

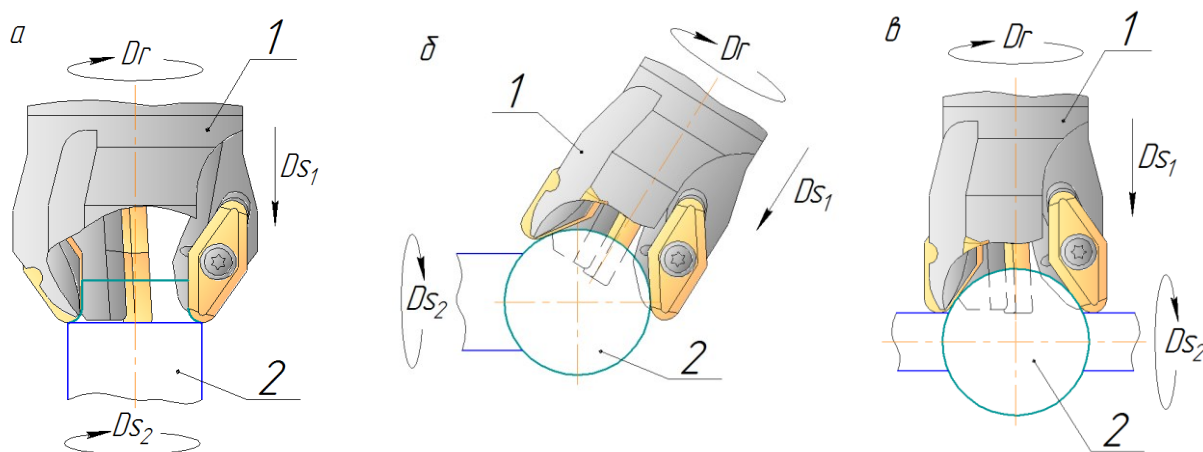
РАСШИРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СТАНКОВ С ЧПУ ЗА СЧЕТ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

**Н.Н. ПОПОК, В.С. АНИСИМОВ, Г.И. ГВОЗДЬ,
Р.С. ХМЕЛЬНИЦКИЙ, В.А. ВОЛЫНКО, Ю.А. ФЕДЬКО**

*Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой,
г. Новополоцк, Республика Беларусь*

В настоящее время производительность, точность и качество обработки заготовок на станках с ЧПУ определяется главным образом частотой вращения и мощностью приводов, точностью перемещений механизмов станка, инерционностью их масс, быстродействием управляющих систем. В рамках накладываемых технологическим оборудованием ограничений возможно обеспечить повышение производительности и точности обработки за счет управления кинематикой формообразования и использованием многофункциональных режущих инструментов.

Установлено [1, 2], что при касательном движении режущей кромки и увеличении угла ее наклона снижается сила и мощность резания. Это значит, что при введении касательного движения и использования инструмента с крутонаклонной режущей кромкой можно увеличить скорость резания и подачу, и тем самым обеспечить повышение производительности обработки. Рассмотрим некоторые схемы обработки, реализующие касательное движение режущей кромки (рисунок 1).



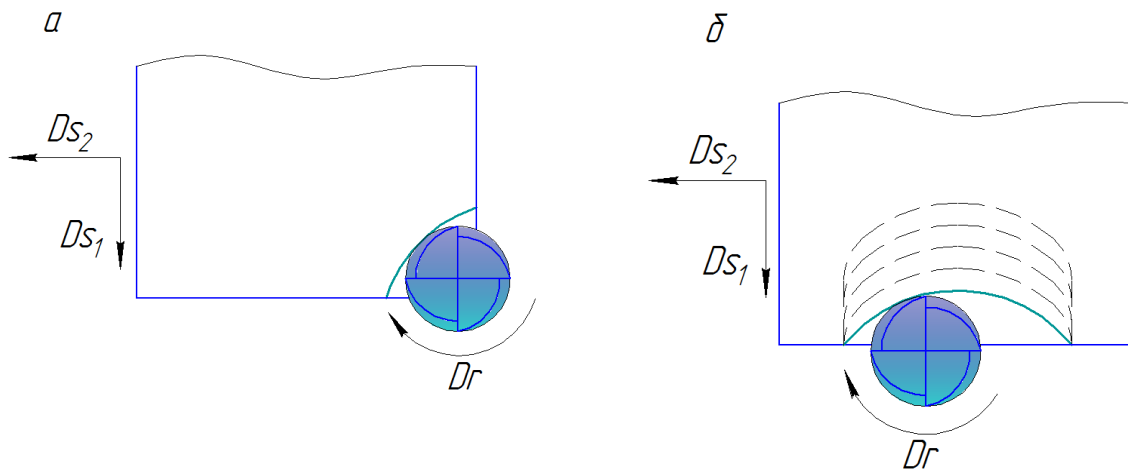
а – цилиндрической или конической; *б* и *в* – неполной сферической
Рисунок 1. – Схемы обработки охватывающими фрезами (зенкерами) поверхностей:

