

Исследование процессов механической обработки материалов и разработка прогрессивных способов их реализации

УДК 621.923

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОГО УДАЛЕНИЯ ПРОДУКТОВ ЗАСАЛИВАНИЯ С КОНТАКТНЫХ ПЛОЩАДОК АЛМАЗНЫХ ЗЕРЕН

Матюха П.Г., Гринев А.А.
(ДонНТУ, г. Донецк, Украина)

В настоящее время повышение производительности шлифования алмазными кругами на металлической связке достигается с помощью электроэрозионных управляющих воздействий на рабочую поверхность круга (РПК). При этом поиск режимов электроэрозионных управляющих воздействий осуществляется с помощью экспериментальных методов [1, 2] или теоретических [3, 4]. Вместе с тем, методика расчета режимов управляющих воздействий при алмазном шлифовании в условиях большой площади контакта заготовки с рабочей поверхностью круга в технической литературе отсутствует.

Целью статьи является разработка методики расчета вероятности электроэрозионного удаления продуктов засаливания с контактных площадок алмазных зерен при обработке ванадиевой быстрорежущей стали Р6М5Ф3 алмазным шлифованием по упругой схеме в условиях большой площади контакта, которая впоследствии будет использована при определении оптимальных режимов электроэрозионных воздействий на РПК.

Особенностью алмазного шлифования неподвижного образца является увеличенная площадь контакта РПК с заготовкой, практически полная потеря режущей способности РПК, сформированной в процессе электроэрозионной правки, почти сразу после начала обработки. Такая быстрая потеря режущей способности РПК обусловлена засаливанием обрабатываемым материалом микрорельефа контактных площадок на зернах, а также увеличением количества одновременно контактирующих зерен в результате уменьшения разновысотности вершин, что приводит к уменьшению фактического удельного давления на отдельном зерне [5].

В основу определения режимов электроэрозионных воздействий положим такую интенсивность удаления продуктов засаливания с контактных площадок алмазных зерен, при которой режущие свойства поверхности круга будут стабильными, а себестоимость обработки минимальная.

При шлифования неподвижных образцов с электроэрозионными воздействиями на РПК в автономной зоне (рис. 1) полезную работу по удалению продуктов засаливания и повышению режущих свойств РПК выполняют лишь электрические разряды, падающие на контактные площадки алмазных зерен.

Для определения общей вероятности электроэрозионного удаления продуктов засаливания с контактной площадки на зерне рассмотрим процесс удаления, воспользовавшись следующей схемой. Пусть в интервале времени, равному периоду между импульсами T , действует импульс напряжения длительностью t_n (рис. 2).

За время T через межэлектродный промежуток между электродом инструментом и РПК проходит достаточно большая область стационарного случайного поля, образованного контактными площадками на зернах, находящимися на рабочей поверхности

круга. Тогда, электроэрозионное удаление продуктов засаливания с контактных площадок на алмазных зернах, возможно лишь в том случае, когда одновременно выполняются следующие независимые и случайные события:

