

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Верещака А.С. Третьяков И.П. Режущие инструменты с износостойкими покрытиями. - М.: Машиностроение, 1986. - 192с.
2. Андриевский А.Р., Спивак И.И. Прочность тугоплавких соединений и материалов на их основе: Справочник / Челябинск, Металлургия, Челябинское отделение. -1989. - 386с.
3. Лоскутов В.Ф., Хижняк В.Г., Кулицкий Ю.А., Киндрачук М.В. Диффузионные карбидные покрытия. - К.: Техніка, 1991. - 168с.
4. Хижняк В.Г. Некоторые свойства и характеристики твердых сплавов ВК8 и Т15К6 с двухкомпонентными покрытиями // Вестник Национального технического университета Украины «КПИ». Машиностроение. - 1997. - Вып. 32. - С. 221-227.
5. Крючков В.Я. Исследование стойкости пластин из безвольфрамового твердого сплава ТН20//Станки и инструмент. -1987.- №7.- С.25-28.

Поступила в редколлегию 16 декабря 2002г.

УДК 621.9

АЛМАЗНО-АБРАЗИВНЫЕ ДИСКОВЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ В ТЕХНОЛОГИЯХ МЕХАНООБРАБОТКИ

А.Е. Дуброва; Д.Е. Колосов; О.О. Пасичный, к.т.н.

(Институт сверхтвердых материалов им. В.Н. Бакуля НАН Украины)

Увеличение уровня использования композиционных и конструкционных материалов требует эффективных методов их обработки, в частности при резке и шлифовании.

Следует отметить, что применяемые ранее инструментальные материалы, такие, как корунд, карбид кремния, уже не отвечают сегодняшнему уровню развития производства, так как приходится резать очень твердые, а также высокоабразивные материалы. Поэтому перспективной является разработка эффективного высокопроизводительного, долговечного и конкурентоспособного инструмента, основанного на применении синтетического алмаза и КНБ.

На сегодняшний день универсального инструмента для обработки различных материалов не существует. Это связано прежде всего с большим разнообразием свойств обрабатываемых материалов, а также требований, предъявляемых к форме, качеству и самому процессу обработки. Так, останавливаясь на свойствах обрабатываемых материалов, можно сказать, что алмазный инструмент, хорошо разрезающий гранит высокой твердости, может плохо работать на мраморе и наоборот.

В наибольшей степени необходимым требованиям отвечают алмазные отрезные круги, которые являются наиболее производительным инструментом из всех применяемых при резке. Достаточно высокая жесткость и устойчивость алмазных отрезных кругов при незначительной толщине пропила, малые величины торцового и радиального биений и сравнительно низкие удельные давления на обрабатываемую поверхность, а также высокая размерная стойкость способствуют их широкому распространению.

В последнее время в Украине наблюдается стабильное увеличение интереса к высокоэффективным алмазным отрезным кругам различных типоразмеров. При этом следует отметить, что внимание к ним проявляют не только традиционные потребители этого инструмента — строители и камнеобработчики, но и ювелиры, специалисты по обработке современных композиционных (углепластиков, стеклопластиков и др.) и даже полимерных материалов. Анализ рынка потребления показывает, что в настоящее время существует тенденция к смещению интересов в сторону более тонких отрезных кругов (для «мокрой» резки — 1 мм и менее, для «сухой» («турбо») — до 2 мм), имеющих высокие зернистость

алмазов (250/200 и более) и их относительную концентрацию (более 50%).

Такие круги позволяют не только увеличить производительность обработки строительных и отделочных материалов в 2-2,5 раза, а современных композитных материалов в 2,5-3 раза при снижении энергозатрат до 50%, но и обеспечить экономию обрабатываемого материала и расширить технологические возможности обработки резанием. Последние характеристики важны, например, при резке полудрагоценных и поделочных камней, когда наряду с высокой производительностью, и особенно качеством, требуется обеспечить минимальную ширину реза.

Круги с указанными выше характеристиками на рынке Украины представлены недостаточно широко. Во многом это связано с определенными трудностями, возникающими при производстве отрезных кругов, у которых отношение толщины режущего слоя к зернистости алмазов близко к единице.

