

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

асс. Атаджанова М.З., асс. Жўраева Н.А.

*Ташкентский государственный технический университет им. И. Каримова,  
Ташкент*

### АННОТАЦИЯ

Важнейшими факторами роста производственных показателей предприятия является высокий уровень конкурентоспособности изготавливаемой продукции, а также отлаженная производственная инфраструктура, которая включает в себя модернизированные товарно-сырьевые парки, различные разгрузочно-погрузочные комплексы, обеспечивающие работу с мелко- и крупнотоннажными контейнерами, системы складирования и упаковки изготовленной продукции. Большое значение для формирования более эффективной производственной системы и оптимизации работы компании в целом имеют ремонтно-механические комплексы, позволяющие совершать полноценные производственные циклы в процессе проведения тех или иных ремонтных работ.

*Ключевые слова: высокая производительность, автоматизированное производство, обработка деталей*

Важнейшей характеристикой прогрессивности любого технологического процесса обработки, сборки и контроля изделия является технологическая производительность  $K$ , которая зависит от длительности протекания технологического процесса – длительности обработки  $t_p$ . Простейшим вариантом любого технологического процесса является обработка детали в одной позиции при последовательном выполнении всех операций обработки. В этом случае легко может быть определена итоговая, суммарная длительность протекания технологического процесса  $t'_{\Sigma}$ , которая зависит, с одной стороны, от характера детали, ее сложности и т. д., с другой – прогрессивности выбранных методов и режимов обработки. Таким образом, технологическая производительность  $K'_0$  является характеристикой прогрессивности технологического процесса обработки данной детали, безотносительного к структуре машины. В качестве примера на (рис.1) показан чертеж ступенчатого вала. Технологический маршрут обработки складывается из фрезерования торцов, их зацентровки, черновой и чистовой токарной обработки всех ступеней, обработки фасок и канавок. Общее время обработки будет равно суммарной длительности всех операций. Время каждой операции определяется, с одной стороны, объемом обработки (длина

l и диаметр d обрабатываемой поверхности, ширина обработки и т. д.), с другой – выбранным методом обработки и его режимами – скоростью резания  $v$  и подачей  $s$  и может быть, например, для обтачивания подсчитано по формуле

$$t_p = \frac{n_p}{n_{ш}} = \frac{\pi dl}{1000 vs}, \quad (1)$$

где  $n_p$  - число оборотов шпинделя на выполнение данной операции;

$n_{ш}$  – частота вращения шпинделя в об/мин.

Так, например, время черновой обработки шейки В диаметром  $d = 76,2$  мм, согласно (рис. 1)

$$t_{pi} = \frac{\pi dl}{1000vs} = \frac{3,14 \cdot 76,2 \cdot 190}{1000 \cdot 161 \cdot 0,2} = 1,4 \text{ мин.} \quad (2)$$

Аналогичным образом можно рассчитать длительность и остальных операций, в результате получим  $t'_{p0} = 618$  с. Таким образом, суммарная длительность обработки вала при выбранном технологическом процессе и отсутствии совмещения операций составляет 618 с. Технологическая производительность  $K'_0 = \frac{1}{t'_{p0}}$  является количественной характеристикой прогрессивности выбранного технологического процесса.

