УДК 621.9.025.14

НОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ МНОГОГРАННЫХ НЕПЕРЕТАЧИВАЕМЫХ ПЛАСТИН БОКОВОЙ УСТАНОВКИ

Настасенко В.А., Бабий М.В., Блах И.В. *(ХГМИ, г. Херсон, Украина),*
Вирич В.В. *(НПО «Заря-Машпроект», г. Николаев, Украина)*

Работа относится к области машиностроения и механической обработки, в частности - к сборным инструментам с механическим креплением многосторонних неперетачиваемых пластин, а также к быстросменным режущим пластинам для их оснащения. Предложены новые инструменты и пластины, показатели которых выше, чем у выпускаемых ведущими производителями режущих инструментов.

Ключевые слова: *режущие инструменты, неперетачиваемые пластины*

Введение Работа относится к сфере металлообработки, в частности – к сборным режущим инструментам с механическим креплением многогранных неперетачиваемых пластин и к быстросменным поворотным многогранным пластинам для их оснащения.

Актуальность, практическая значимость и научная новизна работы. Режущие инструменты с механическим креплением многогранных неперетачиваемых пластин (МНП) относятся к наиболее прогрессивным видам. Объясняется это снижением времени замены затупившихся режущих кромок и наладки инструмента на требуемый размер обработки детали только за счет поворота или переустановки пластин, без снятия инструмента со станка и переточки его на заточном участке, а также удобством крепления пластин при высокой прочности и жесткости инструмента, что повышает их производительность. Кроме этого, наличие износостойкого покрытия со всех сторон режущей кромки (снимаемого с одной из сторон при переточках), дополнительно повышает их стойкость. Доля инструментов с МНП в общем объеме металлорежущих инструментов постоянно растет и в промышленно развитых странах мира достигает 70…80%, что подтверждает актуальность и важность выполнения работ по их созданию и внедрению, особенно – в Украине, где их доля не превышает 50%.

Анализ проблемы. В настоящее время МНП применяют лишь при радиальной и тангенциальной установке в режущих инструментах. Однако изобретения [1-3] создали возможность их применения при боковой установке в торцовых фрезах, в отрезных резцах, дисковых и отрезных фрезах, что расширило их технологические возможности: 1) за счет применения в новой схеме резания – боковой, 2) при черновой обработке – за счет увеличения толщины тела пластин в направлении действия сил резания; 3) при чистовой обработке – за счет исключения переходного радиуса сопряжения боковых граней пластин при дополнительной заточке на них лысок или выкружек (рис.1.).

Дальнейшее усовершенствование подобных пластин является целью данной работы. Ее научную новизну составляет разработка принципов усовершенствования МНП с боковой схемой резания (которая отличается от радиальной и тангенциальной схем с установкой режущих пластин в горизонтальной и вертикальной плоскостях куба, их ориентацией в третьей его плоскости), и создание новых видов режущих пластин.

Поиск путей реализации поставленной цели. Проведенный анализ известных конструкций МНП показал, что:

1) они имеют относительно высокую стоимость, особенно – у зарубежных производителей ($8 и более за пластину), при этом основную долю в их стоимости, при одинаковых условиях прессования, составляет стоимость материала (для МНП простой формы – до 90%), поэтому нужна его экономия;

2) предлагаемые МНП [1, 2] требуют дополнительной заточки режущих кромок, поэтому они неизбежно дороже базовых и для повышения их конкурентоспособности необходимо снижение себестоимости их производства любыми доступными путями.

Поэтому главной задачей на данном этапе является поиск таких путей.

