

ОБОРУДОВАНИЕ МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩЕЕ

Цель производства – выпуск продукции конкурентоспособной по цене и качеству на мировом рынке.

Снижение цены достигается массовостью производства, автоматизацией и введением гибкости в производство, т.е. сокращением времени, затрачиваемым на переналадку при частой смене деталей либо заменой ручного труда на работу роботов и манипуляторов.

Основные понятия

Рабочая машина – это сочетание механизмов и устройств, выполняющих определенные целесообразные действия для производства полезной работы.

С помощью рабочих машин изменяют форму, свойства, положение и состояние объектов труда. Любая развитая рабочая машина состоит из двигательного, передаточного и исполнительного механизмов. Наиболее важным в РМ является исполнительный механизм, состав которого определяет технологические возможности, степень универсальности и наименование РМ (токарный, фрезерный, сверлильный станок и т.д.). В РМ обработка совершается без участия оператора, исполнительными механизмами управляет сама РМ.

Современные рабочие машины можно классифицировать по различным признакам, важнейшими среди которых являются:

- 1) технологическое назначение (токарные, шлифовальные, сборочные, упаковочные и др.);
- 2) степень универсальности (универсальные, специальные, специализированные);
- 3) степень автоматизации (полуавтоматы, автоматы, гибкие производственные системы).

Кроме того, рабочие машины можно классифицировать по направлению геометрической оси (горизонтальные и вертикальные); по числу позиций (одно- и многопозиционные); по принципу действия (последовательного, параллельного, последовательно-параллельного действия); по типу системы управления (управляемые упорами, копирами, распределительным валом с кулачками, перфолентами, перфокартами, магнитными лентами, магнитными дисками, мини-ЭВМ, микропроцессорами). Значительная часть этих признаков отражается в названиях машин, например: универсальный токарный станок, многошпиндельный специальный токарный полуавтомат, гибкий производственный модуль, роботизированный технологический комплекс и т. д.

Для изготовления одних и тех же изделий, как правило, могут быть сконструированы или использованы варианты машин, различающиеся степенью автоматизации, универсальностью, числом позиций, принципом действия и т. д. Они также различаются технико-экономическими показателями, которые являются критериями их сравнительной оценки: производительностью, надежностью в работе, стоимостью, числом обслуживающих рабочих, себестоимостью эксплуатации.

Рабочий цикл – периодическая повторяемость отдельных движений, связанная с дискретным выпуском деталей.

После пуска РМ сначала происходят вспомогательные движения: подача заготовки в зону резания, ее зажим, включение, подвод инструментов в течение времени $t_{в1}$. Затем происходит обработка в течение времени t_p , после этого следуют вспомогательные движения в течение времени $t_{в2}$, отвод инструмента, выключение машины, разжим заготовки снятие обработанной заготовки.

Следовательно, рабочий цикл - это интервал времени между двумя одноименными операциями при безотказной работе машины.

t_p – время рабочих ходов; $t_{в}$ – время вспомогательных ходов.

Рабочими ходами исполнительных механизмов машины называют такие движения, благодаря которым производится непосредственное технологическое воздействие на обрабатываемую заготовку (обработка, контроль, сборка).

Вспомогательными ходами называют движения механизмов, которые служат для подготовки условий, необходимых для обработки (подача и зажим заготовок, подвод и отвод инструментов, переключение скоростей). Некоторые рабочие и вспомогательные ходы могут совмещаться во времени.

За время рабочего цикла машина обычно выдает одно изделие, т.е., каждый механизм за время цикла при изготовлении одного изделия, как правило, срабатывает один раз. Если машина, кроме того, выполняет самостоятельно вспомогательные ходы, а также управление последовательностью отдельных движений, она является автоматической машиной (автоматом).

Автоматом называют рабочую машину, которая при выполнении технологического процесса без участия человека производит все рабочие и вспомогательные ходы рабочего цикла и требует лишь контроля и наладки.

Таким образом, конструктивным признаком автомата является наличие полного комплекта механизмов рабочих и вспомогательных ходов, осуществляющих все движения рабочего цикла и систему управления, координирующую их работу.

Механизмы рабочих и вспомогательных ходов, выполняющие отдельные элементы рабочего цикла, называют целевыми.

Степень автоматизации машины можно повысить путем введения автоматизирующих механизмов и устройств для регулирования и стабилизации обработки, контроля качества изделий, зажима и подналадки инструмента, уборки отходов, замены инструментных коробок и т. д. Если работа этих механизмов не связана непосредственно с рабочим циклом автомата, их называют внецикловыми.

Полуавтомат. Если в комплекте целевых механизмов автомата отсутствуют один из его основных механизмов и этот элемент рабочего цикла выполняют вручную или с помощью средств механизации, то это — полуавтоматическая рабочая машина (полуавтомат). Полуавтоматом называют машину, работающую в автоматическом цикле, для повторения которого требуется вмешательство рабочего (загрузка заготовок и съём изделий или ориентирование и зажим заготовок).

К полуавтоматам относят зуборезные станки (зубодолбежные, зубофрезерные, зубострогальные). В них рабочий производит ручную загрузку и закрепление заготовок в шпинделе, после чего нажатием кнопки включает автоматический цикл

Инструменты подходят к обрабатываемой заготовке и выполняют полный цикл нарезания всех зубьев при соответствующей координации всех рабочих движений; после обработки инструменты отводятся в исходное положение и станок сам выключается

Автоматическая линия - это автоматически действующая система машин, расположенных в определенной технологической последовательности и объединенных общими средствами транспортирования заготовок, управления, накопления заделов, удаления отходов, и выполняющая определенную обработку заготовки какой-либо определенной детали.

Гибкой производственной Системой называют совокупность в различных сочетаниях оборудования с ЧПУ, РТК, гибких производственных модулей, отдельных единиц технологического оборудования и систем обеспечения их функционирования в автоматическом режиме в течение заданного интервала времени, обладающую свойством автоматизированной переналадки при производстве изделий произвольной номенклатуры в установленных пределах значений их характеристик.

По организационным признакам различают следующие виды ГПС: гибкую автоматизированную линию; гибкий автоматизированный участок; гибкий автоматизированный цех.

Гибкая автоматизированная линия (ГАЛ) — это ГПС в которой технологическое оборудование расположено в принятой последовательности технологических операций.

Гибкая автоматизированная линия характеризуется высокой мобильностью. Она легко переналаживается на изготовление деталей другого вида. Она состоит из единиц оборудования с высокой степенью автоматизации. Линия обычно позволяет обрабатывать заготовки деталей, выпускаемых малыми и средними партиями. Линия для механической обработки включает группу высокоавтоматизированных станков, транспортную систему автоматизированной подачи заготовок и инструмента, ЭВМ с системой программного управления и ряд других механизмов.

Гибкая производственная система, функционирующая по технологическому маршруту, в котором предусмотрена возможность изменения последовательности использования технологического оборудования, называется *гибким автоматизированным участком*.

Гибкая производственная система, представляющая собой в различных сочетаниях совокупность гибких автоматизированных линий, гибких автоматизированных участков, роботизированных технологических участков для изготовления изделий заданной номенклатуры, называется *гибким автоматизированным цехом*

Гибкий автоматизированный цех представляет собой дальнейшую более высокую ступень развития рабочей машины, в которой элементами, выполняющим рабочие ходы, являются уже отдельные гибкие автоматизированные линии. Функции механизмов вспомогательных ходов выполняют сложные системы межлинейного, межучасткового и межстаночного транспортирования заготовок, изделий, собранных узлов, системы автоматического складирования. Функции управления автоматизированным цехом осуществляются уже посредством автоматических и автоматизированных систем управления производством на базе

вычислительной техники с использованием центральной ЭВМ, микропроцессорной техники, системы автоматизированного проектирования (САПР). Кроме того, здесь уже широко используются автоматизированные системы управления предприятием (АСУП), автоматизированные системы инструментального обеспечения (АСИО), автоматизированные системы технологической подготовки производства (АСТПП), автоматизированные транспортно-складские системы (АТСС) и т. д. Составной частью ГПС является гибкий производственный модуль (ГПМ).

Гибкий производственный модуль — это единица технологического оборудования для производства изделий произвольной номенклатуры с ПрогУправл, автономно функционирующая, автоматически осуществляющая все функции, связанные с их изготовлением, имеющая возможность встраиваться в ГПС.

ГПМ предназначен для обработки ряда различных деталей, он может иметь устройство, определяющее износ инструмента, его поломки, ставить диагноз неполадок в работе и т. д.

Создание и внедрение автоматизированных цехов создает предпосылки перехода к гибкому автоматизированному заводу (ГАЗ) с широкой комплексной автоматизацией производственных процессов выпуска самой сложной машиностроительной продукции. Этот завод, управляемый ЭВМ различного класса, обеспечивает быстрый переход с изготовления одного вида продукции на другой.

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Основным фактором повышения производительности труда в любой отрасли производства является рост производительности машин, количества выпускаемой продукции требуемого качества.

Для выполнения любой работы требуются определенные затраты времени:

$$T = t_p + t_B$$

где T — время, в течение которого производится обработка; t_p — время, затрачиваемое на рабочие ходы, т. е. непосредственно на обработку данной заготовки; t_B — время, затрачиваемое на вспомогательные ходы при выполнении всего цикла обработки заготовки (подвод и отвод инструмента, подача заготовки, включение отдельных механизмов и т. д., т. е. цикловые потери времени).

Так как за время T заканчивается обработка одной заготовки, то, очевидно, при установившемся режиме работы автоматической машины для обработки следующей такой же заготовки потребуется то же самое время T .

Производительностью рабочей машины называют число деталей, изготовляемых в единицу времени. Для того, чтобы количественно оценить производительность автоматизированного производственного оборудования, необходимо выпущенную продукцию отнести к отрезку времени, за который эта продукция произведена.

Если за период рабочего цикла T автоматическая машина выпускает одно изделие, то при условии бесперебойной работы ее цикловая производительность $Q_{ц} = 1/T = 1/(t_p + t_B)$. Если за период рабочего цикла T производится не одно, а p изделий, то цикловая производительность $Q_{ц} = p/T$.

В машиностроении значительную часть выпускаемой продукции представляет штучная продукция, поэтому в основу взята штучная производительность, т. е. число изделий, изготовленных в единицу времени.

Если в автоматической машине отсутствуют вспомогательные ходы ($t_B = 0$; $T = t_p$) и технологический процесс происходит непрерывно, цикловая производительность (шт/мин) $Q_{ц} = 1/t_p = K$.

Величину K называют также **технологической производительностью** рабочей машины, или **наибольшей технологической производительностью**.

Проектирование любого автоматизированного оборудования начинают с разработки технологического процесса: выбора методов и последовательности обработки, технологических баз, режущего инструмента, дифференциации технологического процесса на элементы, совмещения операций в каждой рабочей позиции, выбора режимов обработки и т. д. В результате этого определяют длительность обработки заготовки согласно технологическому процессу — время рабочих ходов. Таким образом, еще не имея конструкции автоматической рабочей машины, можно рассчитать ее технологическую производительность K . Например, если согласно принятому технологическому процессу длительность изготовления детали $t_p = 2$ мин, то, проектируя машины, можно считать, что она не может иметь технологическую производительность выше, чем $K = 0,5$ шт/мин.

Технологическая производительность автоматизированного оборудования зависит от обрабатываемых изделий, методов и режимов обработки. Так, при

обработке резанием цилиндрических поверхностей время рабочих ходов рассчитывается по формуле

$$t_p = \frac{l}{nS} = \frac{\pi dl}{1000vS}$$

где l — длина хода инструмента, мм;
 n — частота вращения шпинделя, мин⁻¹;
 S — подача, мм/об;
 v — скорость резания, м/мин;
 d — диаметр обрабатываемой поверхности, мм.

Отсюда

$$K = \frac{l}{t_p} = \frac{1000vS}{\pi dl}$$

Повышение технологической производительности достигается интенсификацией режимов обработки (v и S), применением новых прогрессивных технологических процессов, сокращением длины обрабатываемого участка l , приходящегося на каждый инструмент, совмещением операций между собой и другими методами. При этом технологический потенциал производительности машины повышается.

В автоматизированном оборудовании дискретного действия со вспомогательными ходами цикловая производительность всегда меньше технологической:

$$Q_{\text{ц}} = \frac{1}{t_p + t_{\text{в}}} = \frac{1}{\frac{1}{K} + t_{\text{в}}} = K \frac{1}{Kt_{\text{в}} + 1} = K\eta.$$

Таким образом, цикловая производительность автоматизированного оборудования представляет собой произведение технологической производительности K на коэффициент производительности η . Коэффициент производительности — это отношение времени рабочих ходов к периоду цикла:

$$\eta = \frac{1}{Kt_{\text{в}} + 1} = \frac{Q_{\text{ц}}}{K} = \frac{t_p}{T}.$$

Величина η характеризует степень непрерывности протекания технологического процесса в машине, автомате или автоматической линии. Так, $\eta=0,8$ означает, что в рабочем цикле 80% составляют рабочие ходы, а 20% — вспомогательные; следовательно, возможности, заложенные в технологическом процессе, использованы на 80 %.

Коэффициент производительности характеризует собой конструктивное совершенство автоматизированного оборудования, степень приближения к системам машин непрерывного действия.

Таким образом, два вида производительности — технологическая и цикловая — характеризуют автоматизированное оборудование с точки зрения, как прогрессивности технологического процесса, так и конструктивного совершенства механизмов и устройств, системы управления и т. д.

Для большинства автоматов и автоматических линий длительность рабочего цикла и всех его элементов остается неизменной в процессе работы машины,

поэтому технологическая и цикловая производительности являются постоянными величинами.

