

ISSN 0536—1044

**ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ
УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ**

7-9
1992

МАШИНОСТРОЕНИЕ

ЛИТЕРАТУРА

1. Кедринский В. И., Писманик К. П. Станки для обработки конических зубчатых колес. — М.: Машиностроение, 1967. — 584 с.
2. Усубаматов Р. Н. Коррекция угла давления при нарезании круговых зубьев конических колес на станке с ЧПУ // Известия вузов. Машиностроение. — 1983. — № 11. — С. 115—120.
3. Усубаматов Р. Н. Обработка конических колес с круговыми зубьями на станке с ЧПУ // Известия вузов. Машиностроение. — 1982. — № 8. — С. 95—98.

Статья поступила 2 июня 1991 г.

621.941.1

ПОВЫШЕНИЕ РЕЖУЩИХ СВОЙСТВ СБОРНЫХ РЕЗЦОВ ПРИ ПРЕРЫВИСТОМ ТОЧЕНИИ

Канд. техн. наук С. В. ГРУБЫЙ

Рассмотрено рациональное применение сборных резцов, оснащенных сменными многогранными пластинами, в условиях наружного продольного точения валов с продольными пазами.

Одной из причин уменьшения общего периода стойкости сборных резцов является увеличение числа сколов и поломок режущих пластин при обработке заготовок с относительно неравномерным припуском или в условиях прерывистого точения. Так, для резцов с пластинами из сплава марки КНТ16, при среднем износе по задней поверхности 0,5 мм, по причине сколов и поломок из строя выходят до 20% режущих вершин, при износе 0,6 мм — до 40%, при износе 0,7 мм — до 85% [1]. С целью повышения эффективности применения сборных резцов проведены исследования и выполнен анализ силового взаимодействия инструмента и заготовки при прерывистом точении.

Экспериментальные исследования выполнены при наружном продольном точении заготовок типа шлицевых валов (диаметр 70 мм, длина шлицевой части — 90 мм, число шлицев — 10) и валов специальных, обеспечивших различные условия врезания для углов ω_0 в диапазоне от 59° до -32° , рис. 1. Материал валов — сталь нормализованная, марки 25ХГМ ($\sigma_b = 630 \div 660$ МПа, $HV = 187 \div 190$, $\delta = 17,5 \div 19,0\%$). Используются резцы токарные сборные проходные с механическим креплением сменных многогранных пластин различных форм (ГОСТ 19048—80, 19052—80, 19065—80, 19068—80).

Результаты исследований указывают на существенное влияние переходных силовых и контактных процессов на прочность и стойкость инструмента при прерывистом резании. Например, расчет параметров силового импульса при прерывистом точении можно выполнить по экспериментально полученным частным математическим моделям, справедливым для резцовых вставок с реализованными углами заточки [2]. Вместе с тем предложенные модели не учитывают особенности взаимной связи геометрических параметров сборных резцов, оснащенных сменными многогранными пластинами различных форм. Принципиальная схема контакта сборного резца с заготовкой при прерывистом точении приведена на рис. 2. Система координат XYZ связана с заготовкой и кинематическими движениями резца, а система $X'Y'Z'$ получена путем поворота вокруг оси Z на угол ψ и вокруг оси X' на угол γ_d так, что плоскость $X'Y'$ совпадает с передней плоскостью, а углы ψ , γ_d , η известны для типовых резцов [3]. На рис. 2 обозначены плоскости:

