

**АНПОО «КОЛЛЕДЖ ВОРОНЕЖСКОГО ИНСТИТУТА ВЫСОКИХ
ТЕХНОЛОГИЙ»**



**Дисциплина «Процессы формообразования в
машиностроении»**

Лекция 6. Обработка материалов точением

ВОРОНЕЖ

2021

Учебные вопросы:

1. Основные сведения о точении.
2. Конструктивные части и геометрические параметры токарного резца.
3. Элементы режима резания и срезанного слоя при точении. Основное время при точении.
4. Физические основы резания.
5. Сопротивление резанию при токарной обработке.

4. Физические основы резания

Резание – процесс местного сжатия и сдвига материала режущим клином (резцом) с последующим образованием стружки.

Целью резания является придание обрабатываемой заготовке нужной формы размеров и чистоты поверхности.

В процессе резания имеют место следующие физические явления:

1. деформирование металла (упругое и пластическое);
2. наростообразование;
3. выделение большого количества теплоты (тепловые явления);
4. износ режущего инструмента;
5. упрочнение обрабатываемого материала.

4.1. Деформирование.

В процессе резания будущий элемент стружки вначале деформируется упруго, затем пластически и отделяется от заготовки, когда действующие напряжения окажутся большими, чем предел прочности материала.

Процесс образования элемента стружки можно разделить на 3 этапа:

1. упругая и пластическая деформация, упрочнение будущего элемента стружки в зоне стружкообразования;
2. сдвиг элемента стружки по плоскости сдвига в момент, когда напряжение в срезаемом слое превышает сопротивление сдвигу;
3. дополнительная пластическая деформация образовавшегося элемента стружки при его движении по передней поверхности инструмента.

В зависимости от физико-механических свойств обрабатываемого материала и условий резания образуется 3 вида стружки:

1. **сливная** – имеет вид сплошной ленты с гладкой внутренней (прирезцовой) и шероховатой внешней поверхностями (рис. 11). На поверхности не видно границ между отдельными элементами. Образуется при обработке пластичных материалов (мягкая сталь, медь, алюминий) с большими скоростями резания при относительно небольших толщинах срезаемого слоя.

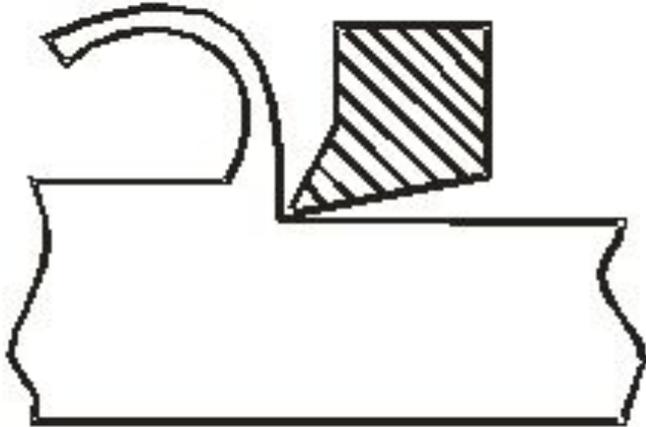


Рисунок 11. Сливная стружка

2. суставчатая (скалывания) стружка – образуется при обработке менее пластичных твердых материалов со средними скоростями резания, большими толщинами срезаемого слоя и меньшими передними углами. Внутренняя поверхность – гладкая, внешняя – с зуббинами, т. е. стружка состоит из элементов правильной геометрической формы, границы между которыми видны, но связь между ними отсутствует (рис. 12).