В настоящее время мировой рынок алмазного инструмента характеризуется большим количеством разнообразных алмазных отрезных кругов.

Алмазные отрезные круги можно классифицировать по форме режущей кромки и по форме боковой поверхности алмазоносного слоя. Режущая кромка влияет на производительность процесса резки и бывает сплошной или прерывистой. А боковая поверхность алмазоносного слоя влияет на выделение тепла при резке и бывает плоской и волнообразной.

Различные сочетания формы режущей кромки с формой боковой поверхности алмазного слоя создают всю гамму алмазных отрезных кругов, предложенных на рынке. Согласно этому можно построить классификацию алмазных отрезных кругов с наружной режущей кромкой (рис. 1).

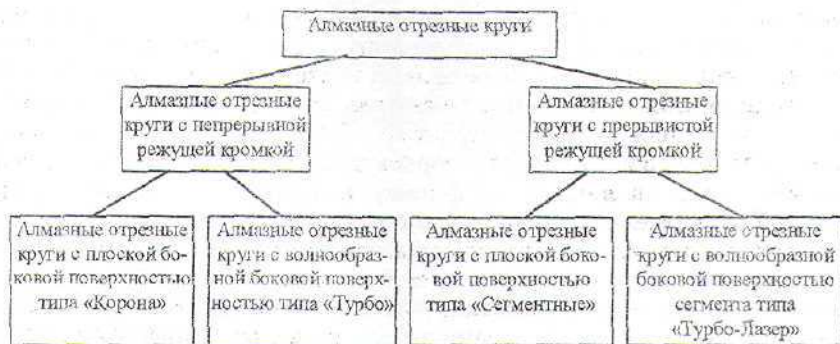


Рисунок 1 - Классификация алмазных отрезных кругов

Каждый вид алмазного инструмента из рассмотренной классификации имеет свою геометрию и свою область применения.

Алмазные отрезные круги со сплошной режущей кромкой и с плоской боковой поверхностью называются алмазными кругами типа «Корона» (рис. 2). Эти круги характеризуются такими геометрическими параметрами, как диаметр ($D=50-400$ мм) и толщина круга ($T=0,15-2,4$ мм).

Такие круги применяются для резки как на стационарных, так и на переносных станках, которые дают возможность осуществлять их работу с применением охлаждающей жидкости.

К достоинствам таких кругов можно отнести: тонкий рез; низкая стоимость; более низкая требуемая мощность станка по сравнению с кругами другого типа. Основными недостатками этих кругов являются

возможное засаливание в процессе работы, а также невозможность изготовления кругов больших диаметров.

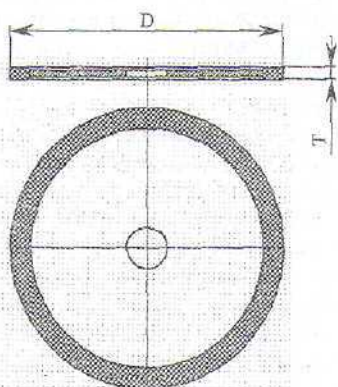


Рисунок 2 - Алмазный отрезной круг типа «Корона»

Для устранения этих недостатков режущий слой был сделан прерывистым («сегментные» круги) (рис.3). Типоразмеры применяемых сегментных кругов $D=105-5000$ мм, $T=2,2-12$ мм.

Так как сегментные круги конструктивно обладают более высокой охлаждаемостью (площадь охлаждения, турбулентные потоки воздуха, создаваемые сегментами), то их применение возможно как с подачей охлаждающей жидкости, так и без нее. Круги данного типа обладают более высокими показателями производительности.

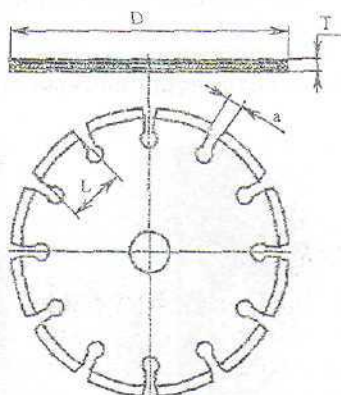


Рисунок 3 - Алмазный отрезной круг типа «Сегментный»

Их изготавливают путем напайки или приварки сегментов на корпус. В последнее время для этой цели используют лазерную сварку, которая обеспечивает высокую прочность крепления сегмента, что позволяет гарантировать безопасность работы таким алмазным кругом.

