных позициях) из матриц или пуансонов, либо из тех и других одновременно.

Усилие выталкивания,  $H$ , определяют по формуле

$$P = f\pi dlq, \quad (3.9)$$

где  $f$  — коэффициент трения между матрицей (пуансоном) и изделием;  $f = 0.1$ ;  $d$  — диаметр заготовки, мм;  $l$  — длина заготовки, находящейся в матрице (пуансоне), мм;  $q$  — удельное усилие выталкивания МПа;  $q = 150 \div 300$  МПа в зависимости от длины заготовки (наибольшее значение соответствует наименьшей длине заготовки).

Проведенные исследования показали, что усилие выталкивания растет при увеличении длины заготовки примерно до  $l = 5d$ , а затем практически мало зависит от ее длины. В связи с этим при проектировании выталкивающих механизмов обращают внимание не столько на увеличение его силовых параметров (при увеличении длины заготовки), сколько на исключение продольного изгиба выталкивающего стержня, особенно, если длина заготовки  $l > 10d$ .

При успешном решении этого вопроса (исключении или резком сокращении продольного изгиба выталкивающего стержня) на автоматах с цельными матрицами практически можно штамповать стержневые изделия без ограничения их длины.

На рис. 3.17 показаны выталкивающие устройства из матрицы и пуансона. От кулака 2, расположенного на промежуточном валу и имеющего привод от коленчатого вала автомата, получает качательное движение двуплечий рычаг 3, который через регулировочный винт 4 воздействует на выталкивающий стержень 5 и выбрасывает заготовку 12 (рис. 3.17, а). Для возврата механизма в исходное положение служат пружины 1 и 6.

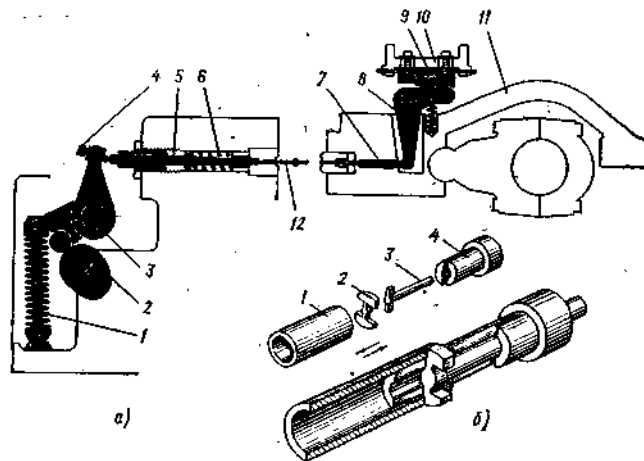


Рис. 3.17. Выталкиватели из матрицы и пуансона:  
а — для изделий нормальной длины; б — для длинных изделий

Выталкивание заготовки 12 из пуансонов, расположенных на ползуне 11, осуществляется стержнем 7 через двуплечий рычаг 8, который другим своим концом контактирует посредством ролика с копирной планкой 9, закрепленной на траверсе 10, жестко связанной со станиной автомата. Для возможности циклового регулирования начала и конца выталкивания копирная планка 9 имеет продольные пазы, позволяющие осуществлять ее перемещение относительно траверсы 10.

При изготовлении стержневых изделий длиной  $(20 \div 40)d$  в цельных матрицах на одно- и многопозиционных автоматах применяют более сложную конструкцию выталкивающего механизма (рис. 3.17, б). Выталкивающий стержень 3 с фасонным заплечиком на конце перемещается в направляющей втулке 4, имеющей продольный паз, длина которого несколько больше хода выталкивателя.

Передача движения выталкивавшему стержню 3 осуществляется через фасонную часть заплечика, промежуточную деталь 2, в верхнюю часть которой упирается втулка 1, получающая привод от кулачкового механизма.

Таким образом, выталкивающий стержень на всем пути своего движения не имеет открытых участков и надежно направляется втулкой 4, что полностью исключает его продольный изгиб.

С целью уменьшения шума при работе автомата, величину хода выталкивателей делают регулируемой в зависимости от длины стержня изделий с тем, чтобы избежать отрыва выталкивающего стержня от торца заготовки.

В автоматах для горячей объемной штамповки усилие выталкивания принимают в процентном отношении к усилию штамповки на той или иной позиции (оно составляет 5-8%) или подсчитывают по формулам, приведенным в работе [5].

С целью исключения произвольного перемещения выталкивающего стержня на выталкивателях ставят специальные тормозные втулки.

**Механизм переноса заготовок.** В автоматах для холодной и горячей объемной штамповки механизм переноса заготовок между позициями является наиболее ответственным узлом машины, подчас определяющим ее производительность.

Все механизмы переноса заготовок автоматов для холодной объемной штамповки подразделяют на две основные группы: для стержневых изделий и изделий типа гаек. При этом, если в механизмах переноса для стержневых изделий клещи выполняются управляе-



мыми, то для гаечных автоматов надобности в этом нет (исключение составляют автоматы для горячей штамповки гаек).

На рис. 3.18, *а* показан механизм переноса стержневых изделий к четырехпозиционному холодноштамповочному автомату.

Каретка 2 механизма переноса получает привод от тяги 1, связанной через рычажную систему с кулаком на распределительном валу.

Величина перемещения каретки 2 равна расстоянию между позициями автомата. Захват вытолкнутых из матриц заготовок 8 осуществляется клещами 7, управление на раскрытие которых в момент штамповки (для пропуска пуансонов) подается от кулаков 3. Каждая пара клещей 7 связана между собой либо зубчатым сектором, либо упорами. Смыкание клещей на заготовку силовое через пружину 6. Направляющие для перемещения каретки располагаются в корпусе 5, который при смене инструмента может откидываться, открывая свободный доступ к матричному блоку (инструменту) автомата.

Для ручного раскрытия клещей, необходимом в процессе наладки автомата, служит рукоятка 4.

Для обеспечения стабильной работы механизма переноса (исключения потерь заготовок) необходимо насколько возможно уменьшать инерционные усилия, возникающие в процессе работы этого механизма, что достигается уменьшением подвижных масс, а также расширением циклового времени движения с заготовками.

Механизм переноса заготовок типа гаек с неуправляемыми клещами и поворотом заготовок на  $180^\circ$  при переносе между позициями показан на рис. 3.18, *б*. Возможность поворота заготовок на  $180^\circ$  при переносе между позициями улучшает штампуемость гаек, сложных фасонных деталей и способствует повышению стойкости инструмента, так как известно, что металл в процессе штамповки наиболее сильно упрочняется со стороны движущегося инструмента (пуансонов).

При возвратно-поступательном перемещении каретки от кулака, находящегося на распределительном вале шестерни 6, расположенные на консоли державки клещей, обкатываются по сектору – шестерни 7 и к концу хода коретки разворачивают державки 3 на угол  $180^\circ$  в подшипниках 1.

На каретке 5 расположены четыре державки 3 с клещами, которые зажимают переносимую заготовку 2 посредством плоских пружин 4. В тех случаях, когда поворот заготовки между всеми или отдельными позициями не нужен, шестерни 6 снимаются, а цилиндрическая часть державки 3 жестко стопорится в каретке 5.

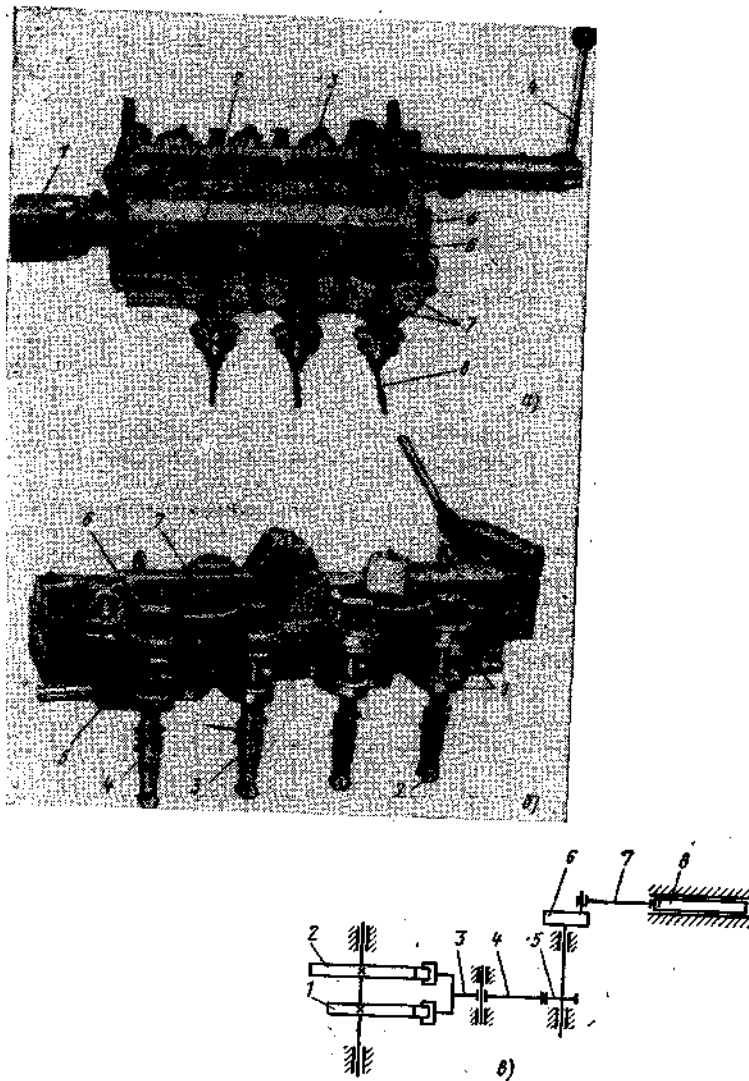


Рис. 3.18. Механизмы переноса заготовок многопозиционных автоматов и схема их привода

При переносе заготовок между позициями важно точное местоположение заготовок в крайних положениях относительно матриц и пуансонов. Так как привод механизма переноса является многосвязным, всегда возможно набегание погрешностей, величина которых по мере износа узлов сочленений, а также кулачковых пар будет неуклонно возрастать.

Для исключения этих погрешностей на последнем приводном элементе механизма переноса вводят компенсирующий элемент (например, кривошипную шайбу 6, рис. 3.18, б).

От прямого 2 и обратного 1 кулаков получает качательное движение двуплечий рычаг 3, правая часть которого 4 выполнена в виде сектора, сцепляющегося с шестерней 5. Противоположный конец вала, на котором закреплена шестерня 5, заканчивается кривошипной шайбой 6, от которой через тягу 7 приводится в возвратно-поступательное движение каретка механизма переноса 8.

Соотношение тяг, рычага 3 и передаточного отношения сектора 4 и шестерни 5 выбрано таким образом, что за каждое качание дву-плечего рычага кривошипная шайба поворачивается на угол  $180^\circ$ , занимая крайние заднее и переднее положения в конечных точках нахождения каретки механизма переноса. В этом случае даже при значительной погрешности в направлении, перпендикулярном перемещению каретки механизма переноса, погрешность в направлении непосредственного перемещения каретки мала, гарантируя точную остановку последней в крайних положениях. Для стабильной безаварийной работы автоматы должны иметь предохранительные устройства на основных узлах и механизмах. Реле защиты электродвигателя отключает при нагрузке и падении напряжения в сети. Реле давления обеспечивает выключение муфты автомата при падении давления в пневмосети.

Отсутствие подачи воды (в автоматах для горячей штамповки) также вызовет немедленную остановку автомата и отключение системы электронагрева. Должны быть предусмотрены соответствующие блокировки работы механизмов отрезки, переноса заготовок, выталкивания заготовок из матриц и пуансонов и залипания заготовок на пуансонах для машин горячей штамповки [5].

К проектированию и расчету механизма переноса приступают после того, как разработан технологический процесс штамповки изделия, решены вопросы выбора параметров и расчета кинематической схемы автомата. Проектирование и расчет ведут в следующей последовательности: 1) исходя из типовых схем и конструкций механизмов переноса выбирают схему, обеспечивающую выполнение заданных технологических переходов и графически определяют основные геометрические размеры узла; 2) разрабатывают конструкцию механизма переноса, на основании которой устанавливают размеры звеньев, их массы и другие параметры; 3) рассчитывают цикловую диаграмму механизма; 4) выполняют расчет кинематических параметров механизма переноса; 5) проводят силовой и прочностной расчеты элементов механизма переноса; 6) оценивают точность позиционирования заготовки.

### 3.10. ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОМАТОВ ДЛЯ ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКИ

Повышение производительности двухударных холодновысадочных автоматов может быть достигнуто за счет получения готового изделия за каждый ход, а не за два хода штамповочного ползуна.

На рис. 3.19 показана схема привода матричного блока двухударного автомата, обеспечивающая получение детали за каждый ход ползуна.

Автомат этой конструкции имеет две матрицы 2, закрепленные в матричном блоке 1 периодически (за каждый ход ползуна) поворачивающимся от механизма фergusonа 6 на  $180^\circ$  и два пуансона жестко (без перемещения) закрепленных на ползуне (один заготовительный, другой окончательный). Профиль механизма 6 имеет переменный угол подъема и обеспечивает необходимой высотой матричного блока (при угле подъема профиля  $0^\circ$ ) в момент штамповки. При этом благодаря небольшому натягу между ведущими роликами 5 и кулаком обеспечивается надежная его фиксация в момент выстоя без применения дополнительных фиксирующих устройств. Торцевой кулак механизма 6 крепится на валу 7, получающему вращение от коленчатого вала. Периодическое вращение диска с роликами 5 посредством вала 4 и ускоряющей передачи 3 сообщается матричному блоку 1.

Дальнейшее развитие двухударных автоматов в направлении повышения производительности и расширения их технологических возможностей иллюстрирует схема, показанная на рис. 3.20.

Автомат имеет две отрезные 2 и две высадочные 4 матрицы, одну матрицу 5 для обрезки граней головки после штамповки, две пары клещей 3 и 6 для попеременного переноса заготовок из высадочных матриц в обрезную и два механизма отрезки 1. Работа автомата ведется на двух нитках проволоки (из двух бухт). Механизмы подачи попеременно подают проволоку до жесткого упора, то в левую, то в правую отрезные матрицы, а затем после отрезки в высадочные матрицы, где за два удара (два хода штамповочного ползуна) осуществляется предварительная и окончательная штамповка цилиндрической головки; затем заготовка попеременно то из одной (за один ход ползуна), то из другой матриц (за другой ход ползуна) переносится соответствующим механизмом переноса в центральную матрицу, где происходит обрезка головки болта. Таким образом, за каждый ход ползуна получается одна заготовка болта с обрезанной на шестигранник головкой.

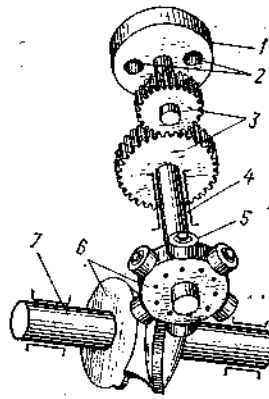


Рис. 3.19. Схема привода матричного блока двухударного двухпозиционного автомата

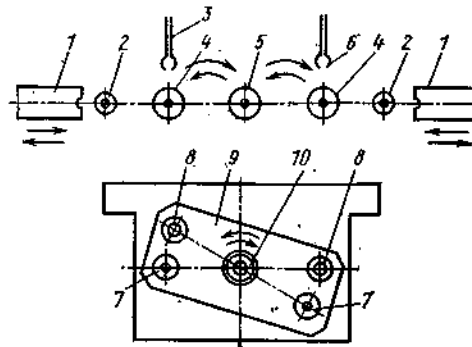


Рис. 3.20. Схема расположения инструмента в комбинированном автомате

Четыре высадочных пуансона (два заготовительных 7 и два окончательных 8) располагаются на пуансонной головке 9, которая имеет качательное движение. В центре пуансонной головки 9, совпадающим с осью ее качания, закреплен обрезной пуансон 10.

Повышение производительности достигается также созданием нескольких модификаций автоматов для различных длин изделия (для стержневых изделий). Известно, что промышленность изготавливает около 75% изделий стержневого типа длиной до  $5d$ .

В связи с этим целесообразно за счет уменьшения величины хода штамповочного ползуна (при тех же ускорениях) при изготовлении коротких изделий повысить число ходов исходя из соотношения

$$n_2 = n_1 \sqrt{R_1/R_2}, \quad (3.10)$$

где  $n_1$  — число циклов при изготовлении короткого изделия;  $n_2$  — число циклов при изготовлении нормального изделия длиной до  $10d$ ;  $R_1$  и  $R_2$  — соответственно радиусы кривошипа для изготовления нормального и короткого изделий.

Значительное повышение производительности автоматов может быть достигнуто также следующими способами:

- уменьшением расстояния между позициями в многопозиционных автоматах при применении тонкостенных твердосплавных вставок в инструменте, что сокращает путь при перемещении заготовок механизмом переноса, а следовательно, делает его работу более спокойной;

- увеличением циклового угла перемещения механизма переноса, а также точности его положения в крайних точках, что обеспечивается применением компенсаторов (см. рис. 3.5, 3.18);

- применением уравнивания кривошипно-ползунной группы одним из трех известных способов: а) вращающимися грузами; б) качающимися грузами; в) вращающимися в разных направлениях двумя грузами, расположенными на двух параллельных валах.

Уменьшением масс подвижных частей, что может быть достигнуто использованием малоинерционных конструкций (например, механизм отрезки качающегося типа вместо возвратно-поступательного), а также более легких материалов на узлах, не несущих больших технологических нагрузок (алюминиевые или титановые сплавы); при применении титановых сплавов следует помнить, что хотя этот материал и имеет низкую плотность ( $4,2 \text{ г/см}^3$ ), он обладает высоким коэффициентом трения до 0,4 и меньшей, чем сталь, жесткостью (модуль упругости титановых сплавов в среднем в 2 раза ниже, чем у стали);

применением плавно регулируемого привода, позволяющего использовать автомат на наиболее оптимальных режимах, что в конечном итоге ведет к повышению производительности;

использованием тяжеловесных бунтов массой до 2000 кг и более, что увеличивает коэффициент использования автоматов во времени, а наличие правильно-задающих устройств облегчает обслуживание автоматов.

### 3.11. ГИБОЧНЫЕ АВТОМАТЫ

Гибочные автоматы охватывают большое количество универсальных и специализированных машин поступательного и вращательного действия. В эту группу входят автоматы: универсально-гибочные для изготовления разводных шплинтов, секций генераторов автомобилей и тракторов, цепевязальные; пружино-навивочные для изготовления пружинных шайб Гровера и другие специальные автоматы для производства деталей приборов и пр.

Изготовление деталей на гибочных автоматах происходит в большинстве случаев в холодном состоянии. Горячая обработка про-

изводится на круглогибочных и пружинозавивочных полуавтоматах при изготовлении деталей из материала крупного сечения.

### 3.12. УНИВЕРСАЛЬНО- ГИБОЧНЫЕ ПРЕССЫ-АВТОМАТЫ

На универсально-гибочных прессах-автоматах из проволоки диаметром 0,8—12мм, полосы или ленты шириной 5—35мм изготавливаются разные детали: шплинты, скрепки, скобы, крючки, детали автомобилей, радиоприемников и т. п.

Благодаря наличию четырех рабочих ползунов на универсально-гибочных прессах-автоматах можно готовить широкий ассортимент продукции (рис. 3.14).

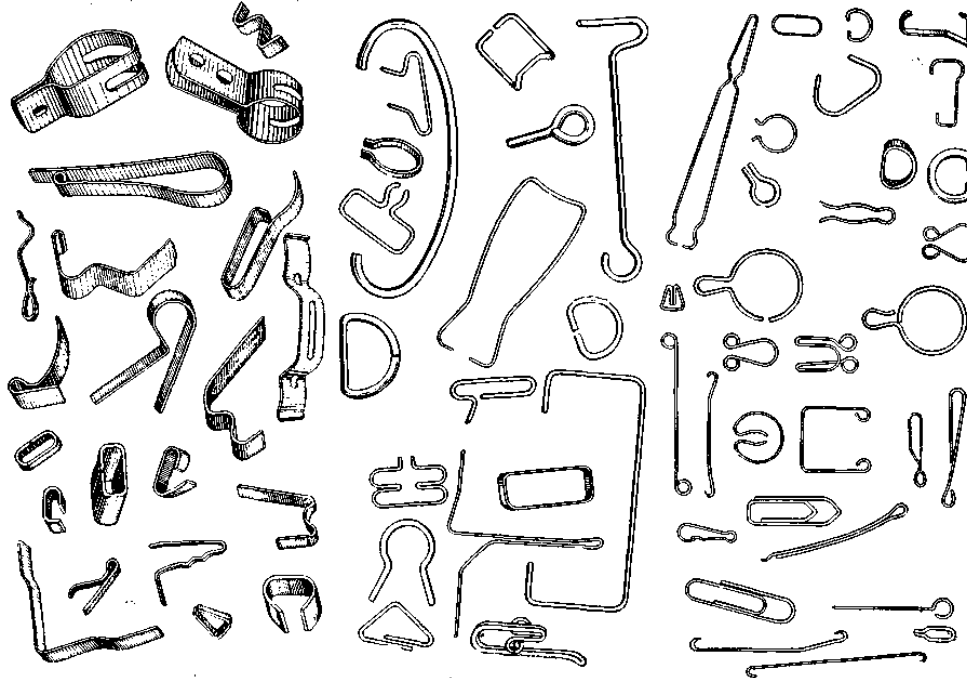


Рис. 3.14. Детали, изготавливаемые на универсально-гибочных прессах-автоматах

Универсально-гибочные прессы-автоматы получили широкое распространение на предприятиях приборостроения, средств связи, автотракторной и местной промышленности.

Процесс формирования детали на этом прессе-автомате происходит следующим образом (рис. 3.15).

Материал подается сквозь отрезную матрицу 3 между оправкой 1 и гибочным штампом переднего ползуна 5 до регулируемого упора.

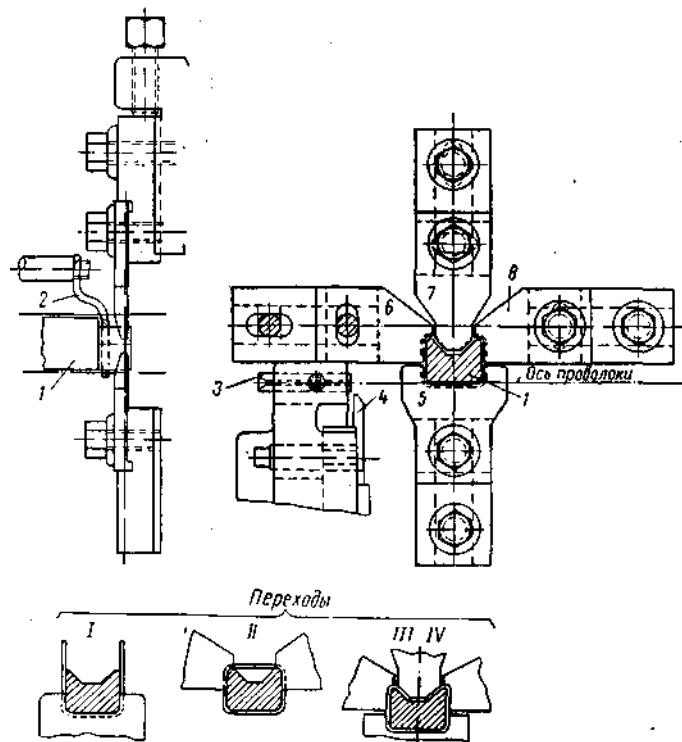


Рис. 3.15. Схема процесса гибки

При движении ножа 4 и штампа вперед происходит отрезка и первая гибка заготовки. Затем штампы боковых ползунов 6 и 8 осуществляют огибание боковых ветвей заготовки вокруг оправки. Окончательная гибка детали производится штампом заднего ползуна 7. Изогнутая деталь снимается с оправки вниз съемником 2. Оправка здесь неподвижна, а гибочные штампы совершают от кулаков прямолинейное возвратно-поступательное движение.

В зависимости от конфигурации изгибаемой детали применяются соответствующей формы оправка и гибочные штампы.

Автоматы А910А; А7111; А912Г; А7115 и А7117 изготавливаются для гибки деталей из проволоки диаметром 0,8; 1,2; 2; 3,2 и 5 мм.

На рис. 3.16 показана кинематическая схема универсального гибочного пресса-автомата модели А912Г. От электродвигателя через приемный вал 19 вращение передается заднему кулачковому валу 18, а от него с помощью трех пар конических шестерен двум боковым валам 13 и 17 и к переднему кулачковому валу 5.

Основные исполнительные органы пресса-автомата: нож 9, четыре гибочных штампа (10, 12, 14, 15) и вертикально-гибочный механизм 11 приводятся в движение от регулируемых пазовых кулаков, закрепленных на соответствующих валах.



