

ДЛЯ ТЕХНИКУМОВ

А.М.Смирнов
К.И.Васильев

ОСНОВЫ АВТОМАТИЗАЦИИ КУЗНЕЧНО- ПРЕССОВЫХ МАШИН

МАШИНОСТРОЕНИЕ

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ АВТОМАТИЗАЦИИ В КУЗНЕЧНО-ШТАМПОВОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Основные понятия и определения. Основные термины и определения в области автоматизации и механизации машиностроительного производства регламентированы ГОСТ 23004—78.

Под механизацией производственных процессов понимают применение энергии неживой природы в технологическом процессе или его составных частях, полностью управляемых людьми, осуществляемое в целях сокращения трудовых затрат, улучшения условий производства, повышения объема выпуска и качества продукции.

Механизация направлена на перевод отдельных ручных операций обработки изделий или других вспомогательных операций на обслуживание устройствами, управляемыми операторами. При механизации функции рабочего сводятся только к управлению работой, контролю качества и регулированию машин.

Под автоматизацией технологических процессов следует понимать применение энергии неживой природы для выполнения этих процессов или их составных частей и управление ими без непосредственного участия людей, осуществляемое в целях сокращения трудовых затрат, улучшения условий производства, повышения объема выпуска и качества продукции.

Автоматизация представляет собой этап машинного производства, при котором человек освобождается от непосредственного выполнения функций управления технологическими процессами. Эти функции передаются специальным управляющим устройствам. Рабочий при автоматизации не принимает участия в изготовлении каждого изделия, а только наблюдает за работой машины, ее контрольных устройств, выполняет первоначаль-

ную наладку машины и ее подналадку для устранения отклонений от заданного процесса обработки.

Кузнечно-прессовую машину называют автоматом, если она выполняет заданную последовательность определенных движений, связанных с обработкой детали, без непосредственного участия людей.

Различают следующие виды механизации и автоматизации: первичная и вторичная, частичная и полная, единичная и комплексная.

Под первичной механизацией или автоматизацией понимают механизацию или автоматизацию технологических процессов или их систем, в которых до их проведения использовалась только энергия людей. Вторичная механизация — это механизация технологических процессов или их систем, в которых до ее проведения использовалась не только энергия людей, но и неживой природы. При вторичной автоматизации осуществляют автоматизацию технологических процессов или их систем, в которых до их проведения использовалась только энергия неживой природы. Механизация операции загрузки заготовок в штамп, выполняемой ранее вручную, с помощью загрузочного устройства — это вторичная механизация, а замена загрузочного устройства в автоматизированном прессе другим, более совершенным — вторичная автоматизация.

Под частичной механизацией или автоматизацией понимают механизацию или автоматизацию технологических процессов или их систем, при которой часть затрат энергии людей заменена затратами энергии неживой природы. При механизации управление ручное, а при автоматизации — автоматическое. При полной механизации и автоматизации затраты энергии людей полностью заменены затратами энергии неживой природы.

Единичная механизация или автоматизация — это частичная или полная соответственно механизация или автоматизация одной первичной составной части технологического процесса или системы технологических процессов, исключая управление при механизации и включая его при автоматизации. При комплексной механизации или автоматизации осуществляют частичную или полную соответственно механизацию или автоматизацию двух или более первичных составных частей технологического процесса или системы технологических процессов. Механизация или автомати-

зация операции загрузки деталей в штамп — это единичная механизация или автоматизация, а механизация или автоматизация многопозиционной штамповки деталей — комплексная механизация или автоматизация.

При механизации и автоматизации необходимо решать вопросы контроля, управления и другие вопросы автоматики. Поэтому следует различать понятия «автоматизация» и «автоматика». Автоматика как научная дисциплина изучает общие закономерности и условия функционирования и алгоритмы управления для различных технических процессов с целью разработки принципов построения систем автоматического управления.

При рассмотрении элементов средств автоматизации и механизации условимся под средствами автоматизации понимать такие устройства, управление которыми, т. е. их включение и отключение, проводится без вмешательства оператора вследствие получения команд от системы управления, а под средствами механизации — устройства, которыми управляет оператор.

Технологические предпосылки автоматизации. Для внедрения средств автоматизации и механизации любого производства требуется определенная технологическая подготовка, которая включает унификацию и типизацию технологических процессов производства, технологической оснастки и оборудования, стандартизацию и нормализацию конструкций выпускаемых деталей с целью разработки групповых технологических процессов обработки, изменение конструкции детали для достижения более высокой ее технологичности.

Техническая и экономическая эффективность внедрения средств автоматизации и механизации зависит от уровня технологической подготовленности и организации производства, уровня и стабильности качества выпускаемой продукции.

Основные условия автоматизируемости технологических процессов — поточность изготовления детали, типизация, унификация и интенсификация технологических процессов, а также соответствие методов автоматизации характеру производства.

Поточность изготовления детали — это последовательное расположение рабочих позиций инструмента для выполняемых операций в соответствии с принятым технологическим процессом. Такое расположение рабочих позиций исключает встречное движение средств механи-

инии или автоматизации при транспортировании деталей и сокращает путь и время их перемещения.

Типизация и унификация применяемых технологических процессов производства позволяют значительно сократить номенклатуру кузнечно-штамповочного оборудования, упорядочить число технологических операций и переходов. Типизация технологических процессов — это группирование обрабатываемых изделий по общим технологическим признакам: общности формы, размеров и технологического процесса. При изготовлении деталей горячей объемной штамповкой типизация деталей достигается тем, что технологический процесс применительно к типу оборудования состоит из двух-трех переходов: осадки, предварительной и окончательной штамповки на кривошипных горячештамповочных прессах (КГШП) или на молоте или нескольких наборных операций и прошивки на горизонтальных ковочных машинах (ГКМ). Детали, штампуемые методами горячей штамповки, разделены на группы в зависимости от их конфигурации (детали с вытянутой осью, типа шестерни, с отростками и т. п.), которые могут быть основой типизации технологических процессов при автоматизации процессов.

В условиях серийного и даже крупносерийного производства решить проблему эффективной автоматизации без типизации деталей не представляется возможным из-за недостаточной загрузки оборудования при обработке ограниченной номенклатуры деталей.

Применение типовых унифицированных процессов создает возможности для разработки типовых загрузочных устройств из нормализованных узлов, резко сокращает общее число загрузочных устройств и затраты на их проектирование, изготовление и внедрение.

Концентрация операций в результате их объединения в одном штампе или на одной рабочей позиции позволяет сократить число промежуточных полуфабрикатов, требующих загрузки в ориентированном положении на последующих операциях. Это создает условия для уменьшения числа типоразмеров и конструкций загрузочных и транспортных (передающих) устройств. Концентрация операций достигается вследствие использования последовательных и совмещенных штампов, многопозиционных прессов, прессов двойного и тройного действия.

При изготовлении деталей листовой штамповкой возможно совмещение операций вырубки и вытяжки, разда-

чи и обжима и т. д. При холодной объемной штамповке целесообразно объединять отдельные технологические операции: осадку заготовки с последующим выдавливанием, прямое выдавливание с обратным, контурную осадку с формовкой и т. п. Концентрация операций горячей штамповки достигается путем объединения в одном штампе операций штамповки заготовки и обрезки облоя.

Концентрация и интенсификация технологических процессов не должны влиять на их устойчивость. Технологический процесс считают устойчивым, если допустимые техническими условиями колебания параметров (механических и пластических свойств металла, температурного интервала штамповки и ковки, износ рабочих частей инструмента и т. п.) не вызывают нарушений в работе автоматизированного пресса, комплекса или линии. Для устойчивости технологического процесса горячей штамповки следует применять безокислительный газовый и индукционный способы нагрева, использовать схемы отрезки проката, обеспечивающие получение заготовок с высоким качеством торцов; при штамповке в закрытых штампах применять конструкции штампов с противодавлением. При разработке технологических процессов вытяжки листовых деталей надо брать такие значения коэффициентов вытяжки, которые обеспечивали бы повышенный запас прочности в месте возможного обрыва дна полуфабриката. При разделительных операциях необходимо обеспечить надежное удаление всех отделенных от заготовки частей.

Под технологичностью детали понимают такие ее конструктивные особенности, которые при соблюдении всех эксплуатационных качеств позволяют изготавливать ее с наименьшими затратами труда и материалов. Для технологичных деталей значительно проще решаются вопросы ориентации и фиксации в процессе обработки и транспортирования между позициями обработки. Конструктивные мероприятия по улучшению технологичности заготовок для автоматизации загрузки приведены на рис. 1.1. Так, введение небольшого фланца (рис. 1.1, а) устраняет трудности при загрузке конических дисков, а заготовки со сложной конфигурацией проще ориентировать при наличии дополнительного выступа на одном из концов заготовок (рис. 1.1, б), относительно которого его следует ориентировать.

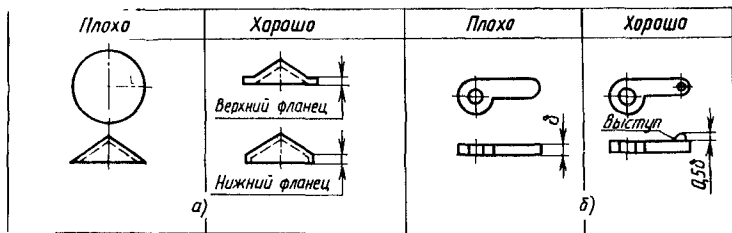


Рис. 11. Конструктивные мероприятия по улучшению технологичности заготовок

При автоматизации технологического процесса проводят анализ уровня и стабильности качества продукции по существующим техническим нормам точности формы и геометрических размеров изделий, а также качеству внешних и внутренних поверхностей, неизменности физических свойств и т. д. При использовании средств автоматизации и механизации в некоторых случаях придется ужесточать требования к точности форм и размеров заготовок и полуфабрикатов, чтобы обеспечить условия их стабильной ориентации на рабочих позициях при захвате грузочными или передающими устройствами. Это особенно важно при создании автоматических линий, так как остановка лишь одного грузочного или передающего устройства приведет к простою дорогостоящего оборудования линии. Для исключения подачи в зону обработки некондиционной заготовки или заготовки другой номенклатуры следует широко использовать контрольно-блокирующие устройства.

При автоматизации процессов холодной штамповки необходимо учитывать, что к поверхности штампуемых деталей часто предъявляются высокие требования по ее качеству, исключающие наличие царапин, вмятин и других поверхностных дефектов. Поэтому направляющие проводки штампов, захваты зажимных устройств, соприкасающиеся с изделиями, изготавливают из материалов менее твердых, чем материал штампуемых деталей (из пластмассы, цветных металлов).

Выбор места расположения фиксатора и упоров в штампе должен проводиться с учетом особенностей подающих, передающих и удаляющих устройств. Фиксирующие элементы не должны препятствовать удалению отходов и потому их следует размещать вне зоны отделе-

ния отходов. В некоторых случаях упоры и фиксаторы выполняют подвижными, например, с пневмо- или рычажными приводами, чтобы исключить препятствия при перемещении заготовки между позициями обработки.

На надежность работы средств автоматизации оказывает влияние способ ориентации заготовки на штампе. Практика эксплуатации автоматических линий показала, что наиболее приемлем способ ориентации детали на внешний или внутренний контур.

При проектировании штамповой оснастки следует предусматривать одинаковую закрытую высоту для всех штампов, устанавливаемых на один пресс. Высота уровня загрузки-выгрузки на одном штампе должна быть одинаковой для всех переходов, это исключает дополнительную подналадку средств автоматизации и упрощает их конструкцию.

Использование для смены штампов специальных установок и устройств требует применения у всех штампов, закрепленных за данным прессом или линией, несущих плит одинаковой конструкции.

Структура средств автоматизации и механизации. Кузнечно-штамповочное производство характеризуется большим разнообразием технологических процессов, отличающихся видом исходного материала (непрерывный в виде ленты, прутка, полосы, проволоки или штучная заготовка), типом заготовки (плоская или объемная), условиями обработки (холодная или с предварительным нагревом), характером технологических операций (листовая или объемная штамповка, ковка свободная или ротационная, операции разделительные или формообразующие и т. д.), числом операций, выполняемых на технологическом оборудовании (одно- и многооперационная штамповка). Каждая из этих особенностей накладывает свои требования на принцип действия и конструкцию применяемых средств автоматизации и механизации.

Вместе с тем на основании схемы организации процесса изготовления детали на кузнечно-прессовой машине все средства механизации и автоматизации могут быть разделены на группы устройств, обладающих общими признаками (рис. 1.2).

Устройства для загрузки и ориентации заготовок УОЗ предназначены для создания некоторого запаса заготовок, обеспечивающего непрерывную работу технологического агрегата в течение определенного промежутка

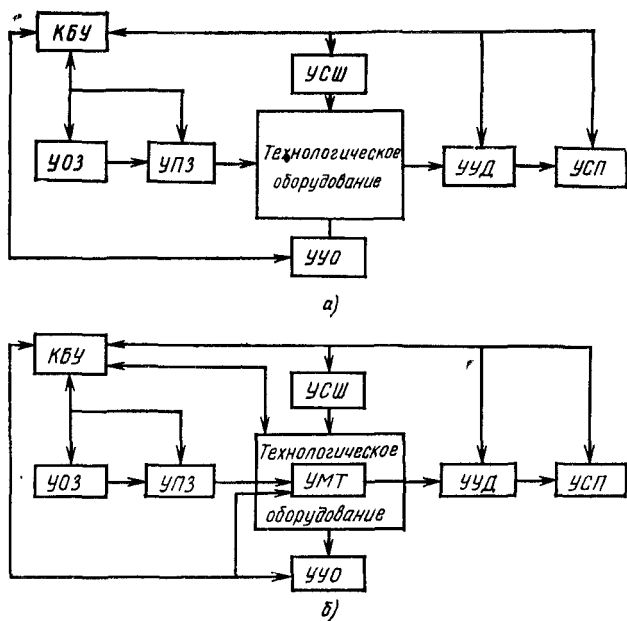


Рис. 12 Средства автоматизации кузнечно-штамповочного производства при однопозиционной (а) и многопозиционной (б) штамповках

времени, и изменения или сохранения такого положения заготовки, которое создает условия для ориентированного захвата их захватными органами подающих устройств. С этой целью применяются, например, автоматические бункерные загрузочно-ориентирующие устройства для штучных заготовок или разматывающие устройства для ленточного материала.

Устройства для подачи заготовок в штамп УПЗ (подающие устройства) обеспечивают подачу ориентированной заготовки с позиции загрузки на позицию штамповки. Это, например, валковые или клещевые подачи непрерывного ленточного материала, шиберные или револьверные подачи штучных заготовок.

Для перемещения штампуемой детали от одной позиции штамповки к другой при многооперационной обработке заготовки (рис. 1.2, б) служат устройства межоперационного транспортирования УМТ (передающие уст-

ройства). В качестве таких устройств используются, например, манипуляторы, грейферные передающие устройства, механические руки и др.

Удаление из зоны штамповки готовой детали или полуфабриката, а также образующихся в процессе обработки отходов (облоя, высечки и т. п.) осуществляют с помощью устройств для удаления отштампованного изделия *УУД* или отходов *УУО*. Конструктивно эти устройства могут быть выполнены, например, в виде механической руки или пневмосдувателя, механического сбрасывателя или лотка и т. д.

Устройства для складирования (стапелирования) *УСП* служат для укладки в определенном порядке отштампованных деталей, вынесенных из зоны обработки.

В автоматических комплексах применяют устройства для автоматизации и механизации процесса смены штамповой оснастки *УСШ*, что сокращает время переналадки.

Надежная и безаварийная работа средств автоматизации поддерживается контрольно-блокирующими устройствами *КБУ*, в функции которых входит контроль правильности положения заготовки и последовательности выполнения устройствами механизации и автоматизации своих движений.

Необходимо отметить, что в некоторых случаях возможно выполнение устройств механизации и автоматизации таким образом, что они совмещают функции сразу нескольких групп. Так, манипулятор промышленного робота может выполнять загрузку заготовки в штамп и ее межоперационное транспортирование, т. е. функции *УПЗ* и *УМТ*.

Конструктивные исполнения устройств разных групп могут совпадать. Например, механические руки могут быть применены как для загрузки заготовки, так и для выгрузки отштампованной детали.

Средства автоматизации и механизации кузнечно-штамповочного производства по выполняемым технологическим функциям обычно подразделяют на автоматизирующие и механизующие основные технологические операции (подачу материала в зону обработки, удаление отштампованных деталей и заготовок, межоперационное перемещение и др.) и автоматизирующие и механизующие вспомогательные операции (промежуточное складирование исходных материалов и заготовок,

мена штамповой оснастки, транспортирование деталей и отходов от технологического агрегата или линии).

В зависимости от вида исходной заготовки средства механизации и автоматизации основных технологических операций (главным образом, устройства ориентации и подачи) разделяют на средства, автоматизирующие и механизмирующие процессы штамповки из непрерывного материала (ленты, прутка и т. п.) и автоматизирующие и механизмирующие процессы штамповки из штучных заготовок.

Общность устройств первого типа состоит в том, что при изготовлении большого числа деталей производят непрерывную подачу одной и той же заготовки к технологическому оборудованию в течение некоторого времени при постоянной ее ориентации относительно штампового инструмента.

Особенности технологических процессов штамповки из штучных заготовок вызывают необходимость непрерывно осуществлять процесс ориентации заготовок и периодичность их подачи в рабочую зону штампа. При этом повышаются требования к средствам контроля правильности положения заготовки и блокирования технологического оборудования.

При большом разнообразии средств автоматизации и механизации в них имеется ряд узлов и механизмов, функции и назначение которых аналогичны. Это захватные органы, предназначенные для захвата и удерживания ориентированной заготовки при транспортировании, приводы, обеспечивающие требуемое движение захватных органов и других элементов конструкции устройств автоматизации и механизации, и системы управления, с помощью которых осуществляется заданная последовательность работы устройств. Системы управления, используемые в средствах автоматизации и механизации кузнечно-штамповочного производства не отличаются от систем управления, применяемых в станкостроении [8], и потому в этой книге их рассмотрение ограничивается лишь некоторыми примерами.

Методы автоматизации. Принципиальные идеи автоматизации, практические и конструктивные пути ее воплощения зависят от характера производства.

Автоматизация технологических процессовковки и штамповки развивается либо вследствие оснащения средствами механизации и автоматизации универсаль-

ных кузнечно-прессовых машин, либо вследствие создания специального автоматического и автоматизированного оборудования.

В серийном и крупносерийном производстве разрабатывают многономенклатурные быстропереналаживаемые средства механизации и автоматизации, которые устанавливаются на универсальное кузнечно-штамповочное оборудование. Для такого производства характерно создание переналаживаемых линий на базе универсального оборудования со средствами автоматизации, а также применение штампов и полуавтоматов.

Специализированное оборудование применяется главным образом в массовом производстве. Это одно- и многопозиционные листоштамповочные прессы-автоматы, холодно- и горячештамповочные автоматы для объемной штамповки, а также специальные и специализированные линии и комплексы.

Однако и в условиях серийного производства возможно использование специализированного оборудования, но при типизации технологических процессов. Так, при изготовлении листовых деталей с большим числом отверстий различного профиля применяют координатно-револьверные прессы с программным управлением.

Широкие возможности открывает применение в кузнечно-штамповочном производстве промышленных роботов, так как позволяет автоматизировать технологические процессы штамповки, что традиционными средствами трудно осуществить; обеспечить быструю и простую переналадку на новый технологический процесс, что способствует гибкости производства; создать условия для организации комплексно-автоматизированных участков и цехов, управляемых от ЭВМ; повысить качество продукции и объемы ее выпуска при неизменном числе работающих и коэффициент сменности работы оборудования; изменить условия труда работающих за счет освобождения их от монотонного, тяжелого, неквалифицированного и вредного труда и тем самым обеспечить безопасные условия труда; сократить номенклатуру средств автоматизации, затраты на их разработку и сроки внедрения.

Принципиально новый подход к решению проблемы автоматизации кузнечно-штамповочного производства, главным образом, в мелкосерийном и серийном производстве, — оснащение кузнечно-прессовых машин систе-

мими программного управления и создание обрабатывающих штамповочных центров с управлением от ЭВМ.

Для изготовления деталей методами обработки металлов давлением характерны большие скорости перемещения рабочего инструмента при значительных усилиях деформирования, высокие температуры обработки и т. д. Это диктует особые требования к технике безопасности.

Применение различных защитных устройств в неавтоматизированном производстве не позволяет полностью исключить первопричину, приводящую к несчастным случаям — выполнение ручных операций в опасной зоне кузнечно-прессовой машины. Лишь с помощью средств автоматизации, позволяющих осуществить загрузку оборудования, межоперационное транспортирование обрабатываемого изделия и выгрузку его и отходов, можно полностью избавиться от производственного травматизма и создать наиболее благоприятные условия труда.

Экономическая эффективность применения средств механизации и автоматизации. Техничко-экономическая эффективность автоматизированного производства заключается в повышении производительности оборудования, а значит, и в сокращении при заданной программе числа работающих; в уменьшении амортизационных отчислений, отчислений на ремонт и обслуживание оборудования и производственных площадей; в снижении затрат на электроэнергию; в уменьшении общезаводских и цеховых расходов на единицу продукции.

К показателям технико-экономической эффективности внедрения средств автоматизации относят следующие.

1. Экономический эффект за год эксплуатации

$$\mathcal{E}_r = (C_1 + E_n K_1) - (C_2 + E_n K_2),$$

где C_1 , C_2 — себестоимость годового объема продукции предприятия-потребителя при использовании им базового и нового вариантов технологического процесса в расчете на объем продукции, производимой по новому варианту, руб.; K_1 , K_2 — капитальные вложения предприятия-потребителя при использовании им базового и нового вариантов технологического процесса в расчете на годовой объем продукции, производимый по новому варианту, руб.; $E_n = 0,15$ — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений.

2. Срок окупаемости

$$T_{ок} = (K_2 - K_1) / (C_1 - C_2).$$

3. Число условно высвобождаемых рабочих

$$P_{\text{в}} = (P_{01} + H_1) - (P_{02} - H_2),$$

где P_{01} ; P_{02} — число операторов, обслуживающих базовое и новое оборудование; H_1 ; H_2 — число наладчиков, обслуживающих базовое и новое оборудование.

При сравнении нескольких вариантов лучший из них определяется минимальной суммой приведенных затрат

$$Z_i = C_i + E_{\text{н}} K_i,$$

где C_i — себестоимость годового выпуска при i -м варианте; K_i — общие капиталовложения при i -м варианте автоматизации.

При использовании промышленных роботов необходимое условие эффективности внедрения реализуется, если разность приведенных затрат достигает минимального уровня или даже равна нулю. В общем случае с учетом социальных факторов при детерминистской постановке

$$\mathcal{Z}'_r = \mathcal{Z}_r - \Sigma_{\Delta} G_i,$$

где $\Sigma_{\Delta} G_i$ — член, учитывающий влияние социальных факторов.

Каждый фактор, непосредственно связанный с условиями труда, рассматривается с позиции размера затрат, необходимых для его осуществления или устранения. Что касается потерь, то они рассматриваются как недополученные выгоды, а предотвращение ущерба вследствие ликвидации или снижения потерь оценивается как экономический эффект.

Затраты, непосредственно связанные с условиями труда работников на производстве, включают: затраты, вызванные производственным травматизмом; затраты, обусловленные потерями из-за текучести кадров; затраты, связанные с потерями рабочего времени по болезни; затраты, вызванные нарушениями дисциплины и т. д.

СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ И МЕХАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ШТАМПОВКИ ИЗ НЕПРЕРЫВНОГО МАТЕРИАЛА

2.1. УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПОДАЧИ ЛЕНТ, ПРУТКОВ И ПРОВОЛОКИ

Одно из важных требований, предъявляемых к устройствам для подачи непрерывного материала, — обеспечение заданной точности подачи, которая зависит от ускорения, развиваемого захватным органом. Если ускорение не превышает 10 м/с^2 , то точность подачи составляет $\pm (0,1—0,2)$ мм. Для повышения точности подачи непрерывного материала применяют дополнительные конструктивные элементы штампа — шаговые ножи и ловители. При совместном использовании подающих устройств и шаговых ножей или ловителей точность шага подачи может быть доведена до $\pm (0,03—0,05)$ мм.

Шагом подачи называется величина перемещения материала за один цикл. Подающие устройства для непрерывного материала, которые общепринято называть подачами, классифицируются по следующим признакам:

по месту установки — могут быть узлами пресса или узлами штампа. В случае встраивания подающего устройства в штамп такой штамп называется штампом-автоматом;

по способу захвата материала — валковые, крючковые и клещевые подачи. Клещевые подачи, в свою очередь, подразделяются на собственно клещевые, клиноролниковые, ножевые и щипцовые;

по способу воздействия на материал — тянущие, толкающие и комбинированные. Тянущие и толкающие подачи являются устройствами одностороннего действия, так как подающий узел располагается с одной стороны штампа. Комбинированные подачи — устройства двустороннего действия;

по типу привода — с приводом от узла машины (от коленчатого вала или от ползуна пресса) или с индивидуальным электромеханическим или пневматическим приводом. Наиболее распространенным является привод подачи от коленчатого вала пресса. Правда, на ряде

заводов можно встретить подачи с приводом от ползуна. Преобразующие механизмы при приводе от ползуна оказываются проще в изготовлении. На линиях разделки широкофулонного материала на листы и полосы применяются подачи с индивидуальным приводом. Такие подачи предназначены для перемещения материала с очень большим шагом (600—2400 мм). В них полностью отсутствуют преобразующие механизмы, а требования к точности шага подачи значительно ниже.

Особенность применения автоматических подач на прессах — их синхронизация с прессом и, в частности, с перемещением ползуна. Перемещение материала (ленты) должно начинаться только после того, как пуансоны и ловители выйдут из материала и съёмник снимет ленту с пуансонов. Перемещение материала должно завершиться до того, как ловители или пуансоны войдут в штампуемый материал. По цикловой диаграмме работы автоматизированного пресса перемещение материала может начаться через 45° после точки крайнего нижнего положения ползуна и должно завершиться за 45° до точки крайнего нижнего положения ползуна.

Валковые подачи. Валковые подачи бывают односторонние и двусторонние и имеют привод от кривошипного (коленчатого) вала пресса. Только в очень редких случаях их встраивают в штамп.

Валковые подачи применяются для перемещения ленточного, полосового и пруткового материала.

Схема двусторонней валковой подачи представлена на рис. 2.1. Рабочие каретки с комплектами подающих 13 и тянущих 8 валков закрепляются на столе пресса. Нижний валок каждой пары может только вращаться в одну сторону, а верхний валок может вращаться и перемещаться в вертикальном направлении. Верхние валки поджимаются к нижним с помощью пружин. При заправке ленты верхний валок поднимается специальной рукояткой 7.

Освобождение полосы или ленты в момент штамповки проводят с помощью тех же рукояток 7, на которые нажимают специальные регулируемые болты 6, закрепленные на ползуне пресса. Освобождение полосы или ленты в момент штамповки необходимо для улучшения условий течения материала при выполнении формоизменяющих операций, а также для центрирования ленты с помощью ловителей при штамповке в последовательных

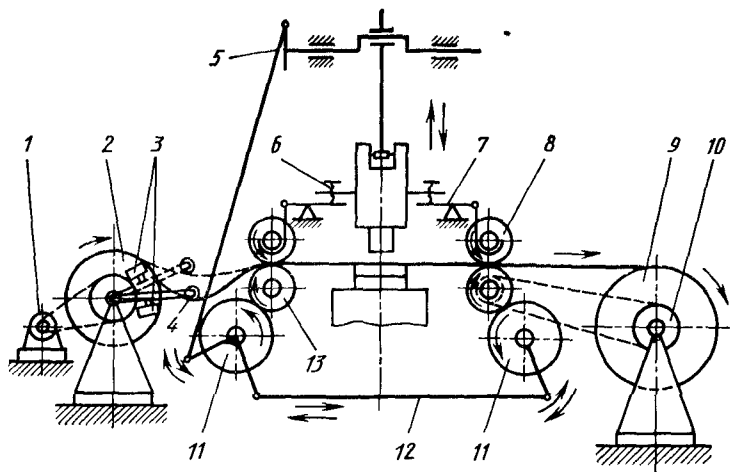


Рис. 2.1. Принципиальная схема валковой подачи

штампах. Вращение валков осуществляется периодически и всегда в одну и ту же сторону с помощью специального храпового или фрикционного механизма 11, который получает движение от планшайбы 5, установленной на торце коленчатого вала пресса. Как верхний так и нижний валки приводные. Верхний валок кинематически связан с нижним через зубчатую передачу и вращается от нижнего валка. Таким образом, толщина подаваемой полосы или ленты определяется модулем зубчатого зацепления между шестернями валков. Если толщина ленты окажется больше $2m$, то шестерни могут выйти из зацепления и шаг подачи нарушится. Передаточное число зубчатого зацепления обычно равно единице.

Для передачи движения от толкающей пары валков к тянущей служит специальный механизм 12, который может быть выполнен в виде тяги, как показано на рисунке, или в виде пары конических шестерен.

Обычно вместе с валковой подачей устанавливают разматывающее устройство и устройство для намотки отходов. Правильно-разматывающее устройство состоит из электродвигателя 1, катушки 2, рычага 4 петлеобразователя и двух конечных выключателей 3, обеспечивающих управление электродвигателем 1.

Устройство для намотки отходов состоит из барабана 9, снабженного муфтой предельного момента 10, которая необходима для предотвращения разрыва перемычек при намотке отходов. Наматывающее устройство обычно получает вращение от группы тянущих валков. В последнее время вместо наматывающих устройств применяют устройства для измельчения отходов.

Чтобы лента поступала к подающим валкам в свободном состоянии, необходимо, чтобы между катушкой 2 и парой подающих валков 13 имелся свободный участок ленты в виде петли. Для управления размером петли служит рычаг 4 петлеобразователя, который с помощью конечных выключателей 3 включает или отключает электродвигатель разматывающего устройства.

Часто между парой подающих валков и разматывающим устройством устанавливают приводное правильное устройство и устройство для смазывания ленты. Для увеличения точности шага подачи валки оснащаются тормозами различного типа.

На конструкцию отдельных элементов валковой подачи существенное влияние оказывает величина средней скорости подачи. Под средней скоростью подачи $v_{\text{под ср}}$ понимают отношение шага подачи H ко времени подачи (перемещения) материала $t_{\text{под}}$, т. е.

$$v_{\text{под.ср}} = H/t_{\text{под}}.$$

Поскольку перемещение материала происходит только в течение полуоборота кривошипного вала, то время подачи

$$t_{\text{под}} = 0,5/n,$$

где n — число ходов пресса в 1 мин.

Тогда средняя скорость подачи

$$v_{\text{под.ср}} = 2Hn.$$

Максимальная скорость подачи материала

$$v_{\text{под.мах}} = 2v_{\text{под.ср}} = 4Hn.$$

Допустимое значение максимальной скорости подачи зависит от многих факторов, в том числе от выбранной конструкции механизма периодического вращения валков и типа тормозов. При использовании храпового механизма периодического вращения валков максималь-

ная скорость подачи может достигать 15 м/мин. Для фрикционной муфты обгона и ленточных или колодочных тормозов постоянного действия максимальная скорость перемещения материала может доходить до 30 м/мин. В случае применения полых валков из легких сплавов, фрикционной муфты обгона и дисковых тормозов периодического действия максимальная скорость подачи может быть доведена до 50 м/мин.

На рис. 2.2 показаны схемы зажима материала 1 в захватных органах валковых подач. Для подачи ленты или полосы применяют гладкие цилиндрические валки 2 (рис. 2.2, а). Для подачи прутков и проволоки используют валки (ролики) с радиусной канавкой по рабочей поверхности (рис. 2.2, б), которая соответствует форме сечения подаваемого прутка. Поскольку подающие органы подач для пруткового материала имеют форму роликов, такие подачи часто называют роликовыми.

Рис. 2.2, в и г иллюстрируют способы раскрытия валков, в частности, для заправки подаваемого материала. Раскрытие валков для заправки материала может выполняться от механических устройств (кулачковых или рычажных) или от пневматических устройств. Сжатие валков осуществляют, как правило, от пружин. В ряде

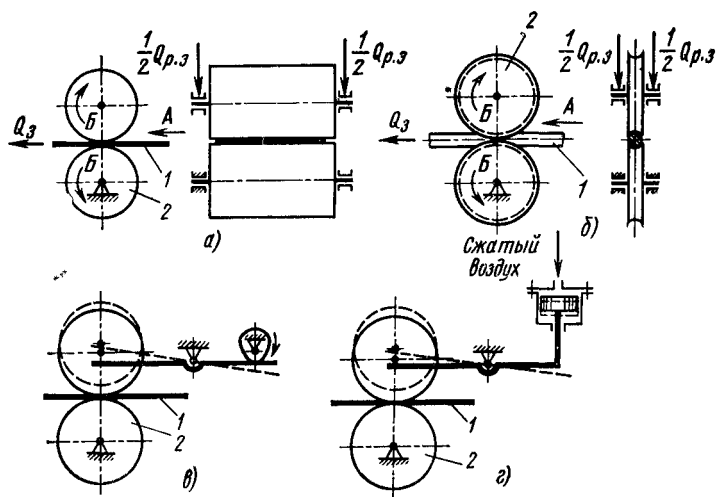


Рис. 2.2. Схемы зажима материала между валками и способы подъема валков

случаев применяют пневматические механизмы сжатия валков.

Для создания тягового усилия Q_3 необходимо к осям валков (роликов) приложить нажимное усилие Q_{p3} . При этом для движения заготовки 1 в направлении A преобразующий механизм должен обеспечить вращение валков (роликов) в направлении B (см. рис. 2.2, a , $б$).

В валковых подачах вращение валков осуществляется с помощью специального механизма периодического вращения, который обеспечивает прерывистое вращение валков (роликов) и только в одном направлении. Таким механизмом может быть храповой механизм или муфта обгона (рис. 2.3).

В храповом механизме (рис. 2.3, a , $б$), несмотря на возвратно-вращательное движение кольца 1 в направлениях A , поворот храпового колеса 2 происходит лишь в одном направлении — по стрелке B . Применение храповых механизмов, однако, в средствах механизации и автоматизации весьма ограничено. Это объясняется многими причинами, главная из которых — большой шум и интенсивное изнашивание элементов механизма при больших скоростях перемещения материала. Невозможность плавного регулирования шага подачи при работе с храповым механизмом также сужает область его применения. Иногда с целью расширения диапазона регулирования шага подачи применяют храповые механизмы с несколькими собачками 3 , смещенными на некоторый угол относительно друг друга (рис. 2.3, $б$). Чаще всего храповые механизмы применяют там, где не требуется регулировать шаг подачи.

Более совершенный, но и более сложный механизм периодического вращения валков, обеспечивающий бесступенчатое регулирование шага подачи — фрикционная муфта обгона роликового и клинового типов.

В роликовой муфте обгона (рис. 2.3, $в$, $г$) при вращении внешней обоймы 1 в направлении стрелки A ролики 2 силами трения затягиваются в клиновой паз между обоймой 1 и диском 3 , заклиниваются в нем, что приводит в движение внутренний диск 3 . Для обеспечения надежного заклинивания ролик 2 постоянно поджимается к контактным поверхностям пружиной 4 через штифт 5 . При повороте обоймы в обратном направлении происходит расклинивание ролика, который силами трения вытягивается из клинового паза. При этом нарушается

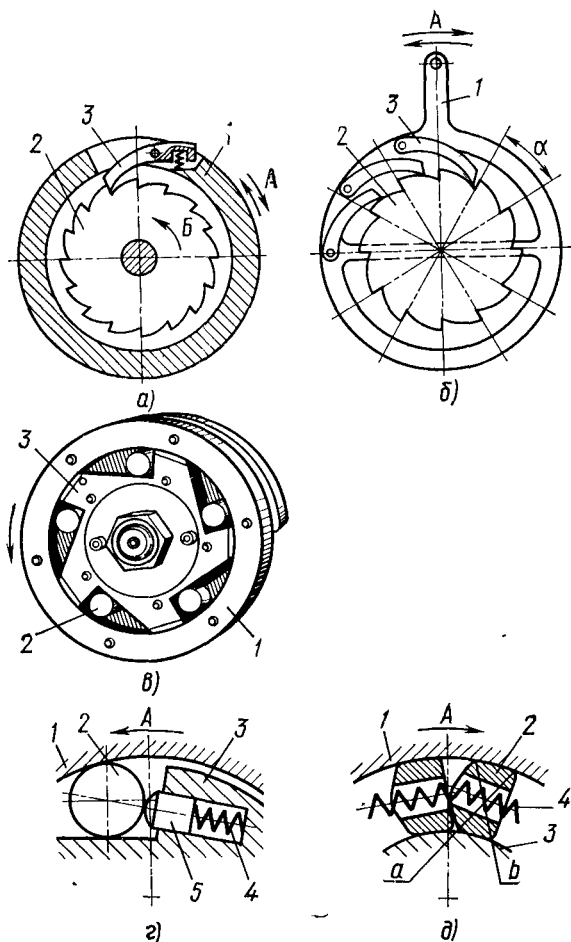


Рис 23. Механизмы периодического вращения валков:
храповой с одним (а) и с несколькими (б) храповиками, роликовая (в, г)
и клиновья (д) муфты обгона

силовое замыкание между обоймой 1 и диском 3. Обойма 1 поворачивается, а диск 3, с которым связаны валки валковой подачи, остается на месте. Таким образом, при возвратно-вращательном движении обоймы 1 диск 3 получает прерывистое вращение и всегда в одну и ту же сторону (в направлении стрелки А).

В клиновых обгонных муфтах (рис. 2.3, *д*) наружная обойма 1 и внутренний диск 3 имеют цилиндрическую поверхность. Между ними установлены эксцентриковые кулачки 2, связанные между собой пружиной 4. Размер *a* в кулачке меньше размера *b*. Пружины 4 объединяют кулачки в одну группу, выполняя роль сепаратора.

При вращении наружной обоймы 1 происходит поворот и заклинивание кулачков 2 между обоймой 1 и диском 3, вследствие чего диск 3 поворачивается вместе с обоймой 1. Пружина 4 в нерабочем положении механизма постоянно поджимает кулачки 2 к рабочим поверхностям обоймы и диска. При повороте обоймы 1 в обратную сторону кулачки 2 расклиниваются и скользят по поверхности обоймы и диска, т. е. в этом случае диск 3 не поворачивается.

В настоящее время наибольшее распространение получили роликовые муфты обгона. Угол заклинивания роликов в таких муфтах равен 6—10°. Один из главных недостатков таких муфт — быстрое изнашивание контактных площадок обоймы и диска, и роликов. Для увеличения срока службы таких муфт устанавливают вставки из твердого сплава.

В клиновых муфтах подобных недостатков нет, так как точки контакта кулачков с рабочими поверхностями не постоянны, а изменяются при каждом повороте. Угол заклинивания кулачков в таких муфтах 24°. Размеры клиновых муфт значительно меньше роликовых, благодаря увеличению числа рабочих кулачков.

Для роликовых муфт допускаемое число заклиниваний 80—120, а для клиновых до 400 в 1 мин.

Вращение наружной обоймы муфты обгона осуществляется либо от рычажного механизма, либо от кривошипно-реечного механизма. Последний имеет наибольшее распространение (рис. 2.4).

На торце коленчатого вала 12 пресса закрепляется планшайба 10 с помощью пальца 11. На планшайбе 10 закрепляется корпус 2, имеющий радиусные пазы, через которые проходят крепежные винты. Наличие радиусных пазов позволяет поворачивать корпус 2 относительно планшайбы 10 в определенных пределах. В корпусе 2 установлен винт 3, на который навинчена гайка-ползушка 5. На ползушке 5 имеется палец 6, на который посажена втулка 7. На втулку 7 надет корпус 4 тяги 8, которая соединена с зубчатой рейкой 14. В последних конст-

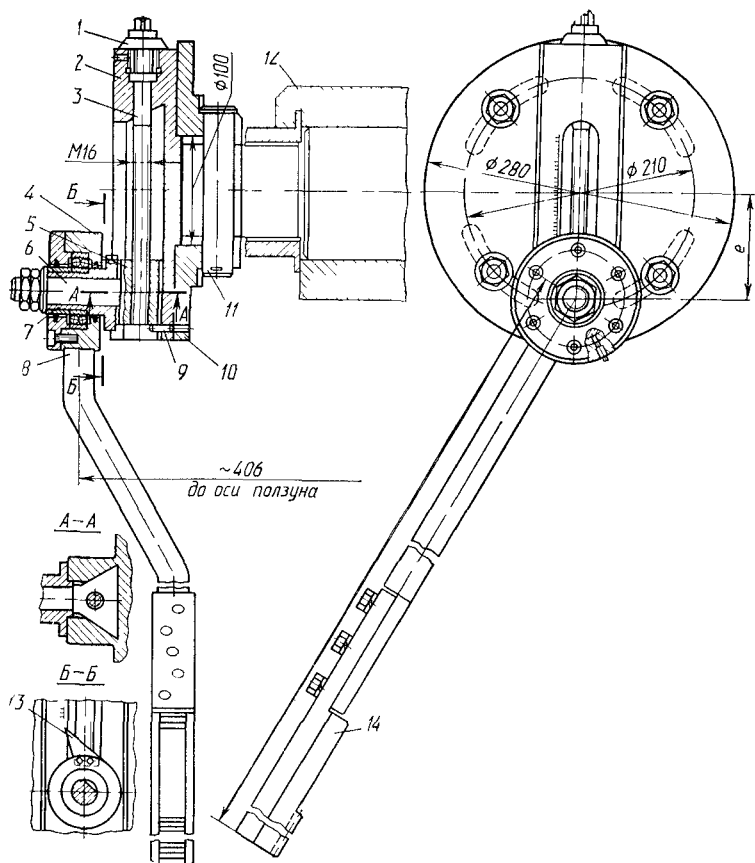


Рис 2.4 Кривошипно-реечный механизм

рукциях валковых подач соединение тяги с рейкой выполняется шарнирно.

При повороте головки 1 винта 3 изменяется эксцентриситет пальца 6 относительно оси коленчатого вала 12. Это значит, что регулируя эксцентриситет пальца 6, мы одновременно изменяем величину перемещения зубчатой рейки 14, а следовательно, и угол поворота наружной обоймы муфты обгона, и угол поворота валков. Это, естественно, приводит к изменению величины перемещения ленты, т. е. к изменению шага подачи. Ограничива-

ют предел регулирования шага подачи с помощью стопорного штифта 9. Стрелка 13 показывает шаг подачи.

При работе пресса и вращении вала 12 рейка 14 совершает возвратно-поступательные движения, вращая при этом наружную обойму муфты обгона.

Регулирование валковых подач. Регулирование шага подачи выполняется изменением эксцентриситета пальца 6 при повороте винта 1 в нужную сторону. Синхронность работы подачи и пресса обеспечивают поворотом корпуса 2 относительно планшайбы 10, т. е. относительно кривошипа коленчатого вала. Радиусные пазы, выполненные в корпусе 2, обычно позволяют повернуть корпус относительно планшайбы на угол до 90° , что вполне достаточно.

Конструкция подающих кареток валковой подачи. На рис. 2.5 приведена конструкция одной из рабочих кареток валковой подачи с качательным механизмом поворота обоймы муфты обгона. В корпусе 3 на подшипниках смонтированы нижний 5 и верхний 6 валки, кинематически связанные между собой зубчатой передачей 7. Шестерня нижнего валка находится в зацеплении с шестерней 8, посаженной на вал 10, который через штифт связан с диском муфты обгона 9. Через рычаг 11 осуществляется связь с планшайбой, закрепленной на коленчатом валу пресса. Подаваемая лента находится между валками 5 и 6, которые прижимаются друг к другу регулируемыми пружинами 4. Рукояткой 1 выполняется подъем верхнего валка при заправке ленты. Рычаг 2 служит для подъема верхнего валка в момент штамповки. Левые концы валков снабжены тормозами.

На рис. 2.6 показана конструкция валковой подачи для прутка в холодно-высадочном автомате. Валки (ролики) расположены консольно, а механизм сжатия валков пневматический. Рычаг 1, связанный через систему тяг с кривошипным валом автомата, поворачивает диск муфты обгона 2, наружная обойма которой жестко связана с нижним валком. Периодическое вращение верхнего валка выполняется от зубчатой передачи 3. Верхний валок может качаться. Точкой качания вала 5 относительно основания 11 при перемещении верхнего валка является центр роликового сферического подшипника 4. Правая опора нижнего валка выполнена неподвижной, а правая опора 8 верхнего валка может перемещаться. Пружина 9 стремится развести валки, и их сжатие осу-

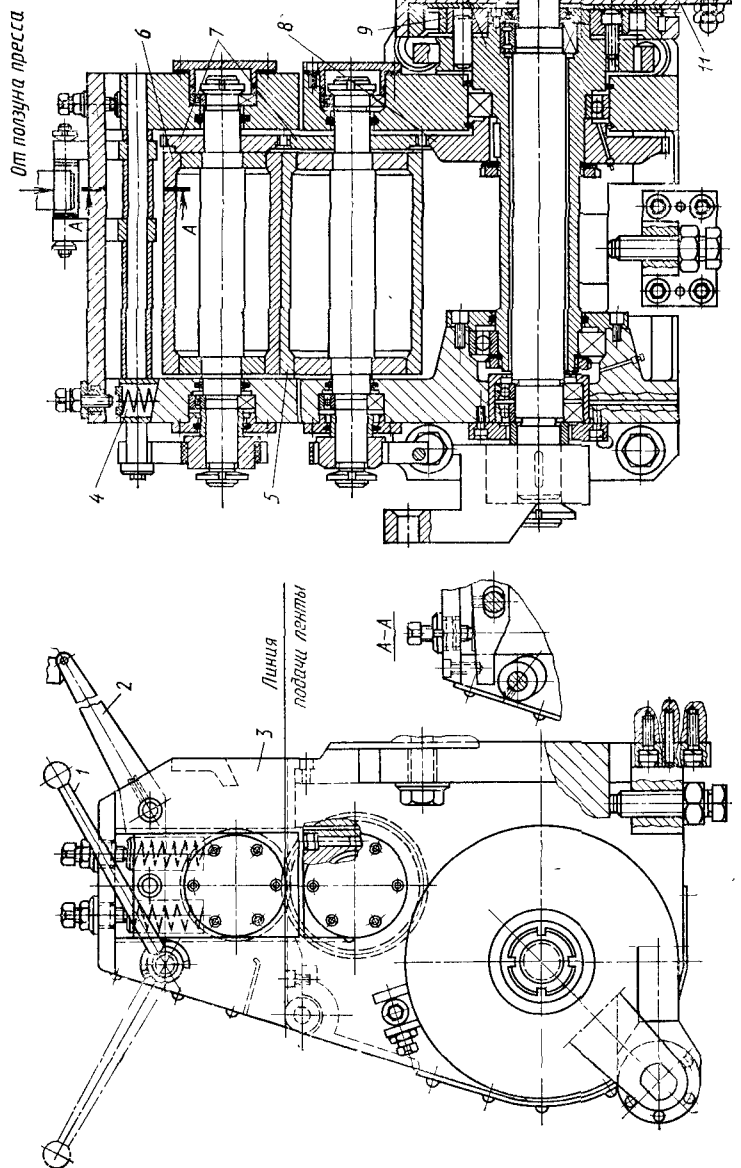


Рис. 2.5. Конструкция подающей каретки валковой подачи для перемещения ленты

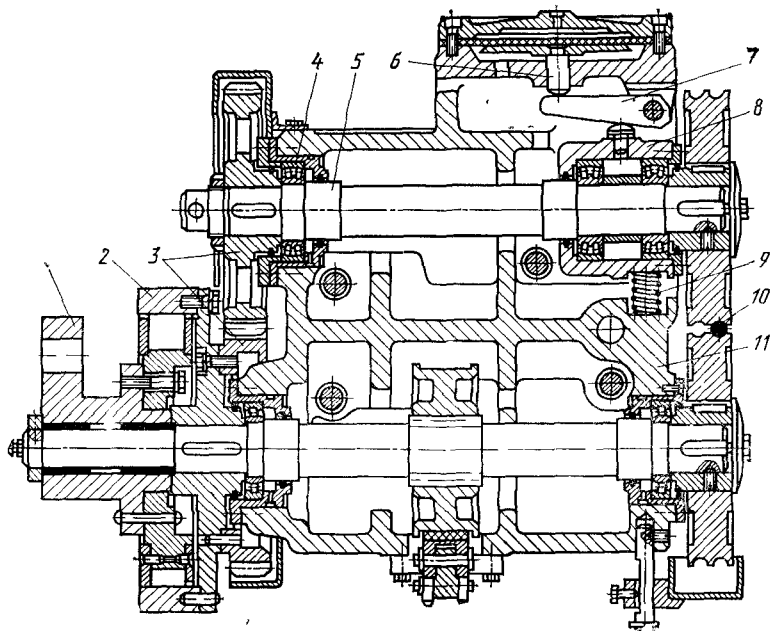


Рис. 2.6. Валковая подача для прутка

ществляется пневмоцилиндром 6 через рычаг 7. Подающие валки выполнены с двумя рабочими дорожками. При изнашивании одной дорожки валки переставляются и изготовлять новую пару валков не требуется. Для заправки прутка 10 между валками рабочие полости пневмоцилиндра соединяются с атмосферой и верхний валок поднимается под действием пружины 9. Для сжатия валков и работы подачи сжатый воздух подается в полость над диафрагмой пневмоцилиндра. Ленточный тормоз установлен только на нижнем валке.

Расчет валковых подач. Расчет всех видов подающих устройств для непрерывного материала однотипен. Достаточно подробно рассмотрев расчет валковых подач, мы в дальнейшем будем только останавливаться на отличительных особенностях расчета других подающих устройств.

Расчет валковых подач, как и большинства подающих устройств для непрерывного материала, ведется в следующей последовательности.

1. Определение усилия протягивания материала. Следует отметить, что этот пункт расчета выполняется для всех видов подач непрерывного материала. Усилие протягивания, а точнее усилие сопротивления протягиванию материала, является отправной точкой для расчета всех подающих устройств.

Усилие протягивания:

$$Q_{\text{п}} = G_{\text{п}} + Q_{\text{тр}} + Q_{\text{б.тр}} + Q_{\text{ин}},$$

где $G_{\text{п}}$ — вес петли, Н; $Q_{\text{тр}}$ — сила трения ленты о зеркало штампа, Н; $Q_{\text{б.тр}}$ — сила трения о направляющие в штампе, Н; $Q_{\text{ин}}$ — сила инерции, Н.

Вес петли определяют по параметрам ленты, максимально допустимой для данной подачи, и максимальной длине петли:

$$G_{\text{п}} = L_{\text{п}} B h \rho g \cdot 10^{-9},$$

где $L_{\text{п}}$ — максимальная длина петли, мм; B — максимальная ширина ленты для данной подачи, мм; h — максимальная толщина ленты для данной подачи, мм; ρ — плотность материала ленты, кг/м³; g — ускорение свободного падения, м/с².

Сила трения о зеркало штампа:

$$Q_{\text{тр}} = G_1 \mu_1,$$

где $\mu_1 = 0,08 \div 0,12$ — коэффициент трения скольжения, G_1 — вес участка ленты между подающими и тянущими вальками, Н.

Если боковые направляющие в штампе плоские, то силой трения о направляющие пренебрегаем. Для подпружиненных направляющих сила трения

$$Q_{\text{б.тр}} = Q_{\text{пр}} \mu_1,$$

где $Q_{\text{пр}}$ — суммарное усилие пружин.

Основная трудность при расчете заключается в определении силы инерции. Сила инерции вычисляется для ленты с максимальными параметрами, перемещаемой на максимальный шаг. По второму закону Ньютона имеем:

$$Q_{\text{ин}} = m a,$$

где m — масса участка ленты на участке между подающими и тянущими вальками и масса петли; a — ускорение, с которым перемещается лента, м/с².

С учетом переводных коэффициентов системы единиц ускорение:

$$a = 0,144 H (n/\alpha_{\text{под}})^2,$$

где H — максимальный шаг подачи, мм; n — число ходов пресса в 1 мин; $\alpha_{\text{под}}$ — угол подачи по цикловой диаграмме работы пресса, $\alpha_{\text{под}} = 160 \div 180^\circ$.

Ускорение ленты не должно превышать 15 м/с^2 . При больших значениях ускорения значительно ухудшается точность шага подачи.

2. Определение усилия сжатия валков. Усилие сжатия валков:

$$Q_{p.з} = \beta_2 Q_3 / (\mu_1 z_1),$$

где Q_3 — усилие протягивания, вычисленное ранее; $\beta_2 = 1,5 \div 2,0$ — коэффициент надежности сцепления; z_1 — число приводных валков.

По найденному значению усилия $Q_{p.з}$ выбирают пружины для сжатия валков или пневмоцилиндры.

3. Определение диаметров валков. Для кривошипного привода валковой подачи диаметр валка

$$D_v = \beta H / [4ei / (mz) - \varphi_0],$$

где m — модуль зубчатого зацепления между обоймой муфты обгона и рейкой, мм; z — число зубьев шестерни, связанной с рейкой; i — передаточное число зубчатого зацепления между нижним валком и муфтой обгона; e — максимальный эксцентриситет приводного пальца планшайбы, закрепленной на коленчатом валу пресса, мм (см. рис. 2.4); $\beta = 1,02 \div 1,03$ коэффициент, учитывающий проскальзывание материала между валками, $\varphi_0 = 0,1 \div 0,25$ — угол заклинивания муфты обгона, градус.

4. Определение геометрических параметров муфты обгона. Расчетная схема муфты обгона представлена на рис. 2.7. На ролик действуют нормальные силы N_1 и N_2 и касательные силы трения $\mu_1 N_1$ и $\mu_2 N_2$. Из треугольника OO_1E имеем:

$$\cos \alpha = \frac{OE}{OO_1} = \frac{a/2 + d/2}{D/2 - d/2} = \frac{a + d}{D - d},$$

откуда

$$d = D - (D + a) / (1 + \cos \alpha).$$

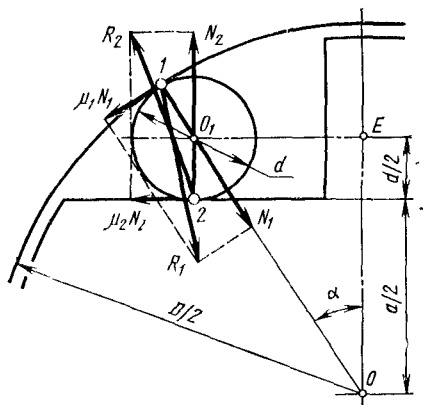


Рис. 2.7. Расчетная схема муфты обгона

Условие заклинивания ролика:

$$\alpha \leq 2\rho_{\min}$$

$$\rho_1 = \arctg \mu_1; \quad \rho_2 = \arctg \mu_2,$$

где ρ_1, ρ_2 — углы трения, градус.

Отсюда

$$d = D - (D + a)/(1 + \cos 2\rho).$$

В расчетах обычно принимают $\mu = 0,05 \div 0,06$. Тогда $\alpha = 14 \div 22^\circ$. Длину роликов обычно принимают равной $1,5 d$. Число роликов принимают равным 4—7 в зависимости от того, сколько сегментных вырезов можно разместить на диске.

5. Определение усилий, действующих на ролики муфты обгона.

Если взять обоймы и диски из одинаковых материалов, то коэффициенты трения будут одинаковые, т. е. $\mu_1 = \mu_2 = \mu$ и $N_1 = N_2 = N$. Тогда крутящий момент, передаваемый муфтой обгона,

$$M = 0,5\mu N D k = 0,5Q_3 D_B / i,$$

где Q_3 — усилие протягивания; D_B — диаметр валка; D — внутренний диаметр обоймы муфты; i — передаточное число зубчатой передачи между валком и муфтой

обгона; k — число роликов. Так как $\mu = \operatorname{tg} \rho = \operatorname{tg} (\alpha/2)$, получим

$$N = \frac{Q_a}{ik \operatorname{tg} (\alpha/2)} - \frac{D_B}{D}.$$

6. Поверочный расчет на прочность элементов муфты обгона. В зонах контакта валков с диском и обоймой возникают контактные напряжения, определяемые по формуле Герца

$$\sigma_k = 0,59 \sqrt{\frac{N}{l} E \left(\frac{1}{d} - \frac{1}{D} \right)},$$

где l — длина ролика; E — модуль упругости материала; d — диаметр ролика; D — диаметр контактной криволинейной поверхности.

Для точки контакта ролика с обоймой муфты обгона

$$\sigma_{k1} = 0,59 \sqrt{NE(1/d - 1/D_M)/l}.$$

Для точки контакта ролика с плоской площадкой диска муфты

$$\sigma_{k2} = 0,59 \sqrt{NE/(ld)}.$$

Для второй точки контактные напряжения будут больше и при проверочных расчетах муфты вычисляют напряжения только для второй точки. Вычисленные значения контактных напряжений должны быть меньше допустимых (определяемых по справочной литературе).

Предотвращение коробления ленты при подаче. В ряде случаев при подаче лента начинает коробиться и вспучиваться над плоскостью штампа. Это может привести к заклиниванию ленты в направляющих жесткого съемника. Причина вспучивания ленты — скорость ленты в тянущих валках меньше скорости ленты в подающих валках. Для предотвращения этого рекомендуется диаметр тянущих валков двусторонних подач делать на 5 % больше диаметра подающих валков.

Крючковые подачи. Крючковые подачи бывают только тянущего типа и применяются для перемещения ленты при раскрое с перемычками. Максимальная ширина подаваемого материала — до 150 мм, толщина подаваемого материала 0,3—5 мм, максимальный шаг подачи — до 500 мм. При более тонком материале может произойти разрыв перемычки в подаваемом материале,

при более толстом — возможна поломка крючка. Крючковые подачи устанавливаются на прессах с числом ходов до 200 в 1 мин. Привод — от ползуна пресса.

Возможны многочисленные варианты конструкций крючковых подач, один из них показан на рис. 2.8.

При перемещении тяги 6, связанной с ползуном пресса, вверх, т. е. при обратном ходе пресса, рычаг-балансир 4 поворачивается против часовой стрелки, перемещая при этом крючок 2. Крючок 2, цепляясь за переключку ленты 1, перемещает ее вправо на шаг подачи. При обратном перемещении тяги, т. е. при рабочем ходе ползуна пресса, рычаг-балансир поворачивается по часовой стрелке. Крючок 2 начинает перемещаться влево. Рабочий конец крючка при движении влево доходит до предыдущей переключки и перескакивает через нее. Фиксатор 3 служит для предотвращения обратного перемещения ленты при обратном ходе крючка. С помощью болта 5 выполняется принудительный подъем крючка 2 при его обратном ходе.

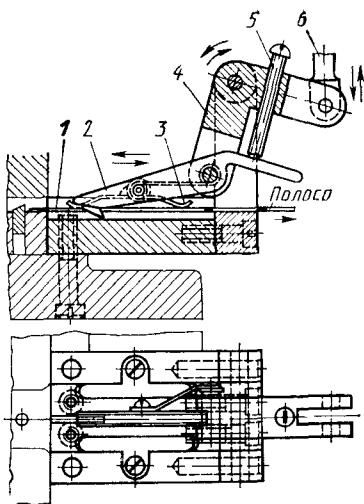


Рис. 2.8 Принципиальная схема крючковой подачи с приводом от ползуна пресса

Крючковые подачи узко специализированные, и в них практически невозможно регулировать шаг подачи.

Клещевые подачи. Клещевые подачи — самые точные из всех подающих устройств. К ним относятся собственно клещевые подачи, клинороликовые подачи, ножевые подачи и щипцовые подачи. Щипцовые подачи применяются для перемещения очень тонких лент (толщиной до 0,3 мм) и бывают только тянущего типа.

Наиболее универсальны и широко распространены клинороликовые и ножевые подачи.

Клинороликовые подачи бывают либо тянущего, либо подающего типа и только в очень редких случаях — ком-

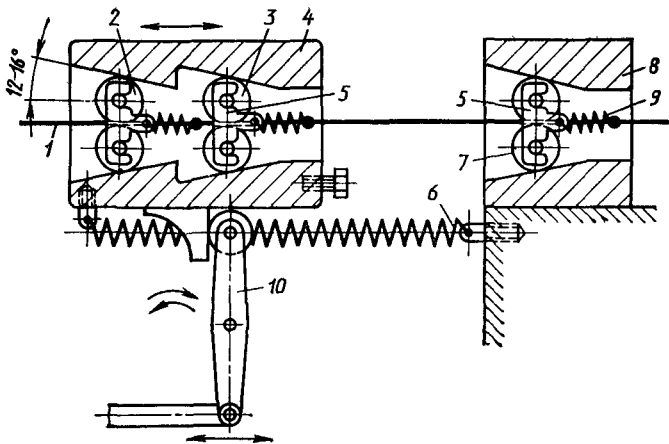


Рис. 2.9 Принципиальная схема клинороликовой подачи

бинированные. Привод таких подач либо от коленчатого вала пресса, либо от ползуна. Принципиальная схема клинороликовой подачи с приводом от коленчатого вала пресса представлена на рис. 2.9.

Механизм подачи состоит из двух кареток: подвижной каретки 4 и неподвижной каретки 8 с роликами 2, 3, 7, находящимися в обоймах 5. С помощью пружин 9 ролики постоянно поджимаются к наклонным плоскостям кареток. Пружина 6 служит для возврата подвижной каретки в исходное положение.

Рычаг 10 поворачивается от механизма с планшайбой, аналогичного механизму валковой подачи (см. рис. 2.4). При повороте рычага 10 против часовой стрелки корпус 4 подвижной каретки начинает перемещаться влево. Ролики 2 и 3 при этом заклиниваются в пазах, зажимая ленту 1, находящуюся между ними, и лента 1 перемещается вместе с корпусом подвижной каретки. При обратном движении рычага 10 корпус 4 подвижной каретки с помощью возвратной пружины 6 начинает перемещаться вправо. Ролики 2 и 3 подвижной каретки 4, выкатываются из гнезд и освобождают подаваемую ленту. Для предотвращения обратного перемещения ленты служит неподвижная (тормозная) каретка 8, ролик 7 которой при обратном движении ленты заклиниваются и не дают возможности ей перемещаться.

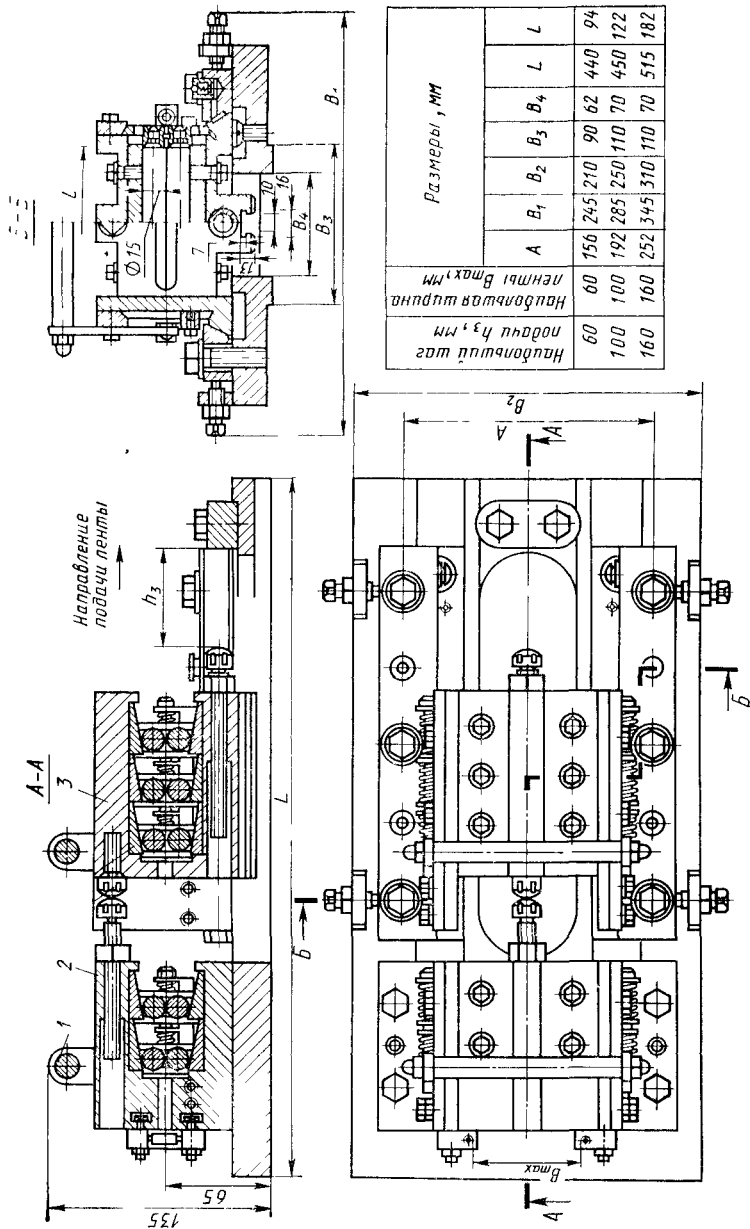


Рис. 2.10. Конструкция клиноролковой подачи с приводом от ползуна пресса

Клинороликовые подачи применяются для перемещения ленты толщиной 0,5—5 мм и шириной 60—160 мм. Наибольший шаг подачи 160 мм.

Конструкция клинороликовой подачи показана на рис. 2.10. В представленной конструкции подающая каретка 3 имеет три пары роликов, а неподвижная (тормозная) каретка 2 — две пары. Для заправки ленты ролики расклинивают с помощью рычага 1.

Регулирование шага выполняется так же, как и в валковых подачах вследствие изменения эксцентриситета приводного пальца планшайбы. Расчет клинороликовых подач сводится к определению усилия протягивания материала и определению контактных напряжений на ленте. Угол между осью подачи и наклонной плоскостью кареток принимается равным $12\text{--}16^\circ$. Меньшие углы принимать не рекомендуется, так как ролики могут не расклиниться. Кроме того, при меньших углах наклона контактные напряжения оказываются значительно больше и могут превысить значение допустимых напряжений, а в некоторых случаях и значение предела текучести, что приведет к образованию вмятин на поверхности подаваемой ленты.

Ножевые подачи. Ножевые подачи во многом аналогичны клинороликовым подачам. Отличие заключается в том, что вместо клинороликового захватного органа в таких подачах применяется ножевой захват. Ножевой захват может быть односторонним и двусторонним (рис. 2.11, а, б). Для перемещения ленты наибольшее распространение получили двусторонние ножевые захваты с зажимом ленты по ее боковой поверхности.

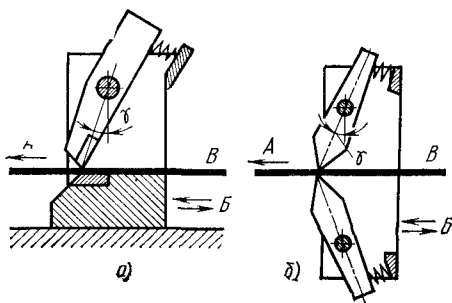


Рис. 2.11. Схемы ножевых захватов

Ножевой захват работает подобно клинороликовому захвату с самозаклиниванием при частичном внедрении захватного органа в заготовку. Перемещение ленты происходит при движении каретки с захватными органами влево. В этом случае нож внедряется в материал заготовки и обеспечивает ее надежное удерживание. Угол наклона кромки ножа γ определяется из условий заклинивания и принимается равным $16\text{--}22^\circ$.

При использовании ножевого захвата на плоскости материала остаются следы. Во избежание этого для лент большой толщины (толщиной $2\text{--}5\text{ мм}$) применяют захват за боковые поверхности ленты.