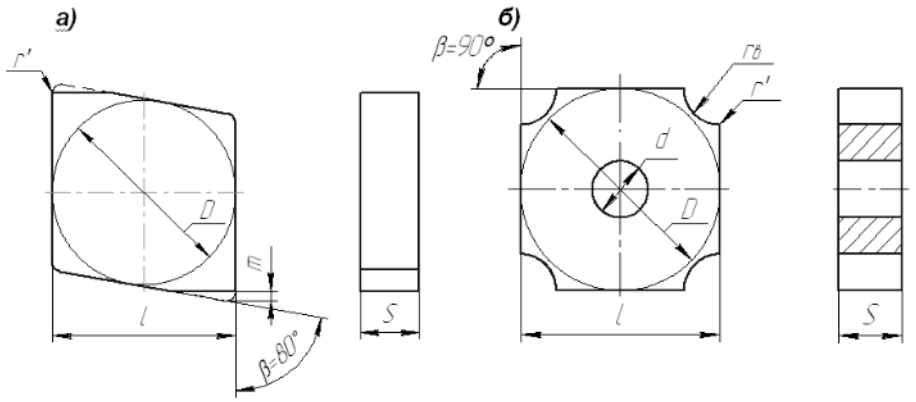

Рис. 1. Стандартные многогранные неперетачиваемые пластины: а) с лысками *m*, б) с выкружками $r_в$, устраняющими переходный радиус *r* сопряжения боковых сторон

Первым из них является снижение себестоимости дополнительной заточки за счет повышения ее производительности и уменьшения объема удаляемого материала.

Второй путь – всемерное уменьшение объема инструментального материала, формирующего пластину, поскольку он составляет основную величину ее стоимости;

Третий путь – удвоение количества режущих кромок (реализован у пластин с выкружками-стружечными канавками), что при увеличении абсолютной стоимости МНП даже в 2 раза приведет к снижению их относительной стоимости до 2/2 = 1, что эквивалентно исходным $8 и более за пластину.

Повышение производительности дополнительной заточки возможно за счет:

1) применения многоместных, многосторонних и барабанных приспособлений непрерывного действия, уменьшающих долю основного технологического времени за счет сокращения времени на врезание и перебег, на установку и снятие детали;

2) применения шлифовальных и алмазных кругов возможно больших размеров – для повышения скорости резания, увеличения размеров поверхности обработки и объема материала, снимаемого в единицу времени:

3) применения шлифовальных и алмазных кругов с наиболее простой формой образующих поверхностей, снижающих сложность и трудоемкость их правки.

Анализ путей снижения себестоимости производства новых МНП показал, что:

1. Реализация первых двух путей снижения себестоимости дополнительной заточки является обязательной задачей и ее решение авторами выполнено, однако оно выходит за рамки задач, рассматриваемых в данной работе.

2. Реализация третьего пути – для пластин с дуговыми выкружками (в общем случае – с криволинейными), требует решения новых задач.

3. Уменьшение объема сошлифовываемого материала для предлагаемых МНП с лысками (рис.1.а) в принципе возможно, однако является менее весомым фактором, чем для пластин с выкружками (рис.1.б). Поэтому для прессуемых заготовок данного вида МНП предварительное формирование выкружек является обязательной задачей.

4. При разработке заготовок для МНП необходимо решить проблему увеличения переходных радиусов у прессформы, поскольку от него зависит ее стойкость, однако требуется также уменьшение этих радиусов, поскольку для резания величина радиуса

округления режущих кромок должна быть минимальной, что требует решения новых задач для устранения указанного противоречия.

5. Всемерное уменьшение объема инструментального материала, формирующего пластину, возможно также за счет выполнения у нее центрального отверстия, однако для этого необходимо решить задачу прочности предлагаемых МНП.

6. Третий путь снижения себестоимости производства содержит предложенное ранее решение, поэтому принимается как необходимый и далее не рассматривается.

Таким образом, сформулированные в п. 2…5 задачи признаны в данной работе требующими дальнейшего решения:

Новое решение поставленных цели и задач. Исходной для совершенствования принята МНП простейшей формы – трехгранная, у которой исходные переходные радиусы *r* сопряжения боковых граней устранены за счет шлифовки лысок, подобных показанным на рис.1.а.