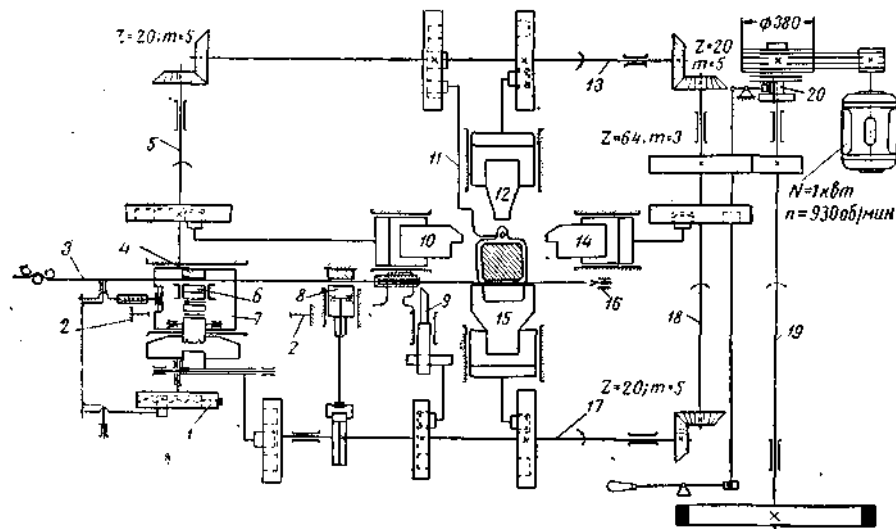


Рис. 3.16. Кинематическая схема универсально-гибочного пресса-автомата модели А912Г

Проволока или лента 3 подается до регулируемого упора 16 зажимными планками 4 и 6 механизма подачи, перемещающимися вдоль линии подачи вместе с кареткой 7.

Во время обратного хода каретки подачи проволока или лента удерживается на месте зажимными планками 8. Крайние положения каретки 7 фиксируются упорами 2.

Для деформации изготавливаемой детали в другой плоскости применяется дополнительный штамп, закрепляемый на вертикальном гибочном механизме-съемнике 11.

После изготовления детали все штампы отходят на свои исходные положения.

Профиль основных рабочих кулаков проектируется в зависимости от типа штампуемых деталей. Кулаки механизмов отрезки, прижима и подачи устанавливаются постоянного профиля. Для осуществления дополнительных операций применяются специальные приспособления.

Включение пресса-автомата производится посредством фрикционной муфты 20, смонтированной на приемном валу. Привод механизма подачи материала осуществляется от регулируемой кривошипной шайбы 1, закрепленной на валу 5.

Рассмотрим условия, при которых будет обеспечено взаимосогласованное движение всех механизмов пресса-автомата при гибке, например, замкнутого прямоугольного контура. Для автоматической гибки замкнутого контура из проволоки или ленты должны быть соблюдены следующие условия.

1. Подача материала должна осуществляться только в то время, когда нож находится в крайнем заднем положении, т. е. когда открыто отверстие отрезной матрицы.

2. После подачи материала и отрезки заготовки штамп *15* производит первую гибку двух ветвей заготовки под углом  $90^\circ$ . В остальной период времени этот штамп должен оставаться неподвижным, пока все остальные штампы будут выполнять свои операции.

3. В процессе отрезки подающие планки *4* и *6*, оставаясь зажатыми, могут перемещаться вместе с кареткой подачи еще некоторое время вперед, скользя по материалу, который в данный момент неподвижен благодаря упору в ограничитель *16*. В это же время подвижная зажимная планка *8* также движется к материалу и затем зажимает его. Лишь после зажима материала тормозящими планками *8* подающие планки *4* и *6* разжимаются и возвращаются в исходное положение.

4. Запаздывание начала движения штампов *10* и *14* вперед относительно хода штампа *15* должно устанавливаться в зависимости от размеров изгибаемой заготовки.

5. Гибочный штамп *12* должен начинать свое движение вперед лишь после того, как штампы *10* и *14* придут в крайнее переднее положение.

6. Начало отхода гибочного штампа *12* должно устанавливаться раньше, чем у остальных ползунов, которые для рассматриваемой формы изгибаемой детали начинают обратный ход одновременно.

7. Рабочий ход съемника (вниз) и обратный ход (вверх) должны происходить в возможно короткий промежуток времени, чтобы не мешать подаче материала.

В крайнее верхнее положение съемник *11* должен прийти до начала движения штампа *15*, чтобы обеспечить возможность перемещения этого штампа вперед. Рабочий цикл  $T_p$  универсально-гибочного прессы-автомата равен его кинематическому циклу  $T_k$ . В универсально-гибочном прессе-автомате взаимосогласованно должны работать восемь механизмов (подачи, торможения, обрезки, четыре гибки и съема).

### 3.13. АВТОМАТЫ ПРУЖИНОНАВИВочНЫЕ

Автоматы для холодной навивки пружин (муфтного вида). Автоматы (табл. 1) предназначены для холодной навивки цилиндрических, конических и бочкообразных пружин с постоянным и переменным шагом правой и левой навивки из проволоки круглого сечения.

Типовая конструкция автоматов и компоновка всех механизмов приведены на рис. 3.18.

Автомат работает следующим образом. Проволока с разматывающего устройства с помощью подающих роликов протягивается через правильное устройство 2 и подается к навивочным упорам механизма образования диаметра 9, где она формируется в пружину.

Образование заданного диаметра пружины производится по двухопорной схеме синхронизированным движением обоих упоров, приводимых от одного кулака. После навивки пружины определенной длины подача проволоки прекращается и готовая пружина автоматически отрезается. Затем цикл повторяется. Шаг пружины задается механизмом образования шага 4. Управление исполнительными механизмами осуществляется кулачками распределительного вала 10.

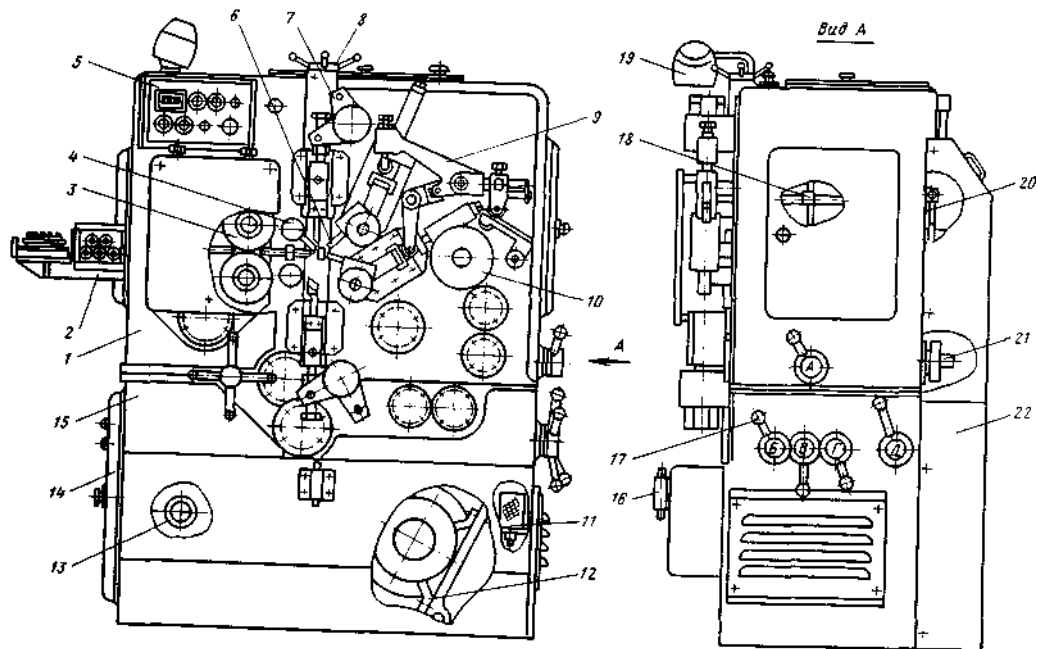


Рис.3.18 Типовая конструкция автомата для холодной навивки пружин (муфтного вида):

1 - станина; 2 - правильное устройство; 3 - механизм подачи; 4 - механизм образования шага; 5 - пульт управления; 6 - инструмент; 7 - механизм реза; 8 - механизм перемещения оправки; 9 - механизм образования диаметра; 10 - распределительный вал; 11 - система смазки; 12 - привод; 13 - система охлаждения; 14 - ниша электроуправления; 15 - редуктор; 16 - уловитель пружин; 17 - механизм переключения скоростей; 18 - механизм включения реза; 19 - электрооборудование; 20 - механизм включения и выключения обгонной муфты; 21 - обгонная муфта подачи; 22 - ограждение.

Станины автоматов выполнены из чугуновой отливки коробчатой формы и установлены на корпусе редуктора. В расточках передней и задней стенок монтируются валы следующих механизмов: распределительного вала 10, механизма подачи 3, механизма реза 7, механизма образования диаметра 9, механизма включения реза 18 и обгонной муфты подачи 20.

В левом верхнем углу передней панели имеется ниша для пульта 5 управления автоматом.

Привод автомата 12 осуществляется от электродвигателя, установленного в нише корпуса редуктора. Редуктор 15 служит для передачи вращения с переменными скоростями с входного вала на подающие ролики, распределительный вал 10 или с постоянной скоростью — на вал реза.

Механизм образования диаметра 9 обеспечивает формирование постоянного или переменного диаметра навиваемой пружины. Проволока после подгибки конца направляется в канавки диаметрообразующих упоров, где она при включении подачи формируется в пружину.

Для расширения технологически» возможностей автомата механизм образования шага 4 выполнен универсальным, т.е. шаг пружины задается шаговой лапкой, перемещающейся параллельно или перпендикулярно к оси пружины.

Автомат настраивается и поставляется с шаговой лапкой, перемещающейся параллельно оси пружины.

Механизм реза 7 выполнен в шатунно-кривошипном исполнении.

Для выбора режима навивки пружин, автоматы оснащаются механизмами переключения 17 скоростей подачи материала и вращения распределительного вала. Механизм переключения вмонтирован в корпус редуктора и в станину автомата.

Механизм переключения 17 служит для переключения скорости подачи материала. Рукоятки А, Б, В, Г, Д переключают частоту вращения распределительного вала.

Выбор оптимального режима заданного типоразмера пружины осуществляется с помощью таблицы настройки автомата, согласно которой устанавливаются соответствующие положения рукояток в зависимости от заданной длины заготовки пружины и необходимой производительности.

По заказу потребителей автоматы комплектуются: для проволоки диаметром до 10мм — разматывающим устройством, а диаметром 16 мм — устройством правильно-задающим.

Инструментальный блок автоматов (рис. 3.19) включает: проводки 1, 2, шаговые лапки 3, 7, нож 4, диаметрообразующие упоры 5, неподвижный нож (отрезная оправка) 6 и подающие ролики 8.

Проводка 2 направляет проволоку от второй пары роликов 8, предотвращая образование петли в этой зоне и увод проволоки в сторону от упоров 5. При этом правый конец проволоки должен находиться на минимально возможном расстоянии от упоров 5. Особенно это касается проволоки небольшой жесткости и малого диаметра.

Для направления проволоки в канавки первой пары роликов установлена проводка 9.

Проводка 1 предотвращает образование петли в зоне между первой и второй парой роликов 8.

От качества изготовления и монтажа инструмента во многом зависит нормальная работа автомата.

Таблица 1. Техническая характеристика автоматов для холодной навивки пружин (муфтного вида)

Параметр	A5209	A5214A	A5218	AA5220	A5222
Диаметр навиваемой проволоки $d$ , мм	0,2—0,8	0,8—2,5	3,0—6,3	6,3-10,0	10,0-16,0
Наружный диаметр навиваемой пружины (наибольший), мм	25d	20d	16 d	14 d	13d
Длина заготовки пружины (наибольшая), мм	8000	10 000	28 000	32 500	35 000
Скорость подачи проволоки (наибольшая), м/мин	50	60	50	42	28
Производительность (наибольшая), шт/мин	200	140	85	70	42

Примечание. Изготовители: A5209, A5214A, A5218 — Хмельницкий завод кузнечно-прессового оборудования им. В. В. Куйбышева; AA5220, A5222 — Азовский завод кузнечно-прессовых автоматов.

**Автоматы для холодной навивки пружин (кулисного вида).** Автоматы, (табл. 2) предназначены для изготовления цилиндрических, конических и бочкообразных пружин сжатия с поджатыми и неподжатыми торцовыми витками, с постоянным и переменным шагом правой и левой навивки, а также пружин растяжения с шагом, равным диаметру проволоки, без зацепов и прямых концов.

Исходный материал — стальная углеродистая пружинная проволока круглого сечения.

Типовая конструкция элементов и компоновка всех механизмов приведены на рис. 3.20.

Процесс навивки пружин. Проволока с помощью подающих роликов протягивается через правильное устройство, где происходит правка проволоки в двух взаимно перпендикулярных плоскостях и далее подается к упорам механизма образования диаметра для формирования диаметра пружины. После навивки пружины определенной длины осуществляется отрезка пружины, шаг задается шаговым пальцем или клином.

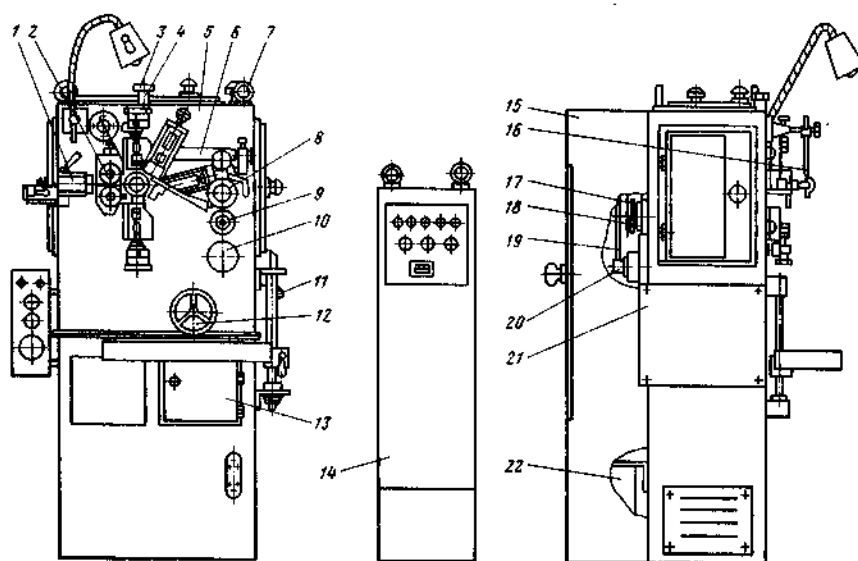


Рис. 3.20. Автомат для холодной навивки пружин из проволоки диаметром 0,2 — 0,8 мм (мод. АА5109): 1 — устройство правильное; 2 — механизм подачи; 3, 6 — механизмы образования диаметра; 4 — механизм реза и образования шага; 5 — станина; 7 — механизм привода и корректировки шага; 8 — вал распределительный; 9 — привод механизма реза; 10 — валы приводные; 11 — механизм переключения скоростей; 12 — ручной проворот; 13 — привод; 14 — электрошкаф; 15 — ограждение; 16 — оптическое устройство; 17 — гитара; 18 — вал кривошипный; 19 — механизм кривошипно-коромысловый; 20 — вал с обгонными муфтами; 21 — электрооборудование; 22 — система смазки

В автомате предусмотрены две системы образования шага: при помощи клина и пальца.

Образование шага при помощи пальца рекомендуется при навивке фигурных пружин с большим индексом, при помощи клина — при навивке цилиндрических пружин с небольшим шагом и индексом.

Привод реза обеспечивается кулачком за счет качательного движения рычага, через зубчатую электромагнитную муфту. Команда на включение и отключение муфты поступает от распределительного вала.

Правка проволоки при навивке пружин осуществляется в двух взаимно-перпендикулярных плоскостях.

Инструментальный блок автоматов холодной навивки пружин (кулисного вида) (рис. 3.21) комплектуется проводками 1 и 4, подающими роликами 2, диаметрообразующими упорами 7, отрезным ножом 6, шаговым пальцем 3 или клином 5. При навивке пружин из проволоки диаметром 0,2—0,3 мм канавки на верхнем ролике 2 не выполняются.

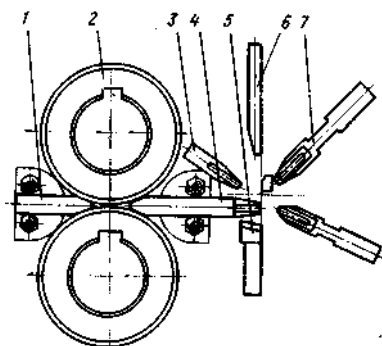


Рис. 3.21. Инструментальный блок автоматов холодной навивки пружин кулисного вида

По заказу потребителя автомат оснащается разматывающим устройством.

Таблица 2. Техническая характеристика автоматов для навивки пружин (кулисного вида)

Параметр	АА5109	АА5114	АА5116
Диаметр, мм: навиваемой проволоки $d$ пружины (наибольший)	0,2—0,8 25d	0,8—2,5 20d	1,6-4,0 18d
Длина заготовки пружины (наибольшая), мм	1250	2000	2500
Скорость подачи проволоки (наибольшая), м/мин	50	60	
Производительность (наибольшая), шт/мин	420	250	160

Примечание. Изготовитель: Хмельницкий завод кузнечно-прессового оборудования им. В. В. Куйбышева.



## 4. ЛИСТОШТАМПОВОЧНЫЕ АВТОМАТЫ

Листоштамповочные автоматы предназначены для последовательной многопереходной холодной штамповки различных деталей автотракторной, электротехнической промышленности, предметов бытового обихода и т.д.

По технологическим признакам листоштамповочные автоматы можно подразделить на две группы: к первой относятся автоматы, работающие на полосовом, рулонном или штучном материале с передачей заготовки между позициями, и ко второй — автоматы, работающие на полосовом и рулонном материале, в которых штамповку производят непосредственно в материале (с отделением заготовки только на последующей позиции штамповки). К первой группе относятся многопозиционные автоматы, ко второй все автоматы с нижним приводом, дыропробивные автоматы и специальные автоматы для изготовления магнитоприводов, а также железа статоров и роторов электродвигателей.

### 4.1. НАЗНАЧЕНИЕ И ВИДЫ АВТОМАТОВ

**Автоматы с нижним приводом** изготавливают усилием от 25кН до 4МН. При крупносерийном и массовом производстве мелких деталей методом вырубки эти машины являются незаменимыми, так как имеют высокую производительность, высокую жесткость конструкции, а следовательно, и хорошую стойкость инструмента.

Автоматы представляют собой кривошипный пресс с нижним расположением коленчатого вала, оборудованный двусторонней валковой подачей и ножницами для резки отходов. Ползун движется по четырем колоннам с помощью шариковых направляющих, обеспечивающих беззазорное направление ползуна. Штамповое пространство в этих автоматах открыто и удобно для установки инструмента. Для правильного, связанного с технологией изготовления, режима штамповки автоматы снабжены бесступенчато регулируемым, приводом частоты вращения коленчатого вала (1:2,5). Параметры этих автоматов регламентирует ГОСТ 10739—78.

Промышленностью серийно выпускаются автоматы усилием 25—630кН, частотой вращения коленчатого вала 80—1000мин<sup>-1</sup> и с величиной подачи 32—180мм. Так как в этих автоматах устанавливаются штампы последовательного действия, равнодействующая усилия в большинстве случаев не совпадает с осью симметрии автомата, что

может вызвать перекося и заклинивание ползуна, поэтому применяют двухкривошипные валы. Расстояние между кривошипами (шатунами) выбирают исходя из того, чтобы равнодействующая усилия всегда находилась между ними (рис. 4.1).

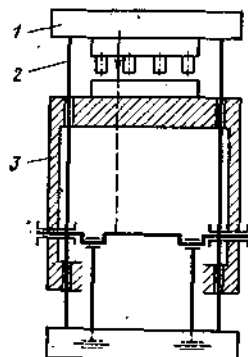


Рис. 4.1. Схема листоштамповочного двухкривошипного автомата с нижним приводом:

1 — ползун; 2 — цилиндрические колонки; 3 — станина

Нижний привод автомата приводит к низкому расположению центра тяжести и делает автомат устойчивым, что, в свою очередь, гарантирует стабильную работу на высоких режимах.

При высокой частоте ходов в этих автоматах важное значение имеет хорошая уравновешенность. Для уравновешивания подвижной траверсы используют траверсы выталкивателей.

Появились прессы с нижним приводом, в которых используется не только прямой, но и обратный ход ползуна (рис. 4.2). В этом автомате ползун 2 перемещается между двумя неподвижными траверсами 1 и 3. При этом питание автомата лентой происходит с разных сторон,

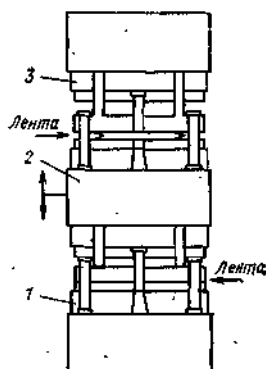


Рис. 4.2. Схема автомата с использованием обратного хода ползуна  
1 — ползун; 2 — цилиндрические колонки; 3 — станина

**Автоматы с плавающим ползуном** относятся также к быстроходному листоштамповочному виду оборудования.

Система привода ползуна выполнена в виде кривошипно-коромыслового механизма. Частота циклов штамповки достигает  $1000\text{мин}^{-1}$  и зависит от величины подачи, скорость которой всегда остается неизменной и равной  $25\text{м/мин}$ .

На рис. 4.3 показана кинематическая схема такого автомата. От электродвигателя 3 движение передается валу 2, передний конец которого имеет планшайбу с возможностью регулирования величины кривошипа. Кривошип связан с правым концом шатуна 5, левый конец которого подвешен к станине на шарнирный стержень 7. Ползун пресса шарнирно закреплен со средней частью шатуна, поэтому при вращении кривошипного вала он получает сложное движение, перемещаясь одновременно в вертикальном и горизонтальном направлениях.

Возвратно-поступательное вертикальное перемещение ползун совершает по направляющим колонкам 8. В горизонтальной плоскости ползун движется вместе с кареткой 6. На валу 2 установлена фрикционная муфта включения, заблокированная с тормозом. Управление муфтой — ручное рычажное. Станина открытого типа. Ползун с целью уменьшения массы выполнен из специального алюминиевого сплава. Каретка 6 состоит из верхней и нижней подушек, соединенных четырьмя направляющими колонками. Механизм подачи клещевого типа имеет две пары подающих и фиксирующих колодок. Подающие колодки 10 перемещаются с ползуном автомата. Обе пары фиксирующих колодок 9 закреплены на столе автомата. Зажимные губки этих колодок можно регулировать в продольном направлении, что позволяет устанавливать наименьшее расстояние между фиксирующими и подающими колодками в их крайних положениях, а это, в свою очередь, исключает возможность провисания ленты во время ее перемещения и обеспечивает высокую точность подачи. Зажим материала происходит с помощью пружин. Раскрытие губок принудительное от эксцентрика 1 через рычажную систему. Подающие губки, встроенные в штамповое пространство, повторяют движение ползуна. При ходе ползуна вниз губки производят прижим материала, при дальнейшем движении ползуна материал подается на необходимую величину. В это время фиксирующие губки раскрыты. Процесс штамповки осуществляется в момент подачи материала. По окончании подачи фиксирующие губки смыкаются и удерживают материал от проскальзывания при обратном движении подающих губок. Для резки отходов предусмотрены ножницы 11, получающие привод от кулака 4.