Правильно-разматывающие устройства. Правильно-разматывающие устройства применяют для автоматизации процессов штамповки из ленты, широкорулонной стали и проволоки. В кузнечно-штамповочном производстве используют различные конструкции правильно-раз-

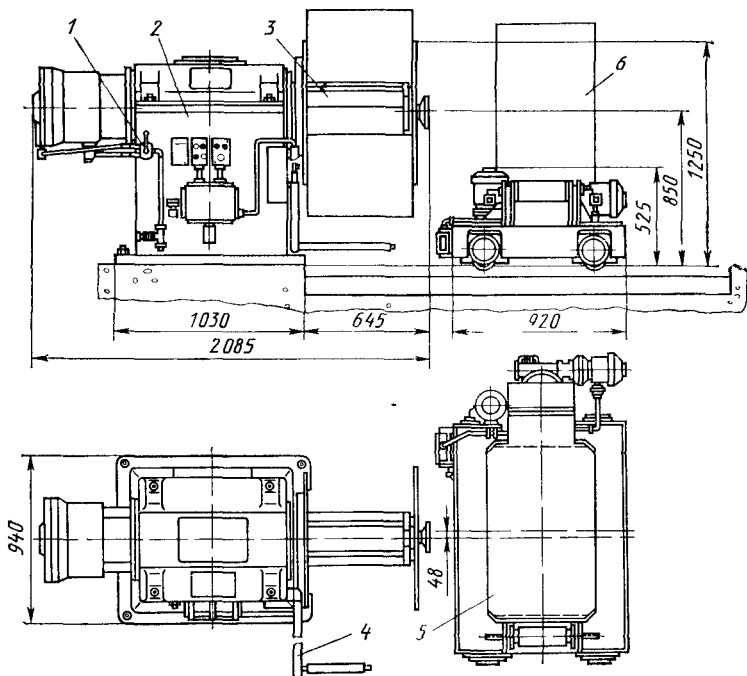
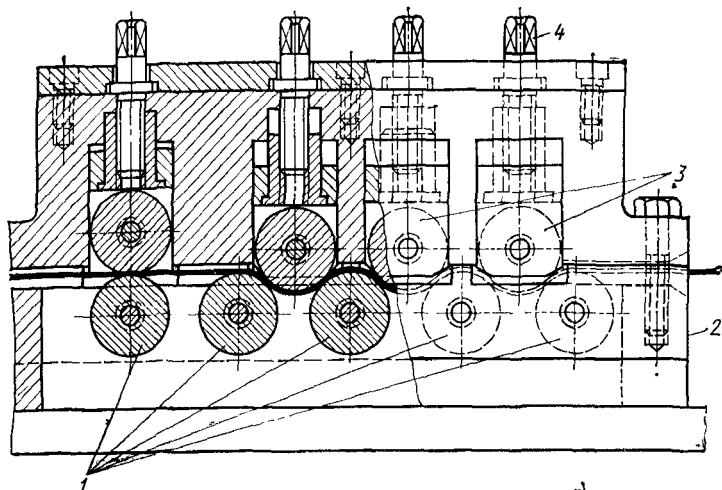
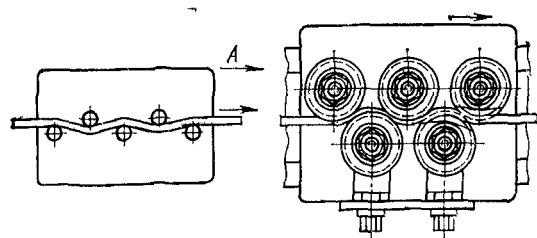


Рис 212 Приводное разматывающее устройство для тяжелых бунтов



a)



Вид А

б)

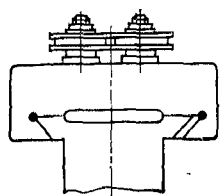
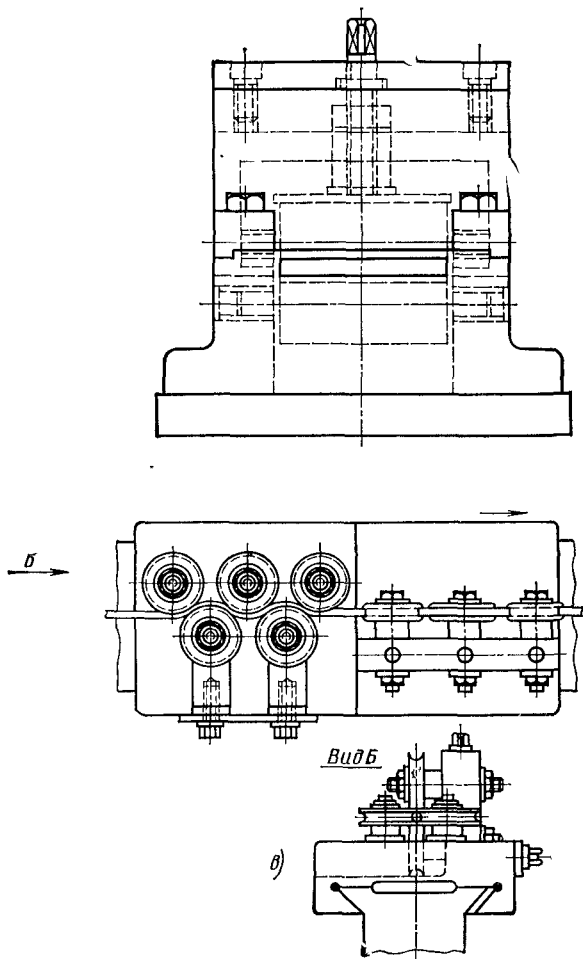


Рис. 2.13. Конструкции правильных устройств

матывающих устройств, подразделяющиеся на совмещенные приводные, в которых разматывающие и правильные устройства смонтированы на одном основании и имеют общий привод, и отдельно скомпонованные. Последние могут быть приводными и не приводными.

Неприводные разматывающие устройства применяются для относительно легких бунтов ленты массой до



30 кг. В этом случае лента разматывается правильным приводным устройством.

При работе с тяжелыми бунтами ленты и проволоки массой до 600 кг применяют различные приводные разматывающие устройства, схема одного из них показана на рис. 2.12. Привод устройства, состоящий из электродвигателя и червячного редуктора, смонтирован внутри

основания 2. Рулон 6 устанавливается краном на вспомогательную тележку 5, с помощью которой рулон выставляется по оси барабана, что значительно облегчает его последующую установку на барабан 3. Привод разжимных губок барабана 3 пневматический. Управление процессом зажима рулона по внутреннему диаметру бунта осуществляется поворотным пневмовентилем 1. Рычаг 4 петлеобразователя с помощью конечных выключателей управляет работой электродвигателя привода.

На рис. 2.13 показаны типовые конструкции правильных устройств. Нижние ролики 1 (рис. 2.13, а) установлены в корпусе 2 на неподвижных осях и могут

только вращаться. Верхние ролики 3 помимо вращения могут перемещаться в вертикальном направлении с помощью специальных регулировочных винтов 4. Правильные ролики располагаются в шахматном порядке. Все ролики, как верхние, так и нижние, приводные. Лента заправляется вручную при поднятых верхних роликах. На рис. 2.13, б и в показаны правильные устройства для проволоки: для правки в одном направлении (б) и для правки в двух взаимно перпендикулярных направлениях (в).

Устройства для смазывания ленты. Очень часто между правильным устройством и подачей устанавливают устройства для очистки и смазывания ленты. Такие устройства выполняют двух типов: с вращающимися кольцами (рис. 2.14) и с неподвижными пластинами. Лента, проходя между вращающимися войлочными роликами 1, пропитанными

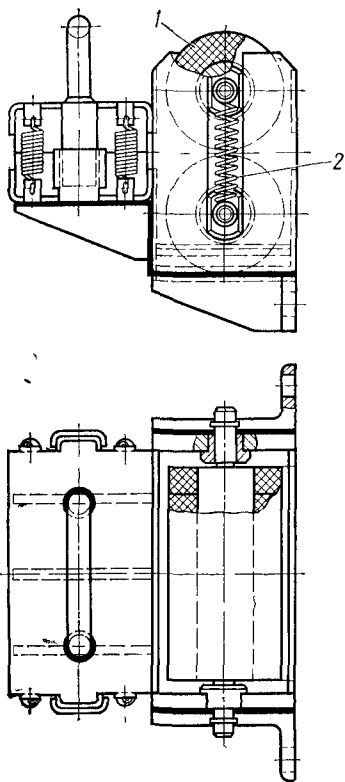


Рис. 2.14. Устройство с вращающимися кольцами для очистки и смазывания ленты

машинным маслом или вращающимися в масляной ванне, очищается и на нее наносится тонкий слой смазочного материала. Поджимные пружины 2 очень мягкие, поэтому процесс заправки ленты через указанные устройства не представляет особого труда. Устройства с вращающимися роликами неприводные, ролики вращаются из-за сил трения о подаваемую ленту. Аналогичные устройства устанавливаются и для очистки и смазывания проволоки.

Устройства для отрезки отходов. Устройства для отрезки отходов выполняются либо с приводом от ползуна, либо с индивидуальным пневмоприводом, синхронизированным с работой пресса. Принципиальная схема такого устройства с приводом от ползуна пресса показана на рис. 2.15.

Регулируемые болты 3, установленные в кронштейне 4, закрепленном на ползуне 5 пресса, нажимая на систему рычагов 1, опускают верхний подвижный нож 2, с помощью которого и осуществляется отрезка ленты. Нижний нож неподвижен. Возврат верхнего ножа в исходное положение, что необходимо для свободного прохода ленты, выполняется с помощью возвратной пружины

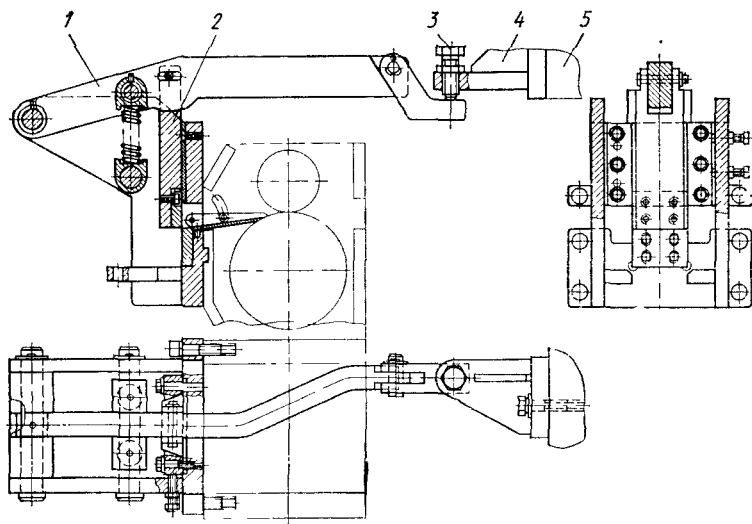


Рис. 2.15. Устройство для отрезки отходов с приводом от ползуна пресса

ны при обратном ходе ползуна. Измельченные отходы направляют либо в специальную тару, либо по желобам к общему конвейеру, на который поступают все отходы листоштамповочного производства цеха. В последующем измельченные отходы листоштамповочного производства уплотняются на специальных пакетировочных прессах в брикеты и направляются в металлургическое производство.

Штамповка деталей из проволоки на холодновысадочных и гибочных автоматах выполняется по безотходной технологии, поэтому отходы материала в таком производстве имеются только в виде немерных концов проволоки. В общем объеме обрабатываемого металла процент таких отходов совершенно ничтожен, поэтому никакие специальные устройства и организационные мероприятия для сбора таких отходов не разрабатываются.

2.2. УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПОДАЧИ ЛИСТОВОГО И ПОЛОСОВОГО МАТЕРИАЛА

Полосо- и листоукладчики применяются для автоматизации процесса штамповки из полосового и листового материала. В исходном состоянии листовой или полосовой материал находится в стопе.

Полосо- и листоукладчики должны выполнять следующие операции: отделять заготовки от стопы, поднимать отделенную заготовку на уровень подачи и вводить ее в зону действия рабочего органа подающего устройства. В листоподающих устройствах дополнительно имеется механизм заталкивания листа в рабочую зону прессы.

Захват заготовок в полосо- и листоукладчиках выполняется либо пневмовакуумными, либо электромагнитными захватами, смонтированными на подъемной траверсе, либо магнитными роликами. Электромагнитные захваты и магнитные ролики применимы только для захвата заготовок из ферромагнитных материалов.

Необходимое условие для нормальной работы всех механизмов полосо- и листоукладчиков — гарантированное отделение только одной заготовки от стопы. На рис. 2.16 показаны наиболее распространенные способы отделения одной заготовки от стопы.

Один из способов предусматривает применение подпружиненных 3 и жестко закрепленного присоса 4, смон-

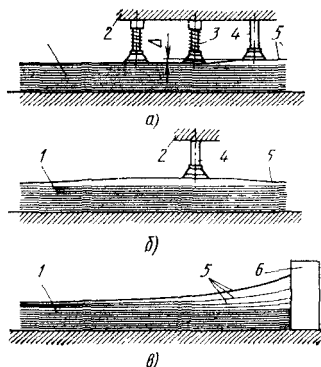


Рис. 2.16. Способы отделения одной заготовки от стопы

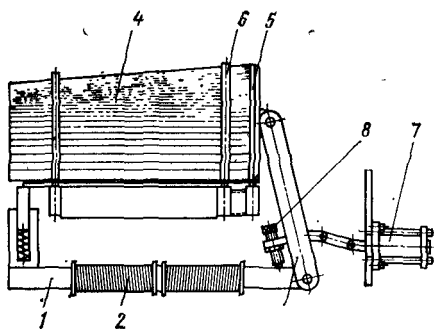


Рис. 2.17. Магнитный распушитель

тированных на разных уровнях на traversе 2 (рис. 2.16, а). В начальной фазе движения traversы 2 вверх от стопы 1 отделяется только правый конец полосы 5, что устраняет слипание полос. Такой способ отделения заготовок применим как для полосоукладчиков, так и для листоукладчиков.

Другой способ, который применим только для листоукладчиков, предусматривает однорядное расположение жестко закрепленных присосов 4 (рис. 2.16, б), что также обеспечивает постепенное отделение одного листа 5 от стопы 1 при подъеме traversы 2 вверх.

Листы и полосы поступают на позицию штамповки, как правило, с остатками смазочного материала. Поэтому силы поверхностного натяжения смазочного материала препятствуют свободному отделению заготовок друг от друга. Для надежного разделения листов и полос ферромагнитных сплавов (стальных листов и полос) применяют магнитные распушители (рис. 2.16, в), работа которых основана на принципе отталкивания намагниченных листов с одноименными полюсами друг от друга. Распушитель 6 устанавливается рядом со стопой 1 заготовок. При работе распушителя верхние листы 5 поднимаются над стопой. В конструкции магнитного распушителя обязательно должен быть предусмотрен пневмоцилиндр, с помощью которого одна из пластин должна поджиматься к торцовой поверхности стопы. Эта пластина изготавливается из материала, являющегося

магнитным изолятором (рис. 2.17)). Магнитный поток от катушки 2, встречая на своем пути изолятор 5, намагничивает листы и они отталкиваются друг от друга. Регулировочный болт 8 обеспечивает требуемый воздушный зазор между стопой 4 и изолятором 5, а также ограничивает ход штока цилиндра 7. Стойки 6 определяют положение листов. Катушка электромагнита 2 одевается на магнитопровод, состоящий из сердечника 1 и подвижного рычажного магнитопровода 3.

В случае, когда заготовки цепляются одна за другую, указанные способы не обеспечивают надежного отделения одной заготовки от стопы. Поэтому в подобных механизмах предусматривают устройства, предотвращающие попадание в штамп двух заготовок одновременно.

Полосоукладчики. На рис. 2.18 показана принципиальная схема устройства для автоматической подачи полос в штамп. Такие устройства получили название полосоукладчиков. Весь комплекс состоит из полосоподающего устройства и валковой подачи, работа которых синхронизирована с работой прессы. Стопа полос 7 устанавливается на стол полосоукладчика. Рычаг 6 замыкает контакт конечного выключателя, что указывает на правильность установки стопы относительно прессы. Полоса захватывается пневматическими присосами 10, смонтированными на траверсе 9. С помощью пневматического цилиндра 8, управляемого через электропневматический клапан 3, захваченная полоса поднимается на уровень валковой подачи. Затем с помощью пневматического цилиндра 5, управляемого через клапан 4, траверса с захваченной полосой перемещается влево в зону действия валков. В конце хода шток цилиндра 5 нажимает на конечный выключатель, с помощью которого управляют работой электропневмоклапана цилиндра 12. Шток цилиндра 12 выполнен в виде зубчатой рейки, которая находится в зацеплении с обоймой муфты обгона. При перемещении штока цилиндра 12 начинают вращаться валки 11 подачи и полоса перемещается на рабочую позицию для вырубki первой детали. После этого шток цилиндра 12 перемещается в обратном направлении и подается команда на включение прессы в режиме автоматических ходов. Контроль окончания полосы ведется по числу рабочих циклов прессы. По выполнении заданного числа рабочих ходов от устройства 1 выдается команда на прекращение подачи сжатого воздуха в

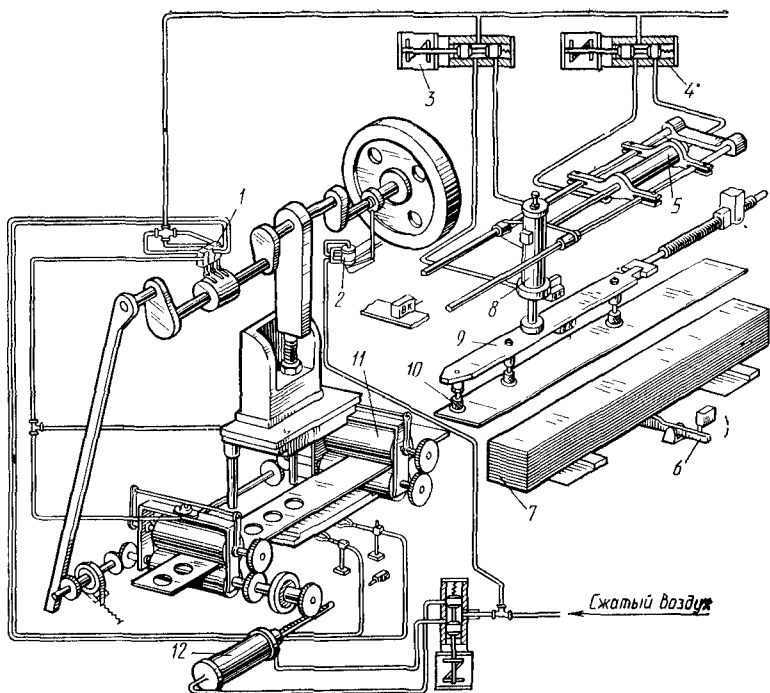


Рис 2.18 Полосоукладчик

муфту пресса от пневмоклапана 2, после чего цикл работы полосоукладчика повторяется. Командой на начало очередного цикла опускания траверсы 9 с пневмоприсосами служит сигнал от электрического счетчика числа рабочих ходов.

Полоса к первой толкающей паре валков подается ускоренно. Одновременно с подачей полосы на рабочую позицию штампа вторая пара валков удаляет полосовые отходы.

Полосоукладчик работает в автоматическом режиме до тех пор, пока не израсходуется вся стопа полос. При подъеме траверсой последней полосы от конечного выключателя 6 выдается электрическая команда и после завершения штамповки последней полосы работа комплекса прекращается.

Удаление отштампованных деталей выполняется пневмосдувателем.

Листоукладчики и листоподаватели. Листоукладчики и листоподаватели предназначены для механизации и автоматизации подачи крупногабаритных листовых заготовок. Листоукладчики подают листовые заготовки непосредственно в рабочую зону пресса и укладывают его в штамп, а листоподаватели — на рабочее место прессовщика, т. е. без укладки листа в штамп. Листоукладчиками и листоподавателями оснащаются закрытые кривошипные прессы усилием 1600 кН и выше.

Листоукладчики и листоподаватели встраиваются в поточно-механизированные линии, а большинство листоукладчиков — в автоматические линии.

В состав листоукладчиков и листоподавателей входят механизмы подачи стопы, механизмы подъема листа и механизмы подачи листа в пресс или на рабочее место прессовщика, а также блокировочные устройства, останавливающие пресс в случае подачи в штамп более одного листа.

Захват заготовки от стопы выполняется пневмоприсосами или электромагнитными захватами. Наибольшее распространение имеют механизмы захвата заготовок с помощью пневмоприсосов.

На рис. 2.19 показана принципиальная схема листоукладчика для подачи листов в рабочую зону пресса. Разделение листов обеспечивается с помощью магнитного распушителя 7. На траверсе 2 закреплены управляемые пневмоприсосы. Подъем и опускание траверсы 2 проводятся с помощью цилиндра 1, для работы которого сжатый воздух подводится к подводам А и Б. Подаваемый лист перемещается в рабочую зону электроприводом 11 с редуктором 12 и цепной передачей 10. На цепи закреплен шибер 13, который обеспечивает заталкивание листа в рабочую зону. Горизонтальное перемещение шибера отмечено стрелками Д.

Установленная на тележке 8 стопа 9 листов вкатывается в рабочую зону листоукладчика. Траверса 2 с пневмоприсосами находится в крайнем верхнем положении, поддерживающие планки 4 разведены в стороны и освобождают пространство для прохода листа, шибер 13 находится в крайнем левом положении.

При подаче сжатого воздуха в пневматический цилиндр траверса 2 опускается до соприкосновения пневмоприсосов с верхним листом. Происходит захват листа, после чего траверса 2 с листом поднимается. В верхнем

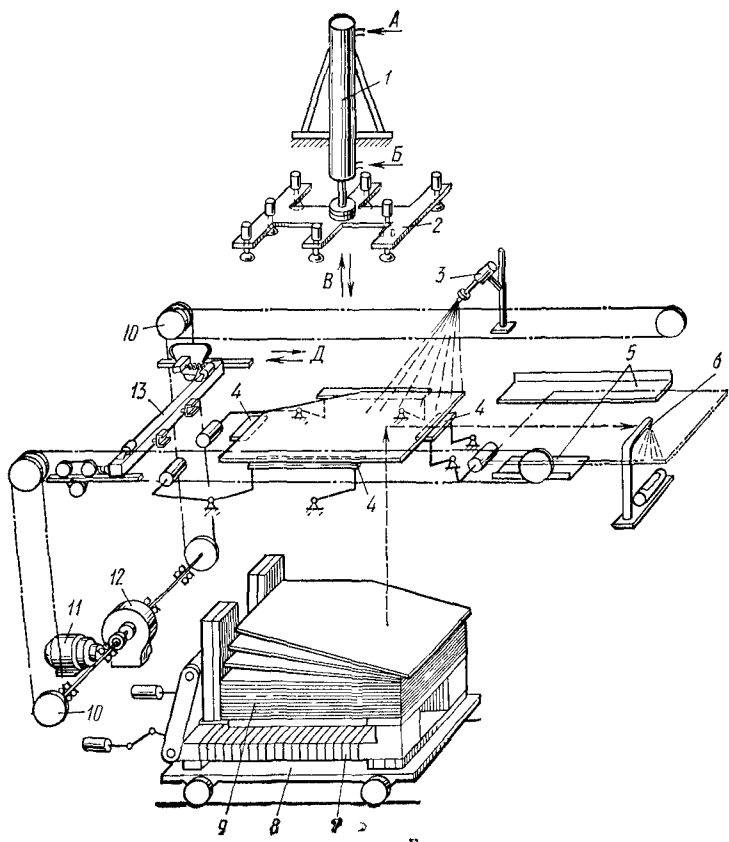


Рис. 2.19. Листоукладчик

положении траверсы 2 подается команда на сведение поддерживающих планок 4. Сведение планок 4, в результате чего лист не может упасть обратно на стопу, выполняется с помощью специальных цилиндров. Затем подается команда на отключение пневмоприсосов (полость пневмоприсоса соединяется с атмосферой) и лист падает на поддерживающие планки 4. Включается электродвигатель и с помощью шибера 13 лист начинает перемещаться по планкам 4 и направляющим 5 в рабочую зону пресса. После этого все механизмы возвращаются в исходное положение.

В процессе перемещения листа проводится его смазы-

вание от распылителей 3 и выполняется проверка, включающая подачу одновременно двух листов, с помощью контрольно-блокирующего устройства 6. При одновременной подаче двух листов подается команда на остановку прессы и листоукладчика.

Работа листоукладчика должна быть синхронизирована с работой прессы. Только после заталкивания листа и правильного его расположения на зеркале штампа возможен рабочий ход прессы. Команда на совершение рабочего хода подается от специальных контрольно-блокирующих устройств.

После того как все листы стопы будут израсходованы, подается команда либо на остановку всего комплекса, либо на замену тележки 2 тележкой с новой стопой листов. После установки тележки с новой стопой листов автоматический цикл работы листоукладчика продолжается.

Существуют листоукладчики и других конструкций. В автомобильной промышленности, где основной листовой материал — низкоуглеродистая сталь, механизм подачи и заталкивания листа в рабочую зону выполнен с верхним расположением электромагнитных или магнитных вращающихся роликов, а подачу и заталкивание листа выполняют с помощью электромеханического привода и цепной передачи. Лист, отделяемый от стопы и поднимаемый пневмоприсосами, при движении вверх упирается в электромагнитные или магнитные ролики, после чего проводится освобождение листа от пневмоприсосов. Поднятый лист удерживается магнитными силами роликов, которые находятся сверху листа и не мешают перемещению шибера. В процессе движения шибера лист перемещается по вращающимся роликам, как по неприводному роликовому конвейеру. Ролики расположены в несколько горизонтальных рядов. При движении лист постепенно выходит из контакта с роликами и падает на зеркало штампа, где с помощью фиксаторов ориентируется.

Автоматические стеллажи. Автоматические и автоматизированные стеллажи используются для автоматизации процессов штамповки из сортового проката на крупных горячевысадочных автоматах, при отрезке заготовок на сортовых ножницах и т. д. Процесс отделения одной прутковой заготовки от пачки прутков здесь проще, чем в листо- и полосоукладчиках, так как не происходит

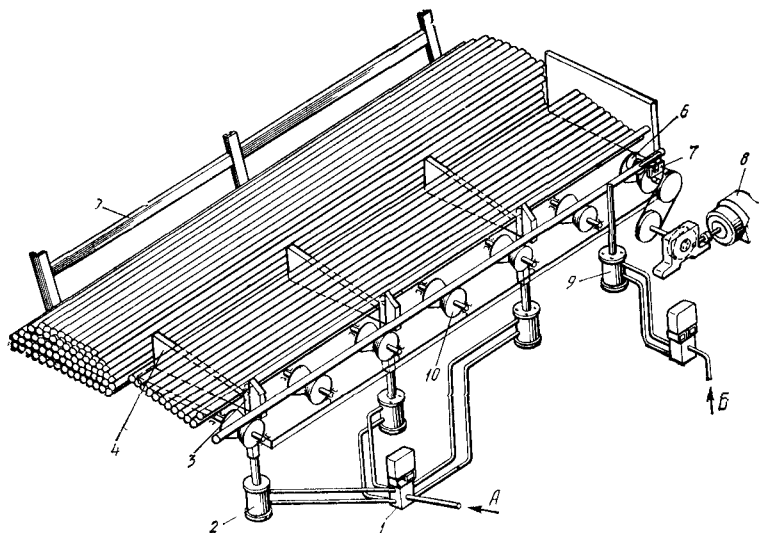


Рис. 2.20. Автоматизированный стеллаж

слипания заготовок. Однако при подаче прутков также необходимо предотвратить подачу одновременно двух заготовок (прутков) в рабочую зону.

На основание 5 автоматизированного стеллажа (рис. 2.20) краном укладывают прутки. С помощью ворошителя, совершающего возвратно-поступательные перемещения в вертикальном направлении, часть прутков выкачивается на наклонные поверхности 4 ворошителя. Первый пруток, скатываясь по наклонным плоскостям ворошителя, попадает в вилки захватов 3. Поворачиваясь одновременно, вилки захватов 3 переносят пруток на ролики 10 приводного роликового конвейера. В это время прижимной ролик 6 поднят. После попадания прутка на ролики 10 подается команда на опускание прижимного ролика 6, который с помощью пневмоцилиндра 9 прижимает пруток к первому приводному ролику. Подается команда на включение электродвигателя 8 привода конвейера, и пруток начинает перемещаться в рабочую зону автомата или сортовых ножниц. Первый ролик вращается постоянно, поэтому, если пруток упирается в упор ножниц, ролики проскальзывают по поверхности прутка. После того как пруток выйдет из контакта с

прижимным роликом 6, от конечного выключателя 7 подается команда на подъем прижимного ролика и вслед за этим — команда на подъем вилок захватов с помощью пневмоцилиндров 2. Управляют работой пневмоцилиндров 2 через электропневмоклапаны 1. Привод рольганга осуществляется от электродвигателя 8 через червячный редуктор и цепную передачу.

ГЛАВА 3

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ШТАМПОВКИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ШТУЧНЫХ ЗАГОТОВОК

3.1. АВТОМАТИЧЕСКИЕ БУНКЕРНЫЕ ЗАХВАТНО-ОРИЕНТИРУЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

Средства автоматической загрузки прессов штучными заготовками — это комплекс механизмов и устройств, предназначенных для поштучной автоматической подачи заготовок на рабочую позицию с заданной производительностью и необходимой точностью.

Структурно в состав средств автоматизации пресса входят (рис. 3.1): автоматическое бункерное захватно-ориентирующее устройство 1, накопитель 2, механизм поштучной подачи 3 и питатель 4.

Автоматическое бункерное захватно-ориентирующее устройство (АБЗОО) состоит из нескольких механизмов и устройств для поштучного захвата заготовок, находящихся в бункере навалом, ориентирования их в заданное положение и поштучной выдачи их в магазин или лоток.

Все применяемые накопители можно условно разделить на три группы: магазины, лотки и штабельные устройства.

Магазин — устройства для накопления заготовок в ориентированном положении с целью компенсации колебаний производительности бункерного устройства и для их транспортирования с заданной производительностью к питателю.

Лоток — механизм для транспортирования заготовок к прессу и от него. Лоток может обеспечивать изменение

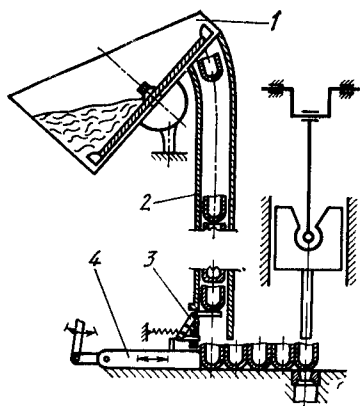


Рис 3.1. Автоматизированная загрузка прессы штучными заготовками

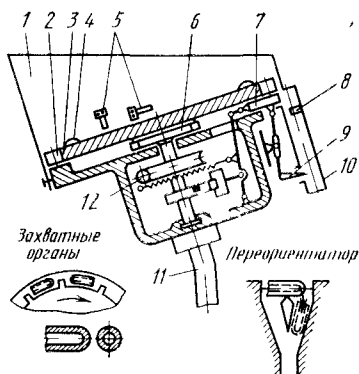


Рис 3.2 Структурная схема основных конструктивных элементов АБЗОУ

ориентации всего потока ориентированных заготовок. Так же как и магазин, лоток обеспечивает запас правильно ориентированных заготовок для бесперебойной работы прессы.

Штабельные устройства будут описаны ниже.

Механизм поштучной выдачи заготовок (отсекатель) отделяет от общего потока штучных заготовок в магазине или лотке одну или при необходимости несколько ориентированных заготовок для их последующей подачи питателем в рабочую зону прессы. Отсекатель — цикловой механизм, который получает движение от распределительного вала или привода прессы. Работа отсекаателя должна быть всегда синхронизирована с движением рабочего органа прессы.

Питатель — механизм для подачи штучных ориентированных заготовок непосредственно в рабочую зону прессы в соответствии с цикловой диаграммой работы прессы. Питатель может приводиться в движение или от общего привода и распределительного вала прессы, или от индивидуального привода. Поскольку питатель — цикловой механизм, его работа должна быть синхронизирована с движением рабочего органа прессы.

Автоматические бункерные захватно-ориентирующие устройства (АБЗОУ) для штучных заготовок несмотря

на большое разнообразие их конструкций, зависящих от формы и размеров подаваемых заготовок, работают по одному и тому же принципу и имеют аналогичную структуру конструктивных элементов (или узлов). Для примера рассмотрим работу карманно-дискового АБЗОУ с прямоугольными захватными органами (рис. 3.2). Такое АБЗОУ предназначено для захвата и ориентации заготовок, имеющих форму удлиненного стакана. Рассмотрим основные конструктивные элементы, обеспечивающие его нормальную работу.

В бункер 1 заготовки засыпаются навалом в количестве, необходимом для непрерывной работы пресса в течение заданного времени. Для высокопроизводительных прессов (производительностью 100—150 шт/мин) число заготовок в бункере может достигать до 5000 шт.

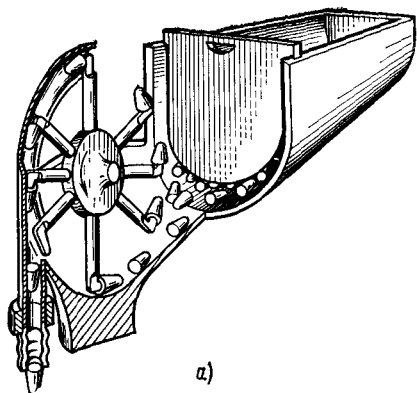
Дно и стенки бункера наклонены к горизонту, в результате чего отдельные заготовки под действием собственного веса движутся к захватным органам 2 по наклонному вращающемуся диску 3, пересыпаются и одновременно перемешиваются выступами 4, занимая положение, благоприятное для их захвата.

Захватные органы 2 (в данном случае — прямоугольные карманы во вращающемся диске) осуществляют поштучный захват и начальное ориентирование заготовок.

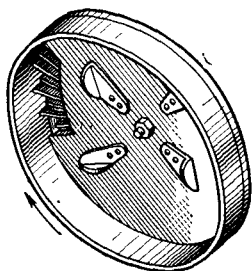
Число захватных органов зависит от формы и размеров заготовки, способа захвата и требуемой производительности бункера и может достигать до нескольких сотен. В рассматриваемом примере заготовки после захвата могут оказаться в одном из двух возможных положений: дном вперед или открытой частью вперед в направлении вращения.

Неправильно захваченные заготовки удаляются плоскими пружинами 5, прикрепленными к стенке бункера 1. Первая пружина удаляет стоящие вертикально заготовки, а вторая сбрасывает в бункер с поверхности диска свободно лежащие заготовки, не попавшие в карман, или лежащие в кармане с перекосом.

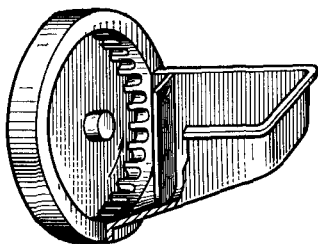
В приемник 7 заготовки поступают в первично ориентированном положении, т. е. либо дном вперед, либо открытой частью вперед. Попадая на призму 8 переориентатора, заготовки приобретают требуемое положение — дном вперед — и продолжают движение из приемника 7 в лоток-магазин 10.



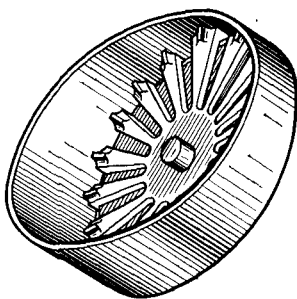
a)



б)



в)



г)

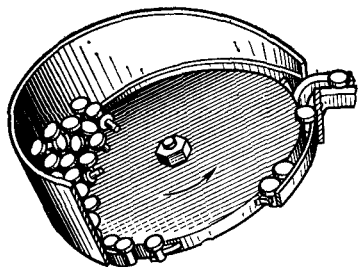


Рис. 3.3. Бункеры для поштучного захвата и ориентации заготовок

С помощью блокирующего устройства 9 предотвращается переполнение заготовками лотка-магазина 10.

Амортизатор-вибратор 6 предохраняет АБЗООУ от поломок при случайных перегрузках или застреваний заготовок, а также устраняет случайные застревания вследствие перевода диска в режим колебательного движения (возвратно-вращательного).

Привод 12 обеспечивает приведение в движение всех механизмов АБЗОУ: диска 3, амортизатора-вибратора 6, блокирующего устройства 9

Вся конструкция АБЗОУ закреплена на стойке 11.

Классификация АБЗОУ. Все АБЗОУ делятся на три большие группы: с захватом и ориентацией заготовок поштучно, с захватом и ориентацией группы заготовок и с захватом и ориентацией потока заготовок. В основном все АБЗОУ отличаются по форме захватных органов и конструкции бункера, которая зависит от формы и размеров подаваемых к прессу заготовок.

К первому типу бункеров (рис 3.3) относятся крючковые (а), карманчиковые наклонные (б), карманчиковые вертикальные (в) и зубчатые бункеры (г, д)

Ко второму типу (рис 3.4) относятся щелевые (а), секторные (б), бункеры с подвижными полувтулками (в), бункеры с щетками (г) и с лопастями (д)

К третьей группе бункеров относятся вибрационные бункеры (рис. 3.5).

В основе работы бункера лежит принцип вероятности захвата заготовки из общей массы, находящейся в бун-

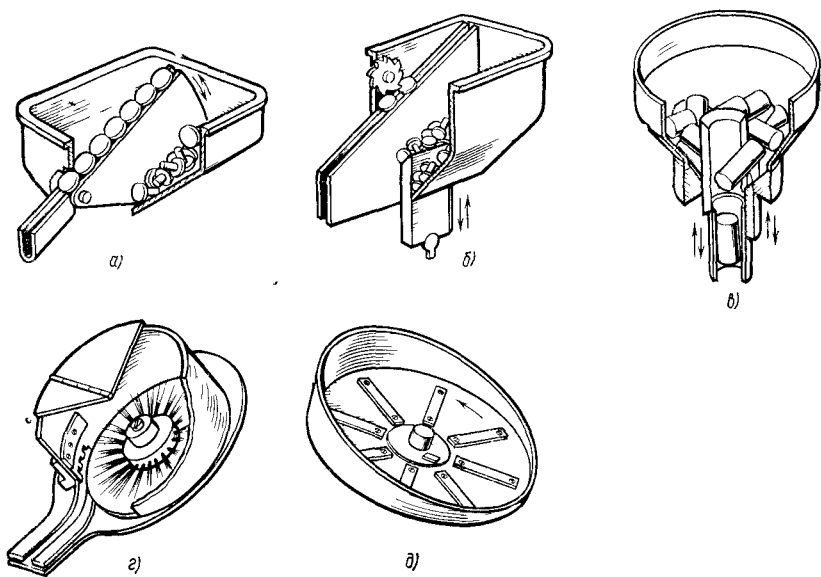


Рис. 3.4. Бункеры для захвата и ориентации группы заготовок

кере навалом. Так как заготовки находятся в неопределенном (произвольном) положении, то только некоторые из них окажутся в оптимальном для захватного органа положении. Таким образом, производительность АБЗОО, под которой понимается число заготовок, поступающих в лоток в единицу времени, зависит от способа захвата заготовок и от конструкции захватных органов.

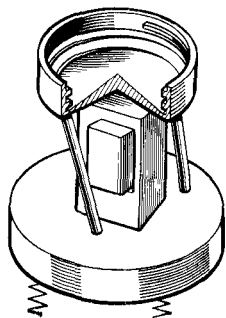


Рис. 3.5. Бункер для захвата и ориентации потока заготовок

По теории вероятности захват заготовок, как бы ни была мала его вероятность, обязательно произойдет. Принимая некоторые конструктивные меры и учитывая действующие на заготовку силы, можно создать доминирующие факторы, повышающие степень подготовленности заготовок к захвату и тем самым повысить вероятность захвата заготовок. Комплекс таких конструктивных мер называется подготовкой к захвату.

Конфигурация бункера определяется условиями непрерывного движения заготовок и необходимостью подготовки их в процессе движения к захвату. Например, в карманчиковом наклонном бункере (рис. 3.6 а) попада-

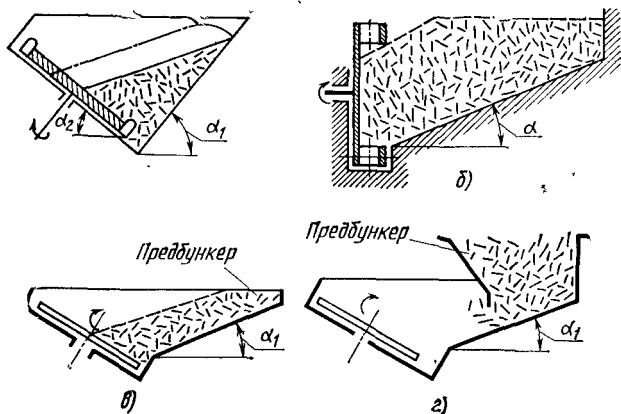


Рис. 3.6. Углы наклона бункера и диска (а, б) и формы предбункеров (в, г)

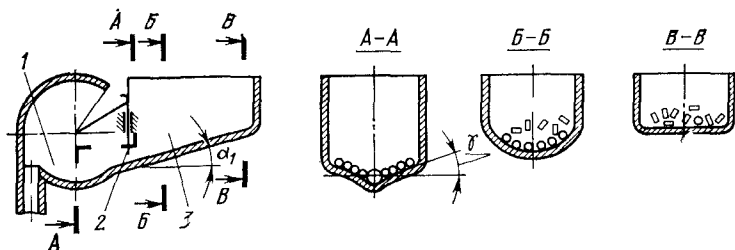


Рис. 3.7. Способ подготовки заготовок к захвату

ние заготовок в захватные органы происходит в самой нижней точке бункера. При этом вся масса заготовок перемещается как по диску, так и по стенкам бункера. Практически углы α_1 и α_2 берутся равными 45° .

При большом количестве заготовок давление всей массы заготовок на диск с захватными органами может оказаться чрезмерным. В этом случае рекомендуют устанавливать дополнительные предбункера. Угол наклона дна предбункера α_1 (рис. 3.6, в, г) к горизонту должен обеспечить свободное движение заготовок и составляет не менее $30-35^\circ$.

Подготовка к захвату. В крючковых бункерах, например, важное значение имеет конфигурация дна предбункера 3 (рис. 3.7). В сечении В—В дно плоское, в сечении Б—Б скруглено, а в сечении А—А бункера 1 в дне выполнена канавка по диаметру заготовки. Угол наклона днища бункера $\gamma = 15 \div 20^\circ$, а угол наклона предбункера $\alpha_1 = 30 \div 45^\circ$. В зоне перехода предбункера в бункер выполнено устье 2 предбункера, имеющее меньшую площадь проходного сечения, чем предбункер, что снижает давление всей массы заготовок на захватные органы и обеспечивает более стабильную работу бункера.

Производительность АБЗОУ. Различают теоретическую и действительную производительность АБЗОУ. Под теоретической производительностью понимают число заготовок, которое может выдать АБЗОУ в единицу времени. Действительной производительностью называют реальное число заготовок, которое выдает бункер в единицу времени.

Теоретическая производительность

$$Q_T' = a_1 a_2 n,$$

где a_1 — число параллельных рядов захватных органов; a_2 — число заготовок, захватываемых за один рабочий цикл захватным органом, шт.; n — число рабочих циклов (оборотов, ходов) в 1 мин.

При расчете теоретической производительности АБЗОУ с вращающимися захватными органами вместо величины n берут число оборотов диска или ротора с крючками, а для АБЗОУ с возвратно-поступательным или возвратно-вращательным движением захватных органов (секторное, ножевое и т. п.) берут число поворотов или перемещений сектора, ножа, полувтулок и т. п.

Для АБЗОУ с вращающимися захватными органами (дисковые, крючковые и т. п.):

$$a_2 = 2\pi R/m_3$$

и

$$n = 30v(\pi R).$$

Следовательно,

$$Q_T = 60va_1/m_3,$$

где R — радиус захватного органа (по линии, проходящей через центры тяжести заготовок), мм; m_3 — шаг захватных органов на диске или роторе, мм; v — окружная скорость захватных органов, мм/с.

Отношение действительной производительности к теоретической называется коэффициентом выдачи:

$$Q_d/Q_T = \eta.$$

В зависимости от типа АБЗОУ коэффициент выдачи равен 0,8—0,3. Действительная производительность бункера должна быть на 5—25 % выше производительности пресса, около которого устанавливается АБЗОУ.

Объем бункера. Рабочий объем чаши бункера V , обеспечивающий непрерывность работы бункера в течение назначенного времени

$$V = 1/(k_1 V_0 Q_d t_p),$$

где V_0 — объем одной заготовки, мм³; Q_d — действительная производительность бункера, шт/мин; t_p — время работы бункера без загрузки, мин; k_1 — коэффициент заполнения объема чаши бункера.

Время работы бункера без загрузки зависит от размеров заготовки и обычно принимается равным 60—120 мин. Коэффициент заполнения зависит от отношения длины заготовки к ее диаметру (или к максимально-

му размеру сечения) и с увеличением этого отношения с 1 до 3 уменьшается с 0,73 до 0,57.

При необходимости увеличения продолжительности работы бункера без загрузки следует установить предбункер, объем которого определяют по формуле

$$V_{\text{пб}} = k_2 V,$$

где k_2 — коэффициент увеличения продолжительности работы бункера без загрузки, V — объем бункера, мм³.

Расчет захватных органов бункера. Заготовка, сортированная и подготовленная к захвату, под действием силы тяжести и сил трения должна попасть в карман захватного органа, который перемещается с окружной скоростью v . Поэтому размеры захватного кармана должны быть всегда несколько больше размеров заготовки.

Шаг захватных органов дискового бункера (рис. 3.8) определяется толщиной перемычки b , диаметром заготовки d и зазором по шагу Δd , т. е.

$$m = b + d + \Delta d.$$

Зазор по шагу должен быть таким, чтобы заготовка успела попасть на позицию захвата до подхода перемычки захватного органа. Время, необходимое для перемещения заготовки, скользящей по стенке бункера, которая наклонена под углом β к горизонту, определяется уравнением равноускоренного движения:

$$t = \sqrt{2s/a}.$$

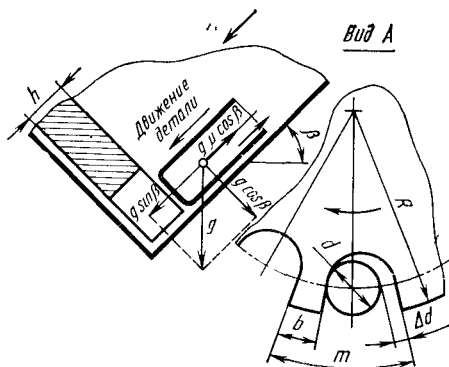


Рис. 3.8. Расчеты, схема карманчико-
вого захвата

где s — путь заготовки;

$$a = g(\sin \beta - \mu \cos \beta)$$

— суммарное ускорение, действующее на заготовку; μ — коэффициент трения скольжения; β — угол наклона стенки бункера к горизонту.

Минимальный путь заготовки, очевидно, равен h — толщине диска, поэтому время попадания заготовки в карман

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g(\sin \beta - \mu \cos \beta)}}.$$

За этот же отрезок времени t захватный карман, движущийся с постоянной окружной скоростью v , должен пройти путь равный или меньший, чем зазор по шагу, в противном случае заготовка не успеет попасть в карман, $vt \leq \Delta d$:

$$m \geq b + d + v \sqrt{\frac{2h}{g(\sin \beta - \mu \cos \beta)}}.$$

Заметив, что

$$v = \omega R = \pi R n / 30$$

и подставив (3.14) в (3.13), получим:

$$m \geq b + d + \frac{\pi R n}{30} \sqrt{\frac{2h}{g(\sin \beta - \mu \cos \beta)}}.$$

По аналогичному принципу выполняется расчет крючковых, зубчатых и других бункеров с вращающимися захватными органами.

Вибрационные загрузочные устройства. В последнее время очень широкое распространение получили вибрационные бункерные устройства с наклонной плоскостью, которая колеблется возвратно-поступательно или возвратно-вращательно.

На рис. 3.9 показано АБЗОО вибрационного типа. Детали засыпаются в бункер, состоящий из чаши 1 со спиральным лотком и конусообразным дном 2. Чаша центрируется колонкой 9, установленной на основании 7. Дно 2 опирается на три многослойные подвески-пружины 12, которые одним концом крепятся к дну чаши через держатели 3 якорей 4 электромагнита 5, а другим

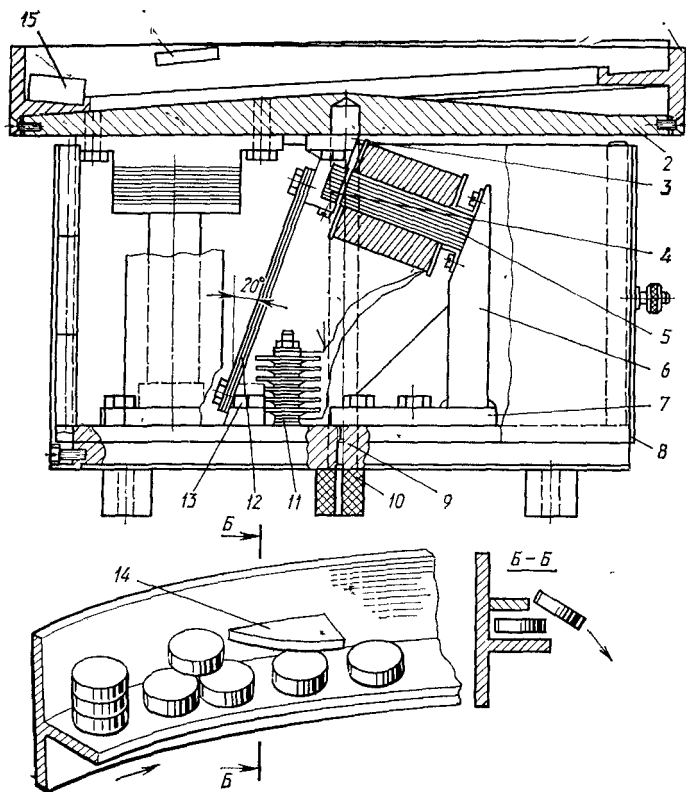


Рис. 3.9. Вибрационное АБЗОВ

концом — к основанию через держатели 13. Кронштейн 6, закрепленный на основании 7, удерживает электромагниты 5. Электромагниты питаются через селеновые выпрямители 11. Вибробункер установлен на резиновых амортизаторах 10. Привод закрыт кожухом 8.

При питании электромагнитов однополупериодным выпрямленным напряжением чаша бункера получает возвратно-вращательные колебания. При этом заготовки 15, находящиеся на дне бункера, начинают перемещаться по спиральному лотку вверх. На своем пути вверх заготовки встречают сбрасыватель 14, который сбрасывает обратно в чашу бункера неправильно ориентированные заготовки или заготовки, лежащие друг на друге.

Режим движения заготовки вверх по лотку регулируют, изменяя силу тока. При этом могут быть следующие режимы движения заготовки: с проскальзыванием по лотку, с подбрасыванием и режим с непрерывным полетом.

Отсутствие вращающихся рабочих дисков или захватных органов с маятниковым или возвратно-поступательным перемещением позволяет применять вибробункеры для подачи тонкостенных и хрупких заготовок.

Накопители. К накопителям относятся магазины, лотки и штабельные устройства. Если магазины применяют только для подачи заготовок к прессу, то лотки используют как в устройствах для подачи заготовок к прессу, так и в устройствах удаления полученных деталей в тару.

Магазины применяются для накопления определенного числа ориентированных заготовок, которые перемещают к питателю под действием силы тяжести или принудительно.

В магазины заготовки либо поступают автоматически из бункера, либо закладываются вручную. Ручная закладка заготовок применяется в том случае, если размеры или конфигурация заготовок не позволяют применить бункер либо если интенсивное перемешивание заготовок в бункере может вызвать повреждение поверхности или изменение формы заготовки.

Магазины с укладкой заготовок вручную (кассеты) бывают прямые и наклонные (рис. 3.10 а, б). Магазины с автоматическим поступлением заготовок из бункера обычно изготавливают в виде жестких или гибких труб, и они могут иметь прямую или изогнутую форму (рис. 3.10 в, г) в зависимости от расположения автоматизирующих устройств. Такие магазины называют трубчатыми.

Для удобства наблюдения за перемещением заготовок в жестких магазинах предусматривают пазы шириной 3—8 мм.

Гибкие и жесткие трубчатые магазины применяют в основном для подачи цилиндрических или близких к ним по форме сплошных и полых заготовок диаметром более 20 мм и длиной до 80 мм с соотношением $d/l=0,12 \div 1,0$ при условии, что они не заклиниваются и не входят одна в другую. При $d/l < 0,12$ в местах изгиба трубки возможно заклинивание подаваемых заготовок, а при

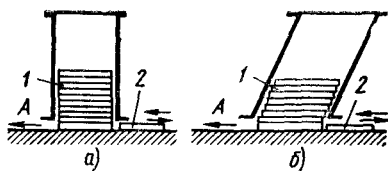
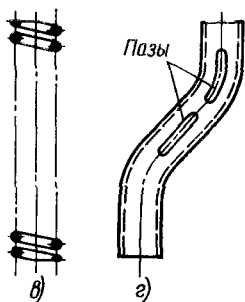


Рис. 3 10. Типы магазинов:
1 — стопка заготовок, 2 — шибер, А — направление подачи заготовок



$d/l > 1,0$ заготовки могут не только застревать, но и изменять ориентированное положение.

Лотки, применяемые в загрузочных устройствах, весьма разнообразны по конструктивному оформлению. Следует отметить, что помимо накопления подаваемых заготовок лотки в ряде случаев используются и для вторичной ориентации заготовок.

В лотках перемещение заготовок происходит под действием сил тяжести. Лотки подразделяются на лотки-склизы и лотки-скаты (рис. 3.11). Для изменения положения заготовок в пространстве (для их переориентирования) применяются криволинейные, винтовые и змейковые лотки (рис. 3.11, н—п).

Штабельные устройства (рис. 3.12) используют главным образом для стержневых изделий с большим отношением длины к диаметру (толщине), т. е. для стержневых деталей и прутков. Штабельные накопители бывают с ворошителем и без ворошителя.

Устройства ориентации. Устройства ориентации бывают двух видов: первичного ориентирования, которые предусматриваются в конструкциях захватных органов АБЗОУ, и вторичного ориентирования или переориентации. Устройства вторичного ориентирования устанавливаются либо перед окном выдачи АБЗОУ, либо в при-

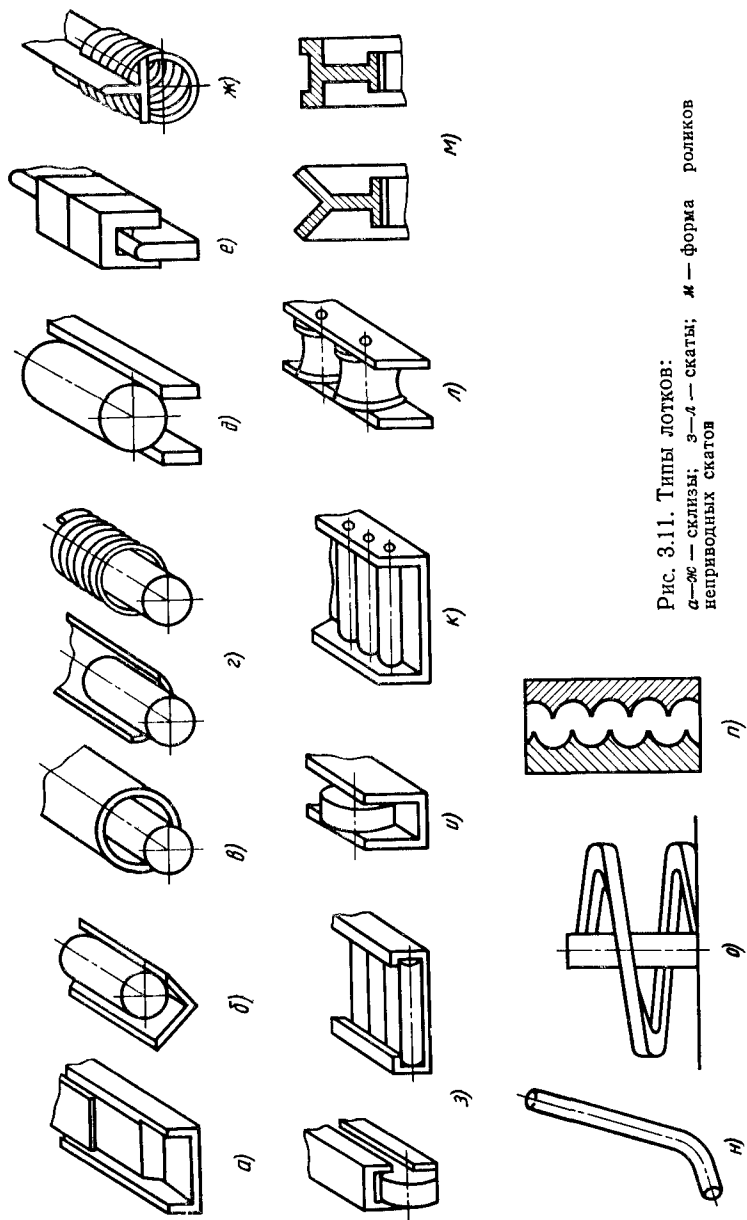


Рис. 3.11. Типы лотков:
а—ж — склизы; з—л — скаты; м — форма роликов
неприводных скатов

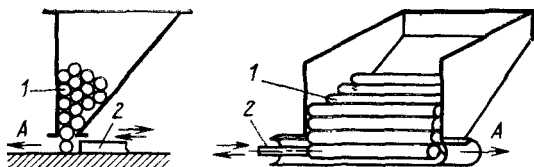


Рис. 3.12. Штабельные устройства без ворошителя.
1 — прутки; 2 — шибер; А — направление подачи прутков

емнике АБЗОУ. В некоторых случаях вторичная ориентация деталей и заготовок выполняется с помощью лотков-накопителей.

Обычно неправильно ориентированные заготовки сбрасываются обратно в бункер. На рис. 3.13 показаны способы удаления обратно в бункер неправильно ориентированных заготовок в вибрационных АБЗОУ. Такими простыми конструктивными элементами оснащаются все АБЗОУ. В том случае, если заготовки находятся в одном из двух устойчивых положениях, например донышком вперед или донышком назад, то вторичное ориентирование может быть выполнено в приемнике АБЗОУ, как показано на рис. 3.2.

3.2. ПОДАЮЩИЕ И ПЕРЕДАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

Подающие устройства штучных заготовок предназначены для подачи ориентированной заготовки с позиции загрузки и установки ее на рабочую позицию штамповки в ориентированном положении. Для передающих устройств позицией загрузки служит рабочая позиция предыдущей штамповочной операции. Это обуславливает возможность использования в качестве подающих и передающих устройств одних и тех же средств автоматизации и механизации.

Классификация и выбор типа устройства. В зависимости от характера движения захватных органов, перемещающих заготовки с позиции загрузки в рабочую зону, подающие и передающие устройства разделяются на шиберные, револьверные, грейферные, механические руки и манипуляторы.

Шиберные подачи используются, как правило, при однопозиционной штамповке, когда деталь штампуется «напровал» или после штамповки продвигается самим

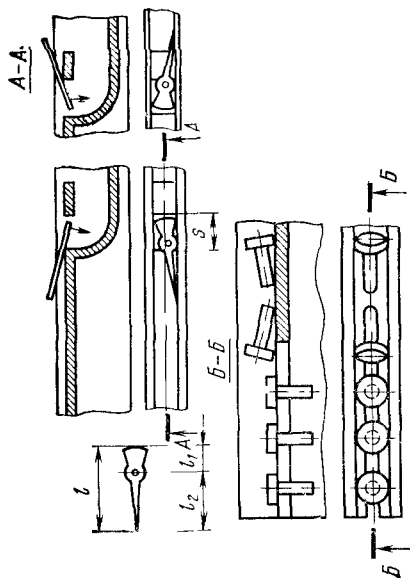
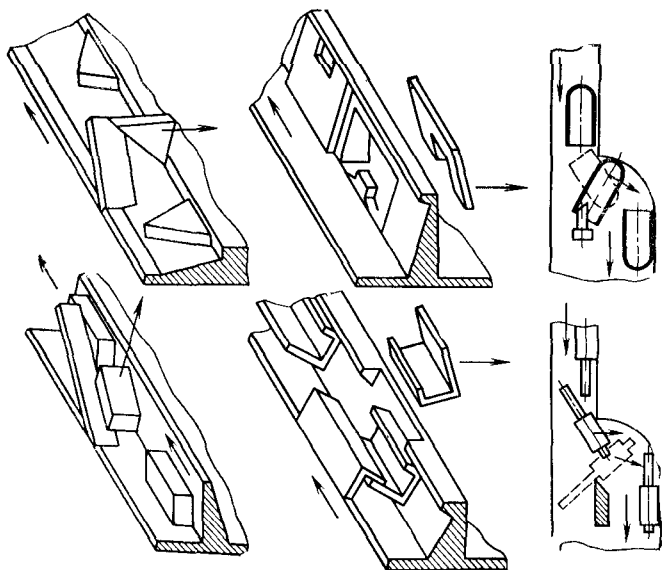


Рис. 3.13. Способы удаления неправильно ориентированных заготовок в вибрационных АБЗООУ

захватным органом (шибером) в направлении его движения для удаления или на другую позицию.

Захватный орган шиберных подающих устройств имеет возвратно-поступательное прямолинейное или маятниковое движение, а заготовка перемещается в одной плоскости.

В револьверных подачах захватный орган — револьверный диск — периодически поворачивается в одном направлении, а заготовки, так же как в шиберных подачах, перемещаются в одной плоскости. При применении таких подач штамповка может осуществляться «напровал», с обратным заталкиванием заготовки в диск и без перемещения ее в диске.

Для грейферных передающих устройств характерно периодическое движение захватного органа — грейферных линеек — по замкнутому контуру либо в одной плоскости (одно- и двухкоординатные грейферные подачи), либо в двух взаимно перпендикулярных плоскостях (трехкоординатные подачи). Эти устройства применяются для транспортирования плоских и объемных заготовок при многопозиционной штамповке в последовательных шагах или в установленных последовательно однооперационных штампах.

В механических руках и манипуляторах захватные органы совершают сложное периодическое движение в нескольких плоскостях, а заготовки перемещаются по ломаной или плавной траектории.

Кузнечно-штамповочное производство характеризуется широким применением манипуляторов и промышленных роботов, позволяющих автоматизировать технологические процессы в условиях серийного и мелкосерийного производства.

Рассмотренные в гл. 2 устройства для подачи полос и листов в принципе также можно отнести к устройствам для подачи штучных заготовок, если полоса или лист — исходные заготовки для штамповки из них одной детали. Однако наиболее характерно применение этих устройств в качестве питающих при штамповке нескольких деталей.

При автоматизации процессов штамповки длинномерных поковок на горизонтально-ковочных машинах используются устройства для переноса заготовок из ручья в ручей.

Простейшее средство, позволяющее перемещать за-

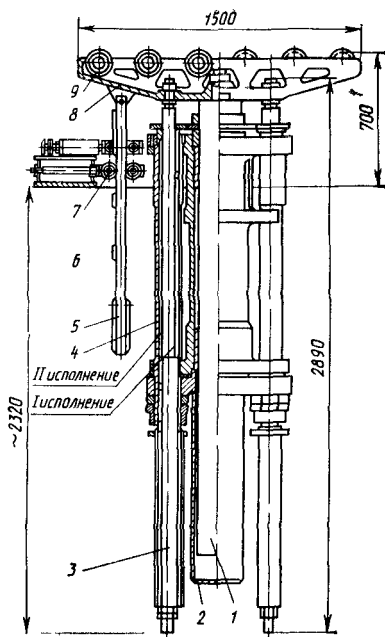


Рис 3 14 Подъемный стол

готовку и удерживать ее в процессе штамповки — подъемный стол (рис. 3.14). Заготовка устанавливается на стол 8 с роликами 9. Подъем и опускание стола осуществляются штоком 1 пневматического цилиндра 2. Положение стола фиксируется относительно ручьев штампа с помощью запирающего устройства, которое состоит из двух гидравлических цилиндров 4 со штоками 3, рейки 5 с кулачками 6, воздействующих через ролик 7 на управляющий кран. Перемещение стола, а также число остановок регулируются изменением расстояния между кулачками. При набегании кулачка 6 на ролик происходит запираение жидкости в полости цилиндра 4 и стол останавливается у соответствующего ручья.

Привод всех механизмов осуществляется от рабочего вала машины с помощью цепной передачи.

Шиберные подачи (питатели). Они применяются для подачи плоских заготовок толщиной свыше 0,5 мм и размерами в плане до диаметра 250 мм, а также цилиндрических и прямоугольных заготовок высотой до 100 мм.

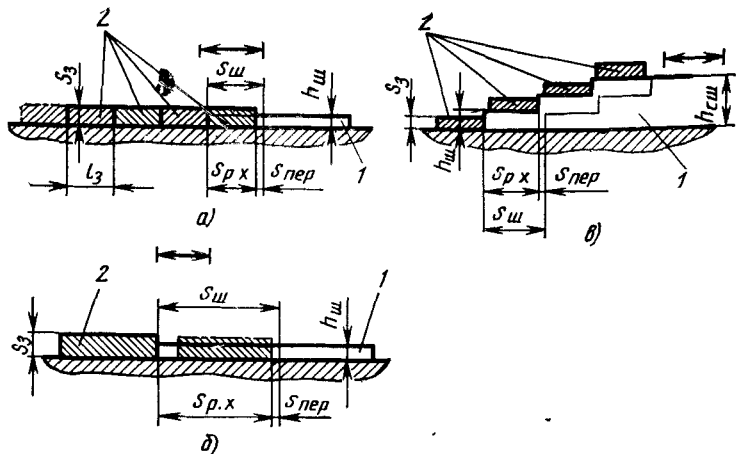


Рис. 3.15. Способы подачи заготовок шиберными подающими устройствами

Параметры шиберных питателей регламентированы ГОСТ 15824—81. Шиберные подачи отличаются величиной подачи, формой шибера в месте контакта с заготовкой, а также типом привода и преобразующего механизма.

В зависимости от величины подачи, т. е. от расстояния между позициями загрузки и штамповки, заготовки можно подавать различными способами (рис. 3.15).

При величине подачи $S_{р.х}$, равной ходу шибера $S_{ш}$, заготовки подают поштучно (рис. 3.15, б). Если это расстояние превышает ход шибера 1 , то заготовку 2 перемещают либо последовательными ходами, когда одна заготовка перемещается следующей за ней заготовкой — подача «дорожкой» (рис. 3.15, а), либо со смещением заготовки в вертикальной плоскости — подача «каскадом» (рис. 3.15, в).

Работа шиберных подач зависит от качества исходной заготовки и прежде всего от плоскостности и наличия заусенцев. Неплоские заготовки могут заклиниваться в магазине. При подаче «дорожкой» значительные отклонения от плоскостности приводят к «налезанию» одной заготовки на другую. Заусенцы на заготовках не допускаются, так как возможно сцепление заготовок между собой, что затрудняет разделение заготовок шибером при захвате из магазина.

Захватный орган шиберной подачи — шибер — может иметь возвратно-поступательное или маятниковое движение, а его захватные элементы — форму открытого или закрытого трафарета. Шиберы с закрытым трафаретом не нашли широкого применения из-за большой трудоемкости их переналадок.

Привод шиберной подачи может быть от вала, ползуна пресса, или индивидуальным, чаще всего пневматическим. Привод от вала или ползуна пресса допускает более высокие скорости перемещения заготовок и не требует применения систем синхронизации работы подачи и пресса. В то же время при индивидуальном приводе ход шибера не зависит от хода пресса и потому место загрузки заготовок может быть удалено на значительное расстояние от рабочей зоны пресса. Такой привод позволяет повысить точность позиционирования заготовок вследствие плавного их перемещения и возможности торможения в конце хода шибера. При использовании индивидуального привода всегда можно обеспечить поштучную подачу заготовок, в то время как при движении шибера от ползуна или вала пресса предпочтительнее подача «дорожкой».

Конструкция шиберной подачи с индивидуальным пневматическим приводом приведена на рис. 3.16. Сменный шибер, соответствующий форме подаваемых заготовок, крепится к ползушке 2, получающей движение от пневматического цилиндра 7 через шарнирную тягу 3.