К достоинствам таких кругов относятся более высокая производительность и ресурс по сравнению с кругами типа «Корона», а также возможность многократного использования корпуса (повторная приварка сегментов). Из-за сложности изготовления корпусов больших диаметров стоимость самих кругов может быть значительно снижена повторным их использованием. Повторное использование корпусов возможно до 15 раз, однако ресурс таких кругов, как правило, ниже новых на 10-25%.

Появившись в 50-е годы сегментные круги в настоящее время имеют наибольший спрос. Это связано как с технологией изготовления, так и с особенностями процесса резки, осуществляемыми этими кругами. Сегментные круги осуществляют циклический процесс резки, стадии которого соответствуют чередованию выступов и впадин на их режущей кромке. Это способствует снижению температуры в зоне резания, что объясняется не только эффектом прерывистости, но также и снижением сил резания, а значит, и эффективной мощностью резания. Снижение составляющей силы резания происходит вследствие уменьшения сопротивления сходу стружки, облегчения процесса стружкообразования, улучшения условий удаления шлама, более благоприятного распределения припуска между отдельными зернами алмаза.

Наиболее эффективное применение сегментные круги нашли с применением охлаждения, когда в зону резания подается охлаждающая жидкость, - как правило, вода или ее растворы.

Корпуса сегментных кругов имеют, как правило, готовые выступы, на которые при изготовлении круга привариваются алмазные сегменты. На одном выступе корпуса может располагаться от одного до нескольких сегментов (рис. 4).

Конструктивно корпуса сегментных кругов могут выполняться с разнообразными по форме межсегментными впадинами. Эти впадины служат как для снижения температуры, так и для уменьшения деформации круга. Форма самих впадин может быть весьма разнообразна, но дно впадины обязательно выполняют радиусным, чтобы уменьшить циклические напряжения, возникающие при работе круга.

Для увеличения ресурса на сегментные круги устанавливают замедлители износа (рис. 5). Они представляют собой несколько сегментов (обычно 2-3), расположенных наклонно. Благодаря такому расположению они подчищают стенки прорезанной канавки, что, в свою очередь, уменьшает общий износ круга.

Для уменьшения шума и вибраций, которые возникают при работе круга, на его корпус наносят антивибрационные прорези (рис. 6).

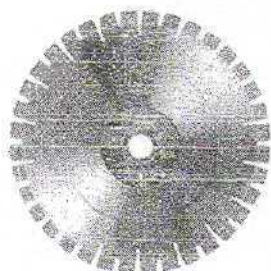


Рисунок 4 - Сегментный круг с парным расположением сегментов

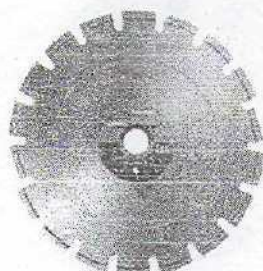


Рисунок 5 - Сегментный круг с замедлителями износа

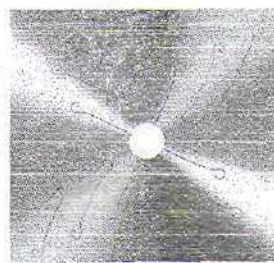


Рисунок 6 - Анти-вибрационные прорези на корпусе круга

Наряду с очевидными достоинствами у сегментных кругов имеются определенные недостатки. Характерной особенностью работы сегментных кругов является изменение площади контакта изделия и режущей поверхности круга в процессе резки.

Периодическое изменение площади контакта приводит к существенному росту вибраций в технологической системе, к появлению ударных нагрузок, которые испытывают рабочая поверхность и сегментный круг в целом. Наличие вынужденных колебаний

значительно снижает силы резания, повышает контактную температуру и увеличивает шероховатость реза.

Сегодня при строительстве зданий, а также при реставрации старых построек не обойтись без дополнительной обработки стен, полов и потолков. Приходится обрабатывать проемы для дверей, окон, лифтов и лестниц, делать пазы для гидроизоляции и отверстия для электропроводки. Материалы, которые приходится обрабатывать — от кладки из природного камня до бетона со стальным армированием. Поэтому для таких работ необходим инструмент, который осуществлял бы высокопроизводительную «сухую» резку — без подвода охлаждающей жидкости.

