

Т.Г. АФРИКЯН

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ СТЕПЕНИ ОРИЕНТАЦИИ АЛМАЗНЫХ ЗЕРЕН В ОБЪЕМЕ ЭКСТРУДИРОВАННЫХ КРУГОВ

Исследована степень ориентации алмазных зерен в объеме экструдированного круга. Установлено, что в экструдированных кругах прямого профиля оси абразивных зерен размещаются параллельно диаметральным сечениям шлифовального круга, а функция распределения углов отклонений имеет два максимума, равноудаленные от начала координат.

Ключевые слова: частицы, экструзия, пресс-форма, ориентация, гистограмма, термообработка.

Одним из перспективных направлений совершенствования алмазно-абразивного инструмента является создание кругов с ориентированными зернами относительно рабочей поверхности инструмента [1]. В [2] при исследовании процессов шлифования на основании экспериментальных данных установлено, что в реальном процессе шлифования 85...90% количества зерен, расположенных на единице рабочей поверхности круга, практически не участвует в резании.

Среди известных способов изготовления шлифовальных инструментов формование экструзией обеспечивает максимальную степень ориентации.

Нами разработана и апробирована в производственных условиях принципиально новая технология формования шлифовального круга 1A1, при которой вначале экструдировывают корпус круга, затем наращивают камеру формования пресс-формы в радиальном направлении, после чего экструдировывают абразивоносный слой [3]. Окончательное формование кругов осуществляется в пресс-формах, в которых получают заготовки инструментов, близкие по форме и размерам к готовому изделию.

При традиционной технологии формование пресс-форм, как правило, предусматривает прессование "до упора", что в весовом дозировании обеспечивает точный объем заготовки, заданную пористость, а также определенную твердость.

Недостатком данной схемы является то, что в случае, если масса будет больше расчетного значения, может произойти поломка пресс-формы или ее деформация. Этому недостатку лишена схема прессования "по давлению". В этом случае заранее опытным путем определяют давление, приложенное к формируемой массе, при котором обеспечивается заданная высота, а следовательно, и плотность брикета. По известному давлению определяют силу прессования. При формовании абразивных инструментов на гидравлических прессах, снабженных устройствами для регулирования силы, процесс прессования прекращают по достижении ранее рассчитанной силы [4].

Формование шлифовальных кругов экструзией соответствует схеме прессования “по давлению”.

Входная окружная щель камеры формования пресс-формы должна иметь вход в радиальном направлении для приема шихты. Пресс-форма для формования корпуса круга имеет форму кассеты (рис.1) и состоит из пустотелой оправки 1, на которую насажены и закреплены два диска 2, между которыми вставляется распорная втулка 3. Для наращивания алмазонасного слоя на цилиндрической поверхности дисков 2 насаживаются до упора наращиватели 4, которые удерживаются от распрессовки под воздействием силы давления, возникающей при экструзии держателями 5. Держатели 5 установлены на торцах дисков 2 с возможностью радиального перемещения и фиксации положения болтами 6. После сборки дисков 2 на пустотелую оправку и затяжки специальной гайкой 7 на первой экструдерной установке получают корпус круга диаметром d (рис.1). Затем наращивают абразивоносный слой, для чего на пресс-форму с формовкой корпуса насаживают наращиватели 4, раздвигают держатели 5, которые закрепляют болтами 6. Далее, с целью термообработки круга, на пресс-форму надевают рубашку 8 (рис.1) с внутренним диаметром D . Рубашка имеет форму кольца и Г-образное сечение. Она перекрывает входную окружную щель в камеру формования.

Изготовление круга осуществляют на двух идентичных установках с диаметрами прессформодержателей, равными диаметру корпуса круга d и шлифовального круга $D=d+2a$, где a – толщина абразивоносного слоя. Подготовка установок к запуску идентична операциям формования.

Сначала на первой экструдерной установке формируется корпус круга. Затем пресс-форма с формованным корпусом поступает на вторую экструдерную установку.

