

УДК 621.914.2.025.034

**ДОВОДКА РЕЖУЩИХ ПЛАСТИН СО СКРУГЛЕННЫМ ЛЕЗВИЕМ ДЛЯ
ОБРАБОТКИ СПЛАВОВ ИЗ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ**

А.М. Арзуманян¹, Т.А. Мирвелян²

¹*Национальный политехнический университет Армении, Гюмрийский филиал*

²*Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана*

Для получения высококачественной обработанной поверхности и требуемой размерной точности при тонколезвийной обработке сплавов из цветных металлов важное значение имеет состояние рабочих поверхностей корундовой режущей пластины. Помимо правильной ориентации режущей части пластины, что является одним из основных показателей повышения прочности и износостойкости, необходимо обратить внимание на состояние рабочих поверхностей корундовой режущей пластины. Опытами установлено, что по сравнению с недоведенными поверхностями, износостойкость доведенных рабочих поверхностей в 1,5...3,0 раза больше. Кроме того, большое значение имеет радиус скругления режущего лезвия пластины, наличие которого обеспечивает требуемое состояние рабочих поверхностей, удаляя дефекты после заточки и тем самым повышая износостойкость и прочность корундовых пластин. К такому результату приводит также предварительная обкатка режущих пластин.

С целью получения минимально возможных значений радиусов скругления режущего лезвия пластины ($\rho = 0,5 \dots 1,5 \text{ мкм}$) без сколов и трещин при увеличении 500^\times произведена доводка вершин режущих пластин при помощи кожаной или тканевой ленты, пропитанной алмазной пастой АМ1. Сущность этого метода заключается в следующем: при помощи доводки в короткий промежуток времени в зависимости от числа поступательно-возвратных движений кромки скругляются, при этом одновременно снимаются дефекты. После этого производится доводка передних поверхностей режущих пластин на чугунном диске. Опыты показали, что когда доводится передняя поверхность режущей пластины, то в зависимости от времени и усилия с режущей пластины снимаются слои разной величины. При осуществлении доводки качество поверхности закругленного участка зависит от величины снимаемого слоя. Установлено, что расчетные результаты сил резания при обработке сплавов из цветных металлов со скругленными лезвиями режущих пластин вполне совпадают с экспериментальными данными.

Ключевые слова: корунд, скругление, режущая кромка, доводка, чугунный диск, силы резания, обкатка, износостойкость.

Введение. Режущие пластины из синтетического корунда выходят из строя, в основном, из-за потери устойчивости, а также из-за скола режущей кромки. Разрушение режущей кромки происходит вследствие превышения

растягивающих напряжений на передней поверхности пластины. Чаще всего для того, чтобы увеличить прочность режущей части пластины, скругляют острые кромки. Это позволяет изменить направление результирующей силы резания и приблизить его к биссектрисе угла заострения режущей части пластинки. В результате напряжения на передней поверхности пластинки уменьшаются или переходят в сжимающие. Но если радиус скругления будет слишком велик, это приведет к росту сил и температуры резания. В связи с этим задача определения рационального радиуса скругления режущей кромки является актуальной. Кроме того, скругление режущего лезвия пластины устраняет дефекты на ее рабочих поверхностях, частично или полностью уменьшая риск эффекта гидролитического разрушения корундовой пластины [1].

Теоретические исследования. Для расчета напряжений на передней поверхности корундовой пластины и радиуса скругления ее режущего лезвия, при которых растягивающие напряжения на передней поверхности переходят в сжимающие, необходима методика расчета сил резания для инструмента со скругленной режущей кромкой. Существующие и до настоящего время применяемые и широко известные эмпирические формулы для определения сил резания, а также табличный метод не позволяют учесть величину радиуса скругления, и поэтому они непригодны для решения поставленной нами задачи исследования [1]. Проведенные ранее исследования показали, что при средних скоростях резания сила особо не меняется и, в основном, зависит от подачи и глубины резания [2]. Учитывая данные, приведенные в [2], производится расчет по трем участкам, отличающимся физикой протекающих на них процессов контактирования: передняя поверхность (Π_1), задняя поверхность (Π_2), переходный радиусный участок (Π_3). В дальнейшем нами были применены только те формулы, которые соответствуют отрицательным передним углам режущей пластины, поскольку режущая пластина представляет собой прямоугольный параллелепипед или куб со следующей геометрией: задний угол $\alpha = 6^\circ$, передний угол $\gamma = -6^\circ$, угол наклона режущего лезвия $\lambda = 6^\circ$, главные углы в плане $\varphi = \varphi_1 = 45^\circ$, радиус вершины резца $r = 0,3 \dots 0,5$ мм. Расчеты проводились для тонколезвийной прерывистой обработки латуни ЛС59-1. В качестве режущего инструмента была применена однозубая торцевая фреза, оснащенная корундовой режущей пластиной с механическим креплением.