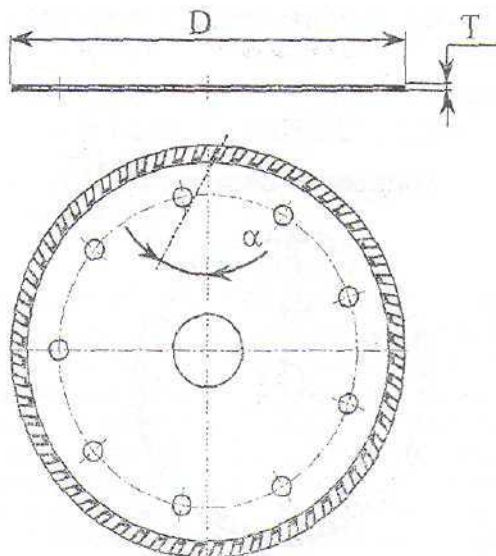


Рисунок 7 - Алмазный отрезной круг типа «Турбо»

Такой инструмент появился в 80-х годах и получил название «Турбо» (рис. 7). В отличие от сегментных кругов эти круги имеют сплошную режущую кромку, что обеспечивает их более плавную работу.

Эти круги имеют корпус, на который методами порошковой металлургии наносится алмазосодержащий слой. Этот слой сплошной по периферии, но имеет канавки на боковой поверхности, что придает ей волнообразную форму. Это способствует снижению температуры в зоне резания за счет снижения контакта по боковой поверхности. Спциальной особенностью «Турбо»-кругов является то, что благодаря наличию канавок на боковой поверхности осуществляется принудительное прокачивание воздуха. Такого вентилирования оказалось достаточно, чтобы круг при работе не перегревался. Также этот эффект благоприятно влияет на процесс выноса шлама из зоны резания. Угол наклона канавок, как правило, не превышает 35° , но может быть и равным нулю. Корпуса кругов типа «Турбо» могут иметь разнообразную конструкцию: сплошные, сетчатые, волнистые и с отверстиями (рис. 8).

Алмазные отрезные круги типа «Турбо-Лазер» (рис. 9) представляют собой сегментный круг, на боковой поверхности которого нанесены канавки, что придает ей волнообразную форму. Таким образом, эти круги конструктивно объединили два типа алмазных отрезных кругов — «сегментные» и «Турбо».

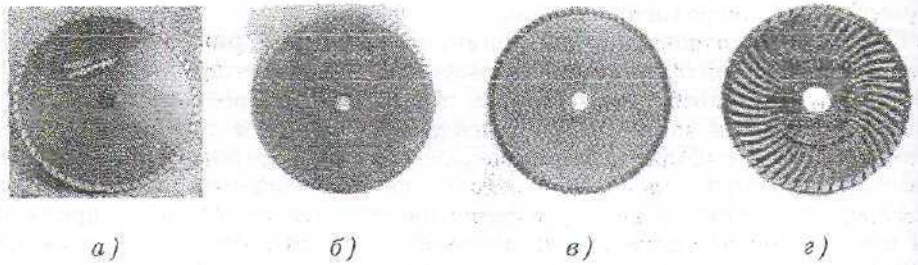


Рисунок 8 - Виды корпусов кругов типа «Турбо»:
 а—сплошной; б—с отверстием; в—сетчатый; г—волнистый

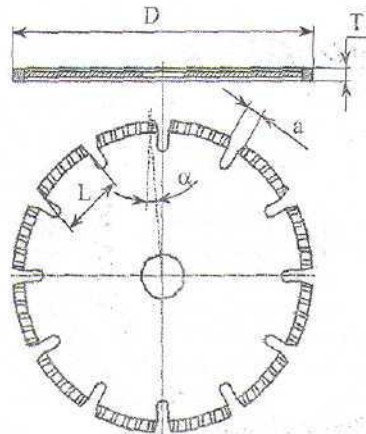


Рисунок 9 - Алмазный отрезной круг типа «Турбо - Лазер»

Корпуса кругов типа «Турбо-Лазер» могут выполняться как простой, так и волнообразной формы. Канавки, расположенные на боковых сторонах сегментов, могут выполняться как прямыми, так и наклонными.

