

Рис. 3. Влияние скорости резания на угол сдвига

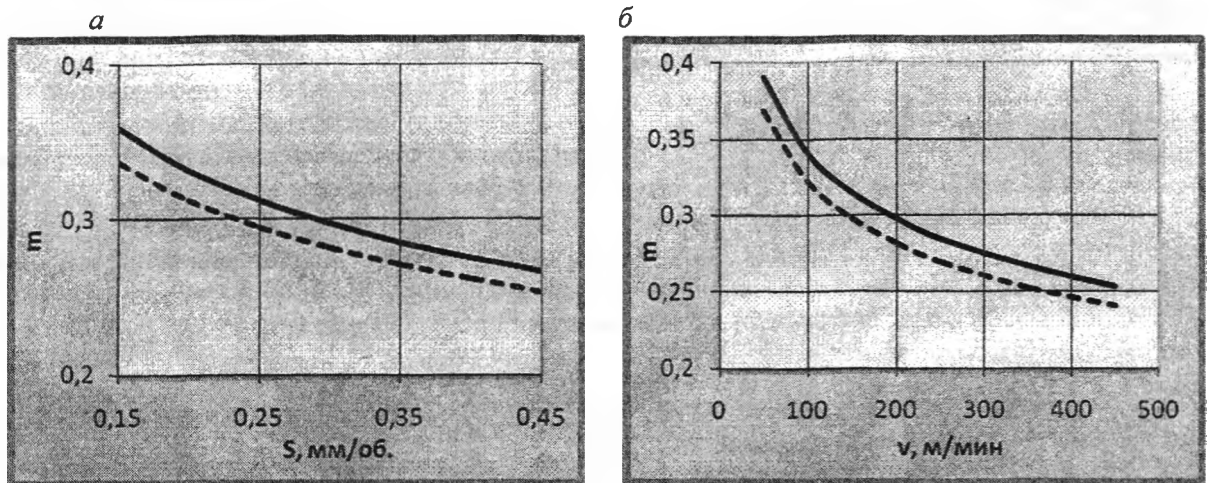


Рис. 4. Влияние скорости резания на коэффициент трения на передней поверхности

ЛИТЕРАТУРА

1. Силин С.С. Метод подобия при резании при резании металлов. М.: Машиностроение, 1979. - 152 с.
2. Зорев Н.Н. Вопросы механики процесса резания металлов. М.: Машгиз, 1956. - 368 с.

УДК 621.919

Фельдштейн Е.Э.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОТЯЖЕК ДЛЯ ОБРАБОТКИ УЗКИХ ФАСОННЫХ ПАЗОВ

*Зеленогурский университет
Зелена Гура, Польша*

Возрастающие требования к качеству и производительности обработки резанием вызывают развитие процессов протягивания и конструкций протяжек. Протягивание широко используется в крупносерийном и массовом производстве для обработки как внутренних, так и наружных поверхностей. В справочной и научной литературе подробно рассматриваются процессы и инструменты для обработки типовых поверхностей, однако практически полностью отсутствуют рекомендации по протягиванию фасонных поверхностей. Ниже рассматриваются некоторые особенности проектирования протяжек для обработки пазов в цилиндрических вкладышах дверных замков.

Вкладыш является основным элементом дверного замка повышенной секретности. В ряду отверстий вкладыша перемещаются подпружиненные штифты-защелки, занимая соответствующее положение и позволяя на открытие замка (рис. 1,а). Сложный профиль паза вкладыша повышает надежность замка. При протягивании пазов во вкладышах необходимо обеспечить точный профиль паза (допуски на основные размеры $\pm 0,01$ мм), шероховатость обработанных поверхностей $Ra 0,63$ мкм и точное положение профиля паза относительно осей отверстий под штифты-защелки. Типовой профиль паза показан на рис. 1, б.

