

## МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 621.91.01

### ВЛИЯНИЕ УГЛА НАКЛОНА РЕЖУЩЕЙ КРОМКИ ИНСТРУМЕНТА НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБРАБОТКИ ПЛОСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛИ НА СТАНКЕ С ЧПУ

**В.С.АНИСИМОВ, Н.В.КУРАШ, Г.И.ШВЕЦОВ**  
(Представлено: д-р техн. наук, Н.Н. ПОПОК)

Приведены схемы обработки плоской поверхности вращающейся детали вращающимся инструментом, рассмотрены основные векторы линейных скоростей движения, возможные положения режущей кромки инструмента и проанализировано их влияние на процесс резания.

**Введение.** Современные металлорежущие станки с ЧПУ позволяют реализовывать трехосевую обработку поверхностей деталей с различными сложными траекториями резания. При реализации таких траекторий рекомендуется использовать режущий инструмент с крутоспиральными режущими кромками, который обеспечивает безударное касательное движение резания. Преимущества применения касательного движения и крутоспирального режущего инструмента ранее исследовались и описывались ведущими отечественными учеными Г.И. Грановским, Ю.А. Новоселовым, В.В. Шварцем, В.Ф. Бобровым и другими [1,2]. Однако результаты их исследований не были реализованы в полной мере из-за отсутствия компактных высокоскоростных и высокомоментных приводов.

**Основная часть.** Для определения влияния угла наклона режущей кромки инструмента и ее касательного движения резания на параметры (скорость резания, подача) и характеристики (сила резания, усадка стружки) процесса резания рассмотрим схему обработки плоской поверхности детали на токарно-фрезерном станке с ЧПУ (рисунок 1) [3].

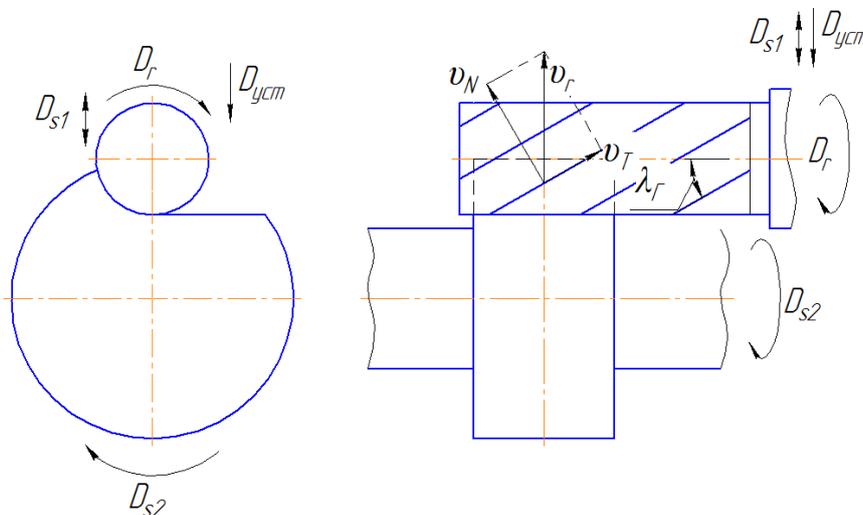


Рисунок 1. – Схемы обработки плоской поверхности детали на токарно-фрезерном станке с ЧПУ

При такой обработке поверхности угол наклона режущей кромки  $\lambda$  может рассматриваться в инструментальной, статической и кинематической системах координат. В инструментальной системе координат угол  $\lambda_T$  является углом заточки режущей кромки инструмента, который определяется между режущей кромкой и осью или поверхностью инструмента. Например, для концевой фрезы угол  $\lambda_T$  – это угол между режущей кромкой и геометрической осью (рисунок 2, а).

В статической системе координат угол  $\lambda_C$  является углом установки инструмента на станке только при учете главного движения резания и за отсчетную плоскость принимается основная плоскость, перпендикулярная вектору линейной скорости главного движения. Например, для концевой фрезы  $\lambda_C$  – это угол в статической плоскости резания между режущей кромкой и основной плоскостью  $P_{v_c}$ – $P_{v_c}$  (рисунок 2, б).

