

УДК 621.9.06.-229;331

## **ВЛИЯНИЕ КОЛИЧЕСТВА И РАЗМЕРОВ ЭЛЕМЕНТОВ МАКРОПРОФИЛЯ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПРЕРЫВИСТЫХ ШЛИФОВАЛЬНЫХ АЛМАЗНЫХ И ЭЛЬБОРОВЫХ КРУГОВ НА ИХ УДЕЛЬНЫЙ ИЗНОС**

Якимов А.А., д.т.н.,  
Бовнегра Л.В., к.т.н.,  
Дмитриева С.Ю.,  
Безнос С.В.,  
Добровольский В.В.

*Одесский национальный политехнический университет (Украина)*

*В статье установлено, что зависимости удельного износа прерывистого шлифовального круга от числа впадин и от величины коэффициента прерывистости имеют экстремальный характер (имеют минимум). Выявлены характеры влияния количества выступов и впадин, величины отношения их длин и жесткости резания на возможность возникновения в другой системе станка параметрического резонанса.*

*Ключевые слова: режущее зерно, скорость резания, режущий микрорельеф, режущий выступ.*

**Постановка проблемы.** Для шлифования высокотвердых труднообрабатываемых материалов применяют круги из синтетических сверхтвердых материалов (алмазные и эльборовые круги). Алмазные зерна обладают высокими режущими свойствами, обусловленными их высокой твердостью, низким коэффициентом трения, значительной износостойкостью, высокой теплопроводностью и устойчивостью к агрессивным средам. При шлифовании алмазным инструментом часть алмазных зерен вырывается из связки, прежде чем они произведут какую-либо работу, часть хрупко разрушается, в результате чего снижается работоспособность шлифовального инструмента, увеличивается расход алмазов. Критерием оценки эффективного применения кругов из сверхтвердых синтетических материалов является их удельный (относительный) расход, т.е. величина отношения массы изношенного алмазного слоя шлифовального инструмента к массе металла, снятого при обработке  $q$  (мг/г).

Алмазные круги на органических связках обеспечивают стабильные производительность и качество обработки, но их

интенсивное самозатачивание приводит к высокому удельному расходу дорогостоящего сверхтвердого материала.

Алмазные круги на металлической связке изнашиваются значительно меньше, но они быстро утрачивают режущую способность, а это приводит к повышению температуры в зоне резания, вызывающей в поверхностном слое обрабатываемого материала существенные изменения его физико-механических свойств, которые определяют качество поверхности и эксплуатационные свойства деталей машин.

Поэтому изыскание возможности получения качественных поверхностей со свойствами, обеспечивающими улучшение эксплуатационных показателей изделий, с одновременной минимизацией удельного износа кругов из синтетических сверхтвердых материалов является актуальной технической задачей.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Понижение уровня высокотемпературных вспышек в зоне резания, приводящих к возникновению нежелательных физико-химических явлений на поверхностях контакта инструмента и детали, можно добиться использованием алмазных шлифовальных кругов с прорезями на рабочих поверхностях, что особенно актуально для инструментов на металлической связке [1]. Работа шлифовального алмазного инструмента со сплошной рабочей поверхностью сопровождается заполнением стружкой пространства между зернами и налипанием ее на режущие зерна, что приводит к повышению теплового фактора и связанного с ним изменению физико-механических свойств поверхностного слоя обрабатываемой детали [2]. Шлифование алмазными прерывистыми кругами сопровождается прерыванием нагрева обрабатываемой поверхности, что дает возможность значительно снизить общую теплонапряженность процесса. Прерываемость процесса резания создает благоприятные условия для размещения стружки во впадинах шлифовального инструмента и уменьшения схватываемости алмазных зерен с обрабатываемым материалом [3].

В работах [4–6] снижение интенсивности теплообразования при прерывистом шлифовании объясняется самозатачиваемостью круга, т.е. периодическим самооформлением микрорельефа его рабочей поверхности за счет объемного разрушения алмазных зерен и вырыванием изношенных зерен из связки. Из-за прерываемости процесса шлифования возникают высокочастотные колебания малой амплитуды, улучшающие условия стружкообразования и способствующие формированию на рабочей поверхности инструмента развитого режущего микрорельефа. Прерываемость процесса резания сопровождается периодическим изменением во времени жесткости

упругой системы станка, что при определенных геометрических параметрах рабочей поверхности шлифовального круга может привести к возникновению параметрического резонанса. Параметрическая неустойчивость упругой системы станка приводит к резкому возрастанию удельного расхода алмазоносного слоя шлифовального инструмента, повышению шероховатости обрабатываемой поверхности и формированию на ней волнистости. Волнистость может в несколько раз уменьшить фактическую опорную поверхность контактирующих деталей. В работах [1-4] влияние параметрического резонанса на относительный расход шлифовальных инструментов из синтетических сверхтвердых материалов описывается с разных, во многом противоречивых, позиций. Это обуславливает необходимость дальнейших исследований в этом направлении.