Из уравнения $Q_{ц} = K\eta = K \frac{1}{(Kt_b + 1)}$ следует, что коэффициент производительности одновременно зависит от t_b и K . Если принять $t_b = \text{const}$, то с увеличением K

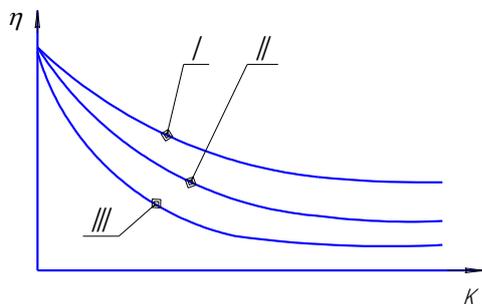


Рис. 1.

величина η уменьшается, как показано на рис. 1. Кривые I, II, III соответствуют трем значениям t_b .

Таким образом, при повышении технологической производительности, с одной стороны, увеличивается производительность, с другой — уменьшается коэффициент производительности, что ведет к снижению темпа роста цикловой

производительности. Поэтому повышение производительности автоматизированного оборудования возможно лишь при учете взаимодействия между указанными двумя факторами.

Откладывая по оси абсцисс технологическую производительность, а по оси ординат — цикловую производительность автомата или автоматической линии,

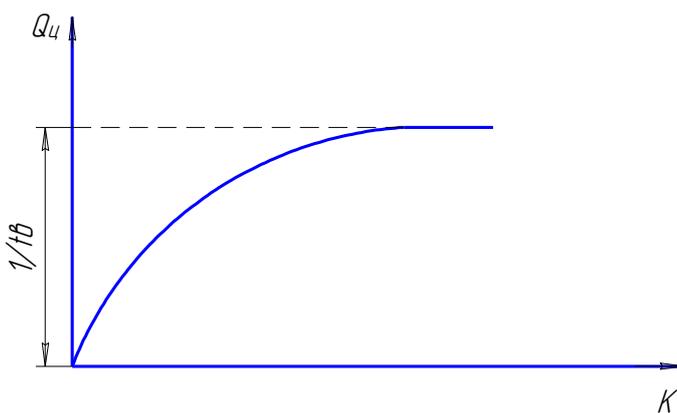


Рис. 2.

получим графическое изображение (рис. 2) основного уравнения производительности $Q_{ц} = \frac{K}{Kt_b + 1}$. В то

время как идеальная рабочая машина дает линейную зависимость производительности от K , цикловая производительность автомата с постоянными значениями вспомогательных ходов носит асимметричный характер. При $t_b = \text{const}$ наибольшая производительность (шт/мин) машины равна

$$Q_{\max} = \lim_{K \rightarrow \infty} \frac{K}{Kt_b + 1} = \frac{1}{t_b}$$

Если уменьшается время вспомогательного хода ($t_b \rightarrow 0$), то производительность $Q_{ц}$ стремится к технологической.

Если $K \rightarrow \infty$ и $t_b \rightarrow 0$, то нет предела повышения производительности.

Таким образом, если увеличивается только технологическая производительность при $t_b = \text{const}$, то любой автомат или линия имеет предел повышения производительности. Если наряду с увеличением технологической производительности при создании новых машин сокращается время на вспомогательные ходы, то производительность машин предела не имеет.

Определив производительность автоматизированного производственного оборудования за длительный промежуток времени путем деления количества выпускаемой продукции за календарный отрезок времени на его продолжительность, видим, что она ниже значения, рассчитанного по формуле

$Q=K/(t_p + t_b)$. Причиной является то, что любой автомат или линия в пределах планового фонда времени работает не непрерывно, а с паузами (простоями), в течение которых готовая продукция не выдается.

Причины простоев — различные факторы, часть которых является **регламентированными** (планово-предупредительная смена инструмента, профилактика механизмов, сдача и приемка смены, уборка и очистка, юстировка системы, профилактика или подналадка), а часть — **случайными** (устранение отказов механизмов, устройств, инструментов, ЭВМ, системы управления, перебои в снабжении заготовками, инструментами, электроэнергией, несвоевременный приход и уход рабочих). Простоем является и время, потраченное на изготовление деталей с браком.

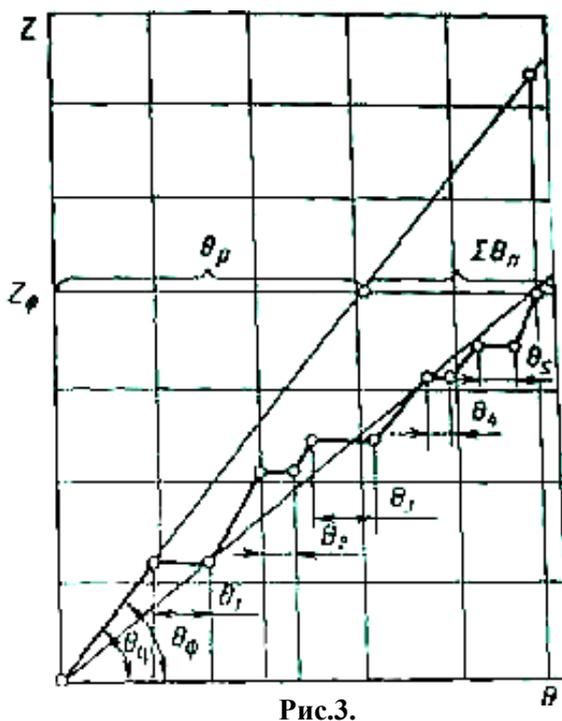


Рис.3.

На рис. 3 представлена диаграмма работы автоматической машины, где по оси абсцисс отложено текущее время θ , начиная с момента времени пуска, а по оси ординат — количество продукции Z выпущенной за это время. В момент пуска ($\theta = 0$) количество выпущенной продукции $Z = 0$; машина предполагается работоспособной.

Наклонная линия показывает, что при бесперебойной работе число обработанных заготовок пропорционально проработанному времени. Это справедливо при постоянстве рабочего цикла $T = \text{const}$. В некоторый момент времени происходят неполадки, например поломка резца, что вызывает простой в течение времени θ_1 — на рисунке — горизонтальная линия. После устранения неполадки машина

снова включается, число обработанных заготовок начинает возрастать до тех пор, пока не происходит очередная пауза длительностью θ_2 .

Чем чаще и длительнее простои, тем ниже производительность машины. Рассмотрим период θ , в течение которого машина выпускает Z_ϕ штук деталей. Тогда согласно определению производительность машины равна количеству выпущенной продукции, деленному на тот интервал времени, в течение которого она выпущена, т. е. $Q = Z_\phi/\theta$. Общее время наблюдения складывается из времени работы и простоев: $\theta = \theta_p - \theta_n$. Количество выпущенной продукции пропорционально суммарному времени работы: $Z_\phi = \theta_p/T$.

После преобразований получаем

$$Q = Q_{ц} \eta_{ис}$$

Величину $\eta_{ис}$ — отношение времени бесперебойной работы автомата или линии за какой-то период к суммарному времени работы и простоев за тот же период — называют **коэффициентом использования**. Коэффициент использования характеризует качество работы оборудования, уровень эксплуатации, надежность в работе, степень нагрузки и численно показывает долю времени работы оборудования в общем фонде времени.

Для того чтобы учесть влияние внецикловых простоев на производительность ГПС, необходимо суммарную величину простоев отнести к одной обработанной заготовке.

Итак, коэффициент использования равен

$$\eta_{\text{ис}} = \frac{1}{1 + \frac{\sum t_{\text{п}}}{T}} = \frac{1}{1 + \sum B},$$

где $\sum B$ – простои на единицу времени безотказной работы.

Следовательно, фактическая производительность автомата, автоматической линии или гибкой производственной системы следующая:

$$Q_{\text{ф}} = Q_{\text{ц}} \eta_{\text{ис}} = \frac{1}{t_{\text{р}} + t_{\text{в}} + \sum t_{\text{п}}}.$$

Таким образом, для того, чтобы учесть влияние внецикловых простоев автоматов и комплексов на их производительностью нужно разделить суммарное время простоев за определенный промежуток времени на число заготовок, обработанных за тот же промежуток времени, и полученное значение прибавить к значению фактической длительности рабочего цикла.

Следовательно, внецикловые потери, подобно вспомогательным ходам, оказывают существенное влияние на производительность, однако природа их возникновения иная: вспомогательные ходы строго регламентированы и повторяются в течение каждого цикла, а внецикловые потери являются случайными величинами.

Для любых автоматов, АЛ и ГПС можно классифицировать потери времени в процессе эксплуатации. Эта классификация является одним из параметров анализа любых машин различного технологического назначения.

1. Потери по вспомогательным ходам: подача обрабатываемой заготовки с позиции на позицию; фиксация, зажим и разжим заготовки, подвод и отвод рабочих органов; переключение отдельных механизмов и т.д., т.е. все несомещенные вспомогательные ходы рабочего цикла, когда машина работает, а обработка не происходит.

Вспомогательные ходы являются цикловыми потерями времени, так как происходят в процессе работы. Остальные виды потерь внецикловые, так как вызываются простоями.

2. Потери по инструменту, когда автоматическая машина неработоспособна вследствие неработоспособности инструмента: смена инструмента; ожидание наладчика; хождение за инструментом; передача инструмента из магазина, повторная заточка, правка инструмента и т. д.

3. Потери по оборудованию, когда автоматическая машина неработоспособна из-за неработоспособности механизмов и устройств: регулирование и ремонт механизмов машины; ожидание по ремонту мастера; получение запасных частей; ожидание изготовления деталей; замена панелей; наладка системы управления; профилактика микропроцессоров и ЭВМ и др.

4. Потери по организационным причинам, когда механизмы, устройства и инструменты, а следовательно, автоматическая машина в целом работоспособна, но не работает по внешним причинам: периодическая заправка материала; уборка отходов; сдача деталей и получение заготовок; переговоры по работе; сдача смены; отсутствие заготовок: отсутствие рабочего и т. д.

5. Потери по браку, когда **машина формально работает** и выдает продукцию, которая не соответствует техническим требованиям и не является годной: брак изделий при наладке машины первых операций; **брак** вследствие нарушения настройки комплекса, брак материала, обнаруженный после первых операций.

6. Потери по переналадке, когда автоматическая машина работоспособна и может выдавать те изделия, на обработку которых должна быть настроена: переналадка механизмов в связи с переходом на изготовление другого изделия; замена технологической оснастки; замена программносителей; кинематическая настройка; смена схватов робота; смена приспособлений и инструментов и др.

Указанные виды потерь можно проследить для любых типов автоматических машин, автоматов, автоматических линий, гибких производственных систем и т. д. Так, для токарного роботизированного комплекса (см. рис. 1) потерям первого вида относятся подвод и отвод суппорта; подача заготовки в зону резания и съем детали; зажим и разжим заготовки; к потерям второго вида — смена и регулирование резцов; к потерям третьего вида — устранение отказов механизмов станка, робота и системы управления; к потерям четвертого вида — отсутствие заготовок; уборка стружки и отходов; несвоевременный приход и уход наладчиков; к потерям пятого вида — время, затраченное на обработку бракованных деталей с браком; к потерям шестого вида — переналадка, смена программносителей, замена инструмента, регулирование кинематической цепи и системы управления.

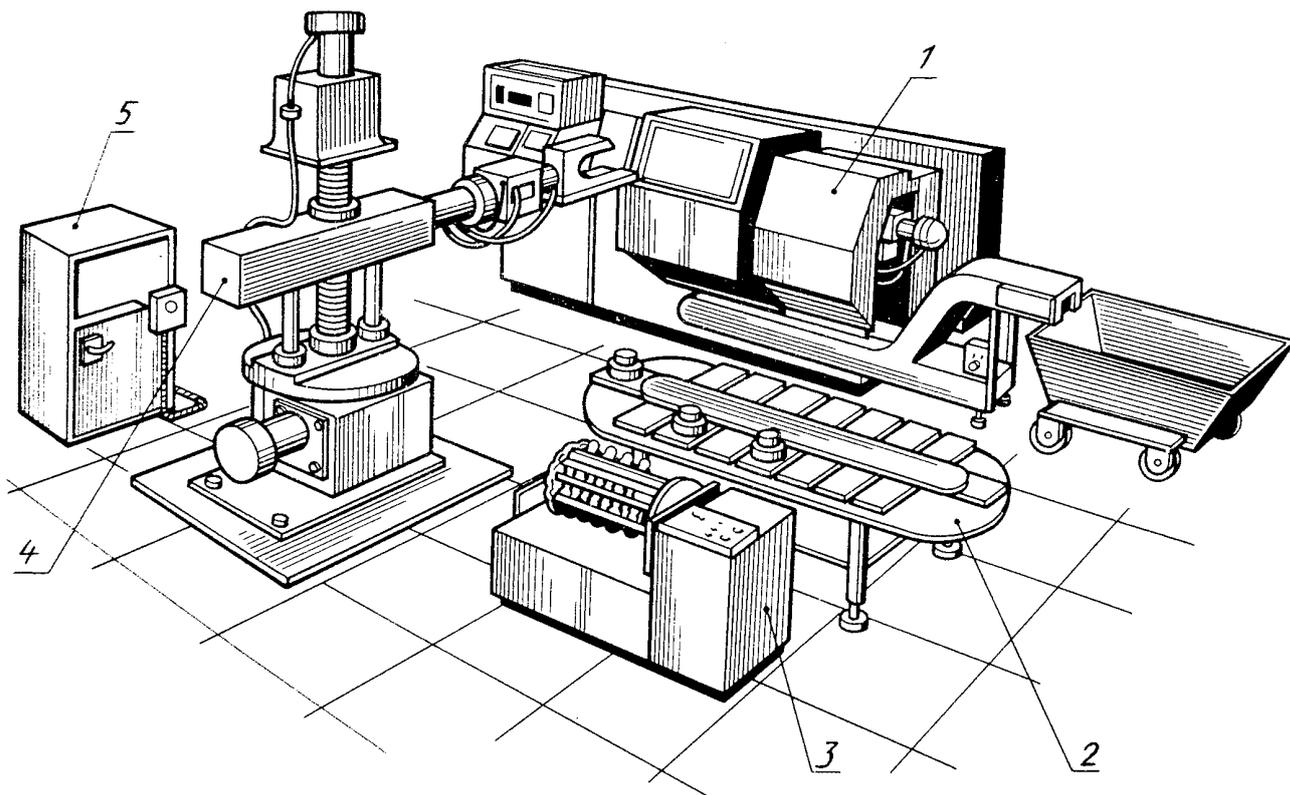


Рис.1 Роботизированный технологический комплекс 1720ПФ30

Внецикловые потери являются одним из важнейших параметров в теории производительности и надежности автоматических машин. Все внецикловые потери можно разделить на две категории: 1) потери, вызванные причинами, прямо или косвенно связанными с конструкцией и режимом работы автоматической машины или АЛ, — собственные потери по инструменту, ремонту или регулированию механизмов и устройств, брак операций,

