

УДК 621.941.02

**Управление стружкообразованием подбором формы
сменных многогранных пластин**

¹Данильчик С. С., к. т. н., доцент,

²Милодовский А. Р., преподаватель

¹*Белорусский национальный технический университет*

²*Минский государственный политехнический колледж
г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация:

Рассматриваются различные методы стружкодробления, влияние формы передней поверхности сменных многогранных пластин (СМН) и режимов резания на процесс стружкообразования, приведены примеры пластин, обеспечивающие в процессе токарной обработки дробление стружки.

По проблеме дробления стружки в процессе токарной обработки выполнены многочисленные исследования, изучены различные методы стружкодробления. Кинематические методы дробления стружки рассматривали Подураев В. Н. [1], Захаров Ю. Е., Ахметшин Н. И., Жарков И. Г. и другие ученые. Они исследовали процесс стружкодробления наложением на традиционную схему резания различных по направлению и частоте дополнительных колебаний. К таким методам относятся дискретное, релаксационное, вибрационное резание и другие методы. В работах [2, 3] рассмотрен процесс стружкодробления с наложением на инструмент дополнительных колебаний с асимметричным циклом. Выполнен ряд научных работ в области применения для стружкодробления ультразвуковых колебаний.

Кроме кинематических методов широко изучены методы дробления, основанные на применении различных внешних воздействий на образующуюся в процессе обработки стружку: тепловое, криогенное, действие направленной на стружку смазочно-охлаждающей жидкости и др.

Все эти проведенные исследования нацелены на создание универсальных методов дробления стружки, позволяющих обеспечить устойчивое стружкодробление в процессе токарной обработки различных материалов в широком диапазоне режимов резания. Но

большинство методов требует использование дорогостоящего оборудования, специальных устройств или связаны со сложностью реализации. Использование некоторых методов, например, кинематических, не всегда обеспечивает получение требуемых параметров обработанной поверхности. Поэтому в современных условиях производства основными методами управления стружкообразованием являются подбор оптимальных режимов резания, выбор формы и геометрии режущего инструмента. Производители режущего инструмента выпускают широкую номенклатуру сменных многогранных пластин, имеющих различную форму и особенности передней поверхности.

К элементам передней поверхности СМП, управляющим образованием того или иного вида стружки, относятся стружкозавивающие канавки, уступы, локальные впадины или выступы. Они располагаются на пластине в определенном месте и находятся на пути движения стружки.

Достаточно широко в металлообработке используется режущий инструмент со сменными многогранными пластинами, имеющими на передней поверхности стружкозавивающую канавку. Проходя по канавке, образующаяся в процессе обработки стружка упирается в противоположную ее стенку, завивается в вертикальной плоскости или дробится. Форма, размеры и положение канавки на поверхности пластины эффективны для стружкодробления при определенных режимах резания. В противном случае стружка минует эту канавку. Для расширения диапазона режимов резания, обеспечивающих стружкодробление, на передней поверхности пластин выполняют двух – и даже трехступенчатые канавки, каждая из которых эффективна в своем диапазоне глубины резания и подачи (рис. 1). Ведущие производители режущего инструмента практикуют изготовление вдоль режущей кромки канавок переменного профиля, создающих условия для завивания стружки как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскостях.

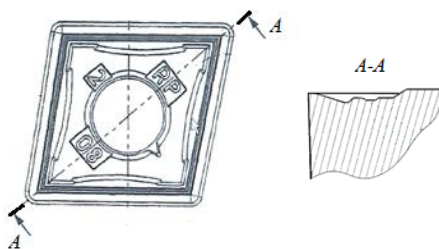


Рис. 1. Геометрия RP пластины фирмы Kennametal

Расположенная вдоль режущей кромки канавка эффективна при работе резца с подачей в одном направлении. Современное металлообрабатывающее оборудование с ЧПУ позволяет применять резцы, обеспечивающие работу с различным направлением подачи. В этом случае эффективность стружкозавивающей канавки снижается. Лучше в этом плане зарекомендовали себя режущие пластины с локальной впадиной у режущей кромки, например сферической формы, которые эффективны при изменении направления схода стружки.

