

рации, температуры и т.п.). С детектора 5 модулированный сигнал ω изги поступает на блок индикации 9. В схеме предусмотрена возможность контроля сигнала возбуждения IO и сигнала поправки (ошибки) поддержания опорной разности напряжения II, а также предусмотрен выход на осциллограф I2.

Предлагаемый бесконтактный измеритель вибраций с автоматической подстройкой чувствительности в процессе измерения целесообразно использовать при длительных испытаниях объектов непосредственно на производственных участках, где трудно поддерживать постоянными условия градуировки чувствительности вихретокового преобразователя из-за изменения конфигурации и электропроводности объектов измерения, температуры окружающей среды и других мешающих факторов.

Л и т е р а т у р а

1. Быховский Ю.С., Шатерников В.Е., Денисов В.А. Об исследовании погрешностей ТВП при бесконтактных измерениях амплитуд вибраций. - Сб.: Автоматическое измерение и регулирование устройства, вып. 3. Куйбышев, 1967.
2. Авдони Г.Т. Измерение амплитуд вибраций и быстроменяющихся сил при обработке резанием. - Межвуз. сб.: Исследование обрабатываемости жаропрочных и титановых сплавов. Куйбышев, 1974.
3. Быховский Ю.С. Автоматическое определение чувствительности бесконтактного преобразователя перемещений и вибрации. "Изв. высш. учебн. заведений. Приборостроение", т. XI, № 9, 1968.
4. Соболев В.С., Шкарлет Ю.М. Накладные и экранированные датчики. Новосибирск, "Наука", 1967.

Л.П. Медведев, В.Д. Смолин

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ УСЛОВИЙ ОБРАБОТКИ НА ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО РЕЖИМА РЕЗАНИЯ ПО ЗАДАННОЙ ТОЧНОСТИ

Анализ влияния различных факторов, характеризующих процесс резания, на величину оптимальной подачи, сделан в предположении, что на режим резания наложены технические ограничения по точности [I] и режущим возможностям инструмента.

Геометрические характеристики обрабатываемой детали оказывают

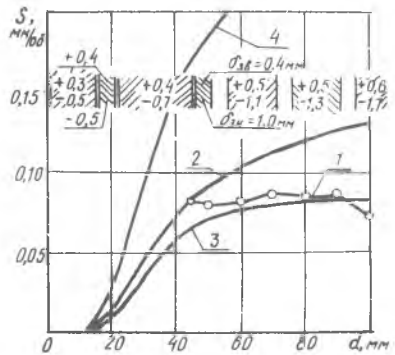
значительное влияние на выбор режима резания, так как от них существенно зависит суммарная жесткость технологической системы. Особенно сильно на выбор подачи при точении в патроне влияет вылет детали, так как от него зависит величина изгибающего момента от составляющих силы резания P_x и P_y , а, следовательно, и угловые перемещения системы деталь-патрон-передняя бабка станка.

При точении в центрах влияние длины проточки на величину выбираемой подачи более сложное, чем при обработке в патроне.

До определенной длины погрешность формы продольного сечения образуется в основном за счет податливости передней и задней бабок станка. Продольное сечение в этом случае будет седлообразным.

С ростом длины проточки доля погрешности за счет прогиба детали будет увеличиваться до такой величины, при которой соотношение между составляющими погрешности от станка и детали достигнет оптимума. Последний характеризуется максимумом подачи по заданной точности при одной и той же величине погрешности формы. При дальнейшем увеличении длины обработки величина подачи, обеспечивающая заданную точность, будет падать, так как в этом случае составляющая погрешности от прогиба детали будет превалировать в суммарной погрешности. В принципе, максимум подачи означает, что на конкретном станке выгодно обрабатывать детали только с вполне определенным соотношением $L : D$, отличным от оптимального, где возможности технологической системы будут использоваться не полностью.

