

## ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ ПЛОСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

*Белорусская государственная политехническая академия  
Минск, Беларусь*

Специфика ответственных деталей специального оборудования – большая длина при сравнительно малых размерах поперечного сечения – ограничивает выбор методов закрепления этих деталей в процессе механической обработки. Для длинномерных деталей, имеющих сравнительно малые размеры поперечного сечения, характерна повышенная склонность к деформации, в особенности угловой из-за концентрации значительной нагрузки в зоне контакта режущего инструмента с обрабатываемой поверхностью детали. Она усиливается при увеличении длины и уменьшении размеров поперечного сечения деталей. Деформация повышает трудоемкость механической обработки и часто приводит к неисправимому браку. Поэтому основной проблемой надежного закрепления длинномерных деталей при механической обработке является уменьшение этой сопутствующей деформации (при обеспечении требуемой точности и качества обрабатываемой поверхности). Поэтому для обработки длинномерных деталей могут быть пригодны лишь те методы обработки и способы закрепления деталей, которые обеспечивают либо полное исключение деформации деталей, либо существенное ее ограничение.

Как показывает практика и опыт станкостроительных заводов, ЭНИМСа длинномерные детали в особой степени подвержены деформации при закреплении и механической обработке. Для большинства типов длинномерных деталей нежелательным главным образом является искривление (коробление). В общем случае оно вызвано неодинаковыми усилиями прижима деталей, условиями нагрева и охлаждения различных ее участков при предварительной механической обработке.

Коробление вызывает необходимость правки деталей, а также увеличение объема их последующей механической обработки. В некоторых случаях оно может привести к неисправимому браку дорогостоящих деталей.

Коробление свойственно деталям с любой формой поперечного сечения, в том числе симметричной. Оно, как правило, усиливается при увеличении длины деталей и уменьшении размеров их поперечного сечения, т. е. при уменьшении жесткости. В соответствии с рекомендациями [1] для оценки склонности деталей к короблению используют условный показатель жесткости  $K_{ж}$ , определяемый по формуле:

$$K_{ж} = 1000 \left( \frac{H}{L} \right)^2,$$

где  $L$  – длина детали;  $H$  – наружный размер детали, преобладающий по ее длине, или наименьший эквивалентный размер ее поперечного сечения.

Склонность деталей к короблению возрастает с уменьшением показателя жесткости. В зависимости от величины показателя  $K_{\text{ж}}$  детали относятся к одной из трех категорий жесткости: малой, средней или высокой [2]. Для деталей с круглой формой поперечного сечения показатель жесткости равен: для малой –  $K_{\text{ж}} = 0,8 \div 2,5$ ; для средней –  $K_{\text{ж}} = 2,5 \div 4,5$ ; для высокой –  $K_{\text{ж}} > 0,5$ , а для деталей с некруглой формой поперечного сечения: для малой –  $K_{\text{ж}} = 2 \div 4,4$ ; для средней –  $K_{\text{ж}} = 4,5 \div 7,5$  и для высокой –  $K_{\text{ж}} > 7,5$ .

К числу наиболее характерных длинномерных стальных деталей ответственного назначения металлообрабатывающего оборудования относятся направляющие качения и скольжения (близкие по форме и конфигурации обрабатываемых образцов), ходовые винты передач качения и скольжения, валы, шпиндели, пиноли, гильзы, имеющие преимущественно малую и среднюю жесткость.

Строгание позволяет исключить остаточный дефектный слой и обеспечивает высокое качество обрабатываемой поверхности: малые остаточные напряжения и микротвердость. Приповерхностный слой в результате пластической деформации приобретает направленную текстуру вдоль траекторий резания, что повышает прочность детали. Несмотря на кажущуюся низкую производительность из-за обратного холостого хода резца, строгание благодаря высокому качеству обработки успешно конкурирует с фрезерованием [3].

В настоящее время обработка плоских поверхностей на строгальных станках производится с дискретной поперечной подачей детали на одинарный или двойной ход стола (ползуна). Периодическая подача вызывает повышенные динамические нагрузки, связанные с мгновенным троганием и остановом стола. Упругие отжатия системы СПИД при трогании стола вызывают затухающие колебания, которые циклически повторяются с частотой двойных ходов. В результате снижаются качество поверхности и производительность обработки. Осуществление дискретной подачи требует более сложной кинематики и конструкции станка.

Строгание с непрерывной подачей позволяет устранить указанные недостатки. Сущность способа заключается в том, что поперечное перемещение стола происходит непрерывно в процессе возвратно-поступательного движения резца.