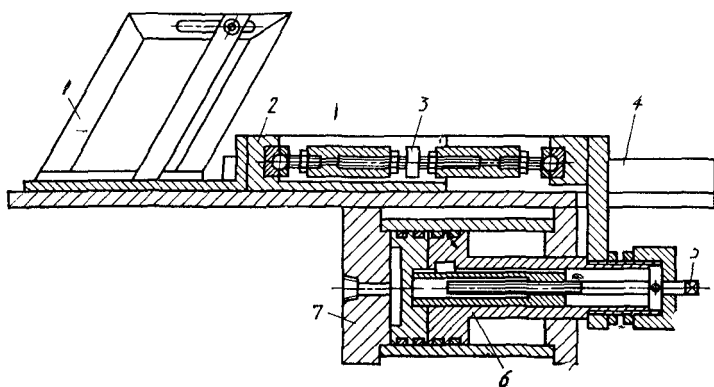


Рис. 3.16. Шиберная подача с индивидуальным пневматическим приводом

Ход шибера регулируют с помощью винта 5, который раздвигает составной поршень 6. Ползушка 2 перемещается возвратно-поступательно в направляющих 4. Ее исходное положение регулируют, изменяя длину шарнирной тяги 3.

Работает устройство следующим образом. Исходные заготовки укладываются в магазин 1, который имеет передвижные регулируемые стенки. При ходе ползушки шибер отделяет от стопы нижнюю заготовку и перемещает ее в зону штампа. Синхронизация работы шиберной подачи и пресса осуществляется с помощью конечных выключателей.

Технические данные типовых шиберных устройств серии ПШ с пневматическим приводом приведены ниже.

Шиберная подача	ПШ-1	ПШ-2
Ход шибера, мм	100	250
Размеры подаваемых заготовок, мм:		
круглых	35—90	90—240
прямоугольных	35×90	90×240
Наименьшая толщина заготовки, мм	0,5	1,0
Наибольшая высота стопы, мм	200	300
Производительность, шт/мин	100	70

Возможно встраивание шиберных подач в штамп (рис. 3.17). Привод такой подачи осуществляется от ползуна пресса при его движении вверх. При этом клинья 5 освобождают ползушку 6 и она под действием пружины 7 перемещает шибер 4 влево. Шибер протал-

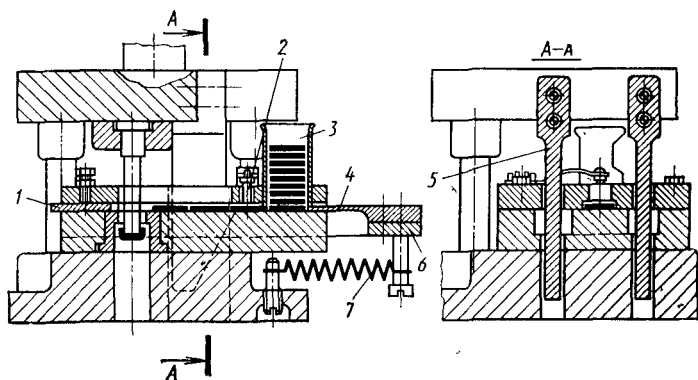


Рис. 3.17. Штамп-автомат с шиберной подачей

клинь и нижнюю заготовку из магазина 3 на шаг подачи и крайняя левая заготовка доходит до упора 1. Для повышения точности позиционирования в штампе предусмотрен прижим 2, который создает дополнительные сопрогибания движению заготовки. Ход шибера регулируют заменяя клинья 5.

При расчете шиберных подач определяют ход шибера, толщину его и усилие, требуемое для проталкивания заготовок из магазина.

Ход шибера

$$S_{\text{ш}} = S_{\text{рх}} + S_{\text{пер}},$$

где $S_{\text{рх}}$ — рабочий ход шибера; $S_{\text{пер}}$ — перебег шибера, устанавливаемый конструктивно (см. рис. 3.15).

Рабочий ход шибера зависит от длины заготовки l_3 и направлении подачи и способа ее перемещения: при подаче заготовок поштучно и «каскадом» $S_{\text{рх}} \approx l_3$, а при подаче заготовок «дорожкой» $S_{\text{рх}} \geq l_3$.

Толщина шибера при подаче поштучно или «дорожкой»

$$h_{\text{ш}} = (0,6 \div 0,8) S_3,$$

где S_3 — толщина заготовки.

В случае подачи «каскадом» высота ступени шибера

$$h_{\text{сш}} = (2 \div 3) S_3,$$

а общая высота ступенчатого шибера

$$h_{\text{ш}} = n h_{\text{сш}},$$

где n — число ступеней шибера.

При работе шиберных подач с магазинными устройствами необходимо определять усилие, требуемое для проталкивания заготовок из полностью загруженного магазина. Это усилие может быть определено с достаточной точностью

$$Q_{\text{пр}} = 2\beta\mu G_N \cos \alpha + G_{\text{ш}} a/g,$$

где β — коэффициент запаса, учитывающий возможное слипание заготовок и принимаемый равным 1,5—2,0; μ — коэффициент трения скольжения; G_N — вес заготовок при максимальной загрузке магазина; α — угол наклона магазина; $G_{\text{ш}}$ — вес шибера и жестко связанных с ним деталей; a — ускорение, развиваемое в период разгона; g — ускорение свободного падения.

При проектировании шиберных подач с открытым трафаретом главная задача — обеспечение требуемой точности перемещения заготовки на позицию штамповки (точности позиционирования) при заданной производительности. Это зависит прежде всего от кинематических и динамических условий работы подачи. Следует выбирать такой закон движения шибера, при котором была бы обеспечена максимальная скорость подачи заготовок и высокая точность позиционирования. Необходимо, чтобы в начале движения шибера до момента соприкосновения с заготовкой скорость его была минимальной, а затем, после соударения с заготовкой, имело место плавное интенсивное нарастание скорости шибера. Это позволяет в кратчайшее время сократить разрыв между скоростями шибера и заготовки в момент их последующей встречи, когда шибер догонит отскочившую заготовку. Далее происходит равномерное движение шибера с заготовкой, а на завершающем этапе шибер движется с замедлением, обеспечивающим точное позиционирование заготовки на позиции штамповки.

Для обеспечения высокой точности позиционирования рекомендуется выбирать материал направляющих поверхностей с высокими фрикционными свойствами. Кроме того, для увеличения сил сопротивления при подаче плоских заготовок рационально применять неподвижные или подвижные прижимы.

Револьверные подачи. Они применяются для подачи плоских заготовок толщиной свыше 0,5 мм и объемных заготовок диаметром до 60 мм. Подачи состоят из следующих основных элементов: захватного органа — револьверного диска и привода с преобразующим механизмом. Загрузка револьверного диска может осуществляться вручную, либо с помощью магазинов или АБЗОУ. Удаление детали из гнезда диска осуществляется либо на рабочей позиции (штамповка напровал), либо вне рабочей зоны штампа — на холостой позиции, когда деталь после штамповки остается в гнезде диска.

Револьверные диски могут или выполнять только транспортные операции, когда с их помощью перемещают заготовки по рабочим и холостым позициям, или совмещать транспортные операции с рабочими, когда в гнезде револьверного диска устанавливают нижние части штампов и технологические усилия штамповки воспринимаются диском. Захватный орган револьверных

подач имеет значительные размеры, что приводит к появлению больших динамических нагрузок в период разгона и торможения диска. Это снижает точность установки гнезда диска на рабочей позиции при большом числе ходов пресса (свыше 50—70 в 1 мин). Поэтому ограничивают скорость перемещения диска по окружности гнезд величиной не более 0,8—0,9 м/с.

Для вращения револьверных дисков применяют приводы непосредственно от пресса (вала пресса или ползуна) или индивидуальные (электрические, гидравлические, пневматические или их сочетания).

Преобразующий механизм револьверной подачи должен осуществлять периодическое движение диска, что обеспечивается с помощью различных типовых механизмов: храповых, получервячных, фрикционных, зубчато-рычажных, мальтийских и др. Выбор схемы преобразующего механизма зависит в основном от типа применяемого в подаче привода. При использовании привода от вала пресса используют зубчато-рычажный механизм, получервячный и мальтийский. В случае привода от ползуна или индивидуального привода применяют храповые механизмы или осуществляется прерывание кинематической цепи вследствие встраивания специальных механизмов.

При выборе типа преобразующего механизма следует иметь в виду следующее.

Храповой механизм прост в изготовлении, но работает с ударами, и потому для повышения точности позиционирования необходимо предусматривать дополнительные устройства для фиксации и торможения диска. Точность позиционирования составляет 0,2—0,6 мм.

Получервячный механизм обеспечивает достаточно высокую точность (0,1—0,3 мм) и надежность фиксации диска. Но он сложен в изготовлении и недостаточно долговечен, особенно при транспортировании заготовок массой свыше 0,5 кг.

Фрикционный механизм (обгонная муфта) работает плавно и обеспечивает высокую точность позиционирования (0,1—0,3 мм) при достаточно большом числе ходов технологического оборудования (до 60—80 ходов в 1 мин), но он сложен и трудоемок в изготовлении и в его конструкции необходимо предусматривать устройства для торможения и фиксации диска.

Мальтийские механизмы получили распространение

в устройствах для подачи крупногабаритных заготовок. Эти механизмы работают плавно и не требуют дополнительных устройств для фиксации и торможения револьверного диска. Однако требуемая высокая точность изготовления и высокая чувствительность к зазорам в сопряжениях ограничивает область их применения.

Зубчато-рычажный механизм обеспечивает достаточно высокую точность позиционирования благодаря кинематическим свойствам самого механизма и не требуется высокой точности и качества его изготовления. Поддачи с такими механизмами могут работать при довольно большой скорости (120—150 ходов в 1 мин).

При применении механизмов, прерывающих кинематическую связь, точность позиционирования равна 0,3—0,5 мм.

Типовая револьверная подача с храповым механизмом периодического движения показана на рис. 3.18.

Револьверный диск 5, смонтированный на специальном основании, устанавливаемом на столе пресса, одновременно используется в качестве храпового колеса. Ведущее звено храпового механизма — собачка 2, укрепленная на ползушке 4, совершающей возвратно-поступательное перемещение в пазу плиты основания. Для точной фиксации револьверного диска на позиции обработки предусмотрены две фиксирующие собачки 1 и 3, оси которых вращаются в эксцентриковых втулках. Наличие эксцентриковых втулок позволяет смещать фиксирующие собачки по боковой поверхности револьверного диска и тем самым точно устанавливать ось гнезда диска относительно оси пресса и обеспечивать одновременное западание собачек в пазы револьверного диска.

Для гашения инерционных сил, возникающих в период разгона и торможения револьверного диска, устройство снабжено дисковым тормозом постоянного действия, который тормозит диск, создавая постоянный контакт между револьверным диском и ведущей собачкой, а также поглощает кинематическую энергию диска в момент прекращения действия на него ведущей собачки. Дисковый тормоз состоит из нажимного диска 8, стакана 6 и пружины 9.

Готовые изделия проталкиваются на позиции выгрузки механическим выталкивателем, который состоит из кронштейна 10, закрепленного на ползуне пресса, и передвижного стержня 11. В момент остановки револьверного

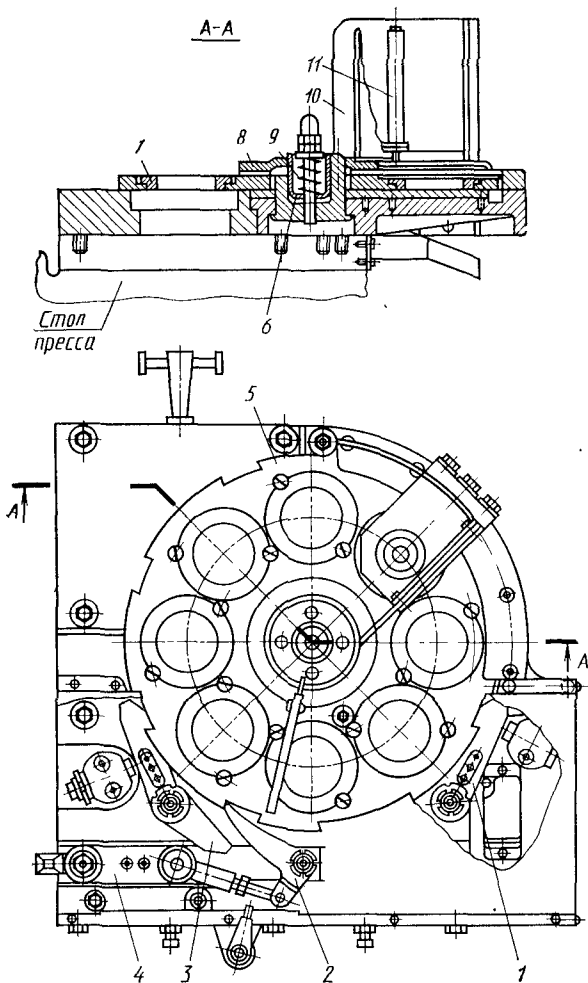


Рис. 3.18. Револьверная подача с храповым преобразующим механизмом

диска 5 передвижной стержень 11 проталкивает готовые заготовки через окно сброса и тем самым освобождает гнездо диска от изделий и предохраняет револьверный диск от заклинивания при его дальнейшем повороте.

В гнездах револьверного диска предусмотрены быстросменные вкладыши 7, внутренние отверстия которых

имеют конфигурацию, соответствующую конфигурации наружного контура заготовки.

В типовых револьверных подачах возвратно-поступательное прямолинейное движение ползушки 4 может осуществляться либо от коленчатого вала пресса через кривошипно-рычажный или кулисно-рычажный механизм, либо от пневматического цилиндра, шток которого шарнирно соединяется с ползушкой.

Характеристики типовых револьверных подач для однокривошипных прессов простого действия усилием 63—630 кН приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Технические характеристики типовых револьверных подач

Параметр	Типоразмеры					
	I	II	III	IV	V	VI
Диаметр, мм:						
гнезда под вставку	40	63	100	125	160	180
окружности центров	210	240	310	480	580	730
гнезд						
наружный, револьверного диска	290	350	470	700	820	1000
Число гнезд под вставку	8	8	8	10	10	10
Наименьшая толщина заготовки, мм	0,5	0,5	0,8	0,8	0,8	0,8
Производительность, шт/мин, при:						
приводе от пресса	100	88	68	55	45	36
индивидуальном приводе	—	—	50	40	40	—

При расчете револьверных подач определяют основные параметры револьверного диска (рис. 3.19) и тяговое усилие, необходимое для перемещения диска на один шаг.

Диаметр окружности центров гнезд диска

$$D_o = (d_r + b_n) / \sin(\alpha/2),$$

где d_r — диаметр гнезда; b_n — ширина перемычки по окружности центров гнезд; α — угол поворота диска за один ход пресса.

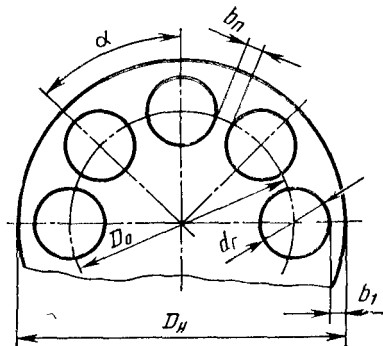


Рис. 3.19. Основные параметры револьверного диска

Ширина перемычки для круглых заготовок

$$b_n = (0,1 \div 0,3) d_r,$$

а для квадратных

$$b_n = (0,4 \div 0,5) l_3,$$

где l_3 — размер стороны квадратной заготовки.

Наружный диаметр диска

$$D_H = D_0 + d_r + 2b_1,$$

где b_1 — наименьшая ширина перемычки между гнездом и наружным диаметром диска.

Число гнезд m_1 в револьверном диске зависит от размеров заготовки и требуемой производительности. При большом числе гнезд угол поворота диска уменьшается и тем самым повышается надежность работы подачи. Однако это приводит к увеличению размеров диска, которые ограничиваются допустимой угловой скоростью, м/с,

$$V_d = \pi D_0 n / (60 m_1) \leq 0,8,$$

где n — число оборотов диска.

Толщина револьверного диска зависит от размеров загружаемых деталей и способа загрузки.

При ручной загрузке

$$h_d = (3 \div 5) d_p,$$

а при загрузке из магазина, когда диск служит эталонным телом,

$$h_d = (0,8 \div 0,9) d_r.$$

Тяговое усилие, необходимое для поворота диска на шаг подачи,

$$Q_p = (1/R) (M_T + Ja/R),$$

где R — радиус приложения тягового усилия; M_T — момент, развиваемый замкнутым тормозом; J — момент инерции диска и жестко связанных с ним частей; a — ускорение, развиваемое при разгоне диска.

Грейферные передающие устройства. Грейферные передающие устройства служат для автоматизации процессов многооперационной штамповки. Их можно использовать не только для транспортирования полуфабриката между позициями штамповки, но и для загрузки исходной заготовки и выгрузки готового изделия. Грейферные подачи позволяют автоматизировать работу как отдельных прессов, так и нескольких прессов, связанных в единый технологический комплекс.

Наиболее рационально устанавливать грейферные передающие устройства на универсальных блоках со сменными пакетами штампов для группы деталей, однотипных по конфигурации и технологии изготовления и близких по размерам. Устройства в этом случае должны быть переналаживаемыми.

При автоматизации технологических процессов листовой штамповки все более широкое применение находят многопозиционные автоматы, оснащенные грейферными передающими устройствами. Штамповка на многопозиционных автоматах по сравнению с пооперационной на отдельных прессах имеет ряд преимуществ: исключение промежуточного отжига вследствие того, что за время между переходами материал не успевает упрочниться, а коэффициенты вытяжки при достаточно большом числе позиций могут быть значительно уменьшены; повышение производительности в 5—10 раз и более. При этом любое отклонение качества изделий будет обнаружено на последней позиции штамповки на данном прессе и причина может быть сразу устранена и в брак пойдут лишь часть отштампованных изделий. При пооперационной штамповке при обнаружении брака весь подготовленный на предыдущих операциях межоперационный

задел может оказаться непригодным для дальнейшей обработки. Основные параметры листоштамповочных многопозиционных автоматов регламентированы ГОСТ 8260—78.

Использование грейферных устройств в линиях ограничивается в связи с увеличением их инерционности при значительной протяженности линии. Примеры применения грейферных передающих устройств при создании линий кузнечно-штамповочного производства приведены в гл. 7. Рабочий орган грейферной подачи — линейка с захватами. Число захватов определяется числом рабочих и холостых позиций.

В зависимости от траектории движения линеек грейферные передающие устройства делятся на однокоординатные, двухкоординатные, трехкоординатные.

Линейки однокоординатных устройств имеют лишь одно возвратно-поступательное движение в направлении перемещения транспортируемого объекта, удерживание которого осуществляется вследствие подвижности захватов линейки.

В двухкоординатных грейферных подачах линейки совершают два вида движения. В одном случае линейки совершают поперечный ход для захвата деталей и продольный ход для перемещения обрабатываемой заготовки по позициям. Во втором случае имеет место вертикальный ход для съема деталей с рабочих и холостых позиций и продольный ход для их межпозиционного переноса.

Для трехкоординатных грейферных подач характерно наличие трех движений линеек в двух взаимно перпендикулярных плоскостях: поперечный ход для захвата транспортируемого объекта, вертикальный ход для подъема с рабочих и холостых позиций и продольный ход для транспортирования между позициями.

Однокоординатные грейферные подачи применяют в основном для перемещения толстолистовых деталей, подвергаемых операциям пробивки, неглубокой вытяжки, гибки.

Двухкоординатные горизонтальные грейферные подачи получили широкое распространение в многопозиционных листоштамповочных автоматах и при автоматизации операций горячей объемной штамповки на КГШП; двухкоординатные вертикальные грейферные подачи используют в линиях штамповки деталей кузова автомоби-

ля и других подобных деталей. При применении двухкоординатных грейферных устройств в штампы надо либо встраивать подъемники, обеспечивающие подъем детали над зеркалом штампа, необходимый для пропуска линеек, либо располагать линейки в прорезях штампа. Однако в последнем случае необходимо предусматривать возможность опускания линеек ниже самого нижнего положения детали в штампе в конце рабочего хода ползуна, т. е. учитывать ход вытяжного устройства или выталкивания.

Трехкоординатные грейферные передачи наиболее универсальны, их можно использовать для транспортирования деталей практически любой конфигурации, при этом отпадает необходимость в каких-либо специальных приспособлениях для штампов. Проще решаются вопросы удаления отходов при повороте детали в направлении переноса и др. Однако движущиеся части в этих устройствах имеют значительные размеры и массу, что снижает точность позиционирования, привод их сложнее.

Для обеспечения перемещения линеек в грейферных устройствах применяют различные схемы преобразующих механизмов, приводимых в действие либо от пресса, либо от индивидуального двигателя (пневматического, электрического и др.). Привод от пресса используется преимущественно в многопозиционных автоматах.

Линейки должны иметь жесткую конструкцию и незначительную массу. Их обычно изготавливают из стали или алюминиевых сплавов. Для повышения износостойкости линейки из алюминиевых сплавов армируют стальными закаленными планками. При большой длине линеек их делают составными. Крепление линеек к каретке обычно осуществляют с помощью предохранительного устройства, срабатывающего в случае перегрузок при работе и выдающего сигнал на аварийную остановку оборудования.

Для надежного захватывания деталей и сохранения их ориентации в процессе переноса захваты линеек выполняют подпружиненными или самоустанавливающимися по зажимаемой части заготовок.

Однокоординатная грейферная подача (рис. 3.20) выполнена в виде универсального блока, на который устанавливают штамп. На монтажной плите 5 закреплены две группы кронштейнов 7 и 8. Кронштейны 7 служат для поддержания заготовок в процессе их тран-

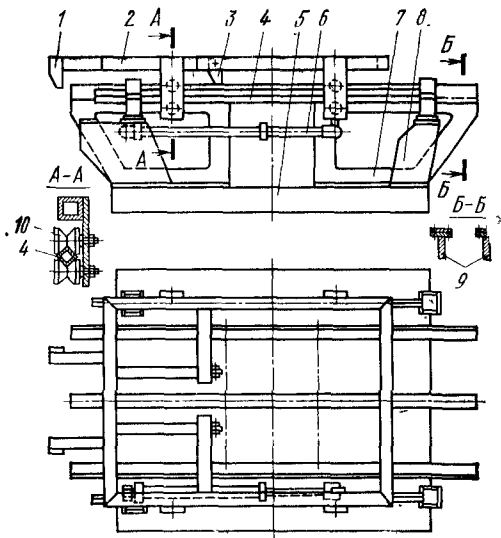


Рис. 3.20. Однокоординатная грейферная подача с пневмоприводом

спортирования. Для этого к ним прикреплены стальные или бронзовые направляющие планки 9. Кронштейны 8 поддерживают трубчатые направляющие 4, по которым перемещается рама 2 на колесах 10. На раме 2 укреплены задние неподвижные упоры 1 и средние откидные упоры 3. С помощью последних перемещают заготовку при ходе рамы вправо. Привод рамы 2 осуществляется пневматическим цилиндром 6, который управляется командоаппаратом и воздухораспределительным краном, устанавливаемыми на прессе. Переналадку подачи производят путем перестановки упоров 3.

Кинематическая схема двухкоординатной грейферной подачи с приводом от вала пресса и планетарным преобразующим механизмом приведена на рис. 3.21. Движение от вала пресса передается через пару конических зубчатых колес 12 и 13, цепную передачу 14 на вал 18 с шестерней 20, которая обкатывает неподвижное колесо 10. Шестерня 20 имеет эксцентриковый палец, с помощью которого она шарнирно соединяется с кареткой 6, перемещающейся по направляющим штангам. Траектория движения пальца при обкатывании показана на рис. 3.21 (Вид А).

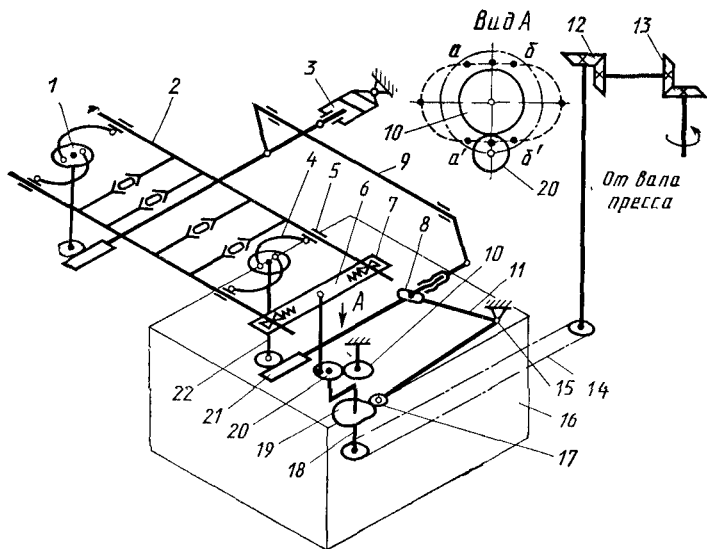


Рис. 3.21. Двухкоординатное грейферное передающее устройство с приводом от вала прессы

В случае заклинивания линеек 2 на каретке 6 подпружиненные вставки 7 расходятся и воздействуя на конечные выключатели, выдают сигнал на остановку прессы.

Продольное перемещение линейки получают при движении эксцентрикового пальца на участках aa' и bb' , а их сближение для захвата и расхождение для освобождения детали осуществляются на участках $a'b'$ и ab . Для сближения линеек предусмотрен кулачок 19, с которым контактирует ролик 17 рычага 11, закрепленного на оси 15 корпуса 16. На другом конце рычага 11 выполнено удлиненное отверстие, через которое проходит палец 8, закрепленный на тяге зубчатой рейки 21. Рейка расположена под прямым углом к линейкам и с помощью пневматического цилиндра 3 постоянно прижимает ролик к кулачку. При вращении кулачка 19 поворачивается рычаг 11, качение которого сообщает возвратно-поступательное движение рейке, поворачивающей вал 22 на угол 180° . Связанные с диском 1 и ползушками 5 тяги 4 сводят и разводят линейки. Движение на вторую каретку передается через вал 9.

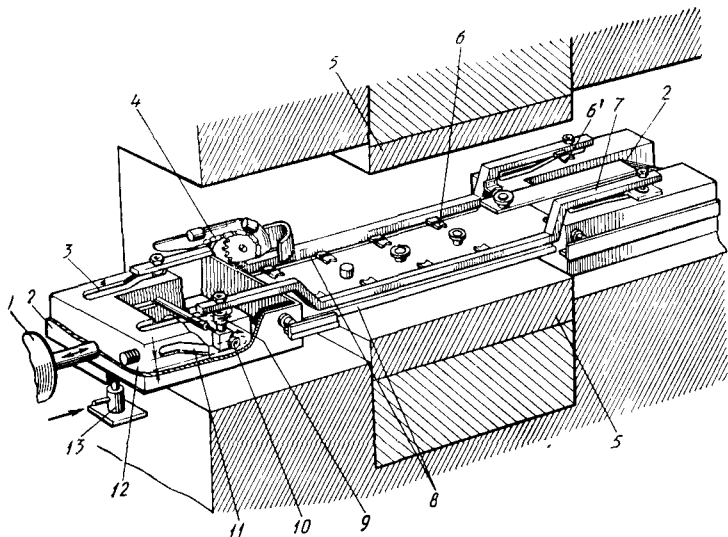


Рис 3.22. Трехкоординатное грейферное передающее устройство к КГШП

Применение дисков с тягами обеспечивает минимальную скорость в начале и конце движения линеек и повышает точность позиционирования.

Схема трехкоординатной грейферной подачи к КГШП усилием 16 МН приведена на рис. 3.22. Подача имеет индивидуальный привод с кулачковым преобразующим механизмом. Нагретая заготовка подается от нагревательного устройства в окно прессы и ориентируется на загрузочной площадке с помощью простейшего ориентатора 4. С пульта управления оператор-штамповщик нажатием кнопки дает команду на перемещение грейферной подачи. С помощью воздухораспределительного крана системы управления подают воздух в пневмоцилиндр 1, шток которого, двигаясь вправо, перемещает копирующие ползуны 12, расположенные в каретках 2. Каретки 2 грейферной подачи находятся в окнах прессы по обе стороны от пакета штампов 5 и соединены друг с другом грейферными линейками 7. Копирующие ползуны 12 соединены друг с другом тягами 8, и потому под действием штока они перемещаются в каретках 2 синхрон-

но. Сами же каретки в это время стоят, удерживаемые фиксатором 13. На ползунах 12 имеются горизонтальные 3 и вертикальные 11 копирные дорожки. В начале движения ползунов 12 в каретках 2 горизонтальные копирные дорожки 3 действуют на ролики 9 рейфлерных линеек 7, заставляя последние сойтись и своими захватами 6 зажать заготовку. При дальнейшем движении ползунов 12 уже вертикальные копирные дорожки 3 действуют на ролики 10 линеек 7, заставляя их подняться вверх. После того как ролики 10 выйдут на горизонтальный участок копирных дорожек 11, и ползуны 12 дойдут до стенки кареток 2 (к этому времени фиксатор 13 под действием сжатого воздуха расфиксирует каретки), последние начнут двигаться, обеспечивая перенос зажатой и приподнятой заготовки. После перемещения на шаг, равный расстоянию между ручьями, каретка 2 подачи снова фиксируется фиксатором 13. Ползуны возвращаются в исходное положение в каретках и движение рейфлерных линеек происходит в обратной последовательности — опускание и разжим заготовки. Копирные ползуны упираются в левые стенки кареток, которые расфиксируются и возвращаются в исходное положение. Каретки на роликах перемещаются по рельсам, расположенным в окнах пресса на кронштейнах, которые прикрепляются к пакету штампов. Во время движения рейфлерной подачи муфта пресса заблокирована и ползун не может совершить рабочий ход. После возвращения подачи в исходное положение нажимается конечный выключатель, который снимает блокировку муфты прессы, ползун совершает рабочий ход, при этом рейфлерная подача заблокирована. Удаление поковок осуществляется с помощью дополнительных захватов 6' на линейках.

При расчете рейфлерных передающих устройств определяют число обслуживаемых ими позиций, ход линеек, усилие, необходимое для удерживания заготовок или их извлечения.

Число позиций обслуживаемых рейфлерным устройством включает рабочие и холостые позиции. Число рабочих позиций обусловлено технологическим процессом и конструктивными особенностями оборудования. У выпускаемых промышленностью многопозиционных листоштамповочных автоматов усилием до 630 кН число позиций составляет 12, а при больших усилиях — 8.

Число прессов при обслуживании рейферными передающими устройствами линий прессов обычно не превышает 5—7, что ограничено допускаемой точностью позиционирования.

Ход леек зависит от размеров штапуемых деталей, конструкции штаповой оснастки и параметров прессов.

Продольный ход рейферных леек

$$l_{\text{дп}} = (1,1 \div 1,35) B,$$

где B — наибольший размер детали в направлении перемещения.

Поперечный ход леек при совершении обратного продольного хода их в период выполнения технологической операции выбирается с учетом того, чтобы обеспечить беспрепятственное движение леек относительно штампа.

$$l_{\text{дз}} = B_{\text{ш}} - b_{\text{з}} + 2(\delta + c),$$

где $B_{\text{ш}}$ — размер верхнего штампа в плоскости движения леек, измеряемый в направлении, перпендикулярном к направлению движения; $b_{\text{з}}$ — размер детали в направлении, перпендикулярном к направлению ее перемещения; δ — минимальный допустимый зазор между захватами и элементами штампа в направлении поперечного хода леек; c — глубина захода захватов для удерживания заготовки, зависит от конфигурации захвата (для плоского захвата $c=0$).

Поперечный ход леек при совершении ими обратного продольного хода в период выстоя ползуна

$$l_{\text{дз}} = B'_{\text{ш}} + \delta,$$

где $B'_{\text{ш}}$ — размер верхнего штампа в зоне поперечного движения леек.

Усилие, необходимое для захвата деталей,

$$Q_{\text{з}} = nG_{\text{з}} \cos \alpha / (2\mu),$$

где n — число одновременно транспортируемых заготовок; $G_{\text{з}}$ — вес транспортируемой заготовки; α — угол профиля захвата; μ — коэффициент трения по поверхности захвата.

Рабочее усилие привода подъема

$$Q_{\text{рп}} = (nG_{\text{з}} + G_{\text{р}}) (1 + a_{\text{р}}/g),$$

где G_T — вес деталей в грейферном устройстве, перемещаемых при подъеме линеек; a_T — максимальное ускорение, развиваемое при подъеме линеек; g — ускорение свободного падения.

3.3. МЕХАНИЧЕСКИЕ РУКИ

Механическая рука — это автоматически действующее (без непосредственного участия в ее управлении человека) и предназначенное для выполнения транспортных производственных операций устройство, для переналадки которого с одной операции на другую необходимо регулирование или замена кинематических звеньев (изменение длины рычагов, замена кулачков, перестановка упоров и т. п.).

Управление механической рукой осуществляется с помощью упоров, концевых выключателей и релейных схем, обеспечивающих работу по жесткой цикловой программе.

Механические руки захватывают деталь или заготовку на позиции загрузки, поднимают ее и переносят в штамп. Применять механические руки целесообразно для подачи заготовок сложной конфигурации, когда невозможно их перемещение в одной плоскости, а также для подачи плоских листовых заготовок толщиной менее 0,2 мм.

Механическая рука состоит из захватного устройства с одним или несколькими захватами и привода с преобразующим механизмом. Привод с преобразующим механизмом должен обеспечивать небольшой ход захватного устройства при захвате и укладке заготовок, а также возможность значительного перемещения его от позиции загрузки до рабочей позиции штампа.

Некоторые конструкции механических рук снабжают дополнительными устройствами, обеспечивающими разворот детали в плоскости подачи или ее наклон в соответствии с требованиями технологического процесса.

В зависимости от траектории движения захвата механические руки бывают: маятниковые, когда захватному устройству сообщается качательное движение; горизонтальные, когда захватное устройство совершает возвратно-поступательное перемещение по прямой линии.

В механических руках применяют индивидуальные приводы и приводы от пресса.

Механические руки изготавливают двух исполнений: подвесные, которые монтируются на закрепленном технологическом оборудовании, и напольные, устанавливаемые рядом с прессом.

Основные параметры и размеры механических рук для подачи листовых заготовок регламентированы ГОСТ 16558—80, в соответствии с которым за основные параметры механических рук принимают: наибольшие массу и размеры подаваемой заготовки; ход перемещения или угол поворота захватного устройства; вертикальный ход захватов; производительность.

Механические руки, применяемые для подачи заготовок, можно использовать и для удаления отштампованных изделий из штампа, а также для удаления отходов. При разработке конструкций механических рук как для удаления деталей, так и для загрузки заготовок используются однотипные технические решения. Примеры конструкций таких рук приведены ниже.

Возможно применение механических рук и для межоперационного транспортирования заготовок и полуфабрикатов.

На рис. 3.23 приведена кинематическая схема механической руки модели МР-12, предназначенной для автоматизации процессов холодной штамповки деталей на открытых однокривошипных прессах простого действия усилием 1600—2500 кН. Механическая рука обеспечивает два основных перемещения захвата: вертикальное (вверх, вниз) и горизонтальное качательное (вправо, влево). Рука работает следующим образом. Вращение вала электродвигателя 11 с помощью клиноременной передачи через шкивы 12 и 13 и муфт сцепления 14 и 15 передается на вал I, а от него с помощью упругой муфты 16 на вал II с червячным редуктором 17, выходной вал III которого связан с копирным барабаном 9. Преобразование вращательного движения барабана в поступательное движение рейки 5 осуществляется с помощью закрепленного на рейке ролика 6, скользящего по кулачковому пазу барабана 9. Поступательное движение рейки 5 с помощью зубчатого колеса 2 преобразуется в поворот вала IV, на котором закреплено захватное устройство 1.

Вертикальное перемещение захватного устройства 1 осуществляется от кулачка 3, воздействующего через двуплечий рычаг 4 на вал IV и поднимающего его вместе

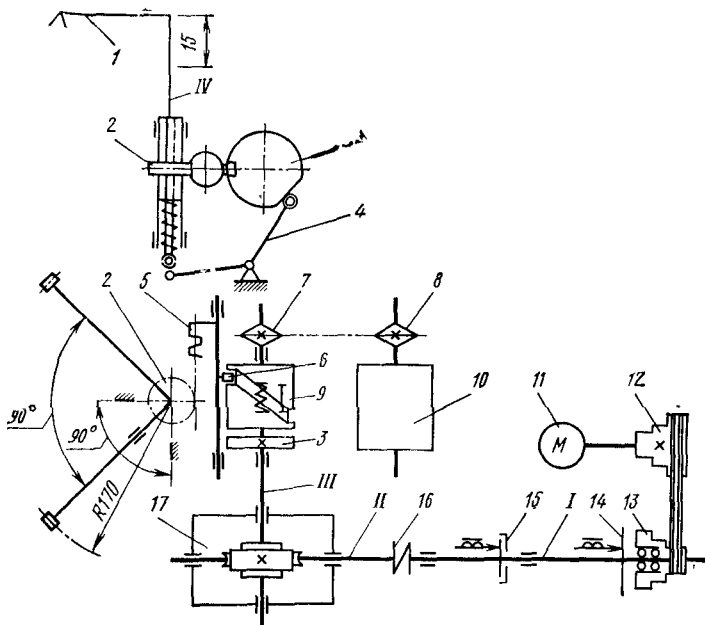


Рис. 3.23. Кинематическая схема механической руки модели МР-12

с захватом. Вал командоаппарата 10 приводится во вращение цепной передачей через звездочки 7 и 8.

Крепление захватного устройства к валу IV осуществляется зажимами. Поэтому можно регулировать положение захвата относительно уровня стола прессы, которое различно для разных прессов. Захватное устройство снабжено также цанговым зажимом, позволяющим в зависимости от типа заготовки и предъявляемых к ней требований применять сменные захваты: клещевые, вакуумные или электромагнитные.

На валу IV могут быть смонтированы два захватных устройства. Это позволяет автоматизировать не только загрузку, но и выгрузку отштампованной детали. При автоматизации процессов объемной штамповки применяют механические руки для загрузки заготовок (загрузчики) и межоперационного транспортирования (перекладчики). Эти устройства имеют главным образом механические клещевые захваты.

Технические данные некоторых механических рук, применяемых при автоматизации процессов листовой штамповки, приведены в табл. 3.2.

Таблица 3.2

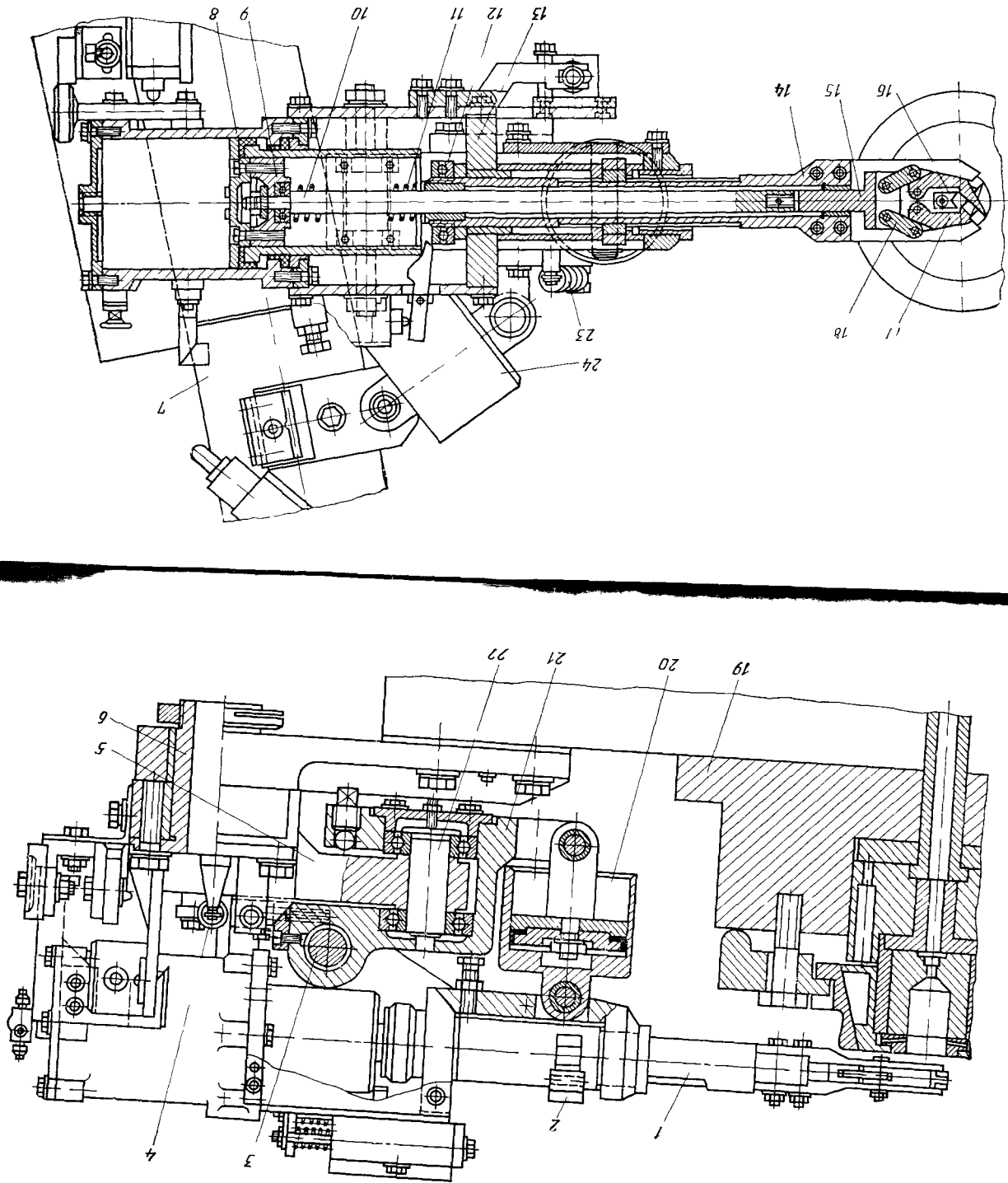
Технические данные механических подающих рук

Параметр	МП-2	МП-11	МП-12	ЗАЗ-73	МЗ-5
Тип механической руки	—	Маятниковая	—	—	Горизонтальная
Производительность, шт/мин	40	40	30	40	15—20
Наибольший размер заготовок, мм	100	160	250	200	400×800
Наибольшая масса заготовок, кг	0,5	0,5	2,5	1,0	—
Ход перемещения заготовки, мм	—	380, 450, 500	800	—	800
Угол поворота захвата, градус	45	87	90	37	—
Вертикальный ход захвата, мм	±45	15—25	15	30—40	—
Тип привода	Пневматический	Электромеханический			Пневматический

В механической руке, показанной на рис. 3.24, захватное устройство состоит из пневматического цилиндра 8 зажима со штоком 10, распорной пружины 11, опорного подшипника 12 кожуха 14, ползушки 15, клещей 16 и 17 и упорной стойки 13. Ползушка 15 через звенья 18 связана с клещами 17, причем клещи посажены на оси, закрепленные в кожухе. Для исключения вращения кожуха при возвратно-поступательном движении на нем выполнены две лыски, которыми кожух входит в направляющую вилку 2. Закрепленный на кожухе опорный подшипник 12 через втулку упирается в упорную стойку 13.

В нижней части поворотной головки 21 установлен пневматический цилиндр 20, который обеспечивает подъем и поворот механизма клещей 1 вокруг оси 3 и подъем заготовки. Возврат механизма клещей в исходное крайнее нижнее положение осуществляется с помощью пружины 23.

Рис. 324 Устройство для автоматизации штамповки на КЛШП



Поворот механизма клещей вокруг оси 22 кронштейна 5 производится пневматическим цилиндром 24, а возврат его в исходное положение — пружиной 4. Кронштейн 5 через втулку 6 соединен с основанием 7.

Устройство работает следующим образом. После подачи сжатого воздуха в поршневую полость пневматического цилиндра 8 поршень 9 вместе с расположенными на штоке 10 ползушкой 15 и кожухом 14, получающими движение от пружины 11, перемещается к заготовке. В это время клещи захвата раскрыты. При соприкосновении подшипника 12 со втулкой, запрессованной в стойку 13, дальнейшее перемещение кожуха 14 прекращается и клещи устанавливаются над заготовкой в штампе 19. При дальнейшем движении штока 10 ползушка 15 через звенья 18 сводит губки захвата и зажимает заготовку. Затем включается в работу пневматический цилиндр 20 подъема и все захватное устройство, поворачиваясь вокруг оси 3, поднимает заготовку. После включения в работу цилиндра 24 происходят поворот заготовки и перенос ее на другую позицию. Затем из цилиндра 20 выпускается воздух и под действием пружины 23 захватное устройство опускает заготовку на вторую позицию. При подаче воздуха в штоковую полость цилиндра 8 происходит раскрытие клещей, перемещение кожуха в крайнее положение и поворот захватного устройства в исходное положение. Блокировка работы руки и пресса осуществляется конечными выключателями (на рисунке не показаны), управляющими работой золотниковых распределителей пневматической схемы.

Такая конструкция механической руки может быть применена для перекладки с позиции на позицию относительно высоких объемных заготовок.

Захватные устройства. Для удерживания деталей в механических руках применяют вакуумные (пневматические), механические и магнитные захваты.

В вакуумных захватах (пнеумоприсосах) связь с заготовкой осуществляется вследствие разрежения (вакуума), образующегося в полости захвата (присоса). Создание вакуума в пнеумоприсосах может быть осуществлено либо сжатием присоса, либо с помощью вакуумного насоса или эжектора.

В первом случае разрежение создается вследствие уменьшения внутренней полости присоса (рис. 3.25, а).

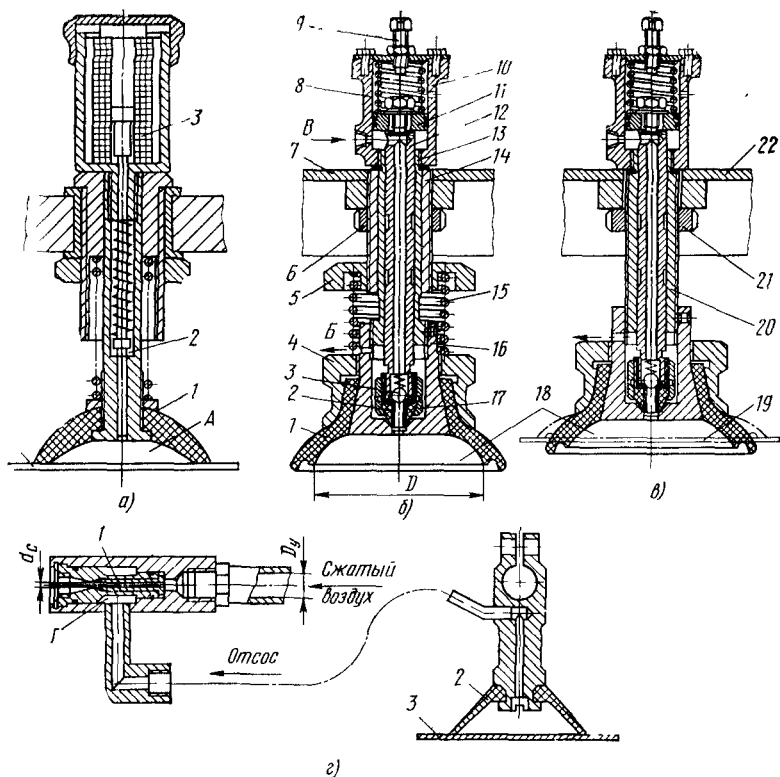


Рис. 3.25. Конструкции вакуумных захватов

При нажатии на заготовку 4 резиновый присос 1 начинает деформироваться и воздух, находящийся в полости А, вытесняется через открывающийся клапан 2 в периферийную часть присоса в атмосферу. При подъеме захвата клапан закрывается и в полости А создается вакуум из-за увеличения ее объема. Для освобождения заготовки необходимо поднять клапан 2 с помощью электромагнита 3.

Подъемная сила такого присоса

$$P_{\pi} = (1/\beta) P_y (\pi D^2/4),$$

где $\beta = 1,2 \div 1,3$ — коэффициент, учитывающий возможные утечки воздуха и состояние рабочей кромки захвата; P_y — удерживающая сила, отнесенная к единице площа-

ди соприкосновения захвата с заготовкой, принимаемая равной 0,03—0,035 МПа; D — диаметр пятна контакта присоса и заготовки.

Конструкции вакуумных захватов, в которых вакуум создается с помощью специальной вакуумной установки, показаны на рис. 3.25, б, в.

Отличие подвижного захвата (рис. 3.25, б) от неподвижного (рис. 3.25, в) состоит в том, что в первом втулка 13 может перемещаться относительно рамы 7. В исходном положении корпус 16 с присосом 1 под действием пружины 15, упирающейся одним концом в дно стакана 5, а другим — в гайку 4, находится в крайнем нижнем положении. Стакан крепится на неподвижной втулке 14, связанной с рамой 7 с помощью гайки 6.

В неподвижном захвате корпус присоса через втулку 20 жестко закреплен гайкой 21 на раме 22 и может перемещаться только одновременно с ней.

Подвижный пневматический захват работает следующим образом. При ходе рамы вниз присос соприкасается с заготовкой 19 и деформируется. После полного разжатия присоса рама все еще продолжает опускаться, а втулка 13 и корпус 8 начинают перемещаться вверх, сжимая пружину 15. Воздух из полости 18 через отверстие Б удаляется в атмосферу, и одновременно сбрасывается давление с обратного клапана 3 и через отверстие в корпусе 8 и штоке 12 вакуумной установкой откачивается воздух из полости разрежения 18 (против стрелки В). При работе вакуумной установки клапан 2 входит в седло корпуса 16, изолируя полость 18 от атмосферы, и заготовка надежно удерживается.

Для освобождения заготовки подают воздух из ресивера по стрелке В через канал в корпусе 8. Сжатый воздух, действуя на поршень 11 и преодолевая усилие затяжки пружины 10, поднимает шток 12 с закрепленным на нем с помощью накидной гайки 17 клапаном 2 и сообщает полость 18 с атмосферой (по стрелке Б). Для ограничения хода поршня вверх служит винт 9.

Схема работы вакуумного захвата с эжектором показана на рис. 3.25, г. Сжатый воздух, поступающий из пневмосети, при выходе из сопла 1 эжектора создает в полости Г, соединенной трубопроводами с полостью присоса 2, разрежение, достаточное для удерживания заготовки 3. Для освобождения заготовки достаточно пре-

кратить подачу сжатого воздуха в сопло эжектора. С целью более надежного отделения присоса от заготовки в рабочую полость присоса кратковременно подается сжатый воздух от сети. Подача осуществляется распределителем, управляющим работой эжектора.

Разрежение, создаваемое в рабочей полости присоса, зависит от диаметров выходного отверстия сопла, диаметра подводящего трубопровода $d_{тр}$, давления и расхода сжатого воздуха сети.

Из рассмотренных способов создания вакуума наибольшее разрежение можно получить, применяя вакуумные установки.

Степень разрежения в полости захвата зависит от жесткости резины, так как рабочая поверхность захвата должна плотно прилегать к поверхности заготовки и компенсировать возможную непараллельность рабочей поверхности захвата и заготовки в момент соприкосновения. Для заготовок с относительно грубой и неровной поверхностью твердость резины не должна превышать 55—60 единиц по Шору.

Вакуумные захваты просты по конструкции. С их помощью верхняя заготовка в стопе вертикального магазина легко отделяется от других. Однако заготовки, не имеющие достаточно ровной поверхности, подавать такими захватами нельзя.

Механические захваты выполняют с формой губок, обеспечивающей надежный захват детали определенной конфигурации (рис. 3.26). Для зажима цилиндрических деталей чаще всего используют захваты типа клещей (рис. 3.26, а, б), в которых поступательное движение приводной тяги 1 преобразуется в качательное движение губок 2 захвата с помощью преобразующего механизма, например, рычажного или клинового типа. Для захвата плоских деталей предпочтителен захват (рис. 3.26, в), в котором конструкция крепления губок 1 позволяет параллельно сближать или удалять их кромки при поступательном перемещении клина 2. Такими захватами можно осуществлять загрузку заготовок различной толщины без перенастройки. Загрузку крупногабаритных деталей можно проводить с помощью захвата с двумя парами губок 2 (рис. 3.26, г), в которых движение от тяги 1 на рейки 3 передается через планки 4. Возможность качения планок 4 относительно тяги позволяет зажимать детали типа ступенчатых валов.

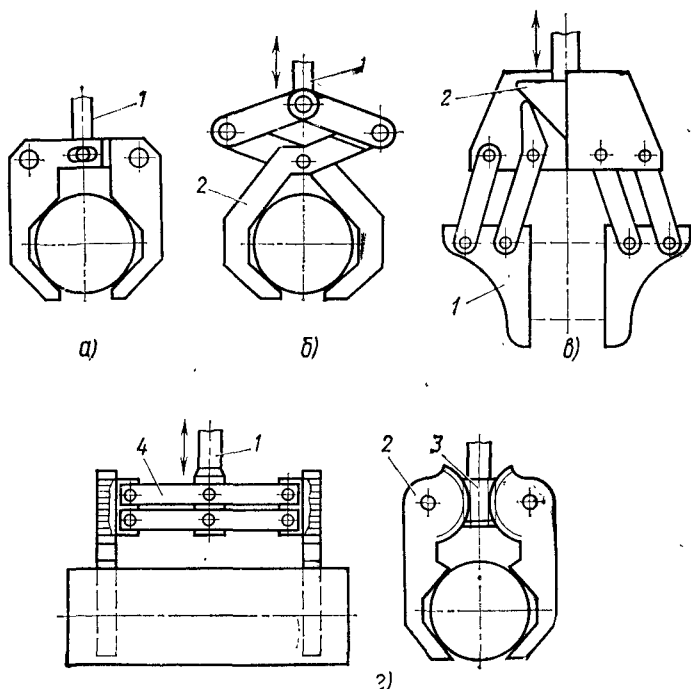


Рис. 3.26. Конструктивные схемы механических захватов

Для расширения номенклатуры деталей, подаваемых механической рукой одного типа, зажимные губки захватов выполняют сменными.

Привод движения губок захватов осуществляется преимущественно от индивидуальных пневматических или гидравлических цилиндров.

Конфигурация губок должна соответствовать форме детали в месте ее захвата. Для изготовления губок применяют сталь или в случае особых требований к качеству поверхности детали в месте захвата полимерные материалы.

В механическом захвате для транспортирования листовых заготовок (рис. 3.27) одна из губок выполнена подвижной. Подвижная губка 7 удерживается в полуоткрытом состоянии пружинами 6. Надетая на шток 12 ползушка 11 при втягивании штока роликом 4 нажи-

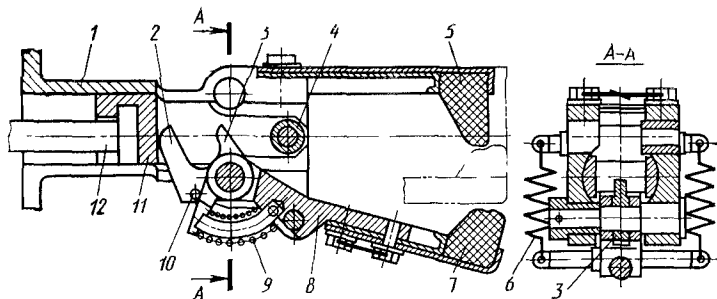


Рис. 3.27. Механический захват для плоских заготовок

мает на выступ 2 рычага 8 и замыкает губки 7 и 5. При возврате ползушки в исходное положение сначала ролик 4 нажимает на рычаг 3 и через штифт 10 поворачивает нижнюю губку на угол 90° и деталь освобождается. Далее ролик соскакивает с рычага 3, освобождает рычаг 8, который возвращается в исходное положение под действием пружины 9, и пружинами 6, установленными на корпусе 1, нижняя губка вновь перемещается в первоначальное положение.

При расчете механических клещевых захватов определяют усилие захвата на губках, обеспечивающее удержание заготовки, и рабочее усилие на штоке силового привода.

Усилие захвата при зажиме коротких заготовок (рис. 3.28, а)

$$Q_{\text{рз}} = G_3 \beta \sin \alpha / (2\mu),$$

где G_3 — вес заготовки; α — угол профиля захвата; β — коэффициент запаса, учитывающий динамические нагрузки, которые могут возникнуть при перемещении заготовки, и принимаемый 1,3—1,6; μ — коэффициент трения.

При применении плоских губок расчетное усилие зависит от способа закрепления губок и определяется без учета податливости захватов: для жестко закрепленных губок при касании заготовки в двух точках (рис. 3.28, б); для шарнирно закрепленных губок — при распределении давления на опорной поверхности по треугольнику (рис. 3.28, в). Выражения для определения составляющих расчетного усилия имеют вид:

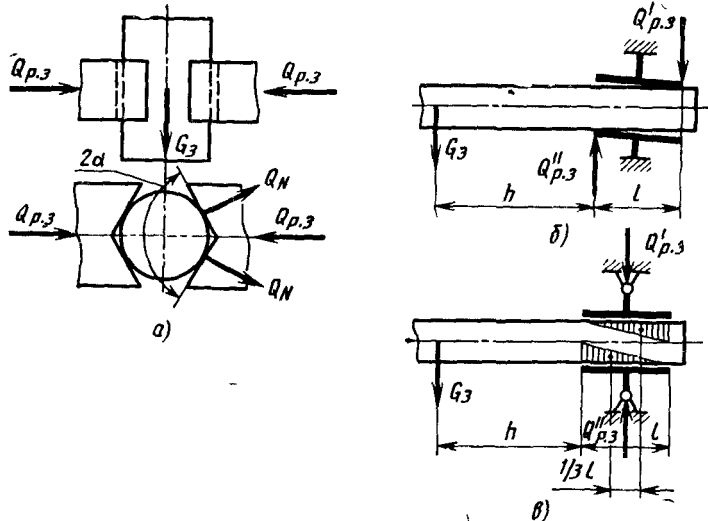


Рис. 328. Схемы расчета усилия захвата
для жестко закрепленных губок

$$Q'_{p.з} = G_з h / l;$$

$$Q''_{p.з} = G_з (h / l + 1),$$

для шарнирно закрепленных губок

$$Q'_{p.з} = G_з (3h / l + 1);$$

$$Q''_{p.з} = G_з (3h / l + 2),$$

где h — расстояние от центра тяжести заготовки до ближайшей крайней точки захвата; l — длина губки захвата.

При применении жестких губок захватов устройство развивает усилие, примерно в 3 раза меньшее, чем при использовании захватов с шарнирно закрепленными губками.

Захватные устройства с магнитными захватами могут быть двух типов: с постоянными магнитами и с электромагнитами. Область применения магнитных захватов ограничена из-за того, что ими можно транспортировать лишь детали небольших размеров из магнитных материалов.

Подъемная сила магнитного захвата рассчитывается так же, как и вакуумных нажимных захватов, но удерживающая сила принимается равной 0,0045—0,015 для постоянных магнитов и 0,07—0,0135 МПа для электромагнитов.

Усилие на штоке силового привода губок механизма захвата определяется с учетом передаточного числа или передаточного отношения преобразующего механизма.

3.4. МАНИПУЛЯТОРЫ И ПРОМЫШЛЕННЫЕ РОБОТЫ

Манипулятор — это управляемое устройство для выполнения двигательных функций, аналогичных функциям руки человека при перемещении объектов в пространстве, оснащенное рабочим органом, например, в виде захватного устройства. Если управление манипулятором осуществляет оператор — это манипулятор с ручным управлением. Такие манипуляторы применяют в кузнечно-штамповочном производстве для автоматизации процессов ковки на прессах и молотах и штамповки на ковочных вальцах. Конструктивные особенности и принцип работы кузнечных манипуляторов рассмотрены в гл. 4.

В зависимости от суммы возможных координатных движений (движений вдоль осей принятой системы координат) объекта манипулирования (транспортируемой заготовки) относительно опорной системы (основания или стойки манипулятора) манипулятор характеризуется числом степеней подвижности.

Манипулятор, имеющий несколько степеней подвижности, и перепрограммируемое устройство программного управления для выполнения в производственном процессе двигательных и управляющих функций составляют автоматическую машину, называемую промышленным роботом (ПР).

Общая функциональная схема промышленного робота приведена на рис. 3.29.

Манипуляторы M промышленных роботов содержат рабочий орган в виде захватного устройства $УЗ$, а также механизмы (устройства) для выполнения всех его двигательных функций (подъем, поворот и др.). Исполнительный механизм ПР с приводом и захватным устройством называют рукой манипулятора P . Для пере-

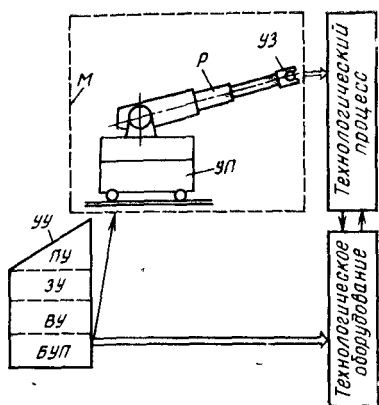


Рис. 3.29 Функциональная схема промышленного робота

понимают такие, которые обеспечивают изменение последовательности и (или) значений перемещений по степеням подвижности и управляющих функций с помощью средств управления на пульте устройства управления. Это изменение управляющей программы может быть выполнено автоматически или при помощи человека-оператора.

Устройство управления содержит: пульт управления ПУ, с помощью которого оператор осуществляет ввод и контроль задания; запоминающее устройство ЗУ, в котором хранится вся необходимая информация, включая программы работ; вычислительное устройство ВУ, реализующее алгоритм управления манипулятором; блок управления приводами БУП механизмов манипулятора.

Возможны два режима работы устройства управления: режим программирования (режим обучения), при котором в запоминающее устройство вводится управляющая программа, и режим выполнения технологических операций (режим работы).

Для сбора, первоначальной переработки и передачи в устройство управления данных о функционировании узлов и механизмов ПР и предусмотрены информационно-измерительные средства.

Классификация. ПР, применяемые в кузнечно-штамповочном производстве отличаются главным образом видом манипулятора.

мещения манипулятора относительно технологического оборудования применяют устройства передвижения УП.

Устройство управления УУ промышленного робота предназначено для формирования и выдачи управляющих воздействий исполнительным механизмам манипулятора в соответствии с управляющей программой.

Под перепрограммируемыми устройствами программного управления

По степени специализации манипуляторы и ПР разделяются на специальные, специализированные (целевые) и универсальные (многоцелевые). Специальные манипуляторы и ПР предназначены для выполнения лишь одной определенной операции. Специализированные манипуляторы и ПР могут быть применены для осуществления технологически однородных операций или обслуживания широкой номенклатуры моделей основного технологического оборудования, требующего общности манипуляционных действий. Многоцелевые (универсальные) манипуляторы и ПР служат для выполнения разнотипных приемов при различных основных и вспомогательных операциях.

Тип привода для обеспечения степеней подвижности манипулятора предполагает деление их на манипуляторы с пневматическим, гидравлическим, электрическим и комбинированным приводами.

По мобильности различают стационарные и передвижные манипуляторы. Передвижные манипуляторы имеют устройства передвижения и могут быть напольными (рельсовые и безрельсовые) и подвесными. Грузоподъемность подвесных манипуляторов незначительна из-за их раскачивания при работе и не превышает 700 кг для кузнечных манипуляторов.

В зависимости от характера отработки программ выделяют жесткопрограммируемые и адаптивные ПР.

Жесткопрограммируемые ПР относят к первому поколению промышленных роботов, программа действий которых содержит полный набор информации, не изменяющийся в процессе работы. ПР с таким устройством управления не обеспечивают корректирование программ при изменении внешних условий. Например, при использовании такого ПР для загрузки заготовки в штамп исходная заготовка должна подаваться на позицию загрузки в строго ориентированном по отношению к захватам ПР положении, при этом сама позиция загрузки и рабочая часть штампа должны быть также строго сориентированы по отношению к расположению манипулятора. Строго ориентированное по отношению к захватам манипулятора ПР положение заготовки обеспечивает гарантированный захват ее манипулятором.

Адаптивные промышленные роботы относятся ко второму поколению ПР. Они осуществляют свои действия с использованием информации об объектах и явлениях

внешней среды, полученной в процессе работы. ПР с такой системой управления могут выбирать детали из тары, ориентировать их при подаче в штамп, осуществлять зажим детали при захвате таким усилием, чтобы избежать ее деформацию, выполнять переориентацию или выбраковку изделий и обеспечивать заданный режим подачи смазывающей или охлаждающей жидкости в зону обработки.

В зависимости от характера совершаемых манипулятором движений по отношению к той или иной системе координат, манипуляторы делятся на работающие в прямоугольной системе координат, цилиндрической, сферической или в смешанной системе координат.

К манипуляторам, работающим в прямоугольной системе координат (рис. 3.30, а), относятся те, переносные степени подвижности которых *I*, *II* и *III* обеспечивают раздельное изменение соответствующих им координат *x*, *y*, *z* положения захвата. Это означает, что степень подвижности *I* не влияет на координаты *y* и *z* и влияет только на изменение координаты *x*. Такое же влияние оказывают степени подвижности *II* и *III* на соответствующие им координаты *y* и *z*. Рабочая зона, т. е. пространство, в котором при работе может находиться захват, имеет форму параллелепипеда. Размеры *a*, *b* и *h* — это параметры рабочей зоны, а размеры *L*, *H* и *M* определяют ориентацию рабочей зоны относительно манипулятора. В манипуляторах, работающих в цилиндрической системе координат (рис. 3.30, б), переносные степени подвижности обеспечивают независимое изменение соответствующих им координат *r*, *φ*, *z* положения захвата манипулятора. Рабочая зона таких манипуляторов — цилиндр, в котором *R*, *b*, *h*, *α* — параметры рабочей зоны, а *H* — размер, определяющий ориентацию рабочей зоны относительно манипулятора.

К манипуляторам, работающим в сферической системе координат (рис. 3.30, в), относятся манипуляторы, переносные степени подвижности которых обеспечивают раздельное изменение соответствующих им координат *ρ*, *φ*, *θ* положения захвата. Их рабочая зона представляет собой шар, в котором *R_{ср}*, *b*, *β_в*, *β_н* и *α* — ее параметры, а размер *H* определяет ориентацию рабочей зоны относительно манипулятора.

Манипулятор, работающий в смешанной системе координат (рис. 3.30, г), имеет рабочую зону шарообразной

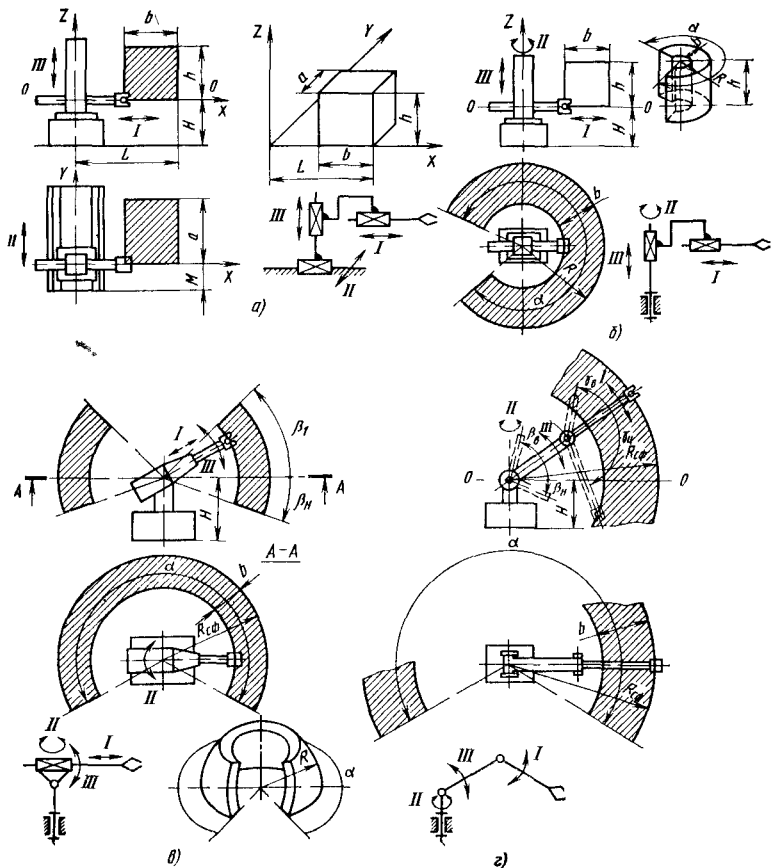


Рис 330. Схемы манипуляторов и их рабочие зоны при работе в различных системах координат

формы, но может работать в сферической системе координат, так как лишь степени подвижности *II* и *III* обеспечивают независимые изменения координат φ и θ , соответствующие сферической системе координат. Степень подвижности *I* одновременно с изменением координаты ρ меняет и координату θ . Для изменения координаты ρ требуется две степени подвижности *I* и *III*. Параметры рабочей зоны определяют размеры $R_{\text{ср}}$, b , α , $\beta_{\text{в}}$, $\beta_{\text{н}}$, $\gamma_{\text{в}}$, $\gamma_{\text{н}}$, а параметр H ее ориентацию относительно манипулятора.