Уменьшение объема сошлифовываемого материала для предлагаемых МНП с лысками (задача 3) возможно за счет формирования на лысках или боковых гранях их заготовок дуговых выступов минимального радиуса *r*, равного исходному переходному радиусу сопряжения боковых граней пластины *r*, величина которого выбрана ≥ 0,2 мм по условиям прочности и долговечности прессформ (рис.2):

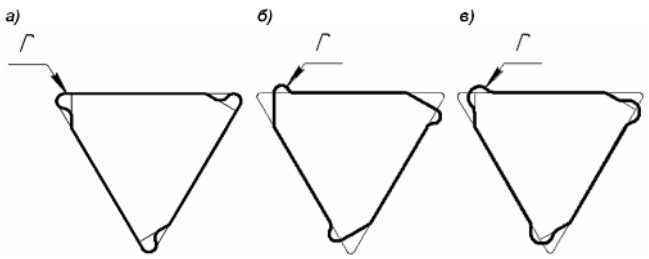

Рис.2. Формирование сошлифовываемых при заточке дополнительных выступов радиуса *r* на заготовках трехгранных МНП: а) на лыске, б) на боковой поверхности, в) с обеих сторон режущей кромки

Анализ предложенных заготовок МНП показал, что выполнение переходных выступов радиуса *r* на лыске, приведенное на рис.2.а, ведет к явному уменьшению объема сошлифовываемого при заточке материала и, как следствие этого, исходного инструментального материала заготовки, величина которого растет с увеличением исходного переходного радиуса *r* у вершины. Однако снижение трудоемкости заточек и сокращение расхода инструментального материала при этом незначительны.

Исполнение, приведенное на рис.2.б, с переходными выступами на боковой грани, при той же величине *r*, ведет к такому же, хотя и не так явно видимому, как в предыдущем исполнении, уменьшению объема материала, сошлифовываемого при заточке, и исходного инструментального материала заготовки, величина которого растет с увеличением исходного переходного радиуса *r* у вершины. Поэтому все показатели в данном варианте адекватны предыдущему.

Исполнение, приведенное на рис.2.в, с переходными выступами радиуса *r* на лыске и на боковых гранях с обеих сторон режущей кромки, ведет к наибольшему уменьшению объема материала, сошлифовываемого при заточке, величина которого растет с увеличением исходного переходного радиуса *r* у вершины. Однако оно не обеспечивает сокращения исходного инструментального материала заготовки, а также

в 2 раза увеличивает трудоемкость дополнительной заточки режущих кромок, за счет потребности выполнения ее с двух сторон, поэтому признано нецелесообразным.

Такие же исполнения с переходными выступами радиуса *r* возможны для всех МНП с лысками, формирующими угол при вершине 90^o: трехгранных с углом профиля при вершине 80^o и выступами на боковых гранях, ромбических, с углом профиля при вершине 80^o и 55^o и квадратных, однако для всех этих пластин, кроме квадратных, где заточка лысок невозможна, экономия инструментальных материалов не превышает 1%, поэтому нет большого смысла в переделке прессформ.

Для квадратных пластин выполнение переходных дуговых выступов парами на одной грани (рис.3.а) незначительно увеличивает расход инструментального материала, однако резко снижает трудоемкость ее заточки по сравнению с исходными вариантами (рис.3.б,в), требующими снятия значительного объема инструментального материала, что соответственно, снижает конечную стоимость предлагаемых чистовых пластин.

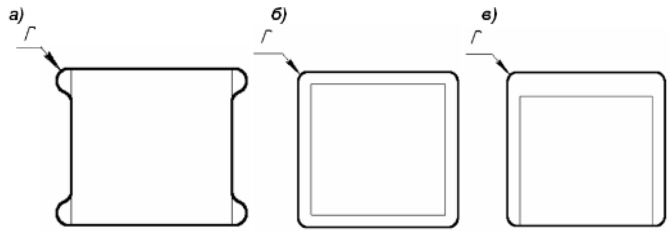

Рис.3. Возможные варианты формирования заготовок для квадратных чистовых МНП с дополнительными переходными выступами, сошлифовываемыми при заточке (а) и схема заточка чистовых квадратных пластин без выступов (б, в)

Наиболее эффективно дополнительное прессование выступов с переходными кривыми их сопряжения радиуса *r*, подобными предыдущим исполнениям (рис.2, 3), для МНП с выкружками, поскольку ведут к значительному уменьшению объема сошлифовываемого при заточке материала и исходного инструментального материала всей заготовки (рис.4).