P — передняя; $E_1 — YZ$, перпендикулярная направлению движения подачи D_s ; $E_2 — XY$, перпендикулярная главному движению резания D_r ; E_3 — плоскость встречи (принадлежит заготовке). В указанных плоскостях расположены векторы: \bar{m}_1 — пересечение плоскости E_1 и E_3 ; \bar{m}_2 — пересечение плоскостей E_2 и E_3 ; \bar{m}_0 — пересечение плоскостей E_3 и P (направление линии встречи); \bar{a}_1 — направление главной режущей кромки; \bar{a}_8 — направление плоскостей E_1 и P ; \bar{a}_9 — перпендикуляр плоскости E_3 . На схеме обозначены углы: ω — наклона вектора \bar{m}_1 к оси Y ; δ — наклона вектора \bar{m}_2 к оси X ; γ_{yz} — наклона вектора \bar{a}_8 к оси Y (передний угол в плоскости YZ); θ — между векторами \bar{m}_0 и \bar{a}_1 ; ξ — между векторами \bar{a}_8 и \bar{a}_1 . С учетом связи систем координат [3] и принимая во внимание, что плоскость встречи для экспериментальных заготовок всегда была параллельной движению подачи (угол $\delta=0$), определены указанные векторы, а углы θ и ξ определены по (1).

$$\theta = \arccos \frac{\bar{m}_0 \cdot \bar{a}_1}{|\bar{m}_0| |\bar{a}_1|}; \quad \xi = \arccos \frac{\bar{a}_1 \cdot \bar{a}_8}{|\bar{a}_1| |\bar{a}_8|}. \quad (1)$$

Время переходного процесса τ оценивали по изменению длины активного участка режущей кромки

$$OM(\tau) = OL \sin(\theta + \xi) / \sin \theta.$$

где расстояние OL зависит от величины переднего угла γ_{yz} и угла ω . Площадь срезаемого слоя в любой момент времени входа резца в заготовку представлена как $F(\tau) = OM(\tau) \cdot a_{cp}$, где средняя толщина срезаемого слоя a_{cp} определена в направлении схода стружки для резцов с пластинами различных форм [4]. Тогда коэффициент нарастания площади срезаемого слоя для каждого момента времени τ равен

$$K_F = F(\tau) / F_{max} = OM(\tau) / OM_{max}, \quad (2)$$

а скорость нарастания площади срезаемого слоя на участке врезания v_F — среднее отношение изменения коэффициента к соответствующему отрезку времени переходного процесса.

Проведенные расчеты с учетом действительных геометрических параметров резцов с многогранными пластинами показали, что скорость нарастания площади среза является комплексным параметром, учитывающим характер изменения площади срезаемого слоя в зависимости от режима резания и геометрических параметров заготовки и резца. Скорость нарастания площади среза изменяется пропорционально скорости резания и заметно возрастает для углов ω_0 , близких к переднему углу резца γ_{yz} .

Изучены составляющие силы резания в условиях прерывистого течения. Для каждой осциллограммы, используя отметчик времени (через 2×10^{-3} с), определяли длительность импульса силы и время врезания или выхода резца. Для каждого импульса выделяли участок врезания (увеличение силы), установившегося резания (сила постоянная) и выхода (уменьшение силы до нуля).

Выполнен анализ динамического взаимодействия заготовки и резца, для чего составлены дифференциальные уравнения вынужденных колебаний режущего инструмента (без учета диссипативных сил). В уравнениях для участка врезания резца в заготовку главную составляющую силы резания задавали в аналитическом виде с учетом запаздывания изменения силы резания от изменения площади срезаемого слоя [5]

$$\ddot{z} + k^2 z = k_1 (1 - e^{-\alpha \tau}) \tau, \quad (3)$$

а для участка установившегося резания силу принимали постоянной и равной максимальной измеренной силе импульса

$$\ddot{z} + k^2 z = k_2 P_{z \max}, \quad (4)$$

где $k^2 = c/m$, $k_1 = c_1/m$, $k_2 = 1/m$.

В (3), (4) c , m — приведенные жесткость и масса соответственно;

$$c_1 = P_{z \max} v_F; \quad \alpha = v/(a_{cp} K_c),$$

где K_c — коэффициент утолщения стружки, v — скорость резания, v_F — скорость нарастания площади среза, $P_{z \max}$ — максимальная измеренная сила импульса.

