

## ПАРАМЕТРЫ СТРУЖКООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ТОЧЕНИИ СТАЛИ R35 ТОКАРНЫМИ ПЛАСТИНАМИ С ПОКРЫТИЯМИ

Зеленогурский университет  
Зелена Гура, Польша

Износостойкие покрытия в настоящее время широко используются в производстве режущих инструментов, позволяя решить следующие вопросы:

- значительно повысить период стойкости и надежность инструментов;
- увеличить производительность процессов обработки резанием;
- сократить удельный расход дорогостоящих инструментальных материалов;
- расширить область использования твердых сплавов и сократить номенклатуру применяемых сплавов стандартных марок;
- повысить качество поверхностного слоя и точность размеров обработанных деталей.

Такие покрытия, независимо от технологии нанесения, имеют высокую твердость, износостойкость и низкий коэффициент трения, а также низкую теплопроводность. Это позволяет существенно снизить уровень сил резания, температуру в зоне резания другие физические характеристики процесса резания.

В промышленности применяются различные типы покрытий, среди которых одно- и многослойные на базе карбидов и нитридов металлов (титана, вольфрама и др.). При этом внутри каждого слоя в ходе нанесения могут формироваться одиночные слои толщиной 5, 10, 20, 50, 500 и 5000 нм общим количеством 1, 10, 100, 250, 500 и 1000. Ниже излагаются результаты сравнения некоторых параметров зоны стружкообразования при точении стали R35 пластинами с износостойким покрытием и без него.

Сталь R35 PN-89/H-84023/07 – сталь с ферритно-перлитной структурой, используемая в продукции бесшовных труб. Сталь имеет твердость 125 НВ, временное сопротивление  $\sigma_b = 350$  МПа и содержит 0,07...0,16% углерода, 0,4...0,75% марганца, 0,12...0,35% кремния, до 0,3% меди с микродобавками фосфора и серы.

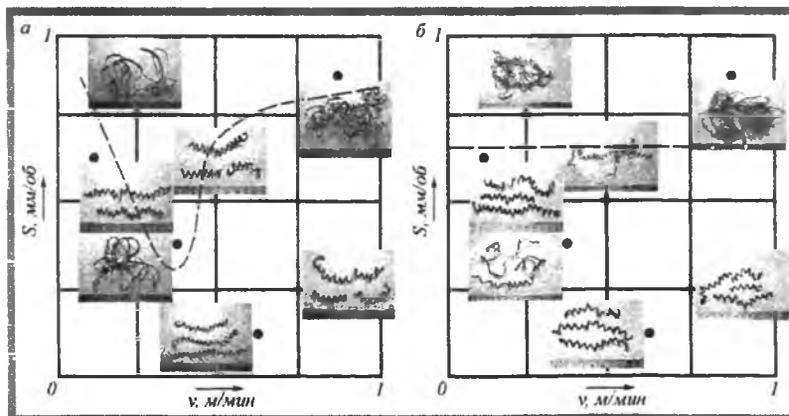


Рис. 1. Формы стружки при точении стали R35:

а – пластины без покрытия; б – пластины с покрытием

Точение осуществлялось с использованием сменных неперетачиваемых пластин TNUN 110304 трехгранной формы. После установки в оправке резцы имели главный угол в плане  $90^\circ$ , главный задний угол  $8^\circ$ . Глубина резания при точении принималась равной 1 мм, диапазон изменения скоростей резания – 77...435 м/мин, подача – 0,15...0,46 мм/об. Резание осуществлялось всухую. Материал сменной твердосплавной пластины S20 (аналог T14K8). Использованное покрытие – BALINIT® FUTURA NANO, материал покрытия TiAlN. Покрытие имеет микротвердость  $HV_{0,05} = 3300$ , коэффициент трения 0,30...0,35, максимальная рабочая температура  $900^\circ\text{C}$ . Покрытия наносились методом PVD по технологии фирмы «Oerlikon Balzers Coating».

Анализ форм образующей стружки не зафиксировал принципиальных различий между резанием пластинами с покрытием и без него (рис. 1), однако использование покрытий способствует более четкому разделу форм стружки (пунктирные линии на рисунке). При подачах менее 0,35 мм/об

Параметры зоны стружкообразования определялись по формулам:  
толщина среза [1]

$$a_c = \frac{S}{1 - \frac{r_\beta}{t} \left[ 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{S}{2r_\beta} \right)^2} \right]} \cdot \sin \left\{ \arctg \frac{1 - \frac{r_\beta}{t} \left[ 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{S}{2r_\beta} \right)^2} \right]}{\left[ 1 - \frac{r_\beta}{t} (1 - \cos \varphi) \right] \operatorname{ctg} \varphi + \frac{r_\beta}{t} \left( \sin \varphi + \frac{S}{2r_\beta} \right)} \right\};$$

коэффициент утолщения стружки

$$K_a = \frac{a_c}{a};$$

угол сдвига [2]

$$\operatorname{tg} \Phi = \frac{\cos \gamma + 0,05 K_a}{0,9 K_a - \sin \gamma};$$

коэффициент трения на передней поверхности [2]

$$\mu = \operatorname{tg} \left( \frac{\pi}{4} - \Phi + \gamma \right),$$

где  $S$  – подача;  $r_\beta$  – радиус вершины пластины;  $t$  – глубина резания;  $a_c$  – толщина стружки;  $\varphi$  – главный угол в плане;  $\gamma$  – передний угол.

По результатам измерений и расчетов были определены уравнения множественной линейной регрессии для расчета параметров  $K_a$ ,  $\Phi$  и  $\mu$ , и построены графические зависимости (рис. 2–4).