выполняемых на линии и т. д.; 2) **потери, вызванные внешними организационно-техническими причинами**; отсутствие заготовок; брак предыдущих операций, обнаруженный при обработке, несвоевременный приход и уход рабочего и др. Коэффициент использования любой рабочей машины

$$\eta_{\text{ис}} = \frac{\theta_p}{\theta} = \frac{\theta_p}{\theta_p + \sum \theta_c + \sum \theta_{\text{о.т.}}} = \eta_{\text{тех}} \eta_z$$

где $\sum \theta_c$ — собственные простои машины за отрезок времени θ ;

$\sum \theta_{\text{о.т.}}$ — организационно-технические простои за тот же отрезок времени.

$$\eta_{\text{тех}} = \frac{\theta_p}{\theta_p + \sum \theta_c} - \text{коэффициент технического использования, определяют с}$$

учетом только собственных потерь; его значение показывает, какую долю времени работает РМ при условии обеспечения всем необходимым;

$$\eta_z = \frac{\theta_p + \sum \theta_c}{\theta_p + \sum \theta_c + \sum \theta_{\text{о.т.}}} - \text{коэффициент загрузки, он определяется с учетом как}$$

собственных, так и организационно-технических потерь. Его значение показывает, какую долю общего планового фонда времени машина работает, ремонтируется, ремонтируется, налаживается и какую долю простаивает по внешним причинам.

Все виды производительности — технологическая, цикловая и фактическая — могут рассматриваться в трех формах: ожидаемая, действительная и требуемая.

Ожидаемая производительность — это предполагаемый уровень производительности автоматического комплекса на стадии его проектирования. Ее прогнозируют с учетом запроектированной длительности рабочего цикла, ожидаемой надежности и т. д. Ожидаемую производительность с учетом только собственных простоев часто называют технической производительностью.

Действительная производительность — это производительность действующих автоматических машин или комплексов. Реальный уровень технической, цикловой и фактической производительности характеризует степень реализации замысла проектировщиков автоматического комплекса и может значительно отличаться от проектных значений, а также быть переменным во времени эксплуатации.

Требуемую производительность определяют, исходя из заданной производственной программы предприятия, смет экономически целесообразного выпуска продукции и т. д.

ПРИВОДЫ И МЕХАНИЗМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В качестве приводов главного движения в автоматических машинах большое распространение получил привод с механическими коробками скоростей, которые дают возможность ступенчатой настройки частоты вращения шпинделя. В большинстве конструкций автоматов механические коробки скоростей характеризуются сравнительной простотой конструкции. Изменение частоты вращения шпинделя или распределительного вала осуществляется обычно сменными зубчатыми колесами во время наладки автомата. В станках с ЧПУ применяют автоматические коробки скоростей в приводах главного движения. **Требования к приводам главного движения:** необходимость использования всей мощности двигателя на любой заданной частоте вращения шпинделя, длительная работа при постоянной заданной частоте вращения и др.

Приводы подач сообщают движения суппортам, столам, агрегатным головкам, ползунам, заготовкам в круглошлифовальных станках, пинолям в сверлильных станках и т. д. **Приводы подач должны обеспечивать:** требуемый режим обработки; требуемый диапазон подач; требуемые силы; безлюфтовое движение исполнительного рабочего органа; заданное быстродействие; минимальное время на переключение скоростей и др.

В зависимости от требований изменение подачи может быть плавным или ступенчатым. При осуществлении ступенчатого ряда подач применяют механизмы: множительные, преобразующие, дифференциальные и планетарные, реверсивные, периодического действия, обгона. В зависимости от характера механизмов, используемых в приводах подач, в автоматизированном оборудовании применяют механические приводы, электромеханические приводы, гидравлические приводы, электрогидравлические приводы.

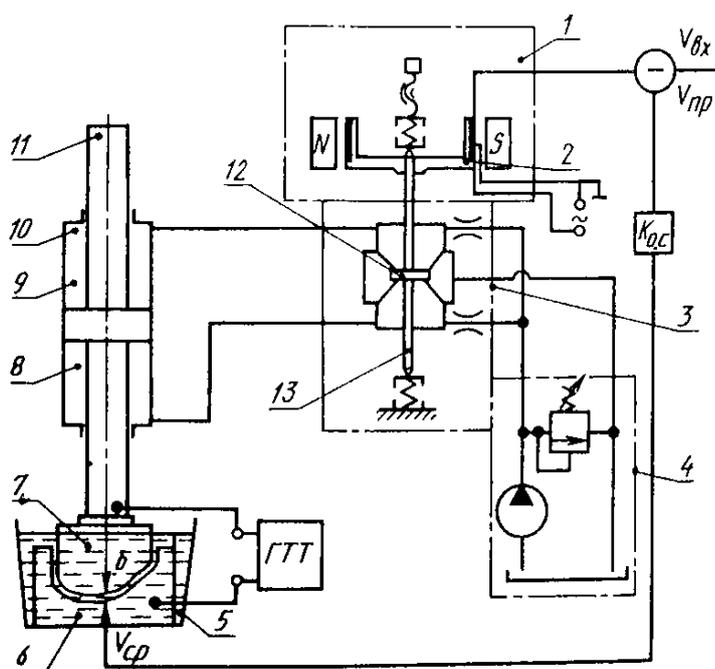


Рис.5. Электрогидравлическая схема симметричного следящего привода подачи инструмента электроэрозионного станка

Например, привод подачи инструмента электроэрозионного станка является электрогидравлическим. Схема привода приведена на **рисунке 5**. Привод по данной схеме предназначен для работы в замкнутой по положению системе автоматического регулирования, обеспечивающей стабилизацию заданного среднего напряжения V_{cp} между электродами 6 и 7, причем в качестве датчика обратной связи используется непосредственно объект регулирования межэлектродный зазор (МЭЗ), благодаря наличию определенной зависимости между V_{cp} и межэлектродным зазором. При поступлении разности сигналов

$V_{вх}—V_{пр}$ ($V_{пр}$ — напряжение преобразователя) на вход электромеханического преобразователя (ЭМП) 1, катушка 2, перемещаясь, смещает заслонку 12, расположенную на стержне 13. электрогидравлического усилителя (ЭГУ) 3, что приводит к изменению давления в полостях 8 и 9 гидроцилиндра 10. Шток 11 перемещается так, что уменьшается погрешность рассогласования. Напряжение в промежутке и МЭЗ стремятся к значению, заданному генератором технологического тока. Движению штока, а значит, и электроду- инструменту в основном оказывает сопротивление сила вытеснения или всасывания диэлектрика (который хранится в ванне 5) в МЭЗ, сила инерции подвижных масс гидроцилиндра и массы электрода-инструмента 7 с навесными приспособлениями. Сила, развиваемая штоком, равна разности произведений площади поршня на давление в соответствующих полостях гидроцилиндра. При симметричной конструкции гидроцилиндра $F_1 = F_2$, как показано на рис. 5, сила тяги штока одинакова в направлении подвода и отвода инструмента. Электрогидравлический преобразователь (ЭМП и ЭГУ) выполнен с полной гидравлической симметрией. Такая схема позволяет практически полностью предотвратить влияние вязкости масла и колебаний давления в напорной магистрали насосной установки 4 как на настройку нуля привода, так и на динамику его работы.

Пояснения: электроэрозионная обработка (ЭЭО) основана на удалении металла с поверхности обрабатываемой заготовки с помощью главным образом теплового воздействия импульсов электрического тока, возникающего в жидкой диэлектрической среде между электродами инструмента и заготовки. При подаче напряжения на электрод-инструмент и электрод-заготовку в межэлектродном зазоре (МЭЗ) возникает кратковременный дуговой разряд создающий локально на поверхности заготовки температуру 4000-5000 °С, под действием которой расплавляются микроучастки заготовки и инструмента. Расплавленные частицы попадают в МЭЗ и вследствие пиролиза жидкости выносятся через боковой зазор из зоны обработки. В качестве жидкого диэлектрика используются трансформаторное масло, смесь масла с осветительным керосином, чистый осветительный керосин и другие специальные смеси. Импульсы электрического тока имеют определенную форму и длительность и вырабатываются генератором технологического тока (ГТТ). Инструмент сделан из токопроводящих сплавов алюминия, меди, латуни или графита. Для стабильного и производительного протекания процесса ЭЭО необходимо строго выдерживать МЭЗ. При уменьшении МЭЗ ниже минимального процесс ЭЭО прекращается из-за зашлаковывания зоны обработки.

Для привода подачи силовых столов, как правило используют гидравлику. Гидравлический привод, обеспечивающий движение силового стола станка должен выполнять сложный цикл: быстрый подвод стола к обрабатываемой заготовке (БП); рабочую подачу стола (РП); быстрый отвод стола с инструментами в исходное положение (БО). Эти элементы цикла должны происходить в минимальные промежутки времени, что связано с производительностью автоматического комплекса.

Один из эффективных путей повышения производительности — сокращение времени вспомогательных ходов, которое составляет в ряде случаев свыше 25 % общего времени цикла. На рис. 6 приведена схема изготовления типовой детали: $L_{БП}$ — путь быстрого подвода; L_p — путь, определяемый разбросом времени

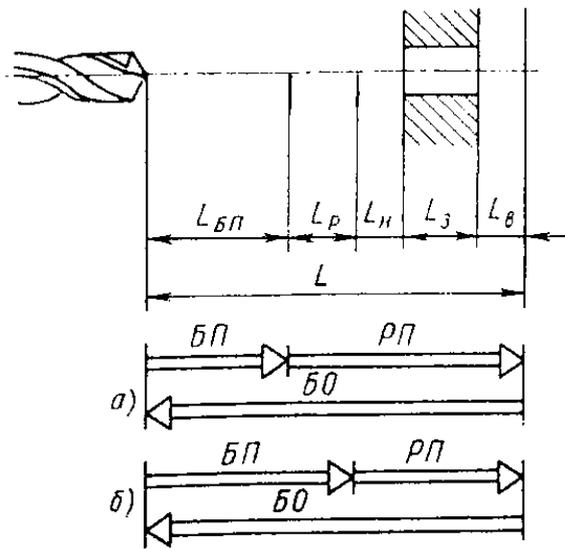


Рис. 6. Схема изготовления типовых деталей:

- а) – цикл при электрогидроуправлении;
 б) – цикл при механогидроуправлении.

инструмента (путь подвода на скорости рабочей подачи). Недоход определяется главным образом величиной L_p . Если обозначить разброс времени в моменте перехода с БП на РП через t_p , то потери времени от нестабильности момента перехода $t_{п} = (S_{БП}/S_{РП})t_p$.

Из формулы следует, что влияние нестабильности момента переключения на производительность возрастает с ростом скорости вспомогательных ходов.

В современных агрегатных станках нашли широкое применение гидравлические приводы подачи с путевым управлением переключением режимов движения, что обусловлено его преимуществами по сравнению с другими способами управления (по времени, давлению и т. д.). Контроль движения по пути является наиболее надежным средством, так как при этом исключается влияние изменения скорости движения механизмов на точность переключения.

В гидравлических приводах подач агрегатных станков с путевым управлением применяют две схемы, различающиеся типом датчика, подающего команду на переключение режимов движения: с электрогидравлическим управлением; с механогидравлическим управлением.

В агрегатных станках отечественной конструкции переключение режимов движения рабочих органов с БП на РП выполняется, как правило, с помощью электрогидравлических устройств — серийно выпускаемых гидропанелей УН74. Они позволяют осуществлять путевое управление переключением с БП на РП (первую и вторую), а также превращением дифференциальной схемы подключения гидроцилиндра в обычную. При этом сигнал на переключение подается от конечного выключателя, который включает электромагнит, управляющий соответствующим распределителем. Гидравлические приводы подачи с электрогидравлическим управлением имеют ряд существенных недостатков,

срабатывания устройств управления; $L_{и}$ — гарантированный участок, определяемый разбросом выставления инструмента, а также допуском на размер и точность установки заготовки; L_3 — размер пути обработки заготовки; $L_{в}$ — путь выбега инструмента; L — общая длина хода инструмента.