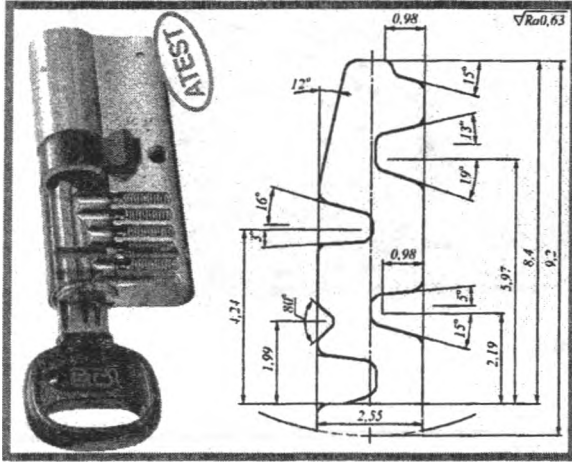


Рис. 1. Внешний вид вкладыша и типового профиль паза (приведены номинальные размеры)

Рассчитывалась Комплектная протяжка для обработки паза во вкладыше из латуни $CuZn39Pb2$ (ЛЦ40С). Длина протягивания 40 мм, полная глубина протягивания 9,2 мм, длина комплекта секций протяжек 1550 мм. Согласно с рекомендациями [1, 2] приняты передний угол $\gamma = 5^\circ$ и задний угол $\alpha = 3^\circ$. Глубина стружечной канавки определялась из уравнения

$$h = 1,1283 \sqrt{K l S_z} = 3,7 \mu\text{м},$$

где $K = 1,5$ – коэффициент заполнения стружечной канавки; l – длина протягивания; $S_z = 0,18$ мм – максимальный используемый подъем на зуб.

Размеры стружечной канавки приняты в зависимости от величины h : $r = 2$ мм, $t = 9$ мм, $b = 3,5$ мм, $r_0 = 0,01$ max (рис. 2).

Число одновременно работающих зубьев $z_p = l/t$ равно 4 – 5. Это повышает стабильность протягивания, снижает колебания, уменьшает шероховатость обработанной поверхности.

Распределение припуска между секциями оказывает влияние на конструкцию секций протяжки, их длину, производительность обработки и стоимость. В общем случае припуск можно делить на вертикальные, горизонтальные, наклонные или концентрические слои. В рассматриваемом случае припуск с учетом сложности профиля паза разделен на горизонтальные слои. Введение некоторых модификаций повышает прочность зубьев. Принято, что протяжной комплект состоит из 15 секций длиной 90 мм, причем последняя секция является калибрующим и одновременно содержит запасные режущие зубья. Таким образом, припуск разделен между 14 секциями общей длиной 1460 мм.

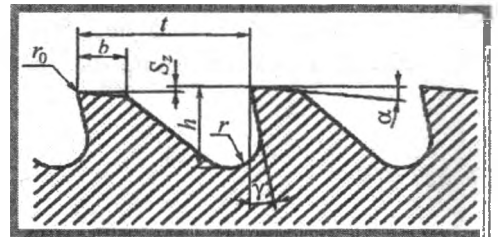


Рис. 2. Профиль стружечной канавки

В отличие от протяжек для обработки отверстий или шпоночных пазов, разделение припуска при протягивании фасонных пазов значительно сложнее. Следует принимать во внимание возможность изготовления и заточки секций протяжки, обеспечение необходимой прочности зубьев, возможность колебаний силы резания и т.п.

Рассмотрим принципы разделения припуска между зубьями и секциями протяжки. Припуск, удаляемый 1-й секцией, разделен на равные горизонтальные слои толщиной 0,18 мм (рис. 3, а). Это обеспечивает простую форму зубьев секции, подобную форме шпоночных протяжек, и легкий отвод стружки.

Припуск, срезаемый 2-й секцией, разделен на слои толщиной 0,11 мм (рис. 3, б) с целью ограничения уровня сил резания.

Форма профиля паза не позволяет обеспечить равномерные подъемы на зуб. Поэтому на 3-й секции на конце режущих кромок выполняется фаска (рис. 3, в). При ее отсутствии снижается прочность зубьев, и при контакте с деталью возможны их поломки. Профиль зубьев с наклонной режущей кромкой обеспечивает более высокий период стойкости надежности работы.

Подъемы зубьев 4-й и 5-й секций приняты равными 0,13 мм (рис. 3, з, д). Здесь также приняты сложные формы (перелом) режущих кромок, повышающие прочность зубьев.

Еще одна форма режущих кромок характерна для зубьев 6-й секции (рис. 3, е). Здесь зубья наклонены по всей длине, что облегчает сход стружки.