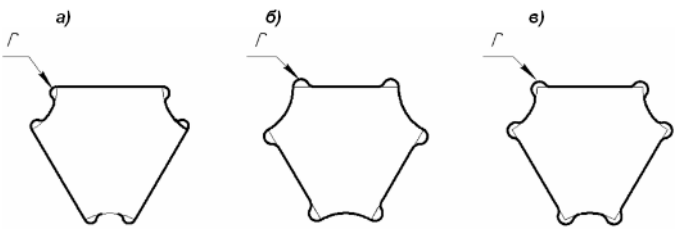

Рис.4. Формирование на заготовках трехгранных МНП с выкружками радиуса $r_в$ сошлифовываемых при заточке дополнительных выступов радиуса *r*: а) на выкружке, б) на боковой поверхности, в) с обеих сторон режущей кромки

Анализ предложенных заготовок МНП показал, что исполнение, приведенное на рис.4.а, с переходными участками радиуса *r* у вершин выкружек, ведет уменьшению объема снимаемого при заточке материала, а также до ⅓ исходного инструментального материала всей заготовки, величина которого перекрывает дополнительные 30% затрат на заточку. Кроме того, удвоение количества режущих кромок ведет к относительному снижению стоимости пластин в 2 раза, при перерасчете ее на 1 режущую кромку.

Однако заточка выкружек требует фасонной правки шлифовального круга, которая может быть выполнена за счет применения специальных приспособлений, например, предложенных в изобретении [4], либо для трехсторонней правки круга с 2-я боковыми фасочными и переходным участком между ними, что существенно усложняет процесс и правки, и заточки. При этом общим недостатком этих приспособлений для правки шлифовальных кругов является их сложность, а для алмазных кругов возможности фасонной правки ограничены толщиной алмазного слоя.

Необходимо также учесть, что в случае достижения эффекта самозатачивания противоположной вершины выкружки сходящей по ней стружкой, один из переходных участков можно не удалять, что упрощает процесс правки и сложность применяемых для этого приспособлений, поскольку шлифовальные круги могут быть сведены к односторонним и линейчатым, что попутно решает задачу №2 из приведенного списка задач, решаемых в данной работе.

Исполнение, приведенное на рис.4.б, с переходными выступами радиуса *r* на боковых гранях, ведет к еще большему уменьшению объема сошлифовываемого при заточке и исходного инструментального материала заготовки. Кроме того, выполнение переходных выступов с двух сторон на открытого вида прямолинейной поверхности боковых граней, как это было выше предложено для квадратных пластин, упрощает процесс правки шлифовального круга за счет сведения его к линейчатой форме, а также упрощает процесс заточки за счет более свободного доступа шлифовального круга к обрабатываемым поверхностям. Поэтому данное исполнение выступов является более целесообразным, чем предыдущее. Следует также учесть, что в случае достижения эффекта самозатачивания противоположной стороны выкружки сходящей по ней стружкой, возможна комбинация переходных участков радиуса *r*, показанных на рис.4.а и 4.б – один из которых может быть выполнен на выкружке, а другой – на затачиваемой боковой грани, что дополнительно снижает трудоемкость заточки.

Исполнение, показанное на рис.4.в, с общим переходным участкам радиуса *r* на выкружке и на боковой грани, ведет к наибольшему уменьшению объема материала, сошлифовываемого при заточке, однако, по аналогии с подобным исполнением для лысок, оно не ведет к сокращению исходного инструментального материала заготовки, а главное – увеличивает трудоемкость заточки за счет потребности ее выполнения с двух сторон относительно режущей кромки, поэтому далее не анализируется.