При обработке цилиндрической или конической поверхностей деталей (рисунок 1,а) реализуется схема резания с главным вращательным движением резания D_r , сообщаемым инструменту 1, поступательным (вдоль оси

главного вращательного движения) движением подачи D_{S1} также сообщаемым инструменту и круговым движением подачи D_{S2} , сообщаемым заготовке 2. По существу реализуется схема осевой обработки (зенкерования) или плунжерного фрезерования. При этом за счет двух вращательных и поступательного движений, применения многолезвийного режущего инструмента обеспечивается касательное движение режущей кромки, увеличение его линейной скорости, и, как следствие, повышение производительности и качества обработки.

При обработке неполных сферических поверхностей деталей (рисунок 1, б и в) реализуются схемы плунжерного фрезерования, при которых одно из движений подачи D_{S2} направлено под углом или перпендикулярно к оси главного вращательного движения D_{Γ} . Результирующая скорость резания равна скорости касательного движения. За счет высокой скорости вращательного движения D_{Γ} (порядка 10-20 м/с) обеспечивается как режим резания, так и режим выглаживания сферической поверхности с параметрами шероховатости сопоставимыми со шлифованными поверхностями. Выглаживание поверхности обеспечивается уменьшением значений углов в плане и заднего угла, которые могут принимать нулевые значения, за счет существенного увеличения скорости касательного движения.

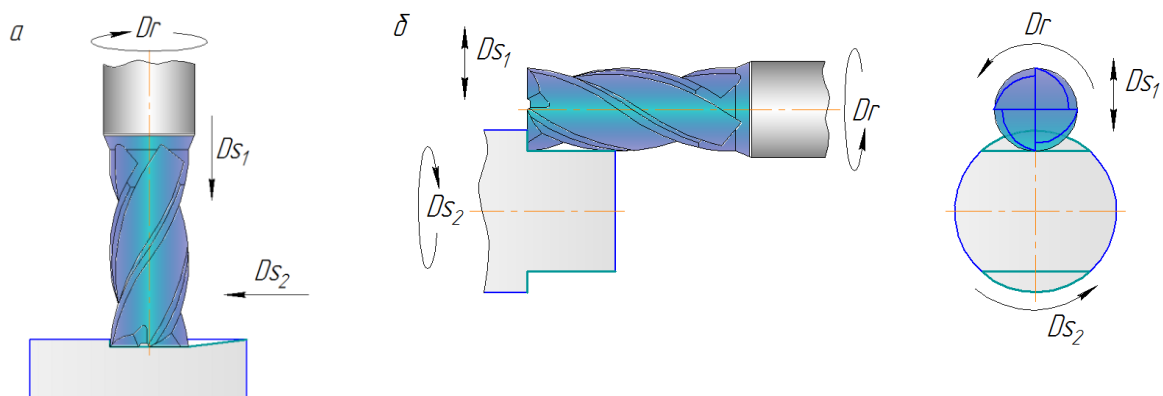
При обработке плоских поверхностей деталей, например, уступов, полостей и т.п. (рисунок 2, а, б) реализуется схема резания с главным вращательным движением D_{Γ} и двумя поступательными движениями подачи D_{S1} и D_{S2} , что обеспечивает врезание фрезы по касательной с результирующей скоростью резания, равной скорости касательного движения.



a – уступа; *б* – полузакрытой полости

Рисунок 2. – Схемы обработки с врезанием фрезы по дуге:

Реализация трехэлементных кинематических схем с обработкой поверхностей по касательной представлена на рисунке 3, отличающихся или двумя поступательными движениями подачи D_{S1} и D_{S2} (рисунок 3, а), или одним поступательным D_{S1} и одним вращательным D_{S2} (рисунок 3, б) движениями подачи. При этом формируется как плоская, так и цилиндрическая поверхности детали высокого качества.



a – плоской поверхности детали; *б* – плоской и цилиндрической поверхностей детали
Рисунок 3. – Схемы обработки с врезанием фрезы по касательной

Каждая из рассмотренных схем обработки может быть представлена трехэлементными кинематическими схемами резания (рисунок 4).