Аналогичный подход был принят для остальных секций протяжки. При этом возрастание высоты зубьев привело к постоянному уменьшению подъемов на зуб до уровня 0,05 мм с целью обеспечения прочности зубьев. Распределение припуска между всеми секциями приведено на рис. 3, ж. Примеры оформления зубьев с фасками и сломанными режущими кромками приведены на рис. 4.

После раздела припуска между секциями и отдельными зубьями имеется возможность точного расчета сил резания, действующих на отдельных зубьях в ходе обработки. Уровень сил резания определялся по формуле

$$P_z = k_c b z_p K_m,$$

где k_c – удельная сила резания при протягивании, Н/мм, зависящая от подъема на зуб и переднего угла; b – ширина режущей кромки, мм; z_p – число одновременно работающих зубьев; K_m – коэффициент, учитывающий свойства обрабатываемого материала.

Значения k_c и K_m принимались в соответствии с рекомендациями [4, 5].

Спроектированная протяжка имеет 140 зубьев разной ширины и с разными подъемами на зуб. На рис. 5 показаны уровни удельных k_c и главных P_z сил резания для всех зубьев протяжки.

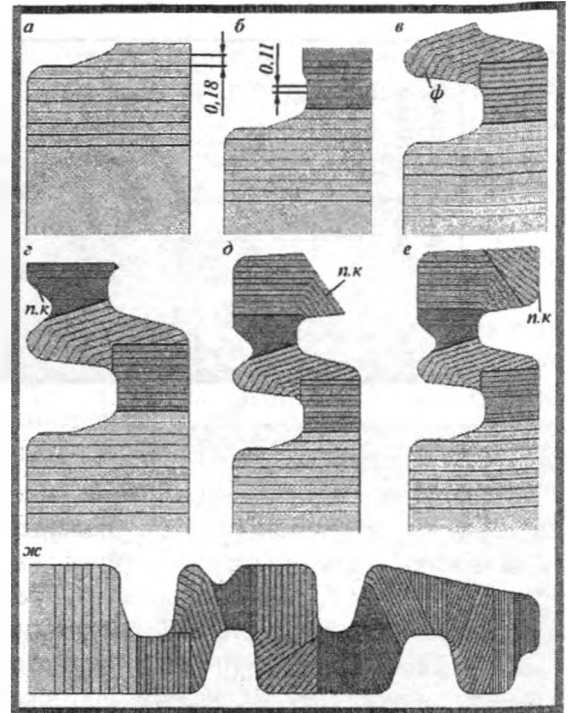


Рис. 3. Схемы разделения припуска: а – е – соответственно для секций 1 – 6; ж – для полного припуска (повернуто); φ – фаска; п.к – переломанная кромка

Отмечается достаточно равномерные значения сил с тенденцией снижения по мере уменьшения подъемов на зуб. Существенные изменения сил вызывают появление колебаний, отрицательно сказывающихся на работе всей технологической системы.

Таким образом, правильный выбор формы режущих кромок, подъемов на зуб и распределения припуска между секциями протяжек для протягивания фасонных пазов обеспечивает благоприятные усло-

вия работы инструмента, его высокую стойкость и надежность работы.

После раздела припуска между секциями и отдельными зубьями имеется возможность точного расчета сил резания, действующих на отдельных зубьях в ходе обработки. Уровень сил резания определялся по формуле

$$P_z = k_c b z_p K_m,$$

где k_c – удельная сила резания при протягивании, Н/мм, зависящая от подъема на зуб и переднего угла; b – ширина режущей кромки, мм; z_p – число одновременно работающих зубьев; K_m – коэффициент, учитывающий свойства обрабатываемого материала.

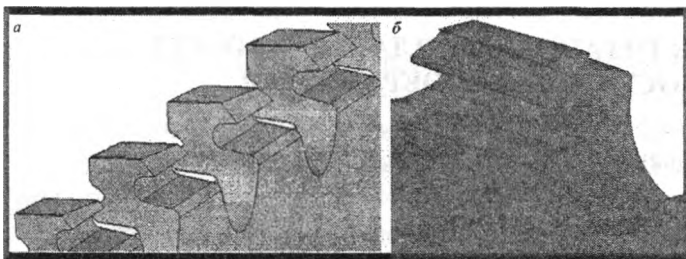


Рис. 4. Зубья с фасками (а) и ломаными кромками (б)

Значения k_c и K_{Σ} принимались в соответствии с рекомендациями [4, 5].