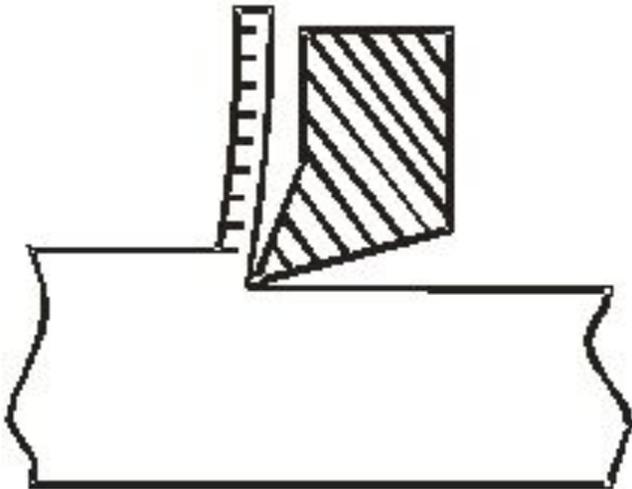


Рисунок 12. Стружка скалывания (суставчатая)

3. стружка надлома (элементная) – образуется при обработке хрупких материалов (бронза, чугун, неметаллические материалы). Она состоит из отдельных элементов, не связанных между собой (рис. 13).

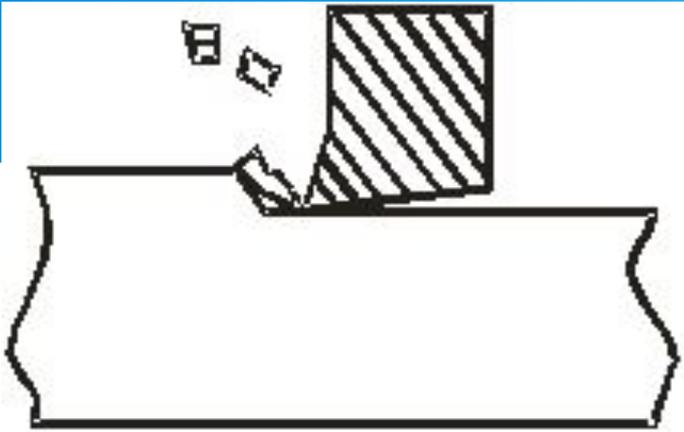


Рисунок 13. Стружка надлома

Сливную и суставчатую (скалывания) стружки называют стружками сдвига, а стружку надлома – стружкой отрыва. Изменяя условия резания можно получить и разные стружки. Наименьшая работа затрачивается на образование стружки надлома, наибольшая – на стружку скалывания.

4.2. Наростообразование.

Нарост – упрочненная часть сильно пластически деформированного обрабатываемого материала, «приваренного» к передней поверхности резца. Благодаря сильному упрочнению, твердость нароста близка к твердости закаленной инструментальной стали, поэтому он способен резать металл, из которого образовался.

Нарост не стабилен во времени, он периодически (до 200 раз в секунду) разрушается. При этом периодически изменяется и геометрия резца (угол резания нароста δ_n меньше угла δ , ϵ резца) (рис. 14).

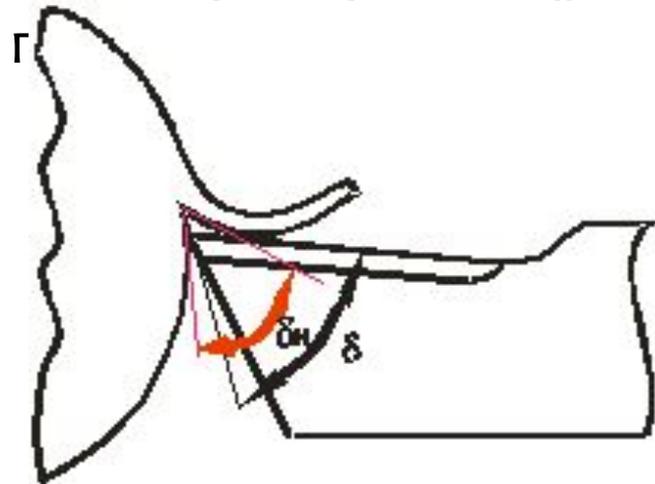


Рисунок 14. Схема образования нароста

При черновой обработке нарост оказывает благоприятное воздействие: защищает резец, уменьшает силы резания (благодаря уменьшению угла резания). Чаще же всего, особенно при чистовой обработке нарост вреден – качество поверхности ухудшается.

4.3. Тепловые явления

Выделение теплоты при резании происходит вследствие пластического деформирования металла:

- трения стружки о переднюю поверхность резца;
- трения задней поверхности резца о поверхность резания.