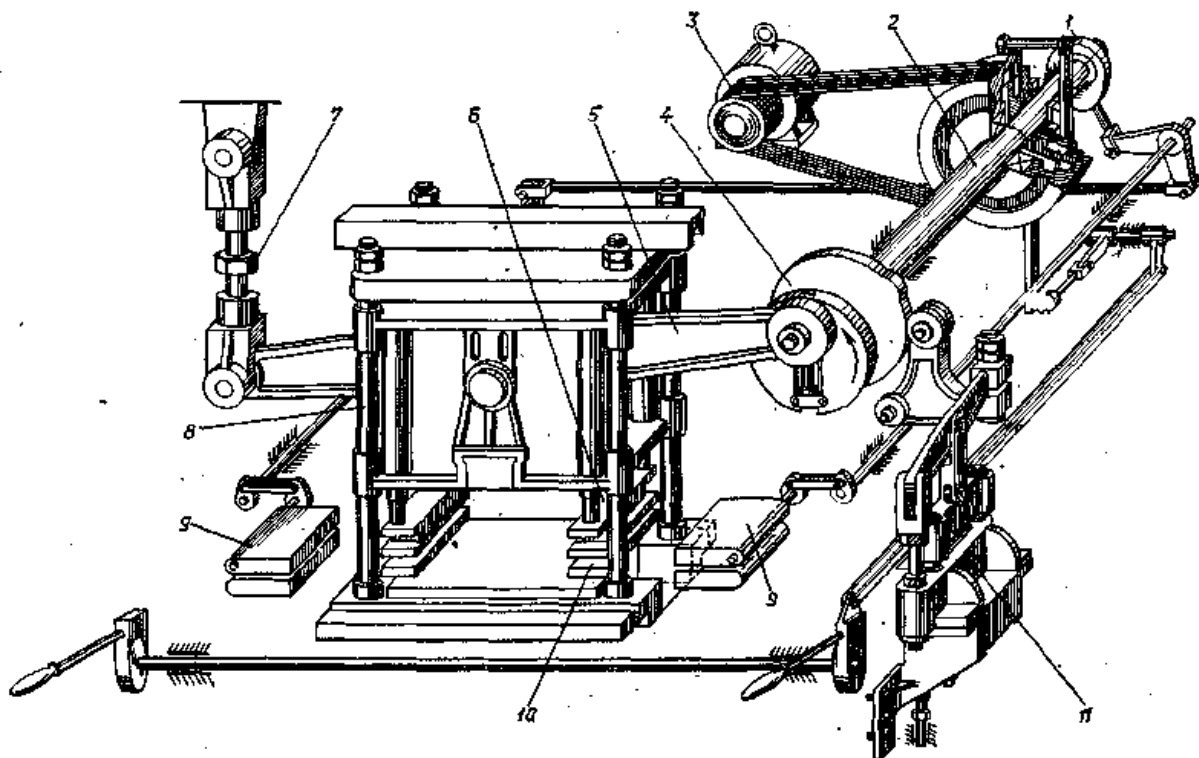


Рис. 4.3. Кинематическая схема автомата с плавающим ползуном.

Автоматы с плавающим ползуном строят с номинальным усилием 100—500кН с регулируемым ходом ползуна 0—37—100мм, шагом подачи 75—200мм и мощностью электродвигателя 5—15кВт.

**Автоматы дыропробивные с револьверной головкой и программным управлением** предназначены для последовательной пробивки с помощью быстросменных штампов, разнообразных по форме и размерам отверстий в деталях типа панелей, плит и шасси, а также для контурной обработки листа (рис. 4.4). При некоторых дополнениях пресс может обеспечить выполнение таких операций, как фрезеровка контура и нарезка резьбы в отверстиях. Обработка осуществляется путем заданного перемещения зажатого в прихватах листа, последовательной смены штампового инструмента на рабочей позиции револьверной головки и периодического срабатывания исполнительного механизма ползуна прессы. Таким образом, в прессе предусмотрены четыре исполнительных механизма: механизм ползуна, механизм поворота револьверной головки, механизм перемещения стола вдоль оси и перемещения каретки перпендикулярно оси. Взаимосвязанное управление обеспечивается системой ЧПУ. При этом лист зажимается прихватами 5, закрепленными на каретке, перемещаемой шариковой винтовой парой 7, приводимой от электродвигателя 6. Здесь применен привод постоянного тока, работающий с тиристор-

ным управлением и имеющий встроенный тахогенератор. На конце винта 7 установлен датчик обратной связи 9. Аналогичное устройство имеет стол с винтовой парой 4, двигателем 8 и датчиком обратной связи 3. После совершения заданного движения по двум координатам отрабатывается поворот каретки на заданный угол с тем, чтобы вывести на рабочую позицию штамп, зафиксированный в программе. Привод револьверной головки 10 также следящий. В пуансонодержателе на ползуне 2 предусмотрен паз, куда входит хвостовик пуансона. Пружины в ползуне служат для прижима листа во время пробивки. Перед совершением рабочего хода головка 10 фиксируется специальными фиксаторами 11, приводимыми сжатым воздухом. Фиксаторы связаны с конечными выключателями, блокирующими срабатывание муфты 1 на коленчатом валу исполнительного механизма ползуна, приводимого обычным асинхронным двигателем через клиноременную передачу. Конструкции аналогичных по назначению прессов могут быть и иными. Так, револьверная головка может быть реверсивной для выбора кратчайшего пути поворота. Вместо головки может применяться магазин для хранения и выдачи штампов, обычно число штампов не более 32. Применение таких прессов позволяет в 2—3 раза повысить производительность при мелкосерийном производстве деталей типа панелей, плат и т.д.

Существует тенденция замены блоков ЧПУ управляющими мини-ЭВМ или обычными ЭВМ. Применение ЭВМ позволяет наряду с управлением решать и другие функции, в частности оптимизировать программу, проводить диагностику машины, управлять режимами работы. В ряде случаев применяют групповое управление от центральной ЭВМ отдельными мини-ЭВМ, установленными на машинах.

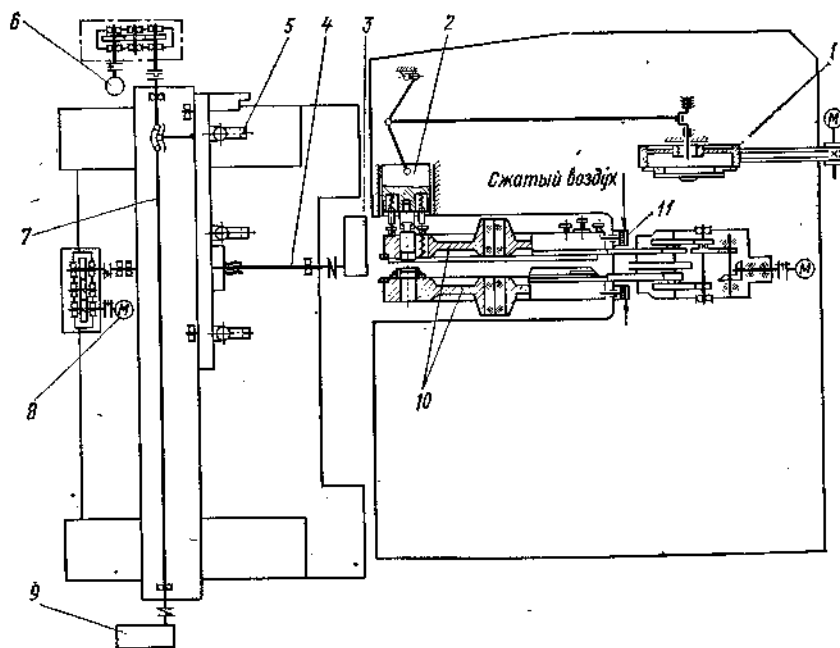


Рис. 4.4. Схема дыропробивного пресса с программным управлением.

Режимы работы: наладочный, одиночный и автоматические ходы. Применение одного такого автомата повышает производительность труда, высвобождая от 5 до 20 единиц универсального оборудования.

**Многопозиционные автоматы** перерабатывают полосовой или рулонный материал. На первой позиции происходит отделение заготовки от материала, дальнейшую ее транспортировку между позициями осуществляют грейферной подачей. Эти автоматы усилием 0,1—40 МН обладают большими технологическими возможностями и выпускаются в различных конструктивных исполнениях с числом штамповочных позиций от 3 до 14.

Штамповка на многопозиционных автоматах по сравнению с пооперационной на отдельных прессах имеет ряд преимуществ: отпадает необходимость в промежуточном отжиге вследствие того, что за время между переходами материал не успевает упрочниться, а коэффициенты вытяжки при достаточно большом числе позиций могут быть выбраны минимальными.

Автоматизация всего технологического процесса (при полной безопасности работы и высоком качестве изделий) повышает производительность в 25—30 раз. При этом любое отклонение качества обрабатываемого материала будет обнаружено на последней позиции штамповки и может быть сразу же устранено; на операционных прессах брак будет замечен на последней операции, когда пройдет достаточно много времени, вследствие чего весь межоперационный задел может оказаться непригодным для дальнейшей обработки.

Применение шахматной вырубки дает экономию материала: до 6% при двухрядной вырубке и до 9% при трехрядной. Возможность работы как на рулонной, так и на полосовой стали, а также на штучных заготовках позволяет использовать отходы. Например, при изготовлении крупных сепараторов получают отход в виде диска, который используется для изготовления сепаратора меньшего размера.

Работа в автоматическом режиме способствует меньшему износу таких ответственных узлов, как муфта—тормоз.

При изготовлении сложных деталей из труднодеформируемых сталей возможно применение отжига без перерыва технологического процесса (деталь дополнительным грейферным механизмом выносится из автомата и после отжига вновь возвращается обратно).

Многопозиционные автоматы по месту положения привода подразделяют на автоматы с верхним и нижним расположением привода.

Основные, параметры автоматов с верхним приводом регламентированы ГОСТ 8260—78. При нижнем расположении привода повышается устойчивость в результате смещения центра тяжести автомата вниз; уменьшаются вибрации и снижаются усилия, действующие на направляющие ползуна вследствие увеличения длины шатуна, т.е. возрастает стойкость инструмента. Вместе с тем автоматы с нижним приводом должны иметь глубокие приямки или специальные подвальные помещения, снабженные транспортными и подъемными средствами для обслуживания их во время ремонта, что не всегда возможно из-за высокого залегания грунтовых вод. Применение автоматов с нижним приводом целесообразно только при условии, что все цеховое прессовое оборудование имеет нижний привод.

Привод ползунов многопозиционных автоматов имеет двухточечную подвеску нескольких типов: от двухкривошипного неразрезного коленчатого вала (тип I); от двух разрезных коленчатых валов, либо шестерне-эксцентрикового привода с направлением валов (осей) параллельно фронту пресса и расположением опор валов (осей) в стойках пресса (тип II); от шестерне-эксцентрикового привода с расположением осей в поперечине перпендикулярно фронту пресса (тип III) и от шестерне-эксцентрикового привода (с нижним расположением привода) с направлением осей параллельно фронту пресса (тип IV).

Наряду с кривошипным приводом ползуна применяют кулачковый для автоматов усилием до 800кН. В этом случае автомат не имеет одного общего ползуна, а число ползунов соответствует числу позиций автомата. Такая конструкция автоматов находит широкое применение при штамповке точных деталей в радио- и электротехнической промышленности.

Благодаря независимому приводу каждого ползуна автомата масса подвижных частей резко сокращается, а каждый из ползунов имеет ту величину хода, которая потребна на данном технологическом переходе. Кроме того, ползуны имеют длинные направляющие. Все это обеспечивает высокие точность и производительность автомата.

На рис. 4.5 показана кинематическая схема многопозиционного автомата с неразрезным двухкривошипным валом. Привод автомата от электродвигателя 1 через клиноременную передачу передается на приводной вал, на котором расположены пневматические фрикционные муфта и тормоз 2. Крутящий момент с приводного на коленчатый вал передается через двусторонний зубчатый привод. На правом конце коленчатого вала расположен кулак привода продольного перемещения грейферной подачи (линейки с захватами) 3. Движение от ку-

лака к линейкам передается рычажной системой. На том же конце коленчатого вала находится кулак раскрытия грейферных линеек, движение от которого передается через систему рычагов и тяг 4.

Механизмы валковых подач 5 приводятся от кривошипной шайбы через вертикальный вал, связанный с коленчатым, коническими шестернями, и систему тяг и рычагов 6.

В переднее подающее устройство встроен валковый правильный механизм. Шахматная вырубка ленты производится посредством периодического (после каждого цикла) поперечного перемещения обеих валковых подач механизмом 7 на требуемый шаг.

Известны и другие конструкции механизмов, обеспечивающих шахматную вырубку, например, посредством поперечного перемещения блока вырубных штампов или качания на определенный угол (по радиусу) валковой подачи.

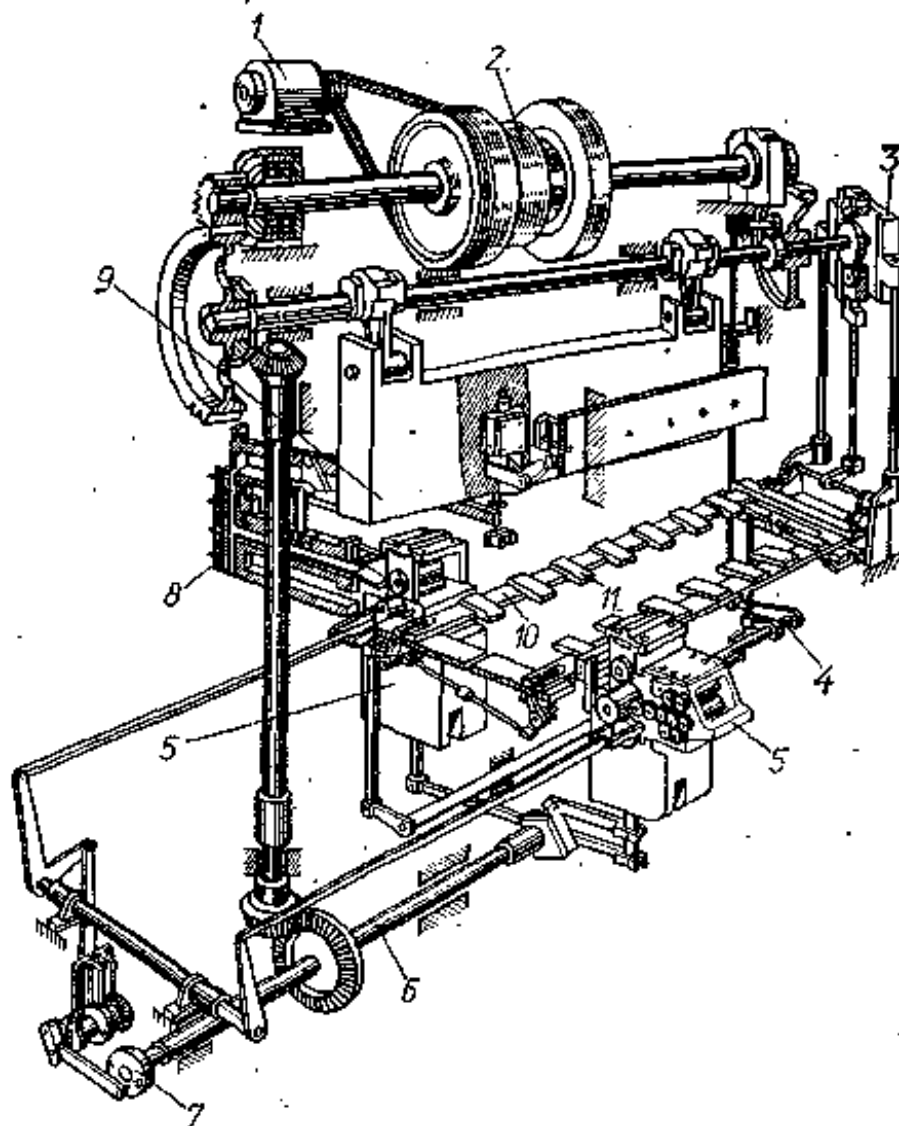


Рис. 4.5. Кинематическая схема многопозиционного автомата



Автомат снабжен ножницами 8 для резки отходов; подвижной нож получает движение от ползуна 9 через двуплечий рычаг.

Современные ножницы для резки отходов имеют устройство, обеспечивающее изменение положения плоскости отрезки с тем, чтобы разрезать материал всегда по перемычкам, имеющим наименьшее поперечное сечение.

Штампующие заготовки переносятся с позиции на позицию специальным грейферным механизмом, состоящим из линеек 10 с захватами 11, которые при движении ползуна вверх после штамповки сдвигаются и захватывают детали на всех позициях штамповки; затем грейферный механизм с деталями перемещается на следующую позицию, после чего линейки расходятся, освобождая детали, и возвращаются в исходное положение. Захваты в грейферном механизме сменные; их форма и размеры соответствуют геометрии штампуемого изделия на позиции захвата. Прижимы при вытяжных работах на автоматах небольших усилий пружинные, на крупных — пневматические с регулировкой усилия на каждой рабочей позиции.

Применение пружинных прижимов имеет существенный недостаток, так как характеристика пружины не обеспечивает постоянства усилия прижима на всем пути вытяжки.

Для быстрой переналадки листоштамповочных автоматов в последние годы применяют блочную смену инструмента и грейферных линеек с захватами.

Для быстрой смены рулона применяют двустороннее разматывающее устройство. По мере расхода одного из рулонов устанавливают и подготавливают второй, что сводит к минимуму время на заправку ленты в автомат.

Частоту вращения рулона в процессе подачи (в связи с изменением диаметра рулона по мере его расхода) регулируют изменением натяжения ленты.

## **4.2. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К КОНСТРУКЦИЯМ МНОГОПОЗИЦИОННЫХ АВТОМАТОВ**

Многопозиционный листоштамповочный автомат обязательно должен иметь регулируемое число ходов ползуна для выбора наилучшего режима работы в зависимости от размера изделия, сложности его формы, глубины вытяжки и механических свойств обрабатываемого материала.

Для регулирования скорости применяют двигатели постоянного тока, тиристорные преобразователи частоты (ТПЧ) и вариаторы.

Следует иметь в виду, что циклограмма работы большинства автоматов составлена исходя из возможности осуществления вытяжки иа глубину, равную  $1/3$  величины хода ползуна. При изготовлении деталей с глубиной вытяжки менее указанной величины целесообразно увеличивать время (угол поворота кулака) цикла на перемещение рейферных линеек, для чего кулаки привода следует выполнять с раздвижным (регулируемым) профилем, что позволит соответственно повысить производительность автомата.

Все автоматы должны иметь устройства для шахматной выруб-ки заготовок. Особое внимание должно быть обращено на увеличение жесткости конструкции автомата и, в частности, его станины. Жест-кость многопозиционного автомата из-за наличия внецентренной на-грузки должна быть в 2 раза и более выше, чем жесткость обычных листоштамповочных прессов.

Автоматы всех усилий, начиная с 100кН, должны иметь уравни-вешиватели и устройства, предохраняющие их от перегрузки, а также указатели развиваемого усилия. Кроме того, они должны быть снаб-жены блокирующими устройствами, надежно защищающими штампы от повреждений из-за отсутствия или неправильной подачи заготовки на позицию, подачу сразу двух и более заготовок (при шиберной по-даче заготовок из штабеля), неправильного захвата и т. д.

Автоматы усилием свыше 400кН должны иметь микропривод, обеспечивающий небольшую (в 6—8 раз ниже рабочей) скорость пол-зуна.

Автоматы должны быть снабжены защитными решетками, за-крывающими штамповое пространство во время работы прессы и сблокированными таким образом, чтобы переход на автоматический режим можно было осуществить только при опущенных решетках.

Автоматы должны иметь приспособления для работы не только на ленте, но и на полосе или штучной заготовке, а также наматываю-щее устройство для отходов или ножницы для их резки. При этом плоскость реза ножниц должна регулироваться с таким расчетом, чтобы независимо от диаметра вырубаемой заготовки из ленты нож всегда мог разрезать ленту по узкой части перемычки.

В крупных автоматах ползун для вырубки заготовки целесооб-разно выносить на стойку машины, осуществляя его привод через ры-чажную систему с таким расчетом, чтобы наибольшее усилие выруб-ки не совпадало с наибольшим технологическим усилием на главном ползуне.

Регулировку патронов для крепления штампов на автоматах усилием 1600кН и более следует осуществлять от индивидуальных электродвигателей.

## 5. КУЗНЕЧНО-ШТАМПОВОЧНЫЕ КОМПЛЕКСЫ

Комплексом называют два и более специфицированных изделия, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но предназначенных для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций. При этом каждое из этих специфицированных изделий, входящих в комплекс, служит для выполнения одной или нескольких основных функций, установленных для всего комплекса.

Разновидностью комплексов является:

- поточные линии и участки;
- автоматические линии;
- гибкие производственные модули (ГПМ) и т.д.

### 5.1. ТИПОВЫЕ СТРУКТУРНЫЕ СХЕМЫ КОМПЛЕКСОВ ЗАГОТОВИТЕЛЬНО-ШТАМПОВОЧНОГО И КУЗНЕЧНОГО ПРОИЗВОДСТВ

**Мезанизированные поточные линии.** В них большая часть операций производственного процесса выполняется машинами, механизмами и другими видами оборудования и, кроме этого, механизированы процессы перемещения предметов труда (заготовок, деталей, материала) от одного рабочего места к другому.

При этом в отдельных случаях допускается перемещение предмета труда вручную. Разновидностью поточных линий является конвейерные производства.

Структурная схема механизированной прямоточной поточной линии (для изготовления кожухов приборов) представлена на рис.5.1.

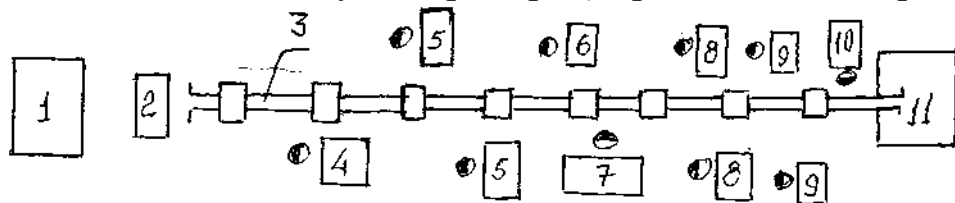


Рис. 5.1. Структурная схема механизированной прямоточной поточной линии:

1 - стеллаж с исходным материалом; 2 - гильотинные ножницы раскроя листа на карты; 3 - транспортно-накопительная система; 4 - пресс вырубной (для пробивки отверстий); 5 - пресс формовки жалюзей; 6 - оборудование для зачистки заусенцев; 7 - гибочный пресс; 8 - место электросварки; 9 - слесарные верстаки со средствами механизации;

ции для зачистки сварных швов; 10 - место контролера ОТК; 11 - склад готовых деталей.

**Автоматические линии.** Их основными признаками являются:

1. Выполнение технологических операций в определенной последовательности без участия человека (его функции заключаются в контроле за работой оборудования и его настройка, в загрузке заготовок в питатели и выгрузке готовых изделий из накопителя);
2. Автоматическое перемещение заготовок транспортными устройствами между отдельными агрегатами линии до окончания обработки, предусмотренной технологическим процессом линии.

В зависимости от назначения, степени автоматизации и условий работы автоматические линии имеют различную структуру и конструктивное исполнение.

Автоматические линии различают:

- а) по типу встроенного в линию оборудования
    - из оборудования общего назначения;
    - специального и специализированного оборудования;
    - комбинированные, т.е. состоящие из станков различных типов;
  - б) по виду транспортных устройств и способу передачи заготовок с одного оборудования на другое:
    - со сквозным транспортированием через рабочую зону;
    - с верхним транспортированием;
    - с боковым (фронтальным) транспортированием;
    - с комбинированным транспортированием.
- Заготовки могут транспортироваться периодически и непрерывно;
- в) по расположению оборудования
    - замкнутые и незамкнутые;
    - линейные;
    - Г-образные;
    - П-образные;
    - О-образные;
  - г) по характеру обрабатываемых деталей, трудоемкости операций и других технологических факторов:
    - с параллельной обработкой;
    - с последовательной обработкой;
    - со смешанной обработкой.

Схемы автоматических линий представлены на рис. 5.2.

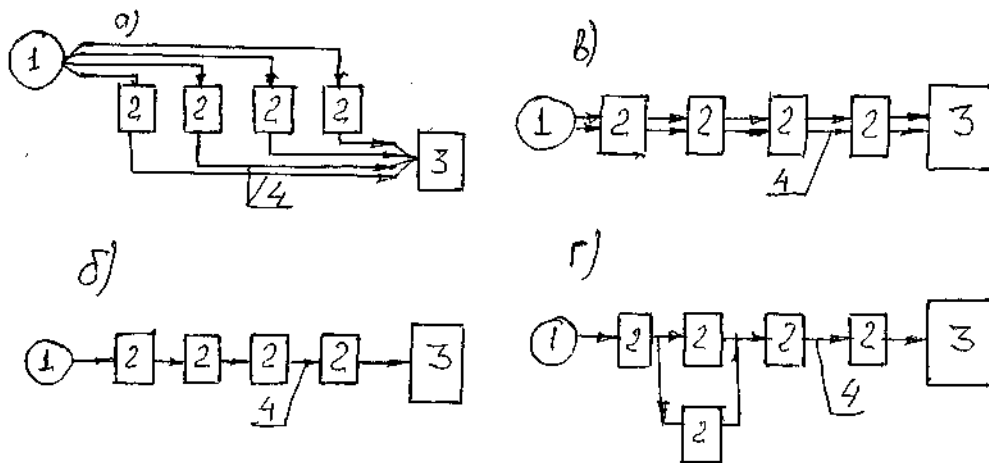


Рис. 5.2. Схемы автоматических линий:

а) с параллельной обработкой; б) последовательной; в) многопоточной последовательной; г) смешанной обработкой. 1 - питатель 2 - оборудование, 3 - накопитель, 4 - транспортная система.

При обработке простых деталей в автоматических линиях с параллельной обработкой для всех автоматов возможно пользоваться одним питателем и накопителем (рис. 5.2, а).

Автоматическая линия с последовательной обработкой (рис. 5.2, б) целесообразно использовать для деталей сложной формы.

Если на детали сложной формы можно обрабатывать одновременно несколько поверхностей, то целесообразно применять автоматические линии с многопоточной последовательной компоновкой (рис. 5.2, в).

