

О ПРЕИМУЩЕСТВАХ ПРЕРЫВИСТОГО РЕЗАНИЯ С ПЕРЕМЕННЫМ СЕЧЕНИЕМ СРЕЗАЕМОГО СЛОЯ

Введение

Интенсификация производственных процессов в машиностроении является сегодня важнейшей задачей отечественной промышленности. Она позволяет повысить производительность труда и снизить себестоимость выпускаемой продукции. Поэтому необходимо изыскивать все возможности для её решения, в том числе и методами обработки резанием.

Постановка задачи

Обработка резанием имеет наибольшее распространение в промышленности по сравнению с другими видами обработки материалов. Именно поэтому она с давних пор находится под постоянным и пристальным вниманием исследователей. Правда большая часть выполненных ими работ посвящена процессам резания с постоянным во времени сечением срезаемого слоя (таким, например, как точение, сверление, зенкование, строгание и т.д.), в то время как прерывистым процессам резания с переменным сечением срезаемого слоя (например, фрезерованию) уделялось мало внимания в связи с особой их сложностью.

Методика исследований

Проведённое автором исследование процесса периферийного (цилиндрического) фрезерования [1-3] выявило значительные особенности и преимущества процессов прерывистого резания с переменным во времени сечением срезаемого слоя по сравнению с вышеупомянутыми процессами резания с постоянным сечением (точением). Поэтому и была поставлена задача более детально исследовать сущность этих процессов.

Преимущества фрезерования заключаются в том, что зуб фрезы находится в контакте с заготовкой очень короткое время, а большую часть своего оборота он проходит по воздуху вхолостую. При этом полученный им от процесса резания тепловой импульс быстро гасится за время его прохождения по воздуху (без резания), вследствие чего он вполне успевает остыть до минимальной температуры к моменту очередного реза. В результате температура зуба в конце обработки заготовки оказывается в 2-3 раза ниже температуры токарного реза при равных скорости резания и производительности [2], что и натолкнуло автора на мысль об использовании преимуществ

преимуществ прерывистого резания при точении.

Возникла идея [4] в условиях точения при главном вращательном движении заготовки D_r^3 и прямолинейном движении подачи реза вдоль оси заготовки D_{s1}^u придать последнему ещё и вращательное движение D_{s2}^u вокруг некоторой (почти вертикальной) оси (рис. 1). Т.о. появился новый, до сих пор ещё неизвестный, способ обработки резанием на токарном станке, названный нами фрезеточением, поскольку ему присуща уникальная совокупность свойств точения и фрезерования. От точения в нём присутствует форма заготовки (тело вращения), тип используемого станка (токарный) и вид главного движения резания (вращательное движение заготовки), от фрезерования же - прерывистость резания, переменность сечения срезаемого слоя, образование стружки в виде коротких завитков, легко удаляемых из зоны резания и со станка. Лезвие такого инструмента может иметь самую разнообразную конфигурацию, а его режущей кромке можно придавать какую угодно форму с любой желаемой геометрией.

Кинематика предлагаемого способа обработки имеет две принципиально различные разновидности:

- с переменной толщиной срезаемого слоя a_{μ} и постоянной шириной b (рис. 1, а);
- с переменной шириной срезаемого слоя b_{μ} и постоянной толщиной a (рис. 1, б).

В первом случае линейная скорость вращательного движения подачи D_{s2}^u должна быть на порядок больше скорости

прямолинейного движения подачи D_{s1}^u , во втором - наоборот, что кардинально изменяет характер процесса резания и его показатели. Кроме того, этот процесс по аналогии с фрезерованием может быть как встречным, т.е. с изменением