**Формулировка целей статьи.** Целью работы является поиск путей снижения удельного расхода прерывистого шлифовального инструмента из синтетических сверхтвердых материалов при обеспечении требуемого качества поверхностного слоя обрабатываемой детали.

**Основная часть.** Линейный износ алмазных кругов во времени протекает нестабильно. При шлифовании наиболее частым является случай, когда износ зерен из синтетических сверхтвердых материалов протекает более интенсивно по сравнению с износом связки круга. В этом случае шлифовальный инструмент работает в режиме затупления и требует периодического принудительного восстановления режущего микрорельефа его рабочей поверхности. В работе [7] введен параметр  $\eta$ , характеризующий характер линейного износа алмазных режущих зерен. Этот параметр изменяется в диапазоне  $0 \leq \eta \leq 1$  и характеризует степень линейного износа максимально-выступающего над уровнем связки зерна в момент его объемного разрушения или выравнивания из связки без разрушения. Параметр  $\eta$  численно равен отношению критической величине износа режущего зерна, при которой происходит его выпадение из связки или разрушение. К максимальной глубине внедрения этого зерна в обрабатываемый материал. В работе [7] предлагается формула для расчета параметра  $\eta$ :

$$\eta = 1 - \left( \frac{2042,7 \cdot V_{\text{заг}} \cdot (1 + l_2/l_1) \cdot \sqrt{t} \cdot \bar{X}^3}{V_{\text{кр}} \cdot m \cdot \sqrt{R_{\text{кр}}}} \right)^{\frac{(2-n')}{(2 \cdot n' - 1)}} \cdot \left( \frac{A}{P} \right)^{\frac{3}{(2 \cdot n' - 1)}} \cdot \text{tg} \gamma^{\frac{(n'+1)}{(2 \cdot n' - 1)}}, \quad (1)$$

где  $V_{\text{заг}}$  – скорость заготовки, м/мин;  $t$  – глубина резания, мм;  $\bar{X}$  – зернистость круга, мм;  $V_{\text{кр}}$  – окружная скорость круга, м/с;  $R_{\text{кр}}$  – радиус круга, мм;  $m$  – объемная концентрация зерен круга;  $A$  – параметр, характеризующий прочностные свойства обрабатываемого

материала (определяется расчетно-экспериментальным путем);  $P$  – тангенциальная составляющая предельной нагрузки, действующая на максимально-выступающее над связкой зерно, Н;  $\gamma$  – половина угла при вершине режущего зерна, имеющего коническую форму;  $l_2/l_1$  – отношение протяженности впадины прерывистого круга к длине режущего выступа;  $n'$  – параметр, определяемый экспериментально.

Для обеспечения требуемого качества поверхностного слоя деталей и производительности на операции шлифования необходимо, чтобы алмазный круг работал в режиме самозатачивания (т.е. при  $\eta \rightarrow 0$ ). Однако, чем быстрее режущие зерна будут разрушаться и выпадать из связки, тем больше будет удельный износ алмазного слоя шлифовального инструмента.

В связи с тем, что стоимость шлифовального круга из сверхтвердых синтетических материалов во много раз превышает стоимость абразивного инструмента, необходимо стремиться, чтобы параметр  $\eta$  при алмазном шлифовании был больше, чем при абразивном.

Учитывая, что при сплошном шлифовании параметр  $(1 + l_2/l_1) = 1$ , а при прерывистом всегда больше 1, то прерывистое шлифование сопровождается большим износом инструмента, чем при сплошном. Это видно из выражения (1).

Удельный износ круга из сверхтвердых материалов можно рассчитать по формуле [7]:

$$q = \frac{10^3 \cdot \rho_a \cdot \beta \cdot V_{кр} \cdot \Delta_i}{2 \cdot \rho_m \cdot (1 + l_2/l_1) \cdot V_{заг} \cdot t \cdot \eta}, \quad (2)$$

где  $\Delta_i$  – линейный износ режущего зерна за один оборот шлифовального круга, м;  $\beta$  – коэффициент, равный отношению объема зерен к объему круга;  $\rho_a$  – плотность алмаза (эльбора), Н/м<sup>3</sup>.

