

Переточка червячных фрез с поворотными твердосплавными зубьями-пластинами

д.т.н. О. И. Борискин, к.т.н. Н. Г. Стаханов, к.т.н. А. В. Якушенков,
к.т.н. Н. Н. Батова, О. А. Сарапин // ТулГУ, г. Тула

Одним из основных направлений совершенствования конструкций червячных фрез является повышение их точности, стабильной на протяжении всего периода эксплуатации инструмента, и увеличение производительности, в частности путем применения новых инструментальных материалов.

В соответствии с этим направлением созданы конструкции червячных фрез с поворотными твердосплавными зубьями-пластинами. При этом предусмотрели возможность использования сменных многогранных неперетачиваемых пластин с покрытиями, существенно повышающими их стойкость.

Однако обеспечить требуемую точность при полной взаимозаменяемости таких пластин довольно затруднительно. Поэтому более рациональный путь использования твердосплавных пластин — шлифование комплектом в специальных приспособлениях. Причем, в этих же приспособлениях можно производить переточку затупившихся зубьев-пластин по задним поверхностям с целью наиболее полно использовать дорогостоящие твердосплавные пластины.

В зависимости от конструкции фрезы такие пластины без переточки можно использовать два или четыре раза путем их поворота (рис. 1).

После использования всех граней пластины можно перетачивать по задним поверхностям комплектами в специальных технологических приспособлениях. Фрезы с такими пластинами используют для предварительной или черновой обработки зубчатых деталей с модулем 1,4—4,0 мм и твердостью < 300 НВ.

Проведенные авторами исследования геометрической точности профиля этих фрез показали, что в результате поворота пластины-зуба относительно его продольной оси возникает существенное искажение профиля производящих поверхностей фре-

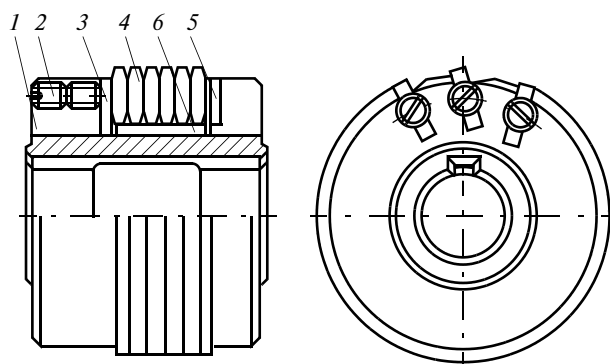


Рис. 1. Схема конструкции червячной фрезы с поворотными твердосплавными зубьями-пластинами, позволяющая четырехкратное их использование без переточек: 1 — рабочий корпус фрезы; 2 — винт; 3 — зажимная пластина; 4 — зуб-пластина; 5 — упор; 6 — опорная пластина

зы (основного червяка), которое переносится на профиль обрабатываемых зубьев детали.

Поскольку, для твердосплавного инструмента требуется упрочнение режущих кромок, то твердосплавные червячные фрезы должны иметь отрицательные передние углы. Из конструктивных и технологических соображений переднюю поверхность таких фрез делают плоской, параллельной оси фрезы, а для обеспечения отрицательных передних углов в торцовом сечении ее наклоняют под углом, равным принятому переднему углу на вершине зуба фрезы.

Теоретически точные режущие кромки фрезы должны совпадать с линиями пересечения теоретически точных поверхностей основного червяка с принятой плоской передней поверхностью. Линии пересечения боковых поверхностей витков основного червяка с принятой передней поверхностью, которая не проходит через ось червяка, будут несимметричными и при этом криволинейными. Из технологических соображений криволинейные режущие кромки аппроксимируют отрезками прямых. При этом углы наклона режущих кромок фре-

зы в передней плоскости (углы профиля) при наличии переднего угла, как положительного, так и отрицательного, будут разными.