Параллельно последовательные (смешанные) автоматические линии (рис. 5.2, г) применяют тогда, когда по ходу технологического процесса отдельные операции требуют больших затрат времени, чем все остальные (уменьшаются простои линии).

С точки зрения организации потока и компоновки автоматические линии выполняют в 3-х вариантах (рис. 5.3):

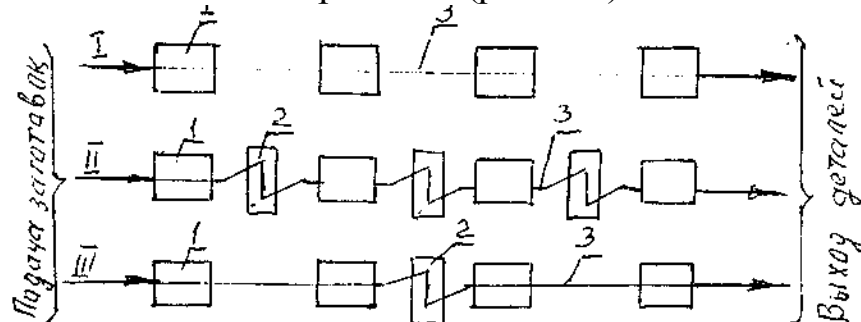


Рис. 5.3. Варианты компоновки автоматических линий:

1 - оборудование (пресс); 2 - приемник-накопитель; 3 - транспортная система

I - оборудование заблокировано в единую неразрывную цепь с жесткой подачей заготовок. В случае простоя какого-либо оборудования вся линия останавливается;

II - оборудование связано между собой гибко через приемники-накопители, поэтому каждый пресс представляет собой независимую единицу, т.е. если какой-либо пресс вышел из строя, то впереди и сзади стоящие прессы продолжают работать из запасов полуфабрикатов в накопителях;

III - наиболее распространенный вариант – автоматизация с жесткой связью произведена в пределах коротких участков, соединенных между собой гибкой связью с помощью приемников-накопителей.

На тип линии влияют вид и геометрическая форма обрабатываемых деталей.

В результате анализа структурных схем технологических комплексов можно установить общие закономерности их развития с повышением уровня автоматизации (рис. 5.4). Так технологическая машина 1 с ручным управлением преобразуется в полуавтомат при введении в нее магазина инструментов 2 с устройством автоматической смены инструмента, специальных механизмов 3 автоматизации технологического цикла и циклового командоаппарата 4, обеспечивающего программную работу полуавтомата и всех механизмов автоматизации процесса обработки.

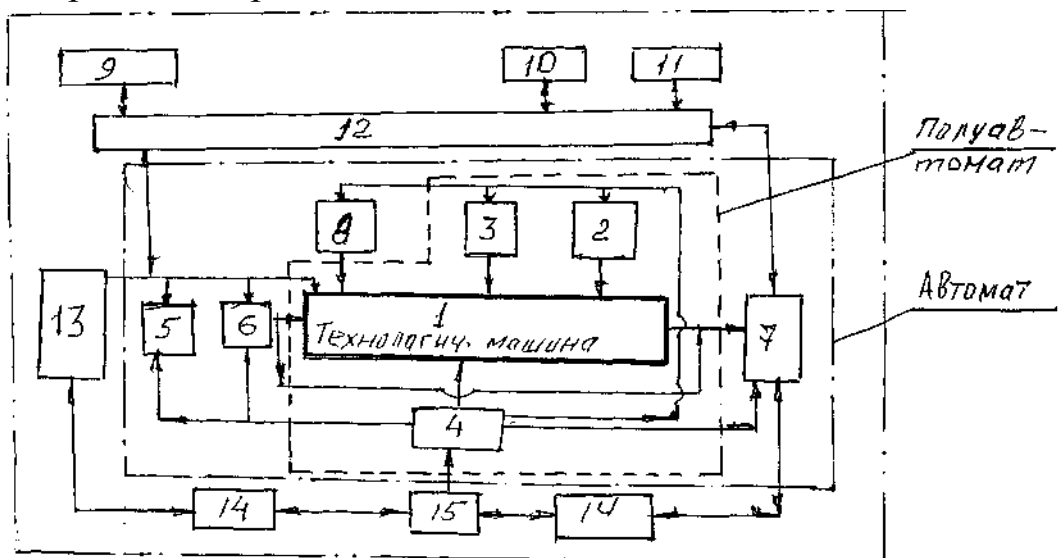


Рис. 5.4 Гибкий производственный модуль (ГПМ)

1. Технологическая машина. Она преобразуется в полуавтомат присоединением следующих устройств:

2. Магазин инструмента с устройством автоматической смены (револьверная головка) инструмента;
3. Специальные механизмы автоматизации технологического цикла (механизмы правки, смазки материала, подачи охлаждающей жидкости, очистки инструмента и т.д.);
4. Цикловой командоаппарат (механический, ЭЦПУ, ГПУ и т.д.).

Полуавтомат преобразуется в автомат присоединением следующих устройств:

5. Питатель с комплектом заготовок (хранение и поштучная выдача заготовок);
6. Устройство транспортирования и фиксации предметов обработки (шиберные, валковые, грейферные и другие подачи, манипуляторы, зажимные устройства и т.д.);
7. Накопитель готовых деталей (технологическая тара, кассеты);
8. Устройство удаления отходов из зоны обработки.

Автомат преобразуется в гибкий производственный модуль (ГПМ) присоединением следующих устройств:

9. Накопитель комплектов заготовок (материалов);
10. Накопитель комплектов инструментов и приспособлений;
11. Накопитель комплектов технологической тары, кассет;
12. Устройство автоматической смены комплектов, заготовок, инструментов и тары;
13. Устройство автоматической переналадки машины;
14. Информационно-измерительная система датчиков;
15. Управляющая микро-ЭВМ с выходом на ЭВМ более высокого уровня.

В условиях часто меняющегося серийного производства большие непроизводительные простои оборудования связаны с его переналадкой. Для сокращения этих потерь созданы ГПМ и гибкие производственные системы (ГПС) для различных технологических операций, процесс переналадки которых автоматизирован. Такой ГПМ в несколько раз технически сложнее и дороже автоматического комплекса, однако это себя оправдывает при надежной работе данного ГПМ и эксплуатации таких ГПМ в составе гибких производственных комплексов (ГПК).



## 6. ГИБКИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ КОМПЛЕКСЫ (ГПК)

Автоматические линии образуются на базе автоматического оборудования, объединенного транспортной системой с единым ритмом и общей системой управления.

Гибкие автоматические линии (ГАЛ) образуются несколькими ГПМ, объединенными общей транспортной системой, автоматизированной системой управления, в которой технологическое оборудование расположено в принятой последовательности технологических операций.

В полной мере возможности ГПМ и ГАЛ реализуется в составе гибких производственных комплексов (ГПК), где эти технологические ячейки объединяются в единый гибкий производственный организм автоматизированной гибкой транспортно-складской системой и системой управления более высокого уровня на базе ЭВМ (рис.6.1).

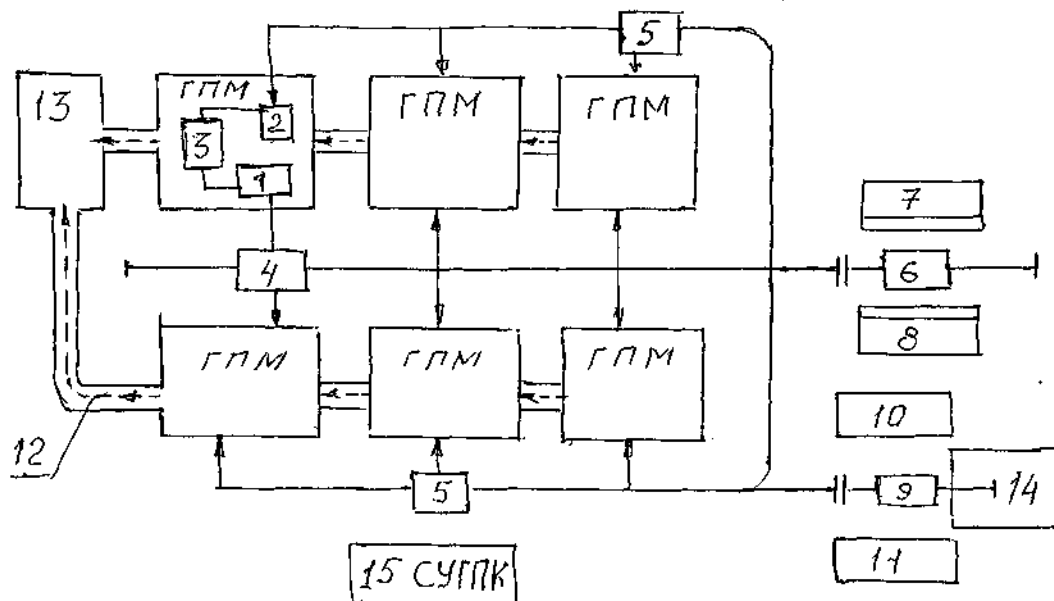


Рис. 6.1. Структурная схема ГПК

Состав ГПК:

1. Автоматизированное технологическое оборудование.
2. Магазины комплектов инструмента и оснастки.
3. Устройство (манипулятор) для автоматической смены комплектов инструмента и оснастки.
4. Транспортный промышленный робот (ПР) (роботокара) для загрузки ГПМ материалами, заготовками и транспортирования готовых деталей.

5. Транспортный ПР для подачи штампов , инструмента и оснастки из склада в накопитель ГПМ.
- 6 и 9 – складские транспортные роботы.
7. Склад материалов и заготовок.
8. Склад полуфабрикатов и готовых изделий.
- 10, 11 – склад штампов, инструмента и оснастки.
12. Автоматизированная транспортная система удаления отходов производства.
13. Пункт сбора и накопления отходов производства.
14. Участок ремонта штампов и оснастки.
15. Система управления ГПК.

Автоматизированные комплексы по степени непрерывности разбиваются на 3 класса: дискретные, непрерывные, квазинепрерывные.

**Комплексы дискретного действия** требуют остановки предмета труда на рабочей позиции на период выполнения рабочего процесса (технологической операции).

**Комплексы непрерывного действия** характеризуются тем, что орудия труда занимают заданное им положение (т.е. они неподвижны), а предмет труда (заготовки) непрерывно движется в процессе обработки.

**Машины квазинепрерывного действия** характеризуются тем, что предмет и орудие труда непрерывно перемещаются.

При разработке исходных данных на проектирование технологического комплекса рекомендуется включать в них следующее:

1. Назначение комплекса, которое определяется характером автоматизируемого технологического процесса;
2. Характеристика объекта обработки ( масса, размеры, форма и т.д);
3. Показатели требуемой производительности комплекса;
4. Показатели технологического процесса (существенные для разработки комплекса);
5. Технические требования заказчика ( к отдельным конструктивно-технологическим параметрам комплекса, к комплектующим узлам и механизмам);
6. Условия эксплуатации (температура, влажность, давление, загрязненность пылью, агрессивными и радиоактивными веществами, наличие вибраций и ударов, требования к надежности работы, ремонту, наладке и регулировке, указание квалификации обслуживающего персонала);
7. Требования техники безопасности;
8. Ориентировочные технико-экономические показатели;

9. Прочие исходные данные (требования к технологичности, патентной чистоте и т.д.).

## 6.1. КОМПЛЕКСЫ ЗАГОТОВИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

**Механизированные, робото-технологические комплексы и ГПМ для раскроя листового материала.** Резку листового проката на полосы или штучные заготовки под последующую штамповку, чаще всего выполняют по традиционной технологии на различного типа ножницах.

На базе этих ножниц выпускаются механизированные комплексы в составе: ножницы, рольганг, стол подъемный, транспортер и сортирующее устройство – для листов толщиной до 2,5; 4,0; 6,3мм, а также гибкие производственные модули (ГПМ) М1НК3418ГФ3.01 в составе: ножницы, механизм выдачи, механизм подачи, устройство разделения и сбора заготовок и отходов, механизм возврата, устройство ЧПУ.

Одним из примеров комплексной механизации КПО является комплексно-механизированный участок резки листовых заготовок на базе листовых кривошипных ножниц мод. НА3218 для раскроя листов 7000х3200х16 мм (рис.6.2).

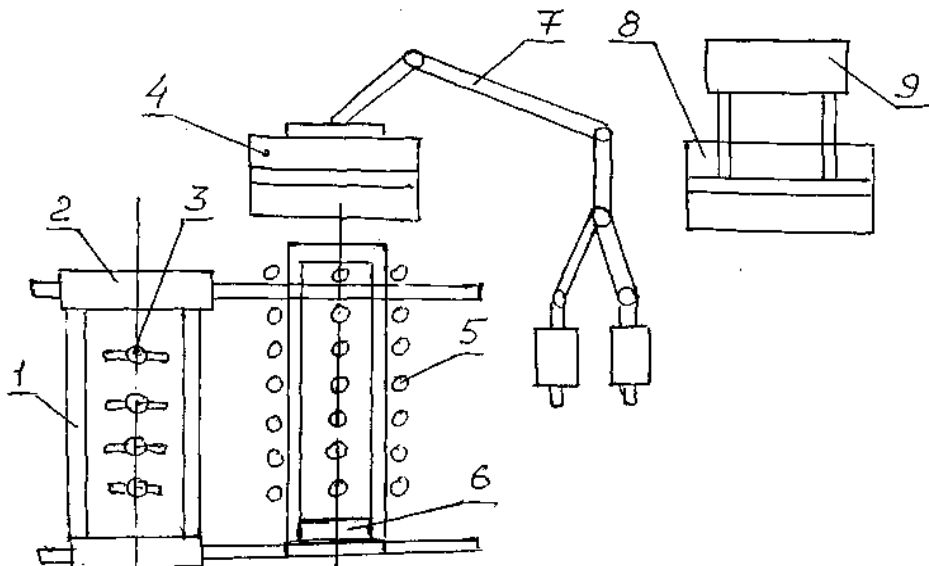


Рис. 6.2. Структурная схема участка (вид в плане) резки листов:  
 1 - стеллаж; 2 - листоукладчик; 3 - сменные захваты (вакуумные или электромагнитные); 4; 8 - ножницы кривошипные; 5 - рольганг с пневматическими шаровыми опорами; 6 – механизм подачи; 7 - манипулятор со стапелирующим столом; 9 - стапелирующе-транспортирующая тележка.

Данный участок работает следующим образом: пачка листов мостовым краном укладывается на стеллаж 1, при отведенном в сторону листоукладчике 2. Специальные сменные захваты 3 (вакуумные при толщине листа меньше 6мм; магнитные при толщине листа больше 16мм), установленные над пачкой листов, захватывают верхний лист, поднимают его на высоту транспортировки и подают на позицию разрезки на листовые кривошипные ножницы 4 и укладывают на пневматические шаровые опоры рольганга 5. Лист подается к ножницам подающим механизмом 6 по шаровым опорам.

В процессе раскроя листа отрезанные заготовки стапелируются на столе манипулятора 7, установленном в позицию «загрузка» ножниц 4. После набора стопы заготовок заданного типоразмера манипулятор 7 переносит их на повторную разрезку на ножницы 8 в зависимости от программы работ (при резке полос на карты). Ножницы 4 и 8 оснащены устройством для подъема заготовок в плоскость разрезки, а ножницы 8, кроме того, снабжены транспортирующей тележкой 9 для стапелирования и удаления повторно обработанных заготовок из рабочей зоны ножниц.

Использование этого участка позволило повысить производительность труда в 2 раза.

**ГПМ раскроя листовых материалов.** Для создания ГПМ раскроя листового материала чаще используются ножницы с гидроприводом, так как они легче поддаются автоматизированной переналадке.

Для примера рассмотрим ГПМ для автоматизированного раскроя листового материала, созданный одной из фирм Японии (рис. 6.3.).

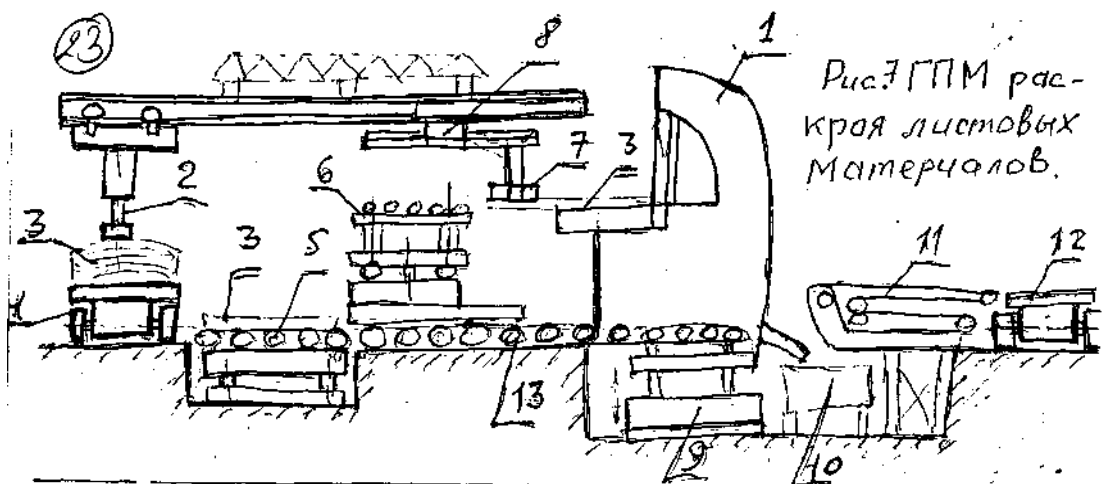


Рис. 6.3. ГПМ раскроя листовых материалов

Ножницы 1 этого ГПМ оснащены механической рукой 2 с ваку-

умными присосками, которые переносят верхний лист 3 с тележки 4 на приводной рольганг 5. В зависимости от высоты стопы рольганг 5 изменяет положение по высоте и приближается к столу 6. Затем лист 3 передается на стол 6 с шариковыми направляющими. После этого стол 6 автоматически наклоняется назад и лист скатывается в сторону рольганга 5. При этом на столе 6 автоматически выдвигается задний упор. Далее стол наклоняется в сторону и лист соскальзывает до бокового упора, а положение листа на столе 6 фиксируется вакуумными присосками. Затем стол 6 поворачивается на 90 или 180 градусов в зависимости от того, какая сторона листа должна быть подана в ножницы 1. Захваты 7 берут лист 3 со стороны задней кромки. Лист поднимается и подающим устройством 8 подается в ножницы на требуемую величину. Отрезанный отход падает на приводной рольганг 9, который находится в это время на уровне стола 6. После опускания рольганга 9 отход падает в тару 10. Отрезанная заготовка по рольгангу 9 поступает на телескопический приводной рольганг 11 и далее на тележку 12. При необходимости вторичной резки заготовки она по рольгангам 9 и 13 возвращается на рольганг 5 и процесс повторяется.

Для вертикального перемещения рольгангов служат гидроцилиндры, осуществляющие привод шарнирно-рычажных систем, которые сохраняют горизонтальное положение рольгангов при перемещении. Поворот стола 6 осуществляется гидродвигателем. Переналадка ГПМ осуществляется за счет автоматической перестройки шага подачи, величины зазора между ножами в зависимости от толщины разрезаемого материала и программы работы модуля, в зависимости от того на полосы или карты режется лист.

Линии автоматические для раскроя рулонного листового проката. Линия автоматическая с программным управлением для поперечной резки широкорулонного проката на технологические карты прямоугольной и трапецеидальной форм. Линия мод. Л128.41.100 (рис. 6.4.) Азовского завода кузнечно-прессового оборудования предназначена для поперечной резки широкорулонного листового проката нормальной точности с обрезной кромкой на технологические карты прямоугольной и трапецеидальной форм. Применяется в заготовительных цехах промышленных предприятий различных отраслей промышленности с массовым и крупносерийным характером производства.

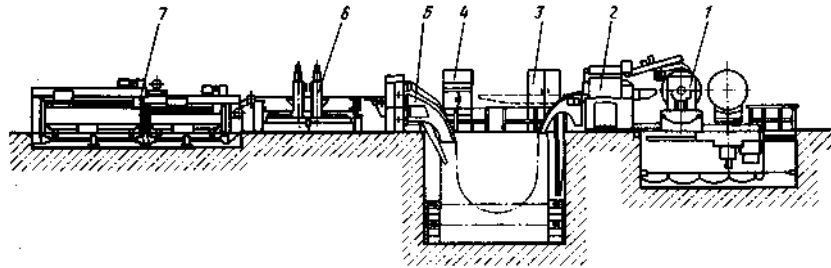


Рис. 6.4. Линия автоматическая для поперечной резки рулонной стали (мод. Л128.41.100):

1 — устройство разматывающее; 2 — машина правильная для ленты 4X1600 мм; 3 — комплексное устройство программного управления; 4 — система ЧПУ; 5 — подача валковая; 6 — ножницы поворотные сдвоенные для ленты 4X1600 мм; 7 — стапелирующее устройство

Оборудование линии обеспечивает размотку рулона, правку и подачу ленточного материала в ножницы на величину шага, заданного по программе, резку с помощью сдвоенных ножниц, транспортирование отрезанных карт и их укладку на одну из двух самоходных тележек участка стапелирования.

На стеллаж разматывающего устройства 1, оборудованного самоходной тележкой с гидравлическим подъемным столом, рулон устанавливается с помощью цехового крана.

Ножницы с наклонным ножом поворотные сдвоенные 6 смонтированы на подвижных плитах, что позволяет при подаче ленты на величину двойного шага производить рез одновременно двумя ножами, т. е. получать за цикл две заготовки.

Кроме того, ножницы могут быть повернуты вокруг вертикальной оси на угол  $360^\circ$  для резки заготовок трапецеидальной формы.

Отрезанные заготовки по ленточному конвейеру, настроенному на определенную скорость, и рольгангу поступают в стапелирующее устройство 7 для автоматической укладки отрезанных карт в стопы на двух участках стапелирования.

Каждый участок стапелирования оборудован: самоходной тележкой для укладки карт в стопы и вывоза их из рабочей зоны; стопоукладчиками с регулируемыми боковыми ограничителями ширины стопы; передним подпружиненным и задним упорами, устанавливаемыми на длину стопы; подъемными механизмами тележек для обеспечения укладки заготовок в стопу установленной высоты.

Для перемещения заготовок и изменения направления перемещения их с одного участка стапелирования на другой служат перекидной и промежуточный транспортеры.

Привод ножниц механический с одноступенчатой передачей.

Привод правильно-разматывающего устройства и валковой подачи — от электродвигателя постоянного тока.

Режимы работы линии — наладочный и автоматический.

Управление линией и наблюдение за ее работой производятся с центрального пульта, управление работой валковой подачи — с помощью программного устройства,

**Техническая характеристика** автоматической линии для поперечной резки широкорулонного проката на технологические карты мод. Л128.41.100

Размеры отрезаемых карт, мм:

длина.....	300—400
ширина.....	750—1600
толщина .....	0,5—4

Точность отрезаемых карт, мм, длиной:

до 1500мм.....	±1
свыше 1500мм.....	±2

Диаметр рулона, мм:

наружный .....	1000—1800
внутренний .....	470—780

Масса рулона, т.....26

Число отрезаемых в минуту карт прямоугольной формы длиной, мм:

300.....	42
4000.....	18

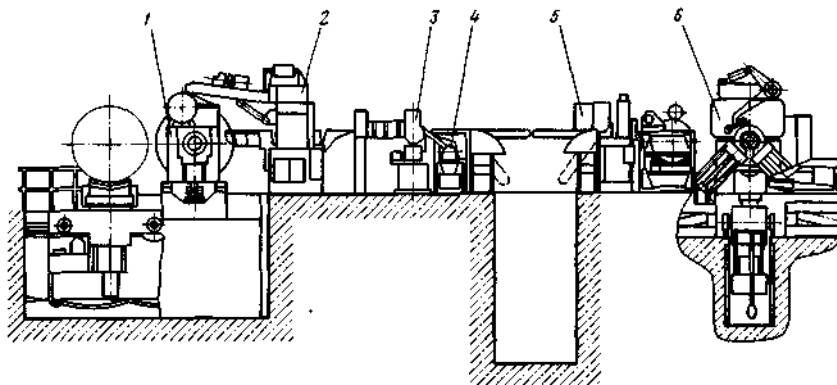


Рис. 6.5. Линия автоматическая для продольной резки рулонной стали (мод. Л118.41.100):

1 — устройство разматывающее; 2 — ножницы с наклонным ножом; 3 — ножницы многодисковые; 4 — ножницы роторные; 5 — комплектное устройство программного управления; 6 — устройство наматывающее

**Линия автоматическая для продольной резки широкорулонного листового проката.** Линия предназначена для продольной резки широкорулонного листового проката нормальной точности.

Линия применяется в заготовительных цехах заводов автомобильной и сельскохозяйственной промышленности.

Состав линии приведен на рис. 6.5.

Конструкция указанного оборудования обеспечивает его работу только в составе линии.