При резании округленным режущим клином весь срезаемый слой рассматривается как совокупность трех частей (слоев), для которых отдельно определяются силы резания (рис. 1).

Силы резания, действующие на режущую пластину, определялись по рекомендациям [2] с использованием формул и рекомендаций Крагельского И.В., Галина Л.А., Зорева Н.Н. и Боброва В.Ф. [3-6].

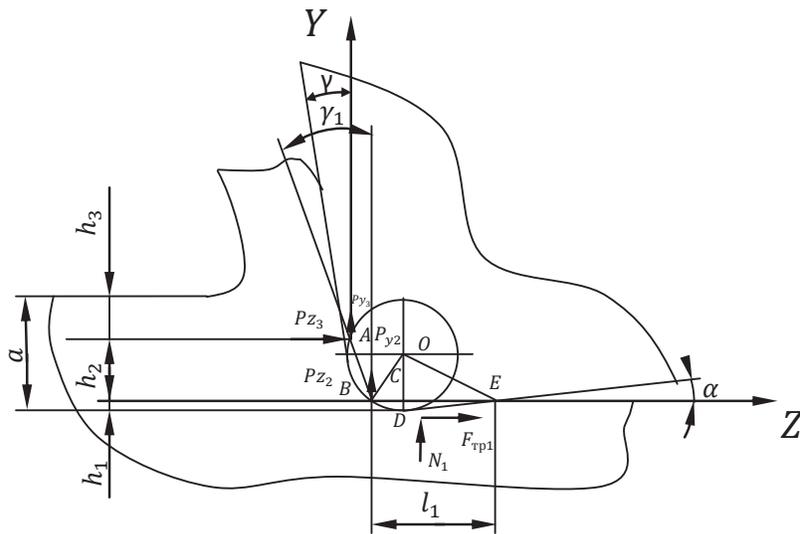


Рис. 1. Распределение припуска тонколезвийной обработки для корундовой режущей пластины со скругленной режущей кромкой [2]

Проекция силы резания на ось Z P_{z3} и Y P_{y3} определяются по формулам

$$P_{z3} = \tau \frac{h_3 b \cos(\omega)}{\sin(\beta) \cos(\omega + \beta)},$$

$$P_{y3} = \tau \frac{h_3 b \sin(\omega)}{\sin(\beta) \cos(\omega + \beta)},$$

где h_3 - толщина слоя, переходящего в стружку под действием плоской части режущего клина с передним углом γ ; b - толщина срезаемого слоя; τ - касательное напряжение на условной плоскости сдвига; ω - угол действия; β - угол сдвига. Используя программное обеспечение MathCADPRIME 4, получаем $P_{z3} = 2,56 \text{ Н}$, $P_{y3} = 0,65 \text{ Н}$ для глубины резания $0,1 \text{ мм}$ и радиуса скругления $p = 0,005 \text{ мм}$.

Проекция суммарной силы резания на осях Z и Y равны

$$P_z = F_{\text{тр}1} + P_{z2} + P_{z3},$$

$$P_y = N_1 + P_{y2} + P_{y3}.$$

Тогда получаем $P_z = 2,765 \text{ Н}$, $P_y = 0,955 \text{ Н}$ для глубины резания $0,1 \text{ мм}$ и радиуса скругления $p = 0,005 \text{ мм}$.