В кинематической системе координат учитываются все элементарные движения резания и отсчетную основную плоскость проводят перпендикулярно вектору скорости резания. Например, для концевой фрезы угол  $\lambda_K$  – это угол между режущей кромкой и кинематической основной плоскостью  $Pv_K$ – $Pv_K$  (рисунок 2, в).

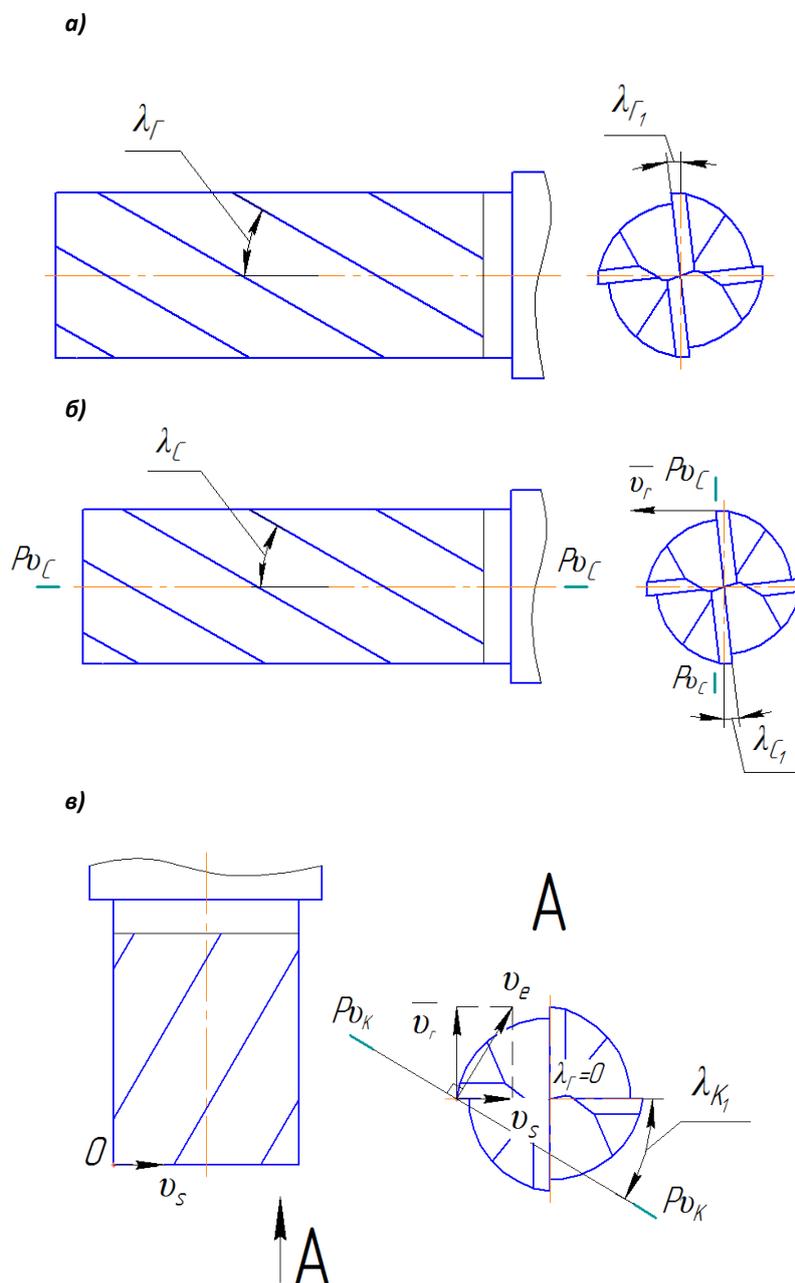


Рисунок 2. – Схема для определения угла наклона режущей кромки инструмента в инструментальной (а), статической (б) и кинематической (в) системах координат

При обработке плоской поверхности вращающейся детали вращающимся инструментом (рисунок 3, а) возможные варианты расположения режущей кромки на цилиндрической и торцевой поверхностях фрезы представлены на рисунках 3, б и 3, в.

