

В.А. Настасенко, канд. техн. наук; М.В. Бабий, И.В. Блах, Херсон, Украина,  
В.В. Вирич, Николаев, Украина

## **ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫЕ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ РЕЖУЩИЕ ИНСТРУМЕНТЫ С МНОГОГРАННЫМИ НЕПЕРЕТАЧИВАЕМЫМИ ПЛАСТИНАМИ**

*Робота відноситься до області машинобудування і металообробки, зокрема - до збірних відрізним і канавочним різцям, дисковим відрізним і торцевим фрезам з механічним кріпленням багатограних непереточуваних пластин, а також до різучих пластин для їх оснащення. Запропоновані нові пластини виключають перехідні ділянки на вершинах за рахунок заточування лисок або викруглянь на бічних гранях, що забезпечує можливість їх застосування для відрізки заготовок і для чистової обробки поверхонь.*

*Работа относится к области машиностроения и металлообработки, в частности – к сборным отрезным и канавочным резцам, дисковым, отрезным и торцевым фрезам с механическим креплением многогранных неперетачиваемых пластин, а также к режущим пластинам для их оснащения. Предложенные новые пластины исключают переходные участки на вершинах за счет заточки лысок или выкружек на боковых гранях, что обеспечивает возможность их применения для отрезки заготовок и для чистовой обработки поверхностей.*

*The paper concerns the field of mechanical engineering and machining, in particular: the assembled severed and grooved cutters, disk, severed and face milling cutters, with mechanical fastening of multifaceted no reface cutting plates for their equipment. The new plates offered exclude transitive sites at the tops at the expense of sharpening flats or covers on lateral sides, that provides the opportunity of their application for cutting work pieces and finish-machining flat surfaces.*

Работа относится к области машиностроения и металлообработки, в частности – к сборным отрезным и канавочным резцам, дисковым, отрезным и торцевым фрезам с механическим креплением многогранных неперетачиваемых пластин, а также к режущим пластинам для их оснащения.

*Актуальность, научная новизна и практическая значимость работы.* Отрезные и канавочные резцы, дисковые и торцевые фрезы используются практически во всех сферах машиностроения. Наиболее широкое применение они нашли в индивидуальном, мелкосерийном, серийном и крупносерийном производстве. Без отрезных резцов не эксплуатируется ни один токарный станок, а в крупносерийном и массовом производстве их широко применяют на прутковых автоматах для производства крепежных изделий. Дисковые и отрезные фрезы с твердосплавными режущими пластинами также являются одними из наиболее производительных инструментов, при этом они

незаменимы для работ в карьерах для добычи камня, а от ширины их реза зависит производительность обработки, стойкость фрез, энергетические затраты на резание и расход заготовок. Торцовые фрезы, из-за их высокой жесткости и прочности, также относят к наиболее производительным.

В настоящее время наиболее прогрессивными считают инструменты, оснащенные режущими многогранными неперетачиваемыми пластинами (МНП), имеющими механическое крепление к корпусу, что обеспечивают возможность их поворота и быстрой смены без снятия инструмента со станка. Их доля в общем объеме инструментов постоянно растет, и в США она достигла 80%, что показывает важность выполнения работ по их созданию и внедрению. Наиболее широко МНП применяют в автоматических линиях и станках с ЧПУ, поскольку они резко снижают время замены затупившихся режущих кромок и наладки инструмента на нужный размер для обработки детали. Другим важным их преимуществом является исключение потребности выполнения переточек, что исключает потребность в заточном участке с соответствующими рабочими площадями, заточными станками и оснасткой, квалифицированным основным и обслуживающим персоналом, расходом заточных кругов, инструментов для их правки, контроля и других расходных материалов, затратами силовой и осветительной электроэнергии и т.л. Поэтому сборным режущим инструментам с механическим креплением быстросменных МНП во всем мире уделяется все большее внимание, что подтверждает актуальность и важность выполняемой работы.