Такие же исполнения выступающих радиусных переходных участков возможны для всех МНП с выкружками – трехгранных с выступами на боковых гранях (рис.5.а) ромбических, с углом профиля 80^o (рис.5.б) и 55^o (рис.5.в), а также для квадратных (рис.5.г), пятигранных (рис.5.д), шестигранных (рис.5.е) и круглых (рис.5.ж), у которых невозможно выполнение лысок предыдущего вида, показанного на рис.1.а. При этом вынесение выступов на наружный диаметр круглых пластин, несмотря на некоторое увеличение расхода инструментального материала, является наиболее целесообразным, поскольку обеспечивает возможность их заточки на круглошлифовальном станке.

Дальнейший анализ показал, что решение 4-й задачи – увеличения переходных радиусов *r* у прессформы, в сочетании с минимальной величиной радиуса округления режущих кромок, относится к чисто математическим оптимизационным задачам, что не представляет сложности для соответствующих специалистов, поэтому в данной работе не рассматривается.

Решение 5-й задачи – уменьшения объема инструментального материала за счет выполнения у пластин центрального отверстия, возможно при обеспечении одинаковой прочности их тела, как со стороны боковых граней, так и со стороны выкружек, что при равномерном зажиме трехгранной пластины с двух сторон в гнезде и прихватом сверху,

фактически достигается за счет одинаковой толщины тела пластины до отверстия. При этом исходным является условие касания выкружек к диаметру окружности, вписанной в профиль трехгранной МНП, как показано на рис.6.