Учитывая, что в среднем в 50 % случаев путь L стол проходит со скоростью рабочей подачи, время цикла можно определить по формуле:

$$T_{ц} = \frac{L_{БП} + 0,5L_p}{S_{БП}} + \frac{0,5L_p - L_{и} + L_d + L_{в}}{S_{РП}} + L_{БО},$$

где $S_{БП}$, $S_{РП}$ и $S_{БО}$ — соответственно скорости БП, РП и БО.

Наиболее эффективный способ повышения производительности — сокращение времени движения стола со скоростью рабочей подачи до соприкосновения инструмента с заготовкой, которое определяется недоходом

приводящих к снижению производительности агрегатных станков: электрические устройства имеют большой разброс времени срабатывания (до 0,08 с), поэтому для предотвращения опасности поломки инструмента приходится увеличивать путь, проходимый инструментом в режиме РП, что ведет к увеличению вспомогательного времени; электрические управляющие устройства характеризуются низкой надежностью работы, что ведет к росту внецикловых потерь и, следовательно, к снижению производительности оборудования.

Устранение отмеченных недостатков возможно путем применения механогидравлического путевого управления переключением режимов движения, позволяющего с высокой точностью настраивать момент переключения (путь L_H составляет доли миллиметра) и отличающегося высокой надежностью работы. Расчет показывает, что замена электрогидравлического путевого управления механогидравлическим позволяет повысить цикловую производительность на 30—50 %.

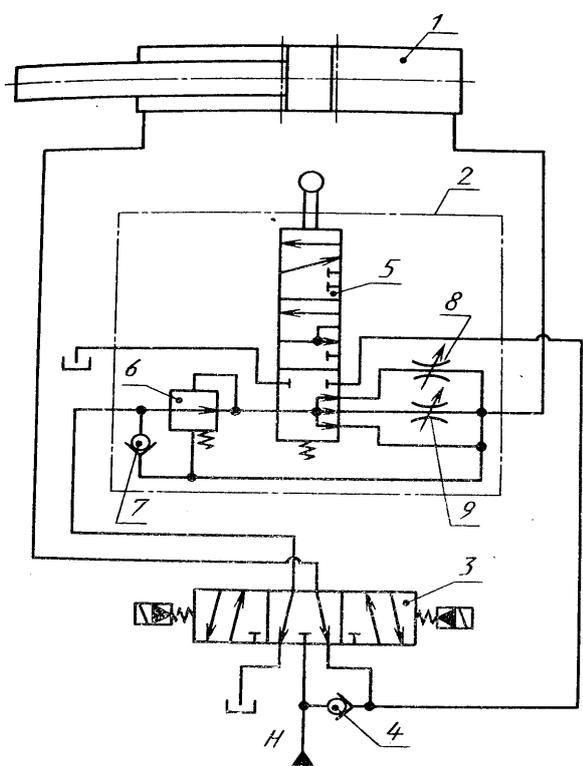


Рис. 7. Принципиальная гидравлическая схема привода подач с механогидравлическим управлением

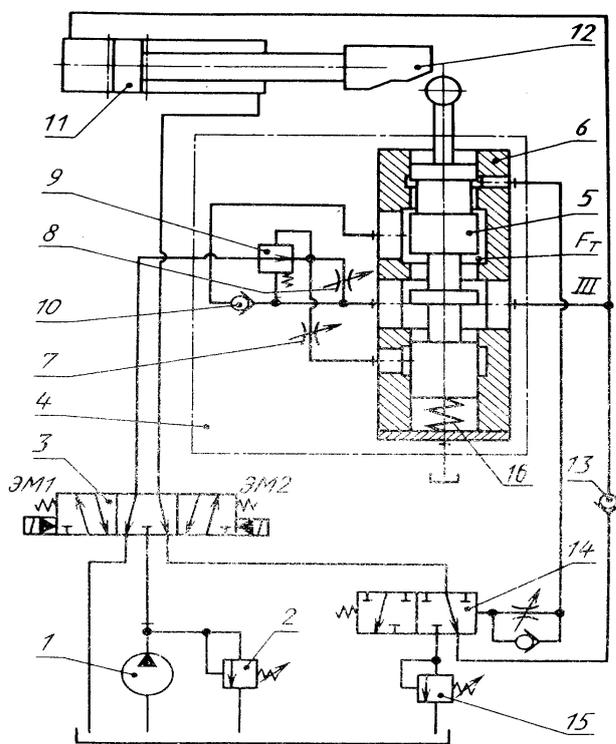


Рис. 8. Гидравлическая схема привода подач силового стола

На рис. 7 показана гидросхема ПГ36-1, позволяющая повысить цикловую производительность. В эту гидросистему входят: гидроцилиндр 1, гидропанель 2, распределитель 3 с электрогидравлическим управлением, обратный клапан 4. Гидропанель состоит из золотника 5 с путевым управлением, редукционного 6 и обратного 7 клапанов, дросселей 8 и 9. Переключение золотника 5 осуществляется от кулачка, установленного на подвижном силовом столе.

На рис. 8 показана гидравлическая схема, которая иллюстрирует работу гидропривода. Особенность этого гидропривода — в том, что включение гидроцилиндра при БП дифференциальное, а при РП — простое. Тормозное устройство включено в напорную гидрوليнию.

Гидропривод работает следующим образом. В исходном положении электромагниты ЭМ1 и ЭМ2 обесточены и плунжер распределителя 3 находится в среднем положении. Масло от насоса 1 сливается через переливной клапан 2 в бак. Плунжер 5 тормозного устройства, расположенный в корпусе 6 пружиной 16 смещен в крайнее верхнее положение. При быстром подводе включается электромагнит ЭМ1, благодаря чему золотник распределителя 3 смещается вправо (по схеме), соединяя линию нагнетания с входом в гидропанель 4. Масло от насоса 1 через путевой золотник 5 поступает в поршневую полость гидроцилиндра 11. Одновременно масло поступает через канал дистанционного управления под правый торец распределителя 14, смещая его золотник влево. Благодаря этому масло, вытесняемое из штоковой полости гидроцилиндра, через распределители 3 и 14 и обратный клапан 13 направляется в поршневую полость гидроцилиндра, увеличивая скорость быстрого подвода стола с инструментами к обрабатываемой заготовке/изделию (дифференциальное включение гидроцилиндра).

Переключение с БП на первую РП производится кулачком 12, который нажимает на ролик золотника 5, перемещая его в среднее положение. При этом масло от насоса через редукционный клапан 9 и дроссели 7 и 8 направляются в поршневую полость гидроцилиндра. Одновременно прекращается подвод масла под торец золотника распределителя 14, и последний под действием пружины смещается в правое положение, соединяя штоковую полость гидроцилиндра через клапан противодавления 15 со сливом (простое включение гидроцилиндра).

Команда на вторую РП подается кулачком 12, который перемещает золотник 5 в крайнее нижнее положение. При этом масло от насоса поступает в левую поршневую полость гидроцилиндра только через дроссель 8.

Команда на быстрый отвод подается от конечного выключателя, который обесточивает электромагнит ЭМ1 и включает электромагнит ЭМ2. Золотник распределителя 3 смещается в левое положение. Масло от насоса поступает в штоковую полость гидроцилиндра, а из поршневой полости масло через обратный клапан 10 сливается в бак.

В рассматриваемой гидравлической схеме редукционный клапан поддерживает постоянный перепад давления на дросселирующих щелях дросселей 8 и 9, благодаря чему установленная рабочая подача практически не зависит от нагрузки, действующей на подвижный рабочий орган — стол. Использование в качестве регулятора редукционного клапана позволяет применить один насос для питания нескольких гидроцилиндров, так как давление в линии нагнетания не зависит от нагрузки. Дроссели 8 и 9 установлены на входе в гидроцилиндр, что повышает надежность работы агрегатного станка. Преимуществом рассмотренной гидросистемы является минимальная длина коммуникаций.

Уравнение движения поршня в цилиндре:

$$m = \frac{d^2 S}{dt^2} = p_1 F_1 - p_2 F_2 - T,$$

где m - масса подвижных частей; S - скорость движения стола; p_1 и p_2 - давления соответственно в поршневой и штоковой полостях цилиндра; F_1 и F_2 - площади соответственно поршневой и штоков полостей гидроцилиндра; T - сила сопротивления трению.

ПРОМЫШЛЕННЫЕ РОБОТЫ И МАНИПУЛЯТОРЫ

Область применения и классификация промышленных роботов

Промышленные роботы (ПР) являются универсальным средством комплексной автоматизации производственных процессов.

Промышленный робот — автоматическая машина, стационарная или передвижная, состоящая из исполнительного устройства в виде манипулятора, имеющего несколько степеней подвижности, и перепрограммируемого устройства программного управления, для выполнения в производственном процессе двигательных и управляющих функций.

В настоящее время ПР используют в промышленном производстве для выполнения как технологических (пескоструйная обработка, нанесение лакокрасочных покрытий, точечная и шовная сварка, клепка, сборка и т. д.), так и вспомогательных операций (обслуживание прессов, молотов, металлорежущих станков, перегрузка и транспортирование материалов и заготовок и т. д.). Промышленные роботы позволяют улучшить использование технологического оборудования, выравнять и стабилизировать производительность отдельных станков, повышать сменность работы оборудования, уменьшать дефицит вспомогательного персонала и рабочих основного производства. Робот не утомляется, он практически нечувствителен к условиям труда. Моральное старение ПР происходит очень медленно, так как при смене объектов производства требуется только замена простой и недорогой оснастки и смена программы. Поэтому они могут многократно использоваться.

Роботы позволяют освободить человека от выполнения тяжелого, быстро утомляющего ручного труда, а также в тех случаях, когда работа связана с использованием вредных веществ.

Наиболее эффективно применение ПР в условиях многономенклатурного производства, требующего частой смены выпускаемых изделий и соответствующих изменений технологического процесса переналадки оборудования. В этих условиях в наибольшей степени используются универсальные свойства роботов.

Роботы позволяют проводить комплексную автоматизацию не только по видам технологии (сварка, штамповка и т. д.), но и по видам производства, включая создание автоматизированных производственных комплексов вплоть до полностью автоматизированных цехов и заводов с многономенклатурным производством.

При автоматизации металлорежущего оборудования с помощью ПР производят установку заготовок в рабочую зону станка, снятие заготовок со станка и раскладку их в тару (накопитель), передачу заготовок от станка к станку, кантование заготовок в процессе обработки, очистку базовых поверхностей заготовок и приспособлений и смену инструмента. Однако не следует забывать, что при использовании ПР для выполнения технологических операций или обслуживания технологического оборудования необходимо создавать специальную оснастку, обеспечивающую непрерывную работу оборудования. При этом к организации производства предъявляются повышенные

требования, в частности к обеспечению заготовками, а также к качеству последних (их точности).

В зависимости от информационных возможностей ПР подразделяют на три поколения.

Роботы I поколения (с обучением) получили широкое применение в машиностроительной промышленности. Они обладают способностью запоминать программы выполнения разнообразных операций. Эти роботы имеют очень ограниченные возможности по восприятию рабочей среды и не могут адаптироваться к окружающей обстановке, для нормального функционирования требуют специальной ориентирующей оснастки. Работают по жесткой программе, что существенно упрощает их конструкцию, облегчает переналадку.

Роботы II поколения (адаптивные) с помощью сенсорных или тактильных датчиков воспринимают информацию о внешней среде. В них частично заложена организующая система управления, обучения и адаптации с использованием ЭВМ. Такие роботы имеют основную программу и подпрограммы, которые выбираются в зависимости от информации, полученной от внешней среды. Следовательно, такие роботы, имеющие ЭВМ или обслуживаемые ЭВМ, обладают «зрением» и «осознанием» и способны ориентироваться в окружающей обстановке.

Роботы III поколения (интеллектуальные) наделены искусственным интеллектом и обладают способностью самообучения. Они получили название «разумных» или «думающих» роботов и способны распознавать предметы в пространстве, вырабатывать планы решения поставленных перед ними задач и контролировать выполнение последних. В данном случае задается конечная цель работы, т. е. лишь алгоритм поиска. (*Информационные возможности роботов III поколения значительно выше, чем роботов II поколения*). Для управления интеллектуальными роботами требуются средства вычислительной техники, часто большие ЭВМ.

По степени универсальности различают промышленные роботы:

универсальные, предназначенные для выполнения комплекса как основных, так и вспомогательных операций, независимо от типа производства с автоматической сменой захватного устройства обладающие наибольшим числом степеней подвижности;

специализированные, служащие для выполнения технологических операций определенного вида или обслуживания оборудования определенного класса (производство кузнечное, литейное, механосборочное и т. д.) с автоматической сменой захватного устройства и обладающие ограниченным числом степеней подвижности;

специальные, предназначенные для выполнения только определенных технологических операций или обслуживания конкретного оборудования по строго зафиксированной программе и обладающие одной — тремя степенями подвижности.

По характеру выполняемых операций различают ПР:

операционные, непосредственно выполняющие операции технологического процесса (окраска, сварка, клепка, сборка и т. п.);

транспортные или обслуживающие, выполняющие вспомогательные переходы или операции перемещения (взять — перенести — установить и т. д.) при обслуживании технологического оборудования, конвейерных линий и складов.

В зависимости от **характера конструктивного исполнения** и связи со станком бывают ПР стационарные (напольные), подвесные (устанавливаемые непосредственно на станке, подвешенные на специальной опоре порталного или консольного типа) и передвижные.

По грузоподъемности ПР делятся (ГОСТ 25204—82) на сверхлегкие (0,08—1,0 кг), легкие (1,25—10 кг), средние (12,5—200 кг) и тяжелые (250—1000 кг).

В зависимости от типа силового привода рабочих органов различают ПР с гидроприводом, пневмоприводом, электроприводом и комбинированным приводом.