*Целью данной работы и ее научной новизной является создание новых высокотехнологичных высокопроизводительных металлорежущих инструментов с механическим креплением многогранных неперетачиваемых режущих пластин.*

*Анализ состояния проблемы.* Для отрезных резцов применение МНП затруднено, что объясняется сложностью их механического крепления. При этом применяют пластины лишь специальной формы (таблица 1), а пластины простой формы – трехгранной, ромбической, четырехгранной и др., после их дополнительной заточки, применяют лишь при боковом креплении к державке (рисунок 1), что ограничивает их возможности в основном обработкой канавок и отрезкой труб с толщиной стенок до 10 мм, или отрезкой прутков диаметром до 20 мм. Кроме специальной формы, другим недостатком данных пластин является ограничение количества режущих кромок (от 1 до 5), что ведет к нерациональному использованию дорогостоящих инструментальных материалов составляющим основную стоимость прессуемых пластин [1].

Таблица 1 – Неперетачиваемые пластины концерна Sandvik Coromant для отрезки и обработки канавок

Вид	CoroCut 1-2				CoroCut 3		T-Max Q-Cut		
Отрезка, обработка канавок									
Тип	123-CF	123-CM	123-CR	123-CS	123-CM	123-CS	151.2-4E	151.2-5E	151.2-7E
Ширина, мм	2,50 - 4,00	1,50 - 5,00	2,50 - 8,00	1,50 - 3,00	1,00 - 2,00	1,00 - 2,00	2,50 - 8,00	2,00 - 6,00	2,50 - 4,00
Вид	CoroCut XS				T-Max Q-Cut		CoroCut 1-2		
Отрезка, обработка канавок									
Тип	MCRL-N	MACRL-R	MACRL-L	MACRL-T	151.2-9E	151.2-5E	123-GF	123-GM	123-GE
Ширина, мм	0,70 - 2,00	0,70 - 2,00	2,00	2,00 - 2,50	2,50 - 9,00	2,00 - 5,00	1,50 - 8,00	2,00 - 8,00	3,00 - 8,00

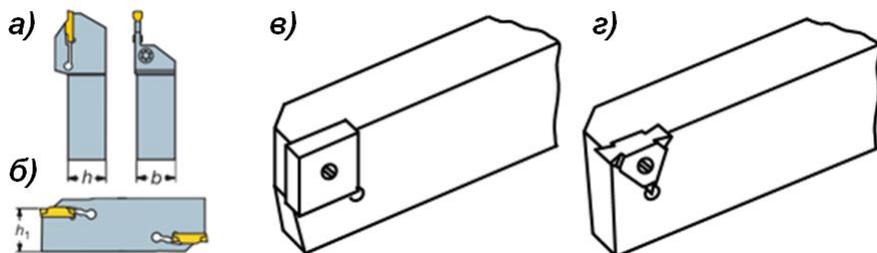


Рисунок 1 – Основные виды крепления неперетачиваемых пластин в отрезных (а, б) и канавочных (в, г) резцах

Подобные МНП и резцы предлагают и другие ведущие производители режущих инструментов, а концерн ISCAR (рисунок 2) разработал пластины PENTACUT с наибольшим количеством рабочих режущих кромок  $n = 5$ , которые сложны в производстве, требуют сложного гнезда для крепления и ограничены по возможностям и диаметру обработки, а также нерационально используют материал, что резко увеличивает их размеры и стоимость.

Аналогичные конструкции и возможности для обработки имеют отрезные и канавочные резцы всех известных мировых производителей режущего инструмента: SANDVIK COROMANT, ISCAR, TAEGU CLAMP, HORN, WIDIA, BOTHLERIN и др.

*Разработка новых конструкций отрезных резцов и пластин к ним.* Наиболее простым вариантом является установка МНП на боковую сторону при устранении радиусного участка сопряжения боковых режущих кромок у вершин за счет выкружек и лысок по патенту РФ № 2318634 [2], а на их базе – отрезных и канавочных резцов по патенту № 2366542 [3] (рисунок.3):