Технологические возможности ПР зависят от параметров, включаемых в его техническую характеристику. Это грузоподъемность, число степеней подвижности, рабочая зона, точность позиционирования, мобильность, скорость движения захвата и устройства передвижения, тип устройства управления и привода, число захватных органов.

Грузоподъемность манипуляторов и ПР определяется как суммарная грузоподъемность его захватных устройств, которая представляет собой наибольшую массу детали, перемещаемую при заданных условиях (заданной скорости движения, точности позиционирования и т. д.).

При совместной работе нескольких захватных устройств манипулятора их возможности определяются зоной совместного обслуживания, т. е. той частью рабочих зон отдельных манипуляторов, которая является для них общей.

Под точностью позиционирования понимают отклонение выбранной точки на захвате от заданного положения при неоднократном повторении цикла движений с отработкой максимальных ходов по каждой из координат. По точности позиционирования роботы разделяются на высокоточные (погрешность позиционирования $\pm 0,01$ мм), повышенной точности (погрешность позиционирования $\pm 0,1$ мм), нормальной точности (точность позиционирования $\pm 1,0$ мм), низкой точности (погрешность позиционирования свыше $\pm 1,0$ мм). В кузнечно-штамповочном производстве при применении манипуляторов и ПР для повышения точности позиционирования в конструкциях штампов предусматривают ловители, фиксаторы и трафареты.

Число рук штамповочных манипуляторов и ПР зависит от их назначения. При однооперационной штамповке и автоматическом удалении детали из штампа с помощью специальных удаляющих устройств или напровал целесообразно использовать однорукий манипулятор. В случае автоматизации технологических процессов, где невозможно автоматическое удаление детали из штампа, предпочтительнее применение двухруких манипуляторов. Это сокращает время цикла, так как одна рука перемещает заготовку с позиции загрузки в штамп, а другая — удаляет деталь из штампа и переносит ее на позицию расположения тары или стапелирующего устройства.

При обслуживании двух прессов может быть рациональным оснащение манипулятора тремя руками.

В кузнечно-штамповочном производстве нашли применение главным образом жесткопрограммируемые ПР с цикловым (ЦПУ) и числовым (ЧПУ) программным управлением, т. е. промышленные роботы первого поколения.

Компоновка и конструктивные особенности манипуляторов зависят от их назначения. Возможные компоновочные схемы манипуляторов определяются следующими признаками: мобильностью (стационарные или передвижные), конструкцией опорной системы (напольные, рельсовые, подвесные), числом рук (однорукие, двурукие, многорукие), числом степеней свободы и т. д.

В зависимости от типа технологического оборудования возможны различные варианты его загрузки-выгрузки. При применении многопозиционных штампов необходимо увеличенное перемещение вдоль оси расположения рабочих позиций с целью последовательной загрузки-выгрузки. Виды движений при загрузке оборудования с вертикальным и горизонтальным расположением оси ползуна требуют различного числа движений.

Для универсальных манипуляторов и ПР число степеней подвижности выбирается равным 5—6 и более.

Каждому заданному числу степеней свободы манипулятора могут соответствовать различные варианты кинематических схем его механизмов. На рис. 3.31 приведены возможные структурные кинематические схемы руки (а) и кисти (б) руки манипулятора, зависящие от вида и последовательности расположения кинематических пар (вращательных B и поступательных P). Для каждого сочетания пар представлено несколько реализуемых схем, отличающихся взаимным расположением звеньев. Неоднозначность положений звеньев позволяет руке обходить препятствия и достигать «теневых» областей рабочей зоны. Это используется при создании манипуляторов со сложной траекторией движения захватных устройств, которые целесообразно применять при сложных технологических процессах горячей штамповки.

Кинематические схемы кисти руки манипулятора определяют ориентирующие движения манипулятора. В простейшем случае кисть может быть неподвижной. Для произвольной ориентации заготовки кинематическая структура кисти должна содержать три вращательные

Кинематические пары		Структурная кинематическая схема			
Три вращательные	ВВВ				
Две вращательные и одна поступательная	ВПВ				
	ПВВ				
	ВВП				
Одна вращательная и две поступательные	ПВП				
	ВПП				
	ППВ				
Три поступательные	ППП				

Кинематические пары	Структурная кинематическая схема
В	
ВВ	
ВВВ	

а)
б)

Рис. 3.31. Структурные кинематические схемы руки (а) и кисти руки (б) манипуляторов

нары, оси которых последовательно повернуты на 90° . Кисти руки манипуляторов, применяемых для автоматизации процессов листовой штамповки, как правило, имеют более простые движения, не связанные с изменением положения заготовки, чего нельзя сказать о руках манипуляторов, используемых для автоматизации процессов объемной штамповки сложных по конфигурации деталей.

При конструировании руки возникают ограничения угловых и линейных перемещений в кинематических парах, из-за чего в расчетных рабочих зонах образуются участки, в которые кисть манипулятора не может быть введена.

Малое время цикла обработки деталей на листоштамповочном оборудовании и многономенклатурный характер производства предъявляют повышенные требования к быстродействию и универсальности ПР. В связи с тем, что автоматизация процессов холодной штамповки не требует применения ПР с широким набором движений, большим числом степеней подвижности, в их конструкциях для обеспечения высокого быстродействия совмещают несколько движений, используют максимальные скорости перемещения рабочих органов. Для холодной штамповки, как правило, не требуется высокая точность позиционирования, так как в большинстве случаев точная укладка заготовки обеспечивается элементами штампа (ловителями, трафаретами и т. п.). При многооперационной штамповке применяются многоцелевые ПР, что объясняется необходимостью передачи заготовки из пресса в пресс с дополнительным ориентированием.

Особенности процесса горячего деформирования, заключающиеся в высокой температуре изделий ($\sim 1200^\circ\text{C}$), необходимости переноса детали из печи в зону обработки за минимально короткое время, большая масса заготовок (5—1000 кг), многопереходная обработка в одной машине (сложное манипулирование с заготовкой в зоне обработки) требуют применения ПР, обеспечивающих вместе с постоянно встречающимися операциями манипулирования (зажим—подъем—перемещение вдоль фронта прессы—опускание—разжим) также выполнение операций перемещения перпендикулярно к фронту прессы, поворот заготовки вокруг горизонтальной и вертикальной осей. Для обслуживания КГШП используются ПР различных конструкций: специализированные, уста-

навливаемые перед фронтом пресса и обслуживающие пресс через боковые окна (подача и удаление заготовок из штампов); многоцелевые, устанавливаемые у пресса в различных вариантах компоновок и имеющих механизм переноса заготовки из ручья в ручей. При фронтальной установке ПР применяют двурукий манипулятор, каждая рука которого должна иметь автономный привод подъема. Привод смещения рук вдоль фронта пресса может быть общим.

Большинство манипуляторов, эксплуатируемых в кузнечно-штамповочном производстве, составляют напольные с горизонтальной выдвижной рукой. Манипулятор такого типа применен в ПР модели КМ 0.63Ц4212 (рис. 3.32) грузоподъемностью 0,63 кг, предназначенном для автоматизации процессов листовой штамповки в условиях серийного и частично мелкосерийного производства. Отличительной особенностью кинематики манипулятора является то, что для уменьшения времени цикла и упрощения устройства управления в его приводе использован один пневматический двусторонний двигатель для поворота руки в горизонтальной плоскости и ее движения вверх в крайних точках поворота. Рука 1 с захватным устройством закреплена на вертикальном валу 2. В корпусе 9 привода на подшипниках размещен барабан 5, на нижней втулке которого нарезан зубчатый ве-

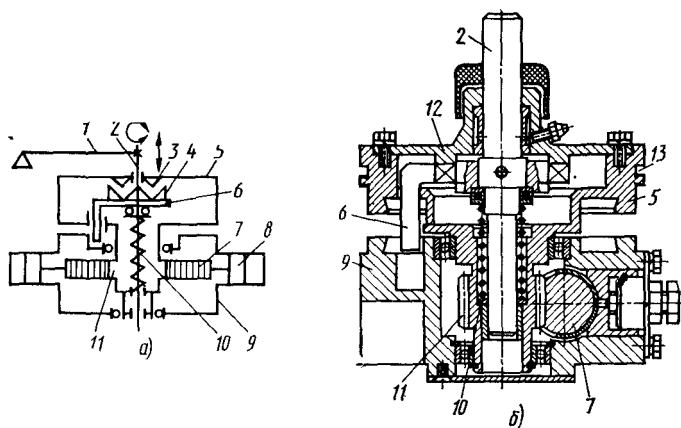


Рис. 3.32. Промышленный робот КМ 0.63Ц4212:
а — кинематическая схема; б — привод

нец 11. Два пневмоцилиндра 8 соединены между собой зубчатой рейкой 7, приводящей барабан в круговое вращение. На внутренней поверхности крышки барабана 12 расположены торцовые кулачки 3. Такие же кулачки имеются на рычаге 6 вертикального вала 2. Усилиям пружины 10 кулачки прижимаются друг к другу, вал поднимается в верхнее положение и жестко сцепляется с барабаном. Если рычаг 6 свободен, то при повороте барабана вал 2 поворачивается вместе с ним. Если рычаг на своем пути встречает упор, закрепленный на корпусе, то барабан будет продолжать поворачиваться, а вал остановится и начнет опускаться из-за того, что выступы кулачков 3, закрепленных на барабане, воздействуют на выступы кулачков 4 рычага 6, жестко соединенного с валом 2. Манипулятор снабжен сменными захватами трех типов — механическим, электромагнитным и вакуумным. Угол поворота руки регулируют перестановкой упора на корпусе 9, а ее подъем (опускание) изменением положения кулачка, устанавливаемого в пазах 13 барабана 5.

ПР мод. Ритм-05.01 (рис. 3.33) имеет поперечное перемещение рук вместо их поворота относительно вертикальной оси, семь степеней подвижности и работает в прямоугольной системе координат. Грузоподъемность каждой из двух рук составляет 0,5 кг.

Рука, манипулятора состоит из следующих блоков: основание 19, устройство выдвижения 17 и корпус 3. Устройство выдвижения руки предназначено для горизонтального рабочего и установочного перемещений захвата и содержит механизм горизонтального перемещения и пневматический цилиндр 10. Механизм горизонтального перемещения представляет собой блок направляющей качения с полый скалкой 16 квадратного сечения. Скалка 16 взаимодействует с шариками 18, вставленными в корпус. На переднем конце скалки закреплены корпус 3 и шток пневматического цилиндра. С противоположной стороны скалки установлен переходной коллектор, к которому подсоединяются трубопроводы и кабель, обеспечивающие связь с пневматическими приводами и датчиками головки. К головке прикреплена скалка 15 со шкалой для отметки установочного перемещения, на которой расположены регулируемые упоры 14, взаимодействующие с датчиками положения 11 при движении захвата. Перемещение захвата осуществля-

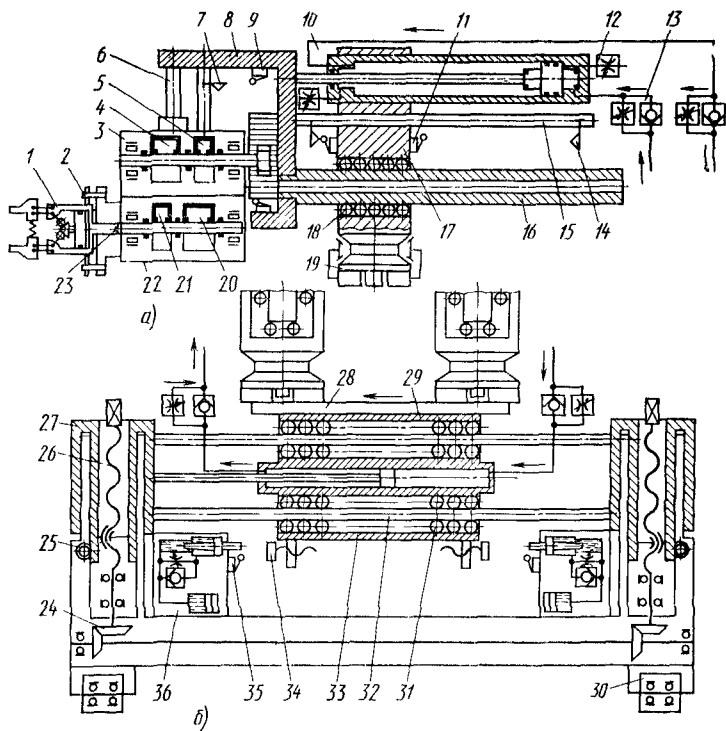


Рис. 3.33. Промышленный робот «РИТМ-05.01»:
 а — рука; б — основание

ется пневматическим цилиндром 10, прикрепленным к корпусу гайкой с поворотными цапфами. Гильза пневматического цилиндра имеет на наружной поверхности резьбу для установочного перемещения захвата вдоль горизонтальной оси с фиксацией этого перемещения по шкале скалки 15.

Для торможения захвата в конце перемещения в пневматическом цилиндре предусмотрены тормозные устройства 12. В крышки пневматического цилиндра 10 встроены дроссели для регулирования скорости торможения, а также дроссели с обратными клапанами 13 для регулирования скорости перемещающихся масс при движении руки.

Узел захвата, механизмы поворота и подъема захвата объединены в корпусе, укрепленном на переднем конце подвижной скалки механизма выдвижения. Головка выполнена в виде вилки 8 с двумя направляющими вертикальными скалками 6. К вилке прикреплены датчики 9 положения захвата при его движении при подъеме-опускании. По направляющим скалкам перемещается механизм подъема захвата, выполненный в виде корпуса со встроенными внутри него пневмоприводом 4 и гидравлическим демпфером 5. Ось пневмопривода 4 параллельна горизонтальной оси руки, а его выходной вал снабжен зубчатым колесом, находящимся в зацеплении с закрепленной на корпусе головки зубчатой рейкой. Гидравлический демпфер регулирует скорость перемещения механизма.

Механизм подъема имеет два крайних положения по перемещению: нижнее (нерегулируемое) и верхнее (регулируемое). Регулирование верхнего положения осуществляется упором 7, закрепленным на подпружиненной скалке, расположенной в корпусе головки.

Механический захват имеет приводы поворота захвата вокруг горизонтальной оси и зажима-разжима. Привод поворота содержит пневмоцилиндр 20 с гидродемпфером 21 и зубчатую муфту 23. На корпусе 22 расположены упоры 2. Привод поворота при необходимости может быть демонтирован. Захватное устройство приводится в действие пневматическим цилиндром одностороннего действия 1, на передней крышке которого закреплены элементы захвата. Зажим осуществляется под действием цилиндра, а разжим — с помощью пружин.

При необходимости механический захват может быть заменен вакуумным. Вакуумный захват имеет переходной кронштейн для крепления к корпусу механизма захвата. С кронштейном соединен корпус захвата, внутри которого расположен эжектор для создания разрежения в вакуумных захватах.

Основание манипулятора предназначено для перемещения рук в направлении, перпендикулярном продольной оси манипулятора, установочного перемещения рук в вертикальном направлении и для подготовки и распределения сжатого воздуха по приводам манипулятора. В передней части основания расположены механизмы сдвига 29 и установочного перемещения 27 рук в вертикальной плоскости. Механизм для перемещения рук в

поперечном направлении состоит из неподвижной каретки 28, на которой закреплены руки, переналаживаемые упоры 34 для регулирования величины перемещения по сдвигу, пневматический цилиндр 33 и направляющие качения 31 каретки. Каретка перемещается от пневматического цилиндра, шток которого 32 связан с одной из траверс. Торможение в конце хода осуществляется гидравлическими демпферами 36, имеющими регулировку скорости торможения, и снабженными датчиками положения 35 по сдвигу.

Установочное движение каретки производят посредством винтовых передач 26, связанных между собой зубчатыми колесами 24. Винты передач жестко связаны со станиной основания, а гайка соединена с траверсой, которая может перемещаться по направляющим станины. Фиксацию траверсы при подъеме-опускании осуществляют двумя тангенциальными зажимами 25. Максимальная величина установочного вертикального перемещения траверсы равна 200 мм. Ее можно фиксировать по шкале, предусмотренной на неподвижной части рамы основания манипулятора.

Каретка снабжена четырьмя роликами 30, по которым она может перемещаться вручную по направляющим рельсам. Фиксация манипулятора на рельсах осуществляется переналаживаемыми упорами.

Для проведения технического обслуживания, смены штампов манипулятор закреплен на подвижной каретке, обеспечивающей откат манипулятора от пресса.

Для автоматизации процесса горячего деформирования применяют ПР «Универсал-15.03» (рис. 3.34), имеющий аналого-позиционную систему управления типа АПС-1. На сварной раме 15 установлены гидростанция 1 и ось 16, на которой смонтирована поворотная платформа 14. На нижнем торце поворотной платформы закреплено приводное зубчатое колесо 13, которое кинематически связано с приводом поворота 12, закрепленном на раме. На верхний торец поворотной платформы установлен механизм продольного сдвига 5. В средней части корпуса имеется полость, в которой находится коллектор передачи энергоносителя — масла — на подвижные части манипулятора. По обе стороны запрессованы две цилиндрические направляющие 2, на которые через шарики установлены две каретки 3, 11, связанные между собой листом 4 с проставкой 17 коробчатой фор-

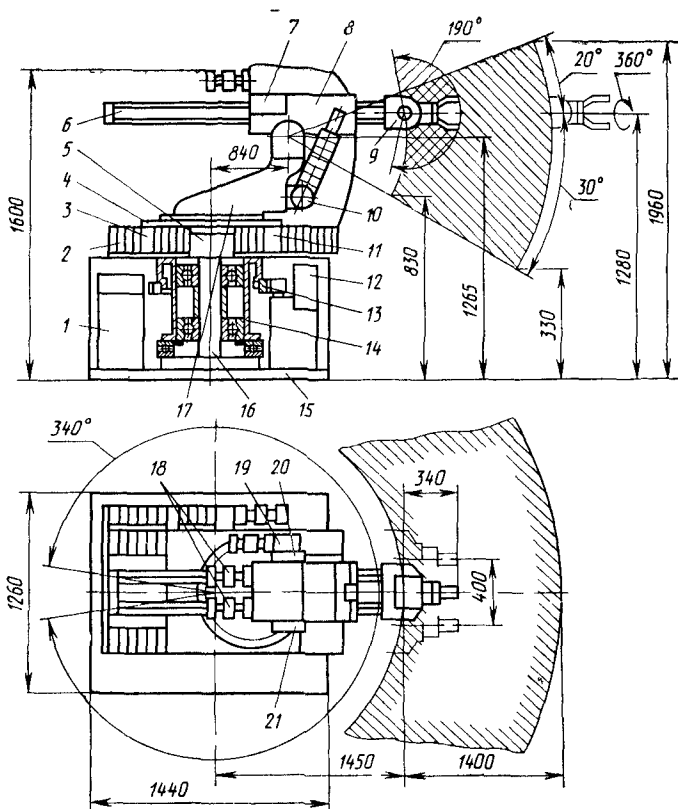


Рис 3 34. Промышленный робот «Универсал-15 03»

мы. На верхнем торце проставка имеет два кронштейна 21 и 20, в которых базируются на шарикоподшипниках цапфы руки. На кронштейне 20 установлен привод выдвижения кисти 19, а на кронштейне 21 коллектор передачи энергоносителя к узлам руки. На переднем торце проставки закреплен механизм перемещения руки 10 в вертикальной плоскости, шариковая гайка которого шарнирно связана с кронштейном, установленным на нижнем торце корпуса руки 8. На верхнем торце корпуса руки находятся приводы ориентирующих движений 18. В корпусе руки установлены на опорах качения шестигранные валы 6, которые служат для крепления кисти 9 и передачи на нее движения. На переднем торце

корпуса руки закреплена панель управления 7. Манипулятор имеет грузоподъемность до 15 кг, шесть программируемых степеней подвижности и может эксплуатироваться при температуре до 50 °С.

Захватные устройства манипуляторов. В связи с тем, что при обслуживании манипулятором кузнечно-прессового оборудования штампуемые детали имеют различную форму и размеры, хватные устройства относят к числу сменных элементов манипуляторов. Манипуляторы промышленных роботов комплектуют набором типовых (для данной модели) хватных устройств. Иногда на типовой хват устанавливают сменные рабочие элементы (губки, присоски и т. п.).

К хватным устройствам предъявляются требования общего характера и специальные, связанные с конкретными условиями работы. К числу обязательных требований относятся: надежность хватывания и удержания заготовки; стабильность базирования; недопустимость повреждения или разрушения объекта манипулирования. Прочность хватных устройств должна быть высокой при их малых размерах и массе. Особое внимание должно быть уделено надежности крепления хватного устройства к руке.

В условиях серийного производства к хватным устройствам предъявляются дополнительные требования: широкозахватность (возможность хватывания и базирования деталей в широком диапазоне размеров, массы и формы); возможность хватывания близко расположенных деталей; легкость и быстрота замены вплоть до возможности их автоматической смены. В ряде случаев необходимо автоматически изменять усилие удержания детали в зависимости, например, от ее массы.

Для получения информации о взятии и об установке детали, об усилии сжатия, о температуре, скорости перемещения детали или положении хвата относительно заготовки хватные устройства снабжают датчиками, устанавливаемыми непосредственно на хватах (тактильными, фотоэлектрическими и др.).

В зависимости от принципа действия хватные устройства манипуляторов так же, как и механических рук, можно разделить на механические, вакуумные, магнитные. Кроме того, в манипуляторах ПР применяют хватные устройства с эластичными камерами (упругие оболочковые).

Механические захваты можно разделить на схватывающие, которые включают в себя приводное устройство и схватывающие элементы, и поддерживающие, в которых для удержания детали используют нижнюю поверхность, выступающие части детали, а также имеющиеся в ней отверстия (это крюки, петли, вилки, лопатки и т. д.).

Наибольшее применение получили механические схватывающие устройства.

Магнитные и вакуумные захваты принципиально ничем не отличаются от рассмотренных ранее захватов механических рук.

Захватные органы с эластичной камерой (рис. 3.35) удерживают заготовку под действием внутреннего давления воздуха (или масла), деформирующего оболочку. При подаче сжатого воздуха в полость упругой оболочки 2, выполненной из армированной резины, происходит увеличение объема оболочки и надежное удерживание изделия 1 и в то же время сводится к минимуму возможность нарушения его конфигурации.

Расчет захватных устройств манипулятора не отличается от рассмотренных ранее расчетов захватов механических рук. Однако при расчете захватов с призматическими губками для удержания длинномерных объемных заготовок необходимо рассматривать два случая (рис. 3.36, а). В первом случае плоскость действия рабо-

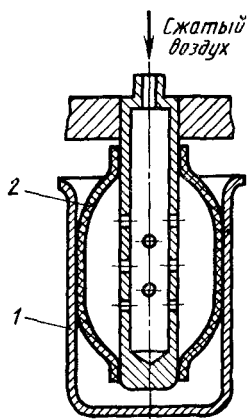


Рис. 3.35. Захватный орган с эластичной камерой

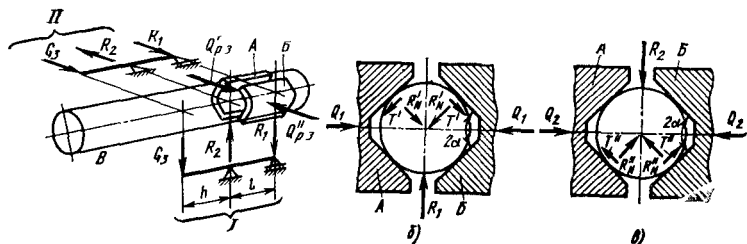


Рис. 3.36. Схема расчета захвата для длинномерных заготовок

чей нагрузки и усилия захвата не совпадают (схема I), а во втором — совпадают (схема II).

Для первого случая расчетные усилия для каждой из губок равны между собой, так как реакции R_1 и R_2 воспринимаются обеими губками (рис. 3.36, б и в):

$$Q'_{pз} = Q''_{pз} = Q_1 + Q_2.$$

Усилия с учетом сил трения T' и T'' и сил нормального давления R_N' и R_N'' равны

$$Q_1 = G_з [h/(2l)] \operatorname{tg}(\alpha - \rho);$$

$$Q_2 = 0,5G_з (h/l + 1) \operatorname{tg}(\alpha - \rho),$$

откуда

$$Q'_{pз} = Q''_{pз} = G_з (h/l + 0,5) \operatorname{tg}(\alpha - \rho),$$

где $\rho = \operatorname{arctg} \mu$ — угол трения; $G_з$ — вес заготовки; α — половина угла скоса губок захвата; μ — коэффициент трения между заготовкой и губками захвата, принимаемый равным 0,2—0,3 для губок без рифления и 0,3—0,4 для губок с рифлением; h — расстояние от центра тяжести до ближайшей крайней точки губки захвата; l — длина губки захвата.

Схема II совпадает с расчетными схемами, приведенными на рис. 3.28, б, в, и поэтому расчет аналогичен выполненному для этих схем.

Приводы манипуляторов. В конструкциях манипуляторов, применяемых в кузнечно-штамповочном производстве, используют пневматические, гидравлические, электрические и комбинированные приводы. Выбор типа привода определяется назначением манипулятора, требованиями к его техническим характеристикам, а также учетом таких факторов, как стоимость, сложность обслуживания и т. д.

В приводах ковочных манипуляторов нашел применение электромеханический привод. Для вращения руки (хобота) манипулятора наиболее часто используют привод с планетарным редуктором (рис. 3.37). Двигатель 2 соединен с центральным валом планетарного редуктора, выходной полый двухопорный консольный вал 4 которого выполняет роль водила. На одной из шеек вала установлен на подшипниках корпус 5 редуктора, который снабжен тормозом 6, исключающим его проворачивание. Шестерня 3 полого вала 4 находится в зацеплении с зуб-

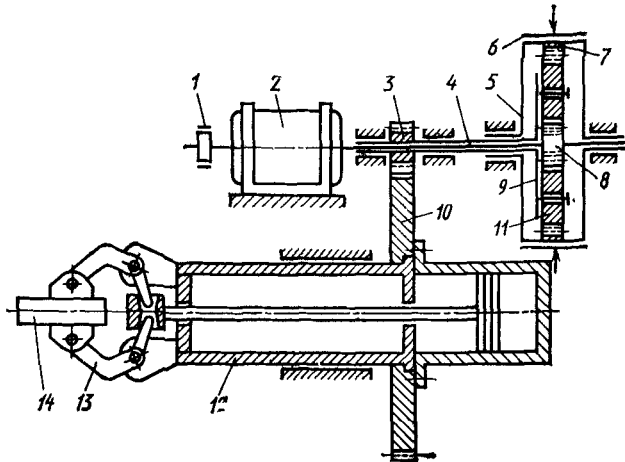


Рис. 337. Механизм вращения хобота ковочного манипулятора

чатым колесом 10, которое неподвижно закреплено на хоботе 12 манипулятора, установленном на двух подшипниках в раме захватного устройства. Для торможения механизма предусмотрен электромагнитный тормоз 1.

Наличие планетарного редуктора позволяет предохранить механизм вращения от случайной перегрузки при непрерывной работе двигателя 2.

В процессековки возможны два случая: 1) двигатель вращается, хобот вращается, а вместе с ним и поковка, свободно располагающаяся между бойками прессы; 2) электродвигатель вращается, поковка зажата между бойками прессы и хобот не вращается.

В первом случае, когда нагрузка не превышает номинальную, пружины тормоза 6 создают достаточные усилия трения между тормозными колодками и корпусом редуктора, обеспечивающие его неподвижность. Сателлиты 11 обегают внутренний зубчатый венец колеса 7, жестко закрепленного на корпусе редуктора, увлекают водило 9 и вместе с ним вал 4, который через зубчатую пару 3, 10 вращает хобот манипулятора и зажатую клещами 13 поковку 14.

Когда поковка зажимается бойками прессы, хобот останавливается, вместе с ним останавливается кинема-

тическая цепь от зубчатого колеса 10 до водила 9. Сателлиты 11 начинают вращаться вокруг своих осей и, взаимодействуя с вращающимся внутренним зубчатым колесом 7 корпуса и солнечным колесом 8, проворачивают корпус редуктора, преодолевая сопротивление пружин тормоза 6. Этим исключается поломка механизма и создается возможность непрерывного вращения двигателя 2, исключаящее частые его пуски.

В качестве приводов большинства манипуляторов ПР в настоящее время используется пневматический привод, главным образом в виде пневматических цилиндров. Рекомендуются применять пневматические приводы мощностью 60—800 Вт (относительно одной степени подвижности). Для манипуляторов грузоподъемностью до 1 кг целесообразно для повышения точности позиционирования применение тормозных устройств.

Гидравлические приводы используются в ПР, когда необходимо обеспечить требуемый закон движения рабочих органов от точки к точке и мощности привода превышают 1 кВт.

В электроприводах манипуляторов ПР применяют двигатели постоянного тока, шаговые и высокомоментные двигатели. Двигатели постоянного тока с гладким ротором из-за малой инерционности отличаются высоким быстродействием, имеют малую электромагнитную постоянную времени и могут быть применены в ПР лишь при работе в повторно-кратковременном режиме.

В механизмах ПР для получения поступательного перемещения используют линейные шаговые двигатели, а для вращательного — шаговые серводвигатели с гидроусилителями момента и силовые шаговые электродвигатели.

Устройства управления. В зависимости от типа представления задающей программы различают ПР с цикловым программным управлением и ПР с числовым программным управлением. Программа устройства ЦПУ содержит информацию о последовательности перемещения исполнительных механизмов или о последовательности и скоростях. Информация о положении рабочих органов запоминается в виде определенного положения упора или флажка путевого выключателя на звеньях манипулятора. Запоминание информации о последовательности осуществляется на коммутационных элементах и блоках коммутационных элементов: штекерных

панелях, программных барабанах, многопозиционных переключателях, тумблерах и т. д. Информация о времени задается обычно на потенциометрах и обрабатывается устройством типа реле времени или аналогичными устройствами.

При программировании робота (его обучении) оператор вводит информацию о положении звеньев, перемещая упоры или флажки путевых выключателей на звеньях манипулятора, вносит в управляющее устройство информацию о последовательности отработки и величине временных задержек путем установки штекеров (переключателей, кнопок и т. п.) в определенные гнезда (положения), а при использовании перфоленты к ее установке в считывающее устройство.

В устройствах ЧПУ вся информация представляется в числовом виде и хранится на быстросменном носителе в виде магнитных лент, барабанов, дисков и т. п.

По типу движения по отдельным степеням подвижности различают устройства непрерывного (контурного) управления и устройства дискретного (позиционного) управления. В устройствах контурного управления движение по заданной степени подвижности осуществляется как отработка непрерывной траектории, а в дискретных — в виде конечной последовательности точек (позиций). Число задаваемых точек может достигать нескольких сотен.

Наиболее простое программирующее устройство — кулачковый командоаппарат или программатор (рис. 3.38), основная часть которого — металлический барабан 2 с кулачками 1, нажимающими на путевые переключатели 5. Барабан может быть кинематически связан с главным исполнительным механизмом 3 пресса или приводиться во вращение от отдельного электропривода 4. Путем соответствующей настройки кулачков вырабатывают команды для включения соответствующего механизма манипулятора, а для отключения используют путевые переключатели, срабатывающие в конце перемещения этого механизма.

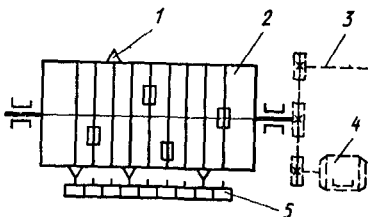


Рис. 3.38. Кулачковый командоаппарат

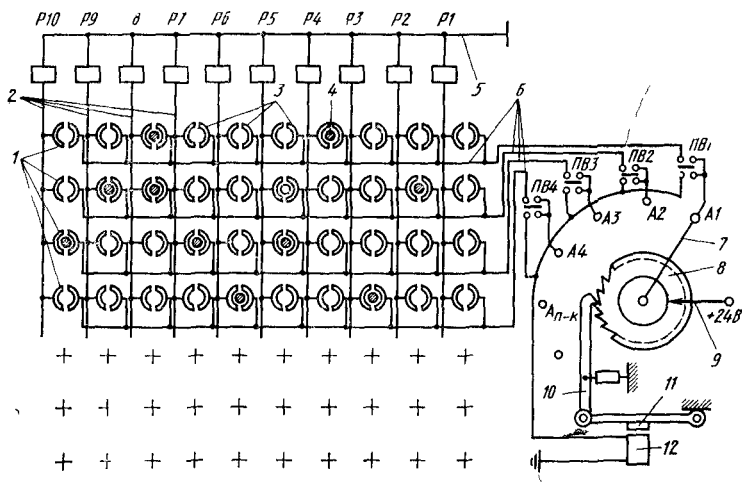


Рис 3.39 Штекерное устройство управления

Принципиальная схема штекерного устройства управления приведена на рис 3.39. Требуемая последовательность движения звеньев «запоминается» соответствующей расстановкой штекеров 4 в гнездах панели. Каждое гнездо состоит из двух токоподводящих полуколец. Левые полукольца 1 каждого вертикального ряда соединены проводниками 2 с соответствующими реле P1, P2, ..., P10, а вторые концы имеют общий вывод 5. Правые полукольца 3 гнезд каждого горизонтального ряда соединены проводниками 6 с контактами A1, A2, A3, A4 шагового искателя. При контакте щетки 7 шагового искателя с одним из контактов A ток от проводника 9 поступит на правые полукольца того горизонтального ряда, который соединен с этим контактом. Наличие штекера в одном из гнезд замыкает обе половинки гнезда и ток поступает на обмотку реле. Реле срабатывает и подает команду на включение в работу подсоединенного к нему привода (с помощью муфт, электромагнитных золотников и т. п.). После перемещения исполнительного звена на требуемую величину переставной упор достигнет соответствующего путевого выключателя и последний разорвет цепь питания реле и тем самым остановит движение. Одновременно с этим происходит замыкание цепи питания электромагнита 12 шагового искателя, который

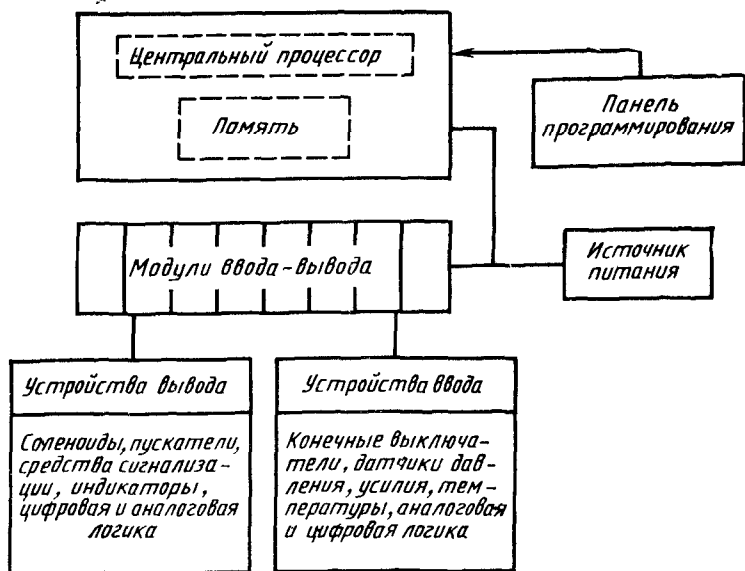


Рис. 3.40. Схема программируемого контроллера

якорем 11 через собачку 10 повернет храповое колесо 8 и обеспечит переход щетки 7 на следующий контакт А. В результате под током окажется следующий горизонтальный ряд.

Число вертикальных рядов гнезд определяет число управляемых приводов, а горизонтальных — число последовательных команд общего цикла.

В устройствах управления все более широко применяют устройства программируемого бесконтактного логического управления на базе микропроцессорных интегральных схем — программируемые контроллеры и программируемые командоаппараты (рис. 3.40). Программируемый контроллер по своим функциям напоминает панель релейной автоматики. С помощью своих стандартных подпрограмм контроллер просматривает входные сигналы и в соответствии с программой, заложенной в памяти, вырабатывает соответствующие этой программе выходные сигналы.

В зависимости от конструктивных особенностей и заложенной в памяти программы программируемый контроллер может также выполнять и другие функции: счет,

синхронизацию, работу с информацией и арифметические операции. В этом отношении он схож с небольшой ЭВМ.

Структурно контроллер содержит центральный процессор с памятью, панель программирования и блок ввода-вывода, связанный с устройствами ввода и вывода. Набор программы осуществляется с помощью переносной панели программирования, снабженной клавиатурой и дисплеем. Каждый отдельный элемент программы вводится путем нажатия соответствующих элементных и цифровых клавиш. Предусматривается возможность редактирования для исправления возможных ошибок, возникающих при вводе программы. Ввод программы может быть также осуществлен от внешних устройств, например, кассетного магнитофона или ЭВМ. К контроллеру может быть подсоединено печатающее устройство, регистрирующее состояние оборудования, затраты времени, аварийные ситуации и другие сведения о работе не только манипулятора, но и обслуживаемого им технологического оборудования.

Использование для управления ПР ЭВМ типа «Электроника-60» позволяет более полно использовать возможности роботизации.

Агрегатно-модульный принцип конструирования ПР. Применение агрегатно-модульного принципа построения позволяет: создавать различные по функциональному назначению и компоновке промышленные роботы при минимальном числе агрегатирования узлов (модулей); повысить эффективность и экономические показатели при освоении производства и эксплуатации за счет серийного выпуска сравнительно небольшой номенклатуры типовых агрегатных узлов.

Наиболее распространены ПР агрегатно-модульной конструкции двух типов: агрегатные и модульные.

Для агрегатных ПР характерно, что одна или две степени подвижности реализуются отдельными функциональными узлами, а связь между ними регулирующей аппаратурой, узлом питания и устройством управления осуществляется сменными энергетическими и коммутационными линиями.

В модульных промышленных роботах каждая степень подвижности реализуется отдельными узлами (модулями). Каждый модуль содержит помимо исполнительного механизма распределительную и регулирующую аппаратуру, устройство контроля положений выходного эле-

мента исполнительного механизма, систему коммутационных, энергетических и информационных линий связи. В модульных ПР узлы более сложны и громоздки.

Техника безопасности при эксплуатации манипуляторов и ПР. Меры безопасности при эксплуатации манипуляторов и ПР должны быть разработаны с учетом ОСТ 3-12.002—80 «Роботы промышленные. Требования безопасности при эксплуатации» и ОСТ 3.12.003—80 «Эксплуатация роботизированных комплексов. Требования безопасности». Основными причинами возникновения аварийных ситуаций могут явиться непредусмотренные движения ПР во время обучения и автоматической работы, в том числе погрешность позиционирования рабочих органов манипулятора; ошибочные действия оператора во время наладки и ремонта; доступ человека в рабочее пространство ПР при его работе в автоматическом режиме: размещение пульта управления внутри рабочей зоны и отсутствие специального ограждения; отсутствие четкой информации о ситуации на роботизированном участке и причинах возникновения неполадок.

Безопасность эксплуатации достигается прежде всего за счет рациональной планировки роботизированных комплексов, а также с помощью специальных устройств, обеспечивающих безопасность обслуживающего персонала. Планировка комплексов должна обеспечить свободный, доступный и безопасный доступ обслуживающего персонала к ПР, основному и вспомогательному оборудованию, органам управления и аварийного отключения всех видов оборудования и механизмов. Устройства защиты должны формировать командный сигнал на останов движений манипулятора в опасной для человека зоне рабочего пространства комплекса, регистрируя пространственное положение манипулятора, а также местонахождение обслуживающего персонала при появлении его в рабочей зоне манипулятора. Снятие сигнала должно осуществлять сам оператор, осуществляющий наладку и эксплуатацию ПР или комплекса.

К специальным устройствам обеспечения безопасности и безаварийной работы ПР следует отнести ограждение рабочей зоны и устройства контроля отработки управляющей программы. Последние предназначены для проверки правильности выполнения манипулятором заданных перемещений. Ограждение рабочей зоны ПР может быть выполнено на основе устройств, использую-

щих различные контактные, силовые, ультразвуковые, светолокационные и другие датчики. На рис. 7.20 показана планировка роботизированного комплекса, использующая разработанную в ЭНИМСе систему светозащиты с помощью модульных светолокационных датчиков. Способы контроля отработки управляющей программы определяются конструкцией ПР, типом привода и устройства управления. В манипуляторах со следящим приводом контроль обеспечивается датчиками обратной связи, а в ПР с разомкнутой системой управления могут применяться различные устройства контроля правильности отработки геометрической информации. Захватные устройства иногда снабжаются защитными скобами, представляющими собой тактильные датчики на основе микропереключателей, срабатывающих при контакте захвата с препятствием на пути его перемещения.

3.5. УСТРОЙСТВА ДЛЯ УДАЛЕНИЯ ШТАМПОВАННЫХ ИЗДЕЛИЙ И ОТХОДОВ

Затраты времени на удаление отштампованной детали или отходов вручную составляют до 50 % общей суммы основного и вспомогательного времени. Поэтому автоматическое удаление отштампованных деталей и отходов из рабочей зоны позволяет существенно повысить производительность технологического оборудования. При этом рабочий лишь наблюдает за работой автоматизированного пресса.

Удаляющие устройства применяются в тех случаях, когда готовые детали нельзя удалить из рабочей зоны вследствие наклона пресса или штамповки «на провал».

Удаляющие устройства получили большое распространение при механизации процессов штамповки. Однако не все удаляющие устройства могут быть использованы при автоматизации, когда предъявляются такие специфические требования, как сохранение ориентации или ее изменение по требуемому закону, обеспечение постоянства траектории движения детали в процессе ее удаления из рабочей зоны.

Удаляющие устройства, применяемые при автоматизации и механизации процессов штамповки, могут быть разделены на две большие группы: сбрасывающие устройства и выносящие устройства. Применение сбрасывающих устройств при автоматизации не всегда рацио-

нально, в частности, их применение нецелесообразно из-за потери ориентации полуфабриката на промежуточных операциях штамповки. Однако они успешно применяются для удаления готовых, полностью отштампованных деталей на последней операции, когда сохранение заданной ориентации уже не требуется. Сбрасывающие устройства подразделяются на пневматические и механические, к которым, в свою очередь, относятся крючковые, рычажные, клиновые и шиберные.

Выносящие устройства подразделяются на ковшовые, лотковые и конвейеры. Для удаления деталей сложной формы применяют механические руки, манипуляторы и промышленные роботы.

Сбрасывающие устройства. Сбрасывающие устройства очень просты по конструкции и их используют там, где отштампованные изделия направляются в тару без стапелирования. Пневматические устройства обеспечивают удаление отштампованных деталей из рабочей зоны струей сжатого воздуха. Включение подачи сжатого воздуха может проводиться от кулачка, закрепленного на ползуне или на рабочем валу пресса, либо от электромагнита, включенного в электрическую схему пресса. Пневмосдувающее устройство, включаемое кулачком, закрепленным на ползуне пресса, представлено на рис. 3.41.

На станине пресса закрепляется корпус 6 пневмоклапана, на шток 5 которого воздействует рычаг 4 с роликом 3. Рычаг 4 связан с ползуном пресса и при рабочем ходе ползуна может свободно подниматься вверх. При обратном ходе ползуна рычаг 4, не имеющий свободного перемещения вниз, нажимает на шток 5 пневмоклапана, который, перемещаясь вправо, открывает подачу сжатого воздуха к соплу. Сопло 2 устанавливается на стойке 1 непосредственно на плите штампа или на подштамповой плите пресса.

Пневмосдувающие устройства применяются для удаления малых и средних по массе и размерам деталей и устанавливаются на быстроходных прессах, имеющих 120—180 ходов в 1 мин.

Механические сбрасывающие устройства обычно встраиваются в штамп и их конструкция определяется конфигурацией штампуемой детали. В большинстве случаев удаление отштампованной детали осуществляется вследствие усилия упруго сжатой пружины, которая

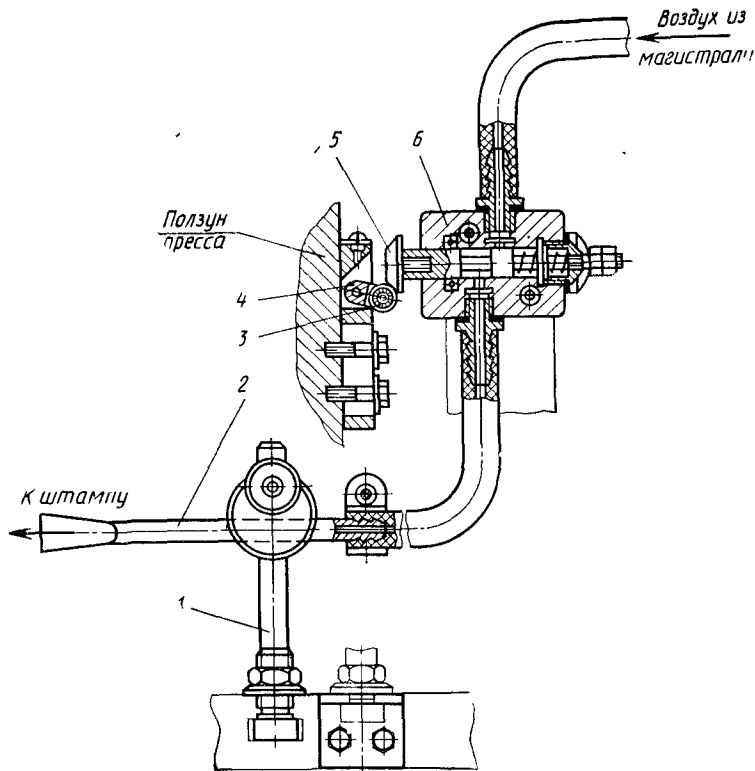


Рис. 3.41. Пневмосдувающее устройство

«взводится» при перемещении ползуна вниз — при рабочем ходе — и при обратном ходе ползуна перемещает элемент, непосредственно воздействующий на отштампованную деталь. В зависимости от типа механизма, выполняющего сжатие рабочей пружины, устройства бывают рычажные, клиновые, крючковые и шиберные.

Клиновое сбрасывающее устройство представлено на рис. 3.42. При опускании ползуна пресса клин 1, воздействуя через ролик 5 на рычаг сбрасывателя 2, поворачивает его против часовой стрелки, закручивая при этом пружину кручения 3. При подъеме ползуна вверх рычаг сбрасывателя 2, установленный на оси 4, поворачивается по часовой стрелке с помощью пружины 3, удаляя при этом деталь, которая находится на поднятом

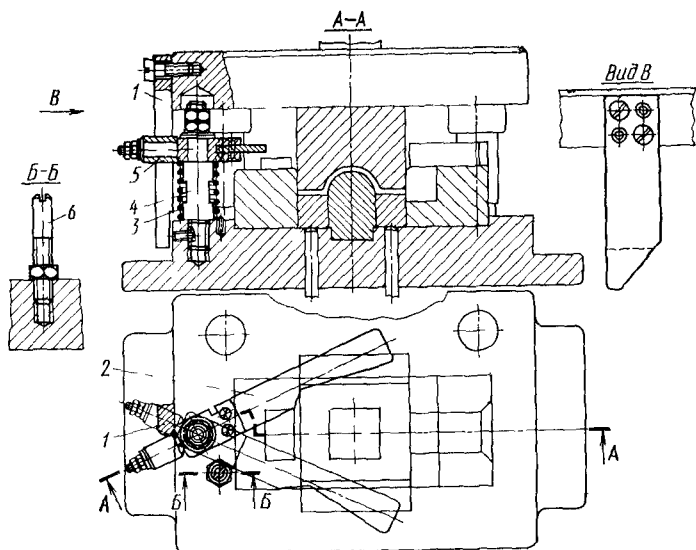


Рис. 3.42. Клиновое сбрасывающее устройство

съемнике. Винт *б* выполняет функции ограничителя хода сбрасывателя. Сбрасыватель регулируется путем изменения положения клина относительно рычага сбрасывателя *2*.

Схема рычажного сбрасывателя представлена на рис. 3.43. На нижней плите штампа устанавливается стойка *3* и шарнирно закреплен рычаг *5*, хвостовик которого упирается в сбрасыватель *1*. На верхней плите штампа закреплена державка *8* с собачкой *7*, которая постоянно поджимается в рабочее положение пружиной *6*.

Пружина *2* постоянно отжимает сбрасыватель *1* в крайнее левое (нерабочее) положение, а плоская пружина *4* ограничивает перемещения рычага *5*.

При перемещении ползуна прессы вниз собачка *7* также перемещается вниз, отжимая при этом пружину *6*. При обратном ходе ползуна собачка своей прорезью цепляется за зуб рычага *б*, поворачивая при этом рычаг *5* против часовой стрелки. Хвостовик рычага *5* воздействует на сбрасыватель *1*, который перемещается вправо, удаляя при этом деталь, находящуюся в матрице. В процессе перемещения сбрасывателя вправо сжима-

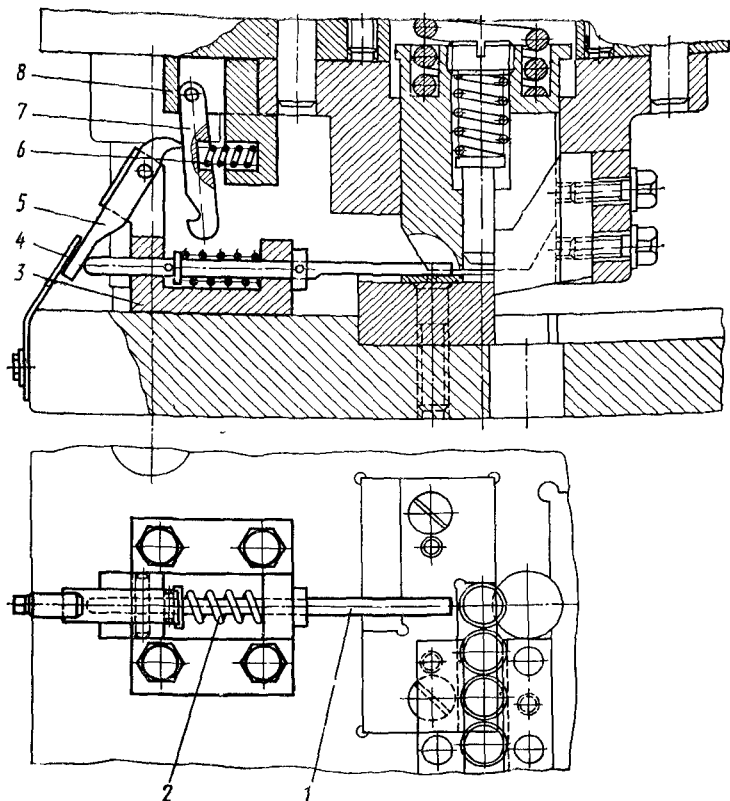


Рис. 3.43. Рычажный сбрасыватель

ется пружина 2, которая возвращает сбрасыватель в исходное положение при рабочем ходе ползуна.

Регулирование синхронности работы сбрасывателя осуществляется вследствие перемещения стойки 3 влево или вправо, а также установкой прокладок между державкой 8 и верхней плитой штампа.

Как уже говорилось, механические сбрасывающие устройства обычно встраиваются в штамп. Такая модернизация увеличивает стоимость штампа на 5—10 %, в то время как производительность увеличивается в 1,5—2 раза. Механические сбрасывающие устройства исполь-

зуются для удаления мелких и средних по габаритам и массе деталей.

Для удаления среднегабаритных деталей, выталкиваемых из верхней части штампа, применяются выносящие устройства. Выносящие устройства устанавливаются на прессах, имеющих число ходов не более 30—40 в 1 мин.

Ковшовые выносящие устройства либо имеют привод от ползуна пресса, либо оснащаются индивидуальным пневмоприводом. Работа пневмоцилиндра обязательно должна быть синхронизирована с работой прес-са.

Механические ковшовые выносящие устройства очень разнообразны по своей конструкции и всегда имеют привод от ползуна пресса. Поэтому работа механических выносящих устройств всегда синхронизирована с работой пресса. Преобразующими механизмами, обеспечивающими перемещение ковша, могут быть рычажные, клиновые и шестеренно-реечные механизмы, либо их комбинация.

Применение рычажного механизма в конструкциях выносящего ковша показано на рис. 3.44. Система рычагов 1, 2, 3 и шарниров 4, 5, 6 связывает между собой верхнюю и нижнюю половины штампа. Ковш 7 связан с рычагами центральным шарниром 6. При обратном ходе ползуна, т. е. при подъеме верхней плиты штампа, ковш 7 с помощью рычажной системы вводится в рабочее пространство. С помощью выталкивателя отштампованная деталь выталкивается из матрицы и падает в ковш 7. При опускании ползуна ковш 7, а вместе с ним и отштампованная деталь выносятся из рабочей зоны.

Ковшовое выносящее устройство с клиновым механизмом представлено на рис. 3.45. Ось 2 поворотного ковша 4 закрепляется в верхней плите штампа, а к нижней плите крепится клин 3. Возврат ковша в исходное положение осуществляется пружиной кручения 1. При опускании верхней плиты штампа ковш 4 с помощью клина 3 поворачивается вокруг оси 2, закручивая пружину 1. При этом отштампованная деталь, находящаяся на ковше, выносится из рабочей зоны. При подъеме верхней плиты ковш возвращается в исходное положение пружиной 1. Винт 5 ограничивает перемещение ковша 4.

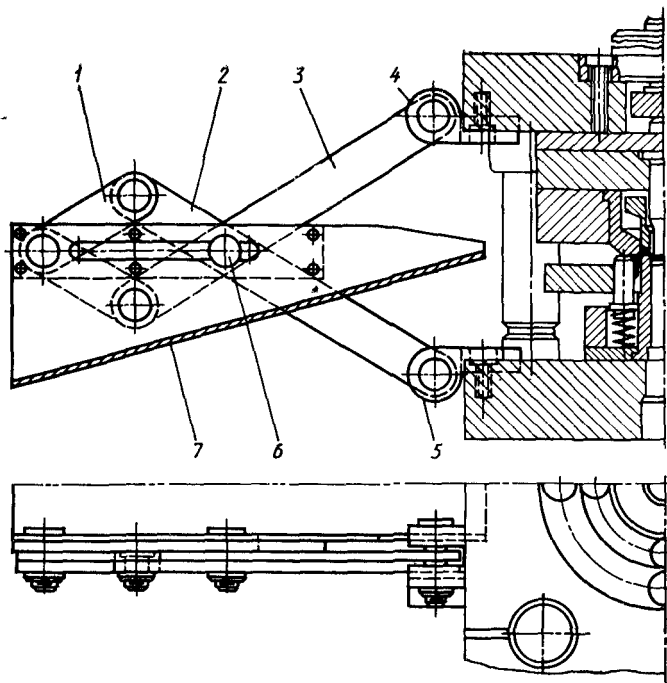


Рис. 3.44. Выносящий ковш с рычажным механизмом

Выносящее устройство с комбинированным шестеренно-реечным и рычажным механизмами показано на рис. 3.46.

На верхней плите штампа крепится кронштейн 2, который резьбовой стяжкой 3 связан с двуплечим рычагом 4. Двуплечий рычаг 4 может поворачиваться относительно оси 5, закрепленной на основании 6. На втором конце двуплечего рычага 4 на оси установлено зубчатое колесо 11, которое находится в зацеплении с неподвижной 10 и подвижной рейками 12. Подвижная рейка 12 опирается на ролики 7 и 8. Основание 6 устройства шарнирно крепится на нижней плите штампа, а угол наклона ковша 1 и неподвижного лотка-склиза 9 может регулироваться с помощью верхней 13 и нижней 15 тяг и стяжкой гайки 14. Нижняя тяга устройства крепится к станине пресса с помощью кронштейна 16.

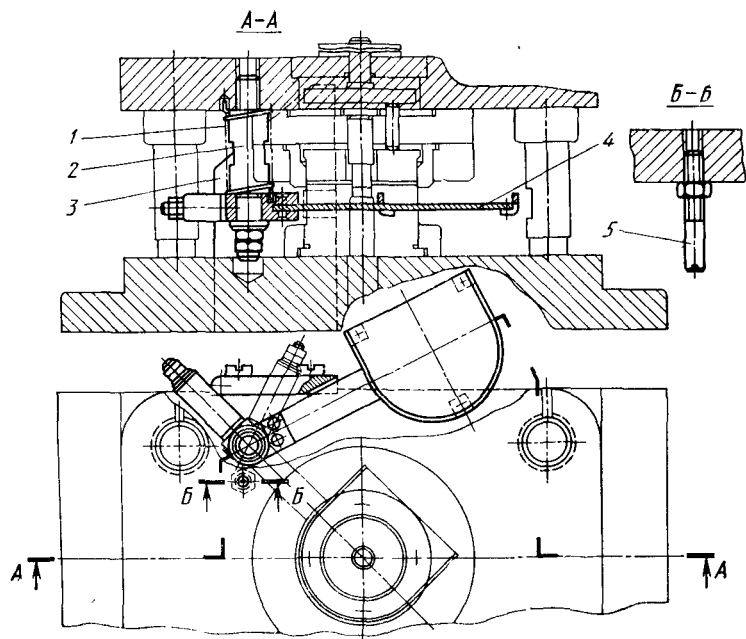


Рис. 3.45. Выносящий ковш с клиновым механизмом

В исходном положении при расположении ползуна в верхней мертвой точке ковш *1* находится в рабочей зоне и готов к приему отштампованной детали. При опускании ползуна опускается и кронштейн *2* и двуплечий рычаг *4* поворачивается против часовой стрелки. Нижний конец рычага *4* с зубчатым колесом *11* при этом начинает перемещаться вправо. Зубчатое колесо *11* начинает перекачиваться по неподвижной рейке, увлекая за собой подвижную рейку *12* и связанный с ней ковш *1*, выводя его из рабочей зоны. Отштампованная деталь, находящаяся на ковше *1* при его движении вправо и вниз падает на неподвижный лоток-склиз *9*, угол наклона которого должен быть больше 22° , т. е. значительно больше угла трения скольжения. Отштампованная деталь по лотку-склизу *9* падает в тару.

При обратном ходе пресса ковш *1* перемещается влево и вверх и принимает отштампованную деталь, которая выталкивается из верхней части штампа.

Как следует из приведенных описаний, существует большое многообразие выносящих устройств. На многих

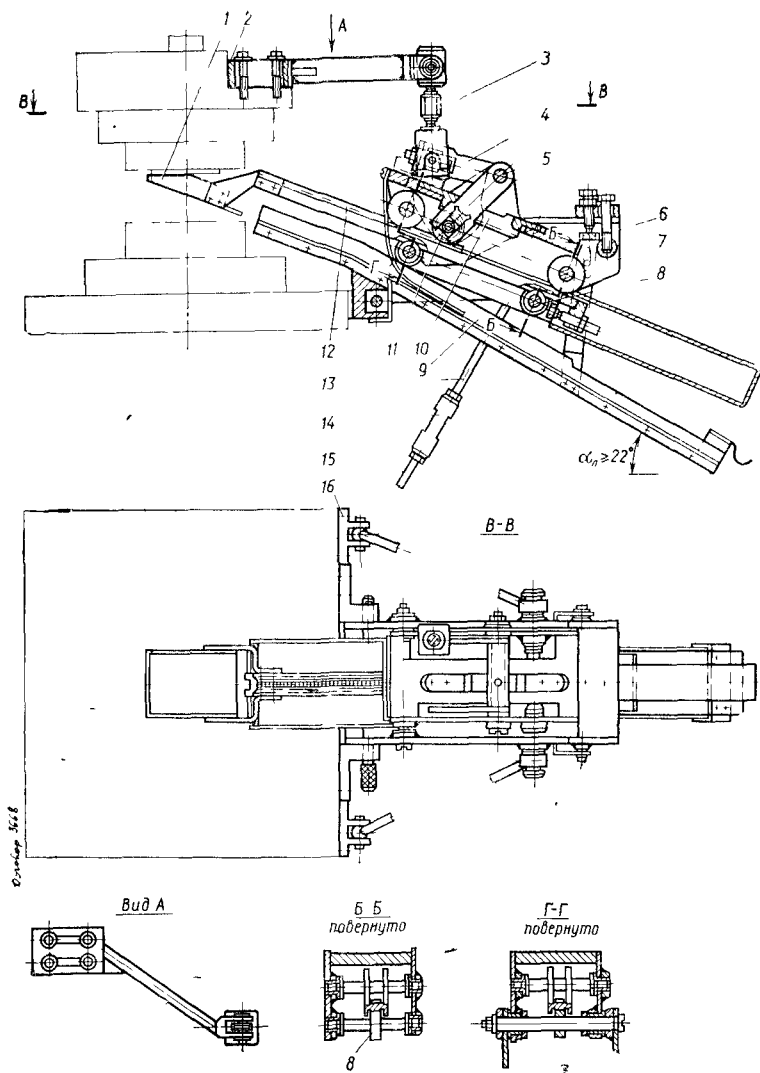


Рис. 3.46. Выносящее устройство с шестеренно-реечным и рычажным механизмами

заводах можно встретить конструкции, отличающиеся от описанных выше, но общие принципы построения и работы выносящих устройств аналогичны приведенным.

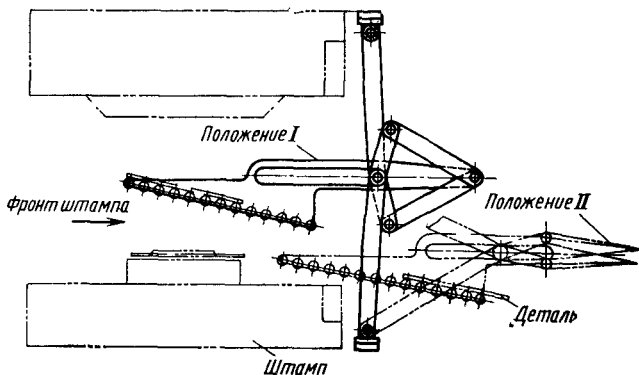


Рис. 4.47. Рычажный сбрасыватель с неприводным роликовым конвейером

Для снижения сил трения при перемещении детали склизы в ряде случаев выполняют в виде неприводных конвейеров (рис. 3.47). В положении I показан момент приема отштампованной детали, в положении II — момент сброса детали в тару.

Механические руки находят применение для механизации и автоматизации процессов удаления крупногабаритных и среднегабаритных деталей, таких, как крупногабаритные детали автомобиля (бензобаки, детали кузова и др.), и в соответствии с ГОСТ 17384—80 служат для удаления тонколистовых деталей, расположенных на нижней части штампа, установленного на закрытом прессе простого или двойного действия.

Схема механической руки, закрепляемой на прессе, представлена на рис. 3.48. Механическая рука имеет индивидуальный пневмопривод, управление которого синхронизировано с работой пресса вследствие кинематической связи командоаппарата руки, состоящего из вала 13 с кулачками 14 и 15, с коленчатым валом 17 пресса. Кулачок 14 осуществляет управление отводом и подводом к штампу 8 рычага 10 с клещевым захватом 7, а кулачок 15 обеспечивает управление клещевым захватом 7. При подъеме ползуна 5 пресса происходит поворот кулачков командоаппарата. Толкатели кулачков 16 и 18 выполняют роль конечных выключателей, которые управляют работой электромагнитов включения пневмоклапанов 12 и 19. Указанные клапаны управ-

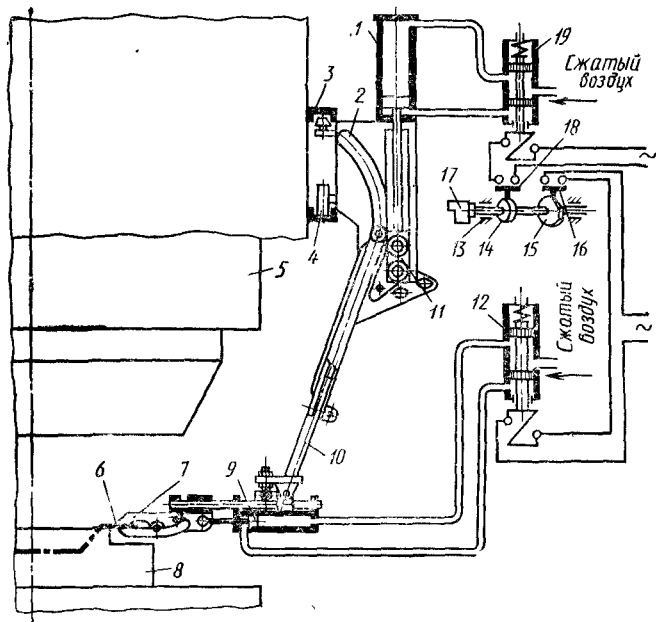


Рис. 3.48. Схема механической руки

ляют работой цилиндров 1 и 9. Поршень цилиндра 1 связан через ползушку 11 с рычагом 10 руки, а поршень цилиндра 9 — с кареткой клещевого захвата 7. Верхний конец рычага перемещается по криволинейному копиру 2, выполненному в корпусе руки, который, в свою очередь, связан с тележкой 4. Тележка 4 может перемещаться в направлении, перпендикулярном к плоскости чертежа, по раме 3, смонтированной на станине пресса.

В исходном положении захват руки находится на расстоянии 50—80 мм от кромки фланца детали, подлежащей удалению из рабочей зоны. В этом положении захват находится до тех пор, пока ползун не поднимется на высоту 300 мм. При дальнейшем подъеме ползуна кулачок 15 нажимает на конечный выключатель 16, который дает команду на переключение пневмоклапана 12. Сжатый воздух поступает в правую полость пневматического цилиндра 9. Каретка перемещается влево, и губки клещевого захвата зажимают фланец детали 6.

После захвата фланца детали 6 при дальнейшем подъеме ползуна пресса от кулачка 14 подается команда на переключение пневмоклапана 19. Сжатый воздух, поступая в нижнюю часть цилиндра 1, поднимает ползушку 11 и рычаг 10, верхний конец которого перемещается по копиру 2. В результате этого нижний конец рычага 10 с клещевым захватом 7 перемещается вверх и направо, благодаря чему отштампованная деталь выносится из рабочей зоны. При дальнейшем повороте коленчатого вала пресса от конечных выключателей 18 и 16 подаются команды на переключение пневмоклапанов 12 и 19, что приводит к раскрытию клещевого захвата 7 и возврату руки в исходное положение. Отштампованная деталь падает на склиз, роликовые или ленточные конвейеры.

Для автоматизации процессов межоперационного транспортирования полуфабрикатов на участках листовой штамповки крупногабаритных деталей наибольшее распространение получили ленточные конвейеры. Указанные механизмы имеют, как правило, индивидуальный привод. В очень редких случаях привод указанных транспортных средств кинематически связан с приводом пресса или его работа синхронизирована с работой прес-са.

На рис. 3.49 показан приводной роликовый конвейер для транспортирования полуфабрикатов между прессами, установленными в автоматическую линию. Ролики 7 смонтированы на сварной раме 3, которая на четырех катках 8 установлена на рельсах 4. Регулирование уровня конвейера относительно пола обеспечивается регулировочными винтами 10. Рама фиксируется относительно пресса с помощью специальных стопорных винтов.

Привод роликов 7 обеспечивается от электродвигателя 6 через редуктор 5, цепную передачу 11 и цепную систему 9. Перемещение детали происходит в направлении К.

Остановка детали на позиции загрузки обеспечивается кронштейном 2 с двумя упорами 1, которые осуществляют и выравнивание детали перед подходом к ней захватного органа подающего устройства.

