

И.Н. ПЫЖОВ, д-р техн. наук, профессор, НТУ «ХПИ»

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ ПЕРИФЕРИЙНЫХ АЛМАЗНЫХ КРУГОВ

Приведені результати досліджень по встановленню особливостей процесу електрохімічної правки робочої поверхні периферійних алмазних струмопровідних кругів.

Приведены результаты исследований по установлению особенностей процесса электрохимической правки рабочей поверхности периферийных алмазных токопроводящих кругов.

The results of researches of features of process of electrochemical correction of working surface of peripheral diamond circles are resulted.

Постановка проблемы. Вопрос повышения эффективности алмазного шлифования остается актуальным и на современном этапе развития науки и техники. Особенно это относится к случаю использования токопроводящих алмазных кругов т.к. практическая реализация их потенциала в первую очередь определяется проработанностью вопроса восстановления их режущих свойств, т.е. правки с целью обеспечения развитости режущего рельефа и точности рабочей поверхности кругов (РПК).

Анализ последних исследований и публикаций. Правка алмазных кругов на прочных токопроводящих (в основном металлических) связках является достаточно ответственным и сложным процессом [1]. Особенно это относится к случаю шлифования сверхтвердых материалов на основе алмаза и твердых модификаций нитрида бора [2, 3]. Поскольку обработка этих материалов зачастую ведется торцовыми алмазными кругами, то наиболее полно этот вопрос проработан в литературе именно по отношению к ним. Речь идет в основном об электрохимическом методе правке, основанном на известных законах Фарадея [4, 5]. В тоже время особенности правки РПК кругов, работающих периферией, изучены недостаточно, хотя они довольно широко применяются для обработки ПСТМ.

Цель исследования. Целью данной работы является теоретический анализ факторов, ответственных за непостоянство межэлектродного зазора (МЭЗ) между рабочими поверхностями правящего катода и РПК, и разработка рекомендаций по проектированию эффективных конструкций правящих устройств применительно к алмазным токопроводящим кругам, работающим периферией.

Основные материалы исследования.

Использование периферийных алмазных кругов для шлифования ПСТМ на основе алмаза и нитридов бора имеет ряд особенностей, к которым в

первую очередь следует отнести линейный контакт круга с обрабатываемым материалом, а также изменение радиуса круга по мере его износа, в результате чего при неизменном радиусе рабочей поверхности катода нарушается равномерность МЭЗ.

Линейность контакта круга с обрабатываемым ПСТМ требует особой тщательности в соблюдении условия соответствия скоростей износа круга и съема поликристалла, что на практике может быть обеспечено путем применения автоматического следящего устройства [6].

Что касается непостоянства величины МЭЗ, то для компенсации его отрицательного воздействия на явления, происходящие в зоне управления РПК, необходима разработка специальных правящих устройств, которые имели бы возможность хотя бы частичной компенсации изменения величины МЭЗ по длине электрического контакта рабочих поверхностей круга и катода.

Известно [4], что при размерной электрохимической обработке при постоянной температуре электрическое сопротивление электролита определяется зависимостью:

$$R_3 = \rho \cdot \frac{\Delta}{F},$$

где R_3 - электрическое сопротивление электролита, Ом; ρ - удельное сопротивление электролита Ом·см; Δ - длина столба электролита между электродами (МЭЗ), см; F - площадь поперечного сечения столба электролита см².

Таким образом, величина МЭЗ Δ и степень заполнения его электролитом (от чего во многом зависит удельное сопротивление МЭЗ) существенным образом влияют на величину плотности технологического тока в цепи правки круга, а, следовательно, и эффективности процесса шлифования в целом.

Теоретический анализ показывает, что величина МЭЗ является функцией трех параметров: радиуса рабочей поверхности катода ($R_{кТ}$), радиуса круга ($R_к$) текущее значение которого меняется по мере износа его алмазосодержащего слоя и угла α . Величина последнего фактически определяет длину электрического контакта рабочих поверхностей правящего катода и круга.

Применительно к участку AB на основании расчетной схемы, приведенной на рис. 1 (здесь катод и круг условно показаны во взаимном контакте в точке B), можно записать, что:

$$\Delta = R_{кТ} - \sqrt{R_к^2 - ((R_{кТ} - R_к) \cdot \cos \alpha)^2} + (R_{кТ} - R_к) \cdot \sin \alpha,$$

где Δ - межэлектродный зазор, мм; $R_{кТ}$ - радиус рабочей поверхности катода, мм; $R_к$ - радиус круга, мм; α - угол, град.