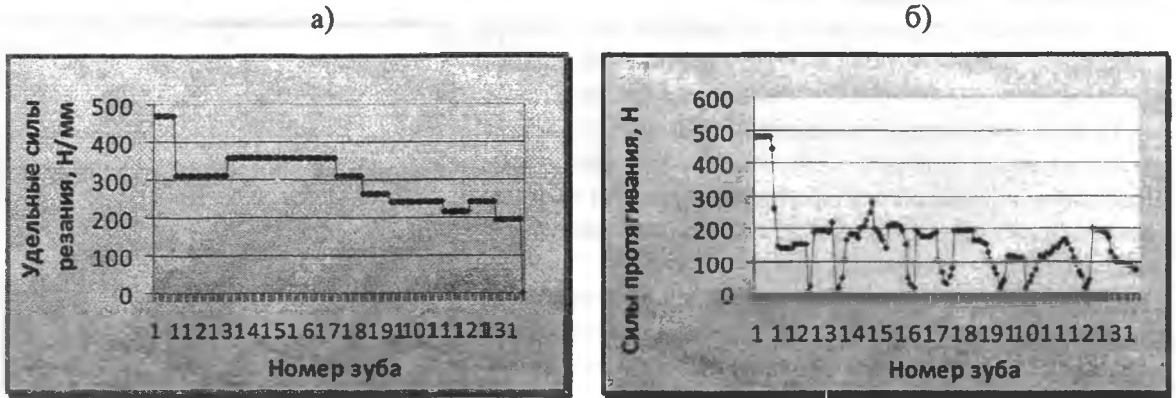


Рис. 5. Изменения уровней удельных k_c и главных P_z сил резания на отдельных зубьях протяжки

Спроектированная протяжка имеет 140 зубьев разной ширины и с разными подъемами на зуб. На рис. 5 показаны уровни удельных k_c и главных P_z сил резания для всех зубьев протяжки. Отмечается достаточно равномерные значений сил с тенденцией снижения по мере уменьшения подъемов на зуб. Существенные изменения сил вызывают появление колебаний, отрицательно сказывающихся на работе всей технологической системы.

Таким образом, правильный выбор формы режущих кромок, подъемов на зуб и распределения припуска между секциями протяжек для протягивания фасонных пазов обеспечивает благоприятные условия работы инструмента, его высокую стойкость и надежность работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Щеголев В.А. Конструирование протяжек. М.: Машгиз, 1960. 2. Шатин В.П., Шатин Ю.В. Режущий и накатный инструмент. Справочник конструктора-инструментальщика. М.: Машиностроение, 1975. 3. Балюра П.Г. Геометрические параметры протяжек при обработке пазов по генераторно-ступенчатой схеме резания// Станки и инструмент.—1957.—№ 11.—С. 32–34. 4. ГОСТ 20365-74. Протяжки круглые переменного резания диаметром от 14 до 90 мм. Конструкция и размеры. 5. ГОСТ 18217-90. Протяжки шпоночные. Конструкция.

УДК 621.95.01

Фельдштейн Е.Э.

СВЕРЛЕНИЕ ОТВЕРСТИЙ В ТИТАНОВОМ СПЛАВЕ Ti6Al4V-ELI СВЕРЛАМИ С ИЗНОСОСТОЙКИМИ ПОКРЫТИЯМИ

Зеленогурский университет
Зелена Гура, Польша

Титановые сплавы широко применяются в современной промышленности, поскольку обладают высокими механическими характеристиками, малой плотностью и являются материалов, инертным к большинству агрессивных сред. Поскольку данная группа матери Алов имеет весьма низкую теплопроводность и сложную микроструктуру, их обрабатываемость резанием весьма низкая, что весьма отрицательно сказывается на производительности обработки.

Одним из путей повышения эффективности обработки резанием является применение износостойких покрытий на режущих инструментах. Согласно литературным данным, применение покрытий позволяет:

- значительно повысить период стойкости и надежность инструментов;
- увеличить производительность процессов обработки резанием;
- сократить расход дорогостоящих инструментальных материалов;