Из формулы (2) следует, что при  $\eta \rightarrow 0$   $q \rightarrow \infty$ , т.е. круг активно изнашивается. Если при шлифовании изменяешь глубину резания ( $t_1$  и  $t_2$ ), то отношение  $\eta_1/\eta_2$  можно представить как:

$$\eta_1/\eta_2 = \frac{q_2}{q_1} \cdot \frac{t_2}{t_1} = \frac{h_{кр2}}{h_{кр1}} \cdot \frac{h_{м1}}{h_{м2}} \cdot \frac{t_2}{t_1},$$

где  $h_{кр1}, h_{кр2}$  – линейный износ шлифовального круга при шлифовании с глубинами резания  $t_1$  и  $t_2$ , м;  $h_{м1}, h_{м2}$  – толщины слоев металла, удаляемого за этот же промежуток времени шлифования.

Толщины слоев  $h_{м1}$  и  $h_{м2}$  с некоторыми допущениями можно представить в виде произведения глубины резания на число проходов:  $h_{м1} = t_1 \cdot i$ ;  $h_{м2} = t_2 \cdot i$  при  $V_{заг1} = V_{заг2}$ .

При этих же условиях  $\eta_1/\eta_2 = h_{кр1}/h_{кр2}$ . Таким образом, параметр  $\eta$  обратно пропорционален линейному износу абразивного инструмента.

При увеличении параметра  $(1+l_2/l_1)$ , входящего в выражение (1), параметр  $\eta$  будет уменьшаться. Зависимость (2), описывающая относительный расход сверхтвердого материала, имеет экстремальный характер, так как входящие в нее параметры  $(1+l_2/l_1)$  и  $\eta$  имеют противоположный характер изменения. После несложных преобразований выражений (1) и (2) получим [7]:

$$\eta = 1 - \left( \frac{12828,15 \cdot V_{заг} \cdot \sqrt{t} \cdot \bar{X}^3 \cdot \sqrt{R_{кр}}}{V_{кр} \cdot n \cdot l_1 \cdot m} \right)^{\frac{(2-n')}{(2 \cdot n' - 1)}} \cdot \left( \frac{A}{P} \right)^{\frac{3}{(2 \cdot n' - 1)}} \cdot \operatorname{tg} \gamma^{\frac{(n'+1)}{(2 \cdot n' - 1)}} \quad (3)$$

$$q = \frac{10^3 \cdot \rho_a \cdot \beta \cdot V_{кр} \cdot \Delta_i \cdot l_1 \cdot n}{\rho_m \cdot V_{заг} \cdot t \cdot \eta \cdot \pi \cdot D_{кр}} \quad (4)$$

где  $n$  – число впадин (выступов) на прерывистом круге при постоянном значении  $l_1$ ;  $D_{кр}$  – диаметр шлифовального круга, мм.

Исследуем функцию  $q(n)$  на наличие экстремума. Подставим уравнение (3) в выражение (4), найдем частную производную и приравняем ее к нулю:

$$\frac{\partial q}{\partial n} = \frac{\eta + \eta \cdot \frac{(2-n')}{(2 \cdot n' - 1)} - \frac{(2-n')}{(2 \cdot n' - 1)}}{\eta^2} = 0.$$

Экстремальное значение параметра  $\eta$ , при котором относительный износ кругов с прерывистой рабочей поверхностью будет иметь экстремум, определяется по формуле:

$$\eta_{\text{э}} = \frac{2-n'}{n'+1}. \quad (5)$$

Количество прорезей  $n$ , при котором относительный расход круга будет минимальным, можно выразить из выражения (3):

$$n = \left( \frac{12828,15 \cdot V_{заг} \cdot \sqrt{t} \cdot \bar{X}^3 \cdot \sqrt{R_{кр}}}{V_{кр} \cdot l_1 \cdot m} \right) \cdot \left( \frac{A}{P} \right)^{\frac{3}{(2-n')}} \cdot \frac{\operatorname{tg} \gamma^{\frac{(n'+1)}{(2-n')}}}{(1-\eta_{\text{э}})^{\frac{(2 \cdot n' - 1)}{(2 \cdot n' - n')}}}. \quad (6)$$

Экспериментальным путем установлено [8], что относительный расход алмаза зависит от числа прорезей на рабочей поверхности шлифовального круга и от жесткости шпиндельного узла. С увеличением числа прорезей на круге наблюдается экстремальный характер зависимости относительного расхода алмаза  $q$  для всех значений жесткости (рис. 1). С увеличением жесткости шпиндельного узла минимум  $q$  уменьшается и смещается в область больших

значений  $n$ . Жесткость шпиндельного узла и количество впадин на шлифовальном круге оказывают значительное влияние на параметрическую устойчивость упругой системы плоскошлифовального станка [9].