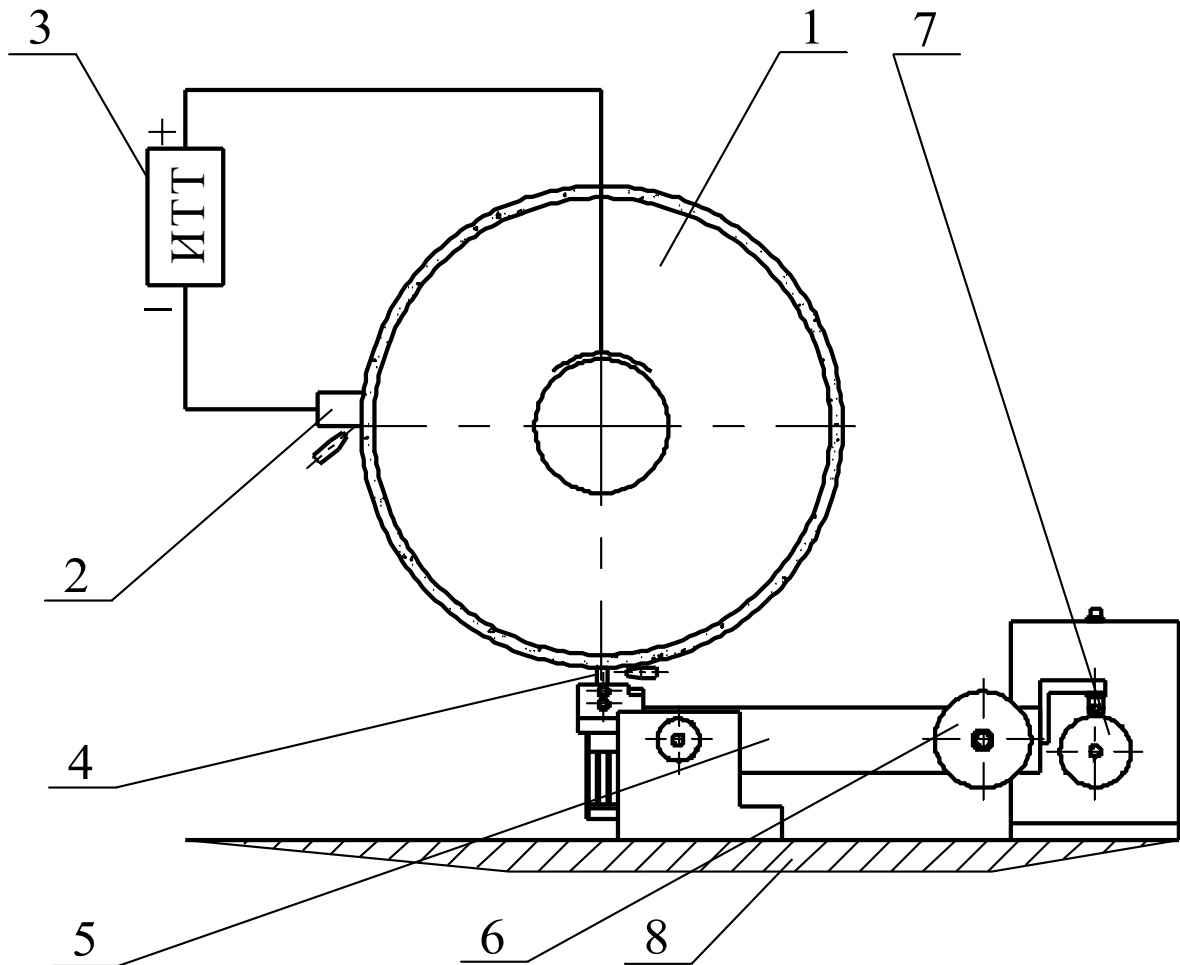


Рис. 1. Алмазное шлифование по упругой схеме с электроэрозионными воздействиями на РПК в автономной зоне
 1 – алмазный шлифовальный круг; 2 – электрод-инструмент; 3 – источник технологического тока; 4 – образец; 5- рычаг; 6- груз; 7 – кулачок для прерывания процесса шлифования; 8 – стол станка.

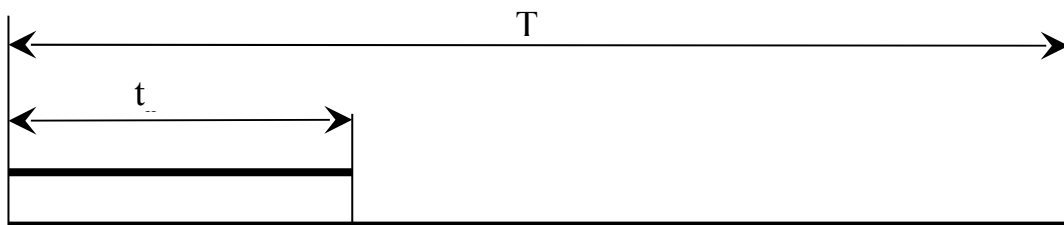


Рис. 2. Схема к расчету общей вероятности электроэрозионного удаления продуктов засаливания с контактных площадок на зернах