Стапелирующие устройства в автоматизированном цикле работы технологического агрегата выполняют завершающую операцию: укладывают детали в опреде-

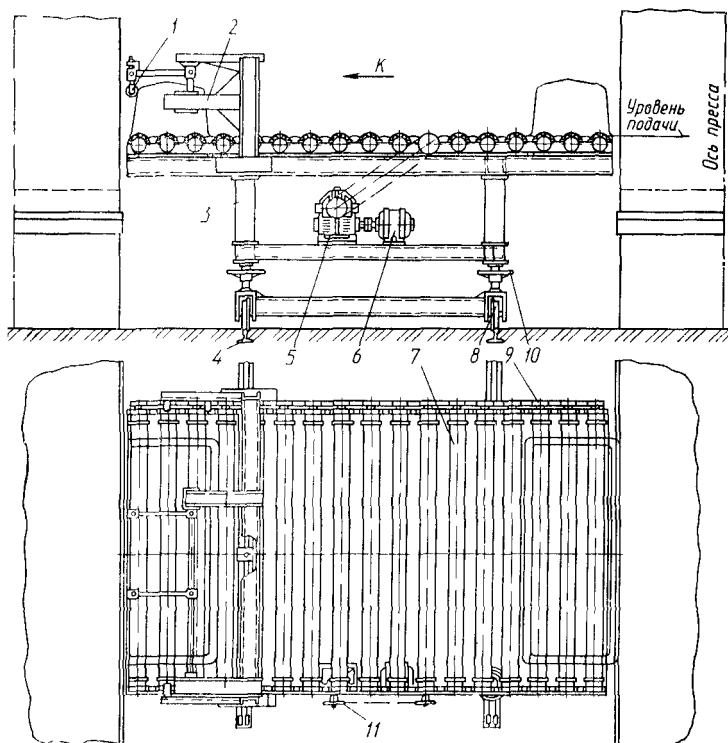


Рис. 3.49. Приводной конвейер для межоперационного транспортирования

ленном порядке для их последующего использования. Устройства для штапелирования бывают двух типов:

1) устройства, в которых штапелирование происходит в результате свободного падения или скольжения отштампованных деталей (рис. 3.50, а—в);

2) устройства, в которых штапелирование проводится путем принудительного перемещения отштампованных деталей в кассету (рис. 3.50, г).

Штапелирующие устройства могут быть одно- и многопозиционными. Число позиций выбирают из ряда: 1, 2, 3, 4, 6, 8.

Устройства первой группы также подразделяются на две подгруппы: с фиксацией детали по наружному контуру и с фиксацией детали по внутреннему контуру.

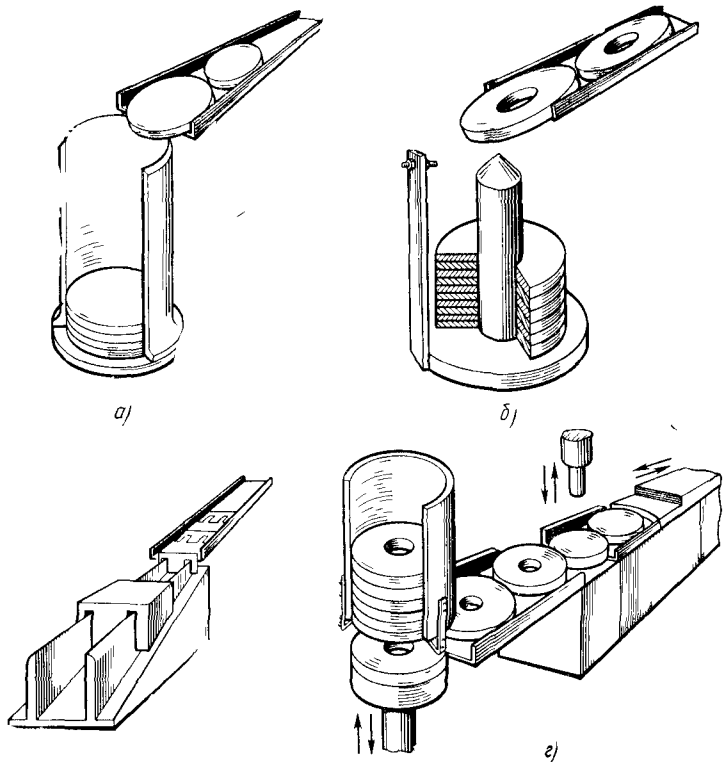


Рис. 3.50 Стапелирующие устройства:

а — с фиксацией по наружному контуру; *б* — с фиксацией по внутреннему контуру; *в* — стапелирование Ш-образных пластин; *г* — с принудительным перемещением заготовок

Стапелируются, как правило, плоские детали. Плоские детали типа Ш-образных пластин обычно стапелируют на склизах с изменением их ориентации. Симметричные детали с отверстием обычно стапелируют на стержнях, а чаще всего — со свободным падением заготовок (рис. 3.51).

Заготовки, перемещающиеся по лотку-склизу 4, падают через отверстия в лотке и одеваются на стержень 2. После заполнения одного стержня диск 1 поворачивают с помощью рукоятки 3 и на рабочую позицию встает другой стержень. После заполнения всех стержней из корпуса извлекают диск 1 со стержнями, на ко-

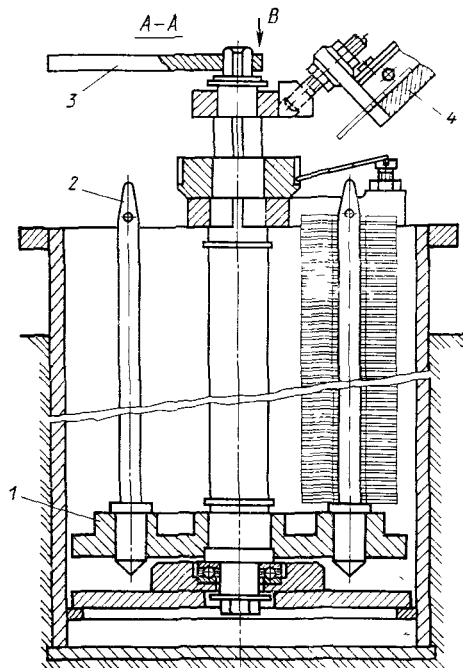
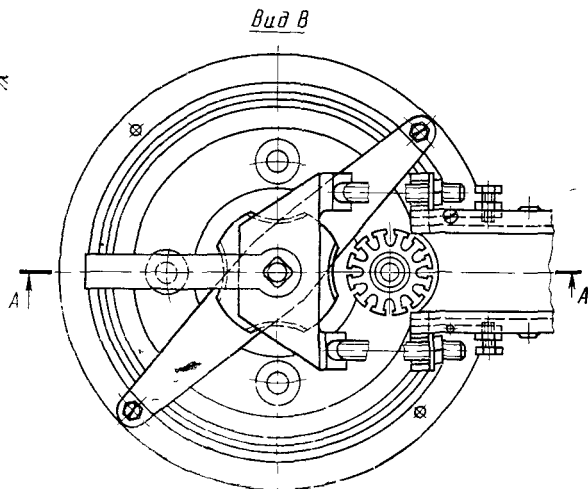


Рис 3.51. Стاپелирующее устройство с
фиксацией заготовок по отверстию



торых нанизаны заготовки и на его место устанавли-
ют новый комплект.

Стапелирующее устройство с фиксацией заготовок по наружному контуру аналогично по конструкции. По периферии контура с определенным зазором устанавли-
ваются ограничительные стержни, между которыми и укладывается заготовка. Процесс стапелирования Ш-образных пластин показан на рис. 3.50, в.

Определенный интерес представляет устройство с принудительным перемещением заготовок с помощью специального пневмопривода (см. рис. 3.50, г). В этом случае заготовки поступают в магазин, который заполняется снизу. Вся стопа заготовок удерживается специальными собачками. Заполнение магазина заготовками проводится специальным пневмоцилиндром, работа которого синхронизирована с работой прессы.

При автоматической штамповке возникает необходи-
мость разделять мелкие отходы штамповки и получае-
мые детали. Очень часто эта задача решается в конст-
рукции штампа путем направления штампуемых дета-
лей и отходов в разные лотки с помощью специальных разделителей. Когда это сделать затруднительно по тем или иным причинам и детали и отходы штамповки па-
дают в одну тару, применяют ручные или специальные механические сита. Применение сит возможно только в том случае, если размеры детали и отходов различа-
ются не менее чем в 1,5—2 раза.

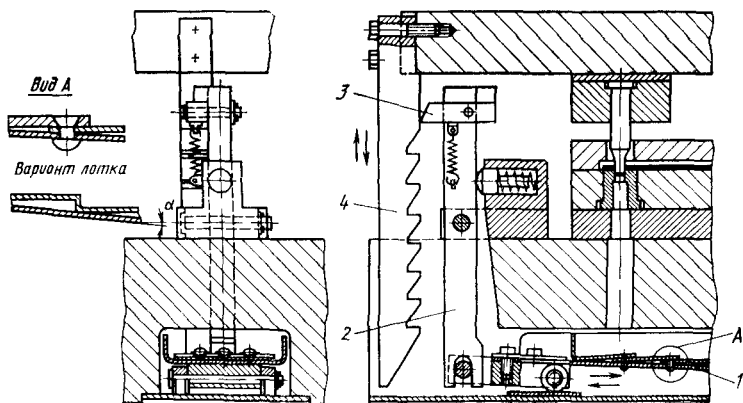


Рис. 3.52. Встряхиватель для удаления мелких отходов

Удаление отходов (просечки) выполняется с помощью лотков или конвейеров. Обычно отходы направляются либо к специальной таре, либо к люкам, под которыми проходит общий ленточный конвейер единой цеховой системы удаления отходов.

Мелкие отходы обычно плохо перемещаются под действием силы тяжести, поэтому использование для этой цели склизов или лотков в виде наклонных плоскостей не всегда дает желаемый результат. Наибольший эффект в этом случае получают при использовании вибрлотков или лотков с принудительным механическим встряхиванием (рис. 3.52). Гребенка 4, закрепленная на верхней плите штампа, обеспечивает принудительное встряхивание ступенчатого лотка 1, на который падает отход. Встряхивание осуществляется с помощью подпружиненной собачки 3 и качающегося рычага 2, связанного с лотком 1.

В случае применения непрерывного материала (ленты) для штамповки деталей отходы в виде ленты с вырубленными деталями измельчают с помощью специальных ножей. Привод ножевого устройства для разделения отходов осуществляется от ползуна прессы. Современные прессы-автоматы оснащаются устройством для разделения отходов.

ГЛАВА 4

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ КОВКИ

4.1. АВТОМАТИЗАЦИЯ И МЕХАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ СВОБОДНОЙ КОВКИ

На гидравлических ковочных прессах изготовляют около 17 % (по массе) всех поковок. В то же время это один из наиболее трудоемких и наименее производительных методов обработки металлов давлением. Поэтому особенно остро стоит задача комплексной механизации и автоматизации процессов свободной ковки, полного исключения тяжелого ручного труда на всех этапах изготовления поковок, повышения производительности и точности ковки.

Для решения этих задач наряду с механизацией всех трудоемких работ необходимо автоматизировать управление ковочным прессом и манипулятором, синхронизировав их работу, обеспечить управление нагревом заготовок и слитков, автоматизировать выдачу слитков из печи, подачу инструмента, смену бойков и т. д.

Каждая из перечисленных задач является самостоятельной проблемой, но все они взаимосвязаны и поэтому должны решаться в определенной последовательности. Выполнение всего комплекса задач механизации и автоматизации создает условия для перехода к программному управлению процессами свободнойковки на гидравлических прессах.

Современные средства механизации, используемые при свободнойковке на молотах и прессах. Хронометраж работы гидравлического ковочного пресса усилием 20 МН с манипулятором показал, что при свободнойковке на прессе машинное время составляет 70—75 %, а вспомогательное — 25—30 %. Поэтому один из путей повышения производительности ковочного технологического агрегата — снижение вспомогательного времени, что возможно только на основе механизации и автоматизации вспомогательных операций. При решении этих задач одновременно с повышением производительности ковочного агрегата получают и большой социальный эффект, увеличение безопасности и снижение травматизма в кузнечных цехах.

К вспомогательным операциям свободнойковки относятся: транспортирование заготовок, слитков и готовых поковок от нагревательного устройства к ковочному агрегату и обратно, манипулирование заготовкой, смена ковочного инструмента на прессах, установка накладного инструмента (топоров, наметок и т. д.) для рубки поковок, удаление трещин, возникающих при ковке, клеймение готовых поковок и т. п.

Загрузочные машины. Загрузка и выгрузка печей и подача нагретых слитков к прессам и крупным ковочным молотам осуществляются, как правило, манипуляторами или кранами. Использование манипуляторов в качестве посадочных машин является малоэффективным, так как во время транспортирования заготовки манипулятором ковочный агрегат простаивает. Поэтому в последнее время в СССР и за рубежом для загрузки

и выгрузки слитков из печей и транспортирования нагретых слитков к прессу применяют специальные посадочные машины. В результате транспортирование заготовки совмещается по времени с процессомковки предыдущей заготовки.

Посадочные машины (шаржир-машины) применяют двух типов: напольные для слитков массой до 10 т, и рельсовые для слитков массой 5—15 т. Более тяжелые слитки транспортируют к прессам с помощью мостовых кранов.

Напольная безрельсовая посадочная машина (рис. 4.1) имеет три колеса: два передних и одно заднее. Заднее колесо — ведущее, что позволяет осуществлять поворот машины на месте и обеспечивает ее подвижность и маневренность. Машина перемещается с помощью электродвигателя, связанного через редуктор с задним колесом. Подъем, опускание хобота 1 и зажим клещей проводятся гидроприводом 3 от масляного насоса 2. Электродвигатели машины получают питание по гибкому кабелю, закрепленному на мачте 4.

Рельсовые посадочные машины в отличие от ковочных манипуляторов снабжены удлиненным хоботом. Такие машины осуществляют следующие движения: продольное перемещение моста, поперечное перемещение тележки, поворот платформы, качание хобота и зажим клещей.

Ковочный пресс обслуживается манипулятором и посадочной машиной, расположенными по разные стороны от оси прессы. Оси продольных перемещений манипулятора и посадочной машины совпадают. Питание электродвигателей посадочной машины осуществляется

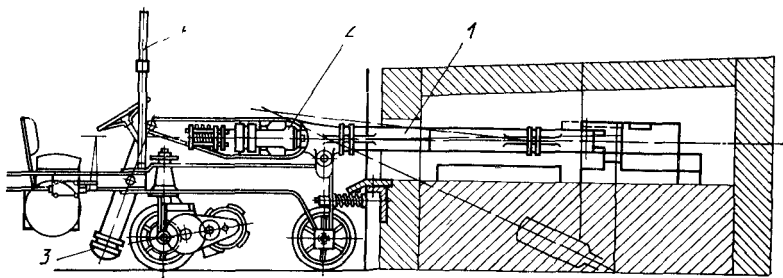


Рис. 4.1. Безрельсовая напольная загрузочная машина для слитков массой до 5 т

от троллеев, установленных в траншее. Посадочная машина, перемещаясь вдоль печей, может обслуживать одновременно два пресса. Нагретые заготовки передаются от посадочной машины к манипулятору «из клещей в клещи». Использование посадочных машин — наиболее эффективный способ загрузки и выгрузки печей и транспортирования заготовок.

Осадочно-поворотные плиты. При изготовлении коротких поковок типа тел вращения и штамповых кубиков большое время занимают операции осадки и торцовки. В качестве нижнего бойка пресса часто применяют поворотные осадочные плиты с пневматическим или электромеханическим приводом. Такие плиты устанавливаются на столе пресса и служат для поворота или вращения поковок относительно вертикальной оси пресса (рис. 4.2).

От электродвигателя и редуктора вращение передается шестерне 4, которая находится в зацеплении с цевочным ободом 5, закрепленным на поворотной планшайбе 3. Сверху на планшайбу 3 устанавливается плита 6 со сменным вкладышем 7. В исходном положении планшайба 3, поднятая с помощью тарельчатых пружин 8, может вращаться относительно основания 2. Поковка устанавливается на плите 6. При рабочем ходе пресса усилие деформирования не передается на шарики 9, на которые действуют только силы тяжести планшайбы

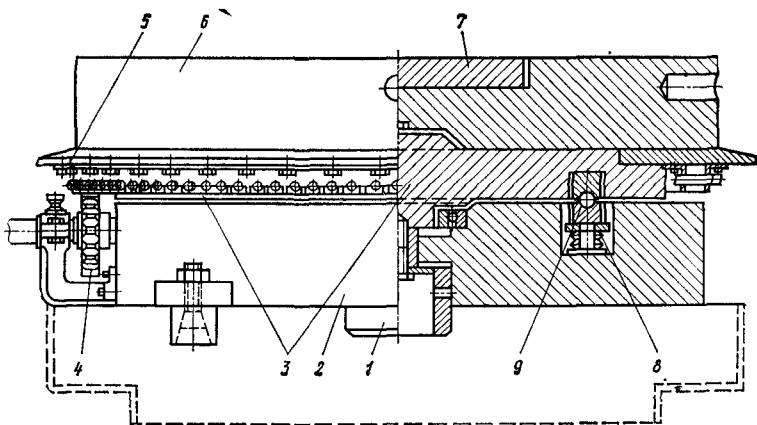


Рис. 4.2. Осадочно-поворотная плита с электромеханическим приводом

3, плиты 6 и сила тяжести поковки. Сухарь 1 служит для центрирования основания 2 при установке приспособления на столе прессы. В плите 6 имеются специальные отверстия для поворота планшайбы вручную в случае поломки привода.

В последнее время электромеханический привод все чаще заменяется пневматическим. В этом случае вместо цевочного обода 5 устанавливается храповое колесо, а на штоке поршня пневматического цилиндра закрепляется собачка. Пневматический привод в отличие от электромеханического обеспечивает поворот планшайбы только на определенный угол, что обычно бывает достаточно. Угол поворота планшайбы зависит от хода поршня пневмоцилиндра.

Подъемно-поворотные столы. При ковке длинных валов и брусков часто требуется развернуть поковку на 180° после выполнения операции протяжки одного из концов. Для этой цели применяют подъемно-поворотные столы, которые монтируются между рельсами манипулятора в специальном углублении. В нерабочем положении призма 3 (рис. 4.3) находится на уровне пола, чтобы не мешать продольному перемещению манипулятора. При подаче сжатого воздуха в нижнюю поршневую полость пневмоцилиндра 2 поршень 1 поднимается в верхнее рабочее положение. Слиток или поковка укладывается на призму 3 и с помощью хобота манипулятора разворачивается на 180° . После разворота откопанный конец слитка захватывается клещами манипулятора, а стол опускается в нижнее нерабочее положение при подаче сжатого воздуха в верхнюю штоковую полость пневмоцилиндра.

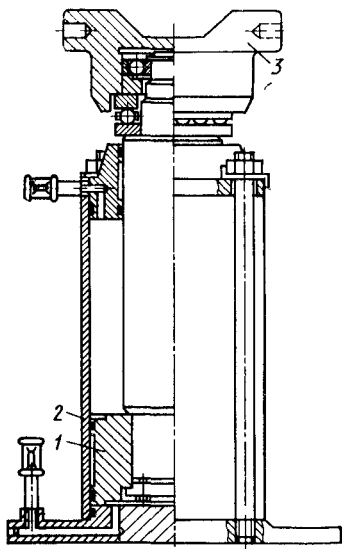


Рис. 4.3 Подъемно-поворотный стол для разворота слитков и поковок

В ряде случаев поворотные столы аналогичной конструкции, но без механизма подъема и опускания уста-

навливаются сбоку от рельсовых путей манипулятора. Разворот поковок выполняется аналогично.

Приспособление для раскатки полых поковок. После выполнения операции раскатки изготовленные кольца обычно торцуют. Для этого необходимо удалить раскатные козлы и установить осадочно-поворотную плиту. С целью снижения потерь времени на замену инструмента в кузнечных цехах применяют раскатные козлы с откидными стойками. Установка стоек в рабочее положение осуществляется вручную или с помощью пневмопривода.

К плите 1 (рис. 4.4) приварены кронштейны 2, к которым с помощью осей 6 крепятся стойки 3. При выполнении операции раскатки заготовки 5 стойки 3 находятся в вертикальном положении, а в случае необходимости они могут быть откинуты с целью освобождения поверхности плиты для торцовки заготовки. Откидные стойки позволяют выполнять раскатку на оправке 4 заготовок различной ширины благодаря наличию нескольких отверстий в кронштейнах 2. На этой же плите проводят осадку заготовок и прошивку перед раскаткой. Для раскатки заготовок применяют обычно несколько типоразмеров откидных стоек.

Устройства для быстрого крепления бойков. При

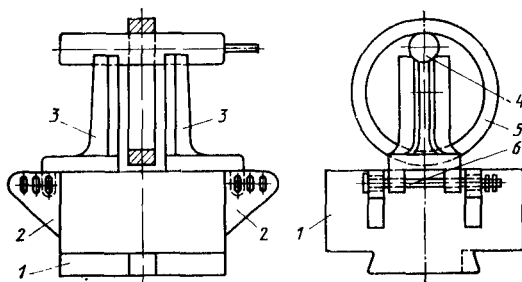


Рис. 4.4. Универсальные раскатные козлы с откидными стойками

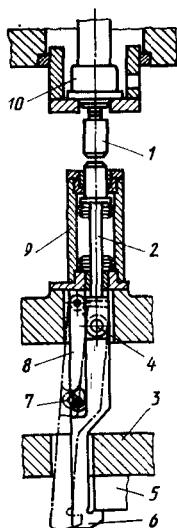


Рис. 4.5. Гидропружинный способ крепления верхнего бойка ковочного пресса

ковке поковок различной конфигурации часто приходится проводить замену инструмента (бойков) ковочного пресса. Для быстрого удаления рабочего инструмента прессы оснащаются продольными передвижными столами. Смена бойков проводится в следующей последовательности: поперечина пресса опускается до смыкания бойков, затем освобождается корпус верхнего бойка от клинового крепления, после чего комплект бойков (нижний и лежащий на нем верхний) перемещается с помощью продольного передвижного стола из рабочей зоны. Одновременно с этим движением в рабочую зону подается комплект других сменных бойков. И все операции повторяются в обратном порядке. Ненужный комплект бойков убирается краном.

На практике применяют следующие устройства для крепления бойков: механические, пневматические и пневмо- или гидropружинные.

На быстроходных гидравлических прессах, входящих в состав ковочных комплексов, применяют гидropружинное устройство для крепления верхнего бойка, которое обеспечивает его быстрое и надежное крепление к подвижной поперечине.

В верхней части подвижной поперечины 3 (рис. 4.5) крепится обойма 9. Между буртом тяги 2 и нижней крышкой обоймы установлен набор тарельчатых пружин. Усилие от сжатых тарельчатых пружин через тягу передается рычагу 6, сидящему на оси 4 проушины тяги и прижимающему фланец 5 корпуса бойка к нижней части подвижной поперечины. При смене инструмента жидкость под давлением подается в гидроцилиндр 10, плунжер 1 которого, преодолевая усилие тарельчатых пружин, опускает тягу 2. При этом палец 7 рычага 6 скользит по пазу в рычаге 8. Как только палец 7 упрется в конец паза, происходит поворот рычага 6 в положение, показанное на рис. 4.5 штриховой линией, и боек прессы освобождается.

Механизация процессов разрезки поковок. Одна из актуальных проблем — разработка способов быстрой разделки (разрезки) поковок послековки, обрубки донной и прибыльной частей и т. д. Наиболее распространенный способ разделки заготовок — это разрубка поковок кузнечными топорами, накладываемыми на поковки вручную. Способ этот малопроизводителен, и пресс при разрубке используется нерационально.

Повышение производительности и улучшение условий труда при разделке поковок достигается за счет применения установок для газопламенной отрезки. Этот способ пригоден для разделки поковок из углеродистой и легированной сталей. Процесс разделки поковок можно совместить с процессом удаления трещин газопламенным способом. Отрезка поковок выполняется на специальном стеллаже. Ковочный пресс в этом случае освобождается для обработки следующей поковки. Способ газопламенной отрезки поковок находит применение для разделки деталей диаметром до 2,5 м.

Ковочные манипуляторы. В процессековки поковку необходимо поворачивать и перемещать, так как при ковке выполняется только локальное (местное) деформирование некоторого участка заготовки. Специальная машина, предназначенная для выполнения операций вращения поковки относительно ее продольной оси и поступательного перемещения поковки, называется ковочным манипулятором.

Проектируют и изготавливают ковочные манипуляторы для слитков массой до 120 т. В зависимости от конструкции и области применения ковочный манипулятор, который мы будем называть для краткости просто манипулятором, может выполнять следующие движения: зажим и освобождение поковки, поворот и плоскопараллельные перемещения поковки в вертикальной и горизонтальной плоскостях, вращение поковки вокруг ее продольной оси.

Все ковочные манипуляторы подразделяются на две группы: напольные и подвесные. Напольные манипуляторы, в свою очередь, делятся на рельсовые и безрельсовые. Безрельсовые манипуляторы применяются при ковке на молотах и проектируются для слитков массой не более 2 т. Ковочные гидравлические прессы оснащаются манипуляторами рельсового типа.

Все без исключения ковочные манипуляторы имеют клещевую головку, узел вращения клещевой головки, узел подъема и выравнивания хобота.

Узел манипулятора, на котором установлена клещевая головка, предназначенная для зажима поковки или слитка, называется хоботом манипулятора. Типы манипуляторов представлены на рис. 4.6.

Тип I — мостовой манипулятор с прямолинейным перемещением (рис. 4.6, а). Манипуляторы этого типа

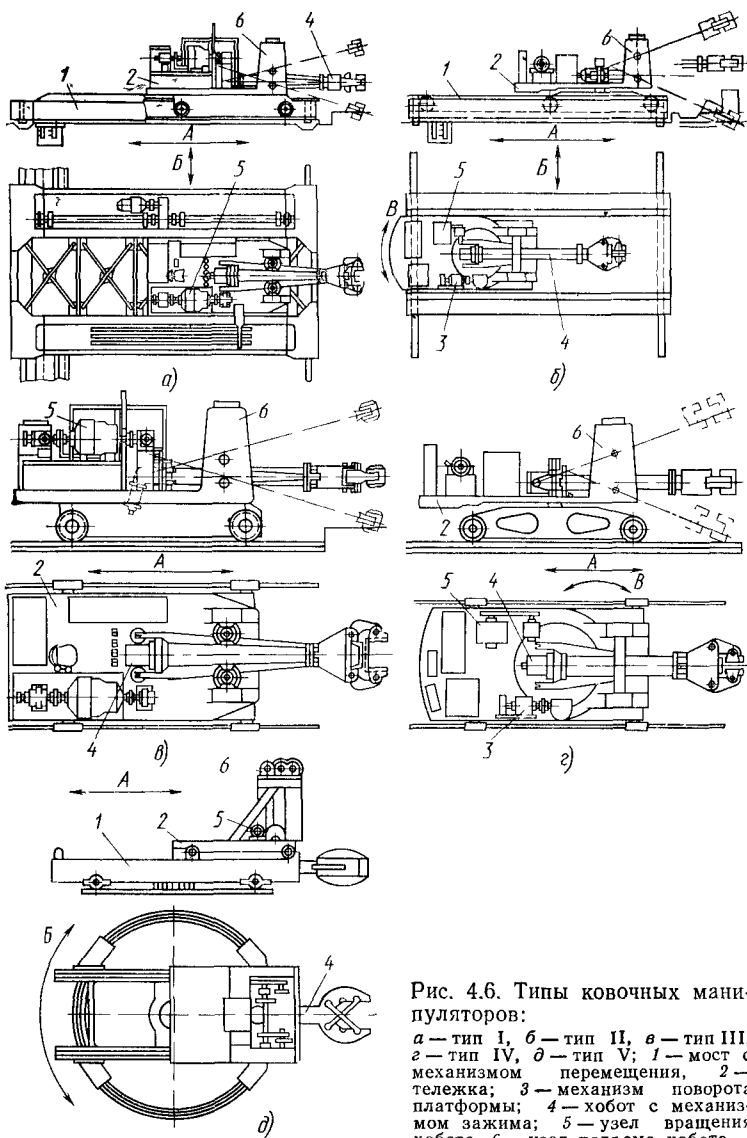


Рис. 4.6. Типы коловных манипуляторов:

а — тип I, б — тип II, в — тип III, г — тип IV, д — тип V; 1 — мост с механизмом перемещения, 2 — тележка; 3 — механизм поворота платформы; 4 — хобот с механизмом зажима; 5 — узел вращения хобота, 6 — узел подъема хобота

имеют движения: перемещение моста по рельсам, уложенным на полу цеха, перемещение тележки по мосту в направлении, перпендикулярном к движению моста.

Тип II — мостовой манипулятор с прямолинейным перемещением и поворотной платформой (рис. 4.6, б). По сравнению с манипуляторами типа I он более универсален. Такой манипулятор имеет поворотную платформу, установленную на тележке. Механизмы вращения хобота, подъема и выравнивания хобота также устанавливаются на платформе, которая может совершать полный оборот относительно вертикальной оси. Манипуляторы типа II имеют более сложную конструкцию. Такие манипуляторы часто используются для транспортных операций по подаче слитков к прессу и в качестве посадочных машин, особенно при обслуживании камерных печей, не имеющих выкатного пода.

Тип III — тележечный манипулятор с прямолинейным перемещением (рис. 4.6, в). Этот тип манипулятора представляет собой тележку манипулятора типа I, перемещающуюся непосредственно по полу цеха. Такие манипуляторы применяются только для выполнения технологических операций: вращения слитка вокруг его продольной оси и продольного перемещения слитка. Это наиболее распространенный, наиболее устойчивый и компактный манипулятор. Манипуляторы подобного типа изготавливают для слитков массой до 120 т.

Тип IV — тележечный манипулятор с поворотной платформой и прямолинейным перемещением (рис. 4.6, г). Наличие механизма поворота платформы вокруг вертикальной оси делает его более маневренным, расширяет возможности его универсального применения. Манипуляторы подобного типа изготавливают для слитков массой до 20 т.

Тип V — мостовой манипулятор с вращением по круговому рельсу (рис. 4.6, д). Мост такого манипулятора имеет вращательное движение относительно вертикальной оси. Манипуляторы подобного типа применяются тогда, когда ковочное оборудование и нагревательные печи расположены под углом друг к другу или по окружности. Такие манипуляторы изготавливаются для слитков массой до 5 т.

Напольные безрельсовые манипуляторы весьма разнообразны по своим конструкциям, в основном из-за механизма передней подвески хобота. Безрельсовые

манипуляторы имеют преимущественно электрический привод и получают питание по электрокабелю, лежащему на полу цеха и наматываемому на катушку при движении манипулятора.

Подвесные манипуляторы применяются для обслуживания ковочных молотов с массой падающих частей до 2 т. Такие манипуляторы перемещаются по монорельсу и выполняют одновременно как технологические функции, так и функции посадочной машины. Управляются такие манипуляторы дистанционно от подвесного пульта. Подвесные манипуляторы изготавливают для слитков и заготовок массой не более 750 кг.

Общий вид манипулятора III типа представлен на рис. 4.7. Манипулятор состоит из тележки 15, хобота 2 с клещами 1, механизма передней подвески хобота и узлов привода. Тележка манипулятора сварная и приводится в движение электродвигателем 14.

Узел хобота манипулятора состоит из сварного корпуса, закрепленного на пустотелом валу. На фланце вала закреплен цилиндр 11 механизма зажима. На левом конце хобота 2 закреплены клещи 1 с подвижными губками. Раскрытие и закрытие клещевого захвата выполняется с помощью цилиндра 11, который может быть пневматическим или гидравлическим.

Клещевой захват состоит из неподвижных рычагов, имеющих наклонные клиновые пазы, и двух подвижных рычагов, соединенных поперечиной. На левых концах подвижных рычагов закреплены подвижные поворотные губки. На правых концах рычагов выполнены ролики, которые перемещаются в наклонных клиновых пазах неподвижных рычагов. При перемещении штока цилиндра 11 выполняется зажим или раскрытие подвижных губок.

Механизм вращения хобота состоит из электродвигателя 10, планетарного редуктора 12 и зубчатой пары 13, ведомая шестерня которой установлена на валу, связанном с хоботом 2. На другом конце электродвигателя 10 закреплен барабан ленточного тормоза.

Механизм подъема хобота выполнен полиспастным и смонтирован на раме 4, которая установлена на тележке 15. Механизм состоит из электродвигателя 9, соединенного упругой муфтой 8 с редуктором 7 и двух барабанов 6 с левой и правой нарезкой для троса. Барабаны 6 посажены на выходные валы редуктора 7.

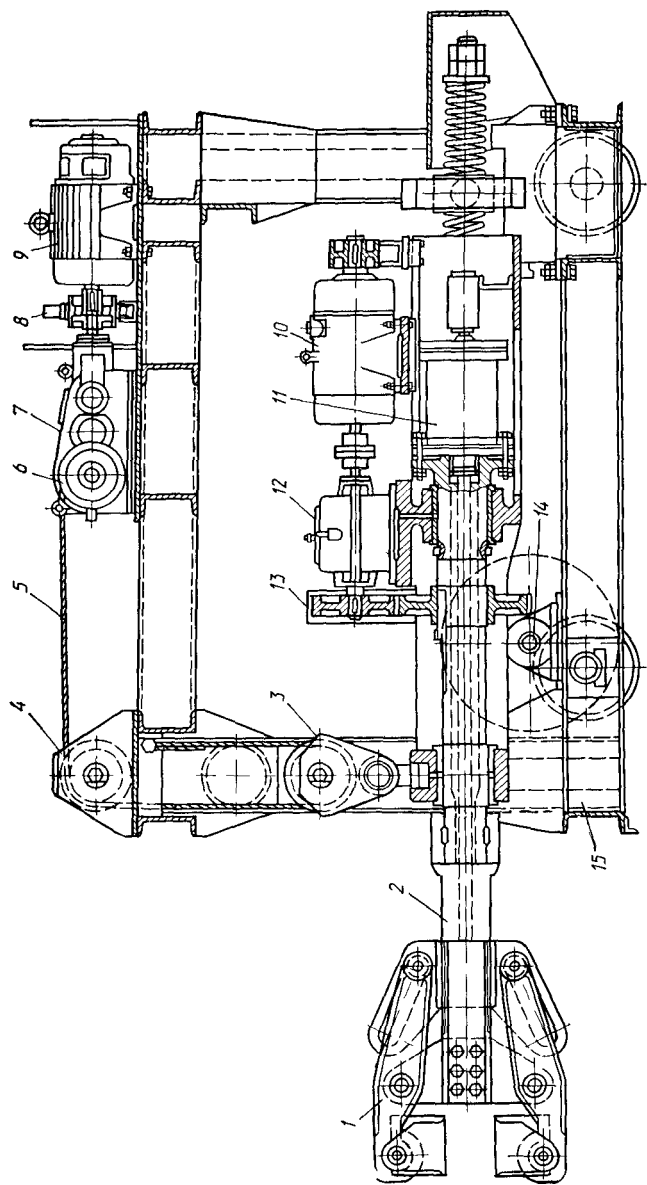


Рис 4.7. Рельсовый манипулятор III типа с полипластным механизмом подъема хобота

Трос 5, наматываемый на барабан, проходит через полиспастную систему, состоящую из набора подвижных и неподвижных блоков. Набор неподвижных блоков закреплен на проушине 3, охватывающей хобот 2. Корпус муфты 8 служит одновременно тормозным барабаном ленточного тормоза, с помощью которого обеспечивается торможение механизма. Следует отметить, что полиспастные механизмы подъема хобота применяются только на манипуляторах небольшой грузоподъемности (для слитков массой до 10 т), так как такое исполнение механизма подъема значительно увеличивает высоту манипулятора. Манипуляторы большей грузоподъемности оснащаются гидравлическими механизмами подъема хобота и гидравлическими механизмами выравнивания хобота, которые иногда называют узлом задней подвески. С помощью механизма выравнивания выполняется подъем или опускание заднего конца хобота, что обеспечивает параллельность оси хобота и пола цеха.

Продольное перемещение тележки осуществляется от реверсивного электродвигателя 14. Приводные, как правило, передние колеса манипулятора. Питание рельсовых манипуляторов осуществляется от трехфазной сети переменного тока через троллей, установленные в специальной закрытой траншее.

Инструментальные манипуляторы. Инструментальные манипуляторы (рис. 4.8) служат для подачи накладного инструмента (топоров, наметок, накладных квадратов для топоров и т. д.), которые крепят на хоботе манипулятора. Хобот может подниматься и опускаться от специального привода. Инструментальные манипуляторы выполняются, как правило, безрельсовыми или подвесными. Инструментальными манипуляторами оснащаются гидравлические ковочные прессы усилием свыше 30 МН.

Кантователи. На мощных ковочных прессах усилием свыше 80 МН изготавливают поковки из слитков массой свыше 120 т. Для вращения и продольного перемещения таких слитков и поковок применяют подвесные приводные кантователи. Приводной кантователь (рис. 4.9) состоит из корпуса 4, который оканчивается вилкой с хвостовиком 1 для подвешивания за крюк ковочного крана. Вилка хвостовика связана с подвижным корпусом 3 через мощные амортизационные пружины

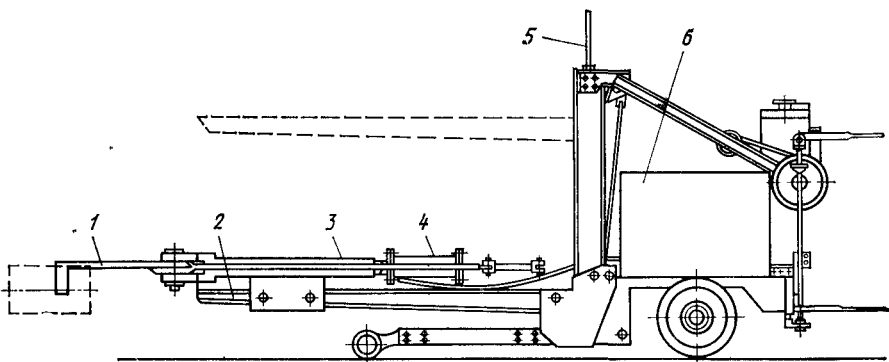


Рис. 4.8. Инструментальный манипулятор:

1 — клещи с инструментом; 2 — подъемный стол; 3 — хобот; 4 — гидравлический цилиндр зажима клещей; 5 — кабель подвода питания; 6 — насосная установка

2. Привод кантователя состоит из электродвигателя 5, фрикционной муфты 6, червячного редуктора 7, тормоза 8, открытой зубчатой передачи, состоящей из зубчатых колес 9 и 10. Зубчатые колеса 10 посажены на барабан 11 преобразующего механизма, на который свободно надета мощная втулочно-роликовая цепь, изготовленная из жаропрочной стали. Свисающий конец цепи 12 надевается на ковочный патрон или непосредственно на поковку. При необходимости повернуть поковку или слиток, вставленный в ковочный патрон, крановщик включает электродвигатель 5. Вращение от электродвигателя через редуктор 7 и открытую зубчатую передачу передается барабану 11. Вместе с вращением барабана 11 начинают перемещаться цепь 12 и поворачиваться хвостовик ковочного патрона, в который вставлен слиток или поковка.

Для предохранения электродвигателя от сотрясений его устанавливают на резиновые амортизаторы. Питание электродвигателя осуществляется по гибкому кабелю, который при опускании кантователя автоматически сматывается с барабана, установленного на тележке ковочного крана, а при подъеме кантователя вновь наматывается на барабан.

Автоматизация гидравлических ковочных прессов. Основная задача при автоматизации гидравлических ковочных прессов — обеспечение автоматической остано-

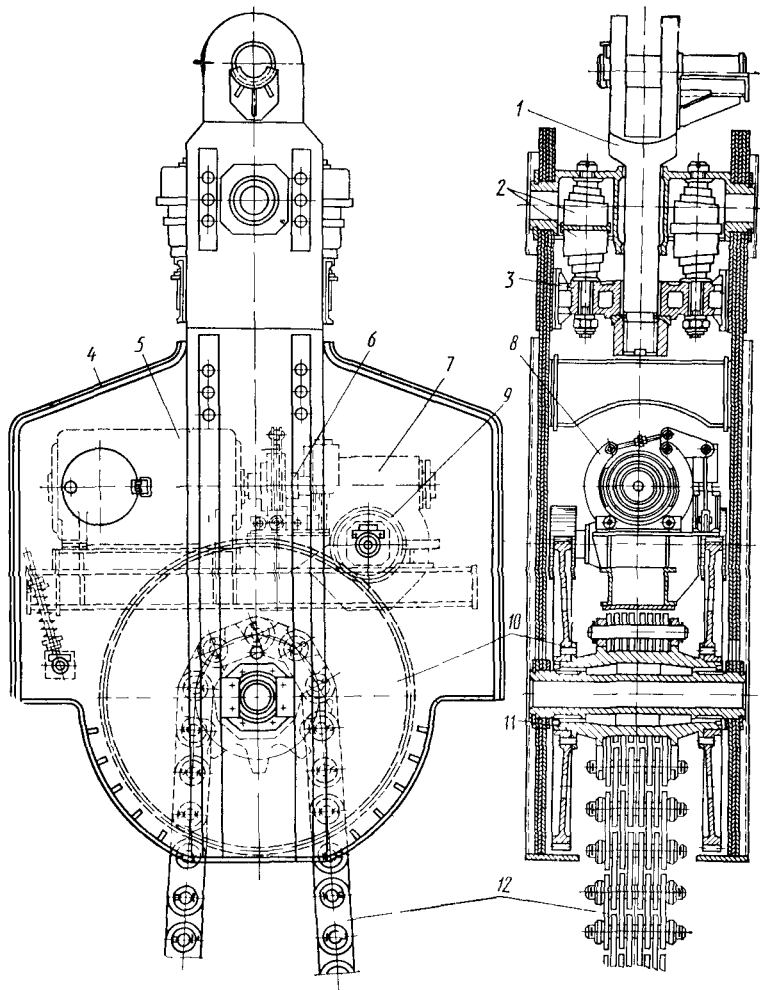


Рис. 4.9. Подвесной приводной кантователь

ки подвижной поперечины прессы в заданном положении и последующее реверсирование ее движения. При автоматизации гидравлических ковочных прессов решается комплексная задача измерения высоты или диаметра поковки и управление прессом в зависимости от резуль-

татов измерения. Системы автоматического управления гидравлическими ковочными прессами являются путевыми или позиционными, т. е. управление прессом выполняется в зависимости от текущего положения подвижной поперечины.

Для автоматического управления процессомковки на гидравлических ковочных прессах необходимо иметь устройство, состоящее из двух взаимосвязанных узлов; измерительного и исполнительного.

Измерительный узел, обеспечивающий получение информации о высоте или диаметре поковки, определяет структуру и конструкцию исполнительной системы автоматического управления прессом, представляющей собой комплекс логически преобразующей и усилительно-исполнительной аппаратуры.

Все существующие в настоящее время способы измерения поковок по толщине (диаметру) можно разделить на две основные группы: непосредственного и косвенного измерения. При непосредственном измерении проводится сравнение размеров поковок с эталоном. В случае косвенного измерения о размере поковки судят по относительному положению подвижной поперечины или расстоянию между бойками.

Помимо этого, все способы измерения поковок по принципу передачи информации к измерительному узлу могут быть разделены на две группы: способы контактного измерения, определяющие наличие механической связи подвижной поперечины пресса с измерительным узлом, и способы бесконтактного измерения поковок. При выборе того или иного способа измерения необходимо обращать внимание на характер выполнения измерений (вручную или механически), возможность совмещения измерения с процессомковки, возможность дистанционной передачи результатов измерения в несколько мест и возможность получения команды о достижении заданного размера поковки, что особенно важно при разработке систем автоматического управления ковочными прессами.

Большинство способов измерения поковок, разработанных в СССР и за рубежом для автоматизации ковочных прессов, основаны на косвенном измерении, что объясняется возможностью непрерывного измерения поковок в процессековки, а также относительной простотой способов косвенного измерения. Почти все способы

косвенного измерения обеспечивают возможность получения сигнала, используемого для управления прессом.

К недостаткам косвенных способов можно отнести внесение погрешностей измерения от промежуточных звеньев, передающих механизмов и устройств, за счет упругой деформации деталей пресса, перекоса поперечины и т. д.

Бесконтактные измерительные устройства характеризуются тем, что в них отсутствует механическая связь с подвижной поперечиной пресса, благодаря чему устраняется основной недостаток контактных способов измерения, а именно подверженность измерительных устройств ударным нагрузкам. В настоящее время известны шесть бесконтактных способов измерения поковок: радиоизотопный, фотоэлектрический, телевизионный, индукционный, пневматический и емкостной, из которых наибольшее применение нашел радиоизотопный способ. Радиоизотопный способ измерения поковок был разработан коллективом кафедры оборудования и технологииковки и штамповки СТАНКИНа.

По принципу действия измерительных устройств контактные способы косвенного измерения поковок могут быть разделены на три основные группы: механические, гидромеханические и электромеханические, из которых наибольшее применение в системах автоматизации ковочных гидропрессов находят электромеханические способы, позволяющие получить электрический сигнал о достижении заданного размера поковки.

В существующих системах автоматического управления ковочными прессами применяются радиоизотопный и электромеханический способы косвенного измерения. Поэтому указанные способы измерения поковок целесообразно рассмотреть в комплексе с работой систем автоматического управления ковочными гидравлическими прессами.

Системы автоматического управления ковочными прессами. Структура системы автоматического управления зависит от типа применяемого датчика и характера выдаваемой им команды, используемой для остановки поперечины. Выдаваемая датчиком команда может быть релейного, аналогового (непрерывного) или аналого-дискретного типа.

К первой группе датчиков релейного типа могут быть отнесены фотоэлектрические и радиоизотопные датчики,

работающие в режиме конечного выключателя («да—нет»).

Аналоговые датчики, выдающие непрерывную информацию о положении подвижной поперечины прессы, — сельсины, реостатные потенциометры, индуктивные, трансформаторно-индуктивные, пневматические и емкостные датчики.

К аналого-дискретным датчикам, непрерывно выдающим импульсную информацию о прохождении подвижной поперечиной некоторого дискретного отрезка пути, относятся индукционные датчики линейного и вращающегося типов, а также кодоимпульсные датчики цифровых систем, которые выдают информацию о положении поперечины в виде набора импульсов в определенном коде.

В дальнейшем аналоговая и аналого-дискретная информация в большинстве случаев преобразуется в релейную команду, которая и используется для автоматической остановки или реверсирования движения подвижной поперечины прессы.

Рассмотрим работу трех систем, которые иллюстрируют функционирование системы управления на базе получения релейной, аналоговой и аналого-дискретной команды на остановку поперечины.

Первый тип устройств иллюстрирует система автоматического управления на базе измерителя поковок СШТ-11 с радиоизотопным датчиком (рис. 4.10). На подвижной поперечине прессы закреплен источник 3 бета-излучения. Рядом с прессом установлен механизм перемещения каретки с двумя радиоизотопными датчиками 2 и 4. Радиоизотопный датчик 2 — основной (рабочий), а датчик 4 — резервный, на случай несрабатывания основной системы.

Перед ковкой оператор прессы с пульта управления устанавливает каретку 6 с радиоизотопными датчиками 2 и 4 на требуемый размер поковки по стрелочному указателю 9. При этом электродвигатель 5 вращает ходовой винт 1 и каретка 6 с датчиками перемещается на требуемый уровень. Вращение винта 1 через сельсин-датчик (СД) и сельсин-приемник (СП) передается на стрелку стрелочного указателя 9. Таким образом, установленному размеру будет соответствовать определенный уровень положения радиоизотопных датчиков. При перемещении подвижной поперечины вниз, как только

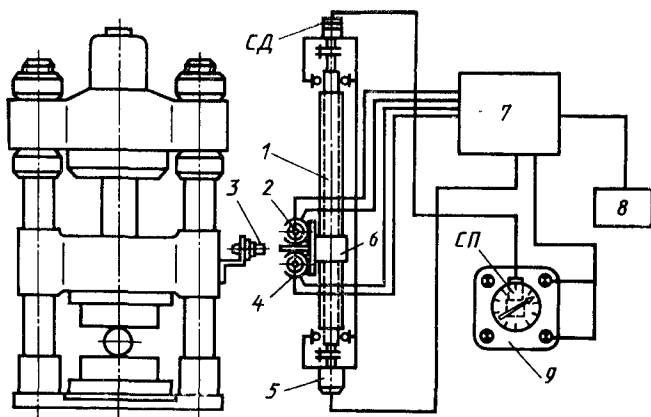


Рис. 4.10. Принципиальная схема автоматического управления прессом на базе измерителя СШТ-11

источник бета-излучения 3 поравняется с датчиком 2, подается сигнал на блок управления 7. Сигнал от блока управления 7 подается на золотник 8 и используется для автоматического управления прессом.

Система управления СШТ-11 обеспечивает полуавтоматическую и автоматическую работу прессы при операциях вытяжки, раскатки, осадки и разгонки в следующих режимах.

1. Автоматический реверс подвижной поперечины (автоматическое переключение на обратный ход) по достижении заданного размера поковки. Все остальные команды выдает оператор прессы.

2. Автоматическая ковка до заданного размера с плавным регулированием обратного хода и остановкой поперечины в верхнем положении, что необходимо для поворота поковки вокруг ее продольной оси.

3. Автоматическая отделка до заданного размера с числом ходов подвижной поперечины до 100 в 1 мин на прессах усилием 20—30 МН.

Для всех прессов измерительное устройство одинаково, а изменения, вносимые в гидравлическую схему прессы при его автоматизации, индивидуальны и зависят от исполнения гидросхемы.

Система СШТ-11 обеспечивает работу прессы в режиме конечного выключателя и не учитывает влияния

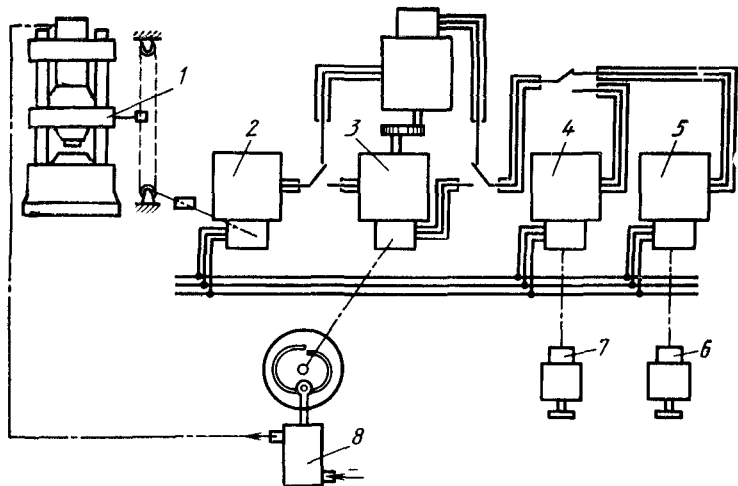


Рис. 4.11. Электрогидравлическая схема автоматизации ковочного пресса с помощью сельсинов

изменения скорости поперечины на величину нестабильного выбега после подачи команды на остановку. Такая система обеспечивает изготовление поковок типа валов с погрешностью ± 4 мм. Сигнал от измерительного устройства может быть использован и для включения механизмов манипулятора по каналу связи.

Схема аналоговой электрогидравлической системы автоматизации ковочного пресса с использованием сельсинов представлена на рис. 4.11.

Сельсин представляет собой электрическую машину вращающегося или поворотного типа, имеющую две обмотки: неподвижную обмотку на статоре и обмотку на вращающемся роторе. Напряжение, снимаемое с роторной обмотки, зависит от углового положения ротора, в частности, от угла между равновесным устойчивым положением ротора и его текущим положением.

Подвижная поперечина 1 гидравлического пресса связана с ротором первого сельсина-датчика 2. Связь может быть шестеренно-реечной, тросовой или цепной.

Ход устанавливает оператор с помощью сельсина 3 через механическое устройство 7. Для устранения переналадок устройства 7 в схеме предусмотрен сельсин 5 с установочным устройством 6. Один из сельсинов

управляет перемещением подвижной поперечины в одном направлении, например вверх, а другой — в обратном направлении. Роторы обмотки всех сельсинов включены параллельно и питаются от общего источника переменного тока.

Обмотка статора сельсина 3 включена на обмотку статора сельсина 2. Трехфазная обмотка ротора включается в зависимости от направления перемещения поперечины пресса на обмотку статора сельсина 4 или на обмотку статора сельсина 5. Ротор сельсина 3 механически связан с блоком распределительных клапанов 8.

Перед началомковки оператор устанавливает роторы сельсинов 4 и 5 в положения, соответствующие нижнему и верхнему положениям поперечины, т. е. положению требуемого размера поковки и положению выстоя в верхнем положении. Ротор сельсина 3 поворачивается при этом на угол, равный разности между угловым положением ротора сельсина 2, которое соответствует началу перемещения поперечины пресса, и установленному угловому положению ротора сельсина 4. Связь между ротором сельсина 3 и механизмом 8 гидравлических клапанов такова, что, чем меньше указанная разность углов, тем на меньшую величину открывается клапан. Поэтому при приближении подвижной поперечины к заданному положению постепенно закрываются клапаны и скорость поперечины уменьшается. Как только рассогласование становится равным нулю, поперечина останавливается. При этом обмотки ротора дифференциального сельсина 3 переключаются на обмотки статора сельсина 5, настроенного на верхнюю точку реверса. Механизм 8 гидравлических клапанов переключается на выполнение обратного хода (хода вверх). По аналогии при подходе к верхней точке реверса происходит постепенное закрытие клапанов и скорость поперечины снижается. При нулевом рассогласовании поперечина останавливается в верхней точке реверса. После этого цикл повторяется.

Преимущество этой системы заключается в том, что имеется связь между подвижной поперечиной и положением клапанов распределителя, благодаря чему осуществляется плавное переключение пресса в автоматических режимах. Недостаток системы — относительно низкая точность. Кроме того, при подходе к точке

реверса поперечина переходит на «ползучую» скорость и бесконечно долго приближается к положению заданного размера поковки.

В аналого-дискретных системах применяются импульсные и цифровые датчики, обеспечивающие непрерывное слежение за перемещением подвижной поперечины пресса (рис. 4.12). Движение подвижной поперечины передается преобразователю 1 (рис. 4.12, а) с помощью тонкого стального троса, один конец которого закреплен на подвижной поперечине, а другой наматывается на подпружиненный барабан 2 (рис. 4.12, б).

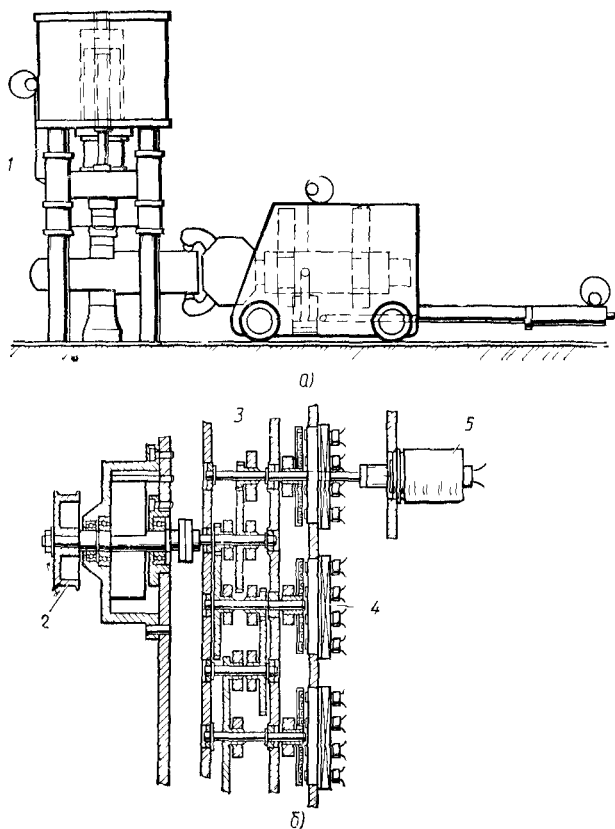


Рис. 4.12 Аналого дискретная система управления прессом:
а — установка цифрового датчика на прессе; б — схема цифрового датчика положения поперечины

Вращение барабана передается на входной вал редуктора 3 и далее на три выходных вала. При этом передача вращения на один из валов проводится с ускорением, а на остальные — с замедлением. Передаточные числа между выходными валами попарно равны 16.

На каждом выходном валу установлен кодовый диск 4 на 16 положений. На торцовую поверхность диска наклеены намагниченные пластинки. В момент прохождения магнита около сердечника катушки происходит уменьшение индуктивного сопротивления последней. Полученный сигнал подается в управляемую схему. Для измерения скорости перемещения поперечины и введения коррекции по скорости используется тахогенератор 5, сигнал от которого с помощью специального преобразователя переводится в цифровую форму.

Структурная схема цифровой системы автоматического управления прессом по заданному размеру поковки представлена на рис. 4.13. С пульта управления оператор пресса с помощью устройства 3 по каналу 1 задает толщину поковки, а по каналу 2 значение обратного хода. Положение подвижной поперечины пресса непрерывно фиксируется измерительным устройством 6. Поступающая информация 5 в блоке 4 сравнивается с заданным размером поковки. Разность между двумя сигналами оценивается как ошибка и когда ошибка становится равной нулю через усилитель 7 подается команда на золотник 8. С помощью сервопривода вал клапанного распределителя 9 поворачивается в положение «Стоп» и подвижная поперечина останавливается. После этого подается команда на выполнение хода поперечины вверх и поперечина начинает подниматься. При подъеме поперечины на заданное значение пресс

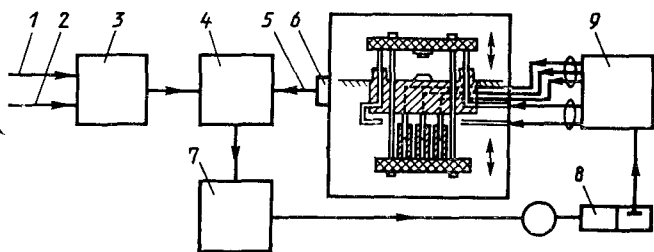


Рис. 4.13. Структурная схема цифровой системы управления прессом

переключается на ход вниз и начинается очередной рабочий ход. Описанный цикл продолжается до тех пор, пока оператор удерживает рукоятку управления в положении «Ковка».

Для увеличения точности изготовления поковок в систему управления введены блоки, позволяющие корректировать моменты закрытия клапанов в зависимости от различных факторов. Так, один блок коррекции учитывает упругую деформацию станины прессы, и сигнал на остановку поперечины подается с учетом упругой деформации станины. Для этого в гидравлической магистрали рабочего цилиндра устанавливается датчик давления рабочей жидкости.

Из описания рассмотренных систем автоматического управления можно сделать следующие выводы.

1. Системы, работающие в режиме конечного выключателя, просты, надежны в эксплуатации, дешевы, обеспечивают достаточно большое число ходов при отделке и погрешность изготовления поковок ± 4 мм.

2. Аналоговые системы имеют недостаток, выражающийся в том, что поперечина переходит на «ползучую» скорость при подходе к положению требуемого размера и увеличивается продолжительность ковки поковок.

3. Цифровые системы автоматического управления обеспечивают достаточную точность изготовления поковок, но они дорогие и сложные.

Цифровым системам предшествовали импульсные системы автоматического управления прессами. В таких системах перемещению поперечины на 1 дискрету (1 элементарный отрезок пути, принимаемый, как правило, для ковочных прессов равным 1 мм) соответствовал 1 импульс преобразователя. Система управления выполняла счет выдаваемых импульсов путем последовательного прибавления или вычитания. При совпадении числа импульсов и числа, соответствующего размеру поковки, задаваемого на пульте управления, система управления выдавала сигнал, который использовался для управления прессом. Очевидно, что такая система также работала в режиме конечного выключателя. Но такие системы обладают низкой помехозащищенностью, так как при пропуске одного импульса или при прохождении в счетную схему ложного импульса (помехи) такая система может выдать сигнал на

остановку поперечины либо раньше, либо уже после достижения заданного размера поковки, что, естественно, приведет к браку поковки. Поэтому от импульсных систем отказались.

Ковочные комплексы. В настоящее время основное направление развития автоматизации процессовковки— создание автоматизированных комплексов «ковочный пресс — манипулятор». В современных ковочных комплексах используют главным образом гидравлические ковочные прессы с нижним маслonaсосным приводом. Такой пресс оснащается дополнительным поперечным столом и магазином с комплектом бойков, в которые входят плоские бойки, вырезные бойки, комбинированные бойки и отрезной нож, заменяющий накладные топоры (рис. 4.14). Ковочный пресс обслуживается одним или двумя специализированными манипуляторами. Управление всеми агрегатами осуществляется от единой системы управления, с помощью которой комплекс работает в следующих режимах: ручном, полуавтоматическом, автоматическом и программном. Программное управление организуется либо с помощью системы ЧПУ, либо от управляющей ЭВМ.

Ковочные комплексы имеют узкое технологическое назначение. Они предназначены в основном для изготовления поволок гладких и ступенчатых валов круглого сечения и длинных брусов квадратного и прямоугольного сечений. Такие поковки составляют обычно 40—70 % общего объема (по массе) изготовления поволок в кузнечном цехе.

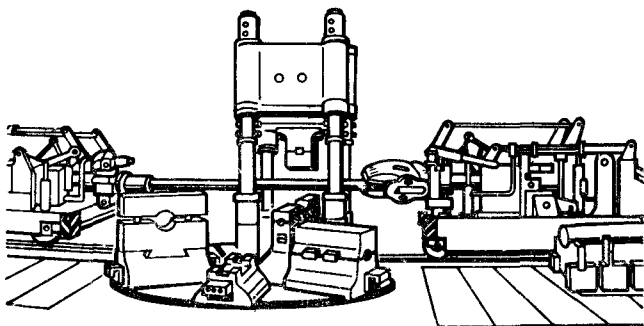


Рис. 4.14. Общий вид автоматизированного ковочного комплекса

Все механизмы манипуляторов оснащены соответствующими датчиками положения (угловыми и линейными) и датчиками скорости. Датчик положения поперечины пресса имеет дискретность 1 мм, датчик положения моста манипулятора — 5 мм. Датчик углового перемещения (поворота) хобота манипулятора имеет дискретность 1°. Датчики механизмов подъема и выравнивания хобота также имеют дискретность 1 мм. Ковочным комплексом при ручном режиме работы управляет один человек — оператор. Полуавтоматическая и автоматическая работа осуществляется так же, как и на автоматизированном прессе. При программном управлении последовательность выполнения отдельных операций вводится с перфоленты или с магнитной компакт-кассеты.

Программа работы ковочного комплекса составляет, как правило, для основных операцийковки. Все вспомогательные операции из программы исключаются из-за сложности их программирования и выполняются при ручном управлении. В этом случае наступает перерыв в программе и на табло оператора загорается соответствующее сообщение. По окончании выполнения вспомогательных операций, например по окончании замены кузнечных бойков и их закреплении на прессе, на табло оператора высвечивается соответствующее сообщение о завершении операции. После этого оператор комплекса переводит соответствующий переключатель в положение «Программа» и комплекс продолжает работать в программном режиме.

Обычно работе ковочного комплекса всегда предшествует настройка кузнечных машин, т. е. установка нулевых или начальных точек отсчета измерительных систем комплекса. За начальную точку отсчета подвижной поперечины принимают точку крайнего верхнего положения, так как на положение этой точки не влияет высота бойков, для механизмов продольного перемещения манипуляторов — точку соприкосновения боковой плоскости бойков с торцом клещевого захвата. Для механизма вращения хобота начальное положение — вертикальное положение клещей.

Применение ковочных комплексов позволяет существенно повысить точностьковкипоковок до $\pm (2-5)$ мм, что создает предпосылки для перевода ряда поковок в первую группу точности с уменьшенными кузнечными

припусками и допусками. При этом достигается существенное повышение производительности труда. Одновременно с этим рабочие выводятся из опасной зоны, нет необходимости подходить к нагретой поковке для измерения ее размеров. Число членов ковочной бригады сокращается. Оператор комплекса работает в комфортных условиях в кабине с кондиционированным воздухом.

4.2. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ РОТАЦИОННОЙ КОВКИ

К оборудованию для радиального обжатия поковок или ротационнойковки относятся ротационно-ковочные машины и радиально-обжимные или радиально-ковочные машины. В радиально-обжимных машинах инструмент перемещается в радиальном относительно оси поковки направлении возвратно-поступательно от кривошипно-шатунного механизма или от гидропривода. В ротационно-ковочных машинах локальное воздействие на заготовку оказывают бойки, которые перемещаются возвратно-поступательно в результате воздействия на них роликов, вращающихся вместе с обоймой. Ротационно-ковочные машины применяются в основном для изготовления валов круглого сечения диаметром до 100—120 мм. На двухшпиндельных ротационно-ковочных машинах можно изготавливать ступенчатые и конические валы. Ротационно-ковочные машины имеют высокую производительность, но применяются сравнительно редко из-за недостаточно больших номинальных усилий.

Радиально-обжимные или радиально-ковочные машины применяют в крупносерийном и массовом производстве поковок гладких, ступенчатых и конических валов круглого сечения и брусьев квадратного, шести- и восьмигранного сечений. Радиально-обжимные машины изготавливаются усилием до 20 МН, и на них можно производить валы диаметром до 250—400 мм.

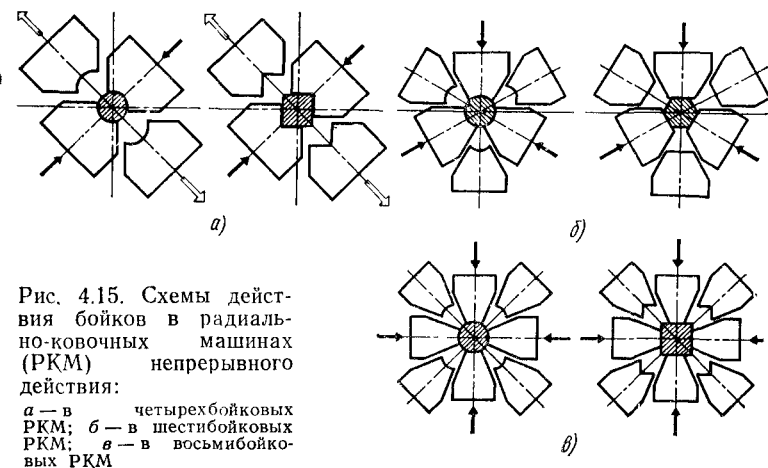
В основном ковочное оборудование используется для выполнения операции протяжки и только 25—30 % времени приходится на осадку, прошивку, раскатку и т. д. Протяжка, как известно, выполняется поперечными обжатиями попеременно в разных направлениях. При этом часть металла течет в осевом направлении, т. е.

выполняется удлинение заготовки, а часть металла течет в поперечном направлении. Если каким-либо образом воспрепятствовать течению металла в поперечном направлении, то эффективность выполнения операции протяжки существенно увеличится, а значит, увеличится и производительность работы оборудования. Такие схемы протяжки реализуются в многобойковых прессах, где деформирование участка заготовки осуществляется в двух, трех или в четырех направлениях одновременно.

Наибольшая производительность при изготовлении поковок с вытянутой осью достигается на радиально-ковочных машинах (РКМ). Машины могут быстро перенастраиваться, легко поддаются автоматизации и встраиваются в поточные линии.

РКМ непрерывного действия выполняют деформирование без поворота заготовок. Удары бойков совершаются поочередно и с перекрытием участков деформирования по периметру заготовки (рис. 4.15). С двух сторон машины установлены устройства с приводными роликами, которые осуществляют центрирование заготовки по оси машины, а также подачу заготовки с бесступенчато регулируемой скоростью.

В четырехбойковых машинах непрерывного действия, предназначенных для изготовления валов круглого и квадратного сечения, обжим заготовки выполняется попеременно двумя парами бойков. В шестибойковых машинах обжим заготовки выполняется одновременно



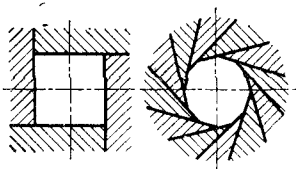
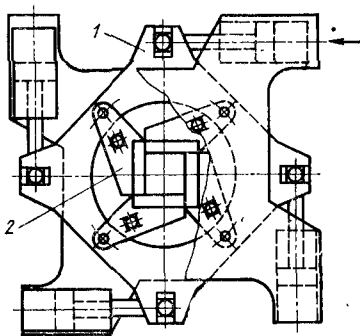


Рис. 4.16. Схемы одновременного действия бойков в многобойковых РКМ

Рис. 4.17. Схема гидравлической РКМ ЦНИИТМАШ



тремя бойками, а в восьмибойковых — четырьмя бойками, при этом перекрывается зона действия предыдущей группы бойков. Скорость осевой подачи заготовки в таких машинах достигает до 20 м/мин.