Влияние диаметра валика на выбор точностной подачи при точении в патроне заготовки с идеальной геометрией представлено на рис.1 (кривая 4). Однако реальный процесс резания происходит в условиях



Р и с.1. Зависимость подачи по заданной точности при обработке в патроне от обрабатываемого диаметра валика: $L = 200$ мм, $\Delta_x = 0,34$ мм, $I - \sigma_{ЗВ}$ и $\sigma_{ЗН}$ по ГОСТу 2590-72 ;
 2 - $\sigma_{ЗВ} = 0,4$ мм, $\sigma_{ЗН} = -0,7$ мм ;
 3 - $\sigma_{рх} = 0$; $\sigma_{ЗВ} = 0,4$ мм ;
 $\sigma_{ЗН} = 0,7$ мм ; 4 - $\sigma_{ЗВ} = \sigma_{ЗН} = 0$

переменности припуск a как в различных точках по диаметру, так и по длине валика. Влияние постоянного, независимого от изменения диаметра валика припуска на выбор точностной подачи показано на рис.1 (кривая 2). Сравнение кривых 2 и 4 указывает на то, что колебание припуска ($\delta_{ЗВ}$, $\delta_{ЗН}$) в значительной степени снижает величину подачи по заданной точности.

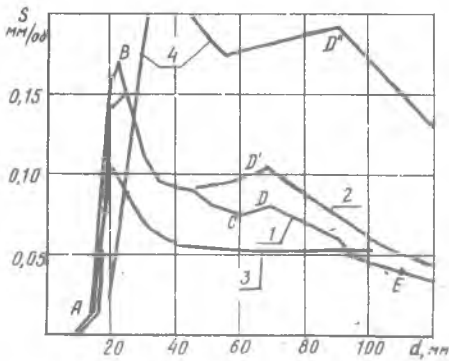
Момент от силы P_x дает составляющую погрешности, уменьшающую диаметр детали, сила же P_y дает составляющую, которая увеличивает проточенный диаметр. Поэтому, чем больше $M_{рy}$, тем большую силу P_y надо приложить для создания заданной погрешности, а следовательно, и большую подачу (см. рис.1, кривые 2 и 3). Таким образом, реальная зависимость $S-d$ (кривая 1) является результатом взаимодействия неравномерного роста допуска на припуск и момента от усилия подачи, увеличивающегося диаметра.

Для случая течения в центрах влияние диаметра проточки на подачу, которая обеспечит заданную точность формы детали по длине проточки, показано на рис.2.

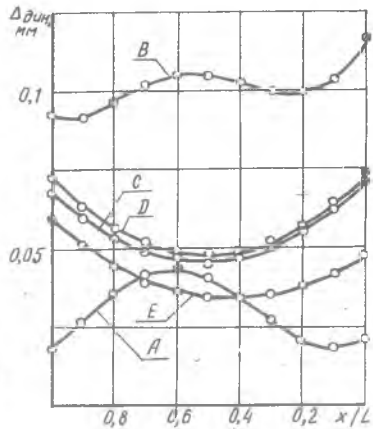
На рис.3 показан характер изменения величины динамической погрешности по длине валика для некоторых точек кривой (см. рис.2). Точка А (см. рис.2) соответствует диаметру валика равному 15 мм. При столь малом диаметре образование погрешности происходит за счет изгиба детали (см. рис.3, кривая А), причем слабым местом системы СПИД по ее суммарной жесткости является сечение с $x:L = 0,6$.

С ростом диаметра изделия его жесткость увеличивается за счет интенсивного роста величины момента инерции сечения. Координата сечения с наименьшей жесткостью переместится к задней бабке (см.рис.3, кривая В). Точка В (см. рис.2) отвечает тому оптимальному сочетанию геометрии детали и упругой характеристики станка, при котором для достижения заданного отклонения формы продольного сечения точностная подача достигает максимума.

При дальнейшем увеличении диаметра валика составляющая погрешности за счет прогиба детали продолжает уменьшаться, а с некоторого диаметра практически отсутствует (см. рис.3, кривые С, Д и Е), одновременно с этим начинает расти момент от усилия подачи, который изменяет реакции опор. Усилие, действующее на переднюю бабку будет расти быстрее, чем сила, действующая на заднюю бабку. Вследствие этого будет происходить выравнивание суммарной жесткости между сечениями детали у передней и задней бабки (см. рис.3, кривая С) и в точке Д (см. рис.2) жесткость выравнивается. Поэтому точка Д на зависи-