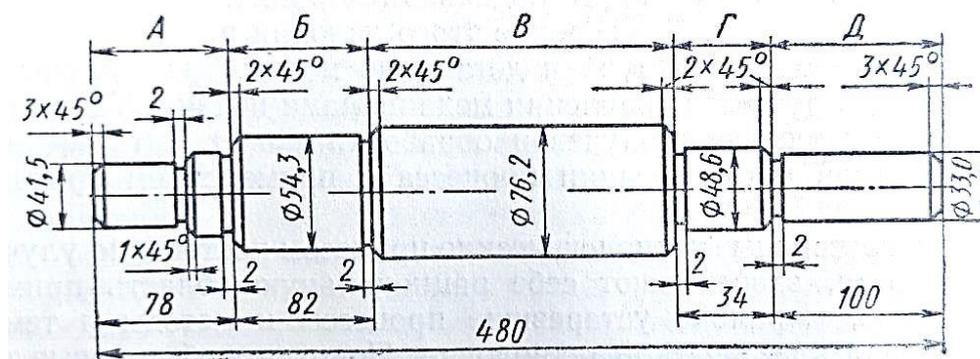


Рис. 1. Вал

Любой возможный вариант технологического процесса будет характеризоваться своим значением  $K'_0$ , большим или меньшим. Сравнивая между собой значения  $K'_0$  различных вариантов процесса, можно оценить прогрессивность возможных технологических решений, перспективность применения различных технологических процессов при обработке данных деталей. Величина  $K'_0$  характеризует собой возможности данного технологического процесса в его простейшем варианте - без совмещения операций. Такой вариант характерен для автоматизированных или неавтоматизированных универсальных одно инструмент станков. Так, например, вал, показанный на (рис. 1) может быть полностью обработан (кроме фрезерования торцов) на универсальном токарном станке, где все операции обработки выполняются последовательно, в любой момент обработки в действии будет находиться лишь один инструмент. Суммарное

время изготовления вала будет складываться из времени обработки  $t_{\text{е}} = 618$  с, вспомогательного времени на закрепление детали, подвод и отвод инструментов, замену их т. д., а также подготовительно - заключительного времени. Согласно данным ЭНИМС а, время обработки на токарных станках составляет не более 26% фонда времени. Следовательно, для вала, показанного на рис. (1), длительность рабочего цикла

$$T = \frac{618}{0,26 \cdot 60} = 39,8 \text{ мин, а производительность } Q = 0,25 \text{ шт./мин} = 1,5 \text{ шт./ч.}$$

**Принцип совмещения операций.** Важнейшей особенностью технологии автоматизированного производства является дифференциация технологического процесса и концентрация операций – одновременное выполнение многими инструментами в одной или нескольких рабочих позициях многих операций.

Не следует смешивать концентрацию операций с концентрацией технологических возможностей. Концентрация технологических возможностей определяет возможный круг операций, который может быть выполнен на данном оборудовании. Так, горизонтально – расточные станки обладают высокой концентрацией технологических возможностей, так как на них могут производиться, кроме растачивания, торцевания, фрезерования, сверления, обтачивания, нарезания резьбы и т. д. Однако при выполнении каждой из этих операций одновременно может работать только один инструмент, т. е. концентрация операций отсутствует. Концентрация операций определяется количеством одновременно выполняемых операций в данной машине или автоматической линии, т. е. их совмещением во времени.

При использовании метода совмещения операций технологическая производительность

$$K = K'_0 U p q x, \quad 3)$$

где  $K$  - технологическая производительность процесса при использовании метода совмещения операций;

$U$  - количество инструментов, работающих в одной позиции одновременно;

$P$  – число параллельных позиций обработки данной детали;

$q$  – число последовательных позиций обработки;

$x$  – коэффициент интенсификации режимов обработки.

Отсюда важнейшие технологические методы повышения производительности машина многоинструментная обработка в одной позиции ( $U > 1$ ) – первая ступень концентрации обработки; б) многопозиционная обработка, дифференциальная и концентрация операций во многих позициях ( $p > 1, q > 1$ ) – вторая ступень концентрации обработки; в) интенсификация режимов обработки ( $x > 1$ ) путем увеличения скоростей, подач, температурны режимов и т. д.

Общий коэффициент интенсификации технологического процесса по сравнению с однопозиционной обработкой при исходных режимах  $X = p q x$ .

Рассмотрим подробнее первый метод – многоинструментную обработку. В формуле (3) коэффициент  $U$  характеризует степень вооруженности одной рабочей позиции – коэффициент многоинструментальности. Величина  $K_0$  представляет собой технологическую производительность машины при последовательной обработке детали в одной позиции, однако с максимально возможным совмещением операций между собой в одной позиции:

$$K = \frac{1}{t_{po}} = K'_0 U \quad 4)$$

Здесь  $t_{o_0}$  представляет уже не полное суммарное время выполнения всех операций, а суммарную длительность цепочки не совмещенных операций; время остальных, совмещенных операций не учитывается. Например, при обработке вала (см. рис. 1) можно одновременно выполнять фрезерование обоих торцов, зацентровку вала с обеих сторон; обтачивание ступеней, прорезку всех канавок и снятие всех фасок. Таким образом, при максимальном использовании метода многоинструментной обработки суммарное время обработки вала  $t_{o_0}$  будет состоять из времени фрезерования одного торца, зацентровки торца, черновой обработки ступеней, обработки одной канавки и составит, не  $618 \text{ с} = 10,3 \text{ мин}$ , а  $400 \text{ с} = 6,7 \text{ мин}$ . Таким образом, применение метода многоинструментной обработки данной детали позволяет повысить технологический потенциал производительности в 1,54 раза.