Существует группа радиально-обжимных машин, в которых деформирование выполняется в двух взаимно перпендикулярных плоскостях одновременно (рис. 4.16). При этом металл в очаге деформации находится в состоянии всестороннего сжатия, что приводит к интенсивному течению металла в осевом направлении. Схема гидравлической радиально-ковочной машины конструкции ЦНИИТМАШ представлена на рис. 4.17. Машина имеет четыре рабочих бойка, укрепленных на рычагах. Рабочими плоскостями бойки образуют замкнутый контур, площадь и периметр которого равномерно уменьшается при повороте рычагов. Каждый рычаг укреплен на двух осях, одна из которых подвижна относительно самого рычага, а другая подвижна относительно станины. При повороте приводного кольца 1 рычаги 2 синхронно перемещаются, причем между рабочей и нерабочей поверхностями соседних бойков имеется постоянный зазор. Это позволяет протягивать поковки квадратного сечения с острыми углами на всем диапазоне размеров без замены инструмента.

Машина имеет индивидуальный маслonaсосный привод. Номинальное усилие на каждом бойке — 800 кН. Максимальное раскрытие бойков — 100 мм. За один проход на машине можно получить двух-, трехкратную вытяжку квадратной заготовки с острыми углами. На

такой машине можно получать заготовки только квадратного сечения, что существенно сужает область применения таких машин.

В радиально-ковочных машинах с одновременным действием всех четырех бойков бойки не перекрывают зоны деформирования. Поэтому в таких машинах помимо осевой подачи заготовки обязательно выполняется постоянное вращение заготовки в одну сторону. Заготовка вращается манипулятором, работа которого синхронизирована с работой бойков машины. Схема действия бойков для поковок круглого и квадратного сечений показаны на рис. 4.18.

На рис. 4.19 показан привод рабочего бойка радиально-ковочной машины, в которой бойки могут перемещаться синхронно или попарно. Гидравлический цилиндр 1 закреплен в станине 3. Плунжер 2 передает усилие через шток 14 со сферическим подпятником толкателю 17 и бойку 6. При рабочем ходе боек перемещается с помощью кронштейна 5 по круговой траектории относительно оси 4 и деформирует заготовку 7. При этом между боковыми поверхностями соседних бойков имеется зазор, зависящий от угла поворота кронштейна 5. Для обеспечения возможностиковки в широком диапазоне размеров без замены бойков в машине предусмотрен механизм, который смещает кронштейн 5 и толкатель 17 с помощью гидравлических цилиндров 15 и 16.

Переход с процесса радиальнойковки на работу раздельно парами бойков осуществляется без задержки производственного процесса и без смены инструмента.

При необходимости изменить режим работы проводится стопорение кронштейна 14 с помощью гидроцилиндра 12, соединенного с кронштейном 5 тягой 11 и

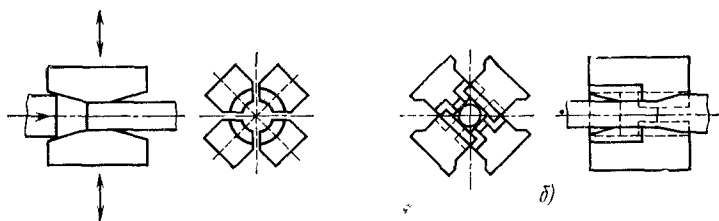
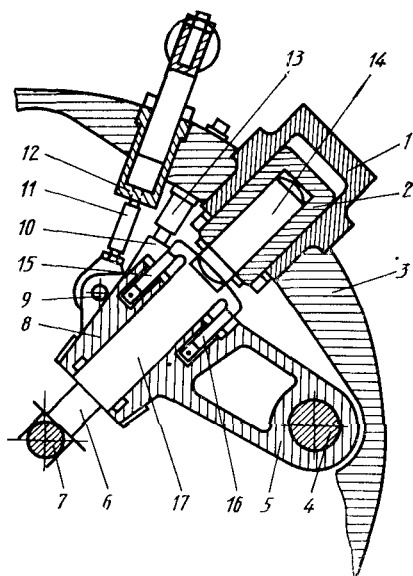


Рис. 4.18. Схема одновременного действия бойков РКМ для поковок круглого и квадратного сечений

Рис. 4.19. Привод рабочего бойка гидравлической РКМ



пальцем 9. В этом случае кронштейн 5 своим приливом 10 упирается в регулируемый упор 13 и под действием штока 14 толкатель 17 может перемещаться только прямолинейно в направляющих 8.

ГЛАВА 5

КОНТРОЛЬНО-БЛОКИРУЮЩИЕ УСТРОЙСТВА В КУЗНЕЧНО-ШТАМПОВОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

5.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КОНТРОЛЬНО-БЛОКИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВАХ

Широкое внедрение средств механизации и автоматизации при ковке и штамповке невозможно без надежного контроля положения заготовки в штампе, толщины подаваемых полос, лент и штучных заготовок, числа одновременно подаваемых заготовок, текущих и

конечных размеров поковок и проверки других технологических параметров с подачей команды на управляющие органы пресса или подающих устройств при несопадении фактического состояния с заданным.

Механизируя или автоматизируя процессы изготовления деталей, необходимо предусматривать возможность надежного контроля за ходом технологического процесса. Под термином «контроль» понимается измерение требуемых параметров технологического процесса, штампуемой детали или заготовки с получением текущей или дискретной информации об изменении измеряемого параметра. Информацию об изменяющихся параметрах технологического процесса, штампуемой заготовки или детали получают с помощью датчиков различного рода. Устройства, состоящие из датчика и блока преобразования полученной информации в форму, удобную для визуального наблюдения или сравнения с эталоном, называются контрольными устройствами.

Выходная величина контрольного устройства может изменяться непрерывно или скачкообразно. Устройства первого типа называют, как правило, аналоговыми, а второго — дискретными. В дискретных устройствах выходная величина может изменяться скачкообразно (релейно) либо выходной сигнал может быть представлен в цифровой форме. Для этого контрольно-измерительное устройство должно иметь несколько выходов и суммарный сигнал получают в электрической форме в определенном коде.

Контрольное устройство, дискретный выходной сигнал которого используется для включения или выключения оборудования или средств автоматизации называется контрольно-блокирующим устройством. Под термином «Блокировка» понимают отключение оборудования или средств автоматизации при превышении значения измеряемого параметра технологического процесса, заготовки или штампуемой детали требуемого значения.

Как правило, существующие системы управления электрические, хотя существуют и полностью пневматические системы управления, полностью гидравлические системы, а также и электропневматические и электрогидравлические системы. В электрических контрольно-измерительных устройствах информация об измеряе-

мом параметре с помощью преобразователей преобразуется в электрический сигнал. Если на выходе такого устройства имеется непрерывно изменяющийся сигнал (например, непрерывно-возрастающий), то такой измеритель снабжается пороговым устройством, изменяющим скачкообразно (релейно) выходную величину от нулевого значения до некоторого значения. Входная величина, при достижении которой сигнал на выходе скачкообразно увеличивается, называется порогом срабатывания. При уменьшении измеряемого параметра сигнал на выходе порогового устройства также скачкообразно уменьшается от некоторого значения до нуля. Значение измеряемого параметра, при котором сигнал уменьшается скачкообразно на выходе, называется порогом отпускания.

Большинство систем управления в кузнечно-штамповочном производстве — электрические системы релейного типа.

Существующие методы управления оборудованием или технологическими процессами базируются на пассивном и активном контроле. При пассивном контроле информация об измеряемом параметре используется только для остановки оборудования или средств автоматизации. При активном контроле информация об измеряемом параметре используется либо для удаления детали или заготовки из потока, либо для изменения контролируемого параметра, если это возможно (например, для переориентации детали или заготовки). И в том, и в другом случае автоматический цикл работы оборудования и средств автоматизации не прерывается, что существенно сказывается на производительности и эффективности работы кузнечно-штамповочного оборудования.

Контрольно-блокирующие устройства, применяемые в других областях металлообработки, при использовании их в кузнечно-штамповочном производстве из-за его специфичности не обеспечивают надежной работы и не охватывают всех параметров, подлежащих контролю. К специфическим особенностям кузнечно-штамповочного производства относятся знакопеременные нагрузки, динамическое воздействие усилий, кратковременность процесса обработки детали и т. д. В результате кратковременности процесса обработки, в частности при штамповке на кривошипных машинах или с использо-

ванием машин ударного или импульсного действия, не удастся подать корректирующую команду на изменение параметров процесса во время деформирования. Поэтому очень часто о результатах воздействия судят не в процессе деформирования, а после деформирования заготовки, и корректирующие действия вносят рефлексно, т. е. по результатам обработки предыдущей детали.

На относительно тихоходном оборудовании — на гидравлических прессах — иногда удается вмешаться в процесс обработки во время деформирования заготовки, например при ковке на гидравлических прессах можно подать команду на реверсирование движения поперечины при достижении заданного размера поковки.

В силу кратковременности процесса деформирования большинство систем автоматического управления в кузнечно-штамповочном производстве работают по разомкнутому принципу. Разомкнутые системы автоматического управления применяют тогда, когда результат воздействия на процесс заранее известен. По разомкнутому принципу работают коммутационные системы включения оборудования и средств автоматизации. Классические системы автоматического управления — замкнутые автоматические системы — применяются только на медленно работающем оборудовании, например для управления температурным режимом нагревательных и термических печей. В замкнутых системах информация, например о температуре в печи, преобразуется и подается на вход системы и в системе автоматического управления вырабатывается корректирующий сигнал для поддержания заданного уровня выходной величины или для изменения ее по определенному закону.

Дополнительное требование к контрольно-блокирующим устройствам кузнечно-штамповочного производства — высокая надежность в условиях знакопеременных нагрузок. В условиях кузнечных цехов мелкодисперсная пылевидная окалина часто выводит из строя тонкие чувствительные датчики, которые успешно работают в условиях цехов механической обработки. Наличие зазоров в механических соединениях при знакопеременных и импульсных нагрузках приводит к появлению повышенных люфтов, потере чувствительности датчиков и в конечном итоге к быстрому их выходу из строя. Поэтому датчики, применяемые в кузнечно-штамповочном про-

изводстве, базируются в основном на бесконтактных принципах. Контрольно-блокирующие устройства должны быть пыле- и влагонепроницаемыми, надежно работать в условиях широкого рабочего диапазона температур, не должны давать ложных сигналов при резких скачках питающего напряжения, что наблюдается при включении и выключении мощных электродвигателей кранов и крупных прессов.

5.2. КОНТРОЛЬНО-БЛОКИРУЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

Основная задача контрольно-блокирующих устройств кузнечно-штамповочного производства — обеспечение непрерывной безаварийной работы оборудования в автоматическом режиме. Такая задача возникает при автоматизации действующего оборудования или при установке универсального оборудования в автоматизированные или автоматические линии. При разработке автоматического оборудования — прессов-автоматов — контрольно-блокирующие устройства встраиваются в отдельные узлы, а результаты работы контрольно-блокирующих устройств используются в системе управления прессом.

По способу передачи информации от датчика (измерительного узла) к исполнительному устройству КБУ бывают механические, пневматические, гидравлические, электрические и комбинированные, к которым относятся электромеханические КБУ и их различные возможные комбинации.

По способу взаимодействия измерительного устройства с объектом контроля (измерения) различают контактные и бесконтактные КБУ. В контактных устройствах имеется механический контакт между контролируемым объектом (заготовкой) и датчиком КБУ. В бесконтактных КБУ такой контакт отсутствует и о параметрах контролируемого объекта судят косвенно по изменению физических величин: светового потока, потока излучения, напряженности магнитного поля, тока самоиндукции и т. п.

КБУ бывают фотоэлектрические, электромагнитные, индукционные, магнитострикционные, радиоизотопные, лазерные, струйно-пневматические и т. п.

По основным задачам, которые решают КБУ при автоматизации кузнечно-штамповочного производства, они подразделяются на устройства контроля параметров

заготовки, устройства контроля наличия и положения заготовки, устройства контроля инструмента, устройства контроля силовых параметров процесса, устройства учета штампованных изделий и т. д.

Устройства контроля параметров заготовки. Основным параметром заготовки в листовой штамповке — толщина. Если на рабочую позицию вытяжного штампа будут поданы одновременно две заготовки или одна более толстая, то это приведет к поломке штампа. При ручной подаче заготовки этот процесс контролируется рабочим. При автоматической штамповке процесс контроля толщины должен выполняться специальными КБУ. Существует большое многообразие КБУ, выполняющих пассивный контроль толщины подаваемой заготовки или полосы. Схема механического КБУ представлена на рис. 5.1.

Заготовки 8 подаются из магазина 5, закрепленного на основании 7, с помощью шибера 6. На пути перемещения заготовок к штампу на позиции контроля толщины установлен кронштейн 1 с двуплечим рычагом 3 и тягой 2, которая соединена с механической системой управления прессом, например с механизмом включения муфты пресса. Второй конец двуплечего рычага 3 снабжен щупом 4. При подаче шибером 6 одновременно двух заготовок или одной заготовки большей толщины, щуп 4 поднимается на большую величину, поворачивая рычаг 3 на больший угол, что приводит к отключению муфты пресса и прекращению процесса автоматической штамповки.

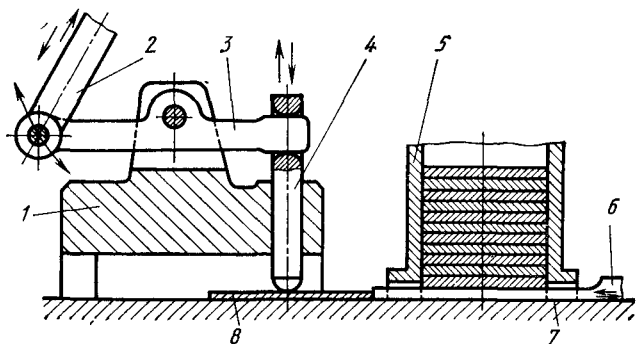


Рис. 5.1. Механический КБУ для контроля толщины заготовки

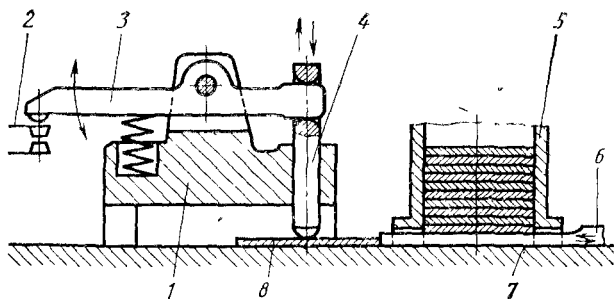


Рис. 5.2. Электромеханический КБУ для контроля толщины заготовки

Очевидно, что гораздо целесообразнее заменить громоздкие механические связи в таких КБУ более гибкими и компактными, например электрическими. Схема электромеханического устройства, выполняющего те же функции, показана на рис. 5.2 (позиции — те же, что и на рис. 5.1). В ней механическая тяга 2 заменена электрическими контактами, например конечного выключателя, сигнал от которого используется для электрического отключения муфты пресса.

Механические КБУ вследствие инерционных сил даже при нормальном числе ходов пресса быстро выходят из строя. В связи с наличием допустимых зазоров в их соединениях скорость срабатывания таких КБУ не обеспечивает быстрого выключения пресса, такие КБУ не реагируют на 50 %-ное увеличение толщины заготовки. Электромеханические КБУ часто отказывают в работе. Ненадежность работы КБУ и появление ложных срабатываний оказывают такое же отрицательное действие, как и подача одновременно двух заготовок. При ложных срабатываниях появляется недоверие к работе такого КБУ и его просто отключают или снимают с пресса.

Существует большое многообразие контактных и бесконтактных толщиномеров, которые широко применяются в металлургической промышленности при измерении толщины прокатываемой ленты и управления процессами прокатки. К таким КБУ относятся индуктивные и трансформаторно-индуктивные толщиномеры, пневматические и ультразвуковые толщиномеры. В таких КБУ используется либо эффект отражения возбужденных механических колебаний от границы «деталь—основа-

ние (подложка)», либо фактически измеряется воздушный зазор между измерительной головкой и лентой. Поэтому всякие неровности ленты в виде заусенцев, выпуклостей, прогибов и т. п. будут фиксироваться как полезный сигнал и как увеличение толщины заготовки. Кроме того, такие устройства используются в условиях непрерывной прокатки, где пропуск некоторого участка ленты повышенной толщины не неисправимый брак и не приводит к аварийной остановке оборудования. Поэтому подобные толщиномеры, успешно эксплуатирующиеся в металлургической промышленности, не находят применения в качестве КБУ кузнечно-штамповочного производства.

Наиболее эффективный способ контроля толщины листовых заготовок — радиоизотопный метод. Всякое КБУ, основанное на радиоизотопном методе, состоит из источника излучения, приемника излучения и усилительного блока, дискретный сигнал от которого используется для управления работой оборудования или средств автоматизации. В качестве источников излучения применяются долгоживущие изотопы (с периодом полураспада не менее 10 лет), генерирующие бета-излучение. Активность такого источника должна быть такова, чтобы поток бета-излучения полностью тормозился в заготовках толщиной 5 мм. Такие источники должны иметь полностью закрытое исполнение, выдерживать высокую температуру и вибрационные нагрузки. Так, источник ББИ-1С, имеющий закрытое исполнение, предназначен для использования в воздушной среде при температуре от -30 до $+500^{\circ}\text{C}$.

В качестве приемников бета-излучения применяются низковольтные газоразрядные счетчики (счетчики Гейгера — Мюллера) с галогенным заполнением. Сигнал, полученный от прохождения бета-частиц через газоразрядный счетчик, усиливается электронным блоком и используется для управления оборудованием.

Интенсивность бета-излучения, проходящего через металлическую заготовку, уменьшается в зависимости от толщины заготовки по гиперболическому закону. Поэтому даже при увеличении толщины заготовки на 10 % усилительный блок выдает соответствующий дискретный сигнал. С помощью радиоизотопного метода можно даже рассортировать заготовки, отличающиеся по толщине не менее чем на 10 %. Контрольно-блокирующее

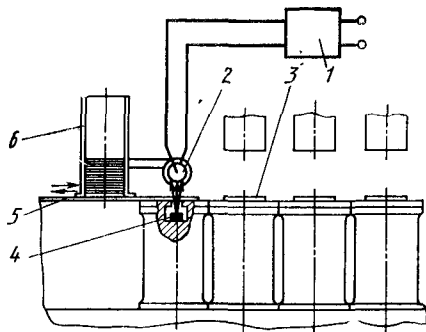


Рис. 5.3. Бесконтактный радиоизотопный КБУ для контроля толщины заготовки

устройство, использующее описанный принцип, работает в режиме бесконтактного конечного выключателя, в котором источник излучения и приемник взаимодействуют по схеме прямого излучения. Схема КБУ, контролирующей толщину подаваемой заготовки при автоматической штамповке, представлена на рис. 5.3.

Заготовки из магазина 6 подаются шибером 5 в рабочую зону многопозиционного пресса-автомата. Источник излучения 4 закрепляется на столе пресса, а приемник излучения 2 на специальной кронштейне над столом пресса. Заготовки 3, перемещаемые шибером 5, на пути движения пересекают поток излучения от источника 4 к приемнику 2. Электронный блок настраивается таким образом, что прохождение заготовки требуемой толщины не вызывает срабатывания блока. Однако при прохождении сдвоенной заготовки или одной более толстой интенсивность потока излучения существенно уменьшается, что и регистрируется электронным блоком 1, и на его выходе появляется соответствующая команда, которую можно использовать для выключения муфты пресса.

Радиоизотопный метод — единственный надежный метод контроля толщины листовых заготовок, и он успешно применяется для контроля толщины полос, листов и штучных заготовок при автоматической штамповке. Наличие неровностей, вздутий, выпуклостей, заусенцев, инородных натеков в виде крупных пятен масла, краски и т. п. никак не влияет на надежность работы КБУ.

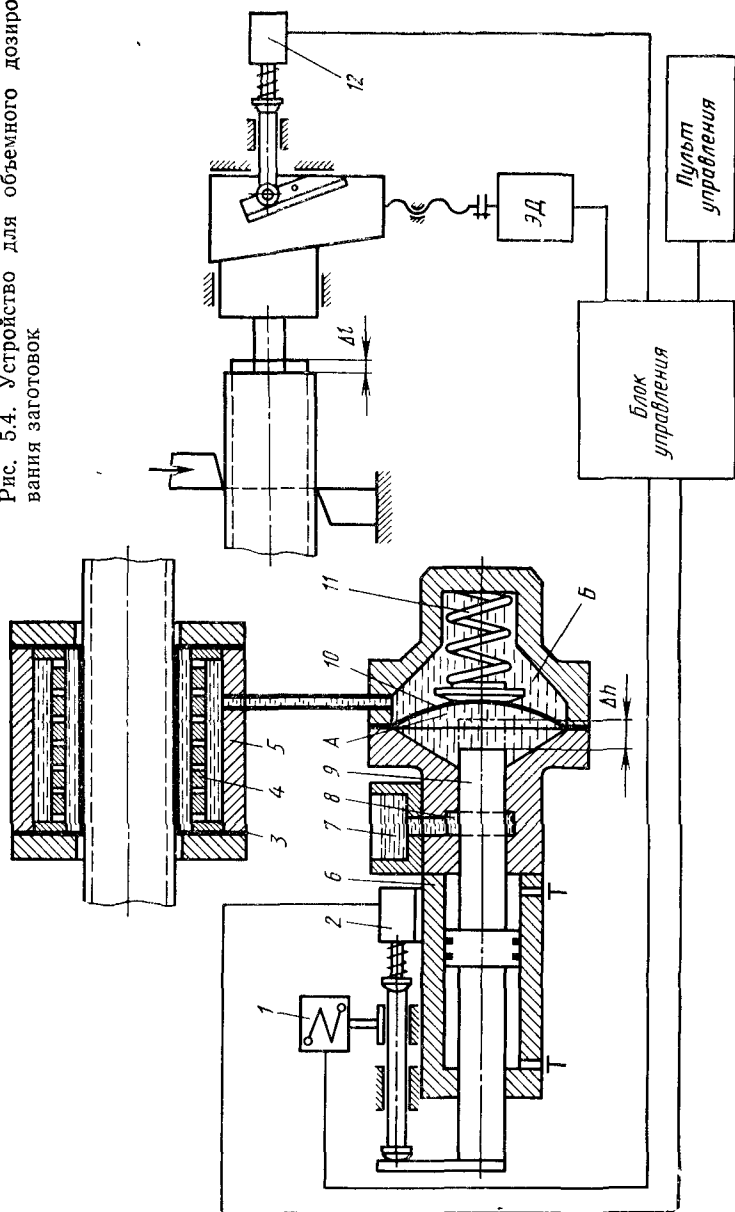
Электронный блок может быть отнесен на расстояние до 50 м от места установки приемника излучения и может быть легко герметизирован. Ниже будут описаны другие КБУ, основанные на радиоизотопном методе. В частности, с помощью аналогичного КБУ, работающего в режиме конечного выключателя, можно проверить допустимое утонение детали в углах при вытяжке крупногабаритных изделий сложной формы — деталей автомобильного кузова, дверей, панелей, бензобаков и т. д.

Для заготовок, штампуемых методами объемной штамповки из заготовок сортового проката, важным параметром является объем заготовки. Для процессов точной безоблойной штамповки важно иметь заготовки строго определенного объема. Такие заготовки отрезаются в штампах или на сортовых ножницах, и при незначительном изменении диаметра прутка необходимо так скорректировать длину отрезаемой заготовки, чтобы ее объем оставался постоянным. Принципиальная схема устройства для объемного дозирования заготовок, отрезаемых от сортового проката, представлена на рис. 5.4.

Перед разрезкой прутки поступают на позицию измерения и воздействуют на конечный выключатель, который приводит в действие механизм разъема, при этом две половинки измерительной головки 5 замыкаются вокруг прутка. Перед измерением торец плунжера 9 занимает крайнее левое положение, а полость А гидравлического датчика соединена с наполнительным резервуаром 7. Диафрагма 10 под действием пружины 11 создает в полости Б разрежение и эластичная оболочка 3 атмосферным давлением прижимается к базовой втулке 4, имеющей мелкие радиальные отверстия.

После замыкания двух половин измерительной головки 5 вокруг прутка плунжер 9 перемещается гидроприводом 6 вправо и в процессе движения от кромки 8 до крайнего положения отсекает определенный объем жидкости. При этом жидкость из полости Б поступает в измерительную головку 5 и прижимает эластичную оболочку 3 к поверхности прутка. После полного облегания прутка эластичной оболочкой перемещение плунжера становится невозможным и прекращается. Таким образом, изменение диаметра прутка в измеряемой зоне приводит к изменению хода плунжера 9 на величину Δh . В конце хода рычаг плунжера нажимает на шток индукционного датчика 2. Положение штока датчика

Рис. 5.4. Устройство для объемного дозирования заготовок



фиксируется электромагнитом 1, после чего гидропривод 6 возвращает плунжер 9 в исходное положение и механизм разъема освобождает измеряемый пруток.

Индукционный датчик 2 соединен по мостовой схеме с датчиком обратной связи 12. Если диаметр измеряемого прутка отличается от номинального значения, то появляется ток рассогласования между указанными датчиками и включается электродвигатель ЭД клинового упора, с помощью которого корректируется положение упора на величину Δl так, чтобы объем отрезаемой заготовки оставался постоянным.

Многочисленными исследованиями было выявлено, что диаметр прутка остается практически постоянным по длине. Поэтому процесс измерения и корректировки положения упора проводят только один раз — при подаче нового прутка на роликовый конвейер.

Устройства контроля наличия и положения заготовки. При автоматической работе кузнечно-штамповочного оборудования важное значение имеет контроль правильности положения заготовки в штампе, а также контроль наличия заготовки в штампе. Неправильное положение заготовки в штампе приводит к повышенному браку изделий. В некоторых случаях удается решить задачу правильной укладки заготовки путем установки центрирующих направляющих штифтов, центрирующих колец и поясков, т. е. решить задачу путем усовершенствования конструкции штампового инструмента. В последнее время в связи с расширением применения промышленных роботов необходимость в контроле положения заготовки постепенно снижается. Однако не всегда удается решить эту задачу усовершенствованием конструкции штампа. Так, при автоматической штамповке на многопозиционных прессах-автоматах плоскость, по которой перемещаются заготовки, не должна иметь выступающих элементов, поэтому применение направляющих штифтов невозможно. В этом случае необходимо контролировать положение заготовки в штампе другими средствами. На рис. 5.5. показана принципиальная схема КБУ для контроля правильности положения заготовки перед штамповкой с помощью бесконтактного радиоизотопного конечного выключателя. Заготовка 3 с помощью грейферного механизма подачи укладывается на нижнюю часть штампа 5, где вмонтировано необходимое число источников бета-излучения 4. Число источников

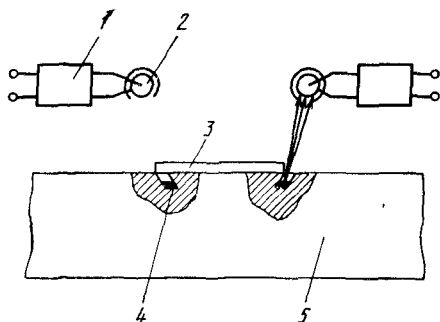


Рис. 5.5. КБУ для контроля листовой заготовки в штампе

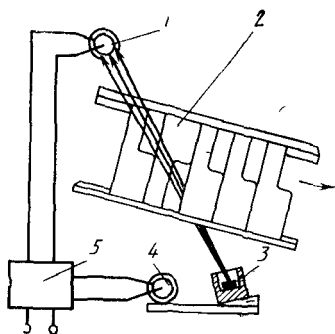


Рис. 5.6. КБУ для контроля ориентации заготовок

определяется конфигурацией штампуемой детали. Напротив каждого источника излучения на специальных кронштейнах устанавливаются приемники 2 бета-излучения, электрически связанные с электронными блоками 1. При правильном расположении заготовки 3 потоки бета-излучения от источников 4 попадают на все приемники 2 и на выходе всех электронных блоков есть сигнал. При неправильном расположении заготовки поток излучения хотя бы от одного источника оказывается полностью перекрытым и на выходе соответствующего электронного блока отсутствует выходной сигнал, что можно использовать как для отключения муфты прессы и прекращения процесса автоматической штамповки, так и для визуальной индикации неправильного положения заготовки.

При автоматической штамповке деталей из штучных заготовок с применением АБЗООУ вопрос определения правильности положения (ориентации) заготовки и ее удаления или переориентации решается с помощью применения специальных конструктивных элементов, которые либо удаляют неправильно ориентированные заготовки из потока (пассивный контроль), либо ориентируют заготовки (активный контроль). Однако при автоматической штамповке деталей без применения АБЗООУ возникает необходимость проверки требуемой ориентации заготовок. Схема одного из возможных вариантов КБУ представлена на рис. 5.6. Приемник излу-

чения 1 регистрирует наличие неправильно ориентированной заготовки 2, взаимодействуя с источником излучения 3 по схеме прямого излучения. Приемник 4 регистрирует наличие неправильно ориентированной заготовки, взаимодействуя с источником 3 по схеме отраженного излучения. При попадании неправильно ориентированной заготовки 2 поток отраженного излучения не попадает на приемник 4 и электронный блок 5 выдает соответствующую команду.

При штамповке пластмассовых изделий на автоматических роторных линиях необходимо контролировать наличие пластмассового изделия в матрице или на пуансоне. Перед прессованием в определенном положении инструмента в полость матрицы загружается нагретая пластмассовая таблетка, из которой в процессе прессования получается готовое изделие. После прессования изделие выталкивается из матрицы и поступает в захваты транспортного ротора.

В случае несрабатывания захватов, залипания изделия, его разрушения или выхода из строя выталкивающего механизма отштампованное пластмассовое изделие может остаться в матрице или на пуансоне. На позиции загрузки в этот инструмент может быть подана очередная нагретая пластмассовая таблетка. Это может вызвать поломку инструмента и остановку всей роторной линии. Возникает необходимость выполнения надежного контроля наличия пластмассового изделия в стальной матрице или на стальном пуансоне. Принципиальная схема КБУ для решения поставленной задачи представлена на рис. 5.7. Источник 4 и приемник 2 взаимодействуют по схеме отраженного излучения. Было выявлено, что интенсивность отраженного от пластмассы потока излучения существенно меньше, чем отраженного от стальной полированной поверхности матрицы 1 или пуансона 3. На этом эффекте и основана работа КБУ. На специальном кронштейне 5, закрепленном на станине роторной линии, установлены два комплекта источников и приемников бета-излучения. С помощью одного комплекта контролируется наличие заготовки на пуансоне, с помощью второго — наличие детали в матрице. Присутствие сигналов на выходах обоих электронных блоков говорит о нормальной работе линии. Исчезновение сигнала на выходе любого из электронных блоков говорит об аварийной ситуации.

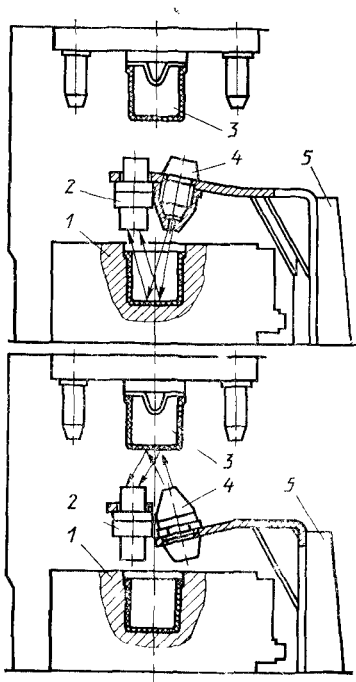


Рис. 5.7. КБУ для контроля наличия заготовки на пуансоне или в матрице

Полученную команду можно использовать либо для остановки линии, либо для управления работой загрузочного устройства.

Устройства для контроля инструмента. В процессе автоматической штамповки листовых деталей бывают случаи поломки пуансонов. Обнаружить поломку одного из пуансонов удается не сразу и часть деталей, отштампованная в таком штампе, идет в брак. Чаще всего такая ситуация возникает при пробивке отверстий малого диаметра. Существуют КБУ, позволяющие проверить наличие пробитых в детали отверстий, а значит, косвенным образом судить об исправности деталей штампа. Схема электромеханического КБУ, позволяющего определить наличие пробитого отверстия, показана на рис. 5.8.

В верхней половине штампа 4 за пуансоном 5 на расстоянии, равном шагу подачи, устанавливается подпружиненный подвижный фиксатор 2. Над торцом ловителя закрепляется конечный выключатель. В исправном штампе ловитель входит в отверстие 1, пробитое пуансоном, и контакты конечного выключателя не замыкаются. В случае поломки пуансона в ленте отсутствует пробитое отверстие. Фиксатор 2, упираясь в ленту, поднимается и замыкает контакты 3 конечного выключателя. Полученный сигнал можно использовать как для остановки пресса и прекращения режима автоматической штамповки, так и для визуальной индикации поломки инструмента. Описанному устройству — контактному КБУ пассивного контроля — присущи все отмеченные ранее недостатки контактных устройств.

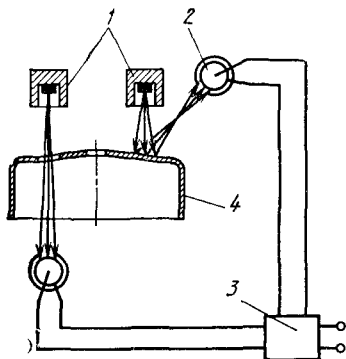
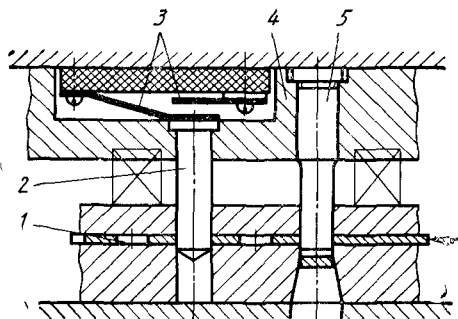


Рис. 5.8. КБУ для контроля исправности инструмента

Рис. 5.9. КБУ для контроля наличия заготовки и проверки отверстия

На рис. 5.9 показана схема бесконтактного радиоизотопного КБУ, предназначенного для контроля заготовки в заданном месте и проверки пробитого в ней отверстия. Проверка наличия заготовки 4 выполняется по схеме отраженного бета-излучения. Для проверки пробитого отверстия источник 1 и приемник 2 взаимодействуют по схеме прямого излучения. Двухканальный электронный блок 3 усиливает полученные сигналы и выдает соответствующие команды в систему управления прессом или автоматической линией.

Устройства учета продукции. В последнее время в связи с ростом уровня автоматизации, масштабов производства и производительности труда все острее встает вопрос об учете изготовленной продукции и контроле ее качества.

Все существующие способы счета деталей можно разбить на две основные группы: способы непосредственного счета деталей и способы косвенного счета.

К способам непосредственного счета относятся такие, при которых изготовленная деталь непосредственно воздействует на параметры измерительного устройства так, что изменяется его состояние и полученный сигнал может быть сосчитан. Устройства непосредственного счета могут быть механическими, гидравлическими, пневматическими, индукционными, фотоэлектрическими и радиоизотопными. Последние получили наибольшее распространение в листоштамповочных и кузнечных це-

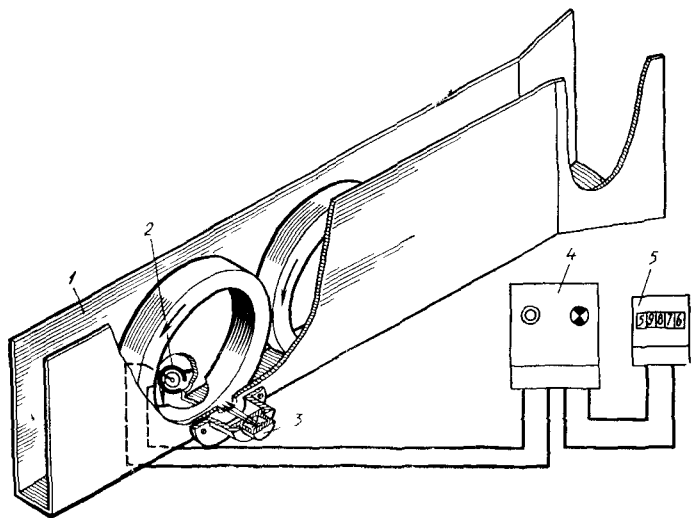


Рис. 5.10. КБУ для счета горячих колец

хах и с успехом применяются для счета как холодных листоштампованных деталей, так и горячих поковок.

КБУ, предназначенное для счета горячих колец, изготовленных на ГKM (рис. 5.10), представляет собой лоток 1, по которому катятся кольца. В U-образной стенке лотка вблизи дна просверлено отверстие. С одной стороны лотка установлен источник бета-излучения 3, с другой — приемник излучения 2. Поток излучения через отверстие постоянно направлен на приемник, который подключен к электронно-релейному блоку 4. При качении кольца по лотку его обод перекрывает поток излучения, что приводит к срабатыванию электронно-релейного блока 4. Сигнал от блока сосчитывается обычно электромеханическим счетчиком 5.

Можно, однако, вмешиваться в работу любого из устройств непосредственного счета, существенно увеличивая показания счетчика.

На новых моделях прессов устанавливают устройства для счета отштампованной продукции. Такие устройства обычно сосчитывают полные обороты коленчатого вала, перемещения ползуна пресса или количество включений муфты пресса, т. е. косвенным образом реагируют на процесс получения изделия, почему и получили наз-

вание счетных устройств косвенного типа. Устройства, считающие полные обороты коленчатого вала или число ходов ползуна, обычно состоят из бесконтактного конечного выключателя типа БВК-24, промежуточного реле и электромеханического счетчика.

При применении механического способа счета на валу закрепляется кулачок, который воздействует на рычаг механического счетчика.

Для сосчитывания числа включений муфты обычно используют реле давления, встраиваемое в воздушную магистраль муфты включения. Электрический сигнал от реле давления сосчитывается обычным электромеханическим счетчиком.

Для получения объективной информации о числе отштампованных деталей устройства счета продукции (УСП) должны быть построены на одном из трех принципах: счет числа рабочих нагрузений (деформаций) станины или любой базовой детали машины, счет числа вибрационных нагрузений станины и счет бросков тока в цепи главного электродвигателя привода машины.

Устройства контроля силовых параметров технологического процесса. При штамповке деталей на прессах часто возникает необходимость контролировать максимальное усилие деформирования. В большинстве случаев заводы — изготовители кузнечно-штамповочного оборудования оснащают выпускаемые прессы различными предохранительными устройствами, рассчитанными на номинальное усилие пресса. К таким устройствам относятся разрушающиеся предохранители по усилию на ползуне пресса, по крутящему моменту на муфте, гидравлические предохранители по усилию на ползуне в многокривошипных прессах. Некоторые заводы-изготовители оснащают выпускаемое оборудование устройствами контроля усилия, работа которых основана на измерении деформации детали, закрепленной на станине пресса. Однако такие устройства обеспечивают только рефлексное наблюдение за процессом деформирования, т. е. выводы и коррективы можно делать только по результатам штамповки предыдущей детали.

Гидравлические прессы более гибкие в управлении силовыми характеристиками технологического процесса. На гидравлических прессах контроль усилия при штамповке проводят по давлению рабочей жидкости, и в момент достижения заданного давления в рабочем цилинд-

ре пресса подается команда на прекращение подачи жидкости, т. е. на закрытие клапана или переключение золотника.

Имеется большое многообразие датчиков, с помощью которых можно регистрировать процесс изменения давления жидкости в цилиндре пресса и получать команду в момент достижения заданного давления. Такие датчики делятся на три основные группы: реле давления, контактные манометры и бесконтактные манометры. К группе контактных манометров относятся электроконтактные манометры и потенциометрические датчики давления. К группе бесконтактных манометров относятся емкостные, тензометрические, пьезоэлектрические, сельсинные, индуктивные, индукционные и пневматические датчики давления. Все типы манометров, за исключением электроконтактных, требуют применения специальных усилительных блоков, снабженных пороговыми элементами. С помощью таких блоков получают дискретную команду, используемую для прекращения процесса деформирования или для снижения скорости перемещения рабочего органа пресса.

Блокирование кузнечно-штамповочного оборудования при автоматической штамповке. КБУ находят широкое применение для управления работой кузнечно-штамповочного оборудования в виде устройств как пассивного,

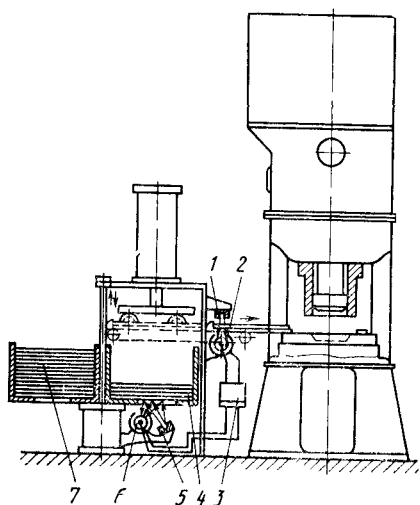
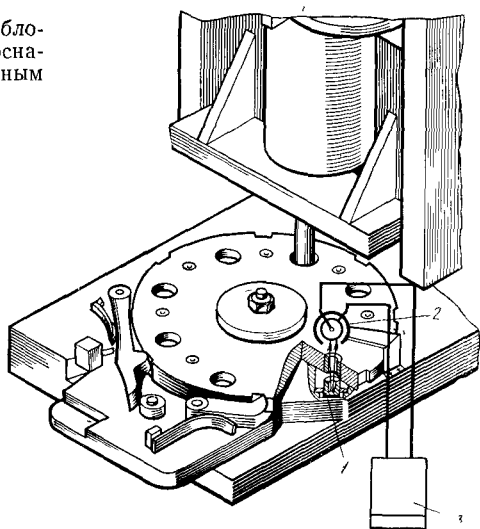


Рис 5.11. КБУ для контроля полосы и управления работой полоусокладчика

так и активного контроля. Одно из таких устройств служит для обеспечения непрерывной работы прессы, оснащенного полосоукладчиком с двумя магазинами (рис. 5.11). Нижний комплект источника 5 и приемника 6, взаимодействующих по схеме отраженного излучения, служит для управления работой полосоукладчика при опорожнении магазина 7. При подаче последней заготовки 4 от электронного блока 3 подается команда на замену магазина и в рабочее положение встает другой магазин 7, заполненный заготовками. Верхний комплект источника излучения 1 и приемника 2, взаимодействующих по схеме прямого излучения, служит для контроля толщины подаваемых полос и остановки прессы при случайной подаче двух полос сразу. От аналогичного комплекта источника и приемника можно проводить счет отштампованных полос.

Блокировка прессы в случае неправильной работы револьверного питателя может быть осуществлена с помощью КБУ, принципиальная схема которого представлена на рис. 5.12. Под револьверным диском устанавливается источник 1 излучения, а над диском на специальном кронштейне закрепляется приемник 2. В диске выполнены специальные отверстия малого диаметра для прохода потока бета-частиц. При нарушении

Рис. 5.12. КБУ для блокировки прессы, оснащенного револьверным питателем



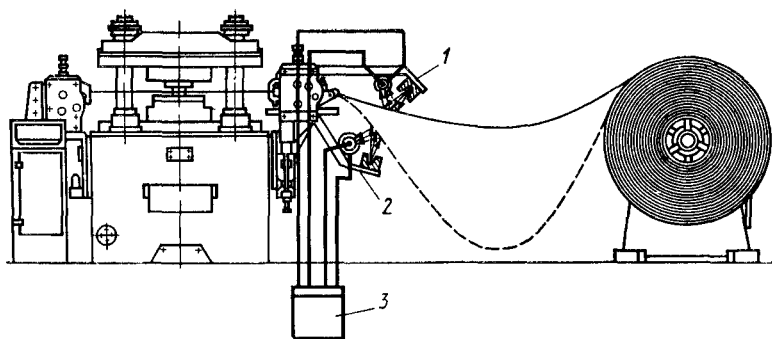


Рис. 5.13. КБУ для управления двигателем разматывающего устройства

углового шага подачи револьверного питателя отверстия окажутся перекрытыми и поток бета-частиц от источника 1 не попадет на приемник 2. Полученный от электронного блока 3 сигнал используется для выключения муфты прессы.

Управление двигателем разматывающего устройства с помощью бесконтактных радиоизотопных конечных выключателей показано на рис. 5.13. Верхний 1 и нижний 2 комплекты источников и приемников взаимодействуют по схеме обратнорассеянного бета-излучения. При уменьшении компенсационной петли от верхнего комплекта через электронно-релейный блок 3 подается команда на включение электродвигателя разматывающего устройства. В случае чрезмерного увеличения петли от нижнего комплекта подается команда на отключение электродвигателя.

В целях обеспечения синхронной взаимосвязанной работы прессы и автоматизирующего устройства задающим элементом, воздействующим на измерительные и контрольные органы, должна быть сама заготовка. При листовой штамповке осуществить воздействие детали на контактные переключатели в большинстве случаев невозможно из-за ее малой жесткости и недостаточно четкой ориентации при транспортировании. В связи с этим наиболее целесообразно применять бесконтактные КБУ и, в частности, радиоизотопные КБУ.

При разрезке широкорулонной стали на листы требуемой длины весьма эффективным оказывается приме-

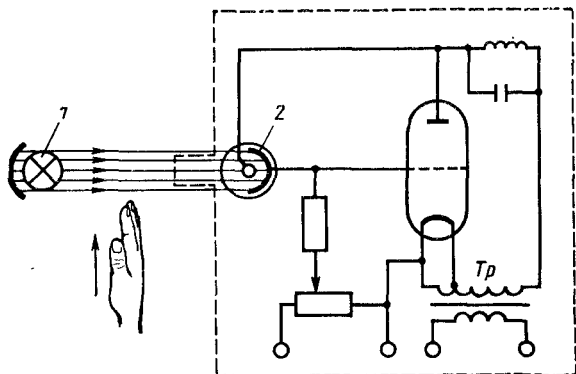


Рис. 5.14. Принципиальная схема фотозащиты

нение бесконтактных радиоизотопных конечных выключателей для управления двигателем разматывающего устройства и выполнения рабочей операции разрезки. По описанным выше причинам обычные конечные выключатели и бесконтактные конечные выключатели на базе фотоэлементов (фоторезисторов, фотодиодов и т. д.) быстро выходят из строя и не всегда обеспечивают требуемую точность разрезаемых заготовок по длине.

Контрольно-блокирующие устройства находят применение и в средствах, обеспечивающих безопасность работы на кузнечно-штамповочном оборудовании. Принципиальная схема фотозащиты показана на рис. 5.14. При перекрытии светового потока от источника света 1 на фотоэлемент 2, в качестве которого может быть применен фоторезистор или фотодиод, ток уменьшается. Полученный сигнал усиливается и используется для отключения муфты пресса и остановки ползуна. Естественно, что фотозащита должна перекрывать большую зону, поэтому требуется несколько фотоэлементов. Фотозащита применяется на тихоходных кривошипных прессах с числом ходов не более 20 в 1 мин. На более быстроходном оборудовании не удастся остановить ползун пресса за короткое время, поэтому на таком оборудовании использование электрических средств защиты нецелесообразно. На быстроходном оборудовании применяются механические ограждения, защитные решетки и др.

ПРИВОДЫ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ И МЕХАНИЗАЦИИ КУЗНЕЧНО-ШТАМПОВОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

6.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Привод — одна из основных частей любого средства автоматизации и механизации. Под приводом понимается система, состоящая из двигателя и преобразующего механизма. Преобразующий механизм служит для передачи энергии от двигателя к рабочему органу.

Отличительная особенность привода — он работает с высокой частотой срабатывания. Это объясняется высоким быстродействием кузнечно-штамповочного оборудования. Например, листоштамповочные прессы усилием до 100 кН имеют 100—150 ходов в 1 мин, а некоторые модели — до 500—1500. Составляющие времени работы средств автоматизации и механизации в общем цикле их совместной работы с прессом, как правило, не превышают 40 %.

Другая важная особенность привода — обеспечивание плавности разгона и торможения рабочих органов, что необходимо для точного позиционирования заготовок в штампах. Это достигается выбором законов изменения скоростей и траекторий движения исполнительных органов вследствие использования различных преобразующих механизмов, демпфирующих и тормозных устройств.

В средствах автоматизации и механизации кузнечно-штамповочного производства привод, как правило, носит несиловой характер, так как массы движущихся деталей, особенно при листовой штамповке, незначительны. Сопротивление их перемещению по направляющим элементам механизмов и штампов невелико, и энергия привода большей частью расходуется на преодоление сил инерции движущихся масс механизма.

Приводы средств автоматизации и механизации классифицируются по ряду признаков. Основные из них: тип привода (от пресса или индивидуальный), его назначение, число двигателей, тип двигателя и др.

Если механизмы средств автоматизации и механизации приводятся в действие от вала или ползуна прессы, то говорят о приводе от прессы.

Индивидуальные приводы в зависимости от типа двигателя делятся на электрические, пневматические, гидравлические и комбинированные. Электрические приводы отличаются применением в них различных типов электродвигателей (постоянного тока, шаговых, высокомоментных, линейных двигателей и электромагнитов). Использование гидромоторов и гидравлических цилиндров характеризуется гидравлический привод, а пневматических цилиндров — пневмопривод. В комбинированных приводах используются комбинации перечисленных выше приводов, например шаговый электродвигатель с гидроусилителем или пневмогидравлический привод, в котором для перемещения рабочего органа применяют гидравлические и пневматические цилиндры.

В зависимости от назначения приводы разделяются на приводы перемещения (кинематические) и силовые. Приводы перемещения предназначены для перемещения рабочего органа от его исходного положения до конечного. Силовые приводы после завершения перемещения рабочего органа создают на нем заданное усилие (крутящий момент). Например, привод перемещения тележки манипулятора кинематический, а привод захватов руки манипулятора силовой, так как после смыкания захватов необходимо создать на них усилие зажима заготовки, которое исключало бы ее выпадение при транспортировании.

Приводы разделяются также по числу двигателей: на групповые, однодвигательные и многодвигательные. В групповом приводе один двигатель применяется для передачи движения нескольким механизмам или рабочим органам. Однодвигательные и многодвигательные приводы характеризуются использованием либо одного, либо нескольких двигателей для привода одного механизма.

При разработке привода стремятся получить: минимальные размеры, высокие энергетические показатели (обеспечить большое отношение выходной мощности к массе привода); возможность работы в режиме автоматического управления и регулирования с обеспечением оптимальных законов разгона и торможения при минимальном времени переходных процессов; быстродейст-

вие — осуществление движений рабочих органов с высокой скоростью и малой погрешностью позиционирования; малую массу элементов привода при высоком КПД всей конструкции; легкость отключения привода и снятия прикладываемого усилия; блокирование привода и сохранение положения исполнительных механизмов при команде «Стоп»; возможность встраивания систем охлаждения и терморегулирования для обеспечения приемлемых тепловых режимов работы привода и стабильности его характеристик; надежность и долговечность элементов конструкции; удобство монтажа; обслуживания, ремонта и переналадки; низкий уровень шума.

Преобразующие механизмы. В средствах автоматизации и механизации преобразующие механизмы выбираются обычно в зависимости от характера движения ведомого звена двигателя (вращательное или поступательное) и характера движения исполнительного механизма или рабочего органа. В зависимости от характера перемещения рабочего органа в период установившегося движения различают преобразующие механизмы для непрерывного и для прерывного движения. При преобразовании непрерывного движения двигателя в прерывное применяются различные механизмы периодического движения (обгонные муфты, храповые механизмы, получервячные и др.). На рис. 2.3 был показан один из таких механизмов, применяемый в валковых подачах.

Механизмы для преобразования поступательного движения в поступательное по конструктивному исполнению бывают: клиновыми, рычажными, реечными, тростиковыми и роликовыми. Обычно при ходе рабочего органа до 50—70 мм применяют клиновые и рычажные механизмы, а при больших ходах — реечные.

Для преобразования поступательного движения во вращательное применяют механизмы байонетного, реечного и рычажно-роликового типов. Первые два типа обычно используют для перемещения захватного органа в одну и в разные стороны. Рычажно-роликовый механизм применяют, как правило, с механизмом периодического движения.

В преобразующих механизмах для преобразования вращательного движения в поступательное применяют кривошипные механизмы, которые обеспечивают возвратно-поступательное движение рабочего органа. Когда рабочему органу необходимо сообщать прерывное дви-

жение в одну сторону, то в преобразующие механизмы встраивают механизм периодического движения. Пример такого механизма — механизм привода револьверной подачи, представленной на рис. 3.18.

Преобразующие механизмы характеризуются передаточным отношением, которое определяет отношение скорости ведомого звена привода к скорости перемещения или вращения рабочего органа средства автоматизации или механизации. Постоянные передаточные отношения имеют механизмы, состоящие из зубчатых, червячных, цепных, винтовых и реечных передач. Передачи, имеющие одно или несколько рычажных, кривошипно-коленных и других соединений, обладают, как правило, переменным передаточным отношением.

В преобразующих механизмах с переменным передаточным отношением перемещение рабочего органа может происходить с переменной скоростью даже при постоянной скорости двигателя. Например, для кривошипно-шатунного привода скорость и ускорение рабочего органа зависят от угла поворота кривошипа, вращающегося с постоянной частотой.

Выбор типа привода. Выбор типа привода зависит от многих факторов: от особенностей автоматизирующих устройств и штампуемых деталей и заготовок, типа захватного органа, вида пресса, необходимой точности позиционирования и т. д. Индивидуальный привод по сравнению с приводом от пресса имеет следующие преимущества: обеспечивает оптимальную скорость перемещения изделия или рабочего органа; позволяет более рационально компоновать автоматизирующее устройство; может быть использован для перемещения изделия во время холостого хода и в период выстаивания пресса. Для надежной работы средств автоматизации и механизации с индивидуальным приводом необходимо осуществлять надежное блокирование оборудования, чтобы исключить попадание деталей подвижных элементов средств автоматизации в рабочую зону пресса при его сдвигании или другом аварийном случае. Привод средств автоматизации и механизации от пресса характеризуется высокой производительностью и прост для реализации.

Легкость регулирования, бесшумность, отсутствие трубопроводов, доступность электроэнергии, простота монтажа и наладки, достаточно высокие показатели на-

дежности составляют преимущества электроприводов. К их недостаткам можно отнести: большую зависимость скорости выходного звена от нагрузки, что приводит к необходимости создания дополнительных контуров управления; наличие сложной кинематической цепи между электродвигателем и рабочим органом механизма.

Положительные качества пневматического привода следующие: простота конструкции как самого исполнительного устройства, так и аппаратуры для его управления и более низкая первоначальная стоимость (у привода значительно короче возвратные линии, так как отработанный воздух можно выпускать в атмосферу), для привода используют воздух из цеховой пневмосети; работа пневмосистемы не зависит от колебаний температуры (не нужно специальных охлаждающих устройств). Однако для пневматических приводов характерны: нестабильность скорости выходного звена при изменении нагрузки вследствие сжимаемости воздуха при малых и средних давлениях; необходимость демпфирования (торможения) движения выходного звена привода в конце, так как при большой скорости движения выходного звена при подходе к упорам возможны сильные удары по этим упорам; наличие шума при работе.

Гидравлический привод обеспечивает создание больших по сравнению с пневматическими приводами механических нагрузок, имеет высокие показатели точности позиционирования и небольшие размеры. Вследствие несжимаемости жидкости с помощью гидравлического привода можно обеспечивать практически любой закон движения выходного звена исполнительного механизма. К недостаткам гидропривода следует отнести: применение специальных насосных установок и устройств охлаждения жидкости; пожароопасность масла.

6.2. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПРИВОД

В электрических приводах кроме асинхронных применяют и другие типы электродвигателей. В ПР это прежде всего дискретный (шаговый) привод, имеющий две разновидности: привод с управляющим шаговым двигателем (ШД) и промежуточным усилителем момента, выполненным в виде следящей гидравлической системы; привод с силовым шаговым двигателем. Применяют следящие приводы на базе электродвигателей

постоянного тока, которые имеют простую и надежную схему управления. Весьма перспективно использование малоинерционных высокомоментных электродвигателей.

Электропривод выбирают, исходя из следующих факторов: динамических свойств при пуске, торможении и изменении нагрузки; диапазона регулирования скорости; вида механической характеристики режима работы во времени и требуемой точности поддержания заданного режима работы; частоты включения приводного механизма. Различают три режима работы двигателей: продолжительный, кратковременный и повторно-кратковременный. При продолжительном режиме работы двигатель нагревается до установившейся температуры в отличие от кратковременного, при котором этого не происходит. При повторно-кратковременном режиме происходят пуск и остановка двигателя. В этом случае нагрев электродвигателя и возможность реализации заданной мощности определяются продолжительностью включения ПВ по относительному времени за цикл, равный 10 мин. Для привода средств автоматизации и механизации кузнечно-штамповочного производства характерны повторно-кратковременный и кратковременный режимы работы.

Номинальная расчетная мощность на валу приводного электродвигателя определяется выражением

$$N_{\text{нр}} = \pi M_{\text{ср}} n_{\text{н}} / 30,$$

где $M_{\text{ср}}$ — средний крутящий момент на валу двигателя; $n_{\text{н}}$ — номинальная частота вращения, которую выбирают в зависимости от требуемой скорости рабочего органа и необходимой производительности пресса.

После того как выбран двигатель по мощности, определяется предельное число включений и переключений в минуту и сравнивается с допустимыми значениями $z < [z]$, где z ; $[z]$ — предельное и допустимое число включений и переключений.

Для типовых асинхронных двигателей допустимое значение числа включений составляет 10—80 в 1 мин, а число переключений 4—30 в 1 мин, при этом большие значения относятся к двигателям с большим числом оборотов. В случае невыполнения указанных условий необходимо применить дополнительные механизмы, снижающие число включений или переключений или

выбирать другой тип привода, например пневматический или гидравлический.

Высокомоментные электродвигатели. Отличительная особенность этих электродвигателей — применение в них вместо обмотки возбуждения постоянных магнитов. Это позволяет по сравнению с двигателями постоянного тока обеспечить (при тех же габаритах): увеличение мощности двигателя; большую равномерность скорости вращения двигателя при малых частотах; значительно увеличить вращающийся момент при том же токе якоря; высокое ускорение в переходных режимах; возможность установки на рабочем органе без промежуточных редукторов; высокую плавность движения благодаря хорошему демпфированию колебаний нагрузки; высокую теплостойкость вследствие достаточной массы якоря; возможность создания автономных следяще-регулируемых приводов, предназначенных для регулирования скорости и отработки перемещений при управлении от устройства ЧПУ.

Вместе с тем двигатели этого типа имеют недостатки, заключающиеся в снижении максимального момента с ростом частоты вращения и быстродействия с возрастанием скорости в соответствии с кривой момента, допускаемой по условиям коммутации, а также в недолговечности постоянных магнитов из-за их естественного старения.

Шаговые электродвигатели (ШД). Это электрическая машина, которая преобразовывает управляющий импульс в фиксированный угол поворота вала или фиксированное линейное перемещение без датчиков обратной связи.

Такая особенность ШД позволяет применять их в устройствах, в которых перемещение механизмов и управляющие команды в силу технологических особенностей носят линейный характер, например в механизмах для подачи ленты.

Шаговые электродвигатели, используемые непосредственно для приводов исполнительных механизмов, называют силовыми. При использовании маломощных ШД в приводах подач применяют гидравлические или механические усилители моментов.

Применение приводов с ШД по сравнению со следящими системами имеет следующие преимущества: повышение надежности устройства, вызванное уменьше-

нием числа элементов системы, так как отсутствуют датчики обратной связи, усилители и др.; удешевление системы из-за уменьшения числа элементов; увеличение точности дискретного перемещения, обусловленное фиксацией ротора ШД при остановке двигателя.

При выборе исполнительного ШД прежде всего необходимо подобрать двигатель с требуемой мощностью на валу (силовой или с усилителем момента). В зависимости от типа системы управления и технологической нагрузки выбирают величину углового шага двигателя $\varphi_{ш}$, т. е. угол поворота ротора при подаче одного управляющего воздействия.

На рис. 6.1 показана валковая подача с приводом от шагового электродвигателя 1, который через червячно-винтовую передачу 2 вращает нижний приводной валок 6. Верхний валок 4 не приводной. Прижим валка 4 осуществляют пружины 5, а его подъем — пневмоцилиндр 3.

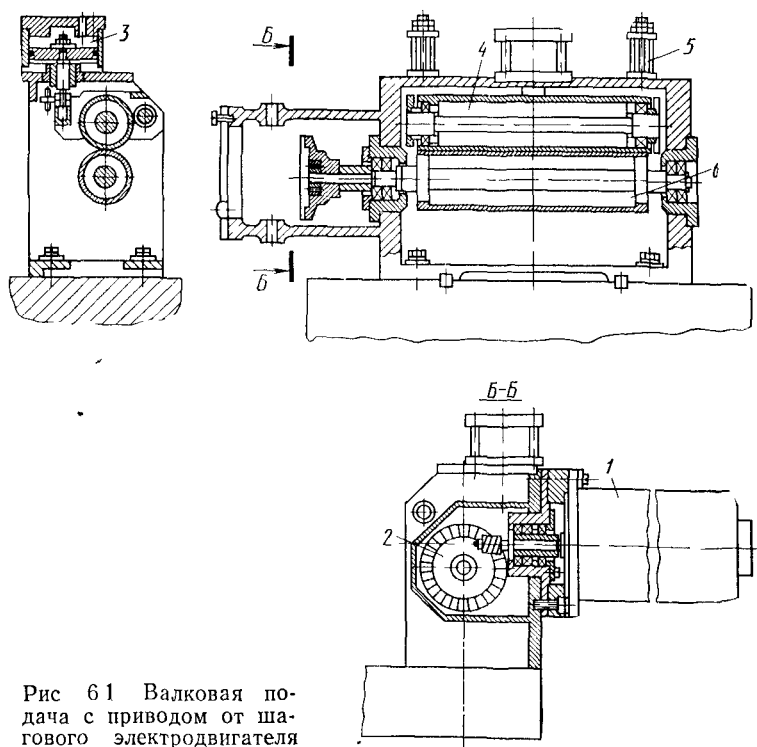


Рис 61 Валковая подача с приводом от шагового электродвигателя

В приводах вибрационных бункерных устройств находят применение электроприводы в виде электромагнитов переменного и постоянного тока. При их выборе следует иметь в виду, что, когда технические данные и характеристики электромагнитов переменного тока отвечают требованиям, предъявляемым к ним исполнительными механизмами, их использование более предпочтительно по сравнению с использованием электромагнитов постоянного тока. Однако при большой частоте включений электропривода целесообразно применять электромагниты постоянного тока во избежание возможного перегрева электромагнитов переменного тока при пусках. На рис. 3.9 показан пример использования электромагнитов в приводе вибрационного загрузочного устройства.

6.3. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ПРИВОД

В гидравлических приводах применяют два типа гидродвигателей: поступательного действия (гидроцилиндры) и вращательного действия (гидромоторы).

Работа привода поступательного действия (рис. 6.2) осуществляется следующим образом. При смещении гидрораспределителя 3 влево жидкость от насоса H , вращение которого осуществляет двигатель M , подается в поршневую полость I гидроцилиндра Π , а при пере-

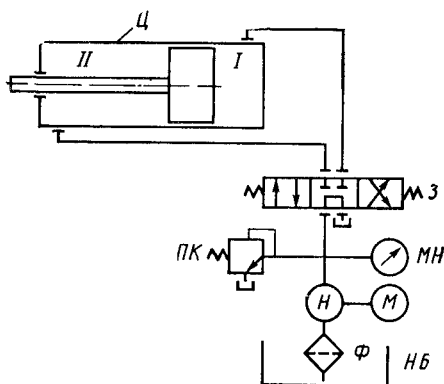


Рис. 6.2. Упрощенная схема гидравлического привода

мещении вправо — в штоковую полость *II* и происходит движение штока соответственно вправо или влево. Слив жидкости из противоположных полостей осуществляется в наполнительный бак *НБ*. Давление в приводе контролируют манометром *МН*. Если давление превышает требуемое, то срабатывает предохранительный клапан *ПК* и часть жидкости стекает в наполнительный бак. Для очистки жидкости от загрязнений служит фильтр *Ф*. Полость, в которую подают жидкость, называют рабочей, а полость, откуда жидкость вытекает в наполнительный бак — полостью подпора.

В некоторых устройствах для перемещения рабочих органов применяют шаговые гидравлические цилиндры. На рис. 6.3 показан шаговый гидроцилиндр, используемый в гидравлических подъемных платформах для загрузки листов. Он состоит из штока *1*, гильзы *13*, передней *14* и задней *11* крышек, плоского четырехстороннего золотника *12* и четырех распределительных втулок *7*. Золотник *12* расположен в полости *4* штока *1* и жестко связан с крышкой *11*. Распределительные втулки поджаты к золотнику *12* пружинами *9*. На рабочих плоскостях золотника выполнены в четыре ряда распределительные каналы *2*. Подвод рабочей жидкости к распределительным втулкам и в полости цилиндра осуществляется через отверстия *3, 5, 6, 8, 10* в штоке *1*.

Управление шаговым гидроцилиндром осуществляется тремя гидрораспределителями *15*, размещенными на конце штока *1*. Движение шагового гидроцилиндра может быть шаговым и непрерывным в одну сторону и непрерывным в обратную сторону. Для совершения шага движения штока *1* цилиндра *2* включается электромагнит *ЭМ3* (рис. 6.4) и обесточивается электромагнит *ЭМ4*. При этом рабочая жидкость поступает из напорной линии через гидрораспределитель *3* и одну из распределительных втулок в поршневую полость и вызывает движение цилиндра, которое будет продолжаться до тех пор, пока распределительная втулка не перекроется золотником. Если по каким-либо причинам поршень пройдет свое нейтральное положение, то поршневая полость соединится со сливной магистралью, а так как штоковая полость постоянно соединена с напорной магистралью, то возникает противодействующая сила, стремящаяся повернуть поршень в нейтральное положение.

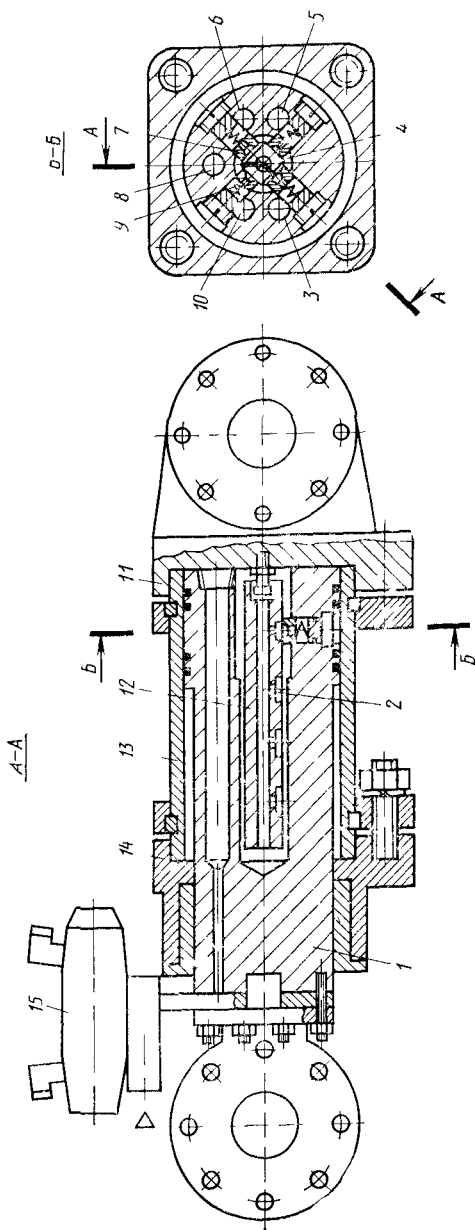


Рис 63 Шаговый гидравлический цилиндр подъемного стога

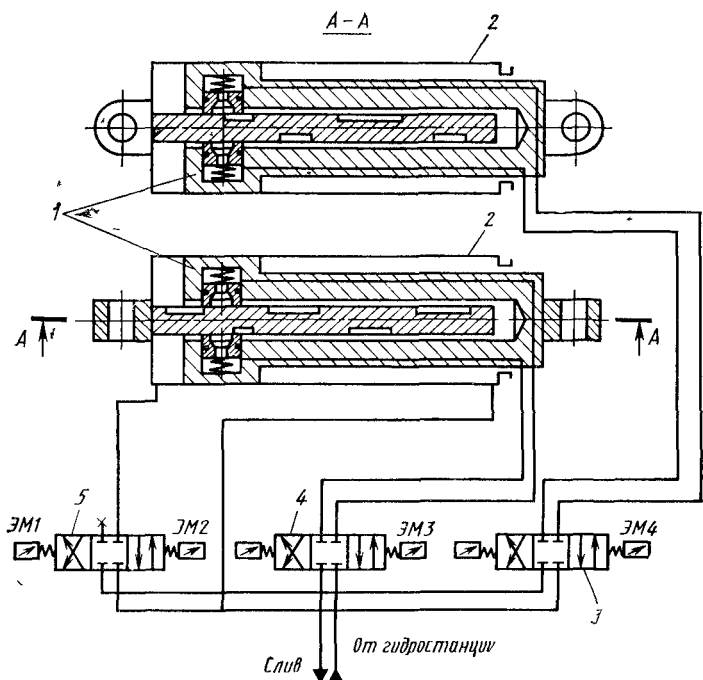


Рис. 6.4. Схема управления шаговым гидроцилиндром подъемного стола

Непрерывное движение цилиндра обеспечивается гидрораспределителем 5. При включении электромагнита ЭМ2 происходит движение штока вперед, а при включении электромагнита ЭМ1 — назад, при этом электромагниты ЭМ3 и ЭМ4 должны быть обесточены, а жидкость поступает к полостям цилиндра через гидрораспределитель 4.