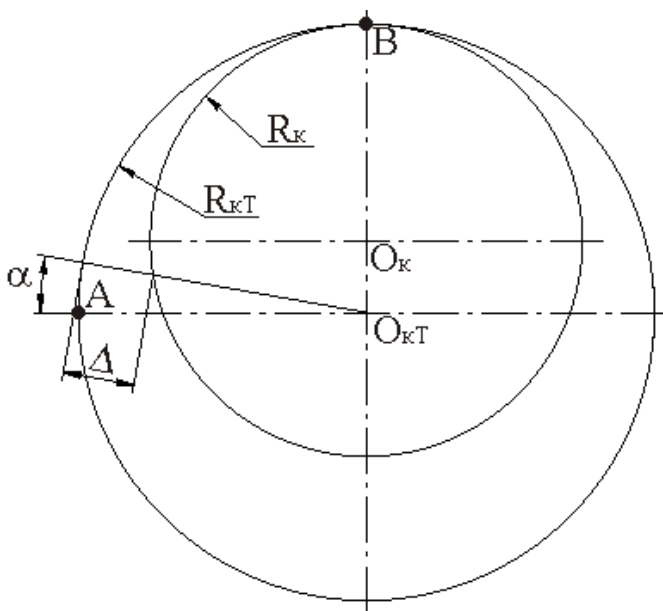


Рисунок 1 – Схема взаимного расположения катода и круга

Обычно величину радиуса рабочей поверхности катода принимают примерно равной максимальному (исходному) радиусу круга. В этом случае, как свидетельствуют данные, приведенные на рис. 2, при простой конструкции правящего катода (рабочая поверхность катода выполнена цельной) необходимо стремиться к использованию кругов с малой толщиной алмазонасного слоя, что, как правило, повышает себестоимость процесса обработки ПСТМ. В тоже время данные, представленные на рис. 3, иллюстрируют достаточно резкую зависимость зазора Δ от величины угла α . Для уменьшения перепада величин МЭЗ необходимо снижать длину дуги электрического контакта катода с кругом за счет соответствующего уменьшения размера катода. Однако такой путь также ведет к снижению величины силы тока в цепи управления, а, следовательно, ограничению технологических возможностей процесса шлифования.

Наиболее простым (приближенным) решением этого вопроса является использование секционных конструкций правящего катода [7, 8]. Здесь возможны два принципиальных варианта. В первом случае рабочие поверхности секций катода имеют одинаковые радиусы. На рис. 4 представлена конструкция такого секционного катода, которая показала достаточно хорошие результаты по управлению РПК периферийных алмазных кругов применительно к кругло - и плоскошлифовальным станкам [7].

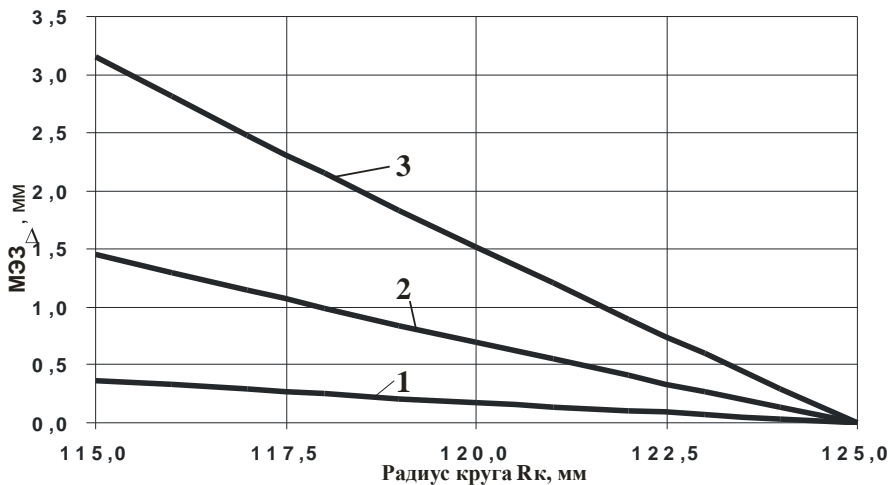


Рисунок 2 – Зависимость $\Delta = f(R_k, \alpha)$ при условии, что $R_{кТ} = 125\text{мм}$
 1- $\alpha = 45^\circ$; 2- $\alpha = 60^\circ$; 3- $\alpha = 75^\circ$