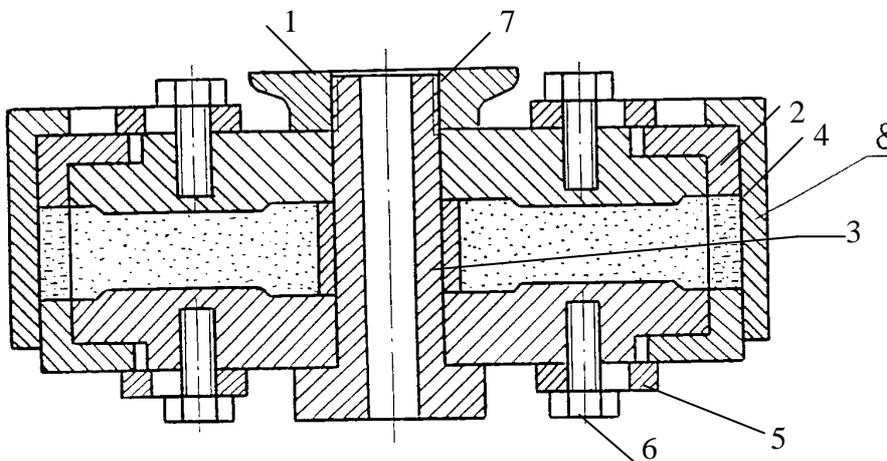


Рис. 1. Пресс-форма для экструдирования шлифовального круга

Термическая обработка круга. Термическая обработка круга производится в две стадии: на первой – нагрев пресс-формы с кругом вне пресса до $160\text{ }^{\circ}\text{C}$, на второй – нагрев печи до $180\text{ }^{\circ}\text{C}$ без пресс-формы по особому режиму.

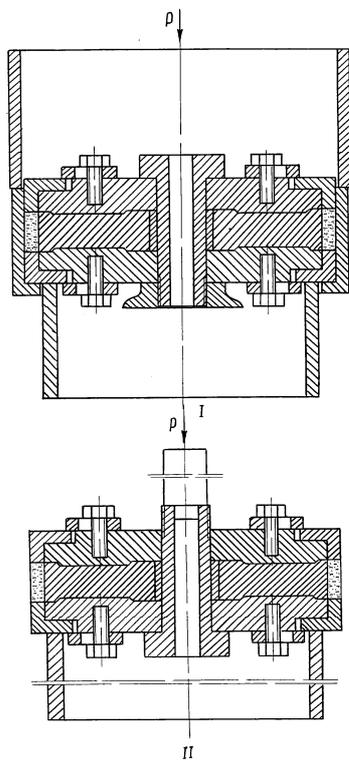


Рис. 2. Схема распрессовки пресс-формы

На первой стадии термообработки происходит частичная бакелизация или поликонденсация связки. Она ведется в электрических печах и заключается в нагреве изделий до 160°C при температуре печи 180°C . При бакелизации происходит сращение отдельных молекул в более крупные – линейные, сетчатые и трехмерные. Одновременно протекают и другие реакции. Вводимый в массу фурфурол при нагревании испаряется не целиком, а частично вступает в реакцию. В процессе бакелизации нагреванием, помимо конденсации, происходит перераспределение бакелита на зернах абразивного материала, крупные зерна покрываются равномерным слоем связки [5].

Температурный режим бакелизации при нормальном давлении определяется по следующим факторам:

- а) количество связок в изделии;
- б) количество летучих продуктов в связке;
- в) пористость изделий;
- г) зернистость абразивного инстру-

мента;

- д) скорость полимеризации бакелита, применяемого для изготовления связки;
- е) размеры и форма изделий.

Обеспечение высокого содержания связки, наличие в ней большого количества летучих, малой скорости отвердевания смолы, низкой пористости изделия требует медленного повышения температуры, обеспечивающей спокойное удаление летучих продуктов [5].