Рулоны устанавливаются на стол загрузочной тележки мостовым краном.

Со стеллажа рулон подается на разматывающее устройство 1 при помощи самоходной тележки с гидравлическим подъемным столом. Для зажима рулона по внутреннему диаметру и торцу в каждой головке предусмотрено по три зажимных кулачка с приводом от гидравлического цилиндра через рычажную систему.

Свободный конец ленты, прижатый к рулону роликом, предупреждающим самопроизвольное разматывание рулона до зажима его в подающих валках, пропускается между подающими валками в гильотинные ножницы 2 для обрезки дефектного конца.

Подготовленный рулонный прокат подается в многодисковые ножницы 3, где разрезается на полосы нужной ширины. Ножевые оправки съемные, имеющие фиксированное положение в осевом направлении. Для уменьшения вспомогательного времени при переналадке ножиц предусмотрен стенд для настройки сменной оправки вне линии. Отрезанные от рулона кромки разрубаются на куски необходимой длины кромкокрошителем и транспортером удаляются из рабочей зоны.

После зажатия разрезанного на полосы конца рулона в наматывающем барабане начинается процесс роспуска рулона. Наматывающее устройство 6 оборудовано столом с откидным лотком для направления полосы при заправке ее в барабан, тележкой для съема рулонов с барабана (после намотки) и приемниками рулонов. Обвязка рулонов производится на барабане вручную.

Приводы разматывающего и наматывающего устройств многодисковых ножиц осуществляются от электродвигателей постоянного тока.

Режимы работы линии — наладочный и автоматический.

Управление линией и контроль за ее работой осуществляются с центрального пульта.

Техническая характеристика автоматической линии для продольной резки широкорулонного листового проката мод. Л118.41.100  
Размеры исходной заготовки рулонной стали, мм:

ширина.....	750-1600
диаметр рулона:	
внутренний.....	470-780



наружный.....	1000-1800
Масса рулона, т.....	26
Размеры рулона после роспуска, мм:	
внутренний диаметр.....	600
наружный диаметр.....	1800
Наибольшее число резов при толщине материала, мм:	
2,5—4.....	8
до 1.....	23
Скорость реза (регулируемая), м/мин.....	30-90
Примечание: Изготовитель: Азовский завод кузнечно-прессового оборудования.	

**Автоматизированные комплексы для резки сортового проката.** Для резки сортового и фасонного проката на мерные штучные заготовки механизированные и автоматизированные комплексы могут создаваться на базе:

- ножниц сортовых;
- ножниц комбинированных;
- пресс-ножниц комбинированных;
- кривошипных прессов простого действия и др.

Такие комплексы строятся по следующей схеме (рис. 6.6):

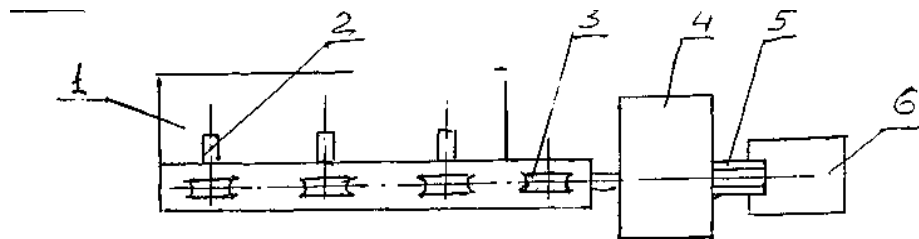


Рис. 6.6. Типовая структурная схема комплекса для резки сортового проката:

1 - приемный стол-накопитель; 2 - механизм поштучной выдачи прутков; 3 - роликотвод роликотводный; 4 - пресс-ножницы (ножницы сортовые); 5 - лоток направляющий; 6 - тележка с тарой для заготовок

На приемный стол 1 может быть загружена пачка прутков массой 5000 кг и длиной 6 м. Механизмом поштучной выдачи 2 из пачки отделяется один пруток и выдается на роликотводный роликотвод 3, который подает пруток в ножницы 4. Величина подачи прутка определяется положением регулируемого упора ножниц. Отрезанные мерные заготовки по лотку 5 скатываются в тару, установленную на тележке 6.

## 6.2. КОМПЛЕКСЫ ХОЛОДНОЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ

Все комплексы холоднолистовой штамповки в зависимости от вида используемого исходного материала можно разделить на следующие группы:

- 1-я – для штамповки из ленточного материала;
- 2-я – для штамповки из полосового материала;
- 3-я – для штамповки из листового материала;
- 4-я – для штамповки из штучных плоских заготовок.

**6.2.1. Комплексы для штамповки деталей из ленточного материала** создаются на базе универсального и специализированного технологического оборудования.

Обобщенную структурную схему комплексов изготовления деталей из ленточного материала можно представить в следующем виде (рис. 6.7)

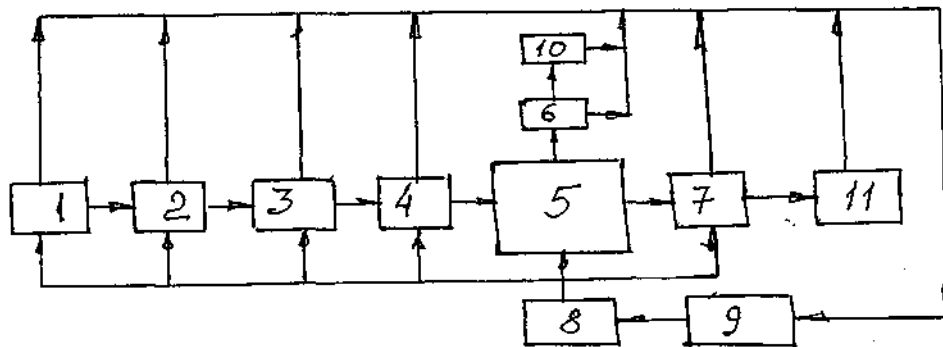


Рис. 6.7. Структурная схема комплекса изготовления деталей из ленточного материала:

1 - разматывающее устройство; 2 - правильное (правильно-подающее) устройство; 3 - механизм подачи ленты (клещевая, валковая); 4 - устройство смазки (очистки) ленты; 5 - технологическое оборудование (пресс); 6 - механизм удаления деталей из рабочей зоны прессы; 7 - устройства смотки или резки отходов ленты; 8 - система управления; 9 - информационно-измерительная система датчиков; 10 - накопитель деталей ( тара, стапелирующее или кассетное устройство); 11 - тара для отходов ленты.

Комплексы штамповки деталей из ленты могут быть созданы с помощью приведенных на схеме функциональных устройств и механизмов практически на базе всех видов универсальных прессов.

Наиболее часто они создаются на базе прессов однокривошипных открытых простого действия (серии КД); прессов однокриво-

шипных закрытых простого действия (серии КИ,КВ,КГ); прессов 2-х и 4-х кривошипных простого и двойного действия и т.д. Промышленностью стран СНГ выпускается около двух десятков модификаций таких комплексов на базе прессов усилием от 250 до 10000 КН.

В качестве примера рассмотрим комплексы на базе кривошипных закрытых прессов.

**Комплексы с клещевой подачей** предназначены для изготовления из рулонного материала (с пределом прочности  $\sigma_b = 500$  МПа) деталей, требующих применения различных операции холодной штамповки: вырубки, гибки, формовки, калибровки, неглубокой вытяжки.

Комплексы (рис. 6.8, а, б) на базе прессов 9 усилием 4000—10000кН комплектуются клещевой подачей 8 мод. КП800, правильным устройством 6 мод. ПУ800, разматывающим устройством 2 мод. АУ800, тележкой 3 мод. ТЗ—5.

Прессы оснащены выдвижной подштамповой плитой и реечным съемником отштампованных деталей с верхней половины штампа. Привод съемника осуществляется от ползуна 10 прессы 9 через реечную и цепную передачи.

Загрузка рулонного материала на барабан 2 разматывающего устройства осуществляется тележкой 3, перемещающейся по рельсам от электромеханического привода на колеса. Подъем и опускание рулона производятся с помощью гидроцилиндра. Установка рулона на тележку осуществляется внутрицеховым транспортером.

Станина разматывающего устройства сборно-сварная, на ней расположены все основные узлы устройства. Привод устройства — от электродвигателя постоянного тока. Вращение через клиноременную и зубчатую передачи передается на шпиндель барабана. На другом конце шпинделя установлен гидроцилиндр привода щек зажима рулона. Сверху на станине монтируется прижимной ролик 1, который удерживает рулон при размотке и контролирует изменение диаметра. Стол 4, закрепленный на лапе станины, предназначен для заправки ленты в правильное устройство. Подъем и опускание стола и прижимного ролика осуществляются гидроцилиндрами.

Правильное устройство предназначено для правки рулонного материала. В него входят станина, привод, правильная головка, стол с роликами, стол петлевого компенсатора, ножницы 5, гидроцилиндры. Правильная головка 6 — семивалковая. Нижние четыре валка — приводные. Верхние правильные валки регулируются по высоте относительно нижних с помощью гидроцилиндров и рычажной системы. Привод валков осуществляется от электродвигателя постоянного тока через втулочно-пальцевую муфту и зубчатую передачу/

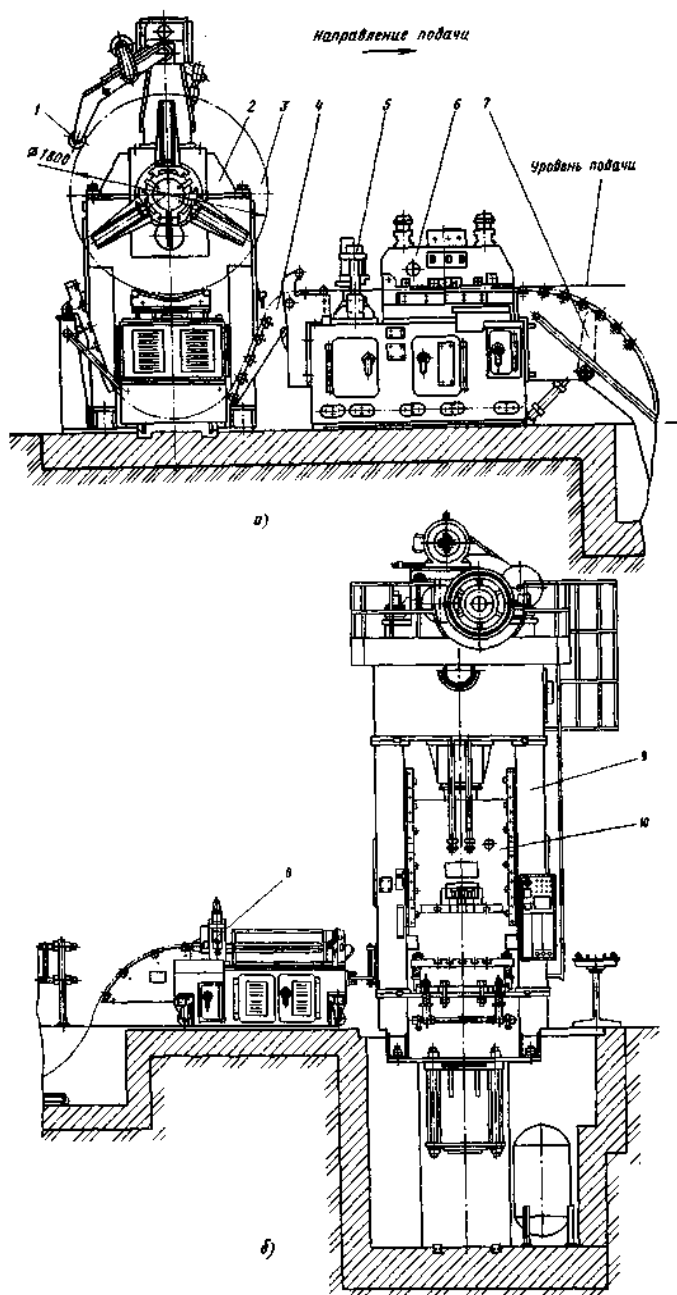


Рис. 6.8. Типовая конструкция комплекса оборудования для штамповки деталей из рулонного материала (мод. АККА2036.01):  
*а* — разматывающие и правильные устройства; *б* — пресс с автоматической подачей

Электропривод регулируемый, реверсивный. На входе и выходе головки установлены две пары тянущих приводных валков. Перед заправкой ленты в правильное устройство ее дефектный конец обрезается ножницами 5. Привод валков осуществляется от электродвигателя постоянного тока через втулочно-пальцевую муфту и зубчатую передачу. Привод ножниц - от гидроцилиндра. Стол с роликами и подгибочным валком служат для заправки ленты в правильное устрой-

во. Выправленная лента со столом петлевого компенсатора 7, контролирующего размер петли, направляется в клещевую подачу 8.

Клещевая подача предназначена для шаговой подачи рулонного материала в штамповое пространство прессы.

**Комплексы с валковой подачей** предназначены для автоматической штамповки в однопозиционном штампе деталей различной конфигурации из рулонного материала.

Комплектуемое оборудование комплексов:

- валковая подача, обеспечивающая подачу ленты в штамп прессы;
- электронное программное устройство для регулирования скорости и величины шага подачи ленты;
- правильное устройство, служащее для правки ленты;
- петлевой компенсатор для набора определенного запаса ленты;
- разматывающее устройство, обеспечивающее постоянную скорость размотки при изменяющемся диаметре рулона;
- загрузочная тележка, предназначенная для размещения рулона, подаваемого цеховым краном, и установки его на барабан разматывающего устройства;
- съемник для удаления отштампованных деталей.

Для приемки отштампованных деталей и отходов в комплексах используются межоперационные тележки или тара.

Валковая подача односторонняя толкающая предназначена для периодической автоматической подачи ленты в штамп прессы на определенный заданный шаг.

Электронное программное устройство к валковой подаче предназначено для плавного регулирования скорости подачи ленты в штамп и обеспечения заданной точности подачи. На выходе из валковой подачи лента обкатывается измерительными роликами. Верхний ролик поджимается к ленте гидравлическим цилиндром, нижний ролик жестко связан с валком счетного устройства, передающего импульсы на электронное программное устройство.

Правильное устройство предназначено для рихтовки рулонной ленты методом перегиба перед подачей ее в петлевой компенсатор.

Правка ленты осуществляется девятью правильными валками. Привод валков выполняется тиристорным регулируемым приводом постоянного тока через зубчатую и цепную передачи.

Петлевой компенсатор предназначен для компенсации разности скоростей ленты в правильном устройстве и валковой подаче; контроль петли осуществляется с помощью фотоэлементов.

Разматывающее устройство служит для разматывания ленты с рулона, закрепленного на барабане. Скорость размотки при непре-

рывно меняющемся диаметре рулона сохраняется постоянной, достигается это приводом постоянного тока с тиристорным преобразователем. Для предотвращения самопроизвольного разматывания рулона разматывающее устройство снабжено откидным рычагом с прижимным роликом, который гидравлическим цилиндром постоянно прижимается к поверхности рулона и контролирует диаметр рулона во время размотки.

Загрузочная тележка предназначена для подачи рулона к разматывающему устройству и установки на барабан.

**ГПМ штамповки деталей из ленты модели М1К324Ф3.01** на базе прессы быстроходного (изготовитель—Таганрогское ПО «Прессмаш»).

Конструкция модуля обеспечивает штамповку деталей с применением штампов последовательного действия в т.ч. с переходами гибки, отбортовки, неглубокой вытяжки, а также вырубных штампов совмещенного действия.

В ГПМ автоматизированы технологические процессы изготовления деталей из ленточного материала, а также переналадка его на изготовление шести запрограммированных типо-размеров деталей.

Структурная схема ГПМ для штамповки из ленты (мод.М1К234Ф3.01) представлена на рис. 6.9.

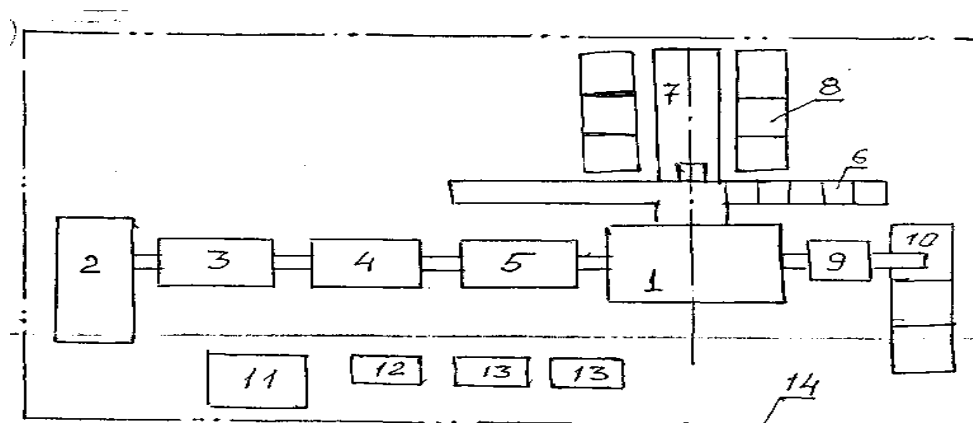


Рис. 6.9. Структурная схема ГПМ штамповки из ленты

ГПМ состоит из следующих составных частей:

1. Пресс быстроходный с механизмами автоматической регулировки закрытой высоты и крепления штампов;
2. Магазин рулонов лент, представляющий собой тележку с захватными приспособлениями, в которых на одинаковом расстоянии друг от друга установлены рулоны разных лент. Все приспособления

смонтированы на одном основании тележки и могут сниматься с нее для замены рулонов. После установки рулонов в магазин концы лент заправляются через направляющий ролик в специальный желоб, в котором запираются роликом магазина первичной подачи ленты в правильно-разматывающее устройство 3;

3. Правильно-разматывающее (подающее) устройство с автоматической настройкой на соответствующую толщину ленты обеспечивает правку и подачу ленты в пресс 1;

4. Ножницы для отрезки ленты на заданную программу;

5. Автооператор заправки ленты и подачи ее в пресс 1 с последующим образованием петли и контроля за ней. После заправки автооператор отходит, образуется петля и осуществляется контроль ее величины;

6. Автооператор загрузки и выгрузки пакетов штампов в рабочую зону прессы и обратно. После заправки конца ленты в штамп (и соответственно регулировки закрытой высоты) пресс начинает работать на программу. Конец ленты контролируется датчиком приближения. Загрузка пакетов (штампов) и рулонов, а также смена тары, обеспечиваются цеховыми подъемно-транспортными устройствами;

7. Устройство (манипулятор) для подачи и выдачи тары из магазина тары 8 (для деталей);

8. Магазин тары для деталей;

9. Ножницы для резки отходов;

10-13. Система ЧПУ, которая обеспечивает:

- безлюдную технологию последовательного производства шести наименований деталей по заранее введенной программе;
- управление средствами автоматизации;
- контроль за состоянием модуля;
- контроль за ходом технологического процесса;
- останов работы ГПМ в случае отклонений от техпроцесса или неисправностей с выдачей информации на дисплей;
- возможность диалога «оператор-система»;
- возможность связи с ЭВМ более высокого уровня;

14. Неподвижное ограждение вокруг ГПМ предназначено для исключения проникновения людей во время работы модуля в его рабочую зону.

**6.2.2. Робото-технологические комплексы (РТК) и ГПМ штамповки деталей из полосы.** Штамповка деталей из полосового материала применяется, как правило, в мелкосерийном и реже в серийном производстве, поскольку является по сравнению со штамповкой из ленты менее производительной и более трудоемкой, т.к. включает заготовительные операции, связанные с резкой листов на поло-

сы и их стапелирование. Типовая структурная схема РТК показана на рис.6.10.

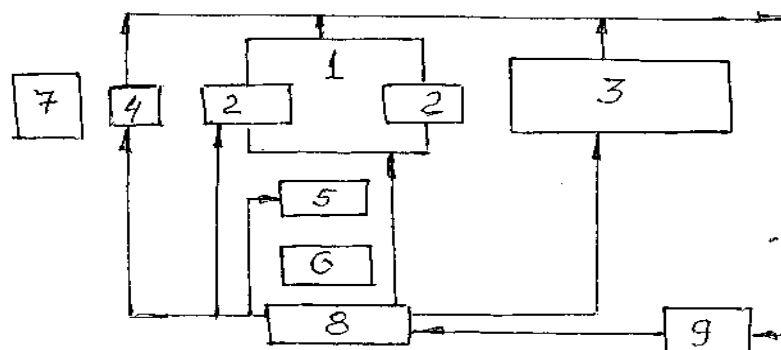


Рис. 6.10. Типовая структурная схема РТК штамповки деталей из полосы:

1 - пресс; 2 - подача (текущетолкающая-клещевая или волковая); 3 - полосоподаватель; 4 - ножницы резки отходов полосы (устройство удаления отходов полосы); 5 - устройство удаления деталей; 6 - технологическая тара для деталей; 7 - технологическая тара (накопитель) для сбора отходов полосы; 8 - система управления; 9 - информационно-измерительная система датчиков

Полосоподаватель 3 обеспечивает приемку стопы полос, выравнивание полос в стопе и поштучную выдачу полос на приемную позицию шаговой подачи 2. Шаговая подача 2 обеспечивает приемку полос в пресс с требуемым шагом. Отходы из штампа удаляются пневмошибером.

Для автоматизации штамповки деталей из полосы в настоящее время созданы ГПМ, типовая структурная схема которых представлена на рис. 6.11.

Для автоматизации штамповки деталей из полосы Сальским заводом кузнечно-прессового оборудования изготовлен ГПМ модели K2128M1Ф3.01, предназначенный для выполнения операций холодной листовой штамповки из полосового материала по заданной программе с ЧПУ с автоматической сменой стоп полос, пакетов штампов, с автоматической подачей полосы из стопы полос в зону штамповки и резкой отходов на мерные длины, смены тары для готовых деталей и отходов, автоматизированным приемом деталей и отходов в тару.



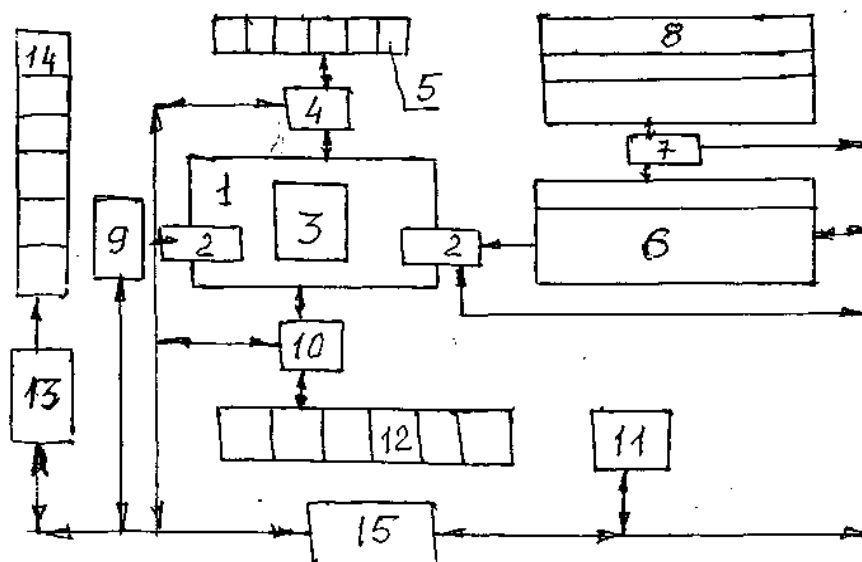


Рис. 6.11. Типовая структурная схема ГПМ штамповки из полосы

В состав модуля входят:

1 - пресс; 2 - устройство шаговой подачи полосы; 3 - штамповый блок; 4 - устройство автоматизированной загрузки-выгрузки пакетов штампов; 5 - магазин со сменными пакетами штампов (6 шт.); 6 - полосоподаватель; 7 - устройство автоматической смены пакетов полос; 8 - магазины пакетов полос; 9 - ножницы для резки отходов полосы; 10 - устройство удаления деталей; 11 - устройство автоматизированной смены технологической тары для деталей; 12 - магазин с тарой для деталей; 13 - устройство автоматизированной смены тары для отходов полос; 14 - магазин с тарой для отходов; 15 - блок программного управления с информационно-измерительной системой датчиков.

В состав модуля входят: пресс однокривошипный открытый простого действия усилием 630 кН с механизмом регулировки закрытой высоты, устройством шаговой подачи полосы в штамп и блоком для штамповки; устройство автоматизированной загрузки-выгрузки пакетов с магазином пакетов, сменные пакеты (6 шт.); устройство автоматизированной подачи полос к прессу; ножницы для резки отходов полосы; устройство приемки-выдачи и установки тары для деталей и отходов; блок управления и система программного управления.

Конструкция гибкого модуля обеспечивает по заданной программе автоматическую установку необходимого пакета штампа в блок из магазина штампов, выдачу из магазина полосовых заготовок на исходную позицию стопы полос требуемого типоразмера; автоматическую установку закрытой высоты; подачу полосового материала в зону штамповки с заданным шагом; штамповку заданного числа де-

талей; резку отходов полосы на мерные длины; автоматическую установку тары для деталей и отходов на позицию загрузки и удаление ее, съем деталей с верхней половины штампа; смену пакета штампа и стопы полосового материала для штамповки следующей детали.