Легко заметить, что деформации стружки и коэффициенты трения на передней поверхности в случае резания пластинами с покрытиями уменьшаются на 5–10% по сравнению с использованием непокрытых пластин, а углы сдвига соответственно увеличиваются. Подобные закономерности позволяют ожидать соответствующего уменьшения сил резания и температур в зоне резания, повышения периодов стойкости пластин с покрытиями.

а)

б)

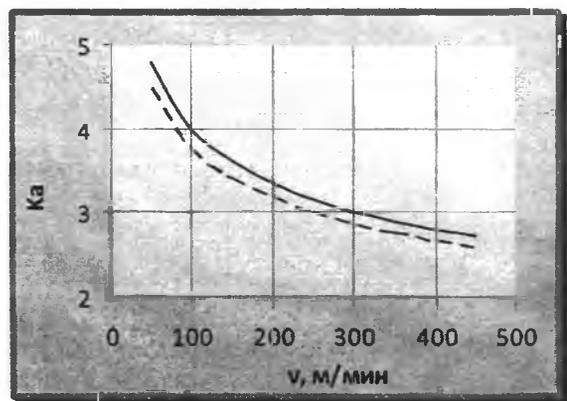
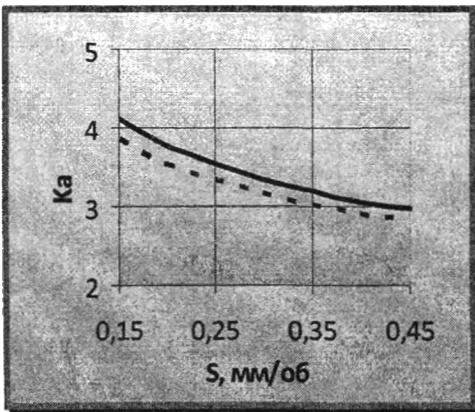


Рис. 2. Влияние режима резания на коэффициент укорочения стружки (сплошные линии – пластины без покрытия, пунктирные – с покрытием)

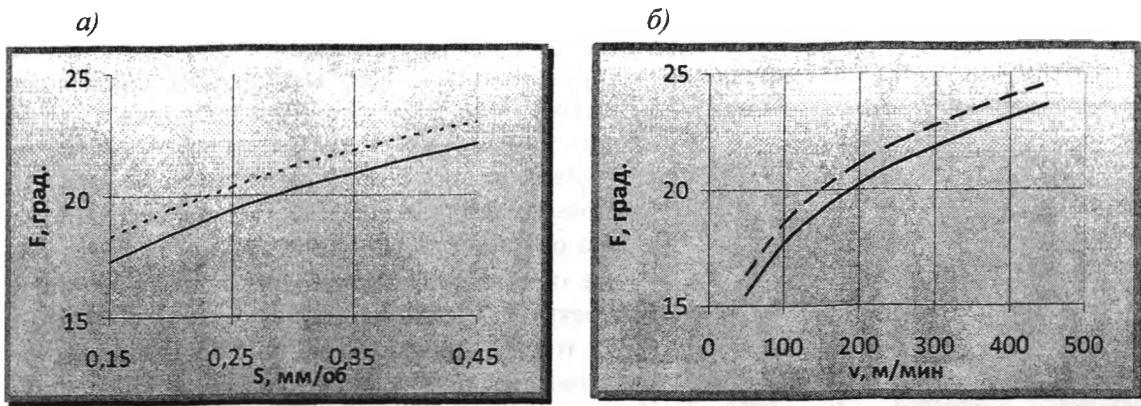


Рис. 3. Влияние скорости резания на угол сдвига

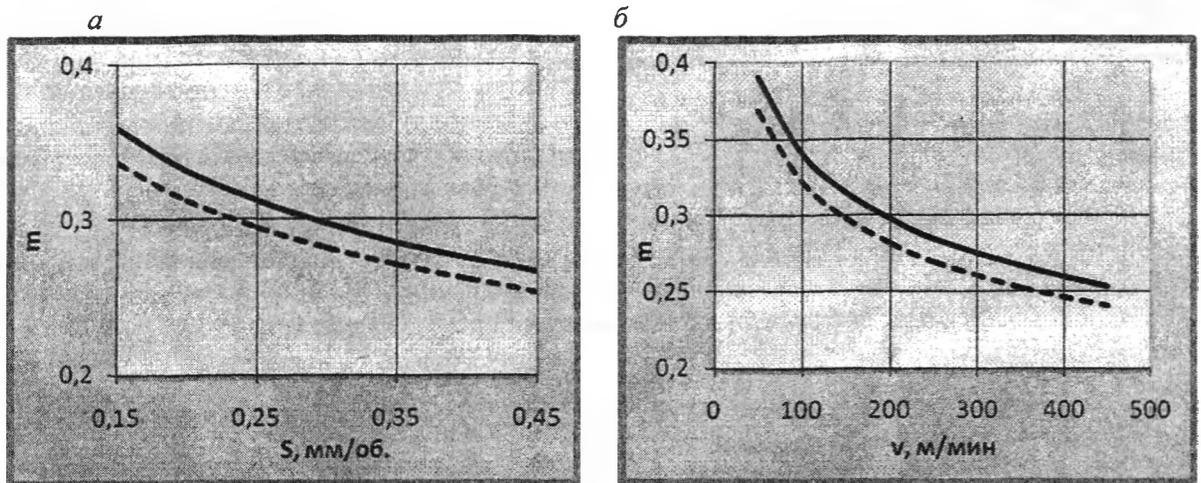


Рис. 4. Влияние скорости резания на коэффициент трения на передней поверхности

#### 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.