После термообработки на первой стадии пресс-формы снимаются с печи, охлаждаются в воздушном холодильнике, затем на другом прессе производится распрессовка (рис. 2). Сначала распрессовывается рубашка (поз. I), затем пустотелая оправка пресс-формы (поз. II).

С целью полной полимеризации фенолформальдегидной смолы круги поступают на вторую стадию термообработки. Для возможно меньшего времени использования пресс-формы и их оборота в технологическом цикле круги снимаются с пресс-формы, затем загружаются в печь, нагрев которой ведут по специальной программе.

Программу нагрева задает и выдерживает программный регулятор температуры, разработанный и изготовленный во ВНИИАлмазе. Напольная установка смонтирована

на стойке, имеет программный регулятор типа РУ5-01М и автоматический потенциометр типа КСП-3. Элементы управления, световой и звуковой сигнализации вынесены на лицевую панель. Остальные элементы установки размещены в корпусе [5].

Режим нагрева определяет программа, заданная графиком на ленте регулятора. В соответствии с этой программой и электрическими сигналами термопары типа ТХК, установленной в зоне нагрева, потенциометр регулирует и поддерживает необходимую температуру. Установка позволяет управлять температурным режимом печи автоматически и вручную. Охлаждение алмазных кругов производится вместе с термощафом до 35 ± 5 °С.

Таблица

Температурный режим термообработки алмазных кругов на связках В1-01, В2-01, В3-01, В2-02

№	Интервал температуры, °С	Скорость подъема температуры, гр/мин	Время подъема температуры, мин	Выдержка, мин
1	20...120	1,7	60	-
2	120...150	0,5	60	-
3	150...180	0,25	120	-
4	180	-	-	60

После окончательной термической обработки круги выгружают на рабочий стол, с них удаляют наплывы, заусеницы, затем их проверяют на отсутствие трещин, выкрашивание, отслоение алмазоносного слоя, линейные размеры кругов.

Предложенная технология по сравнению с базовой позволяет:

- повысить работоспособность шлифовального круга за счет геометрической ориентации абразивных зерен и равномерности распределения плотности;
- повысить производительность изготовления абразивного инструмента за счет исключения механических операций изготовления корпуса, ручных операций взвешивания, укладки и выравнивания времени формования;
- для кругов на органических связках – заменить металлические корпуса на органические, снизить брак и повысить надежность соединения абразивоносного слоя и корпуса круга.

С целью выяснения распределения углов ориентации было проведено исследование кругов, изготовленных по данной технологии. Из алмазоносного слоя экструдированного круга в радиальном направлении срезана тонкая пластина. Затем с помощью оптического микроскопа "YEOLS" (увеличение $\times 120$) исследована поверхность изготовленного шлифа. Участок исследуемого объема показан на рис. 3, а расположение отдельного зерна в связке - на рис. 4 (увеличение $\times 600$).

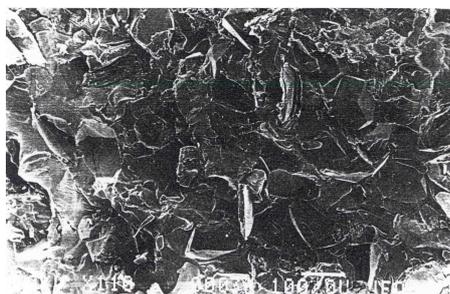


Рис. 3. Участок исследуемого объема алмазосносного слоя (x120)

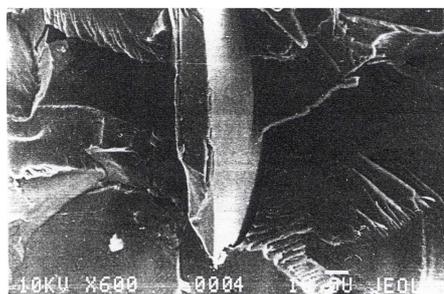


Рис. 4. Расположение отдельного зерна в связке (x600)

Как видно из рис. 3, зерна алмаза имеют разнообразные формы и размеры, поэтому ввиду затруднения проведения осей определение истинного расположения зерна в объеме алмазосносного слоя невозможно.