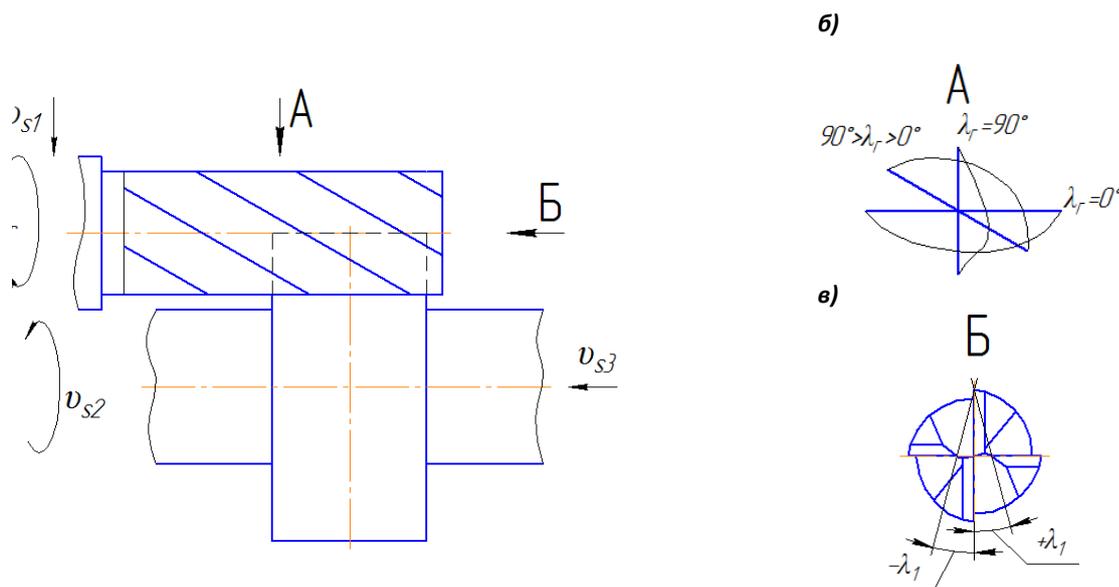


Рисунок 3. – Схема обработки плоской поверхности вращающейся детали вращающимся инструментом (а) и возможные углы наклона режущей кромки на цилиндрической (б) и торцовой (в) поверхностях концевой фрезы

Если  $\lambda_r = 0^\circ$  (рисунок 3, в), то режущая кромка инструмента контактирует по максимальной ширине  $b$ , что приводит к росту сил и мощности резания. При  $0^\circ < \lambda_r \leq 90^\circ$  резание возможно при подаче инструмента  $v_{s3}$  вдоль оси главного вращательного движения. В этом случае реализуется ротационное и плунжерное резание, для которых характерно снижение мощности резания за счет касательного движения.

При касательном движении важно соотношение линейных скоростей вращения инструмента и заготовки (передаточное отношение  $i_k$ ). Если реализуется кинематическая схема резания точения, то  $\frac{v_H}{v_3} \leq 1$

и оптимальным считается значение кинематического коэффициента  $i_k = 0,5 \dots 0,6$ , что соответствует изменению  $60^\circ > \lambda_k > 30^\circ$ . Если реализуется кинематическая схема фрезерования, то  $\frac{v_3}{v_H} < 1$  и в этом случае  $i_k =$

$0,01 \dots 0,1$ , то есть влияние изменения направления вектора линейной скорости заготовки на положение основной плоскости незначительно и им можно пренебречь.

**Выводы.** При обработке плоской поверхности детали на токарно-фрезерном станке с ЧПУ имеет место движение режущей кромки по касательной к поверхности резания или обрабатываемой поверхности детали. Наличие касательного движения и изменения угла наклона режущей кромки в пределах от  $0^\circ$  до  $90^\circ$  приводят к существенному изменению силы и мощности резания.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Грановский, Г.И. Кинематика резания / Г.И. Грановский – М.: Машгиз, 1948. – 199с.
2. Бобров, В.Ф. Влияние угла наклона главной режущей кромки инструмента на процесс резания металлов / В.Ф. Бобров – М.: Машгиз, 1962. – 152с.
3. Попок, Н.Н. Кинематика обработки поверхностей деталей вращающимся режущим инструментом с касательным движением режущей кромки/ Н.Н. Попок, В.С. Анисимов// Вестник ПГУ, сер. В., № 11, 2019. – с. 31-38.