Общие решение дифференциальных уравнений находили как сумму решений соответствующего однородного уравнения и какого-либо частного решения уравнения. Постоянные определяли из начальных условий, соответствующих участку врезания и установившегося резания. Динамическое воздействие заготовки на резец оценивали по коэффициенту динамичности, который показывает во сколько раз амплитуда вынужденных колебаний больше статического смещения под действием максимальной силы импульса. Исследовали изменение динамической силы, под которой понимали произведение коэффициента динамичности на максимальную силу импульса.

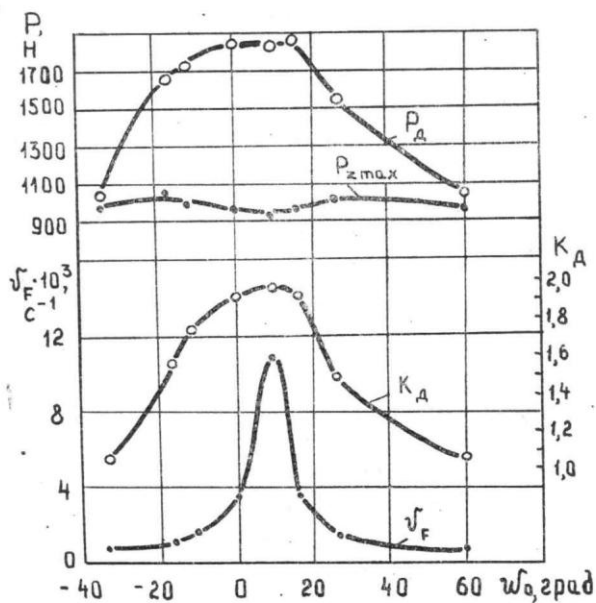


Рис. 3

Установлено, что коэффициент динамичности изменяется в широких пределах в зависимости от геометрического параметра заготовки. На рис. 3 приведены графики скорости изменения площади среза, коэффициента динамичности, силы резания и динамической силы от угла ω_0 . Можно отметить, что для заготовки с параметром ω_0 , близким к переднему углу резца в плоскости YZ, наблюдается резкое увеличение скорости нарастания площади среза, возрастает коэффициент динамичности и динамическая сила. С другой стороны, большие углы ω_0 вызывают снижение скорости нарастания площади среза, коэффи-

циент динамичности при этом стремится к единице, а динамическая сила — к статической.

Глубина и подача оказывают двойственный характер на динамику прерывистого точения. Коэффициент динамичности несколько снижается с увеличением глубины и подачи. Однако значительно увеличивает силу резания, что приводит к росту и динамической силы. Например, при обработке шлицевого вала резцом с пластиной формы 02114—100412 ГОСТ 19048—80 ($\varphi=90^\circ$, подача 0,21 мм/об, частота вращения 190 мин⁻¹) с увеличением глубины резания от 1,0 до 3,75 мм динамическая сила возрасла от 1300 Н до 3300 Н, а с увеличением подачи от 0,15 до 0,6 мм/об (условия те же, глубина 2,0 мм) сила возрасла от 1700 Н до 4200 Н. Поэтому с учетом характера динамического воздействия заготовки на инструмент, например, для резцов, оснащенных сплавом марки КНТ16, глубина резания не должна превышать 2,0 мм, подача 0,3 мм/об.

Таблица

Динамические характеристики для резцов с пластинами различных форм

Характеристики резца			$v_F \cdot 10^3, c^{-1}$	K_d
форма пластины	φ , град	γ_{yz}		
02114—100412	90	7°40'	3 0	1,85
10114—110416	60	6°30'	1,63	1,74
10114—110416	45	9°50'	1,01	1,48
03114—150412	45	7°	0,81	1,29
11114—110412	45	5°	0,71	1,16

Эффективным путем снижения динамических нагрузок на инструмент является рациональный выбор геометрических параметров резцов и формы сменной многогранной пластины. Для заданных условий резания каждому резцу соответствует своя скорость изменения площади среза и свой коэффициент динамичности. Изучены динамические характеристики при прерывистом точении деталей с различным параметром ω_0 для типовых резцов при постоянных режимах резания (глубина 2,0 мм, подача 0,21 мм/об, частота вращения 190 мин⁻¹). В табл. 1 приведены динамические характеристики для различных резцов при обработке заготовок с параметром ω_0 равным 14°20'. Отмечена общая тенденция увеличения коэффициента динамичности при приближении величины переднего угла к значению параметра заготовки. Для резцов с различными пластинами максимальная сила импульса практически одинакова, изменение динамической силы будет соответствовать изменению коэффициента динамичности.