Регулирование скорости перемещения поршня силового цилиндра или вращения ротора двигателя достигается вследствие либо изменения расхода жидкости, поступающей в гидродвигатель, либо изменения его рабочей полости. Регулирование изменением расхода жидкости, поступающей в гидродвигатель, может быть осуществлено с помощью насоса с регулируемой подачей или дросселя. В первом случае речь идет об объемном регулировании, во втором — о дроссельном.

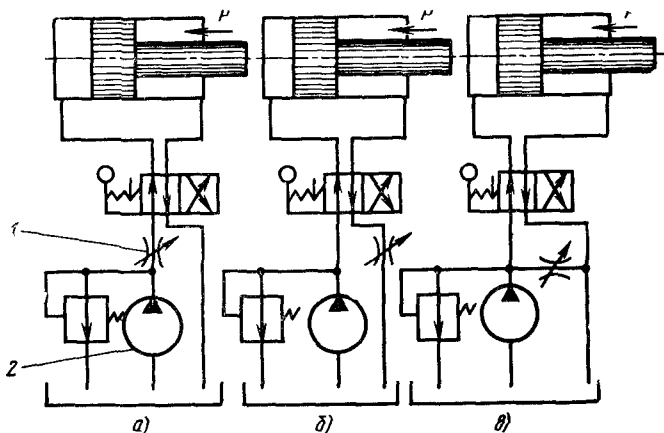


Рис. 6.5. Схемы дроссельного регулирования гидравлического привода

Поскольку объемное регулирование требует применения насосов с регулируемой подачей, что усложняет конструкцию насосов, то большее применение нашел дроссельный метод регулирования (рис. 6.5).

Применяют три схемы установки дросселя 1 в гидравлическую систему: на напорной линии (рис. 6.5, а); на сливной линии (рис. 6.5, б); на линии, параллельной насосу 2 (рис. 6.5, в).

При выборе схемы дросселирования необходимо учитывать следующее:

1. КПД привода выше для схемы «в», так как в этом случае давление, развиваемое насосом, определяется нагрузкой P на шток цилиндра.

2. Для получения лучших параметров жесткости и плавности предпочтительна схема «б», так как в этом случае в полости, из которой вытесняется жидкость, давление больше атмосферного, и система работает с подпором.

При установке дросселя параллельно двигателю при увеличении нагрузки увеличиваются утечки, а значит, уменьшается производительность насоса Q_n , и от силы P зависит не только расход через дроссель, но и производительность насоса. Поэтому схема «в» обладает самой малой жесткостью. На практике применяется

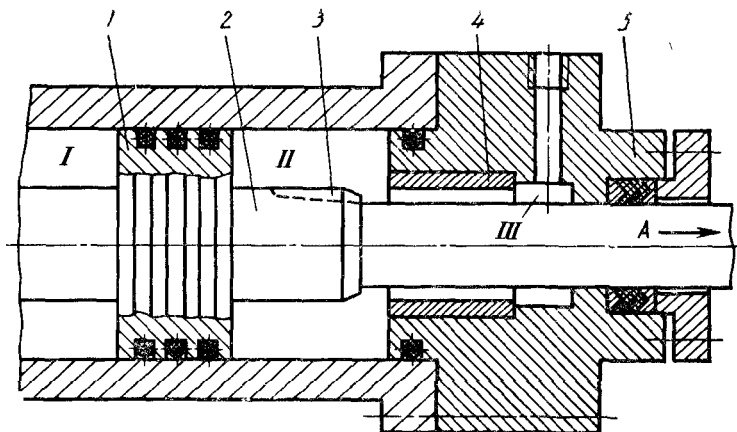


Рис. 6.6 Гидравлический цилиндр с буферным устройством

дрессельное регулирование с дросселем, установленном на выходе.

Для регулирования скорости поршня в крайних положениях применяют гидравлические цилиндры с буферными устройствами (рис. 6.6). Буферное устройство работает следующим образом. В полости *I* поддерживается рабочее давление; в полостях *II* и *III* — давление сливной магистрали. По мере движения поршня 1 шток 2 заходит во втулку 4, смонтированную в крышке 5. Сопряжение втулки со штоком поршня выполнено по посадке, поэтому выход жидкости из полости *II* происходит через отверстие 3 в штоке. Так как сечение отверстия небольшое, то в полости *II* постепенно повышается давление, увеличивается сила сопротивления и поршень плавно останавливается. Применение буферного устройства возможно лишь в том случае, когда в начале движения требуется меньшее усилие, чем в процессе работы, что обусловлено переменной площадью сечения штока поршня. Если на протяжении всего хода необходимо полное рабочее усилие, то в крышке 5 между полостями *II* и *III* устанавливается обратный клапан, пропускающий жидкость только в одном направлении.

Компоновка гидравлического привода включает определение места установки гидродвигателя, определение размеров (длина трубопроводов и тип аппаратуры уп-

равления. При этом следует по возможности применять типовые гидравлические схемы, известные из общего машиностроения. В качестве рабочей жидкости используется масло индустриальное различных марок с модулем упругости 1400—1600 МПа. Наиболее часто в приводах используются ротационные насосы (лопастные, шестеренчатые).

Максимальное давление рабочей жидкости достигает 20 МПа. Оптимальным давлением считается давление 5—10 МПа.

Гидравлические цилиндры — это, как правило, приводы двустороннего действия, т. е. прямой и обратный ход совершается под действием давления рабочей жидкости. Следует избегать вертикальных компоновок цилиндров, так как в этом случае необходимы дополнительные удерживающие цилиндры.

При расчете гидравлических приводов определяют усилие, развиваемое на штоке, размеры трубопроводов, производительность и мощность насосной станции, время работы привода и скорости перемещения штока.

Усилие на штоке, создаваемое рабочей жидкостью при ее подаче в поршневую полость,

$$P_{\pi} = [F(p - p_{\text{ш}}) + fp_{\pi}]/\eta,$$

а при подаче в штоковую полость

$$P_{\text{ш}} = [F(p - p_{\pi}) - fp]/\eta,$$

где F и f — площади сечений поршня и штока; p и p_{π} — давление жидкости в рабочей полости и полости подпора; $\eta = 0,92 \div 0,99$ — механический КПД гидроцилиндра.

Для кинематических приводов значение рабочего давления принимают равным 0,7—0,8 максимального давления, развиваемого насосом, а давление подпора — равным 0,3—0,5 МПа. Для силовых приводов значение рабочего давления принимают равным максимальному, развиваемому насосом.

Скорость движения поршня (штока)

$$v_{\pi} = Q/(F_{\pi}\eta_{\text{об}}),$$

где Q — расход жидкости; F_{π} — площадь сечения рабочей полости гидроцилиндра; $\eta_{\text{об}} = 0,9 \div 0,99$ — объемный КПД гидроцилиндра.

Площадь проходного сечения трубопроводов выбирают, исходя из максимальной скорости перемещения поршня v_{\max} :

$$f_{\text{тр}} = F_p v_{\max} / [v_{\text{тр}}],$$

где $[v_{\text{тр}}]$ — оптимальная скорость течения жидкости в трубопроводах, которая для трубопроводов длиной свыше 100 диаметров принимается равной 3—3,5 м/с, для более коротких 5—7 м/с.

Расход жидкости определяют также при заданных максимальных скоростях v_{\max} исполнительных механизмов:

для гидроцилиндров

$$Q_{\text{н}} = v_{\max} F_{\text{в}};$$

для гидромоторов

$$Q_{\text{н}} = M_{\max} \omega_{\max} / p_{\text{н}},$$

где M_{\max} ; ω_{\max} — максимальный крутящий момент и максимальная угловая скорость на валу; $p_{\text{н}}$ — необходимое рабочее давление.

Насосная станция либо выбирается, либо проектируется. Требуемая мощность насосной станции

$$N_{\text{н}} = 1,25 p_{\text{н}} Q_{\text{н}}.$$

Время срабатывания для кинематических гидроприводов

$$t = [W_0 (p - p_6/E) + W_p] / Q_{\text{н}},$$

а для силовых приводов

$$t = \{W_0 (p - p_6/E) + W_p [1 + (p - p_{\text{дв}}/E)]\} / Q_{\text{н}},$$

где W_0 — вредный (начальный) объем рабочей полости цилиндра; $Q_{\text{н}}$ — производительность насоса; E — модуль упругости рабочей жидкости; W_p — объем цилиндра, освободившийся при перемещении поршня на величину рабочего хода; p ; $p_{\text{дв}}$; p_6 — соответственно давление в рабочей полости, соответствующее расчетному; при движении поршня; в наполнительном баке.

Давление при движении поршня принимают равным 0,7—0,8 давления, развиваемого насосом, а давление в наполнительном баке 0,3—0,5 МПа.

6.4. ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ ПРИВОД

Пневматические приводы бывают односторонние и двусторонние. В первых движение поршня в одну сторону осуществляется под действием воздуха, а в противоположную — под действием пружины, мембраны, усилия от массы подвижных частей и т. д.

Рассмотрим работу пневмопривода на примере двустороннего привода (рис. 6.7).

Сжатый воздух из магистрали поступает через маслораспылитель 1, влагоотделитель 2, регулятор давления 3 и воздухораспределитель 4 в одну из полостей цилиндра 5. Под действием давления сжатого воздуха поршень 6 перемещается. В выхлопной магистрали (магистрали, соединенной с атмосферой) может быть предусмотрено тормозное устройство в виде тормозного золотника или внутреннего тормозного устройства, смонтированного в цилиндре. В период движения поршня или его выстаивания осуществляется заданная технологическая операция. После переключения воздухораспределителя сжатый воздух поступает в противоположную полость цилиндра, при этом первая сообщается с атмосферой непосредственно или через тормозное устройство и поршень совершает обратный ход.

Различают следующие виды автоматического управления пневматическими приводами: управление с контролем по координате положения рабочего органа; управление с контролем по давлению в рабочей полости; управление с контролем по времени выстоя поршня исполнительного устройства.

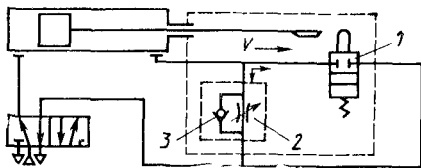
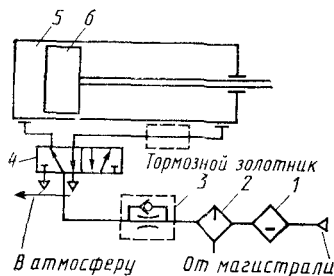


Рис. 68. Схема торможения пневмопривода тормозным золотником

Рис. 6.7. Схема двустороннего пневмопривода

Пневматический привод с автоматическим управлением первого типа называют приводом перемещения, а с управлением второго типа — силовым приводом.

В кузнечно-штамповочном производстве пневматические приводы работают с высокой скоростью и должны обеспечивать высокую точность позиционирования.

Один из важных вопросов, решаемых при проектировании пневмоприводов (особенно приводов перемещения), — гашение скорости к концу хода. Оно обеспечивается применением резиновых прокладок или пружин, воспринимающих удар в конце хода поршня, или повышением давления в полости противодействия также в конце хода. Но применение прокладок и пружин приводит к снижению точности позиционирования заготовки из-за отскока поршня и связанных с ним масс при упругом отскоке. Поэтому в быстродействующих приводах для гашения скорости применяют метод повышения давления, который может быть осуществлен при использовании тормозных золотников или дроссельных устройств (внутренних тормозных устройств).

В первом случае в тормозном золотнике объединены конечный переключатель 1, регулируемый дроссель 2 и обратный клапан 3 (рис. 6.8). Когда кулачок, установленный на штоке, набегают на конечный переключатель, последний закрывается, и для выхода воздуха из выхлопной полости (полости противодействия) остается только клапан дросселя. При обратном ходе воздух из магистрали направляется в полость через обратный клапан. Тормозной клапан удобен тем, что его работу по времени включения можно изменять произвольно. При настройке привода на оптимальный режим торможения можно изменять два параметра: длину тормозного пути и площадь сечения канала дросселя. Промышленностью выпускаются тормозные золотники с электромагнитным управлением.

Во внутреннем тормозном устройстве (рис. 6.9) роль клапана конечного выключателя выполняет эластичная манжета 1, установленная на утолщенной части штока и запирающая центральный выхлопной канал в крышке цилиндра при подходе поршня к крайнему положению. Регулируемый дроссель 2 и обратный клапан 3 расположены в крышке цилиндра. В этом случае регулирование длины тормозного пути невозможно, а режим тор-

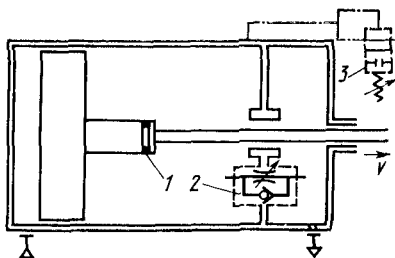


Рис. 6.9. Схема торможения пневмопривода дроссельным устройством

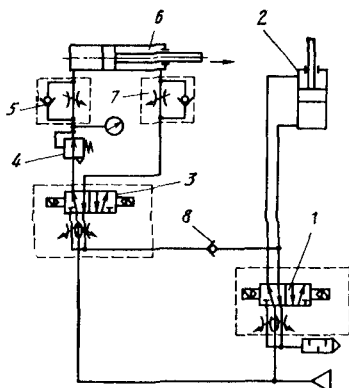


Рис. 6.10. Схема торможения пневмоприводов противодавлением

можения может быть подобран лишь изменением сечения дросселя.

Чтобы сделать систему более гибкой, можно устанавливать несколько тормозных золотников, которые, срабатывая последовательно, будут дискретно изменять сечения выходного канала, обеспечивая заданный закон закрытия.

Применяется также метод автоторможения (рис. 6.10), сущность которого заключается в том, что условия плавной остановки поршня в конце хода создаются в приводе автоматически без присоединения каких либо дополнительных устройств. Работа привода происходит следующим образом. Подача воздуха осуществляется от сети через пневмораспределитель 3, редуктор 4, обратный клапан 5 в пневматический цилиндр 6. Выхлоп воздуха в атмосферу происходит через дроссель 7, пневмораспределитель 3, обратный клапан 8, распределительный золотник 1.

При торможении пневмораспределитель 3 переключается и воздух поступает через обратный клапан в штоковую полость цилиндра, а магистраль поршневой полости из-за наличия редуктора 4, выполняющего в этом случае роль обратного клапана, перекрывается. Фиксация положения или включение упора обеспечивается переключением распределительного золотника 1, в результате чего воздух поступает в поршневую полость фиксирующего цилиндра 2, осуществляющего выход упора (фиксатора). Основным преимуществом такого метода торможения является существенное уп-

рошение системы привода из-за отсутствия демпфирующих устройств, что обеспечивает повышенную надежность промышленных роботов. Однако сложность настройки соотношений начальных давлений в рабочей и тормозной полостях пневматического цилиндра ограничивает область использования этого метода.

При расчете пневматических приводов определяют усилие, развиваемое на штоке, и время цикла работы привода.

Расчет тянущего усилия (усилия на штоке) проводят так же, как и для гидроприводов, но давление подпора в выхлопной магистрали принимают 0,6—0,7 давления воздуха в рабочей полости.

Время цикла работы силового пневмопривода равно

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{I}}^{\text{p}} + t_{\text{II}}^{\text{p}} + t_{\text{III}}^{\text{p}} + t_{\text{T}} + t_{\text{I}}^{\text{x}} + t_{\text{II}}^{\text{x}} + t_{\text{III}}^{\text{x}},$$

где t_{I}^{p} ; t_{I}^{x} — время подготовительного периода при рабочем и холостом ходах t_{II}^{p} ; t_{II}^{x} — время движения поршня при рабочем и холостом ходах $t_{\text{III}}^{\text{p}}$; $t_{\text{III}}^{\text{x}}$ — время заключительного периода при рабочем и холостом ходах; t_{T} — время выстоя поршня для совершения заданной операции.

При определении времени цикла приводов перемещения время заключительных периодов не учитывают.

Период времени от начала переключения пневмораспределителя до начала движения поршня составляет подготовительный период, который складывается из следующих интервалов $t_{\text{I}} = t_1 + t_2 + t_3$, где t_1 — время срабатывания распределителя; t_2 — время распространения волны давления от распределителя до рабочего цилиндра; t_3 — время наполнения полости и подъема давления до начала движения поршня.

Во время заключительного периода при неподвижном поршне происходит подъем давления до величины, необходимой по требованиям работы устройства автоматизации и механизации.

Приближенно время срабатывания привода перемещения может быть определено по формуле

$$t_{\text{ин}} = D^2 S_{\text{p}} / (d_{\text{y}} v),$$

где S_{p} — ход поршня; d_{y} — условный проход трубопровода; v — скорость потока (принимают равной 10—20 м/с); D — диаметр поршня.

Для силовых приводов это время можно найти по следующей приближенной зависимости:

$$t_{\text{сш}} = 2,532 \cdot 10^{-4} \frac{1}{f} \left\{ (W_p + W_0) \left[\frac{p - p_{\text{п}}}{\xi_0 (p_{\text{п}} - 20p_0)} + \right. \right. \\ \left. \left. + \frac{0,143}{\xi_{\text{н}}} \left(1,274 - \frac{p_{\text{дв}}}{p} \right) \right] + 0,2 \frac{p_{\text{дв}} W_p}{p \xi_{\text{н}}} \right\},$$

где W_0 — вредный (начальный) объем цилиндра; W_p — рабочий объем цилиндра; p , p_0 — давление воздуха в магистрали цеховой сети и внешней среды; $p_{\text{п}}$ — давление в полости противодействия в начальный момент движения; $p_{\text{дв}}$ — давление в рабочей полости при движении поршня; f — площадь сечения подводящего трубопровода; $\xi_{\text{н}}$, ξ_0 — коэффициент расхода пневмоцепи на заполнения и подпора.

При расчете конструктивных параметров исходный параметр — расчетный диаметр цилиндра, который в соответствии с рекомендациями ЭНИКМАШа для приводов исполнительных устройств средств автоматизации и механизации кузнечно-штамповочного производства может быть с некоторым приближением определен по следующей формуле:

$$d_{\text{ц}} = \sqrt[3]{12P/(\pi\eta p_{\text{м}})},$$

где P — нагрузка на поршень цилиндра; $\eta = 0,4 \div 0,5$ — конструктивный параметр цилиндра; $p_{\text{м}}$ — магистральное давление воздуха.

Полученный расчетный размер диаметра цилиндра должен быть уточнен в соответствии с ГОСТ 15608—81Е. Если расчетный диаметр выходит за пределы размерного ряда по этому ГОСТу, то необходимо повысить магистральное давление, в противном случае рекомендует-ся применять гидравлический привод.

Размеры трубопроводов и проходные сечения отверстий подводящей и выхлопной магистралей выбираются с учетом требуемого времени цикла работы привода, или при условии достижения минимального его значения:

$$d_{\text{тр}} = \sqrt{v_0 F_p / 70},$$

где v_0 — требуемая скорость движения поршня с рабочим органом; F_p — площадь сечения рабочей полости пневмоцилиндра.

Развитие вычислительной техники создало широкие предпосылки для ее всестороннего использования при автоматизированном проектировании различных систем и устройств, в том числе и пневмоприводов.

Автоматизированное проектирование предполагает наличие информационного и программного обеспечения.

Информационное обеспечение при проектировании привода включает: систему кодирования исходной информации, к которой относятся тип привода (одностороннего или двустороннего действия) и его назначение (привод перемещения или силовой привод); регламенты принятия решений при проектировании и расчете; технические характеристики типовой пневматической аппаратуры управления; типоразмеры пневмоцилиндров, размеры их основных конструктивных элементов.

Программное обеспечение имеет модульную структуру. Блок-схема алгоритма проектирования привода представлена на рис. 6.11.

Исходные параметры, задаваемые проектантом, следующие: коды типа и назначения привода; рабочий ход и усилие, которое должен развивать привод; приблизительное значение массы подвижных частей, давление воздуха в магистрали; время технологического цикла и общее время работы привода в цикле работы автоматизированного оборудования; привязочные длины трубопроводов.

Модуль «Конструктор» позволяет определять основные конструктивные параметры пневматических цилиндров: диаметры цилиндра, поршня и штока; перечень уплотнений с указанием соответствующих ГОСТов и места их установки, а также размеры проточек для установки уплотнений с соответствующими допусками и количество и размер крепежа.

Предварительно рассчитанный диаметр цилиндра уточняется в соответствии с ГОСТ 15608—81Е и размерным рядом используемых пневмоцилиндров. Если полученное значение выходит за пределы размерного ряда, то на печать выдается информация о невозможности проектирования пневмопривода при заданных исходных параметрах.

Динамические характеристики пневматических цилиндров с рассчитанными в предыдущем модуле конструктивными параметрами, проверяются в модуле «Динамика». В этом модуле определяется время срабаты-

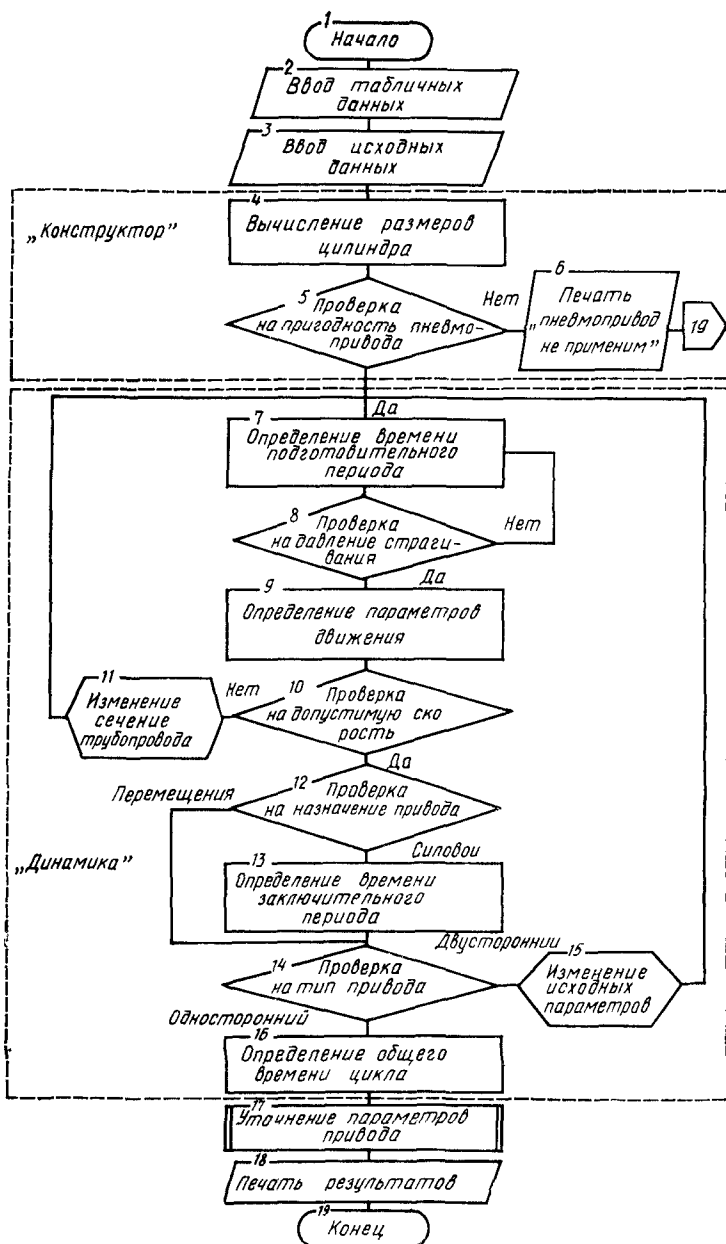


Рис. 6.11. Схема алгоритма проектирования пневмопривода

вания пневмопривода в зависимости от типа аппаратуры управления и размеров трубопровода.

Время срабатывания определяется на основе местного решения уравнений теплового баланса в полостях и уравнения движения поршня и связанных с ним масс средств автоматизации при различных режимах истечения воздуха, но с учетом торможения поршня при подходе к крайним положениям и изменения коэффициента расхода воздуха в цилиндре в зависимости от давления и сопротивления в подводящих магистралях.

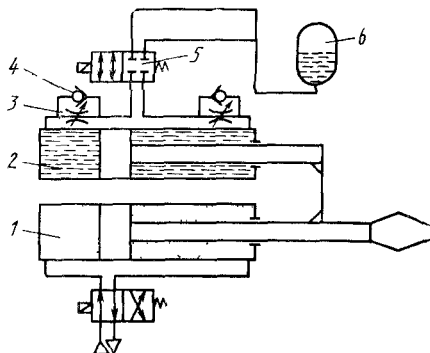
В модуле «Динамика» получают массив значений времени срабатывания пневмопривода при различных сочетаниях конструктивных параметров цилиндров и аппаратуры управления.

В модуле 17 рассчитанные значения времени срабатывания пневмопривода располагают в порядке их возрастания и решают одну из следующих задач: выбор пневмопривода, либо с параметрами, обеспечивающими максимальное быстродействие, либо с параметрами, соответствующими заданному времени цикла работы средства автоматизации.

Разработанная система позволяет получить следующую техническую документацию: таблицу с перечнем основных конструктивных параметров пневматических цилиндров; общее время цикла работы привода и баланс составляющих времени цикла; величину полезного усилия, развиваемого приводом; параметры аппаратуры управления.

Пневмогидравлический привод — это сочетание пневматического привода с гидравлическим. Для приводов, в которых двигатель — пневматический цилиндр, применение дополнительного гидравлического цилиндра позволяет улучшить динамические характеристики, в частности, стабилизировать скорость приводного рабочего органа и повысить силовые возможности всего привода в целом. Такое сочетание приводов используют, например, в механизме выдвижения руки манипулятора (рис. 6.12). При поступлении воздуха в одну из полостей цилиндра 1 скорость выдвижения штока определяется настройкой соответствующего гидравлического дросселя 3, что и стабилизирует скорость. Обратные клапаны 4 обеспечивают свободный доступ жидкости в заполняемую полость гидравлического цилиндра 2. Для компенсации разности объемов полостей гидравлического ци-

Рис 6 12. Схема пневмо-гидравлического привода механизма выдвижения руки манипулятора



линдра и пополнения утечек масла в схеме предусмотрен аккумулятор 6. Гидрораспределитель 5 выполняет роль гидрозамка, фиксирующего положение манипулятора, и он может осуществить по сигналу датчика положения (на схеме не показан) фиксацию манипулятора в точке позиционирования вследствие обеспечения стабильной ползучей скорости. Надежная работа пневмо-гидравлического привода достигается при следующем соотношении площадей поршней пневматического и гидравлического цилиндров:

$$F_{\text{пн}} = (9 \div 10) F_{\text{г}},$$

где $F_{\text{пн}}$; $F_{\text{г}}$ — соответственно площадь пневматического и гидравлического цилиндров.

ГЛАВА 7

АВТОМАТИЧЕСКИЕ ЛИНИИ И КОМПЛЕКСЫ КУЗНЕЧНО-ШТАМПОВОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

7.1. АВТОМАТИЧЕСКИЕ ЛИНИИ

Наиболее совершенная форма автоматизации — комплексная автоматизация и создание автоматических линий. По сравнению с автоматизацией отдельных прессов автоматизация целых поточных линий обеспечивает более высокую технико-экономическую

эффективность, ибо отпадает необходимость в ручном труде при передаче заготовки от прессы к прессу и, следовательно, возникает возможность исключения человека из всего производственного цикла.

При создании автоматических линий кузнечно-штамповочного производства необходимо выбрать способ подачи заготовок и полуфабрикатов в штамп; систему фиксации заготовки на позиции обработки; способы удаления детали из штампа и транспортирования детали на следующую позицию: методы автоматического контроля положения деталей и автоматической блокировки, обеспечивающей безаварийную работу линии.

Классификация автоматических линий. В зависимости от степени механизации и автоматизации основных и вспомогательных операций возможно создание автоматических, автоматизированных (полуавтоматических) и механизированных линий.

Автоматические линии — это линии, в которых полностью автоматизированы основные и вспомогательные операции, а также процессы управления. На автоматических линиях изготовление детали, их качество и заданная производительность полностью обеспечивается без вмешательства человека, за которым сохраняются лишь функции наблюдения за работой линии и ее отдельных устройств и механизмов.

Автоматизированные (полуавтоматические) линии — это линии, в которых все вспомогательные операции осуществляются механизмами, работающими в автоматическом режиме, а рабочий наблюдает за правильностью выполнения операции, подправляет детали в штампе в случае каких-либо сбоев и управляет работой прессов.

Механизированные линии — это линии, в которых наряду с автоматизированными остаются и ручные приемы при обслуживании штампов и управлении работой прессов. Отличительная особенность этих линий — возможность транспортирования деталей без сохранения строгой ориентации, так как укладку и фиксацию деталей на позиции обработки рабочие выполняют вручную.

По степени специализации в зависимости от масштаба производства различают следующие типы линий: специальные (индивидуальные), специализированные и универсальные. Последние два типа линий еще называют групповыми.

На специальных линиях обрабатывают детали одного наименования, а на специализированных — однотипные изделия. При изменении объекта обработки на специализированных линиях требуется лишь соответствующая подналадка (реже замена) средств автоматизации.

Специальные и специализированные линии применяются в основном в массовом производстве при ограниченной номенклатуре деталей. В них часто используются специальное оборудование и специальные средства автоматизации.

На рис. 7.1 показана специализированная автоматическая линия фирмы *EUMUCO* для изготовления поковок коленчатых валов и передних балок грузовых автомобилей. В состав линии входят ковочные двухклетьевые двухстоечные вальцы 1, кривошипный горячештамповочный пресс 2 усилием 120 МН с клиновым приводом ползуна, обрезной двухстоечный пресс 3 усилием 12,5 МН, выкрутной пресс для скручивания шеек вала 4 усилием 1,8 МН и гидравлический калибровочный пресс 5 усилием 16 МН. К ковочным вальцам нагретая заготовка поступает от индукционного нагревателя с автоматическими загрузчиками мерных заготовок. Нагретая заготовка манипулятором подается к ковочным вальцам. Далее она поворачивается после каждого прохода на 90° вокруг продольной оси. После вальцовки заготовка передается к штамповочному прессу, который оснащен двумя манипуляторами. Заготовка, поданная манипулятором ковочных вальцов попадает в первый гибочный ручей штампа. Затем манипулятор прессы, смонтированный сбоку у окна прессы, переносит заготовку во второй ручей штампа с одновременным ее поворотом на 90° . Штамповка коленчатого вала осуществляется в три перехода: гибка, предварительная штамповка и окончательная штамповка. После второго перехода второй манипулятор, расположенный с противоположной стороны — в окне прессы, перемещает заготовку в третий окончательный ручей штампа. Затем поковка этим же манипулятором укладывается на транспортную тележку для последующей передачи к обрезному прессу. Манипуляторы обеспечивают синхронную работу на прессе. Далее отштампованная заготовка манипулятором прессы подается с конвейера в обрезной штамп. Обрезанная заготовка попадает на конвейер, передающий заготовку к выкрутному прессу, а облой,

оставшийся на матрице, специальным приспособлением убирается. Выкрутной пресс снабжен манипулятором, осуществляющим подачу вала на пресс, выемку его из пресса и передачу на конвейер, транспортирующий скрученный вал к калибровочному прессу. Калибровка выполняется в двух ручьях с помощью двух манипуляторов. Для управления работой линии предусмотрена система программного управления с использованием программируемых контроллеров. При изготовлении передней балки выкрутной пресс не применяется, а вальцовка осуществляется за меньшее число переходов. Перестройка работы линии происходит при изменении программы программируемого контроля и замены штампов.

Штамподержатели со штампами, имеющими большую массу, закрепляются на ползуне и столе пресса быстродействующими зажимными приспособлениями.

Универсальные линии — это быстропереналаживаемые линии, создаваемые на базе универсального пресового оборудования и универсальных средств автоматизации. Это позволяет при изменении объекта обработки осуществить переход на новую продукцию без значительных затрат средств и времени. Такие линии нашли наибольшее распространение в кузнечно-штамповочном производстве.

В зависимости от типа связи различают линии с жесткой, гибкой и смешанной связями между технологическими агрегатами.

Линии с жесткой связью содержат технологические агрегаты, жестко связанные между собой, которые одновременно начинают рабочий ход. Остановка одного из агрегатов приводит обычно к остановке всей линии. В качестве такой жесткой связи в линиях могут быть: единые средства механизации, например грейферная подача; сама заготовка (непрерывный материал); кинематические связи между машинами, которые характеризуют роторные линии. Работа линий с жесткой связью обычно осуществляется на одиночных ходах, так как работа в режиме непрерывных автоматических ходов затруднена необходимостью синхронизации работы всех агрегатов и средств автоматизации. Компоновка таких линий предполагает установку оборудования на одинаковом или кратном шагу подачи расстояний друг от друга.

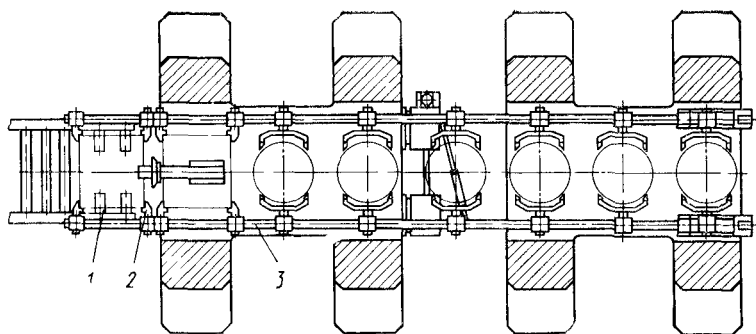


Рис. 7.2. Линии с жесткой связью

На рис. 7.2 показана схема линии с жесткой связью, состоящая из двух прессов, оснащенных двухкоординатным горизонтальным грейферным питателем. Заготовка 1 загрузочным механизмом (на схеме не показан) укладывается из стопы на исходную позицию перед прессом. Затем захватами 2 грейферных линеек 3 она переносится на предварительную позицию, а на следующем шаге подачи — на позицию штамповки на первом прессе. Таким же образом деталь перемещается вдоль всей линии. Линейки грейферного механизма расположены в окнах боковых стоек прессов. Смена и обслуживание штампов проводятся с фронта прессы. Такое расположение оборудования позволяет сократить расстояние между прессами и, следовательно, площадь, занимаемую линией, облегчает обслуживание и ремонт прессов и штампов.

Линии с гибкой связью включаются в работу с помощью обрабатываемых деталей, которые при своем движении нажимают на соответствующие сигнальные устройства (обычно концевые выключатели), включающие через систему управления привод технологического агрегата или средства автоматизации, но лишь в том случае, если деталь заняла правильное положение на позиции обработки. При компоновке линий с гибкой связью технологическое оборудование может быть расположено на неодинаковом расстоянии друг от друга. Работа на таких линиях возможна при выходе из строя отдельных единиц оборудования или средств автоматизации к этому оборудованию.

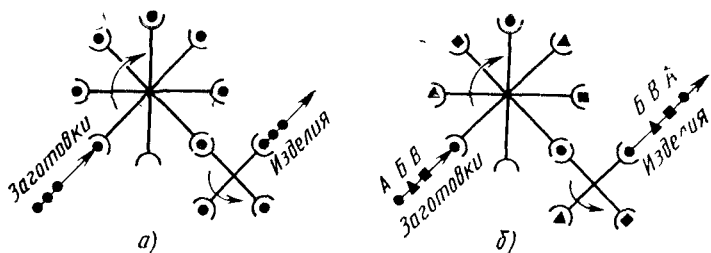


Рис. 7.3 Схемы одно- (а) и многономенклатурных (б) роторных линий

Автоматические линии со смешанной связью характеризуются наличием как жесткой, так и гибкой связи между технологическими агрегатами.

В зависимости от числа одновременно обрабатываемых на линии изделий они разделяются на одно- и многономенклатурные. Схемы одно- и многономенклатурной роторной линии приведены на рис. 7.3. В первом варианте (а) все заготовки одной номенклатуры загружаются в одинаковые блоки инструментов и после обработки поштучно удаляются из них. Во втором (б) — различные заготовки, обрабатываемые по примерно одинаковому технологическому процессу последовательно подаются в только им соответствующий инструментальный блок и также последовательно удаляются из него после обработки. В случае многоинструментальных блоков на каждую позицию подается необходимое число заготовок, удаляемых одновременно после штамповки.

По видам исполнительных механизмов, транспортирующих обрабатываемые детали по линии, автоматические линии разделяются на три типа: с общим для всех прессов транспортирующим механизмом; с общим для двух соседних прессов линии транспортирующим механизмом; с индивидуальным для каждого пресса транспортирующим механизмом. Преимущество линий первого типа — возможность изготовления деталей практически любых размеров, в том числе и с малой жесткостью; использование на одном прессе нескольких штампов; меньшая трудоемкость ремонта и обслуживания из-за малого числа приводов (как правило, один) и повышенная надежность в работе. Однако при этом возрастают массы перемещаемых частей, что ограничивает произво-

длительность линии, и увеличивается трудоемкость при их переналадке.

Для обслуживания двух смежных прессов линии целесообразно использовать промышленные роботы. Преимущество такой линии — простота переналадки с изготовления одной детали на изготовление другой. К недостаткам следует отнести более низкую производительность ПР по сравнению с традиционными средствами автоматизации, а следовательно, и линии; ограниченность числа штамповочных операций в линии; необходимость расположения оборудования на определенном по отношению к манипулятору расстоянии.

Циклограммы и системы управления. Для выполнения заданного технологического процесса обработки изделия необходимо обеспечить определенную последовательность взаимодействия технологического оборудования, средств механизации и автоматизации и контрольно-блокирующих устройств, что достигается применением соответствующей системы управления. При проектировании системы управления используют цикловую диаграмму (циклограмму), которая показывает порядок взаимодействия всех механизмов средств автоматизации между собой и технологическим оборудованием.

Различают три основных типа циклов работы оборудования и средств автоматизации: последовательный, совмещенный и комбинированный (рис. 7.4). При последовательном цикле движения механизмов средств автоматизации и механизации и основные рабочие движения технологического оборудования выполняются

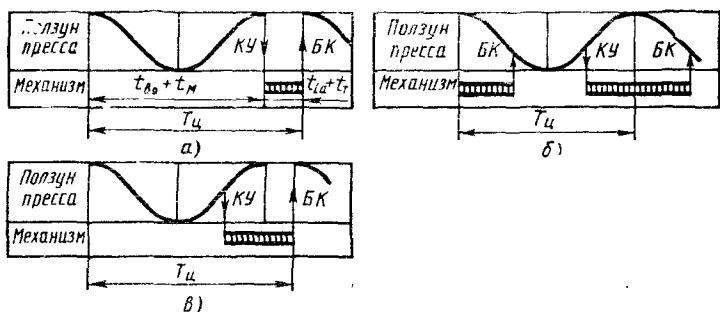


Рис. 7.4. Типы циклов работы автоматизированного оборудования: а — последовательный; б — совмещенный; в — комбинированный

последовательно. Технологическое оборудование при этом работает в режиме одиночных ходов с выстоем в крайних положениях. Продолжительность цикла

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{во}} + t_{\text{ва}} + t_{\text{м}} + t_{\text{т}},$$

где $t_{\text{во}}$ — время, затраченное на включение технологического оборудования; $t_{\text{ва}}$ — время, затраченное на включение средств автоматизации; $t_{\text{м}}$ — машинное время работы технологического оборудования; $t_{\text{т}}$ — время работы механизмов средств автоматизации.

Совмещение во времени работы технологического оборудования и механизмов средств автоматизации характеризуют совмещенный цикл, при котором кузнечно-штамповочное оборудование (пресс, вальцы) работают на непрерывных ходах без остановки в крайних положениях. В этом случае продолжительность цикла

$$T_{\text{ц}} = 60/n_{\text{ц}},$$

где $n_{\text{ц}}$ — паспортное число ходов технологического оборудования.

При комбинированном цикле работа технологического оборудования и средств автоматизации происходит последовательно, но при этом часть движений механизмов средств автоматизации совмещена во времени с рабочим движением технологического оборудования. Продолжительность цикла

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{м}} + t_{\text{а}},$$

где $t_{\text{а}}$ — время работы средств автоматизации, приходящееся на период выстаивания технологического оборудования.

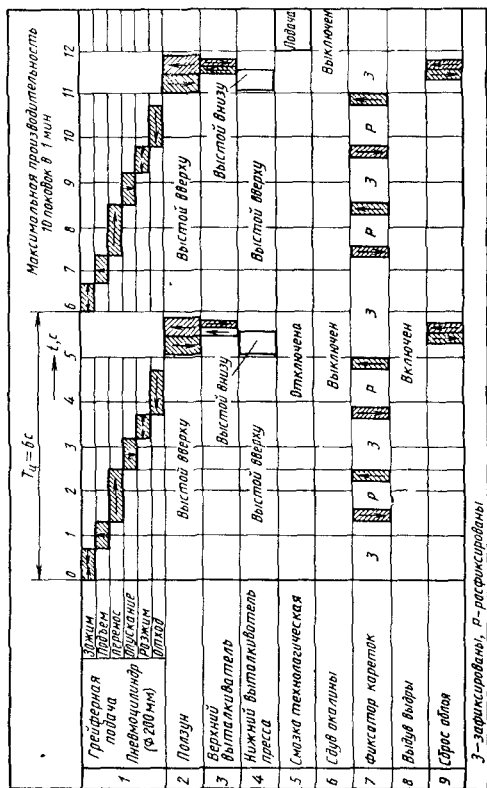
Выбор того или иного типа цикла необходимо вести с учетом следующего: при совмещенном цикле работы возможно достижение самой высокой производительности, но при этом необходимы очень надежные контрольно-блокирующие устройства; при последовательном цикле возможны комбинирование в любой последовательности различных движений средств автоматизации, использование универсального технологического оборудования, но при этом снижается общая производительность и ухудшаются условия работы систем включения оборудованием.

Различают два способа изображения цикловых диаграмм: в прямоугольной системе координат (линейные

циклограммы) и в полярной системе координат (круговые циклограммы). Линейная циклограмма — наиболее универсальная, так как позволяет устанавливать взаимодействие технологического оборудования и механизмов средств автоматизации независимо от типа цикла. Круговые циклограммы применимы при совмещенном цикле работы, так как полный ход рабочего органа технологического агрегата составляет 360° по углу поворота его рабочего вала.

Построение цикловой диаграммы начинается с выбора основного циклового механизма, в качестве которого используется исполнительный механизм технологического оборудования (пресса). За начало цикла принимают одно из крайних положений циклового механизма. Для построения цикловой диаграммы необходимо иметь кинематические схемы механизмов в действительных размерах, установить перемещения звеньев этих механизмов и их функциональную зависимость от угла поворота главного вала технологической машины. Циклограмму строят в координатах время — перемещение (угловое или линейное). На рис. 7.5 показаны линейная (а) и круговая (б) циклограммы. Число механизмов в линии соответствует числу строк в линейной циклограмме или числу кругов в круговой циклограмме.

Выбор той или иной системы управления оказывает существенное влияние на технико-экономические показатели линии, ее производительность, точность и надежность в работе. По степени централизации различают централизованные, децентрализованные и смешанные системы управления линиями. При централизованной системе всем технологическим циклом линии управляют с помощью центрального командного устройства (командоаппарата, кулачкового вала и т. д.). В таких системах управления продолжительность рабочего цикла для каждого исполнительного механизма постоянна. К недостатку таких систем управления следует отнести необходимость иметь дополнительные предохранительные устройства, контролирующие положение и действия исполнительных механизмов линии. В децентрализованных системах управления используются датчики (путевые переключатели и концевые выключатели), включаемые движущимися рабочими элементами машин и механизмов и обрабатываемых изделий. Недостаток децентрализованных систем — большое число уп-



а)

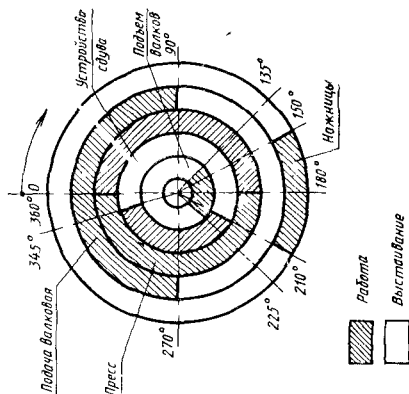


Рис. 7.5. Линейная (а) и круговая (б) циклограммы работы автоматических линий

равляющей аппаратуры. Комбинацию этих систем относят к смешанным системам управления. На практике большинство автоматических линий оснащают смешанной системой управления, позволяющей максимально использовать преимущества двух первых систем.

По способу управления работой прессов автоматические линии разделяют на синхронные и несинхронные. В автоматических синхронных линиях прессы и средства автоматизации работают в режиме непрерывных ходов. В этом случае управление работой прессов и средств автоматизации осуществляется с главного пульта управления от устройства, задающего нужный темп работы. Система управления предусматривает обратную связь от исполнительного механизма к главному пульту. В несинхронных линиях ползуны всех прессов могут в каждом цикле останавливаться в крайнем верхнем положении, а повторно они включаются после срабатывания всех механизмов линии. В линиях такого типа могут быть применены прессы, в которых не регулируется число ходов ползуна, при этом головной пресс линии может работать в режиме непрерывных ходов, а остальные прессы — с остановкой в верхнем крайнем положении. На линиях несинхронного типа можно изготавливать детали больших размеров в направлении подачи, так как время срабатывания устройств загрузки-выгрузки больше времени хода ползуна прессы. В то же время на линиях этого типа имеет место потеря производительности вследствие выстоя ползунов в крайнем верхнем положении, а также повышенное изнашивание систем включения прессов.

Требования к технологическому процессу, конструкции штампов и оборудованию при создании линии. Технологический процесс должен быть простым, надежным и устойчивым. В ряде случаев целесообразно стремиться к сокращению количества операций. Следует по возможности объединять операции в одном штампе, а потому с точки зрения автоматизации прогрессивной является многопозиционная штамповка. Сокращение и совмещение операций позволяет сократить количество прессов в линии и уменьшить производственную площадь.

Недопустимо излишнее совмещение операций, что приводит к значительному усложнению и удорожанию штампов.

Важнейшими требованиями, предъявляемыми к деталям, изготовляемым на линиях, являются следующие: достаточный объем производства, исключающий частую остановку линии для перенастройки на изготовление нового изделия; постоянство формы и номенклатуры деталей, закрепляемых за линией, особенно в условиях применения специальных и специализированных линий; типизация и технологичность конструкции деталей.

Штампы в автоматических и автоматизированных линиях кузнечно-штамповочного производства эксплуатируются при большом числе ходов пресса — до 500 ходов в 1 мин, что приводит к быстрому износу инструмента. Поэтому надо обеспечивать быстросменность инструмента. Следует обращать внимание на надежное смазывание всех трущихся частей штампов — ползушек, клиновых устройств, направляющих элементов, используя централизованные системы смазывания и сосредоточив точки ввода смазочного материала в одном месте. В некоторых случаях штамп включают в общую систему смазывания линии.

Все штампы, закрепленные за одним прессом линии, должны иметь единый уровень транспортирования изделия, и для них необходимо выдерживать одинаковой закрытую высоту. Для использования при смене штампов специальных установок или устройств у всех штампов, закрепленных за данным прессом, а иногда за всей линией, несущие плиты в зоне контакта их с захватными органами этих устройств должны иметь одинаковую конструкцию.

В конструкцию штампов часто вводят элементы схем автоматики. Это могут быть конечные выключатели, контролирующие положение детали, длину заготовки, вынос ее из штампа. Соединение их с общей схемой осуществляют быстросъемными разъемами.

Для получения рационального режима штамповки для каждой детали, закрепленной за линией, прессы оснащают приводом с регулируемым числом ходов. Прессы, встраиваемые в линии, имеют валы отбора мощности для привода средств автоматизации, а для управления работой последних оснащены дополнительными командоаппаратами с соответствующим числом свободных каналов управления. Чтобы деталь после штамповки оставалась на нижней части штампа, оборудование должно иметь выталкиватели, срабатываю-

щие по командам от системы управления в определенные по циклу работы линии моменты.

Оборудование, входящее в состав автоматических линий, должно быть укомплектовано установками и устройствами, сокращающими время установки и наладки штампов (см. гл. 8).

Для упрощения наладки штампов прессы оснащают различными конструкциями микроприводов регулировки, позволяющими обеспечить медленное (не более 1 хода в 1 мин) перемещение ползуна, а также блоками цифровой индикации положения ползуна.

Автоматические линии роторного типа. Один из путей развития комплексной автоматизации производственных процессов — создание автоматических роторных линий. Роторные машины, входящие в состав линий, характеризуются независимостью технологического и транспортного движений, совершаемых одновременно: блок инструмента и заготовка в процессе обработки одновременно перемещаются от предыдущей операции к последующей. Длительность рабочего хода не зависит от длительности операции, благодаря чему можно обеспечить одинаковую производительность на всех операциях.

Схема автоматической роторной линии модели ЛКК5-1 для изготовления корпусов конденсаторов пяти типоразмеров (диаметр 6,3—13,9 мм и высота 18,5—32,0 мм) из алюминиевых сплавов приведена на рис. 7.6. Типовые технологические процессы, выполняемые на этой линии, иллюстрируются рис. 7.7.

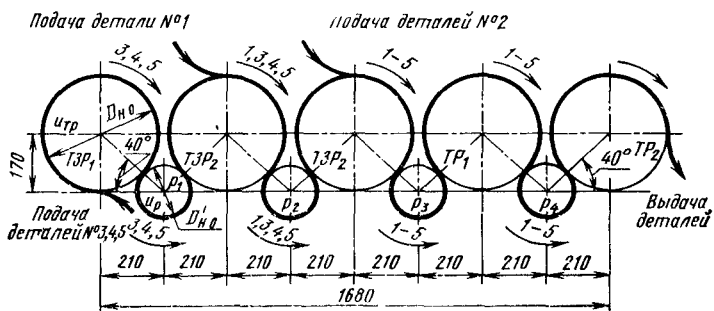


Рис. 7.6. Схема автоматической роторной линии модели ЛКК5-1

Примечание технологические оборудование	Изделие №1		Изделие №2		Изделие №3		Изделие №4		Изделие №5	
	Операция	Эскиз	Операция	Эскиз	Операция	Эскиз	Операция	Эскиз	Операция	Эскиз
Прессы заготовительного участка	Выходка и свертка		Выходка и свертка		Выходка и свертка		Выходка и свертка		Выходка и свертка	
Технологический раотор №1 (вытяжные операции)	—	—	—	—	Вытяжка		Вытяжка		Вытяжка	
Технологический раотор №2 (вытяжные операции)	Вытяжка		—	—	Вытяжка		Вытяжка		Вытяжка	
Технологический раотор №3 (вытяжные операции)	Вытяжка, обрезка по высоте и штам- повка дна		Вытяжка обрезка по высоте и штам- повка дна		Вытяжка обрезка по высоте и штам- повка дна		Вытяжка обрезка по высоте и штам- повка дна		Вытяжка обрезка по высоте и штам- повка дна	
Технологический раотор №4 (продольные операции)	Продольная отверстия в дне		Продольная отверстия в дне		Продольная отверстия в дне		Продольная отверстия в дне		Продольная отверстия в дне	

Рис. 7.7. Типовые технологические процессы, выполняемые на линии модели ЛКК5-1

Линия имеет три технологических входа, четыре технологических ротора ($P_1 \dots P_4$) по шесть инструментальных блоков и пять транспортно-загрузочных роторов ($TЗP_1 \dots TЗP_5$) с 12 захватами. Заготовки типа колпачков загружаются в соответствующий вибробункер: для детали № 2 бункер установлен перед $TЗP_3$; для детали № 1 — перед $TЗP_2$; для остальных — перед $TЗP_1$. Технологические роторы имеют механический (кулачковый) привод.

Структурно автоматическая линия роторного типа содержит: технологические роторы (роторные технологические машины), транспортные роторы и средства загрузки и выгрузки заготовок и изделий.

Технологический ротор представляет собой систему исполнительных органов, оснащенных технологическими орудиями обработки (инструментальными блоками), которые расположены по делительной окружности ротора. По характеру привода рабочего движения различают технологические роторы с механическим, гидравлическим и механогидравлическим приводами, а по конструкции привода — с односторонним или двусторонним приводами. Технологические роторы с механическим приводом применяют для выполнения штамповочных операций с усилием до 10—15 кН.

Технологический ротор с механическим приводом показан на рис. 7.8. Он имеет основной вал 1, который приводится во вращение с помощью зубчатого колеса 2. Верхняя опора ва-

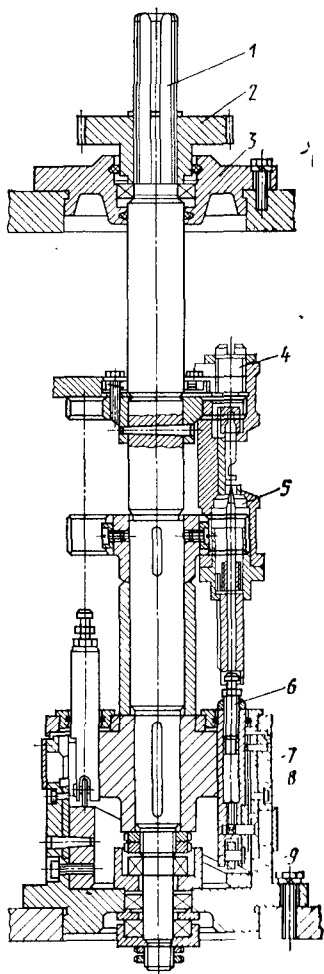


Рис. 7.8. Технологический ротор с механическим приводом

ла расположена в стакане-втулке 3. Каждый инструментальный блок устанавливают в роторе и закрепляют фиксатором 4 в диске 5 блокодержателя. Такая система допускает быструю смену любого инструментального блока. В роторах с механическим приводом рабочие и холостые ходы инструментам сообщаются через ползуны 6, ролики которых обкатываются по пазовым 7 или торцовым 9 кулачкам, установленным в опорных стаканах 8.

В технологических роторах с гидравлическим или гидромеханическим приводом рабочие усилия замыкаются на вал. Рассмотрим схемы, поясняющие работу технологического ротора с гидромеханическим приводом (рис. 7.9). В начальный момент (точка 1) пуансон находится в крайнем верхнем положении. При вращении ротора на участке 1—2 происходит контроль состояния инструмента, а затем (точка 2) ролик под действием копира начинает опускать пуансон. Далее (точка 3) происходит контакт между инструментом и захватным органом транспортного ротора. После переноса изделий из транспортного ротора в технологический (точки 4 и 5) пуансон вносит заготовку в матрицу на некоторое

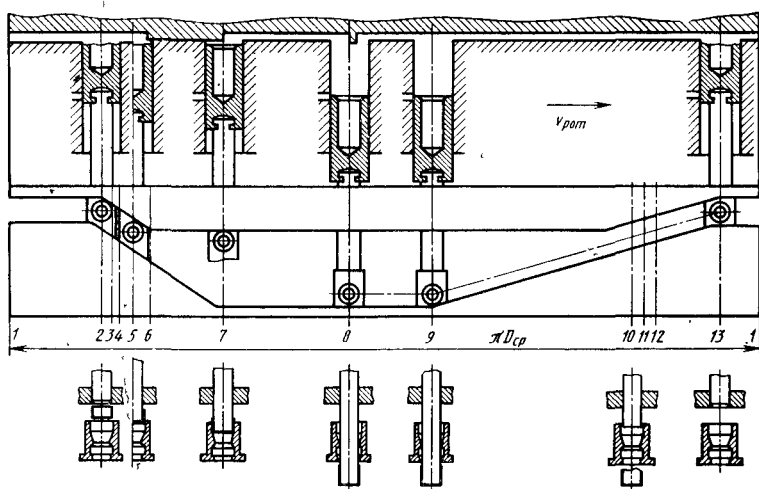


Рис. 7.9. Схема работы технологического ротора с гидромеханическим приводом

расстояние, достаточное для преодоления силы, с которой захват удерживает заготовку. Перемещение пуансона механическим приводом заканчивается (точка 6), и вступает в работу гидравлический привод (точка 7), осуществляющий рабочий ход (участок 7—8) и выстаивание (участок 8—9) пуансона. После этого начинается обратный ход пуансона (участок 9—13), во время которого происходит передача отштампованного изделия в транспортный ротор (участок 10—12) и последующее выстаивание пуансона (участок 13—1).

Назначение транспортных роторов — межоперационное транспортирование изделий из предыдущего технологического ротора в последующий, а также выполнение некоторых других функций: изменение уровня подачи заготовок, ее кантование при необходимости, изменение скорости перемещения. Конструкция транспортного ротора с возможностью изменения уровня подачи изделия показана на рис. 7.10. Ротор смонтирован на плите 4 и состоит из неподвижного корпуса 5, в котором установлен копир 6. Привод вращающейся части ротора барабана 8 с ползушками 7, на которых закреплены захваты 10, осуществляется от вала 9, установленного в подшипниках качения 13 в корпусе 5, через шестерни 3, зубчатую муфту 2 и ступицу 1. Муфта 2 предназначена для регулирования положения захватов относительно технологического ротора. Подъем и опускание ползушек с захватами происходят в результате того, что при вращении барабана 8 ролик 12, закрепленный на ползушке, с помощью детали 11, скользит по неподвижному копиру 6, профиль которого обеспечивает изменение уровня подачи.

Принципиально новые эксплуатационные характеристики имеют линии на базе роторно-конвейерных машин (рис. 7.11). Все холостые ходы выполняются за пределами технологического ротора в транспортной цепи. Инструментальные блоки 1 имеют втулки 2 с Т-образными пазами, автоматически стыкованные со штоками 3 исполнительных органов технологического ротора, в котором холостые ходы сведены к разумному минимуму. При этом рабочая зона технологического ротора увеличивается в 3—4 раза по сравнению с зоной роторной линии. Шаг перемещения блокодержателя технологического ротора равен шагу h_p транспортирующей цепи 4.

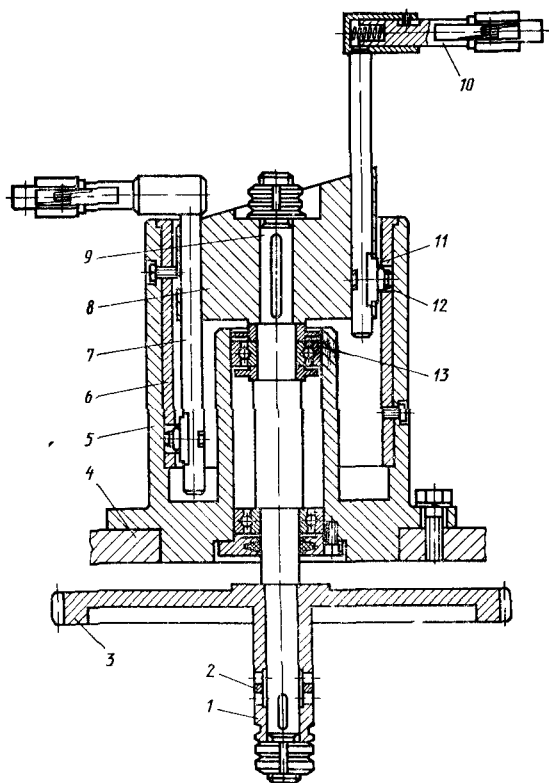


Рис 7.10 Конструкция транспортного ротора

Автоматизированные линии на базе промышленных роботов (роботизированные линии). Они komponуются в зависимости от вида применяемого технологического оборудования и типа ПР.

На рис. 7.12 показана технологическая планировка роботизированной линии, в состав которой входят два пресса 1 модели К2130Б и два робота 3 модели «Циклон-5.01». Линия оснащена подающими устройствами двух типов — магазинными (с верхней выдачей заготовок) и шиберными (с нижней выдачей заготовок). Магазинное устройство 2 предназначено для подъема и удержания на уровне позиции захвата стопы заготовок массой до 120 кг. Высота стопы может достигать

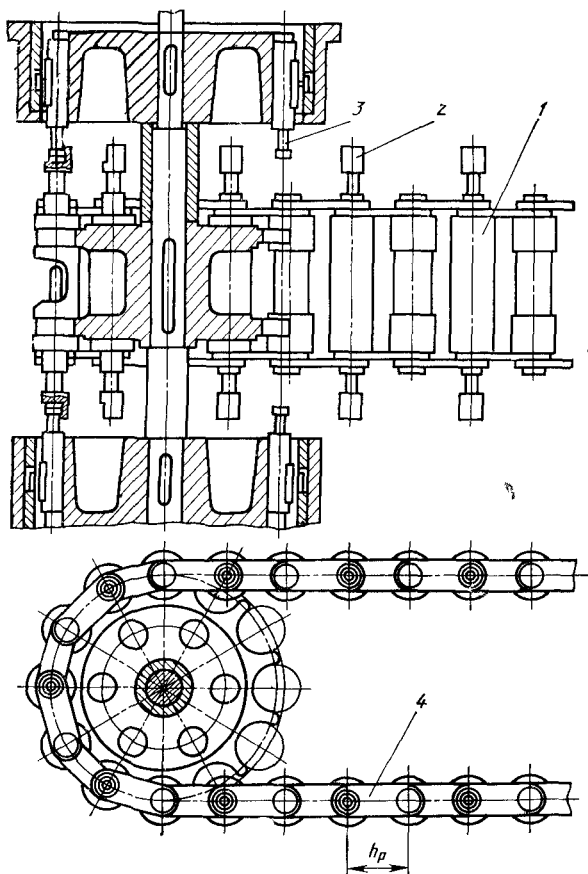


Рис. 7.11. Роторно-конвейерная линия

300 мм, а толщина заготовок составляет 0,5—5,0 мм. Ограничения по толщине заготовок объясняются тем, что заготовки толщиной менее 0,5 мм часто слипаются из-за наличия на их поверхности масла или заусенца. При подаче заготовок толщиной свыше 5 мм снижается производительность линии из-за необходимости частой остановки для загрузки магазинного устройства новой партией заготовок или перестановки сменной кассеты. Магазинное устройство выполнено напольным и имеет индивидуальный привод в виде пневматического ци-

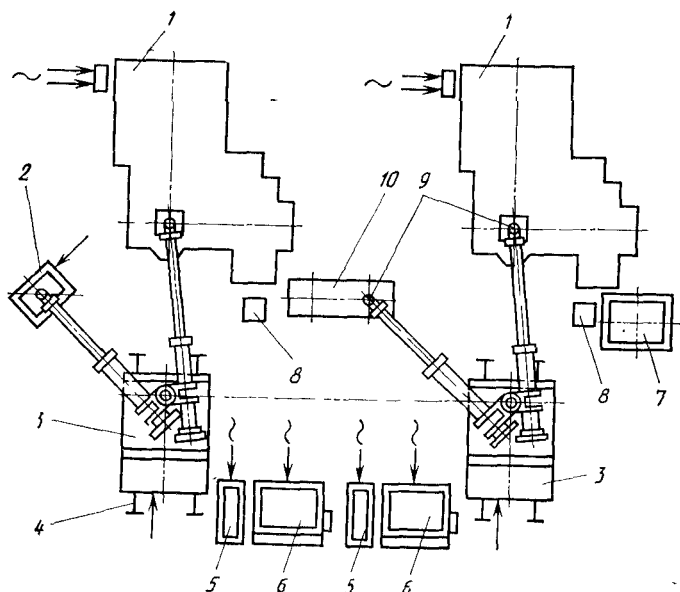


Рис. 7.12. Технологическая планировка роботизированной линии с использованием двуруких роботов модели «Циклон-5.01»

линдра и управляющие элементы, обеспечивающие работу устройства в чаладочном и автоматическом режимах. Точность позиционирования на уровне позиции захвата составляет ± 2 мм. Загрузку заготовок проводят вручную, а их фиксацию осуществляют с помощью переналаживаемых стоек или сменных кассет. Шиберное устройство предназначено для загрузки плоских заготовок в фиксированном положении и поштучной выдаче нижней заготовки на позицию захвата. Шиберное устройство позволяет проводить дозагрузку заготовок без остановки линии, но может быть применено лишь для заготовок толщиной свыше 1 мм. При этом заготовки должны отвечать повышенным требованиям по плоскостности. Неплоскостность заготовок толщиной 1—2 мм не должна превышать 0,2 мм на длине 100 мм. Отсекатель и шибер выполнены по принципу слежения за плоскостью заготовки.

Приемопередающее устройство 10 предназначено для связи двух отдельных роботизированных позиций и

имеет три степени свободы: горизонтальное и вертикальное перемещения и вращение вокруг вертикальной оси до 180° . Последняя ориентирующая степень свободы обеспечивает заданное положение детали на позиции захвата вторым ПР, так как робот «Циклон-5.01» работает в цилиндрической системе координат и угол ориентации заготовки при укладке на приемо-передающее устройство 10 равен углу разворота рук робота, который может изменяться в пределах $30-60^\circ$. Перепад высот зеркал матриц штампов на первой и второй позициях компенсируется вертикальным перемещением устройства. Поворот приемо-передающего устройства осуществляется двумя пневмоцилиндрами через реечную передачу, подъем — пневмоцилиндром, а перемещение в горизонтальном направлении — пневмоцилиндром через реечный ходоувеличитель.

Для установки, крепления и перемещения манипулятора с рабочей позиции, для обслуживания пресса во время смены штамповой оснастки, наладки процесса штамповки и ремонта пресса предусмотрены направляющие рельсы 4.

Манипуляторы линии оснащены пневматическими и электромагнитными захватами 9. Пневматический вакуумный захват эжекторного типа имеет сменные резиновые присоски в количестве 1—4 шт. Их взаимное расположение в плоскости захвата может быть самым разнообразным и зависит от конфигурации захватываемого объекта. Электромагнитный захват имеет четыре, два или один электромагнит различной грузоподъемности в пределах 0,5—2 кг каждый. При необходимости возможно применение и механических захватов. Захваты имеют одинаковое крепление к руке ПР и легко взаимозаменяются.

Связь между роботами, прессами и всеми вспомогательными устройствами линии осуществляется с помощью устройства управления 5 и 6.

Устройство 8 в этой линии предназначено только для контроля наличия отштампованной заготовки в штампе и работает следующим образом: на пути перемещения руки робота с захваченной из штампа заготовкой к приемопередающему устройству 10 или таре 7 устанавливается бесконтактный датчик, который дает команду запрета на дальнейшую работу линии, если в захвате не оказалось заготовки.

На линии можно обрабатывать детали размерами от 70×70 до 400×400 мм и массой до 5 кг с производительностью до 400 деталей/ч.

При создании роботизированных линий для горячей объемной штамповки следует иметь в виду, что согласно существующим нормам при проектировании кузнечных цехов оборудование должно располагаться на значительном расстоянии друг от друга. Это позволяет свободно размещать ПР.

Наиболее перспективны для роботизации линии для штамповки поковок на базе кривошипных горячештамповочных прессов различных усилий, которые строятся по схеме: нагревательное устройство — КГШП — обрезающей пресс.