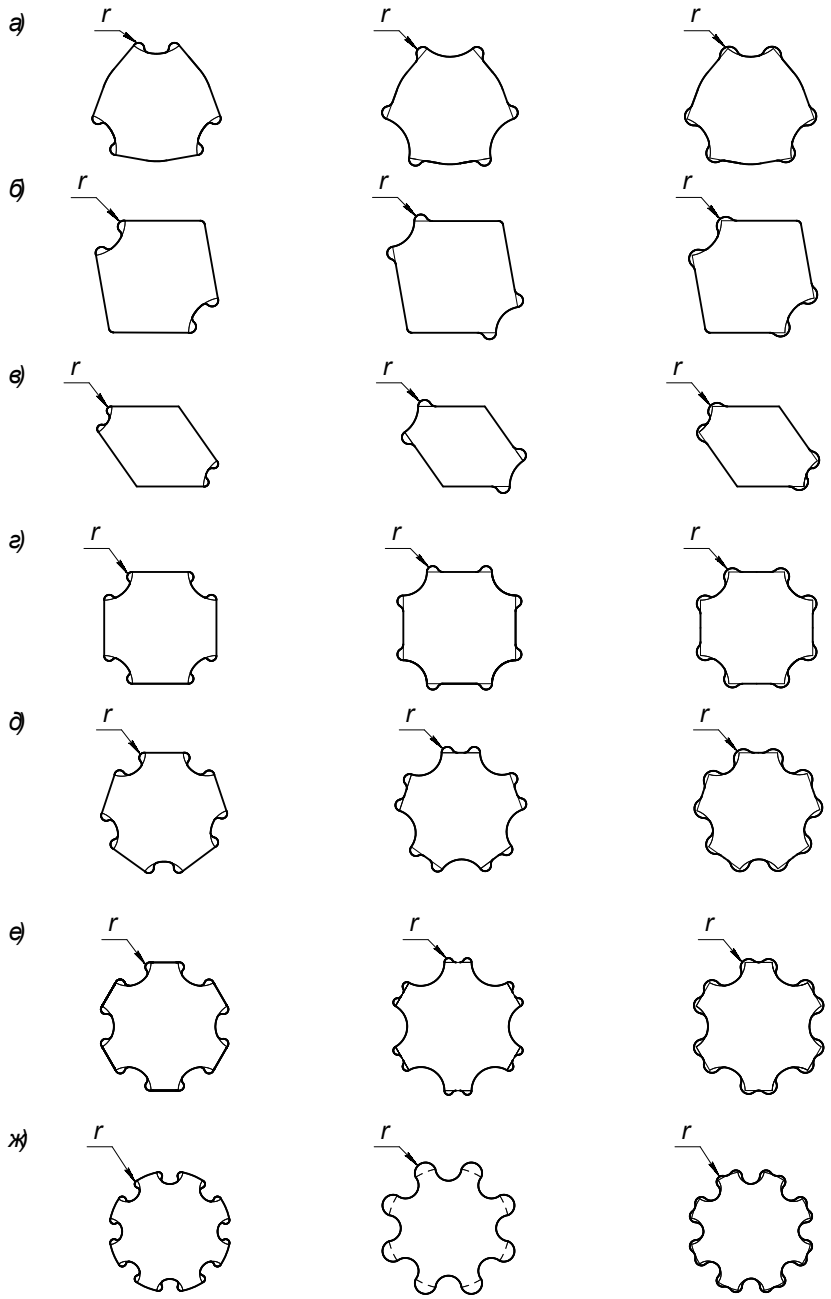

Рис.5. Возможные варианты формирования заготовок МНП с выкружками и с дополнительными переходными выступами, сошлифовываемыми при их заточке: а) для трехгранных пластин с выступами в средней части, б) для ромбических с углом профиля 80^{o}, в) для ромбических с углом профиля 55^{o}, г) для квадратных, д) для пятигранных, е) для шестигранных, ж) для круглых

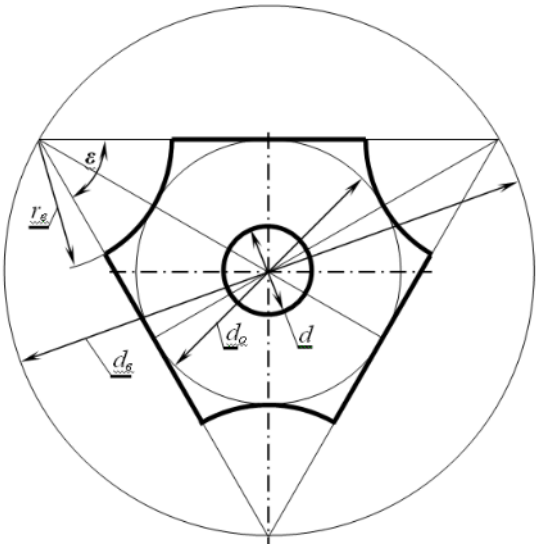

Рис.6. Трехгранная МНП с выкружками и одинаковой толщиной тела до отверстия

Решение 5-й задачи возможно на базе исходного уравнения (1) для определения диаметра $d_в$: окружности центров выкружек радиуса $r_в$, касательных к диаметру d_o окружности, вписанной в профиль МНП:

$$d_в := 2r_в + d_o \qquad (1)$$

Радиус $r_в$ можно найти из уравнения:

$$r_в = d_o/(2sin(\varepsilon/2)) - d_o/2 = \\ = d_o(1/sin(\varepsilon/2) - 1)/2, \qquad (2)$$

где ε – угол профиля при вершине. Для МНП. правильной формы:

$$\varepsilon = \pi(n - 2)/n = \pi(1 - 2/n), \qquad (3)$$

здесь n – количество граней МНП.

Аналогичные исполнения выкружек радиуса $r_в$ возможны для трехгранных пластин с выступами в средней части, для ромбических пластин с углом профиля 80^o, и 55^o, для квадратных, пятигранных, шестигранных и круглых.

