

$$f = \frac{d \cdot n_1 \cdot d_{ш2} \cdot d_2 \cdot k}{d_1 (d_3 + d_{ш2}) (d_2 - d_3) \cdot 60} \quad (6)$$

Таким образом, частота колебаний инструмента, вызванных переменной жесткостью наружного кольца опорного шарикоподшипника при качении деформирующего шара по его поверхности, зависит от диаметра обрабатываемой поверхности, частоты относительного вращения инструмента и детали, а также от геометрических параметров опорного шарикоподшипника и не зависит от диаметра деформирующего шара.

Результаты экспериментальной проверки предположения о связи низкочастотных колебаний с характеристикой опорного шарикоподшипника, а также справедливости формулы (6) приводятся в табл. 1.

Таблица 1

Частота вращения детали (по тахометру), об/мин	175	210	265	340	425
Частота, определенная расчетом по формуле (6), Гц	63,8	80,15	101,15	129	162
Частота, определенная обмером осциллограмм, Гц	63	80	101	128	160

Несовпадение расчетных и экспериментальных значений частоты низкочастотных колебаний инструмента составляет не более 1,5% и обусловлено наличием проскальзывания деформирующего шара по обрабатываемой поверхности. Аналогичные результаты были получены при исследовании на анализаторе звуковой частоты типа АЗЧ спектров колебаний инструмента при раскатывании поверхности отверстия шаром.

УДК 621.919.1

Н.И. Жигалко, канд. техн. наук (БПИ)

УРОВЕНЬ СИЛ РЕЗАНИЯ ПРИ ПРОТЯГИВАНИИ ТРУДНООБРАБАТЫВАЕМЫХ СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ

Процесс протягивания, как и все другие процессы обработки резанием, осуществляется, если на зуб режущего инструмента будет воздействовать сила, способная создавать в срезаемом слое напряжения, превышающие прочностные характеристики обрабатываемого материала.

Из-за повышенных физико-механических свойств труднообрабатываемых сталей и сплавов (НВ до 4000 МПа) по сравнению с конструкционными сталями (НВ до 2000 МПа) силы резания при обработке первых должны быть значительно большими по величине, чем при протягивании конструкционных сталей. Данные по величине сил резания необходимы для определения тяговой силы и мощности протяжных станков, а также для расчета узлов станков, технологических приспособлений и протяжного инструмента. Кроме того, силы резания оказывают большое влияние на уровень температур в зоне резания, а также на процесс стружкообразования и качество протянутой поверхности. К тому же при изучении механизма износа зубьев протяжек значительное место занимают такие факторы, как возникающее давление на задней и передней поверхностях зуба со стороны упруговосстанавливающей обработанной поверхности и сходящей стружки, а также их трение при резании.

В результате проведенных опытов были получены величины элементарных сил резания, приходящихся на 1 мм длины режущего лезвия зуба протяжки.

При прямоугольном протягивании величина составляющих сил резания P_Z и P_Y (рис. 1) во многом зависит от нормаль-

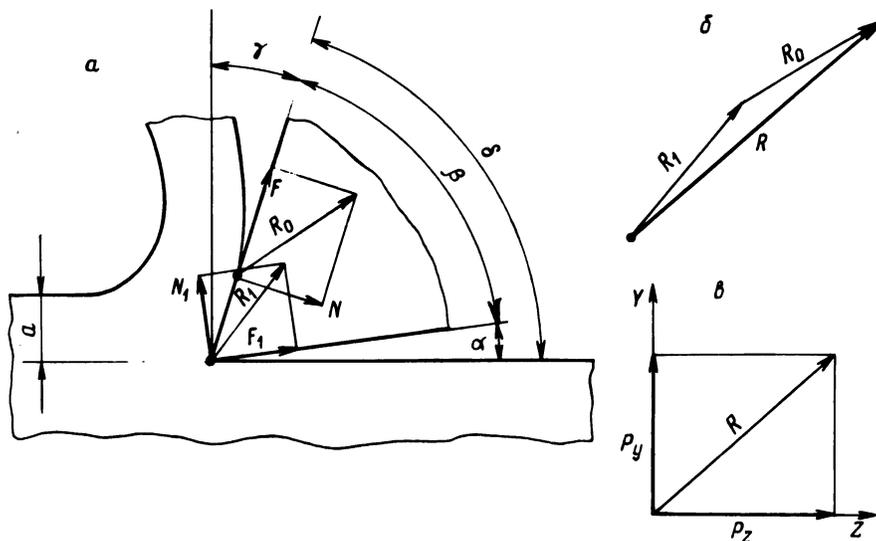


Рис. 1. Схема сил при свободном протягивании (а), направление равнодействующей (б), разложение равнодействующей силы R на составляющие P_Z и P_Y (в).