При достижении критериев затупления фрезы зубья-пластины поворачивают на 180° относительно их продольной оси, в результате чего в работу вступают новые режущие кромки.

Для конструкций фрез, допускающих четырехкратное использование зубьев-пластин (см. рис. 1), после их двухкратного применения с поворотом относительно продольной оси поворачивают на 180° относительно поперечной оси, перпендикулярной к передней плоскости, и еще дважды используют их поворачивая относительно продольной оси.

При повороте на 180° относительно продольной оси зуба-пластины его новые кромки не будут совпадать с первоначальными; там, где должен быть больший угол профиля, будет меньший, и наоборот. В результате такого поворота возникают существенные погрешности профиля основного червяка, которые переносятся на профиль зубьев обрабатываемой детали.

Поворот зуба-пластины относительно его поперечной оси таких погрешностей не вызывает, так как новые кромки примут положение первоначальных.

Если для смены режущих кромок использовать только поворот относительно поперечной оси, то число используемых кромок на зубе-пластине уменьшится в 2 раза. Соответственно, расход твердосплавных пластин увеличится также в 2 раза.

На используемых в настоящее время фрезax с поворотными твердосплавными зубьями-пластинами профильные углы в передней плоскости для левой и правой сторон изготавливают одинаковыми. Их значение соответствует среднему для левой и правой сторон, что дает возможность уменьшить абсолютные значения погрешностей профиля при повороте относительно продольной оси зуба-пластины. Это позволяет достичь максимального качества используемых режущих кромок на зубе-пластине и, соответственно, снизить расход твердосплавных пластин.

Однако усреднение значений профильных углов будет приводить к соответствующим отклонениям профиля нарезаемых зубьев. Характер этих отклонений соответствует так называемым «пьяным зубьям», т. е. их средняя линия будет накло-

нена вправо или влево относительно средней линии нормального зуба.

Как показали проведенные исследования, исключить подобные явления можно путем использования в качестве задних поверхностей винтовые поверхности, параметры которых должны быть точно рассчитаны. Схема требуемой формы таких зубьев приведена на рис. 2.

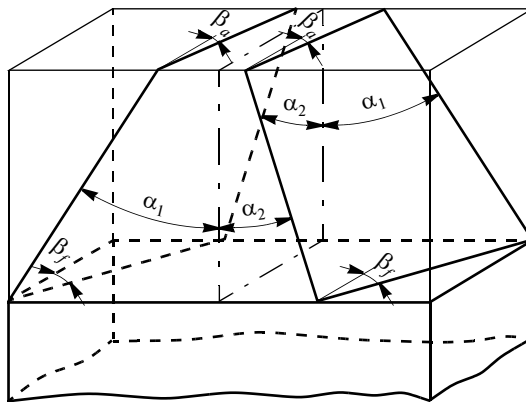


Рис. 2. Схема предлагаемой формы режущей части поворотных твердосплавных зубьев-пластин, обеспечивающая при поворотах требуемый профиль (для лезвостроительной фрезы): α_1 и α_2 — профильные углы левой и правой сторон соответственно; β_a и β_f — углы подъема на вершине и впадине

При повороте такого зуба на 180° относительно его продольной оси положение режущих кромок будет совпадать с требуемым, т. е. место режущей кромки передней стороны с углом α_1 займет режущая кромка с таким же углом α_1 задней стороны. Место же второй кромки с углом α_2 на передней стороне зуба займет соответствующая кромка задней стороны зуба с таким же углом α_2 .

Практически реализовать это положение можно при заточке задних поверхностей зубьев в винтовом технологическом корпусе на резьбошлифовальном станке. При этом оси пазов технологического корпуса, в которых устанавливаются зубья-пластины, должны располагаться радиально. В этом случае в осевом сечении технологического корпуса профиль боковых сторон зуба-пластины будет симметричным. Параметры технологического корпуса должны быть точно рассчитаны в зависимости от параметров фрезы в сборке и параметров зубьев-пластин.