Техническая характеристика модуля мод. K2128M1Ф3.01	
Номинальное усилие, кН.....	630
Частота непрерывных ходов ползуна, мин <sup>-1</sup> .....	63
Размеры обрабатываемой полосы, мм:	
ширина.....	45—200
длина.....	1200—2000
толщина .....	0,8—2,5
Шаг подачи полосы, мм .....	5—200
Число позиций:	
для штампов (пакетов) в магазине.....	5
для кассет с полосой в магазине.....	5
Максимальная высота стопы полос в кассете, мм .....	100
Темповая производительность, шт/мин.....	50
Число позиций загрузочной тары для:	
деталей .....	4
отходов .....	4
Размеры стола пресса (длина×ширина), мм.....	900×650

**6.2.3. Робото-технологические комплексы (РТК) и ГПМ штамповки деталей из штучных заготовок.** Автоматизация кузнечно-штамповочного производства в области изготовления деталей из штучных заготовок в серийном производстве осуществляется в направлении создания автоматизированных комплексов на базе универсального технологического оборудования и робототехники.

Роботизированные системы используются для автоматизации ручного труда там, где неэффективно применять более дорогое автоматическое технологическое оборудование.

Типовая структурная схема РТК для штамповки деталей из штучных заготовок представлена на рис. 6.12.

Существует большое количество разнообразных компоновочных схем РТК, которые создаются в зависимости от типа , материала, размеров и массы исходных заготовок, а также от формы готовых деталей и последовательности операций от формы готовых деталей и последовательности операций по их изготовлению

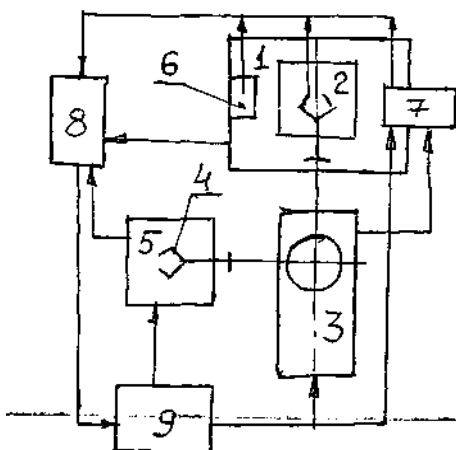


Рис. 6.12. Типовая структурная схема РТК для штамповки деталей из штучных заготовок:

1 - технологическое оборудование (пресс); 2 - инструмент (штамп); 3 - робот (манипулятор); 4 - захватное устройство робота; 5 - питатель; 6 - удаляющие, сбрасывающие, выносящие механизмы; 7 - устройство контроля удаления и счета деталей; 8 - информационно-измерительная система датчиков; 9 - система программного управления

### **Комплексы для штамповки деталей из штучных заготовок.**

Комплексы на базе прессов двухкривошипных закрытых простого действия предназначены для штамповки крупногабаритных деталей из штучных листовых заготовок с выполнением операций вырубки, пробивки отверстий, неглубокой вытяжки и т.п.

В состав комплексов (рис. 6.13) входят: пресс 1, манипулятор 2, магазины заделов 3 и механизмы выгрузки 4 для выноса деталей, выталкиваемых из верхней половины штампа.

Загрузка манипулятора стопой заготовок производится подъемно-транспортными устройствами. Заготовки подаются манипулятором перпендикулярно фронту прессы.

С подъемного стола заготовка захватывается вакуумными присосками механизма переноса и перемещается на промежуточный стол, на котором заготовка ориентируется в требуемое положение упорами пневмоцилиндров. После подачи заготовки механизм переноса возвращается в исходное положение, берет одну заготовку со стопы, вторую со стола ориентации и совершает следующий ход, переноса одну заготовку в штамп прессы, вторую — на стол ориентации. Для сброса деталей в штампе предусматривается устройство для подъема изделия после штамповки на 5—10 мм над зеркалом штампа. Отштампованные детали удаляются со штампа упорами, расположенными на концах штанг механизма переноса.

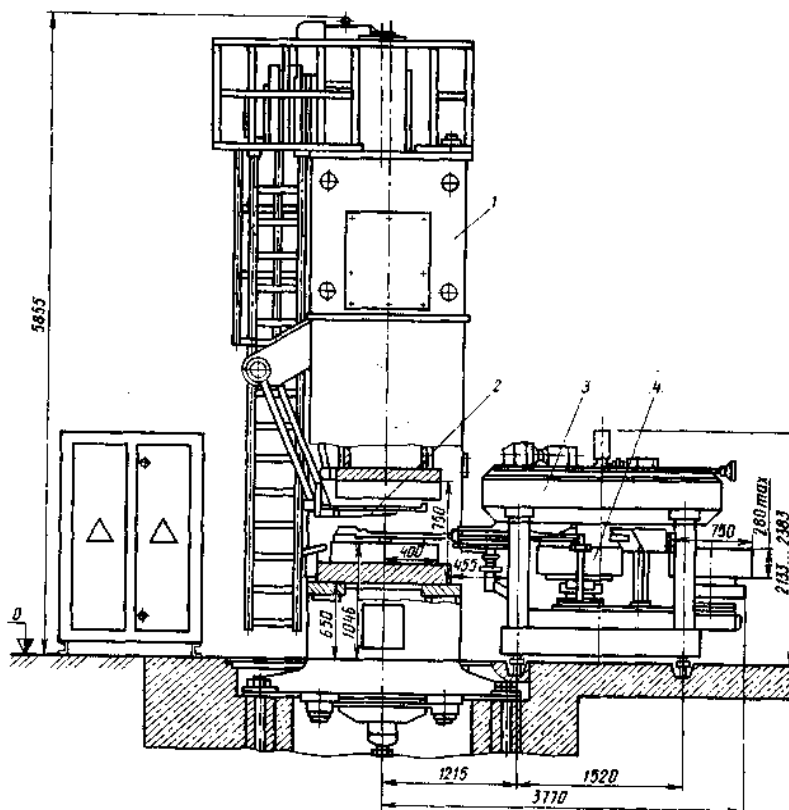


Рис. 6.13. Автоматизированный комплекс для штамповки деталей из штучных заготовок (модель АКК3535А-1)

По мере уменьшения высоты стопы заготовок на подъемном столе автоматически осуществляется подъем. Уровень подъема стопы контролируется конечным выключателем.

В комплексе предусмотрены механизм контроля толщины листа; механизм, контролирующий сброс деталей со штампа и исключающий повторение цикла, если деталь со штампа не удалена.

Синхронная работа комплекса осуществляется командоаппаратами пресса и манипулятора.

Манипулятор может перемещаться по фронту пресса на рельсах, что позволяет фиксировать его по штампу, установленному на прессе.

В режиме «Автоматическая работа» пресс работает на одиночных ходах, команду на следующий ход ползуна пресс получает от командоаппарата манипулятора.

**Комплекс роботизированный для изготовления деталей из штучных заготовок на базе пресса однокривошипного закрытого двойного действия (мод. АККБ5530.31).** Комплекс Ивано-франковского ПО «Карпатпрессмаш» предназначен для выполнения холодно штамповочных работ, требующих применения операции от-

носительно глубокой вытяжки из листа. Одновременно с вытяжкой на прессе может производиться вырубка по контуру.

Оборудование комплекса обеспечивает: подъем и поддержание верхнего уровня стопы заготовок; ориентированную подачу заготовки с помощью магазинного устройства на позицию захвата автоматического манипулятора; захват заготовки, перенос и укладку ее в штамп; выполнение технологической операции; удаление отштампованной детали из рабочей зоны прессы для последующей обработки или укладку изделия в тару.

Техническая характеристика комплекса мод. АКБ5530.31

Размеры заготовок, мм:

длина х ширина . . . . . 100х100— 650х600

толщина . . . . . 0,5—3,0

Наибольшая масса заготовки, кг..... 5,0

Производительность среднечасовая, шт/ч..... 280—365

Номинальное усилие прессы(двойного действия), кН... 1000/630

Автоматический манипулятор мод. КМ10Ц4202:

грузоподъемность, кг ..... 10

число рук ..... 2

число степеней подвижности ..... 4

высота подъема руки,мм..... 150

угол поворота руки,градус..... 180

система управления..... цикловая электронная

точность позиционирования, мм..... ±0,1

Магазинное устройство мод. АКМ2134.31.10:

наибольшая высота стопы заготовок, мм..... 320

**ГПМ штамповки деталей из штучных заготовок.** ГПМ для штамповки штучных заготовок на базе однокривошипного прессы открытого мод. М2КД2130Б.Ц1.31, освоенный Воронежским заводом кузнечно-прессового оборудования им. М. И. Калинина, предназначен для автоматизации штамповки деталей из плоских штучных заготовок на однокривошипном прессе усилием 1000кН в условиях как мелко-серийного, так и массового производства.

При работе на ГПМ обеспечиваются: захват заготовки с исходной позиции и перенос ее в рабочую зону; центрирование заготовки; укладка ее в штамп; штамповка изделия; вынос отштампованного изделия из рабочей зоны прессы; укладка изделия в кассету магазинного устройства; замена кассеты, заполненной готовыми изделиями, на свободную; замена выработанных кассет на кассеты с заготовками.

Выдача кассет с заготовками на исходную позицию и смена кассет осуществляются манипуляторами. Автоматическая смена пакетов штампов в прессе осуществляется роботокарой. Переналадка штамповки с одной детали на другую происходит автоматически.

Датчики внешней информации исключают возможность попадания двух и более заготовок в штамп, а также работу прессы при нахождении схватов в штамповой зоне или в случае невыноса отштампованного изделия из зоны штампа.

ГПМ состоит из прессы КД2130Б, двух манипуляторов для загрузки и выгрузки кассет, двух магазинных устройств роботокары, магазина пакетов штампов, манипулятора мод. МПШ9 для подачи плоских штучных заготовок диаметром 100—250мм, системы программного управления.

Техническая характеристика ГПМ мод. М2КД2130Б.Ц1.31	
Номинальное усилие штамповки, кН.....	1000
Темповая производительность штамповки деталей, шт/мин.....	20
Размер штучной заготовки, мм .....	100X250
Толщина заготовки, мм .....	0,5—5
Грузоподъемность одного захвата манипулятора, кг .....	2
Размер пакета штампа в плане (длина x ширина), м.....	400x370
Закрытая высота пакета, мм.....	180
Число пакетов:	
в магазине.....	4
в роботокаре.....	4
Число кассет в магазине .....	4

**ГПМ для штамповки деталей из штучных заготовок на базе прессы однокривошипного закрытого простого действия.** Модуль, освоенный Ивано-франковским ПО «Карпатпрессмаш», предназначен для выполнения операций холодной штамповки деталей из штучных заготовок по заданной программе в условиях многономенклатурного мелкосерийного и единичного производства.

В состав ГПМ входит следующее оборудование: пресс однокривошипный закрытый простого действия усилием 2500кН мод. КИ2534, манипуляторы загрузочный и разгрузочный, устройство для смены штампов и транспортировки деталей, конвейер передающий, устройство приема-выдачи и установки тары для деталей и отходов, конвейер удаления отштампованных деталей, устройство приема-выдачи и установки тары для отштампованных деталей, устройство автоматического крепления штампа, типовое программное управление.

Сменные штампы устанавливаются цеховыми транспортными средствами на устройство смены штампов, которое подает штамп в пресс, где они автоматически зажимаются. После обработки заданного числа деталей штамп автоматически удаляется в устройство для смены штампов.

Манипулятор загрузочный выполняет поштучный захват заготовки, транспортировку и укладку ее в штамп. После выполнения операции штамповки манипулятор разгрузочный производит захват отштампованной детали, транспортирует ее и сбрасывает на конвейер удаления.

Смена штампов и заготовок после обработки заданного числа деталей осуществляется автоматически согласно программе, сохраняемой в памяти устройства программного управления. При переходе на новую серию штампов программа заменяется.

Техническая характеристика ГПМ на базе прессы однокривошипного простого действия закрытого

Усилие прессы, кН .....	2500
Ход ползуна нерегулируемый, мм.....	200
Наибольшая масса заготовки, кг .....	5
Производительность темповая, шт/мин.....	12—20
Размер обрабатываемых заготовок в плане, мм:	
наибольший.....	450x450
наименьший.....	100x100
Наибольшая толщина обрабатываемых заготовок, мм.....	6,0
Точность позиционирования, мм.....	±0,5
Высота подачи заготовки над уровнем пола, мм.....	975—1125

**ГПМ для штамповки деталей на базе прессы координатно-револьверного.** Модули предназначены для автоматизации производственного процесса изготовления деталей типа панелей, шасси, крышек, шайб из листового материала с выполнением операций пробивки и вырубки отверстий, контурной и прямолинейной высеки, зачистки фрезерованием гребешков высеченных контуров, нарезания резьбы в пробитых отверстиях (табл. 6.1, 6.2).

ГПМ оснащены обрабатывающими центрами (ОЦ) на базе прессы координатно-револьверного, который предназначен для выполнения основной технологической операции однопусковыми быстросменными штампами по заданной программе.

Станина закрытого типа повышенной жесткости, на ней расположены все основные узлы прессы: привод ползунов, револьверная головка с комплектами инструмента, координатный стол с двумя взаимно перпендикулярными каретками и листодержателями. Два пол-

зуна расположены с таким расчетом, что каждый из двух диаметрально расположенных инструментов в револьверной головке в рабочем положении находятся под соответствующим ползуном. Ползуны имеют индивидуальный механизм включения на рабочий ход, оснащены уравнивателями и самовосстанавливающимися предохранителями по усилию.

Таблица 6.1. Состав оборудования гибких производственных модулей штамповки деталей на базе прессы координатно-револьверного

Состав оборудования	M20ЦК0126Ф4.01	M20ЦК0126Ф4.01.03
Устройство загрузки и выгрузки листа специальное — УЗВЛ1	+	+
Обрабатывающий центр координатно-револьверный, ОЦК0126.Ф4	+	-
Обрабатывающий центр координатно-револьверный повышенной производительности ОЦК0126.Ф4.01	-	+
Устройство выгрузки специальное КАУ.01.Ф5.21	+	+
Устройство числового программного управления 2С85-62-10	+	+

Таблица 6.2. Техническая характеристика гибких производственных модулей штамповки деталей на базе прессы координатно-револьверного

Параметр	M20ЦК0126Ф4.01	M20ЦК0126Ф4.01.03
Размеры обрабатываемого листа, мм: в плане толщина	1000x1000-1600x1000 1-6	
Наибольший диаметр пробиваемого отверстия, мм	90	
Диаметр резьбы, нарезаемой в отверстиях, мм	М3—М6	
Номинальное усилие на ползуне, кН	400	



Частота, мин <sup>-1</sup> : непрерывных ходов ползуна пробивок при одновременной работе двумя ползунами и шаге между отверстиями до 20 мм	150—300  300	200-400  400
Наибольшая скорость перемещения заготовки по одной из координат, м/мин :	30	60
Точность, мм: координат пробиваемых отверстий высеченного и зачищенного контуров	±0,1 - ±0,5 ±0,3 ±0,5	
Скорость зачистки, м/мин	0,15—2,0	
Дискретность задания перемещения по осям X и Y	0,1	
Число: позиций инструмента в револьверной головке инструментов в магазине	28 36	
Грузоподъемность устройства загрузки и выгрузки, кг	70	
Высота стопы заготовок, мм	300	

Примечание. Изготовитель: Чимкентский завод прессов - автоматов им.М. И. Калинина.

Заготовка в рабочей зоне автоматически ориентируется с помощью координатного стола и упоров. Перемещения координатного стола с листовой заготовкой по осям X и Y, выбор инструмента, поворот револьверной головки и ее остановка в нужной позиции осуществляются по программе. В случае сбоя в работе на дисплее устройства числового программного управления (УЧПУ) индицируется причина остановки.

Контурная высечка пазов, отверстий, сложных контуров осуществляется при непрерывных ходах, а позиционная пробивка отверстий в заданных программой координатах — в режиме одиночных ходов ползуна. Модуль оснащен узлами фрезерования, резь-бонарезания, специальной позицией для обрубки перемычек высеченного контура.

Устройство выгрузки специальное (входит в состав модулей М20ЦК0126Ф4.01 и М20ЦК0126Ф4.01.03) предназначено для приема готовых деталей с конвейера и складирования на тележку с помощью траверсы с клещевыми захватами.

УЧПУ выполнено на базе устройства 2С85 со встроенной мини-ЭВМ. Модули снабжены основным (подвесным) и двумя вспомогательными (наладочными) пультами.

### 6.3. АВТОМАТИЧЕСКИЕ ЛИНИИ ХОЛОДНОЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ

Линии для многопозиционной штамповки на базе прессов однокривошипных открытых с грейферной подачей (табл. 6.3) предназначены для листовой штамповки деталей широкой номенклатуры и размеров в штампах последовательного действия.

Таблица 6.3. Техническая характеристика автоматических линий для многопозиционной штамповки на базе прессов однокривошипных открытых усилием 1000 кН с грейферной подачей

Параметр	Л533.41.100	Л132.21.100
Размеры заготовки, мм	350x540	315x500
Ширина ленты рулонного материала, мм	-	24—315
Толщина материала, мм	0,8—2	0,5—2
Число прессов	6	4
Производительность, шт/мин	4-20	4-25
Шаг грейферных линеек, мм	650	1100
Размер между грейферными линейками при зажиме, мм:		
Наибольший	390	315
Наименьший	145	24

*Примечание. Изготовитель: Барнаульский завод механических прессов.*

Линия мод. Л533.41.100 (рис.6.14, а) комплектуется: стапелирующим устройством 1, автоматическим загрузочным устройством 2, контролирующим устройством блокировки хода линеек при наличии сдвоенной заготовки, шестью прессами однокривошипными 7, грейферным механизмом (манипулятором) 4 с автономным приводом грейферных линеек 6, который включает механизмы продольного перемещения и смыкания, и размыкания грейферных линеек в заданном цикле. Синхронизация движения механизмов смыкания и размыкания осуществляется через трансмиссионный вал 5, смонтированный вдоль фронта прессов. Соединение секций вала с редукторными коробками механизмов смыкания и размыкания производится дисковыми муфтами. Линейки грейферного механизма секционные: секции между собой соединяются шарнирно. На верхней плоскости линеек предусмотрены планки для крепления захватов.

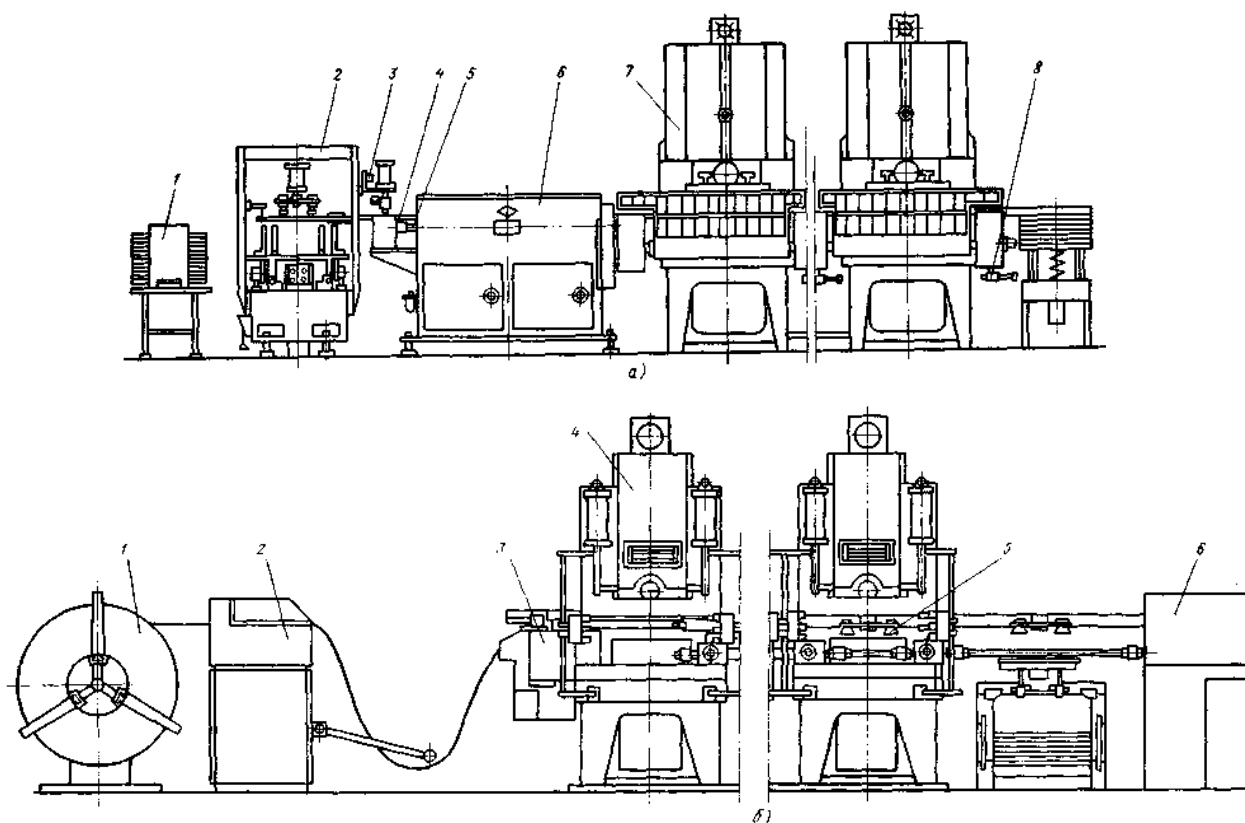


Рис.17. Автоматическая линия  
для многопереходной штамповки: а - мод. Л533.41.100;  
б - мод. Л132.21.100

Транспортировка обрабатываемых деталей грейферными линейками от загрузочного устройства вдоль продольной оси линии осуществляется с шагом 650мм по мостикам через привод грейферных линеек б и с укладкой на промежуточные мостики в межпрессовых пространствах. Регулировка мостиков по высоте и ширине производится за счет пазов в опорных кронштейнах.

Регулировка линеек по высоте осуществляется винтами регулировки 8.

Устройство загрузочное 2 двухпозиционное служит для укладки обрабатываемых заготовок в две стопы на несущую платформу и состоит из станины и рамы, на которых смонтированы исполнительные механизмы, обеспечивающие двухпозиционное перемещение стоп заготовок и автоматическую поштучную выдачу заготовок на уровень захватов грейферных линеек.

Механизм подъема состоит из рабочего цилиндра, подъемного стола, жестко соединенного со штоком рабочего цилиндра и двумя вспомогательными колонками; мультипликатора, установленного в станине привода грейферных линеек, пневмогидравлической системы.

Пуск механизма подъема стопы заготовок осуществляется оператором при воздействии на электропневмоклапан «Пуск» (поз. 3). Дальнейший периодический подъем стопы и возвращение подъемного стола в исходное положение осуществляются автоматически.

Отделение заготовки от стопы и подъем на необходимую высоту производятся пневмоприсосами, смонтированными на колодке. Колодка выполнена в виде траверсы, навешанной к штоку пневмоцилиндра. Положение присосов относительно плоскости заготовки выбирается при наладке таким образом, чтобы не было перекоса заготовки при вертикальном ее подъеме. Сброс образовавшегося вакуума в присосах при подъеме заготовки производится через пневмоклапан; при этом заготовка падает на отсекатели. Отсекатели — регулируемые, их установка зависит от габаритов заготовок, уложенных в стопу.

Привод грейферных линеек смонтирован на сварной станине, в нижней части которой установлены пневмоаппаратура и привод, включающий электродвигатель, пневматическую муфту-тормоз и редуктор.

В верхней части станины, в масляной ванне, смонтирован планетарно-кулачковый механизм, обеспечивающий по циклу продольное перемещение грейферных линеек и остановку в крайних положениях.

Механизмы поперечного раздвижения грейфера устанавливаются по одному на каждом прессе и два на станине механизма.

Механизм раздвижения состоит из конического редуктора, направляющих колонок, по которым при помощи ходового винта перемещаются ползушки. Ход ползушек регулируемый. Необходимая величина хода ползушек контролируется по показаниям стрелки, закрепленной на ползушке, и линейке, установленной на корпусе механизма раздвижения.

**Линия мод. Л 132.21.100** (рис. 6.14, б) комплектуется двухпозиционным разматывающим 1 и правильным 2 устройствами, валковой подачей 3 с автономным приводом, четырьмя прессами однокривошипными 4, системой управления по программе, вводимой в электронный блок посредством программируемого контроллера, грейферным механизмом (манипулятором) 5 с автономным приводом 6 грейферных линеек, который включает механизм продольного перемещения и смыкания и размыкания грейферных линеек в заданном цикле.