Общее количество теплоты, выделяемое в единицу времени:

, [Дж/мин].

При токарной обработке основное количество теплоты переходит:

- в стружку – 60-80% всей выделяемой теплоты;
- в резец – 4-10%;
- в заготовку – 9-13%;
- в окружающую среду – ~1%.

В наибольшей степени на температуру в зоне резания оказывает влияние скорость резания, а также подача, геометрия применяемого инструмента и т.д. Нагрев инструмента и заготовки снижает точность обработки.

Для охлаждения инструмента и снижения трения контактирующих поверхностей инструмента и детали применяют **смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ)**.

При черновой обработке: водные растворы кальцинированной соли, нитрит натрия, жидкое стекло, водные эмульсии с антикоррозионными добавками.

При чистовой обработке: жидкости, обладающие высокой маслянистостью – минеральные, растительные и животные масла.

Применение СОЖ способствует снижению мощности резания на 10-15%, повышает стойкость режущего инструмента и чистоту обработки.

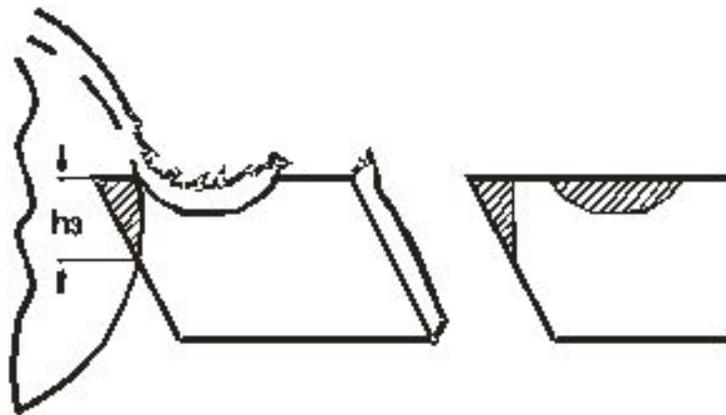
При обильном охлаждении с интенсивностью 8-12 л/мин и при точении стали резцами из быстрорежущей стали допускается повышение скорости резания на 20-25%.

4.4. Износ и стойкость инструмента

В процессе резания металла резец изнашивается. Различают несколько видов износа:

1. абразивный износ
2. адгезионный износ
3. диффузионный износ
4. хрупкий износ

Основная причина износа резцов – трение сходящейся стружки о переднюю поверхность резца и задней поверхности резца о поверхность обрабатываемой заготовки.



В результате износа на главной задней поверхности образуется площадка с задним углом, равным нулю, а на передней – *лунка* (рис. 15).

Рисунок 15. Схема износа

Допустимой величиной износа называется такая величина ширины площадки h_3 , при которой дальнейшая работа инструмента должна быть прекращена из-за возрастания усилия резания, ухудшения чистоты обработанной поверхности или отклонения размеров детали от заданных.

Критерий износа h_3 – количественное выражение допустимой величины износа составляет: для тонких резцов из быстрорежущей стали – 1,5-2,0 мм; для твердых сплавов – 0,8-1,0 мм.

Стойкостью (периодом стойкости) инструмента называют время непрерывной его работы при постоянных режимах до заданной величины износа или до затупления.

Стойкость зависит от условий резания (скорости, глубины резания и подачи), материала инструмента, от геометрических параметров его режущей части и качества заготовки, а также от условий охлаждения.

Между скоростью резания V и стойкостью T существует связь:

$$V=C/T^m,$$

где C – коэффициент, зависящий от материала инструмента и детали, режима резания и геометрии резца – определяется по таблицам;

m – показатель относительной стойкости, характеризующий интенсивность влияния стойкости на скорость резания.

Зависит от материала обрабатываемой детали и инструмента, толщины реза, вида и условий обработки:

$m=0,125$ – для резцов из быстрорежущей стали при обработке стали и чугуна,

$m=0,20$ – для резцов, оснащенных пластинками из твердых сплавов.