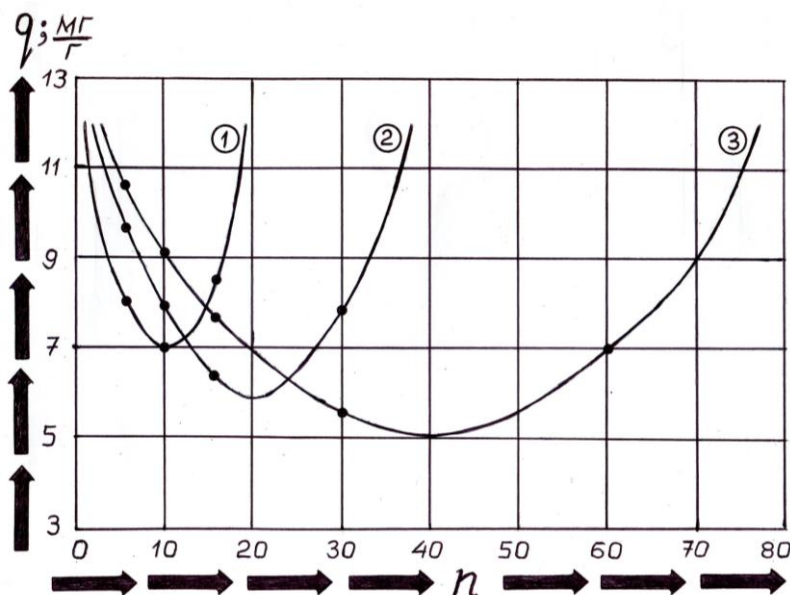


Рис. 1. Зависимости  $q=f(n)$ , построенные для  $N=0,3$  и для трех значений жесткости: 1 –  $Co=0,5 \cdot 10^6$  н/м; 2 –  $Co=2,0 \cdot 10^6$  н/м; 3 –  $Co=3,5 \cdot 10^6$  н/м [8]

Из рис. 2 видно, что при увеличении жесткости упругой системы станка размеры областей устойчивого шлифования расширяются, а сами области смещаются в сторону увеличения числа прорезей на круге. Из рис. 2 также видно, что с увеличением скорости резания  $V_{кр}$  размеры областей устойчивого шлифования сужаются.

Из выражения (1) можно найти параметр  $(1 + l_2/l_1)$ , при котором относительный расход шлифовального круга будет минимальным:

$$\left(1 + \frac{l_2}{l_1}\right)_9 = (1 - \eta_9)^{\frac{(2 \cdot n' - 1)}{(2 - n')}} \cdot \left( \frac{V_{кр} \cdot m \cdot \sqrt{R_{кр}}}{2042,7 \cdot V_{заг} \cdot \sqrt{t} \cdot \bar{X}^3} \right) \cdot \left( \frac{P}{A} \right)^{\frac{3}{(2 - n')}} \cdot \frac{1}{\text{tg} \gamma^{\frac{(n' + 1)}{(2 - n')}}}. \quad (7)$$

При  $n'=0,76$ ;  $\eta_9=0,705$  выражение (7) примет следующий вид:

$$\left(1 + \frac{l_2}{l_1}\right)_9 = \frac{2,94 \cdot 10^{-4} \cdot V_{кр} \cdot m \cdot \sqrt{R_{кр}}}{V_{заг} \cdot \sqrt{t} \cdot \bar{X}^3 \cdot \text{tg} \gamma^{1,42}} \cdot \left( \frac{P}{A} \right)^{2,42}. \quad (8)$$

