

А.М. АРЗУМАНЯН, Т.А. МИРВЕЛЯН

**УЧЕТ СИЛ РЕЗАНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ
КОРУНДОВЫМИ РЕЖУЩИМИ ПЛАСТИНАМИ СО СКРУГЛЕННОЙ
РЕЖУЩЕЙ КРОМКОЙ**

(Гюмри)

При тонколезвийной обработке сплавов из цветных металлов для получения высококачественной обработанной поверхности и требуемой размерной точности важное значение имеет состояние рабочих поверхностей корундовой режущей пластины. Помимо правильной ориентации режущей части пластины, которая является одним из основных показателей повышения прочности и износостойкости, необходимо обеспечить высокие требования, предъявляемые к рабочим поверхностям корундовой режущей пластины. Опытами установлено, что по сравнению с износостойкостью доведенных рабочих поверхностей, износостойкость недоденных рабочих поверхностей в 1,5...3,0 раза больше. Кроме того, большое значение имеет радиус скругления режущего лезвия пластины, наличие которого обеспечивает необходимое состояние рабочих поверхностей, удаляя дефекты после заточки, и тем самым повышает износостойкость и прочность корундовых пластин. Этому способствует также предварительная обкатка режущих пластин.

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

Введение. Режущие пластинки из синтетического корунда выходят из строя, в основном, из-за потери устойчивости, а также из-за скола режущей кромки. Разрушение режущей кромки происходит из-за превышения растягивающих напряжений на передней поверхности пластинки. Чаще всего для того, чтобы увеличить прочность режущей части пластинки, скругляют острые кромки. Это позволяет изменить направление результирующей силы резания и приблизить его к биссектрисе угла заострения режущей части пластинки. За счет этого напряжения на передней поверхности пластинки уменьшаются или переходят в сжимающие. Но если радиус скругления будет слишком велик, то это приведёт 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 рабочих поверхностях пластины, тем самым частично или полностью уменьшая риск эффекта гидrolитического разрушения корундовой пластины [1].

Теоретические исследования. Для расчета напряжений на передней поверхности пластины и радиуса скругления режущего лезвия корундовой пластины, при котором растягивающие напряжения на передней поверхности переходят в сжимающие, необходима методика расчета сил резания для инструмента со скругленной режущей кромкой. Существующие и до настоящего времени применяемые широко известные эмпирические формулы для определения сил резания, а также табличный метод не позволяют учесть величину радиуса скругления, и поэтому они не пригодны для решения установленной нами цели 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 проведены для тонколезвийной прерывистой обработки латуни ЛС59-1. В качестве режущего инструмента была применена однозубая торцевая фреза, оснащенной 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).

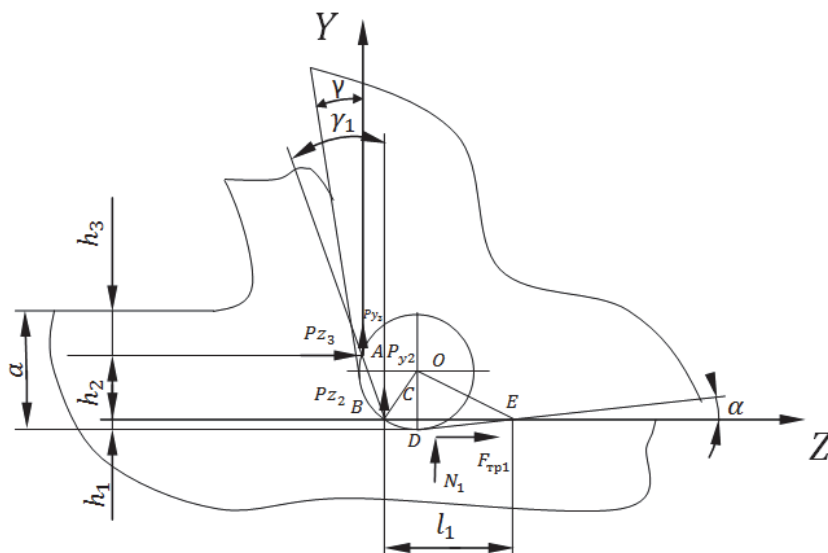


Рис. 1. Распределение припуска тонколезвийной обработки для корундовой режущей пластины со скругленной режущей кромкой [2].

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

Для проекции силы резания на ось Z P_{z3} и Y P_{y3} определены по формулам

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

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

где h_3 - толщина слоя, который отделяется 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 MathCAD PRIME 4, получим $P_{z3} = 2,56 \text{ Н}$, $P_{y3} = 0,65 \text{ Н}$ для глубины резания $0,1 \text{ мм}$ и радиуса скругления $\rho = 0,005 \text{ мм}$.

Таким образом, проекции суммарной силы резания на оси Z и Y равны

$$P_z = F_{\text{тp1}} + P_{z2} + P_{z3},$$

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

Тогда получим $P_z = 2,765H$, $P_y = 0,955H$ для глубины резания $0,1$ мм и радиуса скругления $\rho = 0,005$ мм.