Рисунок 2 – Отрезные резцы и пластины к ним сложной формы

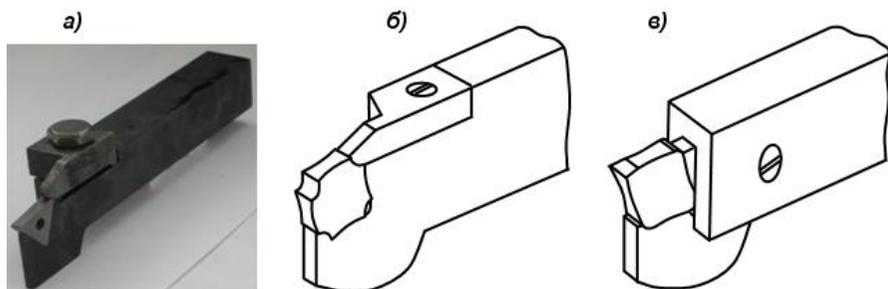


Рисунок 3 – Предлагаемые отрезные и канавочные резцы и пластины к ним: а) трехгранные с лысками, б) квадратные с выкружками, в) ромбические с лысками, устраняющими переходные кривые на вершинах между гранями.

Предлагаемые отрезные резцы и режущие пластины к ним устраняют перечисленные недостатки базовых, они более просты и экономичны, как при производстве, так и при эксплуатации, а выполнение выкружек удваивает количество режущих кромок (8 и более, вместо максимально возможных 5 у фирмы ISCAR). В настоящее время поданы новые заявки на изобретения, допускающие международное патентование данных резцов и пластин.

Среди сборных торцовых фрез с МНП основную часть составляют фрезы с радиальной установкой режущих ножей и пластин, что объясняется удобством их крепления. Однако, по аналогии с токарными резцами, имеются также торцовые фрезы с тангенциальной схемой резания, пример которых приведен на рисунке 4. Их достоинство – возможность увеличения сечения среза, т.к. направлению сил резания противодействует существенно большая, чем при радиальной схеме резания, толщина пластин, а недостаток – большая величина радиуса округления вершин режущих кромок  $r = 0,2 \dots 2,4$  мм, что ведет к увеличению сил резания у корня срезаемой стружки и исключает возможность их применения для чистовой обработки. Другим недостатком роста сил резания является увеличения деформаций в зоне обработки, что снижает качество поверхностного слоя, резко снижает стойкость пластин, увеличивает нагрузку на станок и его детали, а также затраты потребляемой силовой электроэнергии.



Рисунок 4 – Базовая черновая торцовая фреза с боковым креплением МНП, имеющих радиус при вершине  $r \geq 0,2$  мм и новая фреза для чистовой обработки, с дополнительной заточкой вершин пластин с  $r \leq 0,01$  мм.

Новое решение поставленных задач возможно различными путями:

1. переходом к боковой схеме резания за счет дополнительной заточки лысок и выкружек, устраняющих переходные радиусы на вершинах;
2. увеличением прочности самих пластин за счет боковой схемы резания, что увеличивает их размеры и прочность в направлении действия нагрузки, а также уменьшения поломок от действия случайных перегрузок;
3. увеличением количества режущих кромок за счет применения МНП с большим количеством граней и выполнения выкружек, что адекватно уменьшит удельную стоимость пластин в расчете на 1 режущую кромку;
4. уменьшением размеров пластин за счет повышения их прочности и снижения сил резания, что ведет к уменьшению количества входящего в них инструментального материала, составляющего главную долю в общей стоимости всех адекватно прессуемых МНП.

Эти пути успешно реализованы в конструкциях торцовых фрез и пластин, защищенных патентом Российской Федерации № 2318634 [2] и показанных на рисунках 4 и 5. При этом все основные конструктивные и геометрические параметры пластин: - форма, количество режущих граней,

диаметр вписанной окружности  $d$ , диаметр отверстия  $d_1$ , длина режущего лезвия  $l$ , толщина  $s$ , угол профиля при вершине  $\xi$ , составляющий  $60^\circ$  у трехгранных пластин,  $80^\circ$  у трехгранных пластин с выступами в средней части,  $90^\circ$  у квадратных пластин,  $108^\circ$  у пятигранных,  $120^\circ$  у шестигранных и  $135^\circ$  у восьмигранных – адекватны стандартным.