Реализация приведенных положений позволяет повысить точность профиля рассматриваемых фрез.

Следует отметить, что проектирование таких фрез и технологического корпуса необходимо проводить комплексно. При этом основные проблемы заключаются в обеспечении диаметра технологического корпуса, в котором можно разместить весь комплект зубьев-пластин, и достаточного заднего кинематического угла на боковой стороне профиля зуба-пластины. Решить эти проблемы возможно путем подбора параметров фрезы и размеров зубьев-пластин.

Фрезы, рассчитанные и заточенные по предлагаемому методу, способны обеспечивать более высокую точность нарезаемых зубьев деталей, что позволит применять их не только для предвари-

тельной, но и для окончательной обработки. При использовании таких фрез для предварительной обработки можно уменьшить припуск на чистовую обработку, что позволит сократить ее время и расход инструмента.

После использования всех режущих кромок зубьев-пластин их можно перетачивать по задним поверхностям. Такую переточку следует проводить в том же винтовом технологическом корпусе, что и при изготовлении новых зубьев-пластин. Чтобы отрегулировать их на требуемый диаметр в технологическом и рабочем корпусах следует применять комплекты опорных пластин большей толщины.

Мультислойные наноструктурные покрытия $TiAlN/ZrNbN/CrN$, получаемые методом Arc-PVD, для режущего твердосплавного инструмента

д.т.н. И. В. Блинков, А. О. Волхонский, к.т.н. В. Н. Аникин, Е. А. Скрылева
// НИТУ «МИСиС», г. Москва

Одним из эффективных методов получения износостойких покрытий высокой твердости (сочетающейся с вязкостью и трещиностойкостью) является нанесение на различные материалы мультислойных (многослойных) покрытий, толщина слоев которых не превышает несколько нанометров.

Например, многослойные покрытия TiN/NbN и TiN/VN имеют твердость более 50 ГПа, что выше твердости монослойных примерно в 2 раза. Кроме того границы слоев, являясь зоной интенсивной диссипации энергии, увеличивают вязкость и устойчивость материала к зарождению и развитию трещин. Это способствует упрочнению материала и повышению износостойкости инструмента, особенно в условиях действия термомеханических напряжений циклического характера [1].

При формировании многослойных покрытий TiN/CrN возникает проблема, связанная с тем, что нитриды TiN и CrN являются полностью взаиморастворимыми. При нагреве такой многослойной двухфазной системы во время нанесения покрытий и их эксплуатации происходит огрубление границ раздела, интенсивное диффузионное перемешивание и, следовательно, выравнивание концентраций титана и хрома по толщине покрытий и образование твердого раствора $(Ti, Cr)N$ [2]. Это, в свою

очередь, сопровождается уменьшением твердости покрытий [3 и 4].

Актуальной задачей является повышение термической устойчивости многослойной архитектуры покрытий TiN/CrN . Для ее стабилизации предложено ввести в структуру покрытий дополнительный барьерный слой с использованием нитрида циркония, который обладает высокой температурой плавления [5].

В рамках данной задачи экспериментально исследовали влияние параметров нанесения на состав, структуру и свойства мультислойных покрытий $TiAlN/ZrNbN/CrN$.

Покрытия в составе $TiAlN/ZrNbN/CrN$ наносили на твердосплавные пластины (94 % атомов WC и 6 % атомов Co) методом Arc-PVD на установке вакуумного ионо-плазменного осаждения покрытий, снабженной тремя дугowymi испарителями (Ti-Al, Zr-Nb, Cr), подключенными к сепараторам капельной фазы, расположенными горизонтально в одной плоскости в среде реакционного газа азота.

Применяли специальную кинематическую систему вращения образцов, дающую возможность пластине находиться в области преимущественной конденсации компонентов одного из распыляемых катодов определенное время. Это позволило формировать слоистую