На рис. 2 приведен график зависимости расчетных значений сил резания P_z , P_y от радиуса скругления p .

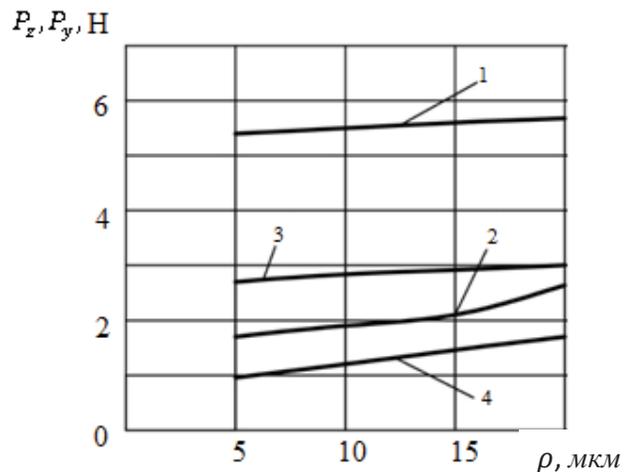


Рис. 2. Зависимость сил резания P_z , P_y от радиуса скругления режущего лезвия пластины при: 1 - P_z ($t = 0,2$ мм), 2 - P_y ($t = 0,2$ мм), 3 - P_z ($t = 0,1$ мм), 4 - P_y ($t = 0,1$ мм)

Результаты экспериментальных исследований. Доводка корундовых режущих пластин производилась двумя операциями: предварительной и окончательной. Для предварительной доводки применялись алмазные пасты АМ12...АМ6, а для окончательной – алмазная паста АМ1.

Доводка производилась на чугунном диске с диаметром 250 мм при $v = 5 \dots 12$ м/с в следующей последовательности: сначала доводка задних поверхностей режущей пластины, затем - задней поверхности вершины пластины, после чего – передней поверхности.

Все поверхности доводились так, что вращение чугунного диска было направлено навстречу режущему лезвию. При помощи доводки шероховатость режущих поверхностей достигла $R_a = 0,08 \dots 0,02$ мкм.

Для получения минимально возможных значений радиусов скругления лезвия режущей пластины ($\rho = 0,5 \dots 1,5$ мкм) без сколов и трещин при увеличении 500^\times доводка вершин режущих пластин производилась при помощи кожаной или тканевой ленты, пропитанной алмазной пастой АМ1. Сущность этого метода заключается в следующем: при помощи доводки в короткий промежуток времени в зависимости от числа поступательно-возвратных движений кромки округляются, при этом одновременно снимаются дефекты.