Развитием метода многоинструментной обработки является также применение комбинированного и фасонного инструмента – фасонных резцов, комбинированных зенкеров, разверток, резцовых головок и т. д. На (рис. 2) показан пример токарной обработки фасонными резцами. Два дисковых резца заменяют несколько проходных, фасонных и отрезной резцы, сводя всю обработку только к двум рабочим операциям, совмещенным между собой. Применение фасонных и комбинированных инструментов уменьшает количество рабочих операций, что ведет к уменьшению  $\ell$ . Методом многоинструментной обработки в ряде случаев удастся уменьшить величину рабочего хода инструментов путем дробления всего участка на несколько частей и обработки каждой части отдельным инструментом. Величина хода  $\ell$  инструмента зависит от длины обработки и может рассматриваться как величина переменная, хотя очевидно, что для данной детали она остается постоянной. Для этого необходимо иметь возможность дробить длину обработки на  $q$  частей путем установки  $q$  резцов вместо одного.

Ясно, что для одновременной работы всех резцов необходимо сообщить суппорту дополнительное рабочее движение врезания, после чего возможно продольное точение длины  $l/q$  вместо длины  $l$ . Принцип такого дробления в металлообработке известен под названием многорезцовой работы и положен в основу создания многорезцовых полуавтоматов, которые обеспечивают многократное повышение производительности по сравнению с обычными станками. Многорезцовая работа осуществляется не только путем дробления длины хода, но и совмещением работы отдельных инструментов на различных деталях. В результате установки большого числа инструментов можно в одной

рабочей позиции одновременно производить десятки различных операций, например, обтачивание, растачивание, подрезку, фасонное обтачивание и т. д. Таким образом, принцип многолезцовой работы является частным случаем принципа совмещения операций.

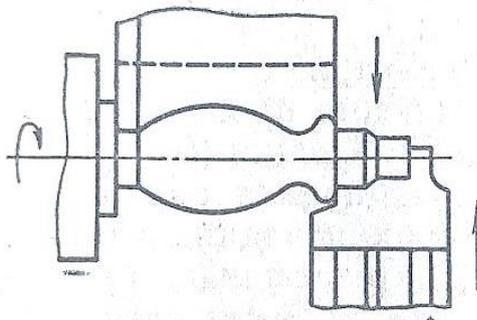


Рис. 2. Пример обработки фасонными резцами

Стремление применить многолезцовую обработку зачастую приводит к чрезмерному увеличению числа суппортов на станке с несоразмерно большим количеством одновременно работающих инструментов. Конструкторы в этих случаях иногда ограничиваются геометрическим решением задачи, находя возможности для размещения суппортов, механизмов их привода и резцовых державок. Но при этом не учитывается, что большое количество инструментов на рабочей позиции, перегружая рабочее место, затрудняет сход стружки, ухудшает охлаждение инструмента, увеличивает силы, действующие на деталь, и т. д. Все это обнаруживается уже в процессе эксплуатации станка, и нередко приходится сокращать число одновременно работающих инструментов.

Таким образом, первый этап концентрации операций – много инструмент обработка – во многих случаях имеет ограниченные возможности повышения производительности. Дальнейшее повышение производительности рабочих машин может быть обеспечено многопозиционной обработкой и интенсификацией режимов обработки.

#### Использованная литература

1. Автоматизация технологического оборудования микроэлектроники / Под ред. А.А. Сазонова. — Высшая школа, 1991. — 332 с.
2. СТО 70238424.27.140.010-2010. Автоматизированные системы управления технологическими процессами ГЭС И ГАЭС. Условия создания. Нормы и требования. – Введ. 2010-09-30. – М.: НП ИНВЭЛ, 2010. – 39 с.