На продольно-строгальных станках непрерывное поперечное перемещение получает резец при возвратно-поступательном движении стола. Траектория движения резца относительно детали представляет линию, угол наклона  $\omega$  которой к направлению хода ползуна (стола) определяется соотношением скоростей подачи  $S$  и строгания  $V_c$ :

$$\omega = \arctg \frac{S}{V_c}.$$

При непрерывной подаче, обеспечивающей толщину среза, равную по величине дискретной подаче на двойной ход  $\alpha = S$ , отношение  $S/V_c$  находится в пределах 0,01–0,05. Для указанных соотношений угол наклона траектории резца в среднем равен  $30' + 2^\circ 30'$ .

Скорость строгания является переменной величиной, изменяющейся от нуля в конце хода до максимума в середине.

При строгании в одном направлении толщина среза и сила резания постоянны.

Строгание с непрерывной подачей в обе стороны благодаря переменной ширине среза обеспечивает уменьшение силы резания при врезании. Изменение силы резания по длине резания прямо пропорционально расстоянию между траекториями движения резца при прямом и обратном ходах. В этом заключается дополнительное преимущество непрерывной подачи, которая в отличие от прерывной позволяет получить плавное нарастание силы резания от минимальной до максимальной, что положительно сказывается на точности обработки плоских поверхностей.

Если скорость подачи непрерывно увеличивается до скорости движения резца, то наклон траектории относительного движения возрастает существенно. При равенстве скоростей угол  $\omega$  равен  $45^\circ$ . Резание осуществляется одновременно двумя гранями резца, а срезаемый слой разделяется на два потока, которые в виде стружки отводятся по обеим рабочим граням. Высокая скорость движения деталей требует реверсирования хода стола или непрерывного его вращения.

Преимущества способа строгания с соизмеримыми скоростями детали и инструмента заключаются в уменьшении удельных давлений на единицу длины режущего лезвия, улучшении отвода стружки и теплообмена. В результате режим строгания можно повысить в 1,5–2 раза.

Процесс обработки на поперечно-строгальном станке производится главным возвратно-поступательным движением инструмента; движение подачи в поперечном направлении сообщается заготовке, однако при строгании вертикальных, а также наклонных поверхностей движение подачи сообщается резцу.

Применение возвратно-поступательного движения предопределяет наличие прямого (рабочего) и обратного (холостого) хода, что снижает производительность станка. Для уменьшения времени холостого хода увеличивается его скорость по сравнению со скоростью рабочего хода. Поперечно-строгальные станки используются для обработки горизонтальных, вертикальных и наклонных плоскостей на мелких и средних деталях, для прорезания прямолинейных пазов, канавок и выемок.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Назначение сталей повышенной прокаливаемости для массивных длинномерных деталей станков и методов их упрочнения. Методические рекомендации. – М.: НИИМаш, 1989. – 78 с. 2. Линник В.А. Упрочняющая обработка длинномерных дета-

УДК 621.7

А.Л. Климентьев, В.С. Мисевич

## **ФОРМАЛИЗАЦИЯ ВЫБОРА МЕТОДОВ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ ШИРОКОЙ НОМЕНКЛАТУРЫ**

*Витебский государственный технологический университет  
Витебск, Беларусь*

Развитие и совершенствование технологической деятельности человека обуславливается целым рядом факторов. Одним из таких факторов является непрерывное увеличение множества типоразмеров производимых изделий и деталей. По некоторым оценкам для технологий связанных с формообразованием это множество составляет не менее  $10^{10}$  наименований [1]. При этом производство изделий зачастую характеризуется ускоренной сменяемостью, которая обуславливается сменой рыночной конъюнктуры. Вторым фактором является появление новых методов формообразования, в т. ч. методов управляемого синтеза.

Названные факторы предъявляют особые требования к качеству, срокам и форме технологической подготовки производства (ТПП), а также определяют тот огромный объем информации, который перерабатывается на стадии макропроектирования технологических процессов, т. е. при выборе метода формообразования и разработке технологической схемы.

Существенно упростить ТПП, а также избежать при этом большого числа ошибок можно за счет использования различных автоматизированных систем ТПП. Одной из проблем автоматизации ТПП является недостаточная степень формализации ряда определяющих этапов макропроектирования, в том числе и недостаточная формализация процесса выбора метода формообразования (деталеобразования) для изделий и деталей широкой номенклатуры.

В настоящее время выбор метода формообразования определяется либо ограниченными возможностями существующего производства, либо субъективным мнением проектанта, основанным на личном опыте, и в большинстве случаев ведется по аналогии с подобными изделиями или деталями. Создание формальной методики выбора методов формообразования для производства деталей позволит полнее использовать преимущества автоматизированных систем ТПП.

Связь между изделием/деталью и методом ее формообразования заключается в связи свойств функциональных групп изделий/деталей и факторов, их обуславлива-