Аналогичную роль выполняют уступы и локальные выступы разной формы и размеров, которые формируются у режущей кромки сменной многогранной пластины. Они являются препятствием на пути стружки и при контакте со стружкой изменяют радиус витка и направление траектории ее движения. С увеличением высоты непрерывного уступа или локального выступа радиус завивания стружки уменьшается. На стружкозавивание и стружкодробление влияет и место расположения уступа или выступа на режущей пластинке. Чем ближе они находятся к главной режущей кромке, тем меньше радиус витка стружки.

Положение локального выступа, кроме того, влияет на направление схода стружки. Если стружка контактирует с левой стороной выступа, то стружка направляется в сторону обрабатываемой поверхности, если с правой стороной – то стружка отводится к обработанной поверхности детали, если проходит по центру выступа – то к поверхности резания. Производителями предлагаются сменные многогранные пластины с уступами разных размеров и формы, например, СМП с волнообразным уступом (рис. 2).

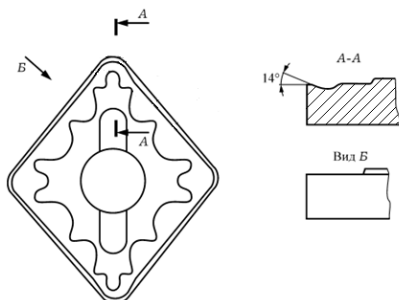


Рис. 2. Пластина Sandvik Coromant

Форма локальных выступов на передней поверхности пластин может быть сферической, каплевидной или более сложной, например, в виде лепестков (фирма Sterlam). Управлять движением стружки по передней поверхности можно количеством выступов на пластине и соотношением их высот. Таким образом, использование уступа или локального выступа на передней поверхности режущего инструмента обеспечивает возможность управления траекторией движения стружки и ее видом.

При проектировании передней поверхности сменных многогранных пластин может использоваться на передней поверхности сочетание «выступ-впадина». Выступ выполняет функцию стружкозавивающего элемента, а впадина обеспечивает увеличение переднего угла или выполняет роль канала для подвода СОЖ непосредственно к месту контакта стружки с передней поверхностью. На рис. 3 представлена пластина, имеющая сложную форму передней поверхности.

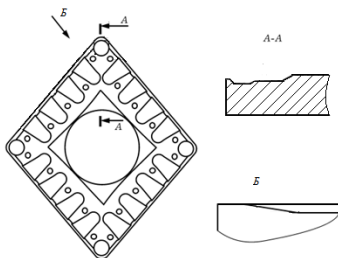


Рис. 3. Пластина с индексом формы передней поверхности «NM» (Iscar)

Впадина у вершины СМП обеспечивает большой передний угол. Локальные выступы у вершины играют роль стружкозавивающих элементов, а впадины, сформированные вдоль прямолинейной части режущей кромки, способствуют проникновению СОЖ непосредственно к месту контакта стружки с передней поверхностью. Локальные выступы, расположенные вдоль прямолинейной части режущей кромки, выполняют роль либо опоры, либо стружкозавивающего элемента, или изменяют форму поперечного сечения стружки.

Приведенные примеры формы СМП не отражают даже частично многообразия пластин, применяемого в механической обработке. Большая работа по систематизации СМП и обоснованию формы передней поверхности для формирования различных видов стружки проведена Хлудовым А.С. [4] и Хайкевичем Ю.А. [5]. Использование той или иной формы передней поверхности СМП позволяет контролировать условия контакта стружки с режущей кромкой и подвода СОЖ. Изменение режимов резания, параметров площадки контакта и формы поперечного сечения срезаемого слоя имеет прямое влияние на взаимодействие стружки с препятствием и процесс ее разрушения. Поэтому подбор нужной формы СМП и режимов резания позволяет в процессе токарной обработки обеспечить формирование дробленной стружки.