Как следует из проведенных исследований, возможными путями повышения режущих свойств резцов при прерывистом точении является снижение динамической силы за счет рационального выбора геометрических параметров резца и паза на заготовке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Грубый С. В. Повышение эффективности применения резцов, оснащенных безвольфрамовыми твердыми сплавами. // Вестник машиностроения. — 1986. — № 7. — С. 40—42.
2. Юликов М. И., Катунин А. В. Силовое взаимодействие инструмента и заготовки при прерывистом точении. // Станки и инструмент, — 1988. — № 7. — С. 22—23.

3. Грубый С. В. Расчет сил и контактных нагрузок для резцов с радиусной режущей вершиной. // Известия вузов. Машиностроение. — 1990. — № 2. — С. 134—139.
4. Грубый С. В. Особенности применения резцов сборных, оснащенных пластинами из безвольфрамовых твердых сплавов. / Сб. Резание и инструмент. — Харьков: — 1988. — № 40. — С. 59—62.
5. Колев К. С., Горчаков Л. М. Точность обработки и режимы резания. — М.: Машиностроение, 1976, — 144 с.

Статья поступила 14 июня 1991 г.

621.9.02

ДИАГНОСТИКА КАЧЕНИЯ И РАЗРУШЕНИЯ ИНСТРУМЕНТА

Канд. техн. наук, доц. Б. Я. МОКРИЦКИЙ, студ. С. Д. АЛЕШИН

Изложены предпосылки и необходимость создания методов и приборов контроля качества инструмента, а также износостойкости его покрытий.

Предлагается способ экспрессной аттестационной проверки качества покрытий, основанный на регистрации акустической эмиссии при индентировании инструмента. Показана степень соответствия условий контроля и эксплуатации инструмента. Даны примеры исполнения инструмента с устройством контроля работоспособности, основанные на регистрации изменения электрического сопротивления в зоне контакта.

Повышение работоспособности и надежности рабочей части инструмента — важнейшая техническая проблема. Если применять известные средства контроля качества инструментальных материалов и оценивать величину износа или разрушения инструмента в процессе эксплуатации, то проблема будет решена лишь частично.

Предпринята попытка контроля состояния режущей части инструмента по предельно допустимой величине его разрушения. Наиболее просто это осуществимо для слойной конструкции режущей пластины с использованием эффекта изменения электрического сопротивления контакта между деталью и инструментом в процессе резания. Принципиальная схема реализации такого приема показана на рис. 1. Слойная конструкция режущей пластины наиболее просто может быть реализована при использовании нетокопроводящего инструментального материала (режущей керамики), поликристаллических сверхтвердых материалов. Слой такого материала размещен на электропроводной подложке, к ней и детали приложен электрический потенциал. В электрической цепи имеется контрольно-регистрирующая аппаратура, которая, помимо исполнения функции оповещения операторов о необходимости замены, может быть связана с блоком управления циклом станка. Последний осуществляет подбор инструмента-дублера, остановку станка и замену инструмента. Принципиальным в применении слойной конструкции режущей пластины является необходимость соответствия толщины слоя режущего инструментального материала величине предельно допустимого разрушения инструмента по задней грани.

Контроль на основе изменения электрического сопротивления в зоне контакта может быть осуществлен также на других инструментальных материалах с применением систем токопроводящих шин с различной электропроводностью.

Контроль предельно допустимого разрушения и износа инструмента на основе изменения электрического сопротивления в зоне кон-