Отличиями является лишь выполнение на боковых сторонах у вершин многогранных пластин (а...е), или по периметру у круглых пластин (ж... к), на всей их толщине  $s$ , режущих канавок с радиусом  $r_k$  профиля в поперечном сечении. Радиус  $r_k$  может иметь любые значения, в диапазоне от стандартных размеров  $r$ : -  $r_{min} = 0,2...2,4$  мм, до  $r_{max} \approx s$ , а его сопряжение с режущими кромками целесообразно под углом  $\approx 90^\circ$ , что исключает появление на кромках усилий растяжения, возникающих в процессе резания и наиболее опасных для твердосплавных пластин. Кроме этого, для облегчения процесса резания, стружечные канавки могут быть разнонаправленными. Применение таких фрез возможно для высокопроизводительной чистовой обработки.

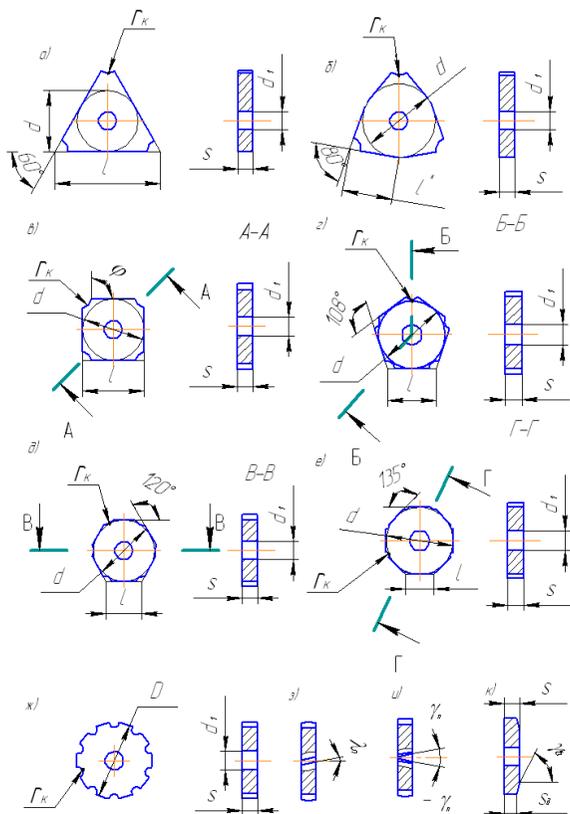


Рисунок 5 – Предлагаемые МНП с выкружками – стружечными канавками

Для дисковых и отрезных фрез задача оснащения их МНП не решена в полной мере, поскольку известные сборные трехсторонние дисковые фрезы, оснащенные твердым сплавом, чаще всего имеют разнонаправленные вставные ножи или сегменты с напайными пластинами специальной формы, что требует выполнения переточек по мере их износа, со всеми вытекающими из этого недостатками, в т.ч. – потребностью в заточных участках, станках, инструментах, оборудовании, основном и обслуживающем персонале и т.д.

Известны также дисковые фрезы с механическим креплением МНП трехгранной, квадратной и ромбической формы в пазах корпуса в радиальном направлении [1], что увеличивает ширину прорези при отрезке ими заготовок до длины пластины (их минимальная длина 12 мм), а ограниченная толщина пластин уменьшает воспринимаемые ими силы резания, что ведет к снижению технологических режимов фрезерования, либо требует увеличения толщины и соответственно – длины пластин. Другими недостатками таких фрез являются: использование лишь пластин трехгранной, квадратной и ромбической форм, что ограничивает количество их переустановок после износа режущих кромок.

Более целесообразной является боковая установка МНП, однако она невозможна из-за большого радиуса сопряжения их боковых поверхностей у вершин. Устранение указанного недостатка предложено в патенте [2], однако для дисковых фрез проблема боковой установки пластин не решена.

*Разработка новых конструкций дисковых и отрезных фрез и пластин к ним.* Для устранения указанных недостатков предложены сборные дисковые фрезы с боковым механическим креплением установленных в пазах корпуса МНП, от трехгранной до круглой формы [4], у которых по аналогии с патентом [2], переходные радиусные участки сопряжения боковых граней у вершин режущих кромок устранены за счет заточки лысок или выкружек-стружечных канавок.