а) при прохождении участка РПК по поверхности электрода-инструмента (ЭИ) на выходе источника технологического тока действует импульс напряжения;

б) засаленные контактные площадки имеют токопроводные мостики со связкой, к которой подключен положительный полюс источника технологического тока;

в) при прохождении по поверхности ЭИ одной из засаленных контактных площадок в межэлектродном промежутке возникают условия, обеспечивающие возбуждение рабочего электрического разряда.

В связи с этим, общая вероятность электроэрозионного удаления продуктов засаливания P_o будет равна произведению вероятностей перечисленных независимых случайных событий

$$P_o = P_1 \cdot P_2 \cdot P_3, \quad (1)$$

где P_1 – вероятность появления импульса напряжения на выходе источника технологического тока при прохождении по поверхности ЭИ зерен за время, равное периоду импульсов;

P_2 – вероятность образования токопроводных мостиков между контактной площадкой на зерне и связкой;

P_3 – вероятность того, что при прохождении по поверхности ЭИ одной из засаленных контактных площадок в межэлектродном промежутке возникают условия, обеспечивающие возбуждение рабочего электрического разряда.

Вероятность появления импульса напряжения на выходе источника технологического тока за время, равное периоду импульсов P_1 , определим как отношение длительности импульса t_u к периоду T , то есть

$$P_1 = \frac{t_u}{T}. \quad (2)$$

Вероятность образования токопроводных мостиков между контактной площадкой на зерне и связкой определим экспериментально по профилограммам РПК, как отношение количества зерен, имеющих токопроводные мостики между контактной площадкой и связкой, и общим количеством зерен в выборке на профилограмме. При записи профилограммы рабочей поверхности круга, не подвергнутой химической очистке зерен от продуктов засаливания, использовали специальное устройство, позволяющее выделить рельеф алмазных зерен из суммарного рельефа зерен и связки [6]. Зерна с токопроводными контактными площадками на такой профилограмме имели характерный вид (рис. 3).

В результате, вероятность образования токопроводных мостиков между контактной площадкой и связкой

$$P_2 = \frac{z_{mc}}{z_{общ}}, \quad (3)$$

где z_{mc} – количество зерен на профилограмме с контактными площадками, имеющими токопроводные мостики со связкой;

$z_{общ}$ – общее количество зерен в выборке на профилограмме.

Вероятность того, что при прохождении по поверхности ЭИ одной из засаленных контактных площадок в межэлектродном промежутке возникают условия, обеспечивающие возбуждение рабочего электрического разряда, определим с учетом того, что электрический разряд проходит лишь через одну контактную площадку, из площадок, находящихся в контакте с электродом-инструментом. В связи с этим

$$P_3 = \frac{S_{zn}^2}{10^3 \cdot V_k \cdot B_{эи} \cdot T \cdot F(R_z)}, \quad (4)$$

где S_{zn} – расстояние между зернами на рабочей поверхности круга, мм;
 $F(R_z)$ – вероятность попадания вершин зерен в промежуток, равный параметру шероховатости R_z поверхности электрода-инструмента;
 V_k – скорость круга, м/с;
 $B_{эи}$ – ширина электрода-инструмента, мм.