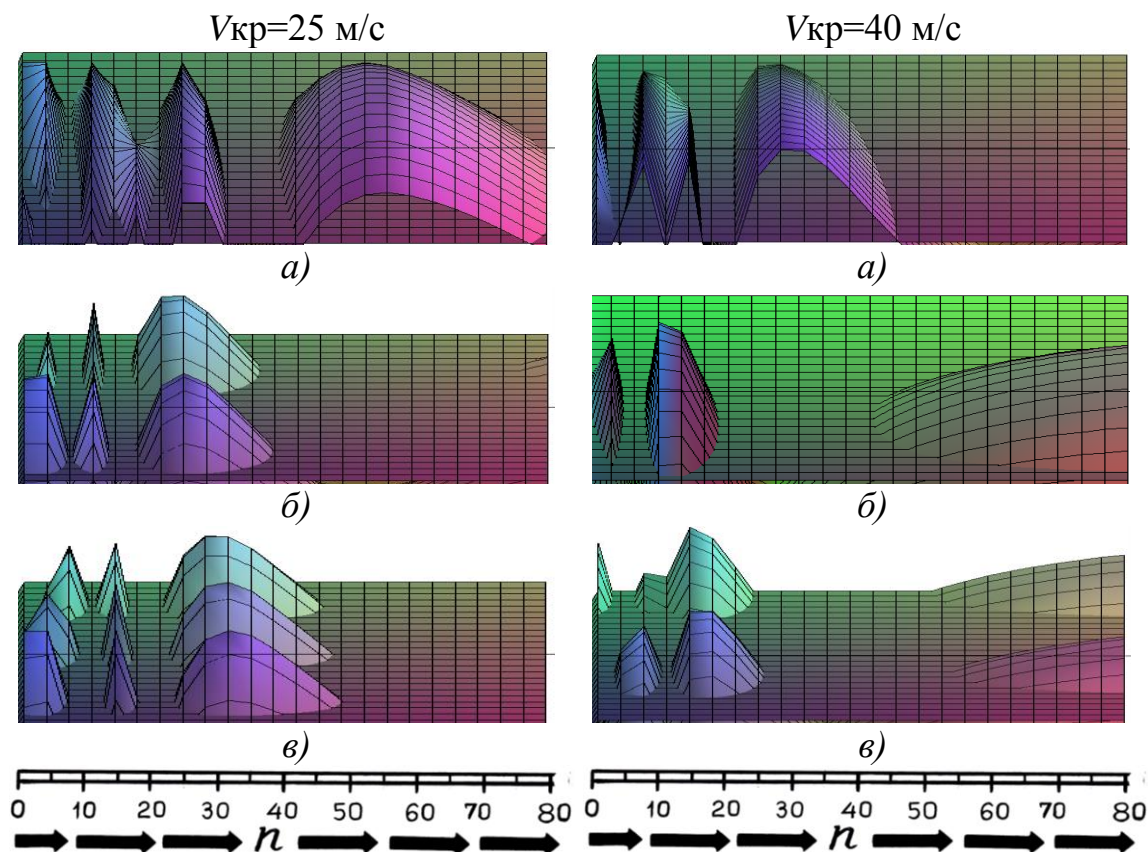


Рис. 2. Зоны параметрической неустойчивости упругой системы станка (горбы), рассчитанные для двух окружных скоростей круга  $V_{кр}=25$  м/с и  $V_{кр}=40$  м/с и трех значений приведенной жесткости:  $Co=0,5 \cdot 10^6$  Н/м (а);  $Co=2,0 \cdot 10^6$  Н/м (б);  $Co=3,5 \cdot 10^6$  Н/м (в)

Влияние параметра  $(1+l_2/l_1)$  на относительный расход шлифовальных инструментов определялось экспериментально [7]. Относительный удельный расход круга 1А1 200х75х5х2 КР 160/125 Б1 – 100 % определялся на образцах из стали Р6М5 методом врезания на режиме:  $V_{кр}=35$  м/с;  $V_{заг}=6$  м/мин;  $t=0,025$  мм; с применением смазочно-охлаждающей жидкости. После определения относительного удельного расхода сплошного круга ( $l_2/l_1 = 0$ ) на нем прорезались 10 впадин протяженностью  $l_2=10$  мм и определялся относительный расход прерывистого круга ( $l_1=52,8$  мм,  $l_2=10$  мм), затем размеры прорезов соответственно увеличивались до 15, 20, 25 и 30 мм. Данная методика позволила провести исследование относительного расхода сверхтвёрдого материала на сплошном и пяти прерывистых кругах с различным соотношением  $l_2/l_1$ :  $10/52,8=0,189$ ;  $15/47,8=0,314$ ;  $20/42,8=0,467$ ;  $25/37,8=0,661$ ;  $30/32,8=0,915$ .

Эксперименты показали (рис. 3), что по мере увеличения параметра  $(1+l_2/l_1)$  относительный расход круга имеет экстремальный характер – минимум.