Одна из конструкций предложенных дисковых фрез показана на рисунке 6.

Крепление пластин в пазах может быть выполнено по их основанию, боковым сторонам и центральному отверстию, например, с помощью введенного в их отверстие винта с конической головкой, или поворотного эксцентрикового штифта, или при разных комбинациях эксцентриковых и неподвижных штифтов, вводимых в отверстие, или установленных снаружи пластин, с упором в их боковую сторону, или в лыску, или в выемку на вершине. Для повышения надежности крепления пластин, в т.ч. не имеющих отверстия, крепежные элементы могут быть выполнены в виде клиньев, введенных в углубление клиновидной формы на стружечной канавке при контакте клина с боковой поверхностью пластины и закрепления его винтом, введенным в резьбовое отверстие, выполненное в корпусе во впадине стружечных канавок. При этом клинья могут иметь клиновидную форму в плане, или канавки могут быть выполнены в шахматном порядке под наклоном,



Работа предлагаемыми фрезами на фрезерных станках не отличается от работы базовых фрез, как по установке, так и по движениям резания. Отличия возникают автоматически лишь при срезании стружки, отделяемой от обрабатываемой поверхности дополнительно заточенными режущими кромками с новыми переходными радиусами  $<0,01$ , созданными лысками или выемками на боковой стороне у вершин пластин, затем она автоматически отводится от режущих кромок пластин в стружечные канавки корпуса. Другим отличием предлагаемых фрез является конструктивное увеличение толщины пластины в направлении действия сил резания за счет их боковой установки, что позволяет повысить технологические режимы фрезерования.

Изготовление и применение таких фрез возможно в существующих условиях и дает значительные преимущества по сравнению с базовыми фрезами, как по режимам обработки, так и по ширине реза, который уменьшается с 13 мм до 6 мм, что в 2 раза снижает работу резания, адекватно повышая стойкость и производительность фрез, сокращает затраты силовой электроэнергии, снижает износ оборудования, а также существенно экономит материал разрезаемых заготовок. Наиболее просты в изготовлении, в условиях мелкосерийного и серийного основного производства изделий – отрезные фрезы, оснащенные ромбическими или трехгранными пластинами с лысками на вершинах, а в условиях крупносерийного и массового производства – фрезы, оснащенные квадратными пластинами с выкружками на вершинах.

Все предлагаемые инструменты могут быть изготовлены в реальных условиях современного производства. Они имеют более высокие технико-экономические показатели по сравнению с известными отечественными и зарубежными аналогами. Их защита патентами на изобретения подтверждает мировой уровень новизны и практической значимости выполненной работы.

В настоящее время ряд разработанных конструкций отрезных резцов, отрезных и торцовых фрез изготовлен и успешно прошел испытания на НПО «Заря-Машпроект».

Совокупность приведенных факторов позволяет рекомендовать все перечисленные инструменты и многогранные непереключаемые режущие пластины для их оснащения к широкому внедрению.

**Список использованных источников:** 1. Технология и свойства спеченных твердых сплавов и изделий из них /Ланов В.С., Чувилін В.М. –М.: "МИСИС", 2001. 428 с. 2. Патент Российской Федерации на изобретение № 2318634 Торцовая режущо-деформирующая фреза, способ обработки ими, рабочие пластины к ним и способ их изготовления. Авт. изобр. *Настасенко В.А., Урсал К.Г.* Заявка № 2005110805/02 от 13.04.05. Бюл. № 7 от 10.03.08. 3. Патент Российской Федерации на изобретение № 2366542 Сборный отрезной резец и режущие пластины к нему. Авт. изобр. *Настасенко В.А., Бабий М.В.* Заявка № 2007111687 от 29.03.2007. Бюл. Открытия, Изобретения, № 25 от 10.09.2009. 4. Заявка на патент України на винахід № 200603692 від 12.04.06. Збірна дискова фреза, ріжучі пластини до неї та їх варіанти. Рішення про видачу патенту від 28.04.10. Авт. винаходу *В.О.Настасенко, М.В.Яремчук.*

*Поступила в редколлегию 15.04.2010*