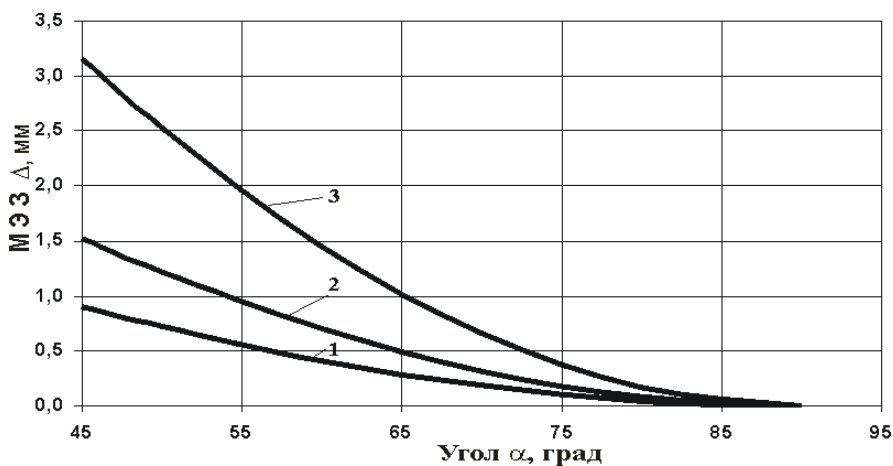


Рисунок 3 – Зависимость $\Delta = f(\alpha, t)$ при условии, что $R_{кТ} = R_{к\text{max}} = 125\text{мм}$, а алмазный слой полностью изношен.
 1- $t=3\text{мм}$; 2- $t=5\text{мм}$; 3- $t=10\text{мм}$

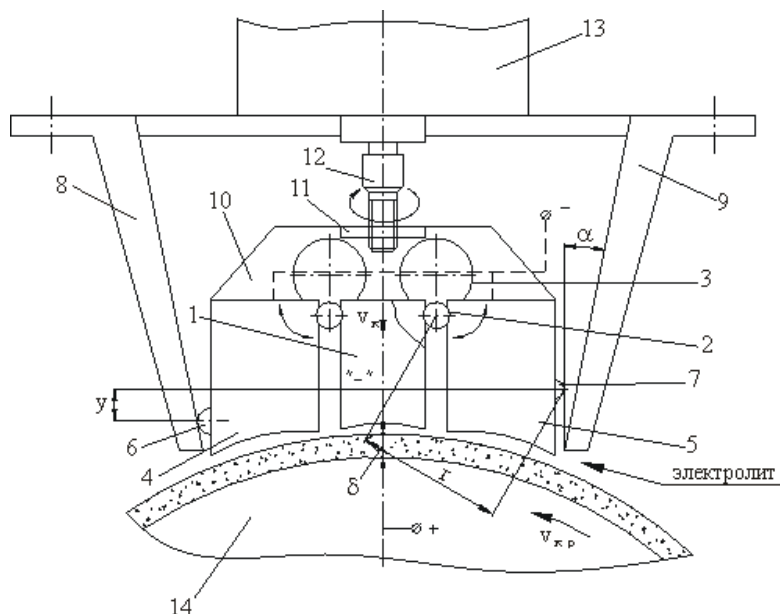


Рисунок 4 – Конструкция секционного правящего катода

Устройство содержит катод, состоящий из неподвижного центрального сегмента 1, соединенных с ним с помощью роликов 2 и пружин 3 боковых секций 4 и 5, на которых установлены опорные элементы 6 и 7, находящиеся в контакте с коническими направляющими 8 и 9, закрепленными неподвижно. Центральная часть катода закреплена неподвижно на корпусе 10, на котором также неподвижно закреплена гайка 11, составляющая с винтом 12 передаточную пару, а винт установлен на валу реверсивного двигателя 13 привода радиальной подачи катода.

