

АВТОМАТЫ И ЛИНИИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО-ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ

По схеме последовательно-параллельного действия создаются наиболее производительные автоматы и все многопоточные автоматические линии.

На рис. V-19 показаны схемы различных вариантов автоматов и линий параллельно-последовательного действия.

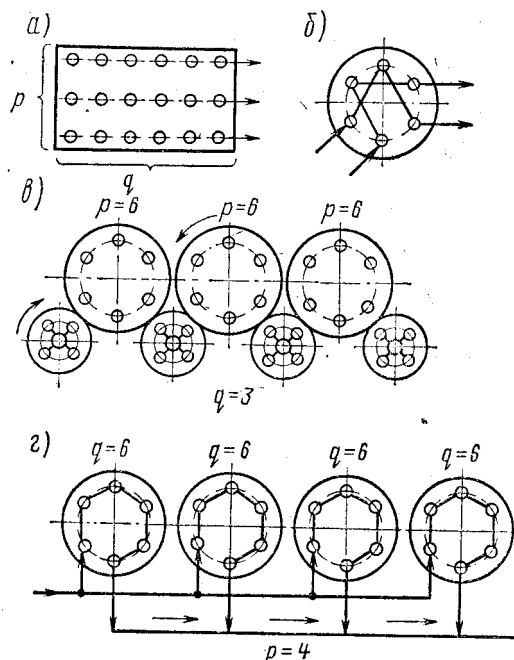


Рис. V-19. Варианты построения автоматов и автоматических линий параллельно-последовательного действия

На схеме (рис. V-19, а) представлена система из p параллельных потоков с линейно расположенными последовательными позициями. По такой схеме строят автоматические линии с жесткой связью, когда после каждого шага транспортера две или несколько деталей последовательно перемещаются на очередные позиции для обработки.

По схеме (рис. V-19, б) работают автоматы параллельно-последовательного действия с расположением рабочих позиций по окружности. По этой схеме имеется множество различных конструктивных вариантов. Так, 12-позиционный автомат (рис. V-20) можно спроектировать в четырех вариантах:

а) с возможностью осуществления шести последовательных операций двумя параллельными потоками; в этом случае шпиндельный блок поворачивается на 60° ;

б) с возможностью осуществления четырех последовательных операций тремя потоками; при этом необходим поворот на 90° ;

в) с возможностью осуществления трех последовательных операций четырьмя потоками (поворот на 120°);

г) с возможностью осуществления двух последовательных операций шестью параллельными потоками (при повороте на 180°).

С увеличением числа позиций в автомате параллельно-последовательного действия количество возможных комбинаций возрастает.

Автоматические линии последовательно-параллельного действия можно строить по двум основным вариантам:

1) линии из автоматов параллельного действия, соединенных последовательно; если эти автоматы роторного типа, автоматические линии также называются роторными;

2) линии из многошпиндельных автоматов последовательного действия, соединенных параллельно.

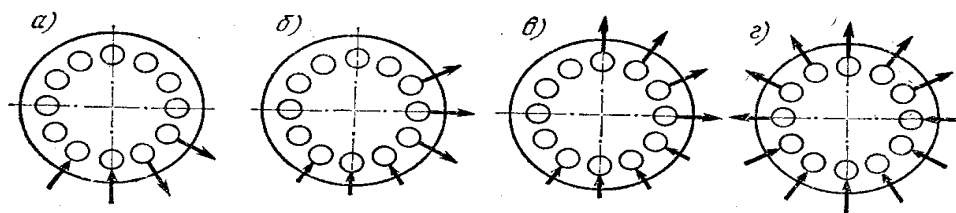


Рис. V-20. Варианты построения 12-позиционных автоматов параллельно-последовательного действия

На рис. V-19, в изображена схема автоматической линии из роторных автоматов, связанных между собой транспортными роторами. В каждом роторе параллельно (со смещением по фазе) обрабатываются пять деталей. На каждом из роторов выполняется одна операция; детали, перемещаясь последовательно с одного ротора в другой, постепенно проходят весь процесс обработки. На рис. V-19, г представлена схема автоматической линии, состоящая из многошпиндельных автоматов последовательного действия, работающих параллельно.