Конструктивно грейферный механизм состоит из длиномерной линейки, жестко соединенной из отдельных секций, механизмов подъема-опускания и вспомогательных механических устройств, обеспечивающих продольное перемещение. На линейку посредством универсальных кронштейнов монтируются схваты. Комплектуется грейферное устройство механическими, электромагнитными и вакуумными схватами.

Грейферное устройство устанавливается в межштамповое пространство прессов и крепится в направляющих роликах подвижных кареток механизмов подъема.

Подача валковая 3 мод. ВП-315 служит для подачи ленточного металлопроката в штамп, крепится к станине пресса, имеет вертикальную регулировку и приводится от автономного электропривода, оснащена устройством для смазывания подаваемого материала. В сварном корпусе коробчатой формы смонтированы подающие ролики, приводимые во вращение от электродвигателя постоянного тока через пневматическую муфту и шестеренчатый редуктор. Подача валковая оснащена зажимным механизмом пневмомеханического действия, предназначенным для удержания подаваемого материала (ленты) в момент раскрытия подающих роликов.

Подача валковая оснащена устройством с цифровой индексацией. Величина длины отрезаемой заготовки вводится в запоминающее устройство блока управления валковой подачи и контролируется на цифровом табло. Работа валковой подачи согласуется с работой линии в общем цикле и управляется от программатора.

**Линия для штамповки дисков колес (мод. Л222.21.200).** Линия (рис. 6.15), предназначенная для производства дисков колес 310—533 из полосы, состоит из двух отделений: заготовительного и прессового, связанных общей системой управления.

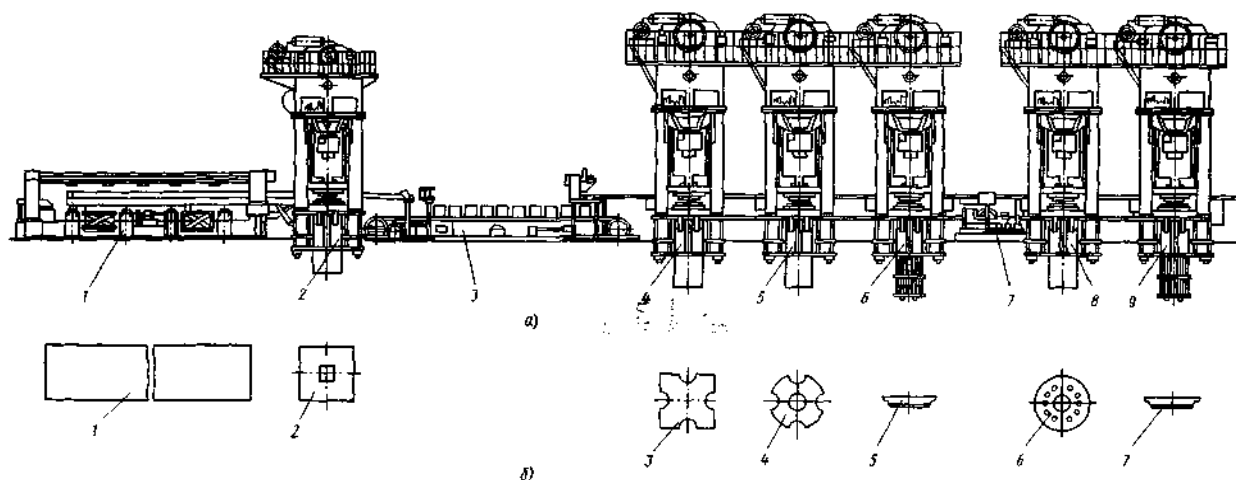


Рис. 6.15. Автоматическая линия для штамповки дисков колес (мод.Л222.21.200):

*а* - схема; 1 - полосоподаватель; 2, 4, 5, 8 – прессы вырубные; 3 – конвейер-накопитель; 6 - пресс для формовки; 7 - подача грейферная; 9- пресс для калибровки;

*б* – последовательность выполняемых технологических операций штамповки дисков колес; 1 - выбор заготовки (полосы); 2 - вырубка карточки; 3 - вырубка отверстий; 4 - обрубка по контуру; 5 - формовка диска; 6 - пробивка отверстий; 7 - правка дисков

Заготовительное отделение, обеспечивающее резку полосы на мерные карты, включает полосоподаватель 1, пресс 2 усилием 10 000кН и устройство для смазывания заготовок; прессовое отделение для формоизменения и пробивки отверстий диска колеса с последующей правкой включает: конвейер-накопитель 3, переключатель, пять прессов 4, 5, 6, 8, 9 усилием 16 000кН и грейферную подачу 7.

Производительность прессового отделения может регулироваться увеличением или уменьшением числа ходов грейферной подачи.

В единый комплекс объединены два участка с разным числом ходов прессов. Одновременная работа этих участков обеспечивается установкой между ними устройства для транспортировки и накопления заготовок. Возможна работа каждого участка в отдельности в случае остановки одного из них.

### Техническая характеристика линии мод. Л222.21.200

Размер исходной полосы, мм:

длина..... 4000—5000  
 ширина.....400—530  
 толщина ..... 6—11

Габаритные размеры исходной заготовки:

(длина х ширина), мм.....520X520

Габаритные размеры дисков, мм:

диаметр.....485—520  
 высота.....48—80

Производительность линии, шт./ч..... 300

Число обслуживающего персонала ..... 2

Примечание. Изготовитель: Воронежский завод тяжелых механических прессов.

## 7. КОМПЛЕКСЫ ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКИ

Комплексы для объемной штамповки по технологическому принципу делятся на 3 группы:

1. Комплексы для холодной объемной штамповки;
2. Комплексы для горячей объемной штамповки;
3. Комплексы для прессования и калибровки изделий из металлопорошков.

### 7.1. КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ ХОЛОДНОЙ ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКИ

Коэффициент использования материала при холодной объемной штамповке на 30% больше по сравнению с обработкой резанием.

Для холодной объемной штамповки в настоящее время используют комплексы на базе:

1. Одно- и многопозиционных прессов кривошипно-коленных чеканочных и для холодного выдавливания;
2. Прессов гидравлических для холодного выдавливания;
3. Автоматов холодновысадочных;
4. Оборудования для раскатки, обкатки и накатки;
5. Автоматов резьбо- и профиленакатных и др.

Структурная схема РТК для холодной объемной штамповки на базе кривошипно-коленных чеканочных и гидравлических прессов представлена на рис.7.1.

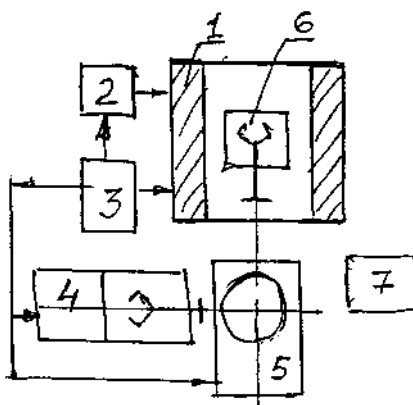


Рис. 7.1. Структурная схема РТК для холодной объемной штамповки:

1 - пресс; 2 – блок управления прессом; 3 – система управления с датчиками и приборами; 4 - питатель (вибробункер); 5 - робот двурукий; 6 - штамп; 7 - тара технологическая



В РТК чаще используются двурукие роботы напольного типа (для мелких деталей могут быть использованы два подвесных одно-руких манипуляторов для загрузки и выгрузки заготовок). Робот оснащается, как правило, механическими захватными устройствами. Для мелких заготовок целесообразно использовать вибробункерные питатели, для средних заготовок – бункерные питатели с элеваторными загрузочными устройствами или питатели кассетного типа.

Комплекс обеспечивает поштучную выдачу заготовок из загрузочного устройства (питателя) на позицию штамповки в штамповое пространство прессы одной рукой и передачу готовой детали в тару другой рукой.

## **7.2 КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ ГОРЯЧЕЙ ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКИ**

Особенности горячештамповочных комплексов связаны с:

1. Наличием устройств для нагрева металла;
2. Необходимостью быстрого манипулирования с нагретой заготовкой;
3. Теплоизоляцией инструмента и приспособлений, контактирующих с разогретыми заготовками, от основного оборудования, в том числе и с помощью охлаждения;
4. Необходимостью удаления окалина из рабочих полостей штампа и разъемных матриц в процессе автоматической работы комплекса.

Типовая структурная схема РТК горячей объемной штамповки из штучной заготовки представлена на рис.7.2.

Такие комплексы могут строиться на базе паровоздушных молотов, винтовых и кривошипных горячештамповочных прессов.

Автоматизированный комплекс на базе КГШП АККА 8446-1 для штамповки круглых в плане заготовок (типа зубчатых колес) работает следующим образом (рис.7.2).

Нагретая в индукторе 8 заготовка перемещается цепным конвейером в ориентатор 7, где ее температура контролируется пирометром 9. После этого захват подающего робота 6 опускается, зажимает заготовку, расположенную в ориентаторе в горизонтальном положении, разворачивает ее в вертикальное положение и перемещает в первый ручей штампа, установленного на прессе 2.

После того, как рука робота, оставив заготовку в первом ручье штампа, возвращается в исходное положение, ползун прессы совершает рабочий ход, осуществляя осадку заготовки.

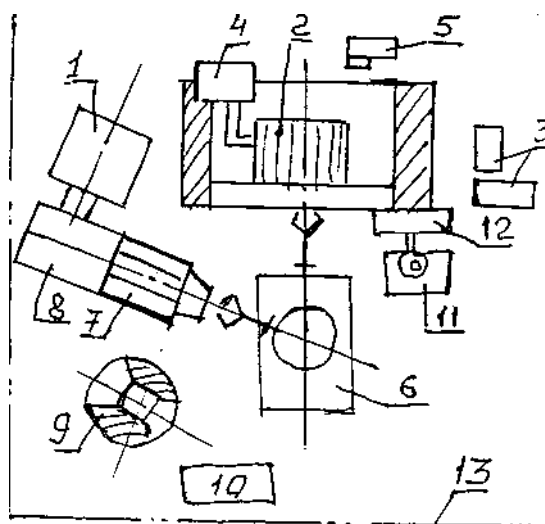


Рис. 7.2. Типовая структурная схема РТК горячей объемной штамповки из штучной заготовки:

1 - загрузочное устройство; 2 - пресс; 3 - электрооборудование пресса; 4 - сдуватель окалины (механизм протирки штампа); 5 - смазчик штампа; 6 - робот промышленный; 7 - подающе-ориентир. устройство; 8 - индуктор; 9 - пирометр; 10 - пульт управления; 11 - тара технологическая; 12 - конвейер цепной; 13 - ограждение.

При остановке ползуна пресса в верхнем положении рука робота возвращается в штамповую зону, захватывает осаженную заготовку из первого ручья, устанавливает ее во второй ручей штампа и снова возвращается в исходное положение.

После штамповки поковки во втором ручье при остановке ползуна пресса в крайнем верхнем положении рука удаляющего робота с раскрытым захватом перемещается в штамповую зону, выталкиватель поднимает поковку из ручья, захват робота зажимает ее и выталкивает из штамповой зоны на цепной конвейер.

По окончании цикла штамповки ручьи штампа обдуваются сдувателем окалины 4 и смазываются с помощью смазывающего устройства 5.

Далее заготовка перемещается конвейером на стол и подается в обрезающий пресс.

Комплекс управляется автоматически системой программного управления по программе, когда нагреватель обеспечивает темп подачи заготовок, равный 1,5 заготовки в минуту.

При подаче трех заготовок в минуту комплекс автоматически переходит на работу по совмещенной программе, при этом одновременно с началом работы робота, удаляющего заготовку, начинает работу робот подающий, т.е. одновременно с перемещением руки

робота удаляющего в штамповую зону за отштампованной поковкой рука робота подающего начинает опускаться, чтобы взять следующую заготовку из ориентатора. Далее оба робота работают одновременно до момента раскрытия захвата робота удаляющего для выгрузки поковки на конвейер. При этом цикл работы робота удаляющего заканчивается, а робот подающий продолжает совершать движения в описанной выше последовательности.

#### Техническая характеристика комплекса АККА8446-1

1. Номинальное усилие пресса ..... $P_H=40\text{МН}$
  2. Грузоподъемность робота .....40кг
  3. Диаметр заготовки..... 90...150мм
  4. Максимальный диаметр поковки:
    - с облоем.....330мм
    - без облоя .....200мм
  5. Максимальная длина заготовки .....290мм
  6. Производительность (при 2-х ручьевой штамповке)...3шт./мин
- Завод–изготовитель - Воронежское ПО тяжелых механических прессов.

### 7.3. АВТОМАТИЧЕСКИЕ ЛИНИИ ГОРЯЧЕЙ ШТАМПОВКИ

**Линия для изготовления заготовок колец подшипников.** Линия модели Л408А Днепропетровского завода тяжелых прессов предназначена для изготовления из прутка заготовок внутренних и наружных колец подшипников методом горячей объемной штамповки с последующими раскаткой и калибровкой.

В качестве исходной заготовки используется горячекатанный прутки стали ШХ15СГ.

Линия обеспечивает выполнение следующих операций. Нагрев исходных заготовок (прутков) ТВЧ до температуры  $1180^\circ\text{C}$  в индукционной установке; резку нагретого прутка на мерные заготовки; трехпозиционную безоблойную штамповку (осадку, формовку, прошивку) на гидравлическом прессе; раскатку и профилирование колец на кольцепрокатных станах; калибровку колец на кривошипном прессе усилием 2500кН, оснащенном шиберной подачей для автоматической загрузки и выгрузки изделий; охлаждение колец с одновременным их транспортированием в контейнер готовой продукции.

В состав линии входят: механизированный стеллаж; установка индукционного нагрева; механизм подачи и резки прутков; гидравлический штамповочный пресс двойного действия; кольцепрокатные

станы, механический калибровочный пресс и установка охлаждения, связанные транспортирующими устройствами. Загрузка заготовок и выгрузка колец автоматизированы.

Главный агрегат линии — гидравлический штамповочный пресс усилием 6300/6300кН (мод. П2038Б). Пресс двухрамный двойного действия с нижним расположением рабочих цилиндров и масляным насосно-маховичным приводом. Пресс оснащен грейферной подачей для перемещения заготовок по позициям штамповки, привод индивидуальный.

Штамповка заготовок в закрытом штампе на гидравлическом прессе позволяет получить более высокую их точность по сравнению с аналогичным технологическим процессом, осуществляемым на механических прессах, что в дальнейшем при раскатке заготовок на кольцепрокатном стане гарантирует повышение точности (на 30%) колец по диаметру и высоте. В число основных формообразующих агрегатов входят также кольцепрокатные станы мод. КПС-250 с горизонтальным расположением главного вала, обеспечивающие одноступенчатую раскатку до тонкостенного кольца большого диаметра и механический пресс усилием 2500кН мод. К0134 для калибровки колец по диаметру (внутреннему и наружному) и высоте.

Техническая характеристика линии мод. Л408А

Размеры штампуемых колец подшипников, мм:

диаметр наружный	140—300
диаметр внутренний	90—270
высота	40—100

Масса кольца, кг 4—13

Размеры исходной заготовки, мм:

Диаметр	80—100
Длина	3500—6000

Производительность, шт./ч 240

Гидравлический пресс двойного действия:

номинальное усилие, кН:

формовки	6300
прижима	6300

расстояние между основанием и траверсой прижима, мм 1600

Кольцепрокатные станы:

температура прокатываемой заготовки, °С	950—1000
производительность, шт./ч	45

**Линия для штамповки коленчатых валов и балок передней оси.** Линия предназначена для штамповки коленчатых валов длиной до 1150мм и массой до 160кг, балок передней оси.

Линия комплектуется ковочными вальцами усилием 4МН, кривошипным горячештамповочным прессом усилием 12,5МН, обрезным прессом усилием 12,5МН, калибровочным прессом усилием 16МН, гидравлическим выкрутным прессом усилием 4МН и манипуляторами грузоподъемностью 160кГ.

Ковочные вальцы оснащены загрузочным устройством, манипулятором с гидравлическим приводом, обеспечивающим зажим заготовки, поперечное перемещение ее из ручья в ручей от одного до четырех переходов, кантовку заготовки на угол 90 и 45° вокруг горизонтальной оси, продольное перемещение руки манипулятора, разворот руки на 180° относительно вертикальной оси и укладку отвальцованной поковки в ручей горяче-штамповочного пресса.

Нагретая в печи заготовка протягивается на ковочных вальцах за два или четыре перехода. После окончания вальцовки в последнем ручье каретка с клещами перемещается в крайнее заднее положение, тележка возвращается на позицию первого ручья, заготовка кантуется на 45°; происходит поворот рамы на 180° вокруг вертикальной оси до упора. После этого заготовка вводится с помощью каретки в зону горячештамповочного пресса и укладывается в штамп пресса (клещи открываются). Каретка возвращается назад до упора, рама разворачивается на 180° в сторону вальцов, клещи кантуются на 45° и возвращаются в исходное положение до соприкосновения с упорами вальцов. Вальцы готовы к началу следующего цикла.

Кривошипный горячештамповочный пресс усилием 12,5МН предназначен для горячей многопереходной штамповки крупных поковок.

Станина пресса разъемная, состоит из сварного стола, двух сварно-литых стоек и литой стальной траверсы, стянутых между собой стяжными анкерами диаметром 700мм. Привод пресса двухступенчатый. Первая ступень — клиноременная передача, вторая ступень — зубчатая шевронная передача. Исполнительный механизм пресса имеет двухшатунную подвеску. Это позволяет нагружать ползун пресса со значительным смещением штампового ручья.

Пресс имеет гидравлический нижний и механический верхний выталкиватели с пятью толкателями на каждом ручье штампа (для штамповки коленвала используются три из них).

Пресс имеет тиристорный микропривод, обеспечивающий понижение числа оборотов главного двигателя при наладке пресса.

Пресс мод. К04.095.941 номинальным усилием 12,5МН предназначен для горячей обрезки облоя поковок типа коленчатого вала при работе в составе автоматической линии.

Пресс гидравлический выкрутной номинальным усилием 4МН

обеспечивает скрутку шеек на поковках коленчатых валов после горячей обрезки. Он обеспечивает угол скрутки 36, 45 и 60°; точность скрутки  $\pm 30'$ ; число скручиваемых шеек не более 6; максимальный диаметр скручиваемых шеек 120 мм. На прессе предусмотрены автоматический сдвиг окаины, смазка и охлаждение штампов.

Калибровочный пресс мод. К04.109.042 номинальным усилием 16 МН предназначен для калибровки в два перехода горячих поковок типа коленчатых валов.

Последовательность работы оборудования линии. Нагретая заготовка протягивается на ковочных вальцах за два или четыре перехода с помощью манипулятора, который поворачивает заготовку на 90° вокруг продольной оси после каждого вальцовочного перехода. При окончании вальцовки манипулятор поворачивается на 180° и перемещает заготовку в первый ручей штампа горячештамповочного пресса. В окнах стоек пресса размещены два манипулятора, переключившие поковку в предварительный и окончательный ручьи штампа и устанавливающие ее на конвейер, перемещающий поковку к обрезающему прессу.

Манипулятор загружает поковку в штамп обрезающего пресса. На первом ходе пресса поковка попадает на конвейер, находящийся под обрезающим штампом. Специальным устройством обрезаемый облой сталкивается на штамп, где вторым ходом пресса облой разрезается на несколько частей и удаляется в тару. От обрезающего пресса поковка балки транспортируется к калибровочному прессу, где производятся правка и калибровка, а поковка коленчатого вала поступает на гидравлический пресс, где коленья разворачиваются на требуемый угол, затем подаются к калибровочному прессу для правки вала.

#### Техническая характеристика линии.

Цикловая производительность изготовления, шт./ч:

коленчатого вала	75	
балки передней оси	95	
Масса обрабатываемых паковок, кг		≤160
Длина паковок, мм	≤160	

## **8. ФОРМООБРАЗУЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ПОРОШКОВЫХ МАТЕ- РИАЛОВ**

В порошковой металлургии наибольшее распространение получили методы статического прессования порошков на механических и гидравлических прессах-автоматах, горячая штамповка спеченых заготовок на прессах и изостатическое прессование.

В машиностроении используются в основном автоматы механические усилием 1000—4000 кН, которые обеспечивают производство широкого диапазона изготавливаемых деталей методом порошковой металлургии в массовом производстве.

Для прессования крупных деталей и заготовок из металлических порошков, а также ряда специальных изделий, при прессовании которых требуется выдержка под давлением и ограничение скорости прессования, выпускаются гидравлические прессы-автоматы усилием 1600—10 000 кН, на которых возможно изготовление деталей с тремя (и более) ступенями поперечного сечения.

Широкое применение в промышленности (особенно в инструментальном производстве) находят автоматы механические и гидравлические усилием 40—630 кН для прессования изделий из порошков твердых сплавов, оснащенные устройствами выгрузки и ориентированной раскладки деталей для передачи в печи спекания.

Большая часть номенклатуры деталей, полученных прессованием из металлических порошков, после спекания подвергается калиброванию или допрессовке. Для калибрования металлокерамических деталей используются прессы-автоматы усилием 250—1000 кН. Для калибрования деталей упрощенной формы на базе универсальных кривошипных прессов применяются прессы-автоматы калибровочные усилием 630—4000 кН.

Для получения компактных конструкционных деталей используется метод динамического горячего прессования (ДГП), заключающийся в получении пористой заготовки и ее деформировании в нагретом состоянии в закрытом штампе.

Для горячей штамповки деталей сложной формы из спеченных порошковых заготовок создаются высокопроизводительные автоматы механические усилием до 10 000 кН.

Создан молот-автомат мод. М8318 с совершаемой работой 63 кДж для высокоскоростного ударного прессования специальных изделий высокой плотности из металлических порошков.

Классификационная структура автоматизированного формообразующего оборудования для производства изделий из металлических порошков приведена на рис. 8.1.

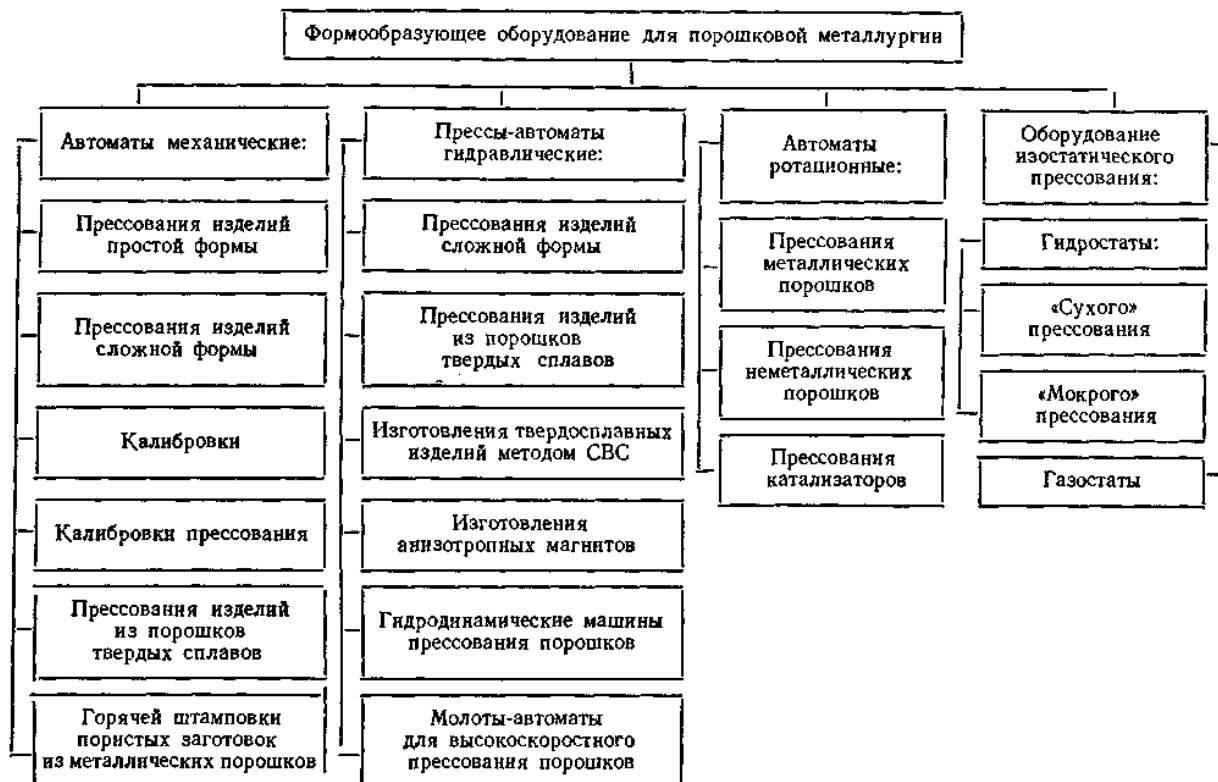


Рис.8.1 Классификационная структура автоматизированного формообразующего оборудования для порошковой металлургии

Конструкции автоматов и прессов-автоматов для формообразования изделий из металлических порошков базируются в основном на двух принципиальных технологических схемах, отличающихся способом удаления спрессованной детали из матрицы:

- «**выталкиванием**», при котором усилие прессования прикладывается к материалу одновременно сверху и снизу и деталь извлекается (выталкивается) из полости матрицы ходом вверх нижнего пуансона;
- «**стягиванием**», при котором усилие прессования прикладывается к материалу одновременно сверху и снизу, а изделие извлекается из полости матрицы перемещением ее (отводом матрицы от детали) вниз при неподвижном нижнем пуансоне.