Роботы разделяют также в зависимости от системы координат, в которой они работают: декартовой (прямоугольной), цилиндрической, сферической и смешанной.

Структура, кинематический и конструктивный анализ промышленных роботов

Промышленные роботы должны автоматически по определенной программе выполнять заданный цикл перемещений обрабатываемой заготовки или исполнительного органа. Для выполнения сложных производственных функций робот должен иметь: захватное устройство, удерживающее предмет обработки; механические руки со многими степенями подвижности, перемещающие захватное устройство в любое нужное положение в пределах рабочей зоны; устройство позиционирования, предназначенное для перемещения механической руки; управляющую систему или вычислительную машину с устройством памяти, в которой хранится информация о последовательности технологических операций. Чтобы придать роботу необходимую универсальность, позволяющую использовать его для выполнения самых разнообразных операций, его механизмы должны обладать высокой манипуляционной гибкостью. Число координат, по которым можно перемещать обрабатываемую заготовку, определяет число степеней подвижности ПР. С увеличением числа степеней подвижности возрастает и манипуляционная гибкость робота.

Двигательные возможности механической руки робота определяются ее структурой, видом и последовательностью расположения входящих в нее кинематических пар. Приведем (**рис.10**) некоторые возможные структурные схемы механических рук роботов с указанием зоны обслуживания. В пределах этого пространства рука робота может вывести кисть в любую точку. Очевидно, при изменении параметров и расстояний между осями кинематических пар меняются размеры, конфигурация и объем рабочего пространства, которое может обслуживать ПР.

Система координат	Варианты движений		
	а	б	в
Прямоугольная			
Цилиндрическая			
Сферическая			

Рис. 10. Структурные схемы механических рук

Перемещение кисти робота в прямоугольной плоской системе координат обеспечивается с помощью двух прямолинейных движений (а), в прямоугольной объемной системе координат — с помощью трех прямолинейных движений (б, в), в цилиндрической системе координат — с помощью двух прямолинейных и одного вращательного движений (а) или двух вращательных и одного прямолинейного движения (б, в), в сферической системе координат — с помощью двух вращательных и одного прямолинейного движений (а) или трех вращательных движений (б, в).

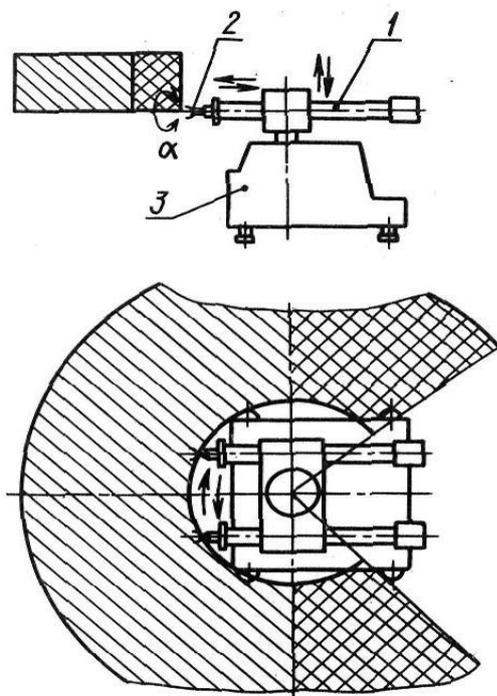


Рис. 11. Схема ПР «Циклон-5.01»

Ориентирующие движения ПР обычно обеспечиваются кинематической структурой кисти механической руки. Для примера на рис. 11 показан промышленный робот «Циклон-5.0.1», который предназначен для обслуживания прессов, токарных станков и другого технологического оборудования. Он имеет одну или две механические руки 1 с захватом 2. Все основные механизмы приводов расположены в корпусе 3. Механическая рука может перемещаться в радиальном и вертикальном направлениях, а также поворачиваться вокруг вертикальной оси. Захват может поворачиваться вокруг горизонтальной оси. Все движения на рис. 4

показаны стрелками. Робот обладает четырьмя — семью степенями подвижности. Рабочая зона описывается в цилиндрической системе координат. Привод пневматический. Грузоподъемность 10 (5) кг. Точность позиционирования $\pm 0,1$ мм. Система управления цикловая.

Одним из важнейших элементов, определяющих технологические возможности ПР, являются хватные устройства. Они предназначены для захвата и удержания манипулируемого объекта в процессе перемещения. При их конструировании учитывают форму транспортируемой заготовки (определяющую конфигурацию губок захвата), ее свойства (хрупкость, шероховатость поверхности и т. д.), условия протекания технологического процесса (повышенную температуру, взрывоопасность, среду) и особенности технологической оснастки. Хватные устройства обычно выполняют быстросменными. При конструировании необходимо учитывать возможность обеспечения требований взаимозаменяемости, жесткости и точности соединения хватного устройства с механической рукой ПР.

Применяют хватные устройства открытые и закрытые, неуправляемые и управляемые. Кроме того, существуют хватные устройства типа крючков, клещей с одной или двумя подвижными губками, с вакуумными, струйными или электромагнитными прихватами и др. Некоторые типы механизмов захватов показаны на рис. 12. В клещевых захватах (рис. 12, а, б) в качестве привода губок могут использоваться пневматические, гидравлические приводы или пружины. Вакуумные хватные устройства (рис. 12, в) могут быть безнасосного или насосного типа. В струйных хватных устройствах (рис. 12, г) захват заготовок происходит благодаря аэродинамическому эффекту притяжения при истечении сжатого воздуха между поверхностью хватного устройства и плоской поверхностью заготовки.

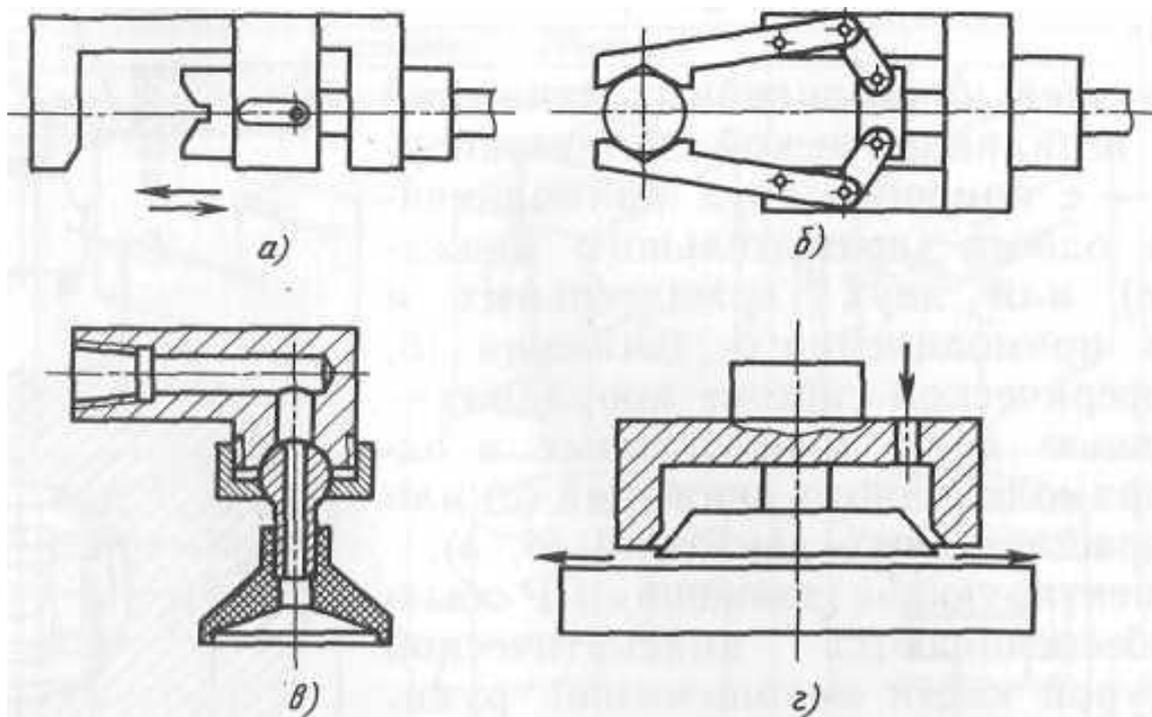


Рис. 12. Типы хватных устройств: а – с одной подвижной губкой; б – с двумя подвижными губками; в – вакуумный; г – струйный

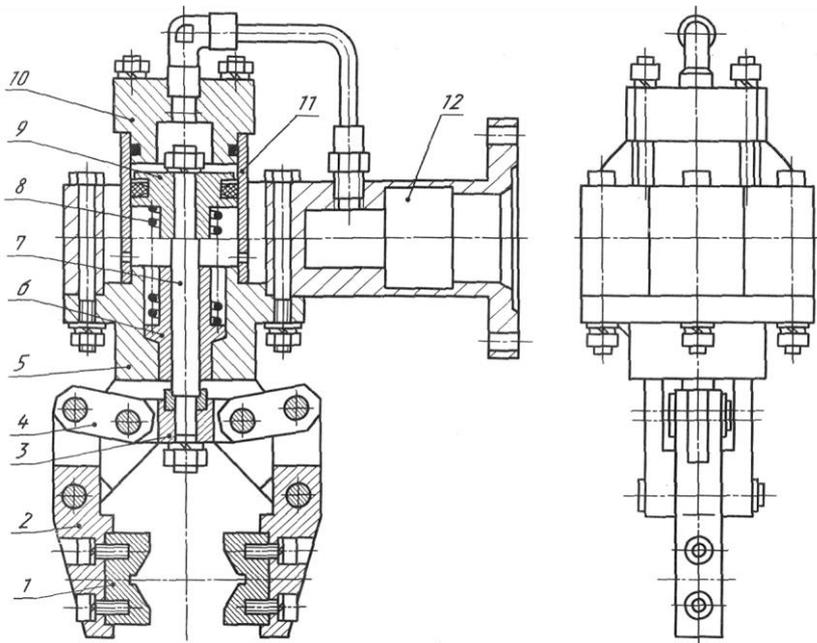


Рис. 13. Клещевое захватное устройство с двумя подвижными губками.

На рис. 13 показана конструкция управляемого клещевого захватного устройства с двумя подвижными губками и пневмоприводом. Заготовка зажимается в призмах 1, которые закреплены на рычагах 2. Рычаги 2 шарнирно соединены с вилкой 3 серьгами 4. В корпусе 5 установлена втулка 6, в которой перемещается шток 7 поршня 9. Цилиндр 11 с одной стороны закрыт корпусом 5, а с другой — крышкой 10. Корпус 5 захватного устройства установлен в расточке кронштейна 12, закрепляемого на механической руке ПР. При перемещении штока 7 вверх от пружины 8 через рычажную систему передается движение призмам, и заготовка зажимается. При разжипе заготовки сжатый воздух подается в цилиндр 11, шток 7 опускается и деталь освобождается.

Такое захватное устройство может использоваться и с пневматическим зажимом заготовки (разжим пружиной), но для этого необходимо изменить параметры рычажной системы захватного устройства.

Конструкции механизмов ПР (захватные устройства, руки и др.) отличаются большим разнообразием. Захватное устройство закрепляют в кисти руки ПР, которая обеспечивает пространственное ориентирование зажатой в захватном устройстве заготовки. Механические руки используют для перемещения кисти с захватным устройством. Они представляют собой консоль и могут выполнять различные пространственные перемещения. Конструкции рук могут быть шарнирными (подобно руке человека) и без сочленений, когда для перемещений используют механизм реечной передачи, поршневой цилиндр и т. д. Поворот может осуществляться с помощью червячной пары, лопастного гидроцилиндра, волновых и других передач. В механизмах ПР используют червячные, цилиндрические, планетарные, конические зубчатые, реечные, винтовые, цепные, тросовые и ленточные передачи, гидро- и пневмоцилиндры и т. д.

Примером использования пневмопривода для выполнения различных перемещений может служить промышленный робот «Циклон-5.01» (рис. 14). На схеме ПР приведены механизм руки; механизм подъема и механизм поворота руки.