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

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.

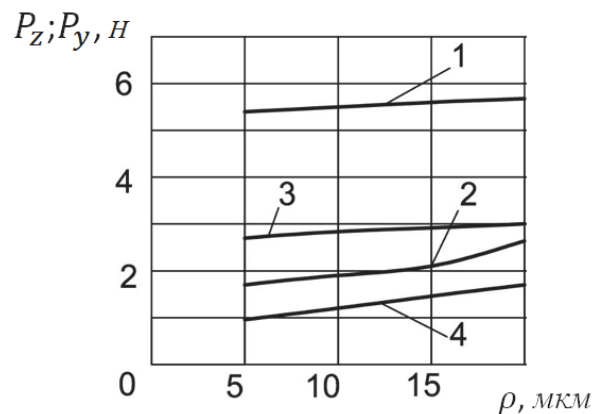


Рис. 2. Зависимость сил резания P_z , P_y от радиуса скругления режущего лезвия пластины при: 1- $P_z(t=0.2$ мм), 2- $P_y(t=0.2$ мм), 3- $P_z(t=0.1$ мм), 4- $P_y(t=0.1$ мм)

Доводка производилась на чугунном диске с диаметром 250 мм при $v = 5 \dots 12$ м/с в следующей последовательности: сначала доводились задние поверхности режущей пластины, затем - задняя поверхность вершины пластины, после чего - передняя поверхность.

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

Для получения минимально возможных значений радиусов округления режущего лезвия режущей пластины ($\rho = 0,5 \dots 1,5$) мкм, без сколов и трещин, при увеличении в 500^x вершины режущих пластин доводились при помощи кожаной или тканной ленты, смазанной 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 и тем самым снимаются дефекты.

После этого режущие пластинки на передних поверхностях доводились на чугунном диске. 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 резца обеспечивается фаска размером $0,005 \div 0,01$ мм при $t = 0,005$ мм и $\rho_1 = 0,01 \div 0,015$ мм. Это увеличивает хрупкую прочность резца и предотвращает выкрашивание резца в начальном периоде его работы. Для этого предварительно доведенные режущие пластины, радиус скругления режущего лезвия которых составляет $\rho_1 = 0,01 \div 0,015$ мм, предварительно подвергали обкатке при малых режимах обработки ($v = 50 \dots 80$ м/мин; $s = 0,007 \dots 0,015$ мм/об; $t = 0,02 \dots 0,03$ мм) при длине пути резания $5 \dots 10$ км. После чего режущая пластина снимается с державки, и с помощью фетровой или кожаной ленты, пропитанной алмазной пастой АМ1, радиус округления увеличивают до $\rho_1 = 0,015 \div 0,025$ мм. Как показали опыты, при соблюдении вышеуказанной методики доводки корундовых режущих пластин стойкость увеличивается в $1,5 \dots 3,0$ раза (рис.3).

Опыты показали, что 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, чем 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 были получены при доводке кругами из латуни ЛС59-І и дюралюминия Д16. При помощи этих шлифовальников доводка производилась при скорости $v = 1 \div 2$ м/с. Качество поверхностей, доведенных при помощи кругов из латуни ЛС59-І 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 с данными ранее проведенных исследований [7].

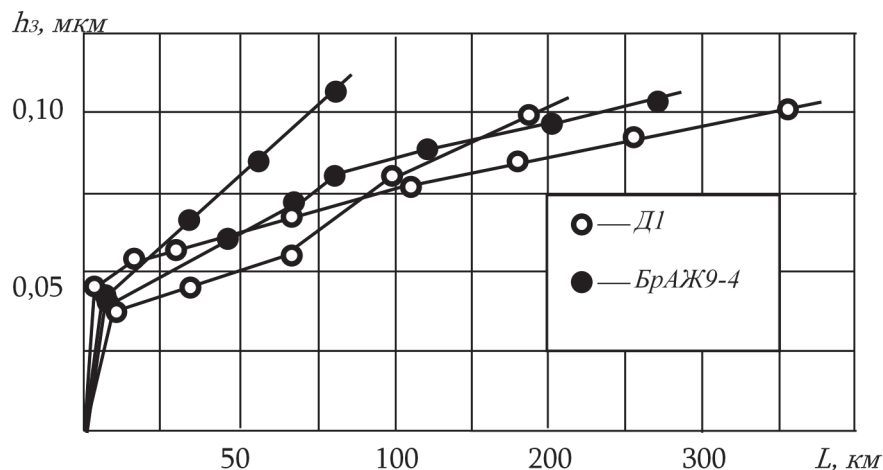


Рис. 3. Зависимость износа задней поверхности режущей пластины от длины пути фрезерования ($\alpha=6^\circ$, $\alpha_1=6^\circ$, $\gamma=-6^\circ$, $\lambda=6^\circ$, $r=0,5$ мм, $s=0,022$ мм/об и $v=250$ м/мин) при доведенной (1) и недоведенной (2) вершинах

