

## Механика процесса резания.

Если Вам достаточно приведенных выше сведений об инструменте, то дальнейшее чтение можете прекратить.

Однако если Вы хотите знать тонкости, то рекомендуем читать дальше.

Для осознанного выбора инструмента необходимо знать, какие процессы происходят в процессе обработки пластикового профиля и как они отражаются на профиле и на инструменте.

В нашей жизни процесс реза ассоциируется с разделением заготовки на части или с получением изделия из заготовки путем снятия с нее излишнего материала в виде стружки. Простейшим инструментом, известным для этих целей, является обыкновенный нож. В свою очередь, с точки зрения физики, нож есть ни что иное, как клин, пересечение граней которого образует режущую кромку. Теоретически режущая кромка должна быть бесконечно малой величиной, а угол между гранями должен быть как можно меньше.

На практике режущая кромка имеет конечную величину, в первом приближении очерченную радиусом некоторой величины. Величина этого радиуса определяется с одной стороны свойствами материала, из которого делается нож, с другой - возможностями технологии заточки ножа. Угол между гранями также нельзя уменьшать бесконечно, так как снижается прочность тела самого ножа, и он может разрушиться раньше, чем снимет стружку с обрабатываемого материала. Другими словами, конкретный нож - это баланс между противоречиями, и тот лучше, где этот баланс наилучшим образом учитывает все условия, происходящие в процессе обработки материала. Видимым критерием качества найденного баланса является прочность ножа и длительность работы его режущей кромки без переточки.

Фреза отличается тем, что на вращающееся тело (корпус) закрепляется не один, а несколько ножей.

Когда таких ножей несколько десятков, а длина режущей кромки небольшая, такую фрезу принято называть **пильным диском**.

Когда ножей всего два и они вынесены на торец корпуса, выполненного в виде конуса, а по бокам корпуса имеются спиральные канавки для отвода стружки, такую фрезу принято называть **сверлом**.

Когда торец корпуса не только конический, а число ножей может быть больше двух, стружечные канавки по бокам корпуса также оканчиваются режущими кромками, такой инструмент называются **пальчиковыми фрезами**. На практике могут быть различные сочетания внутри видовых признаков и соответственно разные эксплуатационные свойства фрез.

Поскольку величина режущей кромки имеет конечную величину, как по радиусу, так и по длине, то для начала процесса резания необходимо внедрить режущую кромку в материал, а для этого требуется некоторое усилие. Внедрение режущей кромки в материал возможно только при разрушении материала под режущей кромкой. Для разрушения материала под режущей кромкой необходимо создать в теле материала контактные напряжения выше прочности материала. Перед разрушением всегда имеют место деформации материала без его разрушения: вначале упругие, потом пластические.

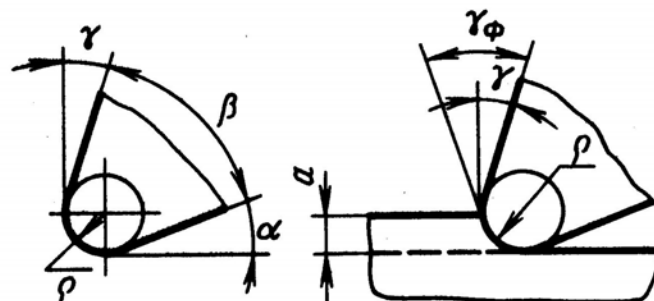
Возьмем частный случай, когда поверхность обрабатываемого материала плоская, а поверхность внедрения радиус. Из теории контактных напряжений для указанного случая нагрузки известно, что при постоянной силе поджима, контактные напряжения под поверхностью материала тем больше, чем меньше радиус. При этом для разрушения материала необходимо приложить усилие, обеспечивающее величину контактных напряжений в материале больше, чем прочность материала. При малом радиусе имеем минимальное усилие внедрения, зона разрушений материала по размерам также меньше, и меньше выделяется энергии в виде тепла при разрушении материала.

Вывод: режущая кромка должна иметь минимальный радиус закругления, то есть лучше заточена. В справочнике конструктора – инструментальщика под редакцией В.И. Баранчикова (М., Машиностроение, 1994. стр.85) приведены основные сведения по режущей кромке. Чтобы Вам не искать этот справочник приведем фотокопию страницы этого издания с нужными нам сведениями.