В прессах по технологической схеме «выталкивание» применяется простая оснастка. Пуансоны перемещаются встроенными в основной пресс механизмами, ход каждого пуансона регулируется независимо от штамповой оснастки.

В прессах по технологической схеме «стягивание» механизмы перемещения пуансонов встраиваются в штамп. Для позиционирования отдельных пуансонов применяют клинья. В некоторые периоды



цикла прессования отдельные пуансоны фиксируются поверхностным трением.

Прессовое формообразующее оборудование для изготовления деталей из металлических порошков значительно отличается от всех других видов кузнечнопрессовых машин специфическими условиями работы. Поэтому прессы-автоматы обладают большим числом силовых движений верхних и нижних пуансонов и матрицы для качественного формообразования каждого уступа детали; для необходимой и быстрой подналадки исходных и конечных положений всех подвижных пуансонов (в зависимости от физико-механических свойств прессуемых порошков) прессы-автоматы имеют легкодоступные регулировки ходов и исходных положений силовых упоров, а также устройства для бесступенчатого регулирования числа ходов в широком диапазоне; все ответственные механизмы прессов-автоматов защищены от попадания порошка, обладающего значительными абразивными свойствами; прессы оснащаются указателями усилия прессования и предохранителями от перегрузок, исключающими выход из строя инструмента, узлами адаптации и диагностики, предупреждающими поломку и преждевременный выход из строя ответственных силовых узлов автоматов.

Основные технологические параметры автоматов для прессования деталей из металлических порошков приведены в табл. 1[2], с. 255-256.

## 8.1. АВТОМАТЫ МЕХАНИЧЕСКИЕ

Для производства деталей из металлических порошков наибольшее распространение получили механические автоматы, которые по конструктивному признаку и назначению подразделяются на три группы. Первая (основная) группа — автоматы серии КА81 для прессования широкой номенклатуры конструкционных деталей средней сложности с одним переходом поперечного сечения (буртовые втулки, зубчатые колеса, колпачки, поршни и др.); вторая группа — автоматы серии КБ06 для прессования простых изделий без переходов поперечного сечения (штабик, таблетка, гладкая втулка, рычажок и др.); третья группа — автоматы, выполненные на базе автоматов первой группы для прессования широкой номенклатуры сложных изделий, с несколькими переходами поперечного сечения или увеличенной насыпной высотой (направляющая втулка амортизатора, направляющая клапана, поршень амортизатора и другие детали автомобиля).

**Автоматы серии КА81.** Автоматы первой и третьей групп имеют кривошипно-шатунный привод верхнего пуансона, кулачковый привод выталкивателя, т. е. нижнего пуансона, пневматический привод матрицы и центрального стержня, кулачковый привод кассеты, регулируемые упоры нижнего пуансона, матрицы и центрального стержня, регулируемый увод и останов матрицы во время прессования.

Привод автомата находится в нижней части станины, позволяет применить жидкую циркуляционную систему смазывания трущихся поверхностей.

Прессующий инструмент устанавливается в прессующем блоке-узле, обеспечивающем точное расположение пуансонов и матрицы друг относительно друга и необходимую точность ходов нижних и верхних пуансонов относительно матрицы.

Движение главного привода на верхний инструмент передается через прессующую головку, в которую вмонтированы механизм регулировки положения верхнего пуансона, гидравлический предохранитель от перегрузок с указателем настраиваемого усилия прессования, а также гидравлические цилиндры увода матрицы. Регулировки положений упоров нижнего пуансона и центрального стержня вынесены в зону, удобную для обслуживания.

Переключение скоростей осуществляется рукоятками, непосредственно установленными на коробке. Механическая регулировка положения верхнего пуансона значительно сокращает время на регулировку и отладку. Дополнительный пневматический цилиндр перемещения второго верхнего пуансона, расширяющий технологические возможности автоматов, позволяет прессовать изделия с буртом, удаленным от торца. Упор нижнего положения центрального стержня выполнен подвижным, а пневматический цилиндр центрального стержня имеет торможение, которое предотвращает удары и отрыв поршня. Рычажный прижим кассеты осуществляется от пневматического цилиндра, что позволяет обеспечить ее прижим на всей длине хода и сократить потери порошка.

Автоматы механические усилием 2500—4000кН выполнены по принципиальной технологической схеме «стягивания» в кривошипном исполнении с верхним приводом для прессования сложных деталей.

**Автоматы серии КБ06.** В производстве деталей из металлических порошков значительную долю составляют изделия простой формы, в основном гладкие втулки средних размеров. Прессование этих деталей на сложных автоматах серии КА81 нерентабельно. Для

изготовления подобных деталей находят применение кулачковые автоматы усилием 250 и 400Кн.

На этих автоматах двустороннее прессование достигается за счет одновременного прессования детали верхним и нижним пуансонами либо за счет движения вниз верхнего пуансона и плавающей матрицы. Выталкивание детали из матрицы осуществляется при движении вверх нижнего пуансона.

**Автоматы серии KB06 для прессования деталей из порошков твердых сплавов.** Автоматы механические для прессования деталей из порошков твердых сплавов выполнены по схеме двустороннего прессования с использованием схемы «стягивания», при которой извлечение готовой детали, из матрицы осуществляется отводом матрицы вниз при неподвижном нижнем пуансоне.

Автоматы имеют нижний привод исполнительных механизмов. Все силовые механизмы, смонтированные внутри герметичного корпуса (станины), обильно смазываются жидким смазочным материалом, что обеспечивает высокую надежность машин.

Привод автоматов осуществляется от электродвигателя через червячную пару или червячный редуктор. Все движения силовых и вспомогательных механизмов осуществляются с помощью кулаков.

В прессующей головке смонтированы привод регулировки положения верхнего пуансона и гидравлическая подушка, которую по электроконтактному манометру (ЭКМ) настраивают на технологическое усилие прессования. При перегрузке пресс отключается от сигнала ЭКМ.

Между двумя стойками в штамповом пространстве устанавливаются быстросъемные инструментальные адаптеры (пресс-блоки), соединенные с прессующей головкой и приводом стягивания матрицы.

Шток стягивания и колонны пресса защищены резиновыми сильфонами, надежно предохраняющими механизмы пресса от проникновения порошка в полость станины.

Ход прессующей головки (ползуна) пресса осуществляется от кривошипно-шатунного механизма, который сообщает возвратно-поступательное движение нижней траверсе. Нижняя траверса соединена колоннами с верхней траверсой (ползуном), на которой устанавливается верхний пуансон.

При ходе ползуна вниз верхний пуансон закрывает отверстие матрицы, после чего происходит контакт нижней траверсы с траверсой матрицы. Этот контакт осуществляется через упругий элемент. Таким элементом в прессах усилием 40 и 120кН являются пружины, в

прессе усилием 400кН — гидроцилиндр, в прессе усилием 600 кН — клин с пружиной.

Войдя в контакт с траверсой матрицы, нижняя траверса при дальнейшем движении уводит траверсу матрицы (происходит одновременно увод матриц), осуществляя нижнее прессование. Нижний пуансон при этом остается неподвижным.

В конце нижнего прессования траверса матрицы опирается на жесткий упор (кулак), а верхний пуансон продолжает движение, сжимая упругий контактирующий элемент: происходит верхнее прессование — допрессовка. Таким образом, достигается двустороннее прессование.

Далее верхний пуансон перемещается вверх, из-под траверсы матрицы отводится жесткий упор, осуществляется движение механизма стягивания, который уводит матрицу вниз, проводя стягивание матрицы с изготавливаемой детали.

После стягивания матрицы на уровень верхнего нижнего пуансона кассета с порошком подходит в переднее положение и сталкивает готовую деталь с пуансона.

Цилиндры возврата поднимают матрицу вверх — происходит засыпка порошка в полость матрицы, кассета уходит в заднее положение, и процесс прессования повторяется.

## **8.2 ПРЕССЫ-АВТОМАТЫ И КОМПЛЕКСЫ ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ**

**Гидравлические прессы-автоматы** используются для прессования из металлических порошков высокоточных конструкционных деталей, из порошков твердых сплавов — неперетачиваемых резцовых пластин, фильеров, бурового инструмента, из оксидно-бариевых порошков с высокими магнитными свойствами и из безвольфрамовых порошков — заготовок твердых сплавов.

Прессованием металлических порошков на гидравлических прессах обеспечивается возможность уплотнения деталей при сравнительно малых рабочих скоростях, что важно при прессовании порошков с большими удельными давлениями. Возможны любые выдержки прессуемой детали под давлением прессования и регулирование в широком диапазоне усилия прессования в следующих режимах: подавлению без выдержки или с выдержкой; подпрессовкой; прижимом от ползуна или прижимом с помощью цилиндра в ползуне при стягивании матрицы; естественным или принудительным подпором плава-

ния матрицы; замедлением скорости прессования и регулированием мощности по мере нарастания давления; вибрацией кассеты над матрицей и без кассеты со всасыванием порошка.

На рис. 8.2 показана типовая конструктивная схема пресса-автомата гидравлического серии ДА. Прессы-автоматы имеют станину рамного типа с верхним прессующим цилиндром и блоком нижних цилиндров. Питатель с бункером, обеспечивающие подачу порошка в матрицу, установлены сзади пресса. В ползун по оси пресса вмонтирован цилиндр для управления верхним дополнительным пуансоном. Цилиндр матрицы, закрепленный снизу к станине и расположенный штоком вниз, обеспечивает управление движением матриц. Другой цилиндр расположен выше цилиндра матрицы управления центральным стержнем.

Механизм регулировки насыпной высоты порошка обеспечивает автоматическую регулировку высоты засыпки порошка в матрицу, которая осуществляется с пульта на заданную величину. Привод пресса осуществляется от индивидуального гидропривода.

Прессующий блок 4, смонтированный в межштамповом пространстве пресса, состоит из пяти плит, на которых установлен инструмент — пуансоны и матрица. Для получения более сложных изделий со многими переходами прессующий блок оснащается дополнительными плитами и пневмоцилиндрами. Передача движения матрице от блока нижних цилиндров осуществляется четырьмя колоннами.

Для останова по циклу прессования промежуточной плиты, несущей нижний наружный пуансон, применяются упоры, управляемые при помощи толкателей.

Для удобства смены пресс-блока и сокращения необходимого времени пресс-блоки оснащаются роликами, а пресс имеет выдвижные рельсы, по которым пресс-блок захватывается в рабочую зону пресса и выдвигается на исходную позицию для замены формообразующих вставок.

Набор насыпной высоты и стягивание матрицы осуществляются до жесткого упора независимо от высоты засыпки порошка, поэтому повторной регулировки не требуется.

Пресс-блок изготавливается по степени точности на один, два порядка выше точности пресса. Для обеспечения точности прессуемого изделия по высоте порядка  $\pm 0,1$  мм после того, как верхний пуансон внедрился в матрицу, следует подобрать соответствующий упор и приостановить дальнейшее внедрение пуансона в матрицу, обеспечив тем самым точное формирование верхней части изделия. Дальнейшее перемещение верхнего пуансона будет осуществляться совместно с

матрицей. Эта схема прессования используется также при прессовании деталей и конической формы.

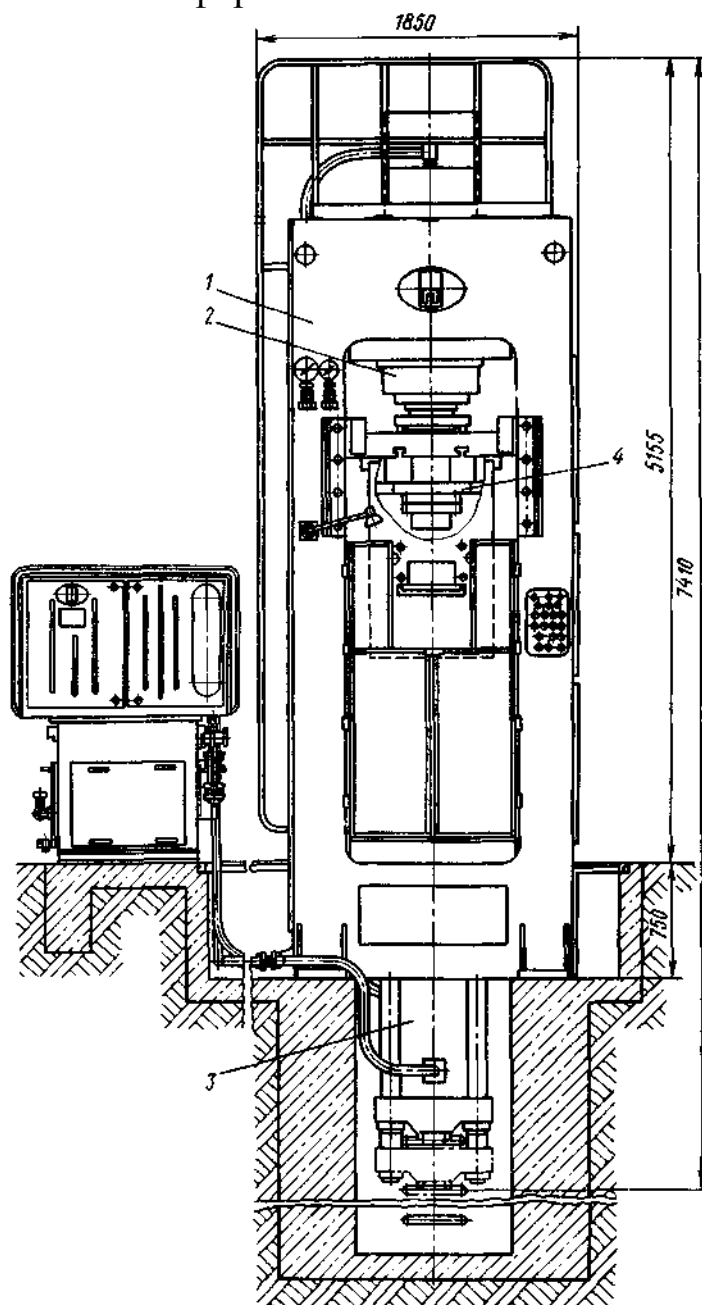


Рис. 8.2. Пресс-автомат гидравлический усилием 4000кН  
(мод. ДА1536):

1 — станина; 2 — прессующий цилиндр; 3 — блок нижних цилиндров; 4 — прессующий блок

**Пресс гидравлический со специальным прессующим блоком.** Для прессования деталей типа втулок и фланцев из металлических порошков Днепропетровским заводом тяжелых прессов изготовлен пресс гидравлический усилием 6300кН мод. К20.810. Он оборудован соответствующим прессующим блоком, причем формообразующий инструмент центрируется только в блоке, а пресс передает

усилие на инструмент только через блок. На рис.8.3 представлена типовая конструкция прессующего блока и схема прессования втулок с наружным буртом.

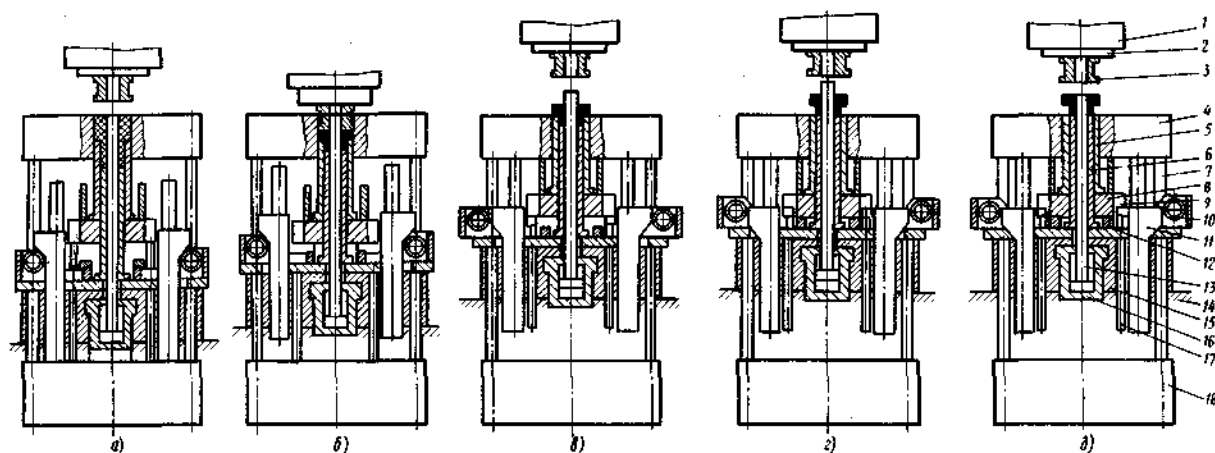


Рис.8.3. Схема типовой конструкции пресс-блока для прессования втулок с наружным буртом:

*а* — засыпка порошка в матрицу; *б* — прессование; *в* — стягивание матрицы и выдвижение подвижных упоров; *г* — окончательное стягивание матрицы; *д* — увод центрального стержня и освобождение изделия

Блок состоит из пяти плит, несущих на себе формообразующий инструмент. Верхняя плита 2 с верхним пуансоном 3 крепится к ползуну 1. Плита матрицы 4 связана жестко четырьмя колонками 7 с нижней плитой. Между плитой матрицы 4 и неподвижной плитой 15 пресс-блока расположена промежуточная подвижная плита 8, несущая наружный пуансон 5. К столу 14 пресса крепится неподвижная плита 15, несущая внутренний пуансон 6. В расточке плиты 15 установлен гидроцилиндр 16 центрального стержня 13. Промежуточная плита 8 опирается через четыре штанги 17 в нижнюю плиту 18 блока. На промежуточной плите 8 блока расположены два неподвижных упора 9 и два подвижных упора 12. Подвижные упоры 12 обеспечивают прессование бурта втулки, а неподвижные 9 фиксируют промежуточную плиту 8 после стягивания матрицы 4. Для увода подвижных упоров 12 после прессования имеются две штанги 11 со скосами, которые через ролики 10 воздействуют на подвижные упоры 12. Возврат в исходное положение промежуточной плиты 8 осуществляется нижней плитой 18 через штанги 17. В верхней плите 2 блока предусмотрена клиновая регулировка (на рисунке не показана) верхнего пуансона 3.

### Техническая характеристика пресса мод. К20.810

Номинальное усилие пресса, кН.....	6300
Ход ползуна, мм .....	400
Высота штампового пространства, мм .....	1800
Размеры ползуна (длина х ширина), мм .....	1260х700
Размеры стола (длина х ширина), мм.....	2500х1500
Усилие, кН:	
цилиндра стягивания матрицы .....	3150
подпора матрицы .....	1700
Ход цилиндра стягивания матрицы (насыпная высота порошка), мм .....	200
Регулируемая насыпная высота порошка, мм .....	3—200
Регулируемое перемещение нижнего упора матрицы, мм.....	0—15
Наибольший размер изделия в плане (диаметр описанной окружности), мм .....	250
Усилие центрального стержня, кН.....	50
Ход цилиндра центрального стержня, мм .....	200
Усилие цилиндра прижима, кН .....	125
Ход цилиндра прижима, мм .....	100
Номинальное давление рабочей жидкости в гидросистеме, МПа...32	
Скорость ползуна, мм/с, при ходе:	
рабочем.....	230
возвратном .....	230
Скорость матрицы, мм/с, при ходе:	
рабочем.....	110
возвратном .....	210

Гидравлический пресс представляет собой вертикальную конструкцию рамного типа, состоящую из следующих узлов: станины, главного цилиндра, блока нижних цилиндров, цилиндра прижима, механизма регулировки насыпной высоты, питателя, грейферной подачи, установки конечных выключателей, электрооборудования и трубопровода. Главный цилиндр служит для перемещения ползуна с верхним пуансоном. Блок нижних цилиндров состоит из цилиндра стягивания матрицы и цилиндра подъема матрицы. Цилиндр прижима, размещенный в ползуне, предназначен для расширения его технологических возможностей (прижим спрессованного изделия, прессование изделия типа втулки с буртом посередине). К штоку цилиндра крепится соответствующая часть верхнего инструмента.

Механизм регулировки насыпной высоты предназначен для регулирования положения матрицы относительно нижних пуансонов, а



также для фиксации верхнего положения блока нижних цилиндров при подъеме матрицы.

Питатель состоит из плиты, которая крепится к прессующему блоку, а кассеты перемещаются по плите под действием гидроцилиндра. К передней части плиты шарнирно крепится лоток-накопитель, на который кассета сталкивает спрессованные детали. При использовании пресса для повторного допрессования деталей на него устанавливается грейферная подача, смонтированная на плите, которая крепится на прессующем блоке.

**Автоматический комплекс мод. АКДА1240.** Днепропетровским заводом тяжелых прессов изготовлен автоматический комплекс мод. АКДА1240, предназначенный для прессования из металлических порошков широкой номенклатуры деталей типа втулок диаметром до 250 мм (с наружным буртом по торцу и с наружным буртом, равноудаленным от торцов).

Состав комплекса: гидравлический пресс усилием 10 000кН мод. ДА 1240 и накопитель готовых изделий НЗ-6 с этажерками. Комплекс обеспечивает операции: дозированной засыпки исходного порошка в матрицу; двустороннее прессование за счет «плавания» матрицы; выталкивание готового изделия на этажерку накопителя.

Пресс снабжен грейферной подачей, которая используется при необходимости для калибровки деталей после спекания. Цикл работы комплекса: дозирующей кассетой порошок подается в пресс-блок к матрице, высота засыпки регулируется устройством, обеспечивающим необходимую установку матрицы относительно нижнего пуансона, совершается рабочий ход и осуществляется прессование детали.

По окончании прессования верхний пуансон занимает верхнее положение, а матрица после движения вниз и упора в нижний пуансон освобождает деталь, оставляя его на нижних пуансонах; дальнейшим движением дозирующей кассеты деталь выталкивается на одну из четырех полок этажерки накопителя. Накопитель выполнен в виде платформы с пневмоцилиндрами подъема сменных этажерок.

Конструкция пресса вертикальная, колонного типа, включает станину, главный цилиндр поршневого типа, блок нижних цилиндров, питатель, блок прессования.

Главный цилиндр смонтирован в верхней траверсе пресса. К его штоку через сферические опоры крепится перемещающийся по колоннам ползун, имеющий Т-образные пазы для крепления верхнего пуансона.

Блок нижних цилиндров, расположенный в основании, состоит из цилиндра центрального стержня, цилиндра стягивания матрицы и цилиндра ее подъема.

Техническая характеристика комплекса мод. АКДА1240	
Усилие прессования, кН.....	10 000
Производительность, цикл/мин (заполнение матрицы) при насыпной высоте порошка, мм:	
45.....	5
350.....	3
Регулируемая насыпная высота порошка, мм .....	20—350
Наибольший размер изделия (диаметр описанной окружности), мм .....	250
Вместимость этажерки накопителя, шт.....	36
Ход ползуна пресса, мм .....	500

**Прессы-автоматы гидравлические для прессования порошков твердых сплавов.** Для прессования изделий из порошков твердых сплавов используются прессы-автоматы гидравлические усилием 250—1000кН (табл. 8.1); их в основном применяют для прессования неперетачиваемых пластин твердого сплава, которые используются для армирования фрез и резцов.

Таблица 8.1 Техническая характеристика прессов-автоматов гидравлических

Параметр	ДА1224	ДА1226	ДА1228	ДА1230
Номинальное усилие, кН	250	400	630	1000
Скорость ползуна, мм/с при ходе:				
рабочем	55	35	26	41
возвратном	400	280	150	220
Наибольший диаметр изделия, мм	70	85	100	

Примечание. Изготовитель: Оренбургское ПО «Гидропресс».

Изделия из твердых сплавов после прессования должны сохранить острые кромки, поэтому автоматы оснащаются автоукладчиками, которые имеют полностью автоматизированный цикл: выдача спрессованного изделия на поддон при помощи механической руки или манипулятора (робота) и фигурная раскладка изделий на поддоне. Автоукладчик имеет электронную систему управления и исполнительные механизмы, работающие от сжатого воздуха с автоматическим циклом: захватывание отпрессованного изделия вакуумной присоской; подъем над матрицей, вынос изделия из зоны штампа на 180°;

опускание изделия на стол и укладка изделия на столе, который перемещается на один интервал и на один ряд после их заполнения, т. е. выполняет по существу роль робота.

Конструктивной особенностью прессов этой гаммы является наличие верхнего и нижнего цилиндров, обеспечивающих двустороннее прессование изделий, а также механических упоров, ограничивающих перемещение силовых цилиндров и обеспечивающих точный размер изделия по высоте.