Таблица 1. Возможности уменьшения массы у пластин с выкружками на вершинах

Вид пластин и ее параметры	Диаметр d_o окружности, вписанной в профиль МНП	Диаметр d центрального отверстия	Радиус выкружек	Объем выкружек в % к исходному объему МНП	Объем выкружек и отверстия в % к исходному объему МНП
3-х гранная	9,525	3,81	4,7625	29,5	39,27
	12,70	5,16	6,35	29,9	39,8
	15,875	6,35	7,9375	29,7	39,45
3-х гранная с выступами на гранях	9,525	3,81	2,65	13,8	15,81
	12,70	5,16	3,53	14,6	16,83
	15,875	6,35	4,42	14,1	16,1
квадратная	9,525	3,44	1,95	13,2	23,5
	12,70	5,16	2,603	13,4	26,3
	15,875	6,35	3,25	13,2	25,8
5-ти гранная	9,525	3,81	1,12	6,87	20,76
	12,70	5,16	1,49	7,13	21,44
	19,05	7,93	2,24	7,02	22,04
6-ти гранная	15,875	6,35	1,27	4,25	18,77
	19,05	7,93	1,524	3,89	19,63
	22,20	7,93	1,776	4,23	15,82

Расчеты показывают, что уменьшение объема инструментального материала за счет выполнения выкружек составляет долю от 30 до 4% которая уменьшается при

большем числе граней МНП, а с учетом выполнения отверстия – увеличивается еще на 10…12% (таблица 1). При этом ромбические МНП не рассматриваются, поскольку имеют массу, большую, чем у 3-х гранных пластин при меньшем количестве режущих кромок. Круглые пластины исключены из-за сложностей отвода стружки, которое имеет место также для 5-ти и 6-ти гранных МНП.

Однако процесс самозатачивания целесообразен для МНП без износостойких покрытий, а при их наличии – предпочтительна форма выкружек, которая не допускает контакта стружки противоположной стороной выемки, что возможно при выполнении ее по двухдуговой кривой радиуса $r_{в2}$, образующей стружкоотводящий выступ.

Для трехгранной МНП эти выктужки показаны на рис. 7. Решение данной задачи возможно на базе исходного уравнения (4), позволяющего определить радиус $r_{в2}$:

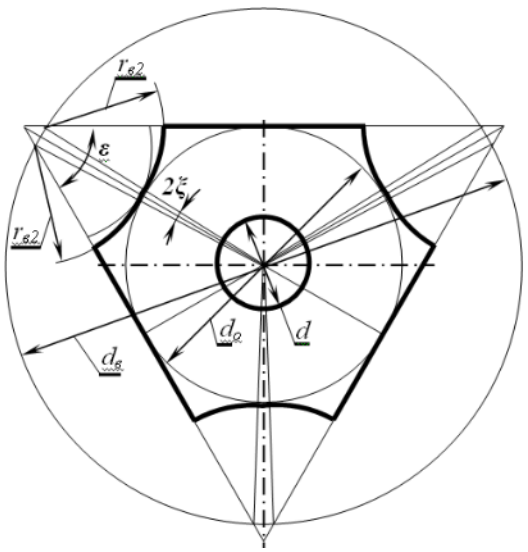

Рис.7. Трехгранная МНП с двухдуговыми выкружками радиуса $r_{в2}$ на вершинах

$$(r_{в2} + d_o/2)sin(\varepsilon/2 + \xi) = d_o/2, \qquad (4)$$

где ξ – угол сдвига дуг выемки: 1…2°.

После преобразований уравнения (4), получим:

$$r_{в2}sin(\varepsilon/2 + \xi) = d_o/2(1 - sin(\varepsilon/2 + \xi)),$$

Окончательно получим расчетную зависимость для определения радиуса $r_{в2}$ (5):

$$r_{в2} = d_o/2(1/(sin(\varepsilon/2 + \xi)) - 1) \qquad (5)$$

Аналогичные исполнения выкружек $r_{в2}$ возможны для трехгранных пластин с выступами в средней части, для ромбических пластин с углом профиля 80°, и 55°, для квадратных, пятигранных, шестигранных и круглых пластин. Уменьшение объема инструментального материала при этом незначительно отличается (+1%) по сравнению с предыдущими однодуговыми исполнениями выкружек, приведенными в таблице.