Типовые схемы роботизированных линий горячей объемной штамповки на базе КГШП показаны на рис. 7.13. На рис. 7.13, а представлена линия с применением робота-штамповщика II и роботов-обрезчиков III и IV. Особенность этой линии — введение робота-перекладчика I, захватывающего нагретую заготовку и устанавливающего ее на осадочную площадку штампа КГШП 2. Передачу отштампованной заготовки к обрезающему прессу 5 осуществляют с помощью конвейера 3. На рис. 7.13, б показана схема с применением конвейеров 8 и 9 для межоперационной передачи заготовок и укладки в тару 4. Применение такой схемы рационально при крупносерийном и массовом производстве, когда конвейеры обеспечивают постоянную и надежную ориентацию заготовок в процессе транспортирования. В линии, показанной на рис. 7.13, в, роботы применены также и для загрузки заготовок в нагревательное устройство 1 с позиции загрузки 7. Управление линиями осуществляется от пульта 6.

Производительность и надежность автоматических линий. Основная цель при создании автоматических линий — повышение производительности труда, т. е. увеличение числа изготавливаемых на линии изделий и сокращение занятых на ней рабочих.

Теоретическая производительность линии зависит от длительности ее цикла, осуществляемого при отсутствии простоев, т. е. при периодическом повторении рабочих и холостых движений в заданной последовательности, шт/мин:

$$P_T = 60/T_{\text{ц}},$$

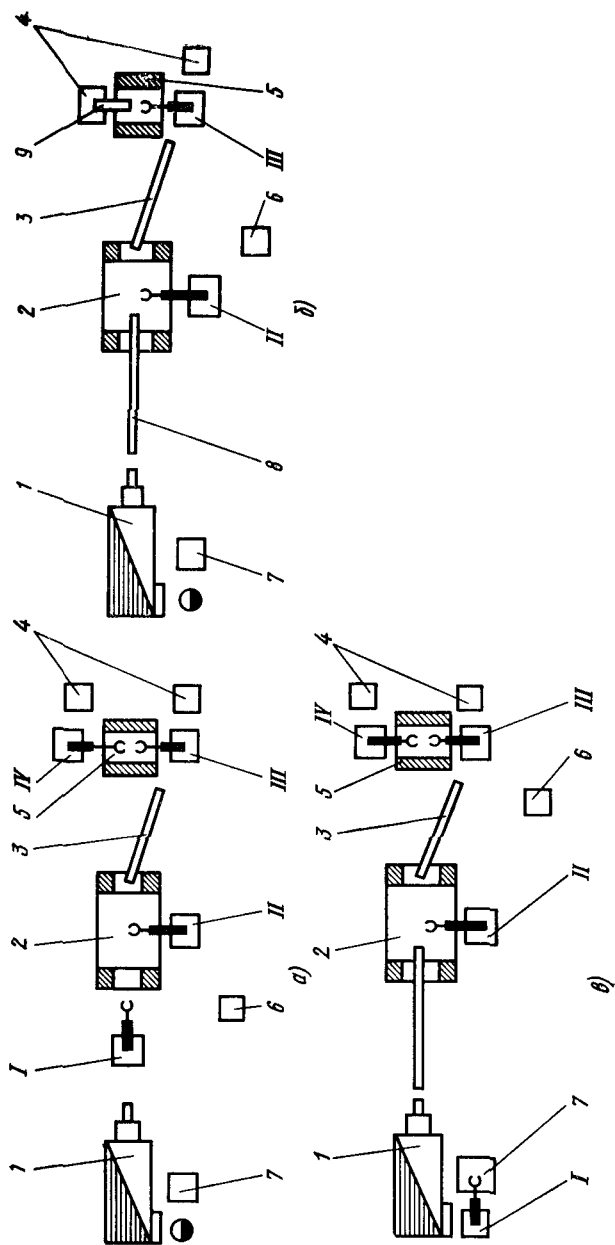


Рис. 7.13. Типовые схемы роботизированных линий горячей объемной штамповки на базе КГШП

где $T_{\text{ц}}$ — длительность цикла линии (темп штамповки), с.

При изготовлении на линии одновременно нескольких деталей теоретическая производительность

$$П_{\text{т.}} = 60z/T_{\text{ц}},$$

где z — число одновременно изготавливаемых на линии изделий.

Для автоматических линий роторного типа теоретическая производительность

$$П_{\text{т}} = u_{\text{б}} n_{\text{р}},$$

где $u_{\text{б}}$ — число блоков в роторе; $n_{\text{р}}$ — частота вращения ротора.

Теоретическая и действительная производительности линий связаны между собой коэффициентом использования линии:

$$\eta_{\text{л}} = П_{\text{д}}/П_{\text{т.}}$$

Ориентировочно можно принимать значения этих коэффициентов следующими: для механизированной линии — 0,6—0,7; для автоматизированной — 0,65—0,7; для автоматических — 0,7—0,8.

Коэффициент использования линии, существенно влияя на ее производительность, зависит от качества организации работ, надежности основного и вспомогательного оборудования и т. п.:

$$\eta_{\text{л}} = \frac{1}{1/\eta_{\text{орг}} + k/\eta_{\text{т}} + (1/\eta_{\text{н}})(k+1)},$$

где $\eta_{\text{орг}}$ — коэффициент качества организации работы на линии; $\eta_{\text{т}}$ — коэффициент надежности технологической операции; $\eta_{\text{н}}$ — коэффициент надежности автоматической линии; k — суммарное количество операций, совершаемое на автоматической линии.

Количественная оценка надежности линии, под которой понимают способность линии сохранять свою работоспособность в определенных условиях эксплуатации в течение заданного срока службы, связана со значительными трудностями, обусловленными большим числом факторов, влияющих в той или иной степени на надежность линии.

В настоящее время применяются различные критерии надежности, из которых наиболее распространены:

вероятность безотказной работы линии в течение заданного промежутка времени

$$P_L = P_1 P_2 P_3 \dots P_n,$$

где P_1, P_2, \dots, P_n — вероятность безотказной работы отдельных прессов и устройств линии;
среднее время наработки на отказ

$$T_{\text{оср}} = \Sigma T_i / k_0,$$

где ΣT_i — сумма интервалов времени безотказной работы линии; k_0 — число отказов за установленный период времени;

коэффициент эксплуатационной готовности

$$k_{\text{в}} = T_0 / (T_0 + T_{\text{в}}),$$

где T_0 — время безотказной работы линии; $T_{\text{в}}$ — время, затраченное на ремонт (время восстановления).

Надежность автоматической линии может быть повышена при рациональной организации планово-предупредительного ремонта, своевременной плановой замены наиболее ответственных узлов и механизмов и т. д.

7.2. КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ ШТАМПОВКИ ДЕТАЛЕЙ

Один из прогрессивных путей совершенствования кузнечно-штамповочного производства на современном этапе — создание технологических комплексов. Основой технологического комплекса в данном случае становится автоматизированный или механизированный комплекс, замыкающий в себе технологический цикл изготовления детали. Такой комплекс представляет собой совокупность технологического оборудования и средств механизации и автоматизации основных и вспомогательных операций, размещенных на определенной площади и предназначенный для выполнения одной или нескольких операций. Структурно комплекс (рис. 7.14) включает три основные подсистемы: подсистему обработки изделия 1, обслуживающую подсистему 3 и подсистему контроля и управления 2. В подсистему обработки входит основное технологическое оборудование (универсальное или модернизированное по условиям сопряжения со средствами механизации и автома-

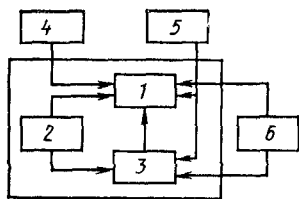


Рис. 7.14. Принципиальная технологическая структура комплекса для обработки металлов давлением

тизации). Обслуживающая подсистема содержит устройства для размещения деталей на входе в комплекс, межоперационные транспортирующие и накопительные устройства, устройства для приема обработанных изделий. Подсистема контроля и управления включает технические средства контроля, измерения, регулирования, логического управления, регистрации, аварийной защиты, обеспечивающих в совокупности требуемую структуру алгоритма функционирования всего производственного комплекса, надежность и стабильность выполнения всех операций технологического процесса. В зависимости от технического уровня комплекса подсистемы обслуживания, контроля и управления реализуются самыми различными средствами. В более сложных автоматических комплексах помимо перечисленных подсистем могут быть еще несколько подсистем: подсистема обеспечения сменными штампами и приспособлениями 4; автоматизированная транспортно-складская подсистема 5; подсистема технического обслуживания технологического и обслуживающего оборудования 6 и подсистема организационно-технического управления. В качестве управляющего органа в комплексах используют ЭВМ. Для этих комплексов характерно применение технологического оборудования с программным управлением.

Автоматизированные, механизированные комплексы могут быть специальными и универсальными. Специальные комплексы создаются на базе специального оборудования (координатно-револьверных прессов с ЧПУ, высечных ножниц, прессов для вырубки пазов в листах статоров и роторов электродвигателей и т. п.). Универсальные комплексы создаются на базе оборудования, предназначенного для выполнения этих операций, но имеющих при необходимости конструктивное исполнение, облегчающие их автоматизацию.

Комплексы для штамповки деталей на базе универсального оборудования. Штамповка деталей из рулонного металла ведется на автоматических комплексах, оснащенных рулоноподающими механизмами и устрой-

ствами для удаления готовых деталей и отходов. Разработку технологического процесса для этих комплексов ведут таким образом, чтобы получать готовую деталь путем ее вырубки в штампе простого действия либо с формоизменением в штампах последовательного или совмещенного действия без дополнительных операций штамповки на другом оборудовании.

Состав и тип рулоноподающих механизмов комплекса выбирают, исходя из геометрических размеров подаваемого материала и особенностей технологического процесса штамповки. При штамповке деталей из ленты шириной до 20 мм и толщиной до 1 мм применяют неприводной рулоноразматыватель, а устройства подачи ленты выполняют с приводом от штампа или пресса.

При использовании ленты большей толщины в состав комплекса включают правильное устройство. При штамповке деталей из ленты целесообразно применять двусторонние устройства подачи, а ленту-высечку можно либо наматывать на барабаны наматывающих устройств, либо измельчать на пожницах. При вырубки заготовок на быстроходных прессах-автоматах и при последовательной штамповке в ленте для повышения точности шага подачи используют приводные рулоноразматыватели.

Для разрезки прутков на мерные заготовки разработаны комплексы двух типов: на базе сортовых ножниц и на базе кривошипных прессов с отрезными штампами.

Схема комплекса для разрезки проката на сортовых ножницах с предварительным подогревом показана на рис. 7.15. Исходные штанги со стеллажа 1 цепным конвейером поштучно перемещаются в печь 2, где подогреваются до требуемой температуры и скатываются до упора кантователя 3. Кантователь переносит заготовку на приводные ролики конвейера 4, который подает штангу к ножницам 5. При продвижении штанги до упора она своим концом действует на выключатель, связанный с упором ножниц, который отключает привод и одновременно включает ножницы. При окончании разрезки штанги включается конечный выключатель поштучной выдачи штанг и одновременно включается конвейер печи, перемещающий штангу на заданный шаг. Отрезанные заготовки падают на склиз, располо-

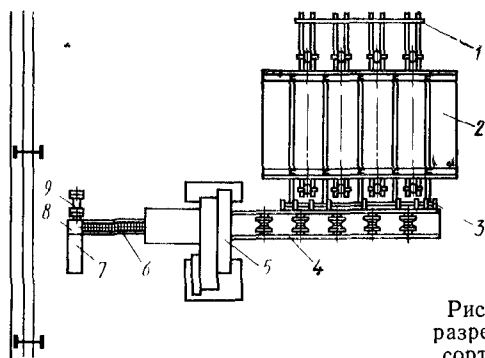


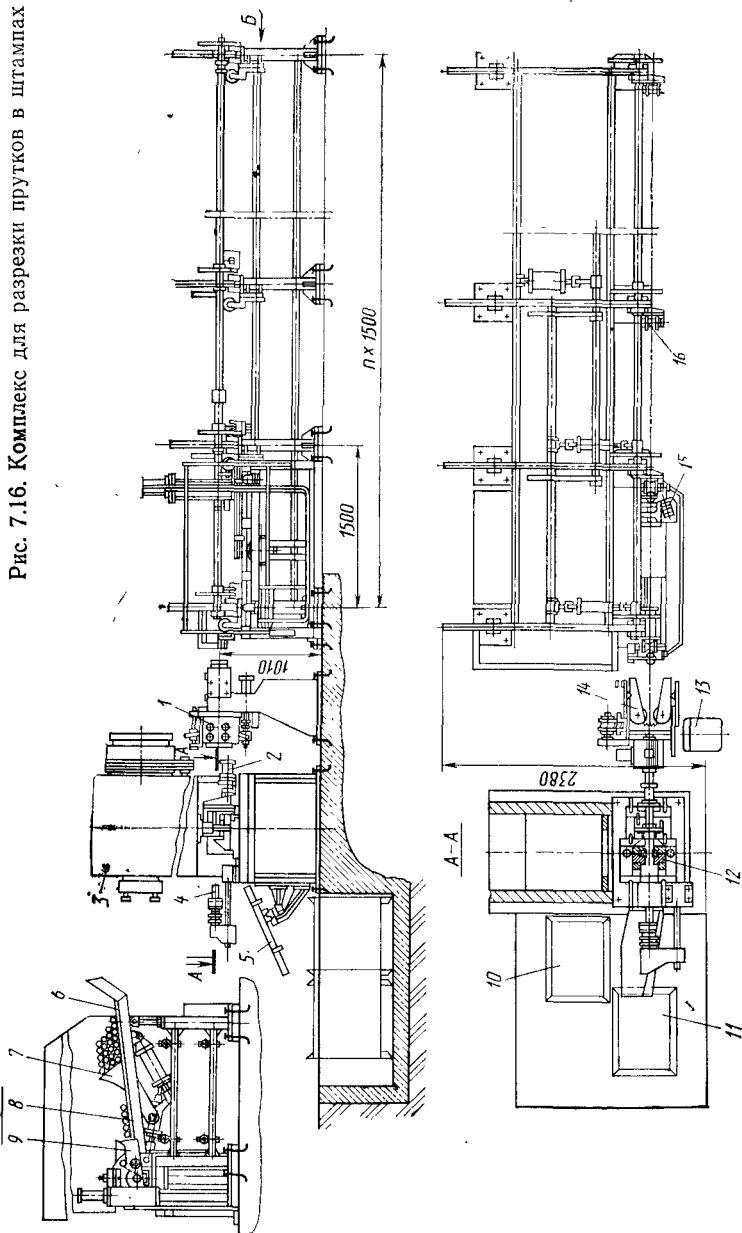
Рис. 7.15. Комплекс для
разрезки прутков на
сортовых ножницах

женный под столом ножниц, а затем в ориентированном положении попадают на конвейер 6, который доставляет их на загрузочную площадку 8. Через замедляющее реле включается пневмоцилиндр 9, и заготовки укладываются в кассету 7. По высоте кассета имеет несколько отсеков, которые загружаются последовательно.

Сначала загружается нижний отсек, затем кассета опускается на такую высоту, чтобы загрузочный отсек был на уровне загрузочной площадки 8, и так до тех пор, пока не будет заполнена вся кассета. Опускание кассеты осуществляется от электродвигателя через червячный редуктор, который включается от устройства счета заготовок, связанного с ножницами.

На рис. 7.16 приведена схема комплекса для разрезки прутков диаметром до 50 мм на заготовки длиной 50—700 мм, в состав которого входят: пресс кривошипный К2132А 3, роликовый механизм подачи 1, прижим 2, регулируемый упор 4, сортировочный лоток 5, тара для отходов 10, тара для заготовок 11, штамп отрезной 12, магазин-накопитель 8, отсекающий 9, шибер 6, бункер 7, пульт управления 13, индикатор длины 14, питатель 15, роликовый конвейер 16. Комплекс работает в автоматическом и наладочном режимах и обеспечивает разрезку прутка с удалением или без удаления дефектных концов. Одна из основных составных частей комплекса — автоматизированный стеллаж, в бункер которого укладывают пачки прутков, откуда они авто-

Рис. 7.16. Комплекс для резки прутков в штампах



матически поштучно подаются на роликовый конвейер 16.

Для изготовления листоштампованных деталей из штучных заготовок нашли применение главным образом комплексы на базе ПР и манипуляторов.

При получении деталей методом горячей объемной штамповки применяют технологические комплексы на базе КГШП. В состав такого комплекса обычно входят нагревательное устройство, конвейер-ориентатор, обеспечивающий подачу в зону штамповки ориентированных заготовок, грейферное трехкоординатное передающее устройство типа (см. рис. 3.22), установка для нанесения смазочного материала и устройство для обдува штампов.

Роботизированные технологические комплексы (РТК). РТК — это обособленная система основного и вспомогательного технологического оборудования, в котором промышленный робот является главным средством механизации и автоматизации, расположенная на ограниченном участке производственной площади и предназначенная для выполнения определенных технологических операций.

Состав и компоновку РТК выбирают исходя из конструктивных параметров штампуемой детали, характера технологического процесса ее изготовления, технических характеристик ПР, состава технологического оборудования и штамповой оснастки, а также характера производства.

Высота штампуемой детали имеет значение при выборе типа ПР, так как величина вертикального перемещения рук ПР должна обеспечивать извлечение детали из штампа. При недостаточной величине вертикального перемещения штамповая оснастка или прессы должны снабжаться специальными выталкивателями, обеспечивающими сохранение ориентации выталкиваемой детали.

Толщина исходной листовой заготовки определяет тип вспомогательного технологического оборудования и, в частности, подающих устройств. Для подачи толстолистовых заготовок целесообразно применение шибберных подающих устройств, позволяющих проводить дозагрузки заготовок без остановки РТК. Заготовки из тонколистового материала необходимо подавать магазинными устройствами с верхней подачей, что приводит

к необходимости остановки РТК для дозагрузки заготовок в кассету, либо применять многопозиционные подающие устройства. Загрузку объемных заготовок целесообразно осуществлять из бункерных устройств с последующим разделением их и ориентацией, либо непрерывной поштучной подачей сориентированных заготовок по конвейеру, лотку и т. д. Последний способ характерен для комплексов на базе КГШП.

На выбор типа и параметров захватывающих устройств также влияют конструктивные характеристики деталей. Для плоских заготовок применяют вакуумные или магнитные захваты. Механические захватные устройства целесообразны для транспортировки объемных деталей.

Необходимость поворота детали при передаче ее с позиции на позицию при многопозиционной штамповке требует применения манипуляторов, руки которых имеют возможность вращения вокруг своей оси. Кроме того, при операциях объемной штамповки иногда возникает необходимость поворота детали в плоскости зеркала штампа, что требует дополнительного движения руки манипулятора ПР.

При выборе типа ПР следует учитывать не только массу, но и размеры штампуемой детали.

В случае необходимости нанесения смазочного материала на заготовки эту операцию осуществляют в какой-либо промежуточной точке траектории перемещения заготовки от подающего устройства к штампу.

Состав РТК зависит от типа производства, который определяет тип ПР, основного и вспомогательного технологического оборудования. Крупносерийное производство требует применения высокопроизводительного технологического оборудования и, в частности, подающих устройств, обеспечивающих дозагрузку и загрузку заготовок без остановки технологического процесса. Наибольший эффект РТК дают при частой сменяемости объектов производства.

Компоновка РТК должна выбираться из условия, что траектория движения исполнительного органа манипулятора была минимальной по протяжению и простой по форме для достижения максимальной производительности. Для удобства обслуживания РТК оператором пульт управления следует располагать в удобном для наблюдателя месте. С целью соблюдения техники безопасно-

сти при работе РТК применяют ограждения, исключающие нахождение людей в опасной зоне.

Штамповая оснастка должна отвечать требованиям, обусловленным спецификой работы ПР.

Применяемые в кузнечно-штамповочном производстве ПР не имеют возможности осуществить захват произвольно лежащих заготовок, поэтому конструкция штампов должна обеспечивать фиксированное положение заготовки в штампе и отштампованной детали на зеркале матрицы. Конструкция штампа должна быть такой, чтобы после окончания процесса штамповки деталь оставалась в нижней части штампа. Для фиксации заготовок и отштампованных деталей штамп должен иметь различные ловители, отлипатели, выталкиватели, трафареты и т. д. Фиксацию объемных деталей целесообразно осуществлять по зеркалу матрицы. При недостаточной величине вертикального перемещения руки манипулятора в штампах следует предусматривать выталкиватели для подъема детали из матрицы и съема ее с фиксаторов, обеспечивающие плавное выталкивание заготовок без смещения их положения в плоскости, соответствующей плоскости захвата. Конструкция штампов должна обеспечивать свободный подход захватов в зону штамповки и выход с отштампованной деталью. При проектировании штампов необходимо предусмотреть возможность размещения в них датчиков контроля положения заготовок в штампе.

Среди РТК кузнечно-штамповочного производства в настоящее время наибольшее применение нашли комплексы для листовой штамповки. Типовые компоновки таких РТК приведены на рис. 7.17.

Простейшая структура РТК приведена на рис. 7.17, а. В такой компоновке применяется робот «Ритм-01.01» с автоматическим удалением отштампованной детали в тару. В данном случае РТК обладает наибольшей производительностью, так как после установки детали в штамп рука сразу же продолжает перемещение за следующей заготовкой (причем траектория перемещения рук ПР может не содержать движений «рука вперед» и «рука назад»). Такая компоновка удобна для обслуживания оператором при замене штамповой оснастки и отладке РТК.

Компоновка РТК с моделью ПР «Ритм-01.02» (рис. 7.17, б) применяется в случаях, когда удаление отштам-

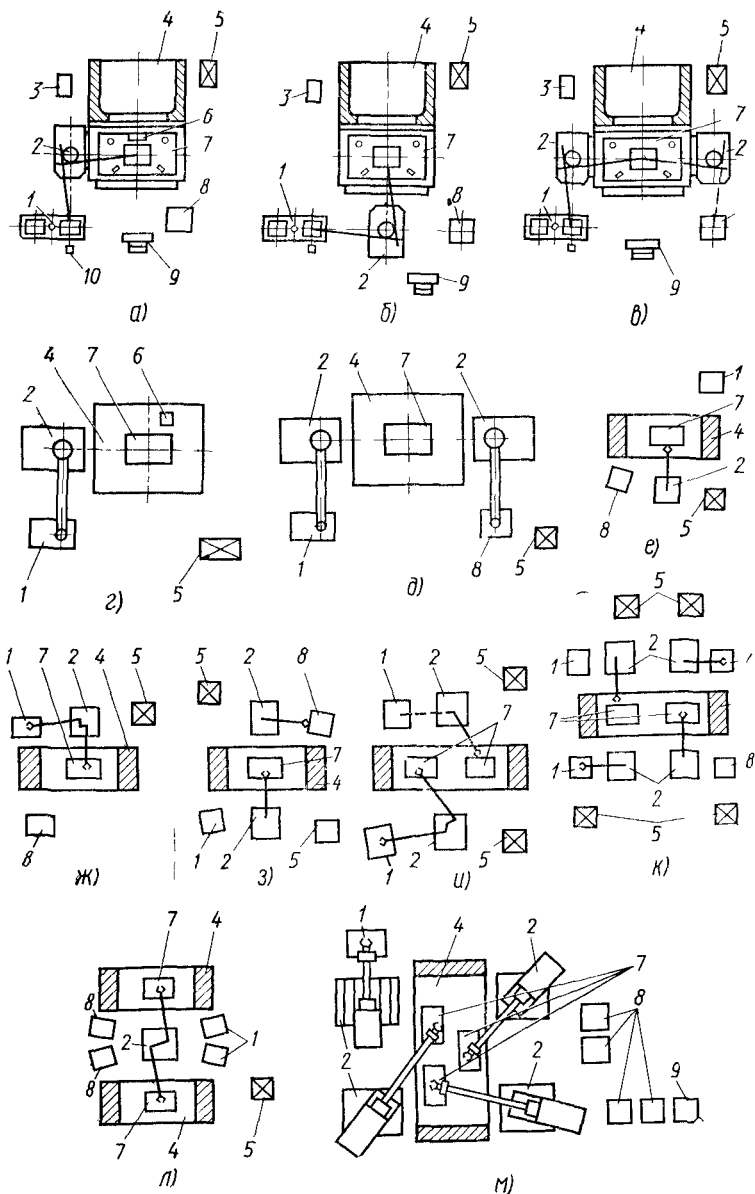


Рис. 7.17. Компонировки РТК листовой штамповки:

1 — подающее устройство; 2 — ПР; 3 — пульт управления прессом;
 4 — пресс; 5 — шкаф системы управления; 6 — пневмосуду-
 тель; 7 — штамп; 8 — тара; 9 — пульт системы управления ПР; 10 — КВУ

пованной детали автоматически не представляется возможным. Расположение ПР перед фронтом прессы затрудняет техническое обслуживание РТК и смену штампов. Время цикла штамповки при такой компоновке в 1,5—1,7 раза больше, чем в предыдущем случае.

Возможна также компоновка РТК с применением двух роботов с одной рукой (рис. 7.17, в).

РТК на основе робота «Ритм-05.01» используют применительно к однокривошипным открытым прессам простого действия усилием 100—1000 кН.

РТК, приведенный на рис. 7.17, г служит для однооперационной штамповки деталей массой до 0,5 кг и размерами от 50×50 до 250×250 мм. С учетом высокого быстродействия ПР РТК оснащается поворотным двухместным подающим устройством для обеспечения непрерывной работы комплекса.

Подающее устройство имеет рабочую позицию и позицию укладки. Смену позиций подающего устройства проводят автоматически.

Основные компоновки РТК на базе роботов типа «Циклон» можно подразделить на две группы: РТК на базе прессов открытого типа с усилием 400—1600 кН и РТК на основе прессов закрытого типа (двухстоечных) усилием 1600 кН и более. Размеры деталей не должны превышать 600×600 мм и масса заготовок — 5 кг.

РТК, включающую открытые прессы, предназначают для проведения разделительной или формообразующей штамповочной операции в простых и совмещенных штампах. Структура РТК учитывает размерную взаимосвязь прессы и ПР, характеризующихся наибольшим расстоянием между центром стола прессы и центром вращения рук ПР, которое определяется максимально возможным вылетом руки и составляет около 150 мм. Размеры столов прессов увеличиваются с ростом усилия прессы. Это приводит к уменьшению расстояния между столом прессы и основанием манипулятора. Для обслуживания технологического оборудования и штамповой оснастки, замены штампов необходим свободный доступ наладчиков к прессу, что достигается отводом манипулятора с помощью специальных средств.

РТК, предназначенный для штамповки деталей за две операции либо для одновременной штамповки деталей за две операции и включающий открытые прессы,

показан на рис. 7.17, *д*. В первом случае необходимо автоматическое удаление отштампованных деталей из второго штампа. Деталь после окончания второй операции можно удалить с помощью ПР (правая рука) при создании захвата, способного удерживать полуфабрикаты после первой и второй операций. Во втором случае необходимо наличие двух подающих устройств. Компоновка целесообразна для условий мелкосерийного производства.

РТК на базе закрытых прессов могут быть построены по следующим схемам (рис. 7.17, *е—м*).

Компоновку (рис. 7.17, *е*) применяют в случаях, когда конструкция ловителей и фиксаторов не может обеспечить надежную фиксацию исходной заготовки в штампе, при этом используется или однорукая модификация ПР, который выполняет роль съемника детали из штампа (безотходная штамповка), или двурукая (съем детали и отходов с укладкой их в разные емкости).

Компоновки (рис. 7.17, *ж*) целесообразны в случаях, когда съем детали из штампа невозможно осуществить с помощью ПР, что бывает связано с конструктивными особенностями штампуемых деталей.

При штамповке деталей за два или несколько переходов на одном закрытом прессе применяют компоновку, показанную на рис. 7.17, *и*. В таких РТК закрытая высота обоих штампов должна быть одинакова, поверхности разъемов штампов должны располагаться в одной плоскости, штампы должны располагаться на одной продольной оси, совпадающей с осью пресса.

При необходимости использования прессов закрытого типа для штамповки различных деталей на одном прессе (рис. 7.17, *к*), манипуляторы располагают с разных сторон пресса и они действуют независимо друг от друга. Каждая пара манипуляторов выполняет функции по загрузке и выгрузке своих заготовок. Включение рабочего хода пресса происходит после сигнала о выполнении всеми ПР программируемых движений.

Для одновременной штамповки двух различных деталей за один переход на двух прессах (см. рис. 7.17, *л*) руки манипулятора развернуты на 180° и каждая рука выполняет функции загрузки-выгрузки. Такая компоновка накладывает определенные требования на штамповую оснастку: поверхности разъемов штампов должны располагаться в одной плоскости. При этом центр

вращения рук необходимо размещать на линии, соединяющей центры прессов.

Компоновка РТК может быть более сложной (см. рис. 7.17, м). В этом случае четыре робота типа РПМ-25 используются для выполнения трех штамповых операций на одном прессе, что позволяет значительно сократить время обработки детали.

РТК для горячей объемной штамповки создаются главным образом на основе КГШП. Компоновка РТК с фронтальным расположением манипулятора представлена на рис. 7.18. Мерные заготовки загружают в бункер автоматического загрузочного устройства 1, которое поочередно подает заготовки в индукционный нагреватель 2. Нагретые заготовки от индуктора по лотку 3 и непрерывно движущемуся конвейеру 4 попадают на приемный стол 5, где принимают ориентированное положение. Далее манипулятор 6 переносит заго-

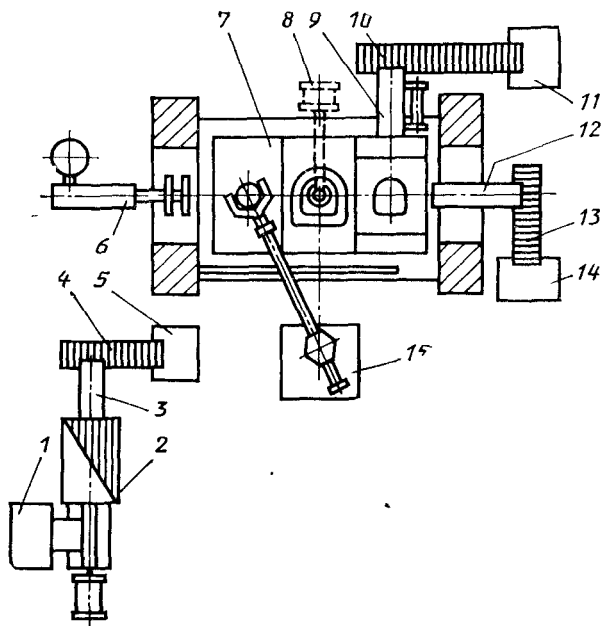


Рис. 7.18. Компоновка РТК на базе КГШП с фронтальным расположением манипулятора ПР

товку на стол КГШП, где в первом ручье штампа 7 проводится осадка, во втором — штамповка и в третьем — обрезка облоя. Автоматическим устройством поковка сбрасывается на лоток 9, а с него попадает по конвейеру 10 в тару 11. Облой ПР 15 удаляется через боковое окно пресса на лоток 12, а затем по конвейеру 13 поступает в тару 14. В процессе работы установкой 8 осуществляются смазывание штампа и обдув штампов. Выталкивание поковки из ручья штампа и подъем над линией разъема для захвата рукой манипулятора проводится выталкивателем. Однако такие компоновки для некоторой номенклатуры нерациональны, так как фронтальная зона пресса должна быть свободна для выполнения технологического процесса, смены и зачистки инструмента. При этом увеличивается время выполнения операции, так как ПР обслуживает последовательно все позиции штамповки и обрезки, и требуется применение многоместных захватных устройств из-за изменения в процессе обработки формы и размеров штампуемой заготовки.

РТК, показанный на рис. 7.19, не имеет указанных недостатков. Манипуляторы установлены у боковых окон пресса. Заготовки из тары 1 подаются в индукционный нагреватель 2, а от него нагретая заготовка по конвейеру 3 попадает к выдающему устройству 4. Ма-

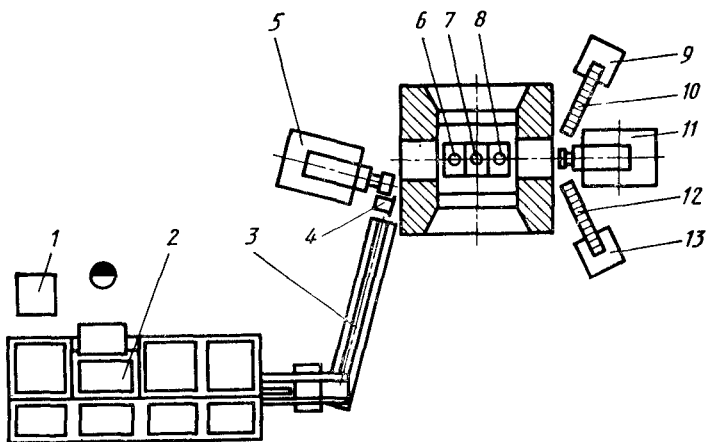


Рис. 7.19. Компоновка РТК на базе КГШП с расположением манипуляторов ПР у боковых окон пресса

нипулятор 5 передает заготовку на площадку для осадки 6 и удерживает заготовку в процессе деформирования, а затем переносит заготовку на позицию штамповки 7 и после хода ползуна передает отштампованную поковку на позицию обрезки 8. Удаление поковки с обрезанным обломом и высечкой производит ПР 11, который над конвейером 10 переверотом захвата сбрасывает штамповочные отходы, поступающие затем в тару 9, а над конвейером 12 освобождает поковку, попадающую в тару 13 готовой продукции. Для надежного функционирования РТК такого типа требуется применение захватных устройств с изменяющимися в процессе штамповки размерами захватов.

В состав РТК на базе чеканочного пресса 3 (рис. 7.20) входят специальный бункер 7, выбирающий заготовки из «навала» и поштучно подающий их к ориентирующему устройству 1; ПР 6, выполняющий загрузку-выгрузку пресса; устройство управления 2; магазин 4 для готовых изделий; комплекты датчиков внешней информации и сменных захватных устройств. Для ограждения рабочей зоны РТК служат светолокационные стойки 5. Если операция производится над заготовкой в горячем состоянии, то в комплекс РТК вводят нагревательное устройство с механизмом поштучной выдачи

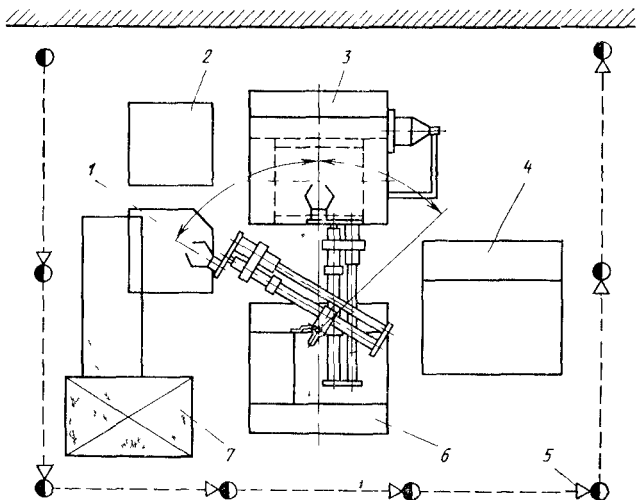


Рис. 7.20. Компоновка РТК на базе чеканочного пресса

заготовок и установку для подачи технологической смазки в штамп и сдува окалины.

Прессы с программным управлением. Принципиально новый подход к решению вопроса автоматизации кузнечно-штамповочного производства и главным образом в условиях мелкосерийного производства, где автоматизация в ее традиционных формах либо технически нецелесообразна, либо нерентабельна, — применение кузнечно-прессового оборудования с системами программного управления. Использование систем программного управления позволяет увеличить производительность, добиться более точного изготовления выпускаемой продукции.

Наиболее широкое применение программное управление находит в координатно-револьверных прессах, листо- и трубогибочных машинах. При горячей штамповке на молотах применяется программное управление по энергии ударов, так как при штамповке однотипных деталей энергетический режим работы молота остается постоянным в каждом штамповочном цикле при условии постоянства температуры. Вопросы программного управления оборудованием при ковке рассмотрены в гл. 4.

Для программного управления кузнечно-штамповочным оборудованием применяются системы программно-путевого управления и ЧПУ. В системах программно-путевого управления перемещения рабочих органов задаются с помощью упоров, конечных выключателей и переключателей, а последовательность операций определяется программноносителем, например командоаппаратами.

Для получения листовых деталей с большим числом наружных элементов (пазов, вырезов, скруглений) и внутренних элементов (гладких отверстий любой конфигурации, рифтов, жалюзи и др.) используют координатно-револьверные прессы с ЧПУ. При изготовлении таких деталей осуществляют последовательную штамповку их элементов набором сменных штампов, установленных в револьверной головке пресса. В процессе обработки заготовка перемещается с помощью координатного устройства на заданные координаты, характеризующие положение обрабатываемого элемента детали. Изменение положения штампуемой заготовки происходит путем последовательного перемещения по двум взаимно перпендикулярным координатам x и y .

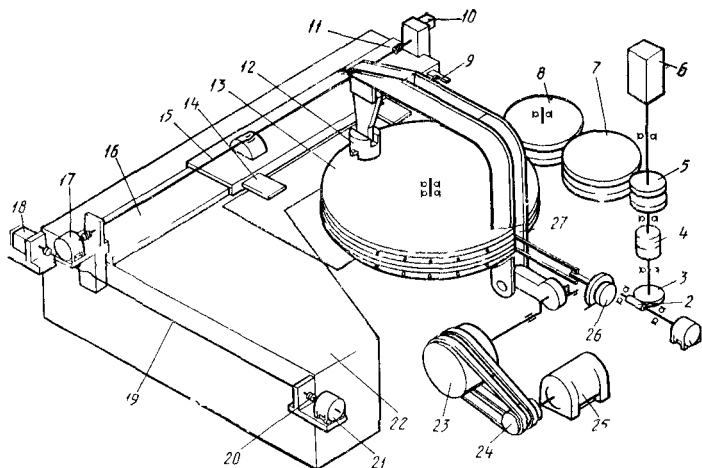


Рис. 7.21. Кинематическая схема координатно-револьверного прес-са с ЧПУ

Кинематическая схема координатно-револьверного прес-са с ЧПУ приведена на рис. 7.21. Работа прес-са происходит следующим образом. Движение от электродвигателя 25 через клиноременную передачу 24 передается на маховик 23, в котором смонтирована муфта-тормоз, предназначенная для периодического соединения с кривошипно-рычажным механизмом 27, приводящим в движение ползун 12. На нижнем торце ползуна имеется Т-образный паз, предназначенный для соединения с Т-образными выступами пуансонодержателей сменных штампов.

Привод дисков револьверной головки 13 осуществляется через зубчатые венцы, установленные на нижнем и верхнем дисках головки, от электродвигателя постоянного тока 1, который передает вращение через червячную передачу 2, 3, электромагнитную муфту 4, зубчатую передачу 5, 7, 8. Датчик обратной связи 6, находящийся на валу, контролирует вращение револьверной головки, посылая информацию в вычислительное устройство программного управления.

Перемещение координатного стола 16 осуществляется винтовой шариковой парой качения 19 от электродвигателя 21 через муфту 20. Вместе с винтовой парой вращается датчик обратной связи 18 координат y ,

передающий информацию о движении координатного стола в систему управления. Координатный стол перемещается по направляющим, закрепленным на тумбе 22, перпендикулярно к фронту прессы. Боковое смещение координатного стола ограничивается роликовыми блоками (направляющими качения).

Привод перемещения каретки захватов 14 осуществляется от электродвигателя 17 через пару качения 15, вместе с которой вращается датчик обратной связи 10 координат x , посылающий в вычислительное устройство системы управления информацию о движении каретки. Перемещение каретки 11 параллельно фронту прессы происходит по шариковым направляющим координатного стола.

Заготовка устанавливается в каретке по упору 9 и закрепляется тремя захватами с пневмоприводом.

Для фиксации дисков револьверной головки в период выполнения технологической операции предназначен фиксатор 26, пальцы которого входят во втулки, запрессованные на цилиндрические поверхности нижнего и верхнего дисков револьверной головки, обеспечивая жесткую их установку.

Пуансонодержатели сменного инструмента устанавливаются в верхнем диске револьверной головки, а матрицедержатели — в нижнем диске.

Устройство управления прессом смонтировано в шкафах, находящихся рядом с прессом. В качестве программносителя используют перфоленту.

В задачу оператора-штамповщика входят: установка заготовки по упору и закрепление ее в захватах листодержателя, заправка перфоленты в считывающее устройство, нажатие на пусковую кнопку программного управления и съём готовой продукции. Перемещение и установка заготовки на рабочую позицию, поиск требуемого штампа, поворот револьверной головки для перемещения штампа на позицию штамповки и включение прессы на рабочий ход происходят автоматически.

При составлении программы обработки детали определенную сложность составляет поиск такой последовательности обхода обрабатываемых элементов детали, который сокращает время транспортирования детали между этапами штамповки. Для деталей с большим числом элементов для этих целей применяют ЭВМ, которая составляет программу обработки детали. Полученная

программа записывается на перфоленду и используется для управления прессом.

Обрабатывающие центры для штамповки листовых деталей. Большой разрез повышения производительности технологических комплексов обещает сокращение времени переналадки и других вспомогательных операций (замена штамповой оснастки, подача нужных заготовок к прессу и т. д.). Решение этих задач стало возможным благодаря широкому развитию средств вычислительной и электронной техники, что послужило основой для создания обрабатывающих центров.

Общий вид обрабатывающего центра с ЧПУ для штамповки листового металла фирмы TRUMPF приведен на рис. 7.22. В состав центра входят координатно-револьверный пресс 13, автоматический стеллаж 1 с подъемником 4, механизм 19 перемещения пакета 3 заготовок от стеллажа к загрузочному столу 18, устройство автоматической замены с магазином 9 штампов, устройства для загрузки заготовок 16 на координатный стол 12 прессы и выгрузки отштампованной детали 5. Управление комплексом осуществляется с пульта 8.

Для работы прессы при штамповке заданной детали пакет заготовок из соответствующей ячейки 2 автоматического стеллажа подается на подъемник 4, который перемещает пакет на стол механизма 19, передающего его к загрузочному столу 18. Со стола 18 рама 15 с захватами 17 передает верхнюю из стопы заготовку 14 в ориентированном положении на координатный стол прессы, где она зажимается гидравлическими зажимами 11 в каретке. После обработки отштампованная деталь с помощью захватов 10 устройства выгрузки удаляется из зоны обработки и складывается в стопы 6 на столе 7 устройства.

При необходимости смены инструмента в револьверной головке прессы применяется магазин 9 со сменным инструментом. Подготовка комплекта инструмента (пуансона, матрицы и съемника) происходит вне зоны прессы с помощью кассеты, в которой собирается комплект и подгоняется по высоте для регулирования глубины захода пуансона в матрицу. Подготовленный инструмент автоматически передается из магазина в соответствующую позицию револьверной головки прессы и фиксируется гидравлическими зажимами. В случае

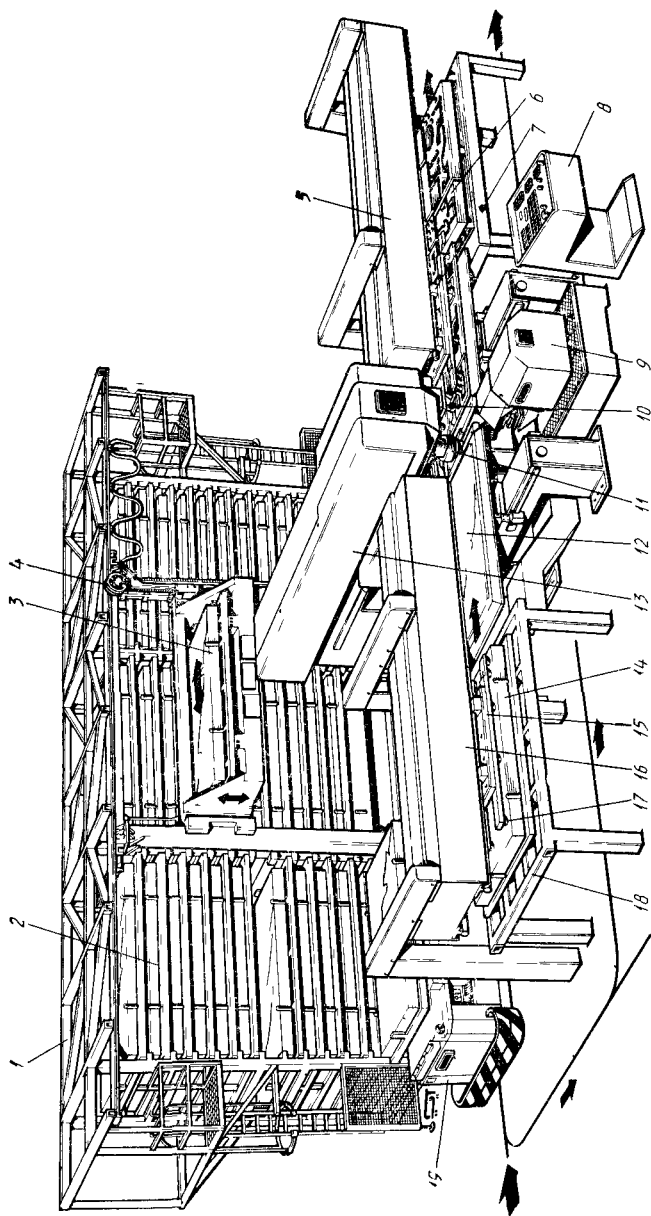


Рис. 7.22. Обрабатывающий центр с ЧПУ фирмы TRUMPF

использования большого числа инструмента возможна замена полностью всего магазина штампов.

Применение обрабатывающих центров обеспечивает быструю перенастройку технологических участков, линий и цехов на изготовление модернизированной или совершенно новой продукции. Это создает условия для создания производств, работающих по принципу гибко перенастраиваемой технологии — гибких производственных комплексов и систем. Отличительная особенность обрабатывающего центра как гибкого производственного комплекса — возможность быстро автоматически перестраиваться на обработку новых деталей в пределах технических возможностей оборудования комплекса.

Создание гибких производственных комплексов может быть осуществлено на базе РТК, так как объединение ПР с высокопроизводительным оборудованием с ЧПУ в предметные комплексы позволит решить задачу создания комплексно-автоматизированных участков и линий с гибкой связью, обеспечить их быструю переналадку.

ГЛАВА 8

ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫЕ УСТРОЙСТВА КУЗНЕЧНО-ШТАМПОВОЧНЫХ ЦЕХОВ

8.1. ПОДЪЕМНЫЕ УСТРОЙСТВА

Для транспортирования и подъема грузов в цехах применяют разнообразные устройства и оборудование. Эти устройства могут быть универсальными, т. е. предназначенными для перемещения и подъема разнообразных грузов, и узкого назначения, обслуживающие какой-либо агрегат. Подъемно-транспортные устройства могут применяться в различных цехах или быть сугубо специальными, применяющимися в каком-либо одном цехе.

Подъемно-транспортные устройства принято разделять на подъемные устройства и транспортирующие устройства.

Подъемные устройства характеризуются наличием механизма подъема и прерывностью работы. К ним относятся краны и подъемники. Кранами называются грузоподъемные машины, предназначенные для вертикального подъема грузов и перемещения их на небольшие расстояния в горизонтальном направлении. Краны бывают мостовые, консольные, поворотные и другие. В цехах кузнечно-штамповочного производства наибольшее распространение имеют мостовые краны, перемещающиеся по подкрановым путям вдоль пролета цеха. Мостовой кран (рис. 8.1) состоит из двух основных частей: моста 1 и тележки 2. Мост крана представляет собой стальную конструкцию, опирающуюся на ходовые колеса, которые приводятся в действие механизмом перемещения моста. Этот механизм установлен непосредственно на мосту и служит для горизонтального передвижения крана по подкрановым рельсам, установленным на подкрановых балках.

Тележка крана состоит из рамы, опирающейся на ходовые колеса, и механизмов подъема и передвижения. Механизм подъема служит для вертикального перемещения груза, а механизм передвижения — для его горизонтального перемещения вдоль моста крана, т. е. поперек пролета цеха.

Все три механизма мостового крана: механизм подъема, механизм передвижения тележки и механизм перемещения моста имеют самостоятельные двигатели и приводятся в действие независимо друг от друга.

Наряду с мостовыми кранами, имеющими один механизм подъема, широкое распространение имеют мостовые краны с двумя механизмами подъема. В этом случае на тележке устанавливаются три механизма: механизм главного подъема, механизм вспомогательного подъема и механизм передвижения. Мостовые краны с двумя механизмами подъема применяются в цехах горячей штамповки и в цехах свободнойковки. При этом в цехах свободнойковки на механизме главного подъема, обслуживающего крупный ковочный гидравлический пресс, подвешивается ковочный кантователь.

Современные мостовые краны имеют электрический привод от сети трехфазного тока через троллеи, установленные около подкрановых путей. Управляют механизмами крана из кабины крановщика, подвешенной к мосту крана.

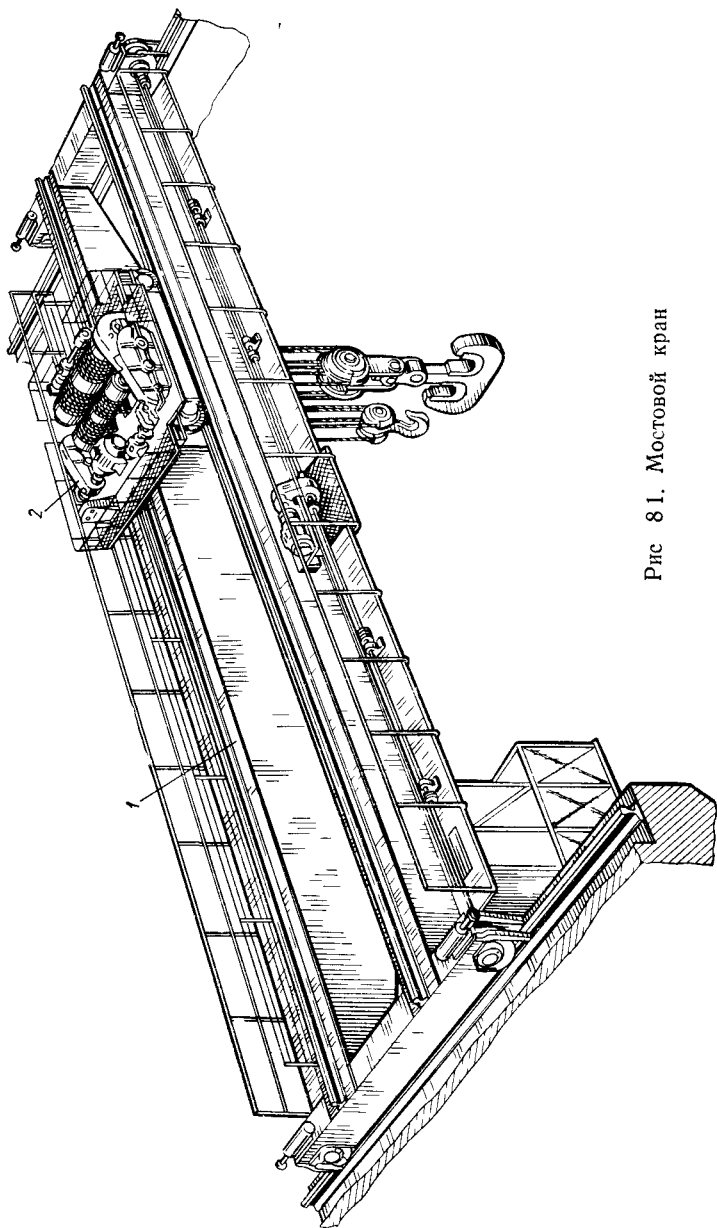


Рис 81. Мостовой кран

В зависимости от конструкции моста мостовые краны делятся на двухбалочные, или собственно мостовые краны, и однобалочные, которые называют кран-балками. В кран-балках роль тележки выполняет электротельфер 2, который перемещается вдоль двутавровой балки 1 (рис. 8.2). Управление электротельфером и механизмом перемещения кран-балки осуществляется с пола с помощью подвесного кнопочного пульта управления.

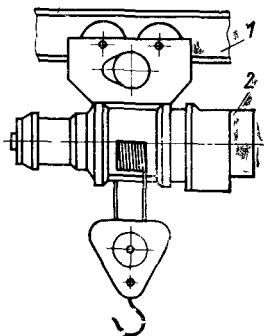


Рис 8.2. Электротельфер

В некоторых цехах можно встретить монорельсовые краны, которые представляют собой электротельфер с кабиной для крановщика или без нее (рис. 8.3). Электротельфер перемещается по подкрановым путям, выполненным в виде двутавровой балки, проложенной вдоль стен или колонн цеха. Подкрановые пути для монорельсовых кранов могут быть криволинейными, что имеет определенные преимущества, так как такой кран может перейти в другой пролет и обслуживать оборудование, расположенное в соседнем пролете цеха. Питание монорельсовых кранов осуществляется от троллей, проходящих над подкрановыми путями. Недостаток монорельсовых кранов — их небольшая грузоподъемность: они могут перевозить грузы массой не более 5 т. Кроме того, зона обслуживания таких кранов обычно находится либо вблизи стен, либо вблизи колонн цеха, т. е. ограничена положением монорельса. На монорельсах иногда устанавливают подвесные манипуляторы ковочных молотов.

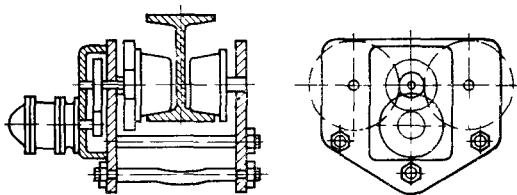


Рис. 8.3. Монорельсовый кран

Подъемники характеризуются наличием кабины или платформы, которые перемещаются в направляющих. К подъемникам относятся: лифты, штабелеры и подъемные столы. Подъемные столы являются средствами механизации и автоматизации штамповки на ГKM (см. рис. 3.15).

Важное значение в условиях автоматизации и механизации производственных процессов имеют вопросы механизации установки и наладки штампов на прессах. Отсутствие средств механизации установки штампов снижает производительность труда на кузнечно-штамповочном оборудовании, так как значительную часть времени такое оборудование простаивает.

Для транспортирования и механизации установки мелких и средних штампов применяются специальные тележки с подъемной платформой, электро- и автопогрузчики. Автопогрузчики обычно используют при складировании штампов в открытых складах и под навесами из-за шума, создаваемого двигателями и выделения выхлопных газов.

Электропогрузчики обычно выполняются на базе электрокара с электроприводом от аккумуляторов. Это самоходная тележка с направляющими для подъемной каретки, на которой смонтированы вилки захватов. В большинстве конструкций каретка поднимается с помощью гидравлического подъемника 1 (рис. 8.4). Штамп, состоящий из верхней 2 и нижней 3 половин, поднимается вилками каретки, которые упираются в специальные штифты 4, вставляемые в транспортные отверстия штампа. После подъема штампа его транспортируют в требуемое место или устанавливают на подшаботную плиту молота. Процесс смены и установки штампов на крупных кривошипных горячештамповочных прессах чаще всего выполняется также с использованием электропогрузчиков или с применением несамоходных тележек с подъемной платформой.

Очень трудоемким является процесс смены штампов на крупных листоштамповочных прессах, на которых штампуются крупногабаритные детали кузова и кабины автомобиля. Масса штампов достигает нескольких тонн. Для механизации процесса установки таких штампов современные крупные листоштамповочные прессы снабжаются сдвоенными выдвижными плитами, которые выдвигаются в боковой проем между стойками станины.

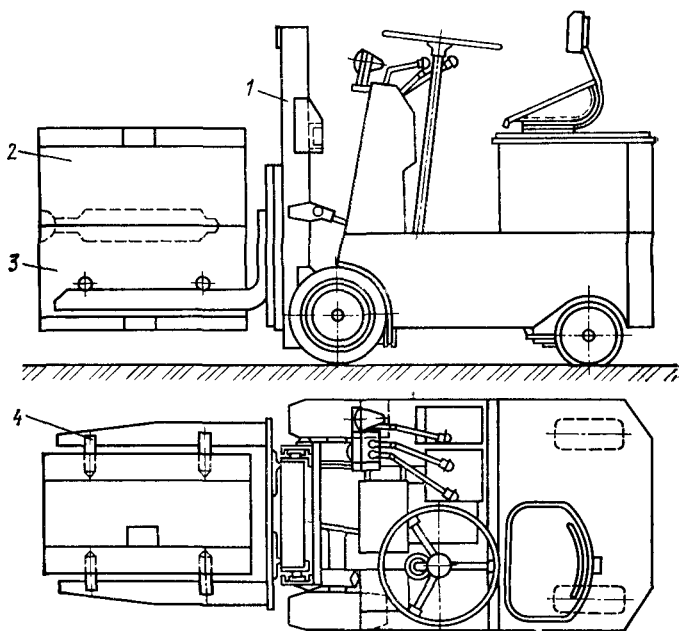


Рис. 8.4. Электропогрузчик для транспортирования и установки штампов

Подштамповые выдвижные плиты соединены между собой шарнирно, поэтому усилие штамповки не передается на выдвинутую плиту. На выдвинутой плите может производиться установка нового штампа, либо мелкий ремонт штампа.

Для облегчения и ускорения процесса крепления тяжелых половин штампа на крупных листоштамповочных прессах применяют быстродействующие гидравлические зажимы, с помощью которых в течение нескольких секунд производится крепление половин штампа на прессе либо его быстрое освобождение.

8.2. ТРАНСПОРТИРУЮЩИЕ МАШИНЫ

К группе транспортирующих машин относятся конвейеры различного вида и типа, устройства наземного транспорта: рельсовые и безрельсовые тележки.

Подвесной конвейер с несущей цепью (рис. 8.5) со-

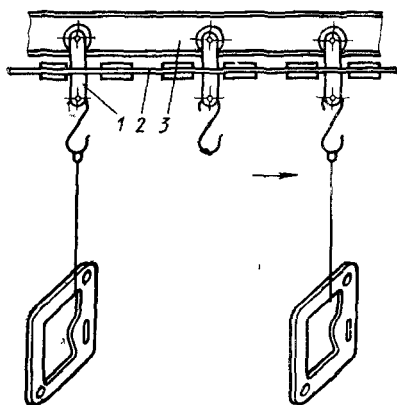


Рис. 8.5. Подвесной цепной конвейер

стоит из однорельсового пути 1, разборной цепи 2, тележки с крюками 3, приводной и натяжной станций. Однорельсовый путь — это двутавровая балка, по которой перемещается разборная втулочно-роликовая цепь. Шаг звеньев цепи 100—160 мм. Минимальный радиус закругления пути по горизонтали 0,6 м, по вертикали 2,5 м. Угол подъема и спуска — до 45°. Максимальная скорость движения цепи 12 м/мин.

С помощью подвесных конвейеров транспортируют, как правило, листоштампованные детали к лакокрасочным участкам. Длина подвесных конвейеров может достигать до нескольких километров.

В настоящее время для внутрицехового перемещения деталей начинают широко применяться толкающие конвейеры с программным управлением. В отличие от подвесных конвейеров, перемещающих детали по одному и тому же пути с постоянной скоростью или прерывисто, толкающие конвейеры могут транспортировать заготовки с остановкой в назначенном месте (на приемной станции), с переводом с одной трассы на другую, с переменной скоростью и т. д. Универсальность толкающих конвейеров достигается применением двухъярусного пути (рис. 8.6). По верхнему пути 1 движется тяговая цепь 2 с толкателями 3 (кулачками), а по нижнему пути 4 — каретки 5 с подвесками 6 для деталей. Каретки 5 перемещаются по пути 4 на роликах и получают движение от толкателей 3, соединенных шарнирно с тяговой цепью 2. В заданной точке пути с помощью внешнего кулачка толкатель 3 поднимается, освобождая каретку, которая останавливается, так как не имеет жесткой связи с движущейся цепью 2.

Нижняя грузовая трасса 4 представляет собой систему путей с переводными стрелками, разветвленную в

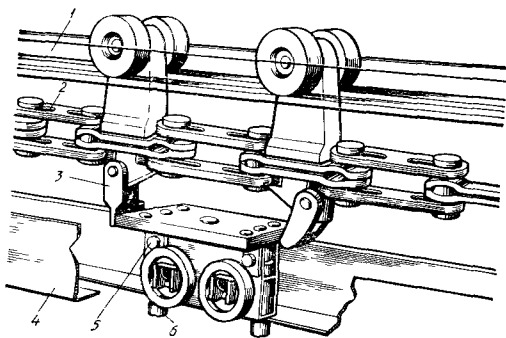


Рис. 8.6. Толкающий конвейер

зависимости от числа адресов (станций) для доставки деталей. Управление движением грузовых кареток автоматизировано. В прессовом производстве толкающие конвейеры с программным управлением используются для перемещения отштампованных деталей с линий крупной штамповки в двухъярусный склад-накопитель, где детали находятся в подвешенном состоянии. По заданной программе подвески с деталями поступают на участок сварки кузовов. Управление толкающими конвейерами осуществляется от центрального пульта.

Конвейеры, с помощью которых выполняют локальное перемещение заготовок (на небольшие расстояния), бывают напольные и подземные, стационарные и переносные. По конструкции они подразделяются на ленточные, пластинчатые, цепные и скребковые. Ленточные конвейеры могут иметь резиновую (или из других гибких мягких материалов) либо стальную ленту или ленту из проволоочной сетки. Для резиновых лент предельный угол наклона 20° . Резиновые ленты применяют только для перемещения холодных заготовок, например, отходов листоштамповочных цехов к пакетировочным отделениям, или заготовок от прессы к прессу. Для перемещения горячих заготовок и поковок в кузнечных цехах применяют стальные ленты толщиной 0,6—1,4 мм и шириной до 650 мм или ленту из проволоочной сетки.

Пластинчатые стационарные конвейеры применяют в кузнечных цехах для передачи заготовок на большие расстояния, а также для удаления отходов от обрезных прессов. Переносные пластинчатые конвейеры обычно

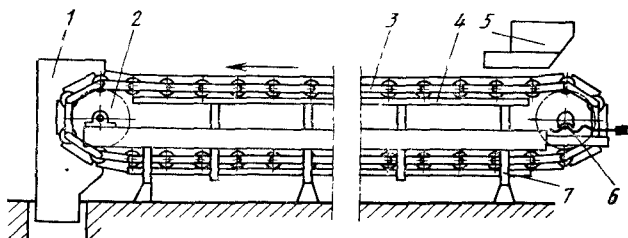


Рис. 8.7. Пластинчатый конвейер

применяют для передачи заготовок от нагревательных печей к прессам и молотам в кузнечных цехах и подачи заготовок от технологического агрегата к обрезающему прессу. В пластинчатых конвейерах (рис. 8.7) цепи 3 с пластинами и опорными катками движутся по рельсам 4. Приводные звездочки 2 тянут все подвижное полотно. Для регулирования натяжения цепи 3 служат натяжные звездочки 6. На загрузочной позиции 5 конвейера укладываются заготовки или поковки, на разгрузочной позиции 1 их снимают с конвейера. Вся конструкция конвейера установлена на раме 7.

В последнее время пластинчатые конвейеры используют для сбора отходов в листоштамповочных цехах.

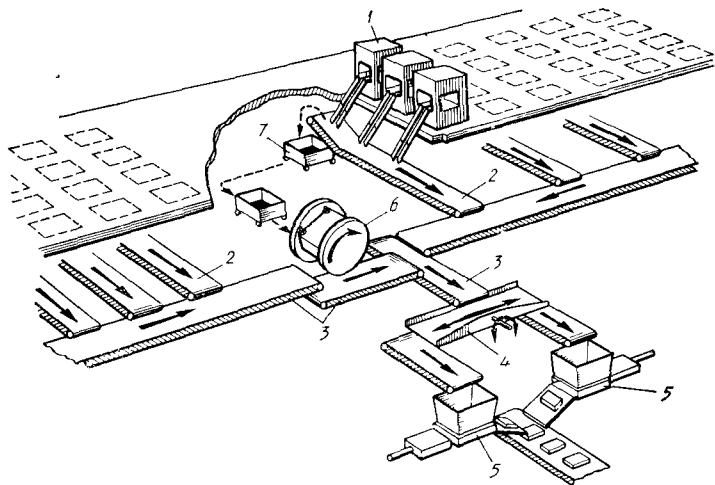


Рис. 8.8. Система пластинчатых конвейеров для сбора отходов

Система пластинчатых конвейеров, предназначенная для сбора отходов листоштамповочного производства, показана на рис. 8.8. Вдоль каждой линии прессов 1 под полом установлены пластинчатые конвейеры 2. Они подают отходы, попадающие на них по склизам, на главный пластинчатый конвейер 3, а с него — в опрокидывающийся бункер 4, от которого производится периодическая загрузка пакетировочных прессов 5. В случае выхода из строя конвейеров 2 отходы по склизам направляются к сборным тележкам 7, которые разгружаются с помощью опрокидывателя 6 на конвейер 3.

Цепные конвейеры, применяемые в кузнечных цехах, бывают горизонтальными и наклонными. Цепи в них расположены в несколько рядов, образуя общее полотно, на которое укладываются нагретые заготовки. О конструкциях приводных и не приводных роликовых конвейеров, склизов и лотков и их использовании для механизации перемещения деталей, заготовок и отходов говорилось в гл. 3.

Для обслуживания складов применяют специальные погрузчики — напольные безрельсовые штабелеры, поднимающие грузы на высоту более 7 м. Штабелеры обслуживают высокие многоярусные стеллажи.

Для передачи грузов из пролета в пролет применяются рельсовые платформы с электромеханическим приводом.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- ✓ 1. Автоматизация загрузки прессов штучными заготовками/В.Ф. Прейс, Н. С. Бляхерев, В. В. Прейс и др.; Под ред. В. Ф. Прейса, М., 1975. 280 с.
2. Злотников С. Л., Казакевич П. И., Михайлова В. Л. Техника безопасности и промышленная санитария в кузнечно-прессовых цехах. М., 1984. 256 с.
- ✓ 3. Катков В. Ф. Оборудование и средства автоматизации и механизации заготовительно-штамповочных работ. М., 1984. 312 с.
4. Клусов И. А. Технологические системы роторных машин. М., 1976. 231 с.
5. Козырев Ю. Г. Промышленные роботы. Справочник. М., 1983. 376 с.
6. Норицын И. А., Шехтер В. Я., Мансуров А. М. Проектирование кузнечных и холодно-штамповочных цехов и заводов. М., 1977. 423 с.
- ✓ 7. Погорелов В. И. Элементы и системы гидропневмоавтоматики. Л., 1979. 184 с.
8. Программное управление станками/ В. Л. Сосонкин, О. П. Михайлов, Ю. А. Павлов и др. М., 1981. 398 с.
9. Розен Г. М., Убрятов А. А., Петин А. А. Механизация и автоматизация листовой штамповки в автомобилестроении. М., 1983. 327 с.
10. Устройство промышленных роботов/Е. И. Юревич, Б. Г. Аветиков, О. Б. Корытко и др. Л., 1980. 333 с.

Гос

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Глава 1. Общие вопросы автоматизации в кузнечно-штамповочном производстве	4
Глава 2. Средства автоматизации и механизации процессов штамповки из непрерывного материала	17
2.1. Устройства для подачи лент, прутков и проволоки	17
2.2. Устройства для подачи листового и полосового материала	42
Глава 3. Автоматизация процессов штамповки деталей из штучных заготовок	50
3.1. Автоматические бункерные захватно-ориентирующие устройства	50
3.2. Подающие и передающие устройства	64
3.3. Механические руки	86
3.4. Манипуляторы и промышленные роботы	99
3.5. Устройства для удаления штампованных изделий и отходов	124
Глава 4. Автоматизация процессовковки	140
4.1. Автоматизация и механизация процессов свободнойковки	140
4.2. Автоматизация процессов ротационнойковки	166
Глава 5. Контрольно-блокирующие устройства в кузнечно-штамповочном производстве	170
5.1. Общие сведения о контрольно-блокирующих устройствах	170
5.2. Контрольно-блокирующие устройства	174
Глава 6. Приводы средств автоматизации и механизации кузнечно-штамповочного производства	192
6.1. Общие сведения	192
6.2. Электрический привод	196
6.3. Гидравлический привод	200
6.4. Пневматический привод	208
Глава 7. Автоматические линии и комплексы кузнечно-штамповочного производства	216
7.1. Автоматические линии	216
7.2. Комплексы для штамповки деталей	241
Глава 8. Подъемно-транспортные устройства кузнечно-штамповочных цехов	260
8.1. Подъемные устройства	260
8.2. Транспортирующие машины	265
Список рекомендуемой литературы	270