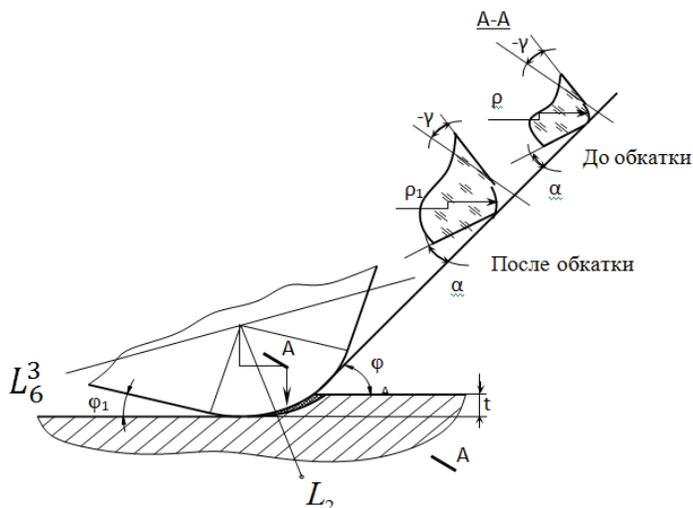


Рис. 3. Схема процесса скругления режущего лезвия корундовой пластины

После этого производилась доводка передних поверхностей режущих пластин на чугунном диске. Опыты показали, что когда доводится передняя поверхность, то в зависимости от времени и усилия с режущей пластины снимаются слои разной величины. При осуществлении доводки качество поверхности закругленного участка зависит от того, какова величина снимаемого слоя t . Оптимальные условия доводки могут быть получены лишь при условии $t < \rho_1$. При доводке передней поверхности на задних поверхностях пластин обеспечивается фаска толщиной $0,005 \dots 0,01 \text{ мм}$ при $t = 0,005 \text{ мм}$ и $\rho_1 = 0,01 \dots 0,015 \text{ мм}$. Эти участки увеличивают хрупкую прочность резца и предотвращают его выкрашивание в начальный период работы. Для этого предварительно доведенные режущие пластины с радиусом скругления $\rho_1 = 0,01 \dots 0,015 \text{ мм}$ предварительно подвергают обкатке при малых режимах обработки ($v = 50 \dots 80 \text{ м/мин}$; $s = 0,007 \dots 0,015 \text{ мм/об}$; $t = 0,02 \dots 0,03 \text{ мм}$) и длине пути резания $5 \dots 10 \text{ км}$. После чего режущая пластина снимается с державки, и с помощью фетровой или кожаной ленты, пропитанной алмазной пастой АМ1, радиус округления увеличивают до $\rho_1 = 0,015 \dots 0,025 \text{ мм}$. Как показали опыты, при соблюдении вышеуказанной методики доводки корундовых режущих пластин (рис. 3) стойкость увеличивается в $1,5 \dots 3,0$ раза (рис. 4).

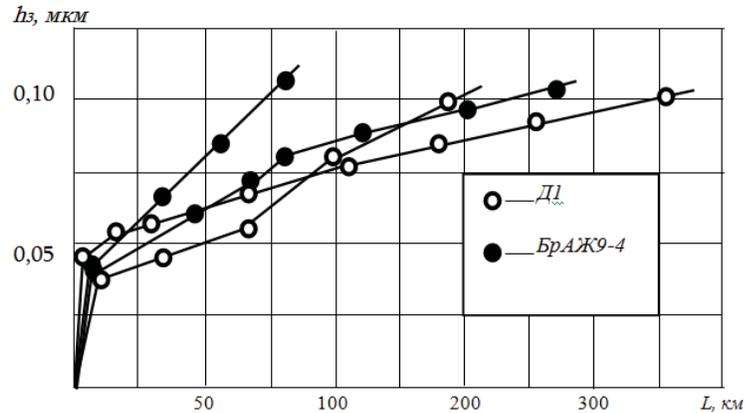


Рис. 4. Зависимость износа задней поверхности режущей пластины от длины пути фрезерования ($\alpha=6^{\circ}$, $\alpha_1=6^{\circ}$, $\gamma=-6^{\circ}$, $\lambda=6^{\circ}$, $r=0,5$ мм, $s=0,022$ мм/об и $v=250$ м/мин) при доведенной (1) и недоведенной (2) вершинах

Таким образом, как видно из опытов, скорость и качество доводки сильно связаны с ориентацией доведенных поверхностей относительно оптической оси кристалла. Чистота поверхностей, перпендикулярных оптической оси L_6^3 , и особенно поверхностей, составляющих с оптической осью угол 60° , ниже чистоты поверхностей, параллельных L_6^3 . Наилучшее качество получается тогда, когда передняя поверхность параллельна оптической оси L_6^3 и плоскости раскола, т.е. плоскости призмы $(11\bar{2}0)$ или $(10\bar{1}0)$.

Хорошие результаты получаются при доводке кругами из латуни ЛС59-I и дюралюминия Д16. При помощи этих шлифовальников доводка производилась при скорости $v = 1...2$ м/с. Качество поверхностей, доведенных при помощи кругов из латуни ЛС59-I и дюралюминия Д16, лучше по сравнению с поверхностями, полученными при помощи чугунных кругов. Но скорость доводки в несколько раз больше, когда она производится на чугунных кругах.

Опытами установлено, что полученные расчетные данные по определению сил резания полностью совпадают и адекватны данным, полученным ранее проведенными исследованиями [7].