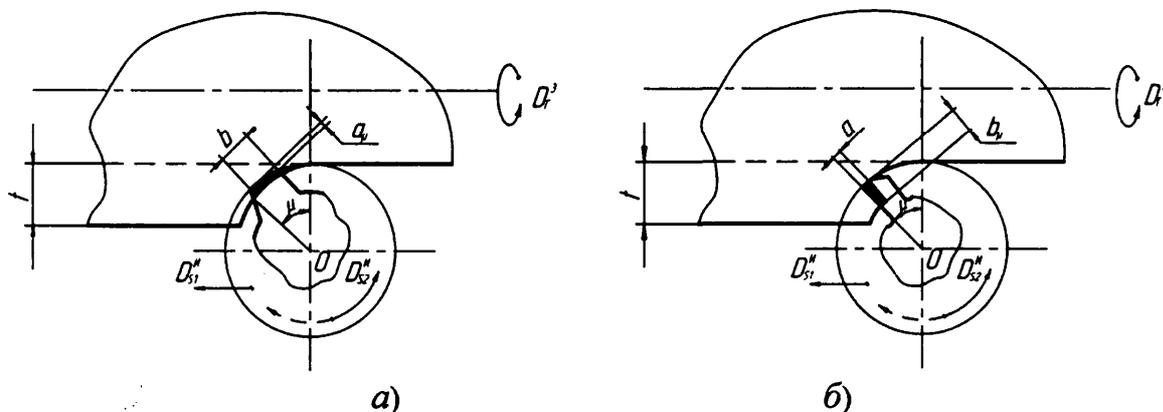


Рис. 1. Схема способа прерывистого точения с переменным сечением срезаемого слоя (фрезеточения): с переменной толщиной a_{μ} сечения (а) и с переменной шириной b_{μ} сечения (б)

Новоселов Юрий Агафьевич, доцент, к.т.н. каф. «Металлорежущие станки и инструменты» Гомельского государственного технического университета им. П.О. Сухого.
Беларусь, ГГТУ им. П.О. Сухого, 246746, Беларусь, г. Гомель, пр. Октября, 48.

(рис. 1) толщины a_{μ} (ширины b_{μ}) срезаемого слоя от 0 до максимального значения (при вращении инструмента по направлению сплошной стрелки), так и попутным, т.е. с изменением этих величин от максимального значения до нуля (при вращении инструмента по направлению штриховой стрелки).

Если внимательно всмотреться в приведённые на рис.1 разновидности фрезеточения, то можно прийти к выводу, что по физической сущности самого процесса резания первая схема (а) в какой-то мере адекватна (подобна) таким известным разновидностям резания, как нарезание прямоугольной резьбы, прорезание винтовых канавок, протягивание, отрезание на токарном станке, периферийное фрезерование и др., в то время как вторая схема (б) адекватна продольному обтачиванию, растачиванию, подрезке торца, строганию плоскостей и т.п. Следовательно, предложенный способ обработки является как-бы объединительно-обобщающим средством познания процесса резания как единого общего физического воздействия на обрабатываемый материал. Но вернёмся к технической стороне рассматриваемой проблемы.

Практическая реализация

Предложенный процесс резания был практически реализован и испытан. Для этого были спроектированы и изготовлены устройства для сообщения инструменту вращательного движения и сами конструкции инструмента. Устройство имеет жёсткий корпус 1 (рис. 2), в котором размещён редуктор с червячной и конической парами передач, и электродвигатель 2 постоянного тока с целью плавного регулирования числа оборотов шпинделя 3, вращающегося в комплексе соответствующих подшипников. Привод устанавливается на верхний суппорт токарно-винторезного станка и закрепления на ней специальными винтами.

Режущий инструмент, оснащённый пластинами твёрдого сплава, может быть сборным и напайным. Сборная конструкция инструмента, приведённая на рис. 2, состоит из опорного диска 4, режущих зубьев 5 с напайными твердосплавными пластинами 6, закрепляемыми на диске 4 фигурной шайбой-сепаратором 7 с помощью гайки 8. Инструмент с напайными пластинами твёрдого сплава представлен на рис. 3. Он выполнен в форме зубчатого диска, на торце которого припаяны твердосплавные пластины простейшей формы.

Передняя поверхность лезвий шлифуется по торцу на плоскошлифовальном станке, задние же поверхности затачиваются на заточном станке. Они скошены по отношению к образующей периферии диска под углом μ для исключения их трения о поверхность детали при вращении инструмента. Возможные другие виды исполнения инструмента представлены на фотографиях (рис. 4).

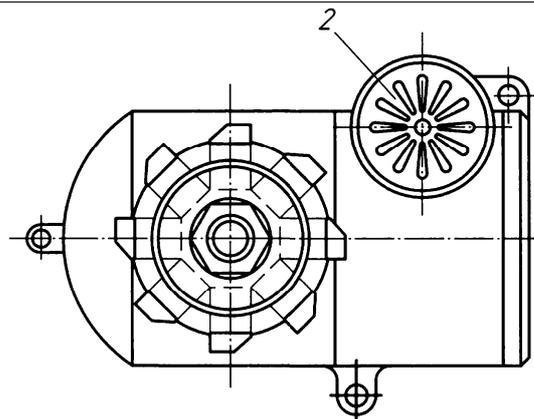
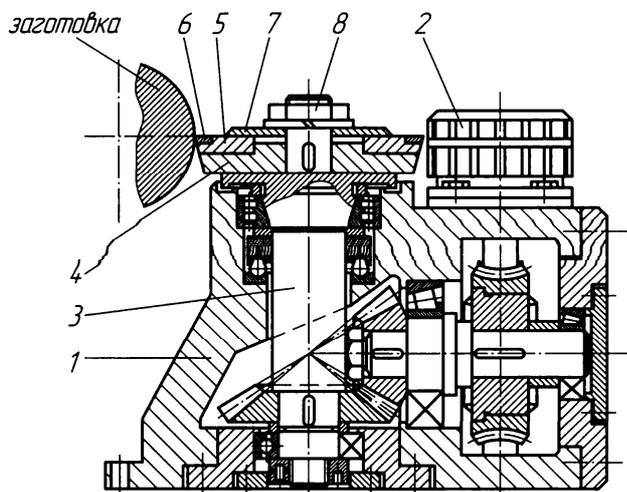