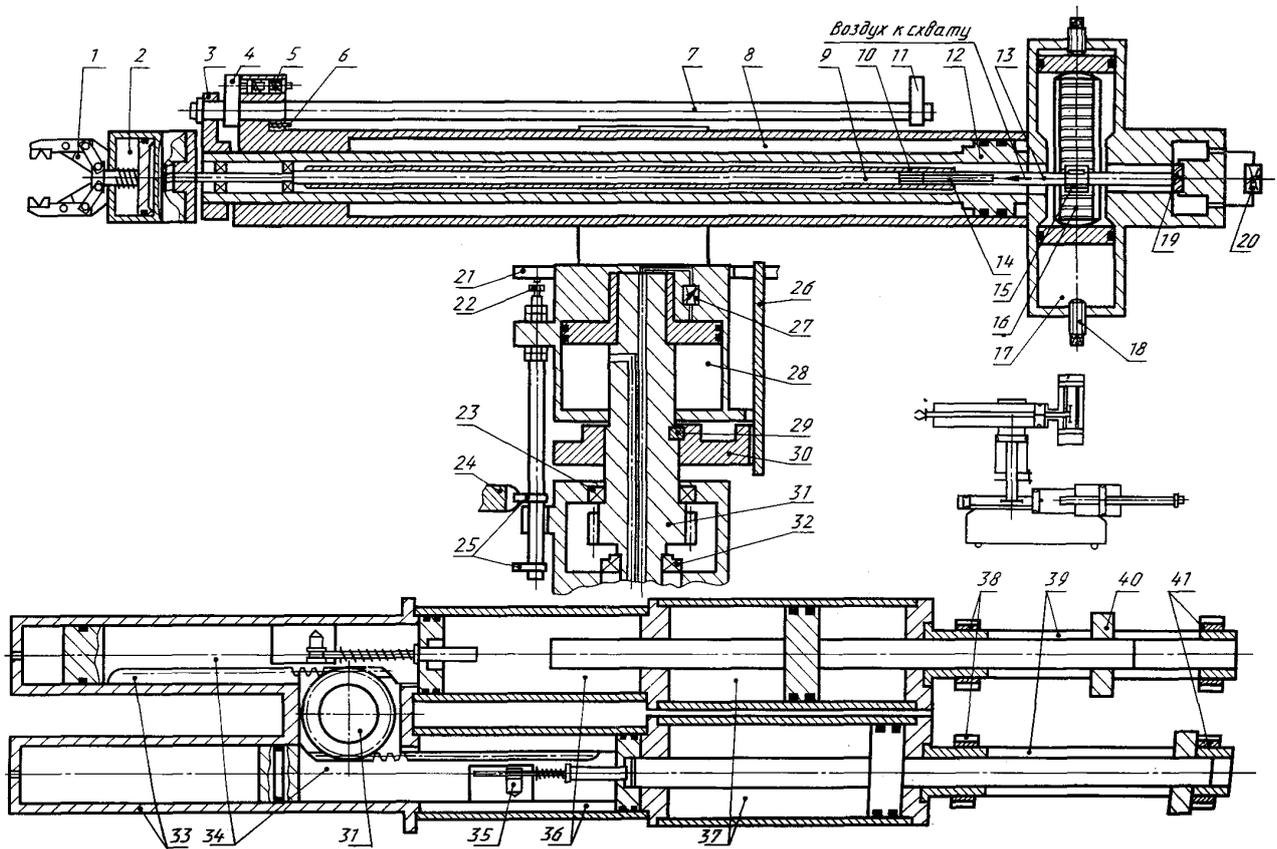


Рис. 14. Конструкция руки робота «Циклон 5.01»

Механическая рука получает горизонтальное и вертикальное перемещения и поворот вокруг вертикальной оси. Захватное устройство 1, которое крепится на механической руке, получает вращение вокруг горизонтальной оси руки. Воздух к цилиндру 2 захвата подается через трубку подвода 14, которая проходит внутри полого вала 9. Привод поворота захвата включает два цилиндра 17, два поршня, два винта-ограничителя хода 18, зубчатую рейку 16 и шестерню 15, установленную на валу 13, который через шлицевую втулку 10 связан с валом 9. При подаче воздуха в один из цилиндров 17, поршень вместе с рейкой 16 начинают перемещаться, вращая шестерню 15, валы 13 и 9 и хватное устройство. Другой цилиндр сообщается с атмосферой. Угол поворота захвата регулируется винтами 18. Равномерная скорость поворота обеспечивается лопастным демпфером 19, а регулирование скорости поворота — дросселем 20.

Привод перемещения руки включает пневмоцилиндр 8 с полым штоком-поршнем 12. На конце штока 12 установлен хомут 3, к которому крепится штанга 7 с упорами 4 и 11 для ограничения хода штока 12. Штанга 7 служит для предотвращения поворота шток-поршня 12 относительно продольной оси руки. Пневмоцилиндр включен в систему так, что штоковая полость его всегда находится под давлением. Для движения руки воздух подается в бесштоковую полость и шток-поршень 12 вследствие разности эффективных площадей поршня начинает перемещаться влево со штангой 7 и упорами 4 и 11. Движение продолжается до соприкосновения упора 11 с подпружиненным пальцем 6 датчика положения, который выдает сигнал в систему управления. При обратном перемещении руки давление бесштоковой полости цилиндра уменьшается и шток-поршень под действием давления в штоковой полости начинает движение назад. Для увеличения

скорости обратного хода предусмотрен клапан быстрого сброса давления. Торможение перемещения руки в конце прямого и обратного хода осуществляется сдвоенным демпфером 5 при нажиме на выступающие концы золотников упорами 4 или 11.

Механические руки крепятся на торце подвижного пневмоцилиндра 28 вертикального перемещения. В устройство вертикального перемещения (подъема) также входит шток-шестерня 31, установленный на подшипниках 23 и 32. На поворотном корпусе робота закреплен тормозной клапан 21 с датчиком 24. Для подъема руки сжатый воздух подается через отверстие в штоке 31 через дроссель 27 в бесштоковую полость цилиндра 28. Верхнее положение цилиндра 28 с закрепленными на нем руками определяется упором 22, который упирается в кнопку тормозного клапана. Останов происходит без ударов. Обратный ход осуществляется при подаче сжатого воздуха в штоковую полость цилиндра. Конечные положения цилиндра 28 контролируются датчиком 24, в паз головки которого входят флажки 25, закрепленные на скалке, и датчик сигнализирует о выполнении данного движения.

Устройство поворота механических рук включает два малых 36 и два больших 37 пневмоцилиндра. Шток-рейки 34 поршней малых пневмоцилиндров выполнены в виде реек, в правых полых концах которых находятся тормозные датчики 35, а левые концы штоков служат плунжерами полостей гидроцилиндров 33 торможения поворота рук. На штоках 39 больших пневмоцилиндров установлены упоры 40, которые, упираясь в регулируемые гайки-упоры 38 и 41, ограничивают перемещение штоков. Шток-рейки 34 зацепляются с шестерней шток-шестерни 31. Крутящий момент со штока 31 на подвижной цилиндр 28 передается скалкой 26, которую приводит в движение через шпонку 29 водило 30. Для осуществления поворота рук сжатый воздух подается в бесштоковую полость одного из малых цилиндров 36. Шток-рейки 34 получают перемещение до тех пор, пока шток второго малого цилиндра не дойдет до упора в шток поршня большого цилиндра 37, который находится в одном из крайних положений на упоре 38 или 41. При этом приводится во вращение шток-шестерня 31, а следовательно, и связанный с ним подвижный цилиндр 28 с закрепленными на нем руками. Для уменьшения сопротивления при повороте сжатый воздух в пневмоцилиндры 36 подается через клапан быстрого впуска воздуха. Безударный останов рук при повороте достигается с помощью тормозного устройства. При подходе шток-рейки 34 к штоку большого цилиндра 37 последний нажимает подпружиненную кнопку тормозного датчика 55, который дает команду после временной выдержки, заданной в программе, на переключение распределителя гидротормоза.

Путем последовательной подачи воздуха в цилиндры 36 и 37 обеспечивается фиксация любых четырех точек в зоне обслуживания ПР при повороте механических рук.

Система управления промышленного робота «Циклон-5.01» цикловая. От системы управления поступают команды к воздухораспределителям, которые открывают доступ воздуха в соответствующие пневмоцилиндры, и рука совершает заданное движение. При приходе руки в заданное положение срабатывают конечные выключатели и дают разрешение на выполнение следующей команды.

Для перемещения исполнительных механизмов роботов применяют электрические, пневматические и гидравлические приводы. При выборе типа

привода необходимо учитывать специфические требования к условиям эксплуатации ПР, надежности его функционирования и точности позиционирования, скорости срабатывания и т. д.

Преимущества электрических приводов (серводвигатели переменного и постоянного тока, шаговые двигатели и др.) в простоте обеспечения энергией (по проводам), передаче и суммировании сигналов. Их недостаток — сравнительно большие размеры механизмов.

Пневматические приводы (двигатели, цилиндры и т. д.) обладают высокой надежностью, просты в управлении, дешевы, пожаробезопасны и т. д. Их недостатки — трудность обеспечения постоянной скорости перемещения и точности позиционирования, низкая мощность, необходимость смазывания и защиты от коррозии.

Гидравлические приводы (цилиндры, однолопастные гидродвигатели, электрогидравлические шаговые двигатели и др.) легки, компактны, позволяют использовать высокое давление, обладают высокой частотой собственных колебаний. Они позволяют просто регулировать давление, расход, усиливать мощность и т. д. Недостатки этих приводов: необходимость в отдельном источнике питания, изменение вязкости масла при изменении температуры, колебание давления вследствие потерь в трубопроводах, необходимость контроля за состоянием трубопроводов и рабочей жидкости и т. д.

Основными формами движений в ПР являются поворот, разворот, качание, изгиб и прямолинейные движения. Все эти движения могут быть осуществлены с помощью электродвигателя в сочетании с редуктором или с шариковой винтовой парой, а также с помощью гидравлических и пневматических приводов. Редукторы, используемые в системах привода роботов, должны иметь: малый боковой зазор или малую кинематическую погрешность и высокую точность позиционирования; постоянство угловой скорости без пульсаций; малые габаритные размеры и массу, а также высокую допустимую нагрузку по моменту.

Портальные автоматические манипуляторы

В автоматических линиях и гибких производственных системах для обработки деталей типа валов широко применяют портальные автоматические манипуляторы (АМ).

Широкое внедрение портальных АМ объясняется возможностью объединения в автоматические системы практически любого технологического оборудования и создание гибких, мобильных автоматических линий как с фронтальным, так и с поперечным расположением основного технологического оборудования. Преимущества портальных АМ заключаются в экономии производственной площади и удобстве обслуживания оборудования.

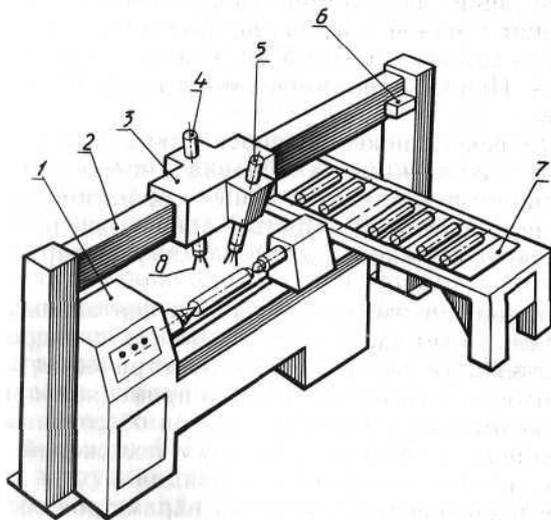


Рис. 15. Схема портального АМ

На рис. 15 представлена принципиальная схема портального АМ, Над станком 1 расположена балка (портал) 2, по которой перемещается каретка 3 с руки (питателями) 4 и 5. Одна из рук предназначена для выгрузки детали, а другая — для загрузки заготовки. Удерживаются заготовки с помощью захватных устройств 8. Для осуществления плавного торможения каретки в конце хода используют специальные амортизаторы 6. Справа от станка расположен конвейер 7 заготовок и деталей.

Во время обработки заготовок каретка 3 находится над рабочей зоной станка. При этом в захвате 8 руки 4 зажата заготовка. По окончании обработки питатель 5 перемещается вниз, и его захватное устройство зажимает обработанную заготовку, а патрон станка освобождает ее. Рука 5 выгрузки перемещается вверх, а рука 4 опускается и устанавливает заготовку соосно с центрами станка. Заготовка в патроне шпинделя станка зажимается, а захват 8 руки 4 разжимается и рука 4 поднимается вверх. Начинается обработка заготовки. Каретка 3 перемещается вправо и останавливается над конвейером 7. Рука 5 опускается, кладет обработанную заготовку на конвейер и поднимается. Конвейер 7 перемещается на один шаг, рука 4 опускается, забирает новую заготовку и поднимается. Каретка 3 перемещается к рабочей зоне станка и останавливается. По окончании обработки детали цикл работы АМ повторяется.

Портальные АМ работают в следующих системах координат: прямоугольной декартовой, т. е. совершают два основных движения — вдоль оси портала (движение каретки) и в перпендикулярном к оси портала направлении (выдвижение руки (питателя) в вертикальном направлении или под углом к вертикали); цилиндрической, т. е. имеют три основных движения — вдоль оси портала, поворот руки (питателя) вокруг горизонтальной оси (качание) и выдвижение руки (питателя); угловой, т. е. имеют три основных движения — вдоль оси портала и качание звеньев двухшарнирной руки питателя; системе, представляющей собой комбинацию плоской прямоугольной системы с дополнительным качанием второго звена руки.

Кроме основных движений, определяющих систему координат манипулятора, последний, как правило, имеет возможность выполнения ориентирующих движений — вращение кисти (в которой крепится захватное устройство) вокруг оси руки (питателя), поворот кисти вокруг оси (одной или двух), перпендикулярной к оси руки.

Для перемещения рабочих органов в портальных АМ используют приводы трех видов: гидравлические с гидроцилиндрами, гидравлические с гидромоторами и электрические. Для перемещения каретки по portalу в основном применяют привод с гидромотором и ременной передачей, так как он обеспечивает более точное позиционирование фиксированных положений АМ при обслуживании нескольких рабочих позиций,

В зависимости от конструктивных параметров обслуживаемого оборудования разрабатывают и изготавливают несколько конструктивных исполнений порталных АМ, различающихся числом степеней подвижности. Манипуляторы различают по следующим признакам: углу наклона рук, наличию механизма качания рук и кантования захвата, способу позиционирования каретки (жестким упором или программе) и т. д.

Имеются специальные модификации порталных АМ — с односторонним расположением рук вдоль каретки, с одной, двумя, тремя или четырьмя руками, с двумя двухзахватными руками.

На схемы загрузки станков, а следовательно, и на число степеней подвижности АМ влияют: характер ориентирования заготовок перед загрузкой; тип устройства для подачи заготовок на позицию загрузки и для хранения; выполняемые операции; компоновка и число станков, одновременно обслуживаемых АМ; планировка гибкого автоматизированного участка.