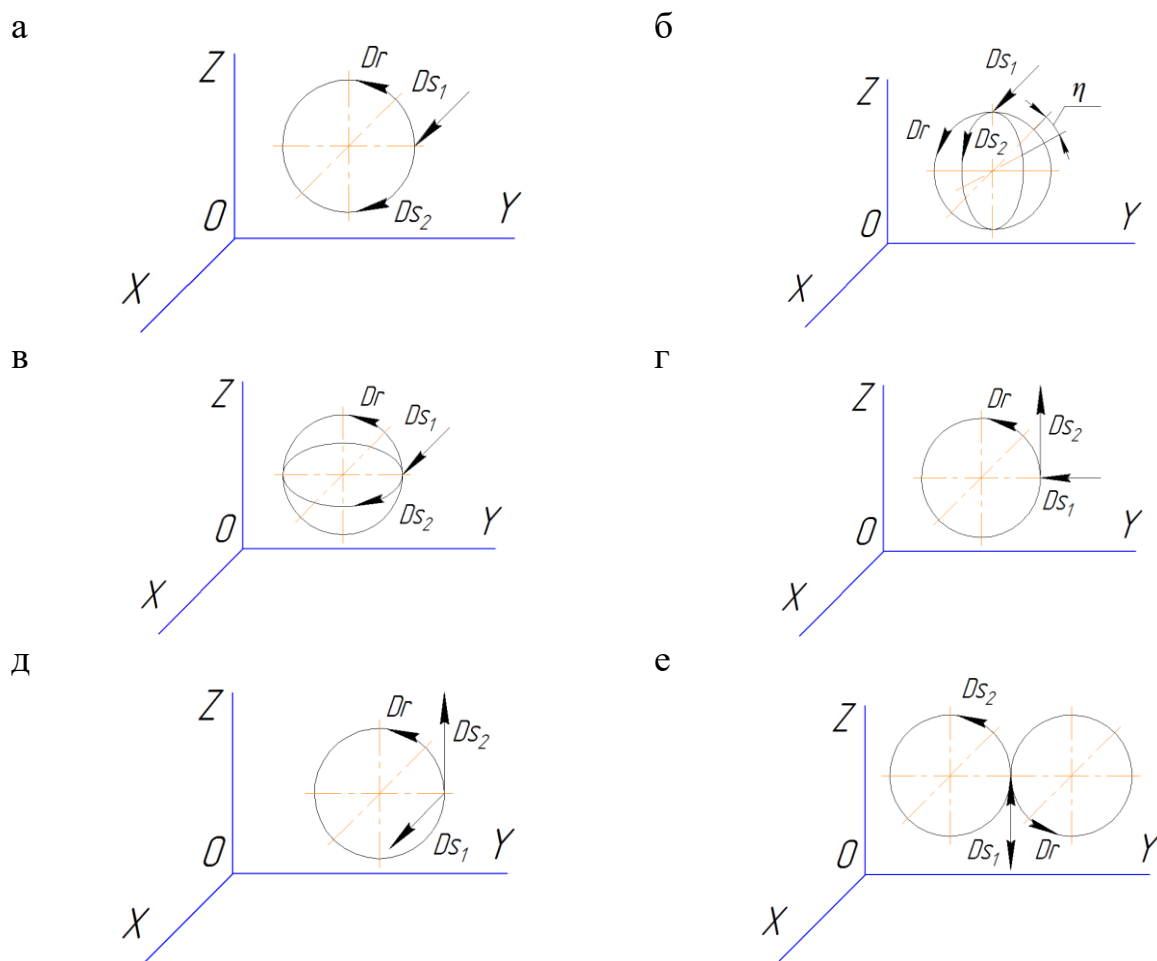


Рисунок 4. – Кинематические схемы резания: *a* – обработка охватывающими фрезами (зенкерами) цилиндрической или конической поверхности; *б*, *в* – обработка охватывающими фрезами (зенкерами) неполной сферической поверхности; *г* – обработка с врезанием фрезы по дуге уступа или полузакрытой полости; *д* – обработка с врезанием фрезы по касательной плоской поверхности детали; *е* – обработка с врезанием фрезы по касательной плоской и цилиндрической поверхностей детали

В отличие от кинематических схем профессора Г. И. Грановского и обобщенной кинематической схемы пятиэлементных движений резания в представленных кинематических схемах на рисунке 4 уточнен тип режущего инструмента, который является охватывающим, и соответственно, траектория вращательного движения подачи изображена внутри траектории главного вращательного движения в виде окружностей (рисунок 1, а), а в случае расположения оси главного вращательного движения под углом (рисунок 1, б) или перпендикулярно (рисунок 1, в) направлению вращательного движения подачи – в виде эллипса.

Данные схемы позволяют определить направление векторов скоростей составляющих движений и результирующего движения резания, при необходимости производить расчет их значений, а также представить траекторию перемещений инструмента и заготовки, что важно при разработке управляющих программ для станков с ЧПУ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Попок Н.Н., Анисимов В.С. Кинематика обработки поверхностей деталей вращающимся режущим инструментом с касательным движением режущей кромки / Вестн. Полоц. гос. ун-та. Серия В, Промышленность. Прикладные науки. – 2019. – № 11. – С. 31-38.
2. Попок Н.Н., Анисимов В.С. Деформация и стружкообразование при обработке плоских и криволинейных поверхностей деталей вращающимся режущим инструментом на токарных и фрезерных станках с ЧПУ / Вестн. Полоц. гос. ун-та. Серия В, Промышленность. Прикладные науки. – 2020. – № 3. – С. 28–34.