Исходя из этого, в качестве модели недеформируемых частиц алмаза были использованы цилиндрики, отрезанные от медной проволоки $d=0,2$ мм с соотношением $h/d = 4/1$. В пресс-форме вместо корпуса между щечками на пустотелую оправку надевали распорную втулку. В рабочую камеру экструдера [3] загружалась подготовленная шихта, состоящая из пульвербакелита (СФП-012А) и цилиндриков с объемным соотношением 70...30%. Экструзия шихты проводилась при температуре $85^\circ \pm 5^\circ$ С [6]. Формованные круги далее поступали на окончательную термическую обработку, как описано выше.

На рис.5 показано ориентирование недеформируемых частиц в экструдированном круге.

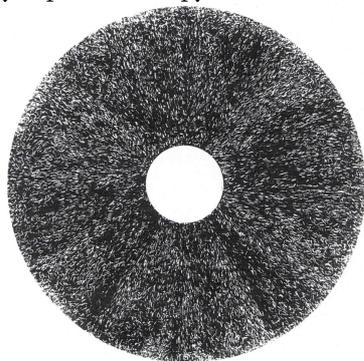


Рис. 5. Ориентирование недеформируемых частиц в экструдированном круге

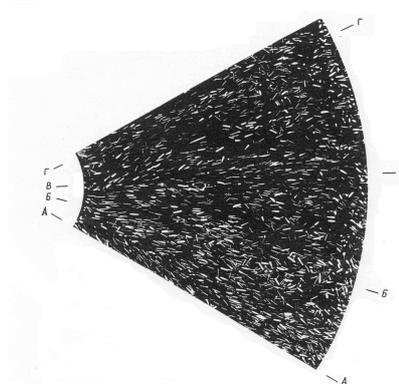


Рис. 6. Сегмент экструдированного круга, увеличенного в 2,5 раза

Для исследования распределения углов отклонения от направления пластического течения участок круга в виде сегмента увеличивался в 2,5 раза (рис.6). Далее на сегмент накладывалась калька и на ней в радиальном направлении проводились секущие (А-А, Б-Б, В-В, Г-Г). Затем проводились оси цилиндриков от радиального направления (рис.7). По полученным результатам построена гистограмма распределения углов отклонения от направления пластического течения.

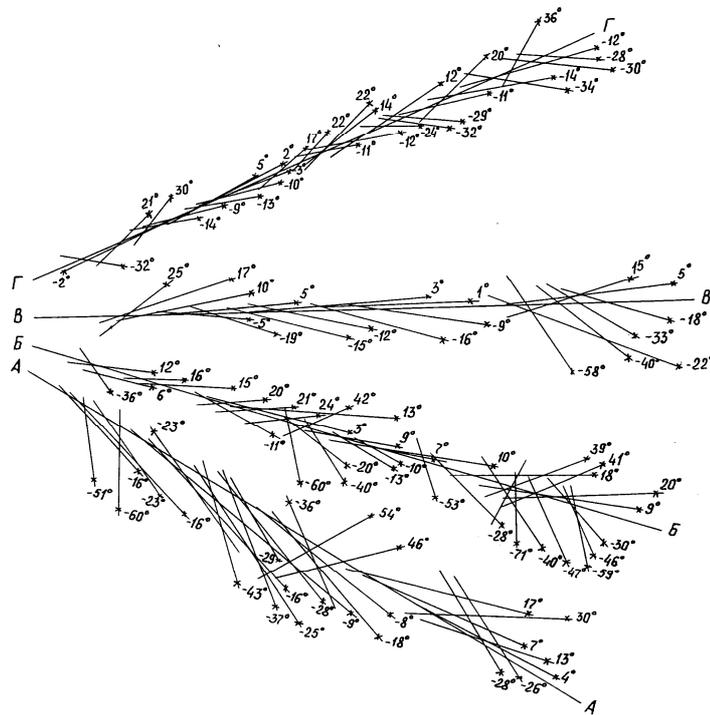


Рис. 7. Схема угла отклонения от направления экструзии

Установлено, что в экструдированных кругах прямого профиля оси абразивных зерен размещаются параллельно диаметральным сечениям шлифовального круга, а функция распределения отклонений имеет два максимума, равноудаленные от начала координат (рис.10).