Все станки, при автоматизации которых можно использовать порталные АМ, делят на две группы: станки с горизонтальной осью шпинделя и станки с вертикальной осью шпинделя.

Минимальное число степеней подвижности должно быть равно двум (без учета вращения захвата). На число степеней подвижности и на характер системы управления существенно влияет тип используемого устройства подачи и хранения заготовок. Если заготовки поступают на станок из стационарной тары, штабеля или склада, целесообразно применять системы программного управления. При работе с магазином барабанного типа, шаговым конвейером и другими устройствами, позволяющими брать заготовки из одной постоянной точки, можно использовать системы циклового управления АМ.

НАКОПИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

Накопительные устройства применяют в составе различных поточно-транспортных системах (ПТС) с целью обеспечения ритмичной работы производственных участков или отдельных агрегатов. Большинство накопительных устройств используют в линиях подачи грузов на участки сборки, механообработки, контроля и испытаний, гальванопокрытий, комплектования. К наиболее важным признакам, характеризующим накопительные устройства, относятся:

- функциональное назначение;
- место расположения в линии;
- конструкция;
- особенности накапливаемых грузов.

Накопительное устройство может одновременно выполнять несколько функций: накопления, распределения и перегрузки. Встраиваться в ТС накопительные устройства могут различным образом. Схема установки зависит от функционального назначения накопителя и технологии транспортирования грузов, она в значительной степени влияет на конструкцию накопительного устройства.

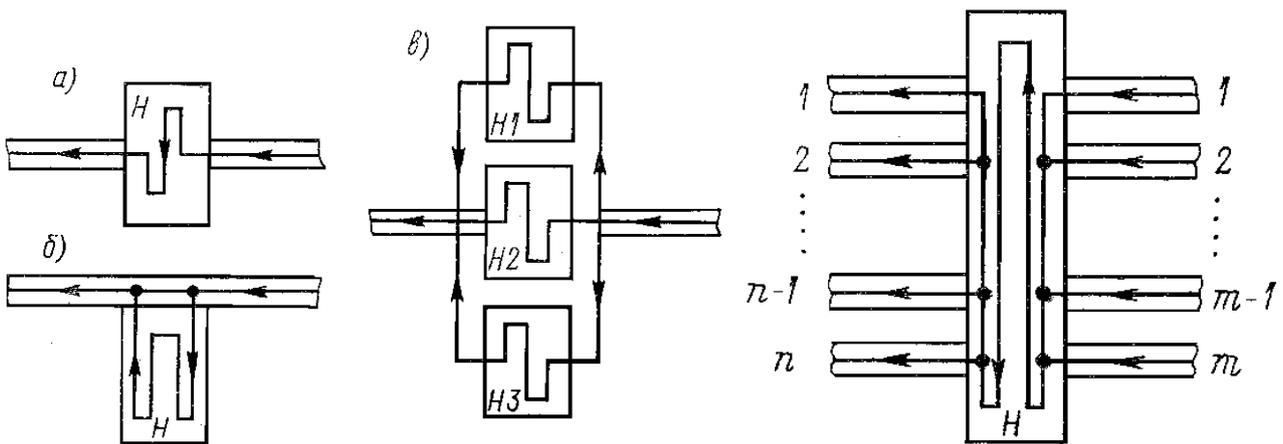


Рис. 1. Схемы установки накопителей с входом и выходом

Распределительная система накопителя должна обеспечивать бесперебойную подачу грузов. Наиболее просто это может быть реализовано в том случае, когда подача грузов в единицу времени на каждую позицию соответствует его расходу. Однако в условиях производства равномерная подача грузов, как правило, не обеспечивается. Часто при соответствии подачи материала за смену среднему расходу в отдельные периоды времени расход намного превышает подачу.

Структура системы массового обслуживания применительно к работе накопительных устройств содержит:

- входящий поток — совокупность заявок (требований) на выдачу грузов из накопителя;
- организацию очереди — порядок выполнения требований, поступивших в систему;
- обслуживающее устройство — накопитель с транспортирующими и перегрузочными механизмами;
- выходящий поток — совокупность обслуженных заявок.

Определение вместимости накопителя

Вместимость накопителя A_n характеризуется числом единиц груза, одновременно размещаемых в накопителе, она зависит от ряда факторов: назначения накопителя, места установки его в линии, технологии транспортирования. На практике наибольшее распространение получили накопители, основной задачей которых является обеспечение ритмичной подачи грузов к потребителям в случае их неритмичной подачи поставщиками. Занижение вместимости накопителей приводит к тому, что ПТС не обеспечивает заданного ритма подачи грузов, завышение — увеличивает их стоимость и габариты.

В случае работы накопителя или нескольких накопителей на один канал потребления (см. рис. 1, в) вместимость накопителя или суммарная вместимость параллельно включенных накопителей

$$A_n = k_3 t_{\text{под max}} / t_{\text{р.топ}},$$

где $t_{\text{под max}}$ — максимальная пауза в подаче грузов;
 $t_{\text{р.топ}}$ — номинальный (заданный) ритм потребления грузов;
 $k_3 = 1,2 \div 1,5$ — коэффициент запаса.

Если грузы, поступают в накопитель по m каналам и выдаются на один канал, то максимальная расчетная пауза в подаче грузов

$$t_{\text{под max}} = k_c \sum_{i=1}^m t_{i \text{ max}},$$

где $t_{i \text{ max}}$ — максимальная пауза в работе одного канала подачи;
 k_c — коэффициент, учитывающий несовпадение пауз по отдельным каналам подачи грузов.

Величина k_c определяется по статистическим данным. При отсутствии статистических данных и числе каналов подачи $m = 2 \div 6$ принимают $k_c = 0,5 \div 0,8$ ($k_c = 0,8$ при $m = 2$).

Если грузы выдаются накопителем на n независимых каналов, то средний ритм потребления (выдачи) в секунду

$$t_{\text{р.п.п}} = \frac{3600}{\sum_{i=1}^n \frac{3600}{t_{i \text{ пот}}}},$$

где $t_{i \text{ пот}}$ — номинальный (расчетный) ритм потребления i -м каналом.

Величина $t_{\text{под max}}$ зависит от большого числа факторов, которые могут действовать одновременно в различных комбинациях: отсутствие материалов и простои оборудования на производственных участках, выход из строя механизмов ПТС, погрешности планирования и оперативного управления и т. д. При проектировании транспортно-технологических линий учесть все причины, влияющие на бесперебойность подачи грузов и на $t_{\text{под max}}$ часто невозможно. В этих случаях A_n принимается из расчета обеспечения бесперебойной работы потребителей в продолжение определенного времени (обычно принимают $t_{\text{под max}} = 0,5 \div 2$ ч).

Основные типы накопительных устройств

Конвейерные накопители;
Элеваторные накопители;
Накопители бункерного типа.

Конвейерные накопители

В качестве накопителей штучных грузов, входящих в состав ТС, используются различные типы конвейеров: ленточные, пластинчатые, роликовые, штанговые, горизонтально-замкнутые тележечные и некоторые другие. Достоинством этого вида накопителей является возможность использования серийно изготавливаемого оборудования. К недостаткам конвейерных накопителей, исключая тележечные конвейеры, следует отнести выдачу грузов только в той последовательности, в какой они поступили в накопитель, а также большую площадь занимаемую накопителем.

Использование типовых ленточных, пластинчатых, роликовых конвейеров в качестве накопителей связано с обеспечением их работы в режиме накопления грузов, который может быть достигнут двумя способами. Первый способ основан на перемещении грузов, находящихся на полотне конвейера, к позиции загрузки накопителя. Осуществление, этого метода пояснено на рис. 2. Грузы 1, 2 и 3 поступают на конвейерный накопитель (рис. 2, а) и перемещаются к позиции выдачи (рис. 2, б). После выдачи грузов 1 и 2 подается команда на загрузку новой партии грузов 4, 5 и 6. Предварительно оставшийся на конвейере груз 3 перемещается к позиции загрузки (рис. 2, в). Затем происходит загрузка новой партии грузов (рис. 2, г).

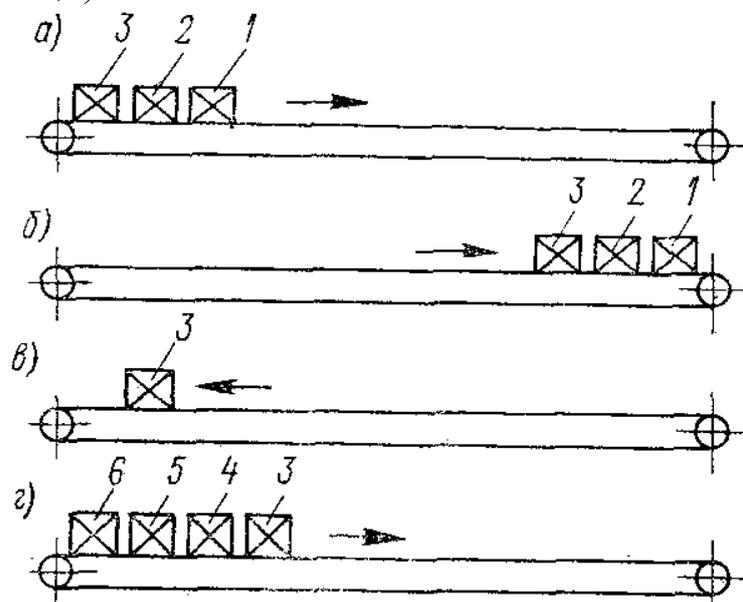


Рис.2. Схемы работы конвейерного накопителя

Второй способ работы накопителя основан на перемещении только части грузов, находящихся на конвейере. Этот метод требует применения дополнительных устройств, обеспечивающих неподвижность груза в период движения рабочего органа конвейера. Наиболее прост метод накопления штучных грузов с применением упора-отсекателя, устанавливаемого на позиции выдачи грузов. На рис. 3 ленточный конвейер 1 оборудован отсекателем 4, перемещающимся в направляющих 5, с приводом, состоящим из двигателя 2 редуктора и ременной передачи. Первый из накапливаемых грузов 3 доходит до упора и останавливается, тормозя все последующие грузы. При выдаче грузов

конвейер работает в шаговом режиме перемещения с убраным упором. После выдачи заданного числа грузов упор возвращается в рабочее положение. **Недостатками** этого метода являются наличие значительных потерь от трения груза о полотно конвейера, износ основания тары, давление грузов друг на друга.

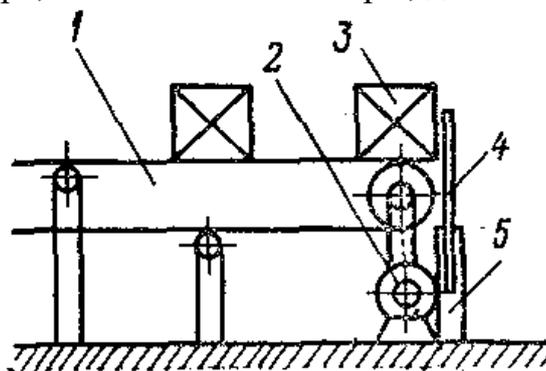


Рис.3. Конвейер накопитель с упором-отсекателем

Избежать трения груза о полотно конвейера можно, применяя устройство подъема, которое при работе конвейера приподнимает часть грузов над полотном. При применении роликовых конвейеров в качестве накопителей используют специальные ролики, конструкция которых предполагает их остановку под грузами на позициях выдачи. Применяют ролики с подшипниками скольжения, у которых материал подшипника и втулки подобран с такими коэффициентами трения, чтобы "при нагрузке на ролик неподвижного груза ролик затормаживался, а его ось продолжала вращаться.

Упор-отсекатель также может быть выполнен с приводом от электромагнита (рис.4).

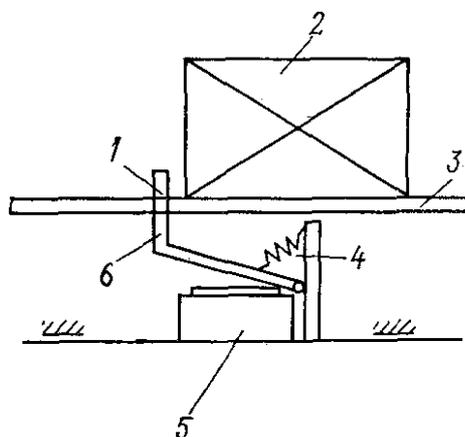


Рис.4. Упор с приводом от электромагнита

Упор 1 при выключенном электромагните 7 удерживает груз 2. При поступлении команды на продвижение груза электромагнит 5 включается, притягивая якорь 6, и груз перемещается. Далее электромагнит 5 выключают и пружина 4 возвращает упор 1 в исходное положение, блокируя перемещение грузов.

Элеваторные накопители

К основным преимуществам элеваторов при их применении в качестве накопителей относятся: возможность выдачи грузов независимо от очередности их поступления (произвольная выдача); высокая производительность за счет возможности одновременной загрузки и разгрузки нескольких полок (люлек);

небольшие размеры производственной площади, занятой накопителем; сравнительно простые средства механизации и автоматизации загрузки и разгрузки элеватора; возможность организации межэтажного транспортирования; возможность простыми средствами автоматизировать учет, распределение и адресование накапливаемых грузов.

К недостаткам элеваторных накопителей следует отнести: **непрерывное перемещение грузов в процессе загрузки и разгрузки**, что нежелательно для некоторых видов грузов и ухудшает энергетические показатели; **низкий коэффициент использования полезного объема (0,4—0,6)** из-за необходимости иметь большие расстояния между подвесками по горизонтали (шаг подвесок).