В то время как автоматическая следящая система непрерывно поддерживает заданную силу тока в цепи управления РПК (заданную интенсивность удаления связки круга электрохимическим способом) путем изменения величины межэлектродного зазора (МЭЗ) конические направляющие 8 и 9 вызывают поворот боковых секций 4 и 5 на роликах 2. При этом МЭЗ по длине этих секций как бы стремится выровняться.

Поскольку опоры 6 и 7 смещены друг относительно друга на величину Y , то величина МЭЗ на входе в правую секцию (забор электролита) всегда больше межэлектродного зазора на выходе из левой секции (выброс электролита). В результате этого создаются условия для лучшего захвата и удержания электролита в МЭЗ. Все это благоприятно сказывается на величине силы тока в цепи правки РПК.

Во втором случае рабочие поверхности секций катода имеют разные радиусы. Например, при катоде, состоящем из трех секций, они могут быть равны соответственно [8]:

$$R_{c1} = R_{k \max}, R_{c2} = R_{k \text{ ср.}}, R_{c3} = R_{k \min},$$

где R_{c1}, R_{c2}, R_{c3} - радиусы рабочих поверхностей секций катода; $R_{k \max}, R_{k \text{ ср.}}, R_{k \min}$ - максимальный, средний и минимальный радиусы алмазоносного слой круга соответственно.

Положительный эффект при такой конструкции правящего катода заключается в том, что хотя бы одна из его секций работает в условиях приближенных к оптимальным за счет близости величин радиусов их рабочих поверхностей и РПК.

Выводы и перспективы развития. Таким образом, проведенный теоретический анализ изменения величины МЭЗ между рабочими поверхностями алмазного токопроводящего круга и правящего катода дал возможность установить факторы, ответственные за непостоянство его величины по длине электрического контакта этих поверхностей. Это позволило предложить различные варианты конструкций правящих электродов, объединяющим элементом которых является их многосекционность.

В дальнейшем представляет интерес исследования направленные на обеспечение неизменности поперечного профиля РПК периферийных алмазных кругов.

Список литературы: 1. Повышение эффективности заточки буровых коронок алмазными токопроводящими кругами / *Грабченко А.И., Пыжов И.Н., Култышев С.А., Линенко - Мельников Ю.П.* // Сверхтвердые материалы. К.: 1990.-№ 1.- С.57-60. 2. *Грабченко А.И.* Расширение технологических возможностей алмазного шлифования / *Грабченко А.И.* - Харьков: Вища школа, 1985. - 184 с. 3. *Семко М.Ф.* Алмазное шлифование синтетических сверхтвердых материалов / *Семко М.Ф., Грабченко А.И., Ходоревский М.Г.* - Харьков: Вища школа, 1980. - 192 с. 4. *Попилов Д.Я.* Электрофизическая и электрохимическая обработка материалов / *Попилов Д.Я.* - М.: Машиностроение, 1982. - 400с. 5. Размерная электрическая обработка металлов: Учебное пособие для студентов вузов / [Б.А. Артамонов, А.Л. Вишинцкий., Ю.С. Волков., А.В. Глазков]. Под ред. А.В. Глазкова. - М.: Высш. школа, 1978. -336с. 6. *Фадеев В.А.*, Формообразование высококачественных прецизионных сложнопрофильных лезвийных инструментов из ПСТМ / *Фадеев В.А., Пыжов И.Н., Федорович В.А.* // Резание и инструмент в технологических системах: Междунар. науч.-техн. сб.–Харьков: 2009.-Вып.76.-С. 225-235. 7. А.с. 1569124 СССР, МКИ В 23 Н 7/00. Способ непрерывной правки токопроводящих абразивных кругов / А.И. Грабченко, И.Н. Пыжов, С.А. Култышев (СССР). -№ 4414396/31-08; заявл. 25.04.88; опубл. 07.06.1990, Бюл. № 21. 8. А.с. 1593807 СССР, МКИ В 23 Н 7/00. Способ электрохимической правки токопроводящих абразивных кругов на внутришлифовальном станке / Грабченко А.И., Пыжов И.Н., Култышев С.А., и др. (СССР). - № 4470665/31-08. Заявлено 08.08.1988; Опубл. 23.09.1990, Бюл. № 35.

Надійшла до редколегії 15.09.2010