Сложность заключается в выборе режущего инструмента из всего его многообразия. Были проанализированы СМП некоторых ведущих производителей. Форма некоторых пластин и режимы резания, обеспечивающие стружкодробление в процессе обработки, представлены в таблице 1.

Таблица 1. Форма СМП и режимы резания, обеспечивающие получение дробленной стружки

Пример инструмента	Форма передней поверхности СМП	Глубина резания, мм	Подача, мм/об
Sandvik «81» (Швеция)	Цилиндрическая форма (вогнутая)	0,5-3	0,2-0,5
Korloy «HF», «HM» (Южная Корея)	Выступ-уступ $\varphi=90^\circ$,	0,5-2,5	0,1-0,4

	Ромбическая форма с радиусом при вершине 0,8 мм $\varphi=90^{\circ}-60^{\circ}$		
Kennametal «FP», «MN», «MP» (США)	Выступ $\gamma=10^{\circ}$ и фаска до 0,2 мм $\varphi=90^{\circ}$	0,2-2	0,16-0,4
Sterlam «3J» (Швейцария)	Выступы $\gamma=15^{\circ}-18^{\circ}$ $\varphi=90^{\circ}-70^{\circ}$	0,5-3	0,15-0,4
Mitsubishi «MS» (Япония)	Одинарная канавка	1,5-4	0,15-0,4
Korloy «GH» (Южная Корея) Mitsubishi «HN» (Япония)	Локальный выступ $\varphi=90^{\circ}$	от 3	от 0,3
Sandvik «QR», «85» (Швеция)	Локальный выступ Волнообразная форма	2-4 мм	0,25-0,5 мм/об
Iscar «NM» (Израиль)	Выступ-впадина	2-4	0,15-0,4
Korloy «GR» (Южная Корея)	Сферические впадины	2,5-5	0,2-0,5
Impero «55», «66», «77» (Италия); Korloy «B25» (Южная Корея); Sandvik «43» (Швеция)	Одинарная, двухступенчатые, многоступенчатая канавка	1-8	0,1-0,7

Список использованных источников

1. Подураев, В. Н. Обработка резанием с вибрациями / В. Н. Подураев. – М.: Машиностроение, 1970. – 350 с.
2. Данильчик, С. С. Кинематика точения с наложением асимметричных колебаний инструмента / С. С. Данильчик, В. К. Шелег // Наука и техника. 2013. – №4. – С. 16–21.
3. Шелег, В. К. Условия устойчивого стружкодробления и

обеспечения качества обработанных поверхностей при точении с асимметричными колебаниями инструмента / В. К. Шелег, В. И. Молочко, С. С. Данильчик // Наука и техника. Серия 1. Машиностроение. 2015. – № 3. – С. 19–24.

4. Хлудов, С. Я. Теория проектирования сменных многогранных пластин с рациональной геометрией для чистового точения с дроблением стружки: диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / С.Я. Хлудов. – Тула, 2007. – 487 с.

5. Хайкевич, Ю. А. Повышение эффективности чистового точения на основе выбора рациональной конструкции сменных многогранных пластин при прогнозировании процесса дробления стружки: диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Ю. А. Хайкевич. – Тула, 2009. – 183 с.

УДК 621.52:669.18

**Газовые потоки в технологиях вакуумной обработки
жидкой стали**

Корнеев С. В., к. т. н., доцент

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь*

Аннотация:

В работе рассмотрены конструктивные и технологические особенности вакуумных установок обработки жидкой стали в металлургическом производстве. Определены газовые потоки при использовании различных технологий вакуумной обработки.

В состав отделений внепечной обработки стали современных электросталеплавильных цехов входят циркуляционный и камерный (ковшевой) вакууматоры. Вакуумная обработка стали также используется и в кислородно-конверторных цехах при производстве стали из жидкого чугуна и последующей внепечной обработке. Несмотря на то, что различных способов и вакуумных установок, разработанных в разное время более десятка, основными являются указанные два типа с различными модификациями.