Для прессования заготовок МНП с двойными дуговыми выкружками радиуса $r_{в2}$ возможны все рассмотренные выше варианты формирования выступающих переходных участков радиуса r, приведенные на рис.5.

Выводы Предложенные конструкции МНП обеспечивают минимальный расход инструментальных материалов и минимальные затраты на дополнительную заточку их режущих кромок, что обеспечивает незначительное (до 30%) повышение их стоимости по сравнению со стандартными МНП. При этом для МНП с выкружами, удваивающими количество режущих кромок, удельные затраты, в расчете на 1 кромку, снижаются на 20…30%.

Совокупность приведенных данных подтверждает целесообразность скорейшего широкого применения предложенных МНП.

В настоящее время экспериментальная партия предлагаемых трехгранных МНП для оснащения дисковых и отрезных фрез изготавливается в НПО “Заря-Машпроект”.

Список литературы: 1. Патент Российской Федерации на изобретение № 2318634 Торцовая режуще-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. **2.** 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. Бюл. № 25 от 10.09.2009 **3.** 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. винах. Настасенко В.О., Яремчук М.В. **4.** Патент України на винахід № 79866. Пристрій для правки шліфувального круга. Авт. винах. Настасенко В.О., Урсал К.Г. Заявка № 200509216 від 30.09.05. Бюл. № 4 від 10.04.07.

Надійшла до редколегії 31.05.2010 р.

НОВІ КОНСТРУКЦІЇ БАГАТОГРАННИХ НЕПЕРЕТОЧУВАНИХ ПЛАСТИН БІЧНОЇ УСТАНОВКИ

Настасенко В.О., Бабій М.В., Блах І.В. *(ХДМІ, м. Херсон, Україна),*
Вірич В.В. *(НВО «Зоря-Машпроект», м. Миколаїв, Украина)*

Робота відноситься до галузі машинобудування і механічної обробки, зокрема - до збірних інструментів з механічним кріпленням багатогранних непереточуваних пластин, а також до швидкозмінних ріжучих пластин для їх оснащення. Запропоновані нові проекти інструментів і пластин, вартість яких, з розрахунку на одне ріжуче лезо, в 1,5 рази менше вартості пластин, що випускаються провідними виробниками ріжучих інструментів.

Ключові слова: ріжучі інструменти, непереточувані пластини

NEW CONSTRUCTIONS OF MULTIFACETED NO-REFACE CUTTING PLATES OF LATERAL SETTING

Nastasenko V.A., Babiy M.V., Blakh I.V. *(KHSMI, Kherson, Ukraine),*
Virich V.V. *(NPO of «Zarya-Mashproekt», Nikolaev, Ukraine)*

This paper concerns the field of mechanical engineering and machining in particular; – assembled tools with mechanical fastening of multifaceted plates, which are not resharpened as well as rotary quickly replaced cutting plates for their equipment. The new designs of tools and plates are given, the cost of which per one cutting edge being 1,5 times less than cost of plates which are produced by the leading cutting tools manufacturers.

Keywords: *machines tool, multifaceted no-reface plates*

НОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ МНОГОГРАННЫХ НЕПЕРЕТАЧИВАЕМЫХ ПЛАСТИН БОКОВОЙ УСТАНОВКИ

Настасенко В.А., Бабий М.В., Блах И.В. *(ХГМИ, г. Херсон, Украина),*
Вирич В.В. *(НПО «Заря-Машпроект», г. Николаев, Украина)*

Работа относится к области машиностроения и механической обработки, в частности - к сборным инструментам с механическим креплением многосторонних неперетачиваемых пластин, а также к быстросменным режущим пластинам для их оснащения. Предложены новые проекты инструментов и пластин, стоимость которых, в расчете на одно режущее лезвие, в 1,5 раза меньше стоимости пластин, выпускаемых ведущими производителями режущих инструментов.

Ключевые слова: *режущие инструменты, неперетачиваемые пластины*