Практически стойкость резцов равна: из быстрорежущей стали – 30-60 мин; из оснащенных твердыми сплавами – 45-90 мин; мелких сверл – 10-30 мин; фрез – 300-420 мин.

5. Сопротивление резанию при токарной обработке

При обработке резанием металл оказывает сопротивление режущему инструменту, которое преодолевается силой резания, приложенной к передней поверхности резца.

Работа силы резания затрачивается на деформацию и отрыв элемента стружки от основной массы металла, а также на преодоление трения стружки о переднюю поверхность резца и задней поверхности резца о поверхность резания. Сила резания зависит от свойств обрабатываемого металла, подачи и глубины резания, углов заточки резца, скорости резания, охлаждения и ряда других факторов.

При продольном точении силу резания P (рис. 16) обычно раскладывают на три составляющие P_z , P_x и P_y .

Вертикальная или тангенциальная сила резания P_z действует по касательной к поверхности резания в направлении главного движения.

Осевая или сила подачи P_x действует параллельно оси заготовки.

Радиальная сила P_y направлена по радиусу обрабатываемой заготовки.

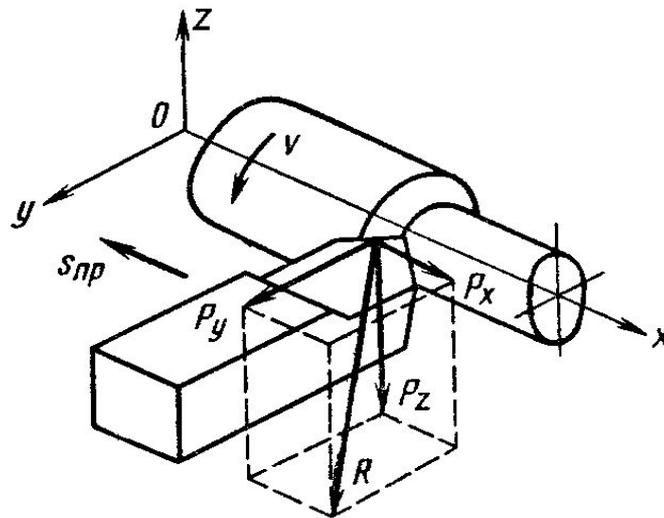


Рис. 16. Схема разложения силы резания на ее составляющие

Равнодействующая трех составляющих сил

По опытным данным для резцов с углом в плане $\varphi = 45^\circ$ при обработке стали 45 между силами P_x , P_y и P_z установлены следующие соотношения:

$$P_x / P_z = 0,15 \div 0,30;$$

$$P_y / P_z = 0,30 \div 0,50.$$

Наибольшей составляющей является сила P_z . Она создает крутящий момент на обрабатываемой детали, который определяют по формуле

$$M_{кр} = P_z \cdot D/2.$$

Для определения силы P_z , возникающей, например, при точении, пользуются следующей экспериментальной формулой:

где c_p – коэффициент, характеризующий условия обработки (определяется по таблицам);

k_p – общий поправочный коэффициент, учитывающий обрабатываемый материал и ряд других факторов (определяется по таблицам).

При наружном точении и растачивании заготовок из конструкционной стали резцом из быстрорежущей стали $c_p = 225$, а заготовок из серого чугуна $c_p = 98$; для заготовок из стали и чугуна показатель степени для глубины резания – 1, а для подачи – 0,75.

В процессе резания резец и деталь испытывают некоторую упругую деформацию, что приводит к частичному сжатию (перемещению) их в направлении действия сил и является одной из причин неточности обработки:

- сила P_z отжимает резец книзу, а резец под действием этой силы стремится изогнуть деталь вверх;
- сила P_x отжимает резец в направлении, противоположном продольной подаче, и стремится ее уменьшить;
- сила P_y отталкивает резец от обрабатываемой детали и стремится уменьшить глубину резания.

Для улучшения качества и повышения точности изготовления деталей, учитывая действие указанных сил, при чистовом проходе необходимо :

- уменьшить сечение срезаемого слоя;
- правильно выбирать угол резца;
- применять СОЖ.



Спасибо за внимание!