**Главная режущая кромка выполняет основную работу резания и теоретически должна быть острой. Практически же всегда имеется некоторый радиус, называемый радиусом скругления режущей кромки  $\rho$  (рис. 3.3). При работе с малой толщиной среза  $a$  радиус скругления существенно влияет на процесс резания, так как изменяет передний угол.**

Значение радиуса  $\rho$  зависит от зернистости инструментального материала и способа обработки передней и задней поверхностей:  $\rho = 6 \div 8$  мкм для резцов из быстрорежущих сталей, алмазов, СТМ;  $\rho = 1,5 \div 17$  мкм для резцов с пластинами из твердого сплава и  $\rho = 30 \div 40$  мкм для резцов, оснащенных минералокерамическими пластинами.

**Рис. 3.3. Форма режущей кромки в поперечном сечении и ее влияние на передний угол**



Как мы видим, современные особомелкозернистые инструментальные стали позволяют получить радиус режущей кромки 6 ... 8 мкм (микрон). Сверхмелкозернистые твердые сплавы с размером зерна 0,3 ... 0,5 мкм при специальных режимах заточки алмазным инструментом позволяют получить радиус на режущей кромке в 1,5 ... 4 мкм.

При заточке инструмента из особомелкозернистых твердых сплавов с размером зерна 0,5 ... 0,9 мкм радиус при вершине режущей кромки в 6 ... 8 мкм.

Для инструментов из мелкозернистых твердых сплавов типа ВК8 по ГОСТ 3882-74 с размером зерна 1 ... 2 мкм и отдельными фракциями до 7 мкм радиус при вершине режущей кромки 17 ... 32 мкм и более.

Отсюда выделение тепла на режущей кромке при обработке пластика для инструмента, выполненного из мелкозернистого сплава с радиусом 16 ... 32 мкм,



Рис.1

Фрезы устроены таким образом, что режущие кромки зубов работают последовательно друг за другом. При выходе ножа из материала идет охлаждение режущей кромки и тела зуба обтекающим его воздухом. Далее цикл нагрева снова повторяется. Другими словами, мы имеем целую серию тепловых ударов по режущей кромке зуба с последующим охлаждением. Величина теплового удара будет тем большей, чем больше радиус при вершине режущей кромки, или, другими словами, чем тупее зуб.

Такие циклические тепловые удары расшатывают или изменяют структуру материала режущего зуба в зоне режущей кромки и передней грани, что в первую очередь приводит в твердых сплавах к образованию микротрещин, а в инструментальных сталях к отжигу и снижению твердости стали. Количество трещин по мере увеличения времени воздействия тепловых ударов растет как снежный ком, а чем тупее становится режущая кромка, тем больше возрастает скорость этих процессов.

Может возникнуть вопрос, насколько правомерно мы можем рисовать именно такую картину и **не преувеличиваем ли мы ситуацию.**

Давайте оценим это, используя школьный курс физики. Поскольку разрушение материала под режущей кромкой связано со сжатием, то со школы мы знаем, что сжимаемое тело нагревается. Чем больше сжатие, а мы сжимаем до разрушения, тем больше нагрев. Процесс сжатия в нашем случае проходит в локальной зоне и идет достаточно быстро. Материал плохо проводит тепло, следовательно, выделяемое тепло не может рассеяться в теле обрабатываемого профиля, так как для передачи тепла нужна хорошая теплопроводность и время на теплопередачу, а ни того, ни другого нет.

ПВХ профиль в качестве красителя имеет в своем составе до 5% двуокиси титана и примерно столько же мела. Оба компонента являются абразивом. Материал профиля вязкий и при низких скоростях обработки не удастся получить чистую качественную поверхность реза. Для получения чистой поверхности реза необходима большая скорость обработки. На практике фрезы по зачистке сварных швов имеют линейную скорость резания в 20 ... 40 м/сек, а пильные диски - до 60 м/сек. При таких скоростях поверхность зуба и режущей кромки подвергается интенсивному истиранию со стороны абразивных частиц профиля. Со школы известно, что это также сопряжено с большим выделением тепла.

Основной вывод из сказанного: чем более мелкозернистую структуру имеет материал режущего органа, тем острее можно получить режущую кромку, тем дольше будет служить инструмент, активно сопротивляясь расшатыванию структуры с образованием микротрещин.