Рис. 2. Принципиальная схема привода для осуществления вращательного движения D_{s_2}'' инструмента

Выводы

На основании вышеизложенного можно сделать заключение о том, что прерывистое резание с переменным во времени сечением срезаемого слоя является перспективным технологическим процессом и заслуживает более пристального внимания исследователей, т.к. ему свойственны следующие потенциальные возможности:

1. Для увеличения производительности обработки на окружности вращения инструмента можно расположить множество одинаковых лезвий, т.е. инструмент может быть выполнен в виде дисковой фрезы как бы с вывернутыми на торец лезвиями.
2. Низкая температура резания и более высокая стойкость инструмента.
3. Каждому лезвию путём специальной заточки по передней и задней поверхностям может быть придана любая форма, наиболее оптимальная для требуемых условий резания.

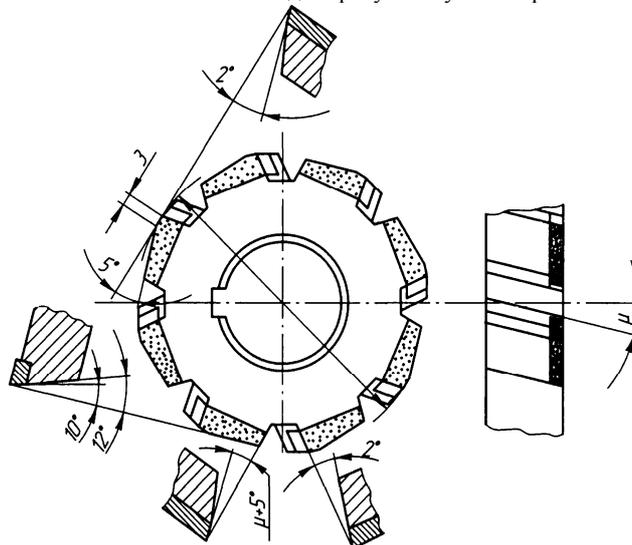


Рис. 3. Инструмент в виде плоского диска с напайными твердосплавными пластинами

4. Прерывистость процесса резания при обтачивании обеспечивает эффективную смазку и охлаждение зоны резания, снижая нагрев инструмента и повышая тем самым его стойкость.
5. Способ позволяет путём рационального подбора условий резания снимать практически любые по величине припуски за один проход, что обещает значительное повышение производительности.

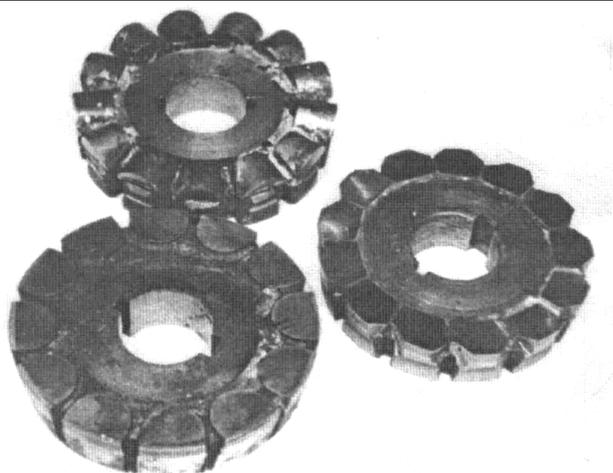


Рис. 4. Варианты практического исполнения инструмента с другими различными формами режущих зубьев (в т.ч. и с цилиндрической передней поверхностью)

УДК 621.833.24

Антонюк В.Е., Русецкий В.Н.