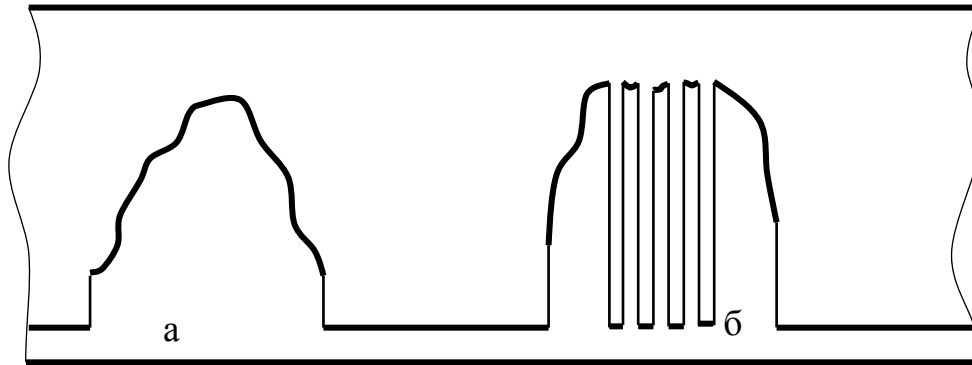


Рис. 3. Вид профилограммы РПК, не подвергнутой химической очистке
 а – профилограмма зерна без токопроводных мостиков;
 б – профилограмма зерна с контактной площадкой, имеющей токопроводные мостики со связкой.

Вероятность попадания вершин зерен в промежуток равный параметру шероховатости поверхности электрода-инструмента определяется с помощью функции распределения Вейбулла

$$F(R_z) = 1 - e^{-\frac{R_z^m}{x_0}}, \quad (5)$$

где m и x_0 – параметры закона распределения Вейбулла.

В свою очередь, расстояние между зернами на РПК рассчитывается по формуле

$$S_{zn} = \frac{20}{\sqrt[3]{i \cdot N_z}} \cdot \sqrt{\frac{d}{d - h_k}}. \quad (6)$$

Здесь d – диаметр шаровой модели зерна, N_z – число алмазных зерен в навеске величиной 0,2 г.; h_k – критическая глубина заделки зерна. Перечисленные параметры определялись по рекомендациям работы [3].

Для расчета вероятности электроэрозионного удаления продуктов засаливания с контактных площадок алмазных зерен по формулам (1) – (6) разработана программа для ПЭВМ.

Пример. Рассчитать общую вероятность удаления продуктов засаливания с контактных площадок зерен при шлифовании стали Р6М5Ф3 с электроэрозионными воздействиями на РПК алмазным шлифовальным кругом 1А1 250×75×15 АС6 100/80 4-М2-01. Режимы шлифования: скорость круга $V_k = 35$ м/с, сила поджима образца к кругу 72Н, сила тока электроэрозионных воздействий $I_{cp} = 6$ А. Параметры РПК: $S_{zn} = 0,3$ мм, параметры функции Вейбулла, описывающей разновысотность вершин зерен на релье-

фе, сформированном после 15 мин работы круга: $m = 1,65$, $x_0 = 204$. Параметр шероховатости поверхности электрода $R_z = 4$ мкм. Источник технологического тока – ИТТ 35, Частота импульсов 50 Гц, Длительность импульса напряжения $t_u = 0,75$ мс. Вероятность образования токопроводных мостиков между контактной площадкой на зерне и связкой $P_2 = 0,6$.

В результате расчета получены следующие величины вероятностей:

– вероятность появления импульса напряжения на выходе источника технологического тока при прохождении по поверхности ЭИ зерен за время, равное периоду импульсов, $P_1 = 3,75 \cdot 10^{-2}$;

– вероятность того, что при прохождении по поверхности ЭИ одной из засаленных контактных площадок в межэлектродном промежутке возникают условия, обеспечивающие возбуждение рабочего электрического разряда $P_3 = 1,35 \cdot 10^{-3}$.

Общая вероятность электроэрозионного удаления продуктов засаливания с контактных площадок на алмазных зернах будет равна $P_o = 3,03 \cdot 10^{-5}$.