Р и с.2. Зависимость подачи по заданной точности при обточке в центрах в зависимости от диаметра изделия: $L = 200$ мм, $\Delta_{\Sigma} = 0,05$ мм; зависимость 1 - $\sigma_{зв}$ и $\sigma_{зн}$ по ГОСТу 2590-72; 2 - $\sigma_{зв} = 0,4$; $\sigma_{зн} = 0,7$; 3 - $\sigma_{рх} = 0$; $\sigma_{зв} = 0,4$; $\sigma_{зн} = -0,7$ мм; 4 - $\sigma_{зв} = \sigma_{зн} = 0$



Р и с.3. Характер изменения величины динамической погрешности по длине детали при обточке валика в центрах: $L = 200$ мм, $\Delta_{\Sigma} = 0,05$ мм, А - $d = 15$ мм; В - $d = 22$ мм; С - $d = 60$ мм; D - $d = 71$ мм; Е - $d = 110$ мм.

мости $S - d$ является максимумом, хотя и не так явно выраженным как в точке В.

Дальнейший рост диаметра перемещает слабое по жесткости место в системе СПИД к передней бабке (см. рис.3, кривая Е). Уменьшение величины подачи от точки Д к точке Е следует объяснить действием момента от составляющей силы резания P_x (см.рис.2, кривая 3). При отсутствии $M_{рх}$ пропадает и максимум в точке Д, так как слабое по жесткости место не перемещается по длине детали и выравнивания жесткости у передней и задней бабки не происходит.

Волнистый характер зависимости $S - d$ (см. рис.2, кривая 1) по сравнению с $S - d$ при постоянных $\sigma_{зв}$ и $\sigma_{зн}$ (кривая 2) объясняется ступенчатым ростом допуска на припуск с увеличением диаметра.

Анализ влияния жесткости на выбор оптимальных режимов резания произведем для токарного станка общего назначения с жесткостью узлов

равной нормам ($K_{\text{пф}} = f_{\text{пф}}$; $f_{\text{суп}} = 1,25$; $K_{\text{зб}} = f_{\text{зб}}$; $f_{\text{суп}} = 0,7583$; $f_{\text{суп}} = 3000 \text{ кг/мм}$). Рассмотрим случай обработки валика из стали 45 с глубиной резания $t = 2 \text{ мм}$. Зависимость между жесткостью задней бабки и величиной подачи по заданной точности имеет экстремальный характер. При низкой жесткости задней бабки крайнее сечение детали у заднего центра является наименее жестким в системе СПИД. По этому сечению происходит выбор значения подачи. При увеличении жесткости задней бабки погрешность формы будет выравниваться по длине проточки (см.рис.3 кривой В), причем именно в точке, соответствующей максимальной подаче, происходит выравнивание суммарной жесткости у задней бабки и в сечении с $x:L = 0,6$. При дальнейшем росте $K_{\text{зб}}$ сечение с $x:L = 0,6$ продолжает оставаться сечением с наименьшей суммарной жесткостью, но валик будет уже толще у передней бабки. Таким образом, для рассмотренного примера точения валика оптимальным станком может быть станок с соотношением $f_{\text{зб}}:f_{\text{суп}} = 1,4$ и $f_{\text{пф}}:f_{\text{суп}} = 1,25$. С изменением параметров технологической системы (например, параметров детали) оптимум будет уже при ином соотношении упругих характеристик узлов.

В ы в о д ы

1. При обработке в центрах существует оптимальное сочетание между параметрами детали и станка, при котором погрешность формы изделия выравнивается по длине детали. Этому сочетанию отвечают наиболее интенсивные режимы резания по заданной точности.

2. Для интенсификации режимов резания выгодно выравнивать суммарную жесткость узлов передней и задней бабки станка. С помощью набора технологических приемов суммарная жесткость узлов станка поддается регулировке.

3. Основной причиной образования погрешности формы при точении в патроне является угловая податливость системы станок-деталь.

Л и т е р а т у р а

1. С м о л и н В.Д. Расчет точностных режимов резания при наружном точении. В сб.: Исследование обрабатываемости жаропрочных и титановых сплавов. Межвуз. сб., вып. I, Куйбышев, 1973.