ОСОБЕННОСТИ ЗУБОШЛИФОВАНИЯ КОНИЧЕСКИХ ПЕРЕДАЧ С КРУГОВЫМИ ЗУБЬЯМИ

Введение

Снижение шума зубчатых передач автотракторной техники в последнее время стало одной из актуальных задач в связи с нормированием уровня шума автомобилей и тракторов. Конические передачи с круговыми зубьями являются в большинстве случаев основным источником шума задних мостов и для снижения их уровня шума предполагается повышение точности их изготовления. В последнее время наметилась тенденция считать в качестве основной пути повышения точности для снижения уровня шума конических передач с круговыми зубьями применение процесса зубошлифования. Решение этой проблемы только за счет применения зубошлифования требуют серьезного и тщательного рассмотрения всех аспектов применения этого процесса.

Если вернуться к истории изготовления зубчатых колес автомобилей и тракторов в СССР, то практически все зубчатые колеса грузовых и легковых автомобилей, тракторов и сельхозмашин изготавливались без зубошлифования. Требуемая точность зубчатых колес грузовых и легковых автомобилей, тракторов и сельхозмашин регламентировалась отраслевыми стандартами, которые, с одной стороны, обеспечивали требуемый ресурс долговечности, с другой стороны, позволяли изготавливать зубчатые колеса на отечественном оборудовании и с использованием отечественных инструментов.

Требования к шуму зубчатых передач специальными стандартами не регламентировались, но в случае возникновения требований к обеспечению лучших показателей по уровню шума применялись такие специфические операции, как зубопритирка, подбор пар по уровню шума, отбор пар с пониженным уровнем шума и т.д., однако операция зубошлифования не применялась.

Отсутствие зубошлифования в традиционной технологии изготовления зубчатых колес автомобилей и тракторов можно объяснить следующими причинами: зубошлифование является относительно дорогостоящей операцией и в массовом производстве увеличивает стоимость изготовления зубчатого колеса:

- возможности зубошлифования в обеспечении точности зубчатых колес (5-7 степени точности) значительно превышают требования к точности зубчатых колес автомобилей и тракторов (7-8 степени точности),

6. В условиях данного процесса резания обеспечивается надёжное кинематическое разделение стружки и возможность её автоматического удаления со станка.
7. Данный способ может быть применён и при строгании, что можно понять, если ещё раз внимательно рассмотреть в схему на рис. 1, а.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Резников А.Н., Новосёлов Ю.А. Аналитическое исследование тепловых потоков и контактных температур при фрезеровании. В сб.: «Фрезы». Материалы Всесоюзного совещания по фрезам, ВНИИ, М. – Л., 1968.
2. Новосёлов Ю.А. Исследование тепловых явлений при цилиндрическом фрезеровании. Канд. диссертация. Куйбышевский политехнический институт, 1967.
3. Новосёлов Ю.А. Исследование усилий резания при цилиндрическом фрезеровании. Изд-во Куйбышевского политехнического института, 1968.
4. Новосёлов Ю.А. Способ прерывистого точения. Авт. свид. № 228463 от 08.10.68.

- зубошлифование удаляет самый прочный цементационный слой на поверхности зубьев и приводит к прижогам, что существенно снижает долговечность зубчатой передачи.

Не отрицая необходимости повышения точности изготовления зубчатых передач, необходимо отметить, что только повышение точности изготовления является недостаточным для снижения шума, а в некоторых случаях может привести даже к обратному результату. Повышение точности изготовления конических зубчатых колес с круговыми зубьями приводит к повышению их чувствительности к жесткости и погрешностям изготовления корпусных деталей и монтажа в собранном узле. Поэтому повышение точности изготовления зубчатых колес должно сопровождаться соответствующим повышением жесткости и точности корпусных деталей, подшипников, базирования зубчатых колес, монтажа и т.д.

Методика оценки качества зубчатых передач по спектру шума

Поведение пятна касания при различных положениях осей и монтажных размерах является важнейшей характеристикой качества изготовления конических передач с круговыми зубьями. Поэтому ведущие зарубежные фирмы по изготовлению оборудования для нарезания и контроля конических колес с круговыми зубьями включают в программу оценки качества нарезаемых колес тест на проверку поведения пятна касания при относительных смещениях шестерни и колеса по трем координатным осям **V-H-J** (рис. 2) [1].

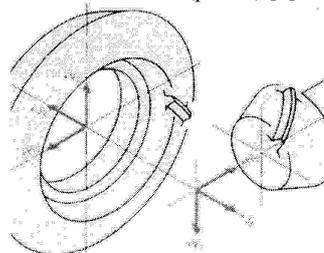


Рис. 1. Координатные оси относительного смещения шестерни и колеса при тесте поведения пятна касания конической передачи с круговыми зубьями

Антонюк Владимир Евгеньевич, к.т.н., в.н.с. ИМИНМАШ НАН Беларуси, г. Минск.