Производители алмазных отрезных кругов обычно на один типоразмер выпускают несколько марок качества. Например: Standart, Premium, Professional. Эти марки отличаются ресурсами, а следовательно, и стоимостью. У Premium ресурс выше, чем у Standart, и т.д.

В целом анализ информационных данных по отрезным кругам из сверхтвердых материалов позволяет выявить наиболее существенные тенденции в их развитии:

- переход к комбинированным формам кругов, которые могут осуществлять «сухую» резку, сочетающую рез не только по периферии, но и по торцам круга, что позволяет сделать процесс резки окончательным;
- использование потенциальных свойств корпуса в повышении устойчивости, жесткости кругов, а также снижения теплонпряженности процесса резки (круги с гофрированным корпусом);
- увеличение ресурса работы алмазного круга за счет разработки новых композитов алмаз-связка, а также увеличение высоты алмазоносного слоя круга.

SUMMARY

In this paper the browse of the diamond-abrasive disk instrument in techniques of a working represented. The magnification of a level of usage of composition and constructional materials requires effective methods of their handling, in particular at cutting and grinding. The spread diamond wheels such as «Crown», «Segment», «Turbo», «Turbo-Laser». Such wheels are assorted under the shape of a cutting crimp and under the shape of a lateral area diamond of a stratum. Such wheels allow to magnify processing capacity of building and finishing materials in 2,2,5 times, and modern composite materials in 2,5-3 times, at lowering power up to 50%, and also to provide saving a worked work material and to expand technological opportunities of a working by cutting.

Поступила в редколлегию 16 декабря 2002г.

ИДК 621.941.001

ПРОСКАЛЬЗЫВАНИЕ ПРИ НЕСТАЦИОНАРНОМ РЕЗАНИИ С МАЛОЙ ТОЛЩИНОЙ СРЕЗА

В.А. Залого, д.т.н.; Д.В. Криворучко
(Сумский государственный университет)

ВВЕДЕНИЕ

Процессы механической обработки, реализуемые при толщине среза, измеримой с радиусом ρ округления режущей кромки (РК), становятся в настоящее время все более распространенными. Это протягивание, точение, фрезерование, тангенциальное точение и др. Некоторые из перечисленных процессов являются нестационарными и осуществляются при непрерывном циклическом изменении толщины среза (рис. 1). Экспериментально и теоретически установлено [1,2], что при удалении обрабатываемого материала с заготовки в части цикла «резания» следует выделять участки собственно стружкообразования и проскальзывания, т.е. взаимодействия лезвия заготовкой без образования стружки. Увеличение доли проскальзывания в цикле «резания» нестационарного процесса уменьшает стойкость инструмента, способствует дополнительному упрочнению обработанной поверхности, увеличению ее температуры. Поэтому уменьшение длительности проскальзывания является важной задачей при выборе режимов обработки.

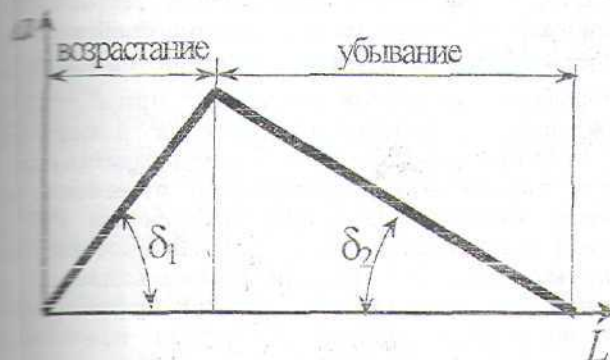


Рисунок 1 – Изменение толщины среза в цикле нестационарного процесса резания (тангенциальное точение, торцевое фрезерование и др.)

На основе экспериментальных и теоретических исследований [3,4] показано, что в этом процессе явление проскальзывания возникает в результате невозможности стружкообразования при толщине среза меньше критического значения. При этом толщина среза может уменьшаться как в результате особенностей кинематики, так и в