Выводы:

– разработанная методика расчета общей вероятности электроэрозионного удаления продуктов засаливания с контактных площадок на алмазных зернах и программа для её расчета позволяет в дальнейшем определить оптимальные режимы электроэрозионных воздействий на РПК по критерию минимальной удельной себестоимости обработки;

– при использовании электроэрозионных воздействий для очистки засаленных контактных площадок на зернах лишь незначительная часть разрядов выполняет полезную работу по улучшению режущей способности РПК, что говорит о необходимости поиска более эффективных методов воздействий на РПК при шлифовании неподвижных образцов с большими площадями контакта.

Список литературы: 1. Узунян М.Д. Алмазно-искровое шлифование твердых сплавов. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2003. – 359 с. 2. Узунян М.Д., Малыхин В.В., Ходыкин А.В. Оптимизация процесса алмазно-искрового шлифования композиции «безвольфрамовый твердый сплав - сталь»// Резание и инструмент. – 1982. – Вып. 28. – С. 33-37. 3. Матюха П.Г., Полтавец В.В. Оптимизация функционирования системы шлифования с управляющими воздействиями на рабочую поверхность круга Физические и компьютерные технологии в народном хозяйстве. Труды 4-й Международной научн.-техн. конференции, 23-24 октября 2001 г. – Харьков: ХНПК «ФЭД», 2001. – С. 96-98. 4. Полтавец В.В. Обґрунтування режимів шліфування важкооброблюваних матеріалів при електроерозійній дії на робочу поверхню круга: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.03.01 / ДонНТУ. – Донецьк, 2001. – 16 с. 5. Гринев А.А., Матюха П.Г. Определение скорости погружения рабочей поверхности круга в неподвижный образец при алмазном шлифовании по упругой схеме. Прогрессивные технологии и системы машиностроения: Международный сб. научных трудов. – Донецк: ДонГТУ, 2001. – Вып. 16. – С. 142 – 146. 6. Устройство для регистрации рельефа поверхности абразивных инструментов. А.с. №775614(СССР) МКИ G 01 B7/34. / Матюха П.Г., Гафаров Э.Р. – Опубл. 1980. Бюл. №40.

ВИЗНАЧЕННЯ ЙМОВІРНОСТІ ЕЛЕКТРОЕРОЗІЙНОГО ВИДАЛЕННЯ ПРОДУКТІВ

ЗАСАЛЮВАННЯ З КОНТАКТНИХ ПЛОЩАДОК АЛМАЗНИХ ЗЕРЕН

Матюха П.Г., Гринев А.О.

У статті запропонована методика розрахунку ймовірності електроерозійного видалення продуктів засалювання з контактних площадок алмазних зерен при обробці ванадієвої швидкорізальної сталі Р6М5Ф3 алмазним шліфуванням за пружною схемою в умовах великої площини контакту. Методика буде використана при визначенні оптимальних режимів електроерозійних дій на РПК.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОГО УДАЛЕНИЯ ПРОДУКТОВ ЗАСАЛИВАНИЯ С КОНТАКТНЫХ ПЛОЩАДОК АЛМАЗНЫХ ЗЕРЕН

Матюха П.Г., Гринев А.А.

В статье предложена методика расчета вероятности электроэрозионного удаления продуктов засаливания с контактных площадок алмазных зерен при обработке ванадиевой быстрорежущей стали Р6М5Ф3 алмазным шлифованием по упругой схеме в условиях большой площади контакта, которая впоследствии будет использована при определении оптимальных режимов электроэрозионных воздействий на РПК.

DETERMINATION OF PROBABILITY OF SPARK-EROSIVE REMOVAL OF GREASING PRODUCTS FROM CONTACT AREAS OF DIAMOND GRAINS

Matjuha P.G., Grinyov A.A.

In the paper the technique of calculation of probability of spark-erosive removal of greasing products from contact areas of diamond grains is proposed at machining of vanadium high-speed steel Р6М5Ф3 with diamond grinding by elastic setup with great contact area. This technique will be used at determination of optimal conditions of spark-erosive actions on wheel working surface.

Рецензент: к.т.н., доц. Гусев В.В.