ных сил N и N_1 , также от сил трения F и F_1 , действующих соответственно на передней и задней поверхностях зуба (клина) протяжки, а также от других факторов. Большое влияние должны оказывать также силы взаимодействия на контактирующих поверхностях с точки зрения молекулярно-механической теории.

Ниже в качестве примера приводятся данные по относительной величине сил резания при обработке с подъемом на зуб $s_z = 0,05$ мм и углами заточки $\gamma = 10^\circ$ и $\alpha = 3^\circ$ различных труднообрабатываемых сталей и сплавов, а также конструкционной стали 45 (табл. 1). Наибольшие по величине силы резания получены при протягивании более прочных и твердых сплавов на никелевой основе ЖС6К и аустенитной стали ЭИ572. Кроме того, сила резания с увеличением подъема на зуб с 0,02 до 0,1 мм возрастает более интенсивно также при обработке более твердого сплава ЖС6К, что связано с наличием большого содержания никеля и хрома в сплаве и с повышенными физико-механическими характеристиками указанного сплава. Одним из факторов, оказывающих большое влияние на уровень температуры в зоне резания, характер износа и стойкость зубьев протяжек, является величина удельного давления $\sigma_{\text{пер}}$ со стороны срезаемого слоя на контактирующую часть передней поверхности зуба (см.табл.1).

Если при обработке конструкционных сталей давление снимаемого слоя (стружки) на переднюю поверхность, контактную со срезаемым слоем металла, составляет обычно 1500...2500 МПа, то при протягивании жаропрочных материалов — 3000...5500 МПа, т. е. больше чем в два раза. Величина давления на заднюю поверхность зуба протяжки во многом зависит от степени его износа. Обычно большие удельные давления дей-

Таблица 1. Величины элементарных сил P_z и удельных давлений $\sigma_{\text{пер}}$ на переднюю поверхность зуба протяжки

Марка обрабатываемого материала	P_z , даН/мм	$\sigma_{\text{пер}}$, МПа
45	16,3	2500
ВТ8	20,5	3400
2Х13	22	3500
ЭИ415	23,5	3660
ЭИ572	27	4415
ЖС6К	33	5415

ствуют на острозаточенное лезвие зуба протяжки, когда контактная площадка задней поверхности зуба и упруговосстанавливаемой обработанной поверхности незначительная. По мере затупления зуба по задней поверхности давление сразу уменьшается, а при износе $h_3 = 0,3...0,5$ мм оно катастрофически возрастает, что приводит к сколам и выкрошиванию частичек твердого сплава зуба протяжки. Кроме того, с увеличением контактной площадки наблюдается увеличение сил молекулярного сцепления обрабатываемого материала и материала инструмента, в результате чего происходит молекулярное схватывание и проникновение части одного материала в другой. При этом отсутствует действие внешнеактивной среды, создающей окисные пленки. Особенно это наблюдается при обработке жаропрочных материалов, в состав которых входит C_r и другие элементы, способствующие не только разрушению окисных пленок и увеличению диффузии, но и увеличению адгезии, в результате чего повышается коэффициент трения в контактной зоне инструмент — обрабатываемый материал.

Из приведенных выше данных следует, что резание труднообрабатываемых материалов таким процессом, как протягивание, затруднено. К тому же протягивание имеет отличительные особенности по сравнению с другими методами лезвийной обработки (точение, фрезерование и др.), а поэтому данные по другим методам непосредственно при протягивании нельзя использовать. В связи с этим требуется проведение специальных опытов.

УДК 621.951.012:531.3

С.И.Миткевич, канд. техн. наук (БПИ)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ПОДАЧИ ИНСТРУМЕНТА С КОНИЧЕСКОЙ РЕЖУЩЕЙ ЧАСТЬЮ И ВРЕМЕНИ ОБРАБОТКИ ОТВЕРСТИЯ ПРИ ПОСТОЯННОМ КРУТЯЩЕМ МОМЕНТЕ НА ШПИНДЕЛЕ СТАНКА

В настоящее время на машиностроительных предприятиях в производство внедряется новый многолезвийный инструмент для обработки круглых сквозных отверстий [1, 2], названный силовой разверткой, а процесс обработки этим инструментом соответственно — силовым развертыванием. Основной отличительной