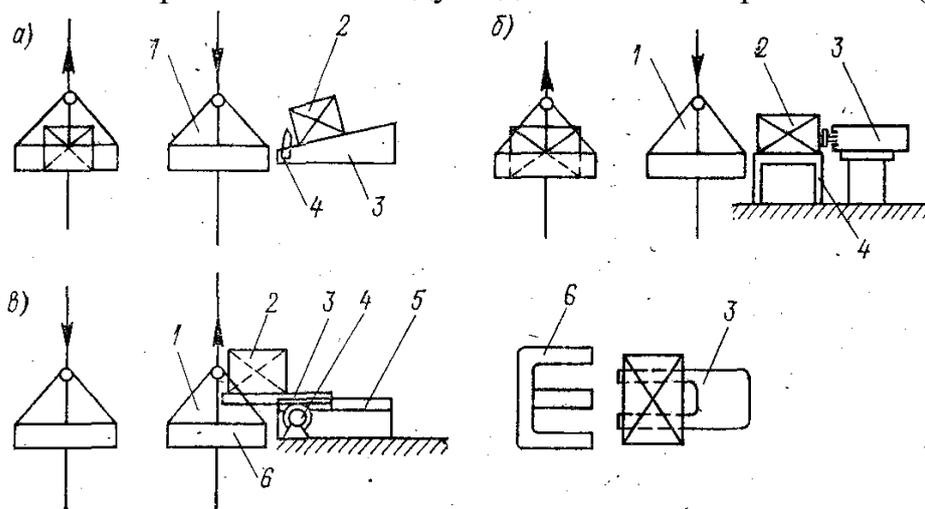


Рис.5. Способы автоматической загрузки полок элеватора: *а* – гравитационный; *б* – переталкиванием; *в* – подхватом.

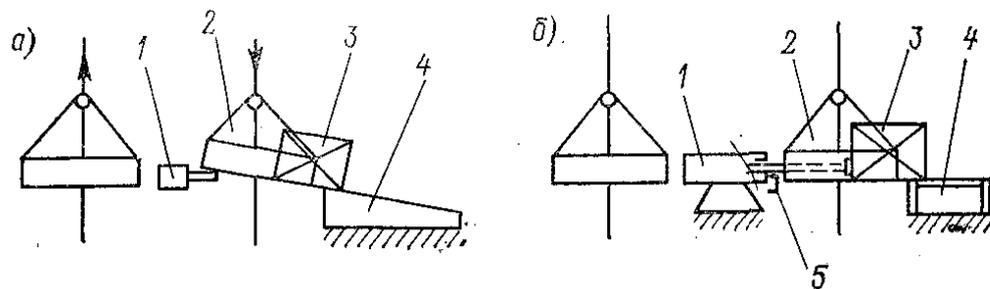


Рис.6. Способы автоматической разгрузки люлек (полок) элеватора: *а* – гравитационный; *б* – переталкиванием.

Накопители бункерного типа

Накопители бункерного типа служат для хранения и распределения различных насыпных грузов.

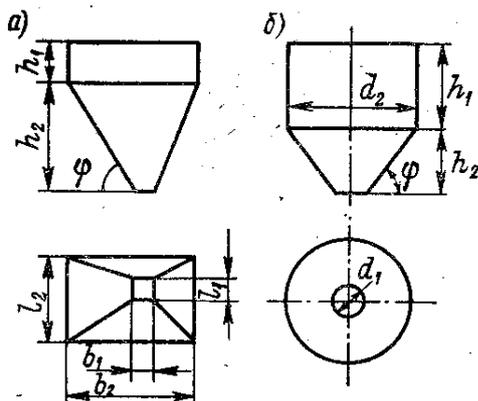


Рис.7. Типы бункеров: *a* – прямоугольной формы; *б* – цилиндрический.

ТРАНСПОРТНЫЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ЛИНИЙ

Транспортные устройства автоматической линии являются комплексом различных устройств, предназначенных для перемещения обрабатываемых деталей между позициями агрегатов линии, с основного транспортера в рабочую зону станков и обратно. Конструкция и принцип работы транспортного устройства линии в основном зависят от габаритных размеров и формы обрабатываемой детали, а также технологического процесса ее обработки.

Транспортные устройства по виду работы подразделяют на две группы: дискретного (циклического) и непрерывного действия.

Транспортные устройства циклического действия в свою очередь разделяют на две группы: транспортные системы линии с жесткой связью и транспортные системы с гибкой связью.

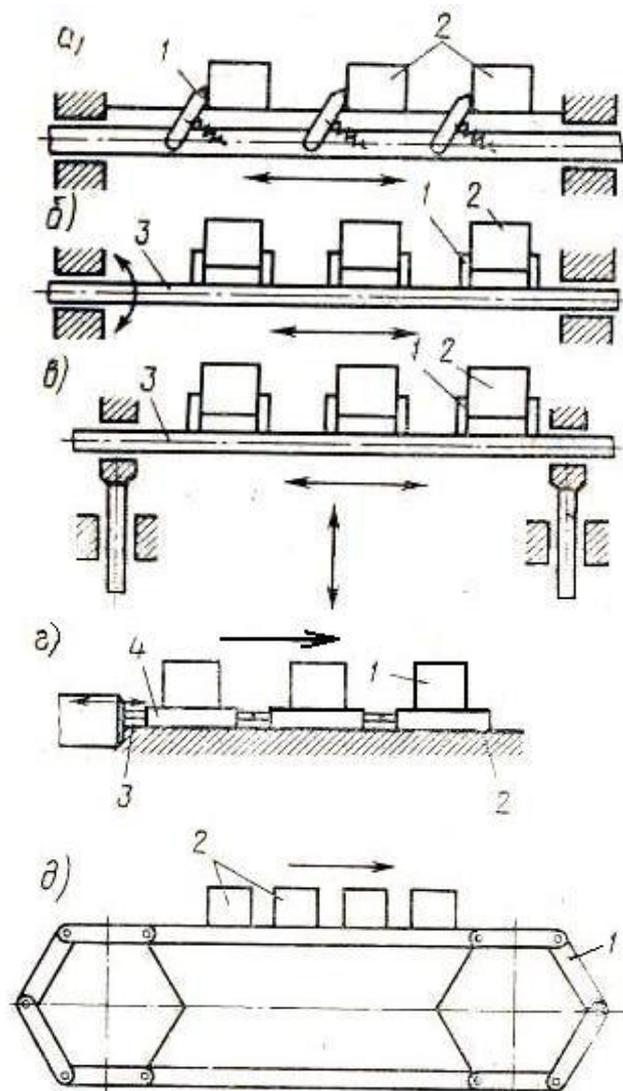


Рис.8. Схемы транспортеров автоматических линий с жесткой связью: 1 – штырь; 2 – детали; 3 – транспортер.

На автоматических линиях для изготовления неподвижных в процессе обработки деталей в основном используют сквозной транспортер при перемещении обрабатываемых деталей между всеми позициями агрегатов автоматической линии. Наибольшее применение на автоматических линиях получили шаговые транспортеры с собачками, так как такой транспортер является простым по конструкции и в управлении его работой (рис. 8, а).

Достоинство шагового транспортера с собачками состоит в том, что штанга при перемещении обрабатываемых деталей 2 по транспортеру совершает простое прямолинейное возвратно-поступательное движение. К недостаткам этого транспортера относится возможность попадания витой металлической стружки в пружины для подъема собачек и их заклинивание, а также трудность обеспечения точной установки обрабатываемых деталей на рабочие позиции станков линии.

Шаговые транспортеры с поворотными штангами и с жестко закрепленными на них штырями (рис. 8,б) работают так: при ходе штанги 3 транспортера вправо штыри 1 захватывают детали 2 и перемещают их вперед; в конце рабочего хода штанга со штырями поворачивается вокруг своей оси и штыри выходят из соприкосновения с деталями. Далее штанга 5 со штырями 1 в повернутом положении перемещается без деталей влево, в исходном положении штанга со штырями поворачивается вокруг оси в обратном направлении, штыри захватывают детали и цикл повторяется. Поворотная штанга с жесткими штырями обычно имеет цилиндрическую форму и опирается на несколько пар роликов, расположенных вдоль линии.

Транспортер с поворотными штангами и жесткими штырями обеспечивает большую точность перемещения и установки деталей на рабочих позициях станков, чем шаговый транспортер с собачками. Точность положения обрабатываемых деталей на рабочих позициях станков при перемещении их транспортером с поворотными штангами и жесткими штырями в основном определяется допуском зазора между штырями и деталью и допусками на размер между штырями и деталью и между смежными парными штырями.

Транспортеры, изображенные на рис. 8 (а, б,) применяют для перемещения деталей с большими плоскими опорными поверхностями. Детали при перемещении направляются боковыми планками. Грейферные шаговые транспортеры со штырями (рис. 8, в) применяют значительно реже. При работе штанга 3 со штырями 1 перемещается вправо, вниз и возвращается влево в исходное положение без деталей. Конструкция грейферных транспортеров более сложная по сравнению с ранее рассмотренными, поэтому их применяют в тех случаях, когда обрабатываемые детали могут захватываться только с одной стороны, т. е. когда обрабатываемые детали, установленные на позициях станков, необходимо сначала поднять, а затем переместить на следующие позиции для дальнейшей обработки. Грейферные шаговые транспортеры применяют также для перемещения между позициями линии неустойчивых деталей, которые при транспортировании по линии приходится закреплять.

На рис. 8, г показана конструктивная схема толкающего шагового транспортера 2. На таком транспортере перемещение обрабатываемых деталей 1 производится штоком 3 гидро- или пневмоцилиндра. При движении вперед шток, нажимая на первую платформу с деталью, перемещает все находящиеся на транспортере платформы с обрабатываемыми деталями вдоль линии за счет их взаимного давления друг на друга. Транспортер перемещает детали, установленные на платформах 4 транспортера на заданную длину. Достоинством толкающих шаговых транспортеров является простота конструкции, кроме того транспортеры с гидравлическим приводом работают плавно, без рывков в начальный момент движения. Недостаток этих транспортеров заключается в том, что на фиксации всех обрабатываемых деталей на рабочих позициях сказывается

увеличение накопленной ошибки положения каждой последующей детали, поэтому фиксации деталей на рабочих позициях линии.

Цепные транспортеры 1 (рис. 8, д) применяют на линиях, где требуется непрерывное транспортирование деталей 2 в процессе их обработки на агрегатах линии. Однако в качестве шаговых цепные транспортеры почти не применяют, так как обеспечить точное перемещение обрабатываемой детали на позиции линии транспортер не может.

Толкающие транспортные устройства (рис. 8, з) автоматизированных линий применяются для перемещения обрабатываемых деталей, установленных в приспособлениях-спутниках. Конструкция приспособлений-спутников достаточно сложна, поскольку она включает устройства для установки и закрепления детали, а так же саму деталь. Автоматизированные линии с толкающими транспортными устройствами снабжаются дополнительными транспортерами для возвратного перемещений спутников и двух связывающих транспортных устройств. Дополнительные транспортные устройства передают спутники в конце основного транспортера на возвратный и с возвратного на начальную позицию транспортера прямого перемещения.

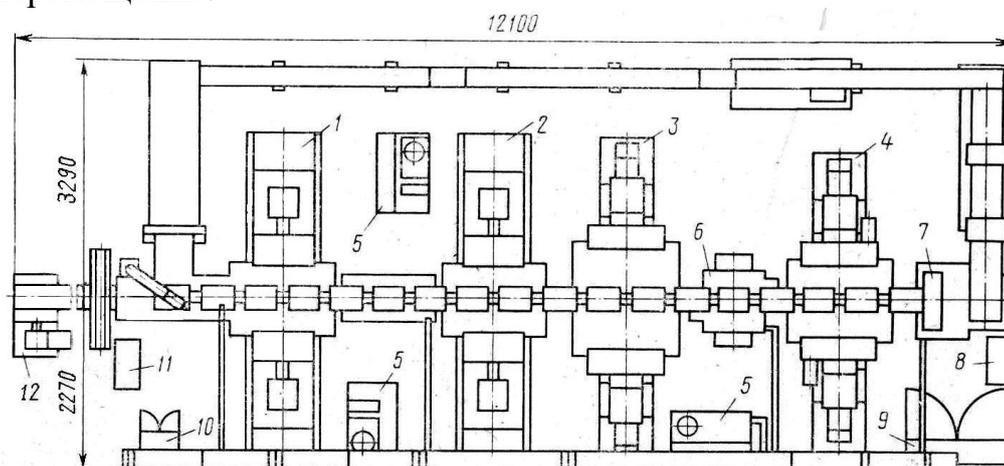


Рис.9. Автоматическая линия с транспортером для возврата приспособлений-спутников, расположенным сбоку на уровне основного транспортера: 1-4 – станки линии; 5 – гидростанция; 6 – контрольно-измерительный автомат; 7 – агрегат для удаления стружки из детали; 8- командоаппарат; 9 – электрошкаф; 10 – центральный пульт управления линией; 11 – инструментальный шкаф; 12 – привод транспортера уборки стружки.

Транспортер прямого перемещения производит периодическое передвижение приспособлений-спутников с обрабатываемыми деталями между позициями агрегатов автоматизированной линии. Транспортер возврата спутников перемещает их от конца линии к ее началу на загрузочную позицию. Наибольшее применение получила транспортная система автоматической линии, в которой транспортер возврата приспособлений-спутников размещают рядом с линией в одной горизонтальной плоскости с транспортером прямого перемещения спутников (рис. 9). При этом площадь, занимаемая автоматической линией, увеличивается. При расположении транспортера возврата спутников вне линии улучшается обслуживание, ремонт и упрощается размещение агрегатов для мойки и очистки приспособлений-спутников.