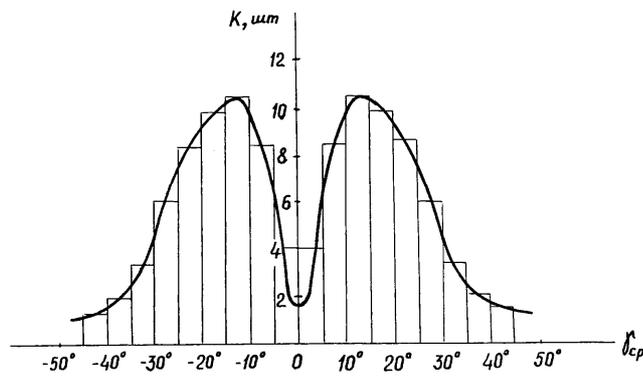


Рис. 8

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Makee R.** Abrasive Engineering. – 1970. - V. 16, № 1. - P. 16-26.
2. **Яцерицын П.И.** Повышение эксплуатационных свойств шлифовальных поверхностей. - Минск: Наука и техника, 1966. – 384 с.
3. Роспатент № 1404315 от 02.07.93 г. Устройство для формования абразивного инструмента / **Р.Б. Мартиросян, Т.Г. Африкян, Р.Р. Мартиросян.** – 1993.
4. **Бакуль В.Н., Никитин Ю.И., Верник Е.Б.** Основы проектирования и технология изготовления абразивного и алмазного инструмента. – М.: Машиностроение, 1975. – 292 с.
5. **Любонудров В.Н., Васильев Н.Н.** Абразивные инструменты и их изготовление. – М.: Машгиз, 1953. – 323 с.
6. **Африкян Т.Г.** Технология изготовления алмазных шлифовальных кругов с ориентированными алмазными зёрнами // Изв. НАН РА и ГИУА. - Сер. ТН. – 2002.- Т. 55, № 1. – С. 46-51.

Гаварский гос. университет. Материал поступил в редакцию 20.01.2002.

S.Ն. ԱՖՐԻԿՅԱՆ

ԱՐՏԱՄՂՎԱԾ ՀՂԿԱՔԱՐԵՐԻ ԾԱՎԱԼՈՒՄ ԱԼՄԱՍՏԵ ՀԱՏԻԿՆԵՐԻ ԿՈՂՄՆՈՐՈՇՄԱՆ ԱՍՏԻՃԱՆԻ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄԸ ԵՎ ՍՏԱՑՄԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՆ

Հետազոտվել է արմատե հատիկների կողմնորոշման աստիճանը արտամղված հղկաքարերի ծավալում: Պարզվել է, որ ուղիղ պրոֆիլի արտամղված հղկաքարերի տրամագծային հատույթներում հատիկների առանցքները դասավորվում են վերջիններիս զուգահեռ, իսկ շեղման անկյունների բաշխման գործառույթն ունի կոորդինատների սկզբնակետից հավասար հեռացած երկու առավելագույն արժեքներ:

T.G. AFRIKYAN

TECHNOLOGY OF OBTAINING AND THE STUDY OF DIAMOND GRAIN ORIENTATION DEGREE IN EXTRUDED GRAINS

The orientation degree in extruded wheel volume is studied. It is stated that in extruded wheels of direct profile the abrasive grain axes are located in parallel diametric grinding wheel sections, and the distribution function of deviation angles has two maxima equidistant origin of coordinates.