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 потери как корунда, так и алмазного инструмента. Стойкость же этих резцов и полученная ими шероховатость обработанной поверхности одинаковы с аналогичными для алмазных резцов углами заострения меньше 90° .
2. При доводке режущих пластин из синтетического корунда можно получить резцы с радиусами округления кромки $\rho = 0,3 \dots 1,5$ мкм.
3. Переточка режущих пластин при критерии затупления $h_{зк}=0,1 \dots 0,12$ мм или шлифовке только по главной задней поверхности рациональна, причем в последнем случае переточка более экономична.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

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 Международной научно-практической конференции «Интернет и общество», 7-8 июля, 2017.- Кутаиси: Государственный университет им. А.Церетели, 2017. - С. 120-125.

Ա.Մ. ԱՐԶՈՒՄԱՆՅԱՆ, Տ.Ա. ՄԻՐՎԵԼՅԱՆ

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

Գունավոր մետաղների համաձուլվածքների նրբասայր մշակման դեպքում, ստանալու համար բարձրորակ մշակված մակերևույթի և պահանջվող չափային ճշգրտություն, կարևորվում է կորունդե կտրող թիթեղիկի աշխատանքային մակերևույթների վիճակը: Կտրող թիթեղիկի կտրող հատվածի ճշգրիտ կողմնորոշմանը զուգընթաց, որը հանդիսանում է մաշակայունության և ամրության բարձրացման հիմնական ցուցանիշներից մեկը, անհրաժեշտ է կորունդե կտրող թիթեղիկի աշխատանքային մակերևույթների բարձր պահանջների ապահովում: Փորձերով հիմնավորվել է, որ վերջնասրված (չափաբերված) աշխատանքային մակերևույթներով կտրող թիթեղիկների մաշակայունությունը չվերջնասրվածի (չչափաբերված) համեմատ ավելի 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:

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

A.M. ARZUMANYAN, T.A. MIRVELYAN

CALCULATION OF CUTTING STRENGTH AT PROCESSING OF ALLOYS FROM NON-FERROUS METALS BY CORUNDUM CUTTING PLATES WITH SQUARE-CUTTING CUTTING LOOP

At fine-machining of alloys from non-ferrous metals, the state of the working surfaces of the corundum cutting insert is very Important to obtain a high-quality machined surface and the required dimensional accuracy. In addition to the correct orientation of the cutting part of the plate, which is one of the main indicators of the increase in strength and wear resistance, it is necessary to meet high the requirements get to the working surfaces of the corundum-cutting insert. It has been established by experiments that, in comparison with the wear resistance of the finished working surfaces 1.5 to 3.0 times more are not achieved. In addition, the radius of curvature of the cutting blade of the plate is of great importance, the presence of which ensures the necessary state of the working surfaces, removing the defects after sharpening, thereby increasing the wear resistance and the strength of the corundum plates. This will also lead to a preliminary run-in of the cutting inserts.

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

ՀՏԴ 621.77.09

**Ա.Ա. ԱՐՇԱԿՅԱՆ, Ս.Կ. ԵՂԻԱԶԱՐՅԱՆ, Ա.Բ. ԲԱԼԱՍԱՆՅԱՆ,
Վ.Շ. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ**

**ՍԱՐԱՀԱՐԹ ԿԱՆՈՆԱՎՈՐ ՄԻԿՐՈՆԵԼԻԵՖԻ ՁԵՎԱՎՈՐՄԱՆ
ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱ**

Մշակվել է սարահարթ կանոնավոր միկրոռելիեֆի ձևավորման նոր տեղնուլոգիա, որը լայն կիրառություն կգտնի տարբեր ոլորտի մեքենաշինական արտադրություններում ցիկլային ծանր բեռնվածքների և սահքի շփման պայմաններում աշխատող մեքենամասերի աշխատանքային մակերոյթների ձևավորման գործընթացներում, որի կիրառումը հնարավորություն է տալիս մոտ երկու անգամ բարձրացնել միկրոռելիեֆի ձևավորման գործընթացի արտադրողականությունը՝ կանոնավոր միկրոռելիեֆի սարահարթ տարրերի և յուղի գրպանիկների ձևավորման գործընթացների համատեղ իրականացմամբ:

Առանցքային բառեր. կանոնավոր միկրոռելիեֆ, ձեվավորում, բանվորական մակերևույթ, յուղի գրպանիկ, սարահարթ տարր:

Ներածություն: Տեխնիկայի զարգացմանը զուգընթաց՝ մեքենաների աշխատանքի պայմանները անընդհատ բարդանում են, առավել խիստ են դառնում մեքենամասերի շահագործական ցուցանիշներին ներկայացվող պահանջները: