

АВТОМАТЫ И ЛИНИИ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ

Для многих процессов, например обработка давлением (штамповка, вытяжка, пробивка, обрезка, чеканка и т. д.), сборка, контроль и др., длительность составных операций дифференцированного технологического процесса весьма мала (порядка одной секунды и менее). Это практически исключает возможность дальнейшего дифференцирования технологического процесса путем дробления составных операций.

Концентрация разноименных операций в многопозиционных автоматах, как правило, нерациональна, так как время обработки меньше времени холостого хода (поворота шпиндельного блока). Для таких операций более целесообразно создание многопозиционных автоматов параллельного действия с концентрацией одноименных операций.

В основе создания автоматов параллельного действия использованы однопозиционные машины, выполняющие отдельные операции дифференцированного технологического процесса (см. рис. V-5, б).

Однако любая однопозиционная машина (рис. V-16, а) имеет ограниченную производительность; при более высоких требованиях приходится применять несколько параллельно работающих машин, выполняющих одни и те же операции (рис. V-16, б). При объединении таких автоматов в одну конструкцию появляется простейший автомат параллельного действия (рис. V-16, и), который представляет собой, по существу, группу однопозиционных автоматов, скомпонованных на одной станине. Это позволяет не только сократить занимаемую площадь, но и упростить конструкцию по сравнению с отдельными автоматами. Например, привод получается общий, а число электродвигателей и их мощность уменьшаются. Вместе с тем отказы на любом из шпинделей вызывают простои всех остальных, чего нет в отдельных однопозиционных автоматах.

Более удобным с точки зрения обслуживания является автомат с расположением рабочих шпинделей по окружности (рис. V-16, г), как более компактный. Однако при ручной загрузке полуавтомат нельзя пустить, пока все заготовки не будут сменены. С этой точки зрения более приемлемой является схема на рис. V-16, д. Здесь автомат или полуавтомат имеет центральный распределительный вал с равномерным вращением, а блок шпинделей остается неподвижным.

При вращении распределительного вала, на котором закреплены кулачки всех механизмов, циклы обработки на всех шпинделях смещаются по фазе (см. рис. V-8, б). Иными словами, если на одном шпинделе происходит загрузка, то на втором в это время — зажим заготовки, на третьем — обработка и т. д.

Неудобство такой схемы заключается в том, что при ручной загрузке-выгрузке рабочий вынужден ходить вокруг станка одновременно с вращением распределительного вала, так как зона загрузки-выгрузки меняется, следуя вращению кулачка. При автоматической загрузке по той же самой причине станки практически невозможно встраивать в автоматическую линию. Производительность автоматов параллельного действия, построенных по всем трем указанным схемам (рис. V-16, в, г, д), остается практически постоянной.

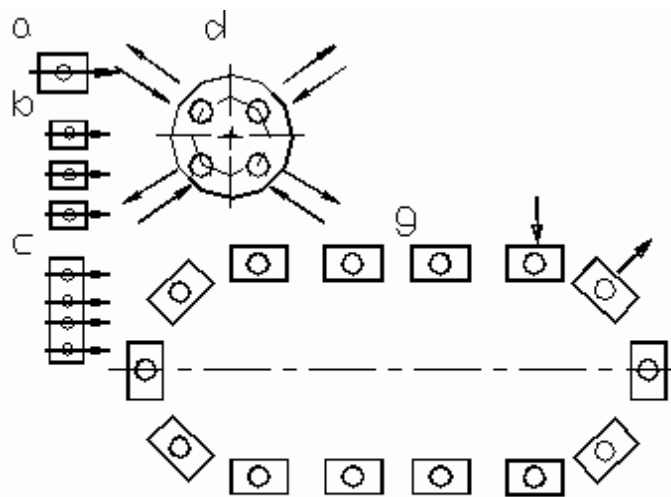


Рис. V-16. Развитие структурных схем компоновки автоматов и полуавтоматов параллельного действия

Производительность автоматов параллельного действия существенно не меняется и в том случае, если, не изменяя характера относительных перемещений, остановить распределительный вал и дать вращение столу автомата (рис. V-16, е). Обработка деталей в этом случае производится при непрерывном вращении стола, на ходу.

Такие автоматы получили название роторных, и нашли широкое применение в самых различных отраслях производства.

При большом количестве позиции расположение их по окружности становится невыгодным из-за большого холостого пространства в центре. В этих случаях применяется конвейерная схема компоновки (рис. V-16, ж).