В автоматах последовательно-параллельного действия в обработку поступает p изделий, которые выдаются за один рабочий цикл. Отсюда производительность

$$Q_{pq} = p / (T + \sum t_n).$$

Технологический процесс обработки общей длительностью t_{po} дифференцирован на q рабочих позиций, следовательно, время рабочего хода $t_p = t_{po}/q$. Длительность рабочего цикла

$$T = (t_{po} / q) + t_n.$$

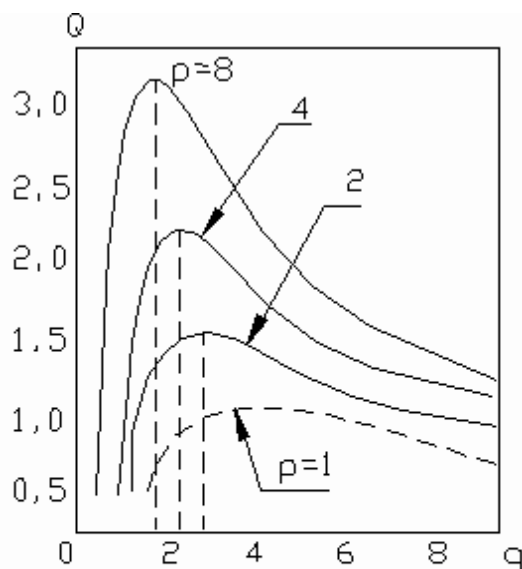


Рис. V-21. Производительность автоматов параллельно-последовательного действия в зависимости от числа последовательных позиций q параллельных потоков p обработки

Величину длительности холостых ходов (время поворота шпиндельного блока, движения шагового транспортера), также как и для автоматов последовательного действия, считаем независимой от числа позиций.

Внецикловые потери одного потока, так же как и для автоматов последовательного действия,

$$t_{\pi_1} = \sum C_i + t_e q, \quad (V-17)$$

где $\sum C_i$ – потери одного комплекта инструмента; t_e – потери одного комплекта механизмов и устройств (одной позиции).

Так как все p потоков заблокированы (при отказе любого элемента выходит из строя весь автомат), суммарные потери

$$\sum t_{\pi} = t_{\pi_1} p = (\sum C_i + q t_e) p = p \sum C_i + p q t_e. \quad (V-18)$$

Подставляя значения T и $\sum t_{\pi}$ в формулу производительности, получаем

$$Q_{pq} = \frac{p}{T + \sum t_{\pi}} = \frac{p}{(t_{p_0}/q) + t_{\pi} + p \sum C_i + p q t_e}. \quad (V-19)$$

Подставляя в (V-19) значения $K_0 = 1/t_{p_0}$ получаем

$$Q_{pq} = \frac{q p K_0}{1 + q K_0 t_{\pi} + q p K_0 (q t_e + \sum C_i)}. \quad (V-20)$$

Нетрудно заметить, что приведенная формула производительности автоматов параллельно-последовательного действия является наиболее общей. Принимая $p=1$, получаем автоматы с последовательным действием; если $q=1$, то имеем автоматы параллельного действия.

Диаграмма производительности автоматов параллельно- последовательного действия (рис.V-21) показывает, что и здесь имеется максимум производительности при определенном значении q_{\max} . При этом чем больше число параллельных потоков, тем выше производительность и ниже значение q_{\max} .

Величину q_{\max} можно получить, взяв производную $dQ_{pq}/(dq)$ и приравняв ее нулю:

$$q_{\max} = \sqrt{1/(p K_0 t_e)}. \quad (V-21)$$

В отличие от автоматов автоматические линии последовательно-параллельного действия имеют, как правило, потоки (см. рис. V-20,г), число которых не влияет на величину внецикловых потерь; следовательно, внецикловые потери линии определяются только потерями последовательно заблокированных станков одного потока:

$$t_{\pi} = \sum C_i + q t_e.$$

Производительность автоматических линий последовательно-параллельного действия с гибкой связью

$$Q_{pq} = \frac{q p K_0}{[1 + q K_0 t_{\pi} + q K_0 (q t_e + \sum C_i)]}. \quad (V-22)$$

Как видно, автоматы и автоматические линии последовательно-параллельного действия обладают наиболее высоким потенциалом производительности $K = K_0 p q$. Однако большое количество заблокированных воедино механизмов, устройств и инструментов обуславливает высокие внецикловые

потери. Поэтому чем сложнее автомат (выше значения p и q), тем выше требования к надежности работы механизмов и устройств, стойкости и стабильности инструментов, уровню системы эксплуатации.