Выводы

1. Корундовые режущие пластины в виде прямоугольного параллелепипеда или кубической формы имеют большую хрупкую прочность. Такое оформление режущих пластин при их изготовлении и заточке приводит к уменьшению затрат как корунда, так и алмазного инструмента. Стойкость же этих резцов и обеспечиваемая ими

шероховатость обработанной поверхности одинаковы с аналогичными параметрами для алмазных резцов с углами заострения меньше 90^0 .

2. При доводке режущих пластин из синтетического корунда можно получить резцы с радиусами скругления кромки $\rho = 0,3 \dots 1,5 \text{ мкм}$.
3. Переточка режущих пластин при критерии затупления $h_{зк}=0,1 \dots 0,12 \text{ мм}$ или при шлифовке только по главной задней поверхности рациональна, причем в последнем случае она более экономична.

Литература

1. **Арзуманян А.М., Балтаян А.О.** Учет гидролитического разрушения при тонколезвийной обработке сплавов из цветных металлов // Вестник НПУА: Механика, машиноведение, машиностроение. – Ереван, 2017.- № 1. - С. 80-85.
2. **Трилисский В.О., Большаков Г.С.** Расчет сил резания для инструмента со скругленной режущей кромкой // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион.- 2007.- № 3.– С.116-122.
3. **Крагельский И.В.** Трение и износ. – М.: Машгиз, 1962. – 383 с.
4. **Галин Л.А.** Контактные задачи упругости и вязкоупругости. – М.: Наука, 1980. – 256 с.
5. **Бобров В.Ф.** Основы теории резания металлов. – М.: Машиностроение, 1975. – 344 с.
6. **Крагельский И.В., Добычин М.Н., Камбалов В.С.** Основы расчетов на трение и износ.– М.: Машиностроение, 1977. – 526 с.
7. **Арзуманян А.М., Мирвелян Т.А., Манукян О.С.** Симуляция процесса тонколезвийной обработки сплавов из цветных металлов // Материалы VIII Межд. н/п конф. “Интернет и общество”, 7-8 июля 2017г.- Кутаиси: Кутаисский гос. ун-т им. А. Церетели, 2017. - С. 120 – 125.

Поступила в редакцию 06.09.2017.
Принята к опубликованию 18.12.2017 .

**ԿԼՈՐԱՑՎԱԾ ԿՏՐՈՂ ՍԱՅՐՈՎ ԿՈՐՈՒՆԴԵ ԿՏՐՈՂ ԹԻԹԵՂԻԿՆԵՐԻ ՉԱՓԱԲԵՐՈՒՄԸ
ԳՈՒՆԱՎՈՐ ՄԵՏԱՂՆԵՐԻ ՀԱՄԱՁՈՒԿԱԾՔՆԵՐԻ ՆՐԲԱՍԱՅՐ ՄՇԱԿՄԱՆ ՀԱՄԱՐ**

Ա.Մ. Արզումանյան, Տ.Ա. Միրվեյան

Գունավոր մետաղների համաձուլվածքների նրբասայր մշակման դեպքում, ստանալու համար բարձրորակ մշակված մակերևույթ և պահանջվող ճշգրտությամբ չափեր, կարևորվում է կորունդե կտրող թիթեղիկի աշխատանքային մակերևույթների վիճակը: Թիթեղիկի կտրող հատվածի ճշգրիտ կողմնորոշմանը զուգընթաց, որը մաշակայունության և ամրության բարձրացման հիմնական ցուցանիշներից մեկն է, անհրաժեշտ է ապահովել կորունդե կտրող թիթեղիկի աշխատանքային մակերևույթներին ներկայացվող բարձր պահանջները: Փորձերով հիմնավորվել է, որ վերջնասրված (չափաբերված) աշխատանքային մակերևույթներով կտրող թիթեղիկների մաշակայունությունը չվերջնասրվածի (չչափաբերված) համեմատ ավելի է 1,5...3,0 անգամ: Բացի դրանից, մեծ նշանակություն ունի կտրող թիթեղիկի կտրող սայրի կլորացման շառավիղը, որի առկայությունն ապահովում է աշխատանքային մակերևույթների անհրաժեշտ վիճակը՝ հեռացնելով սրումից հետո առաջացած արատները և այդպիսով բարձրացնելով կորունդե կտրող թիթեղիկների մաշակայունությունն ու ամրությունը: Դրան է հանգեցնում նաև կտրող թիթեղիկների նախնական զելումը:

Կտրող թիթեղիկի կտրող սայրի՝ առանց փշրվածքների և ճաքերի կլորացման հնարավոր նվազագույն արժեքը ($\rho = 0,5 \dots 1,5 \text{ մկմ}$) 500 անգամ խոշորացնելու պարագայում ստանալու համար կտրող թիթեղիկների զազաթները վերջնասրվել (չափաբերվել) են AMI պլմաստային մածուկով հագեցված կաշվե կամ կտորից ժապավենի վրա: Այս եղանակի էությունը հետևյալն է. չափաբերման միջոցով կարճ ժամանակահատվածում, կախված համընթաց - հետադարձ շարժումների թվից, սայրը կլորացվում է, միաժամանակ վերացվում են արատները: Դրանից հետո կտրող թիթեղիկի առջևի մակերևույթը չափաբերվում է թուջե սկավառակի վրա: Փորձերը ցույց են տվել, որ երբ չափաբերվում է կտրող թիթեղիկի առջևի մակերևույթը, ապա, կախված ժամանակից և թիթեղիկի վրա գործադրվող ճիգից, հեռացվում են տարբեր մեծությամբ շերտեր: Կլորացված տեղամասի որակը չափաբերման ժամանակ կախված է հեռացվող շերտի մեծությունից և թիթեղիկի վրա գործադրվող ճիգից: Հիմնավորվել է, որ գունավոր մետաղների համաձուլվածքների կլորացված կտրող եզրերը կտրող թիթեղիկներով մշակելիս կտրման ուժերի հաշվարկային և փորձնական արդյունքները համընկնում են:

Առանցքային բառեր. կորունդ, կլորացում, կտրող եզր, չափաբերում, թուջե սկավառակ, կտրման ուժ, զելում, մաշակայունություն:

REINFORCEMENT OF CUTTING PLATES WITH A ROUNDED BLADE FOR PROCESSING ALLOYS FROM NON-FERROUS METALS

A.M. Arzumanyan, T.A. Mirvelyan

To obtain a high-quality machined surface and the required dimensional accuracy at fine-bladed processing of alloys from non-ferrous metals, the state of the working surfaces of the corundum cutting insert is of importance. In addition to the correct orientation of the cutting part of the plate, which is one of the main indicators of increasing the strength and wear resistance, it is necessary to pay attention to the state of the working surfaces of the corundum cutting insert. It has been experimentally established that, in comparison with undeveloped surfaces, the wear resistance of the finished working surfaces is 1.5 ... 3.0 times higher. In addition, the radius of curvature of the cutting blade of the plate is of great importance, the presence of which ensures the required state of working surfaces, removing the defects after sharpening, and thereby increasing the wear resistance and strength of corundum plates. A preliminary break-in of the cutting inserts also leads to such a result.

To obtain the minimum possible radii of the rounding radius of the cutting blade of the plate ($\rho = 0.5 \dots 1.5 \mu m$), without chips and cracks at $500 \times$ magnification, the tips of the cutting inserts were made, using a leather or cloth tape lubricated with diamond paste AM1. The essence of this method is as follows: by means of debugging in a short period of time, depending on the number of forward-backward movements, the edges are rounded and at the same time defects are removed. After that, the front surfaces of the cutting inserts were made on a cast iron disc. Experiments showed that when the front surface of the cutting insert is brought to the surface, depending on the time and effort from the cutting insert, layers of different sizes are removed. In the implementation of finishing, the quality of the surface of the rounded section depends on the size of the layer to be removed. It is established that the calculated results of cutting forces in the processing of alloys from non-ferrous metals with rounded blades of cutting inserts completely coincide with the experimental data.

Keywords: corundum, rounding cutting edge, debugging, cast-iron disk, forces of cutting, break-in, wear resistance.