Роторный принцип работы дает возможность производить загрузку и съем обрабатываемых деталей всегда в одной зоне, что позволяет легко встраивать автоматы в линию, а при ручной загрузке обеспечивать максимальную простоту и удобства. Таким образом, применение роторных автоматов особенно эффективно при обработке мелких деталей простой конфигурации круглого или прямоугольного сечения, с короткими рабочими циклами, высокой частотой загрузки и выгрузки заготовок.

По окружности рабочего ротора (рис. V-17, а), который имеет непрерывное транспортное движение, расположены рабочие шпиндели, которые включают инструментальные блоки для выполнения заданных операций (на рис. V-17, б—пуансон и матрица для штамповки изделий типа колпачков). Под действием системы неподвижных торцовых копиров, расположенных сверху и снизу, некоторые элементы инструментальных блоков (пуансоны, выталкиватели и т. д.) получают в процессе вращения ротора осевые перемещения, которые являются технологическими движениями (рис. V-17, б).

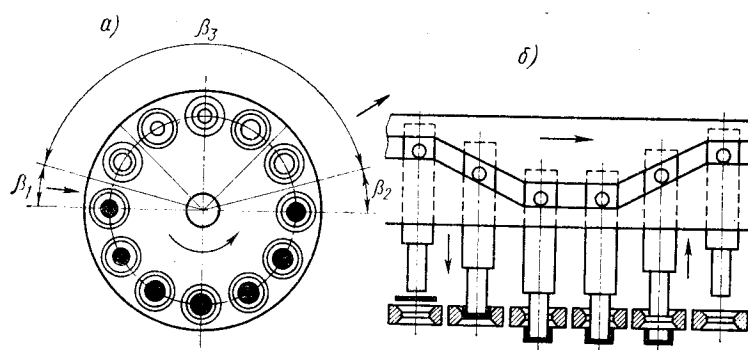


Рис. V-17. Схема работы роторного автомата:

а — рабочие и холостые зоны; б — развертка рабочей зоны по окружности инструментальных блоков

При вращении рабочего ротора посредством транспортного ротора, заталкивателя или вручную заготовки поступают на ходу в рабочие позиции, оснащенные инструментальными блоками. Затем на ходу в той же зоне β_1 происходит быстрый подвод инструмента; после этого — технологическое перемещение (штамповка, вытяжка и т. д.), а в зоне β_2 — отвод инструмента. При прохождении зоны β_3 инструментальный блок находится в раскрытом, исходном положении. За это время производится съем готового изделия, свободный пробег (в это время может производиться осмотр инструмента, его замена, очистка и т. д.) и загрузка новой заготовки.

Таким образом, роторная машина характеризуется тем, что орудия обработки (инструментальные блоки) перемещаются непрерывно по окружности и многократно дискретным образом воздействуют на обрабатываемые объекты, которые перемещаются по окружности с той же транспортной скоростью и вступают однократно в контакт с орудиями обработки.

Выше, на рис. 1-12, а, был показан роторный сборочный автомат, который состоит из рабочего сборочного ротора и двух транспортных роторов — загрузки и выгрузки. Транспортный ротор загрузки — двухъярусный, передача изделий в рабочий ротор происходит на ходу в зоне соприкосновения благодаря синхронному вращению с одинаковой транспортной скоростью. После загрузки собираемых изделий происходит их сближение благодаря осевым перемещениям ползунов и штоков, приводимых в действие от неподвижных копиров, и их сборка. Скорость движения ползунов определяет технологическую скорость сборки. Выдача готовых изделий производится одноярусным транспортным ротором.

Преимуществом роторных автоматов является не только малая инерционность системы, позволяющая вести обработку малой длительности с производительностью до 800—1200 об/мин, но и стационарность всех рабочих зон, идентичность конструкции загрузочных и разгрузочных устройств, что дает возможность легко и просто создавать автоматические роторные линии.

Вместе с тем принципиальная основа всех автоматов параллельного действия, в том числе роторных, является одинаковой — идентичны все методы анализа и синтеза.

При анализе производительности автоматов параллельного действия необходимо учитывать влияние тех же факторов, что и для автоматов последовательного действия.

Очевидно, в автомате параллельного действия за один рабочий цикл выдается не одна, а p готовых изделий:

$$Q_p = p / (t_p + t_x + \sum t_n) \quad (V-13)$$

Время обработки детали в автоматах параллельного действия по сравнению с однопозиционной машиной (см. рис. V-16, а) не изменяется, следовательно, $K = K_0$, $t_p = \text{const}$.

Суммарные внецикловые потери по сравнению с однопозиционной машиной возрастают в p раз, так как p рабочих позиций имеют p комплектов инструментов для полной обработки детали. Число механизмов по сравнению с однопозиционной машиной также увеличивается в p раз.

Следовательно, производительность автоматов параллельного действия можно выразить формулой

$$Q_p = \frac{p}{t_p + t_x + p(t_e + \sum C_i)} = \frac{pK_0}{1 + K_0 t_x + pK_0(t_e + \sum C_i)} \quad (V-14)$$

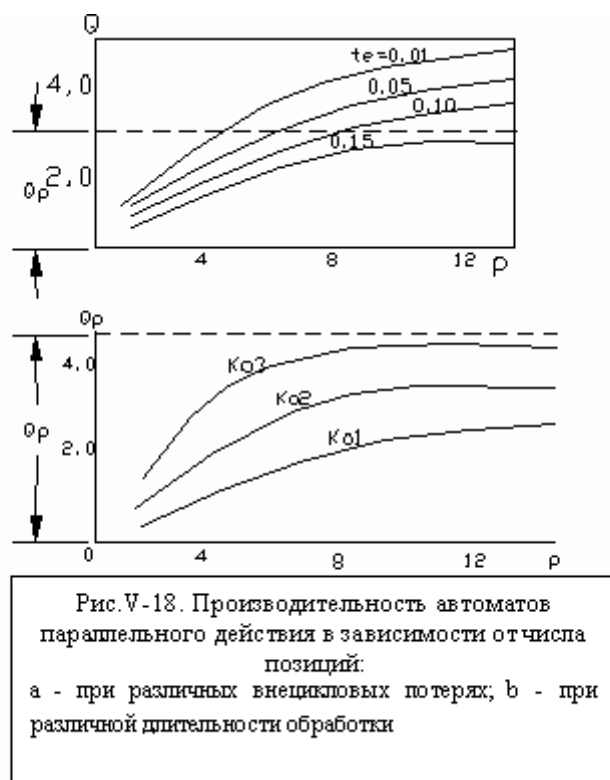
По этой же формуле определяют и производительность конвейерных автоматов (см. рис. V-16, ж).

В случае, если имеется группа из p однопозиционных автоматов, работающих параллельно (см. рис. V-16, б), производительность, естественно, увеличивается в p раз, так как внецикловые потери сохраняются на прежнем уровне. Производительность группы независимо работающих автоматов определяется по формуле

$$Q_p = pK_o / [1 + K_o(t_x + t_e) + K_o \sum C_i] \quad (V-15)$$

Как показывают графики (рис. V-18, а), в противоположность машинам последовательного действия автоматы параллельного действия не имеют точки максимума производительности. Увеличение числа параллельных позиций не может привести к падению производительности. Однако это вовсе не означает, что производительность можно повысить беспредельно только путем одного увеличения числа позиций. Графики показывают, что постепенно рост производительности замедляется, асимптотически приближаясь к некоторому пределу, величину которого можно определить при условии $p \rightarrow \infty$:

$$Q_{p_{\infty}} = \lim_{p \rightarrow \infty} \frac{pK_o}{1 + K_o t_x + pK_o(t_e + \sum C_i)} = \frac{1}{(t_e + \sum C_i)} \quad (V-16)$$



Все методы повышения производительности роторных (см. рис. V-16, е) и конвейерных (см. рис. V-16, ж) автоматов — увеличение числа позиций машины, повышение скорости вращения роторов по окружности — справедливы и по отношению к стационарным автоматам параллельного действия (см. рис. V-16, в). Формула (V-16) позволяет оценить возможный рост производительности при проведении этих мероприятий.

При повышении окружной скорости ротора или конвейера угол рабочего хода $\alpha = 360^\circ - \beta_1 - \beta_2 - \beta_3$ (см. рис. V-17, а) остается неизменным, а время рабочих ходов сокращается, следовательно, увеличивается значение K . Однако фактическая производительность при этом растет непропорционально повышению скорости вращения из-за снижения коэффициента использования машины. Как следует из рис. V-18, б, повышение технологической производительности при постоянном числе позиций p имеет свой потолок, определяемый величиной внецикловых потерь машины. Аналогичный потолок имеет и создание роторных и конвейерных машин с увеличенным количеством рабочих позиций.

Графики (рис. V-18, б) показывают, что, хотя производительность при этом монотонно возрастает, наступает момент, когда дальнейшее увеличение p бессмысленно, так как выигрыш в производительности становится ничтожным, а стоимость растет.

Анализ производительности показывает, что наиболее эффективно повышение производительности роторных и конвейерных машин при малом значении внецикловых потерь, поэтому их широко применяют для операций рубки, штамповки, контроля, физико-химической и другой обработки.

Автоматические линии параллельного действия представляют собой систему параллельно работающих однопозиционных автоматов (см. рис. V-16, б), объединенных системой автоматической транспортировки изделий.