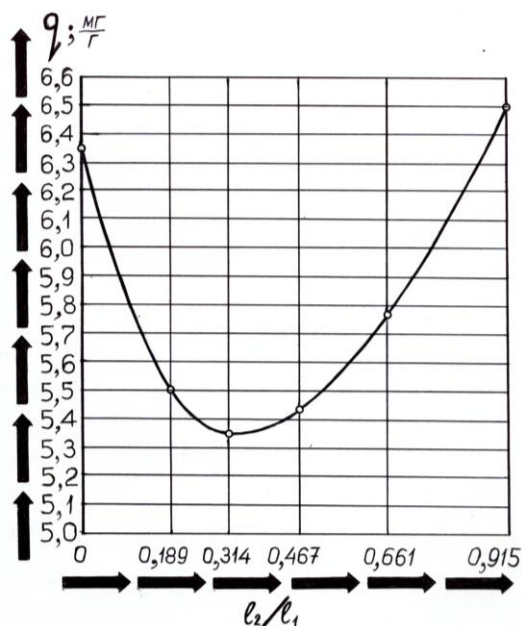


Рис. 3. Зависимость относительного расхода алмаза  $q$  от соотношения длин впадин  $l_2$  и выступов  $l_1$  [7]

В работах [10] и [11] установлен экстремальный характер зависимостей  $q=f(V_{кр})$  при обработке твердого сплава алмазными кругами, имеющими разные связки (рис. 4).

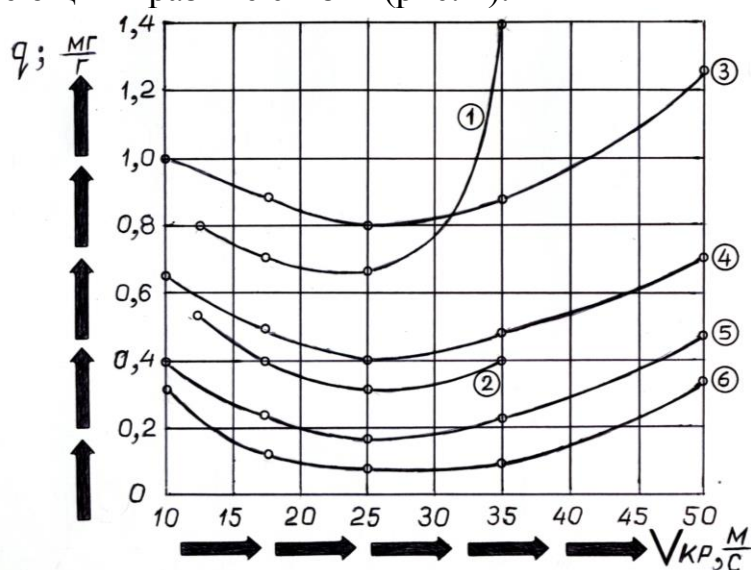


Рис. 4. Зависимость  $q=f(V_{кр})$  при шлифовании твердого сплава Т15К6 кругами:

- 1 – круг АСО 100/80 – 100 % – Б1 [10]
- 2 – круг АСВ 100/80 – 100 % – М1 [10]
- 3 – круг АСВ 125/100 – 100 % – ТМ [11]
- 4 – круг АСВ 125/100 – 100 % – М5 [11]
- 5 – круг АСВ 125/100 – 100 % – МК [11]
- 6 – круг АСВ 125/100 – 100 % – М1 [11]



Установлено [9], что скорость резания  $V_{кр}$  и величина отношения протяженности впадины  $l_2$  к длине режущего выступа  $l_1$  оказывает существенное влияние на параметрическую устойчивость упругой системы станка. Из рис. 5 (слева) видно, что при шлифовании со скоростью резания  $V_{кр}=35$  м/с безрезонансная работа упругой системы станка наиболее вероятна в интервалах изменения величины  $l_2/l_1$ :  $0 \leq N \leq 0,15$ ;  $0,75 \leq N \leq 0,90$ , а из рис. 5 (справа) видно, что при окружной скорости круга  $V_{кр}=25$  м/с возникновение параметрического резонанса наименее вероятно в интервале  $0,80 \leq N \leq 0,90$ . Однако, несмотря на низкую вероятность возникновения резонанса в указанных интервалах, шлифование прерывистыми кругами с соотношениями  $l_2/l_1=0,10$  и  $l_2/l_1=0,85$  сопровождается высоким относительным расходом алмазов (рис. 3).

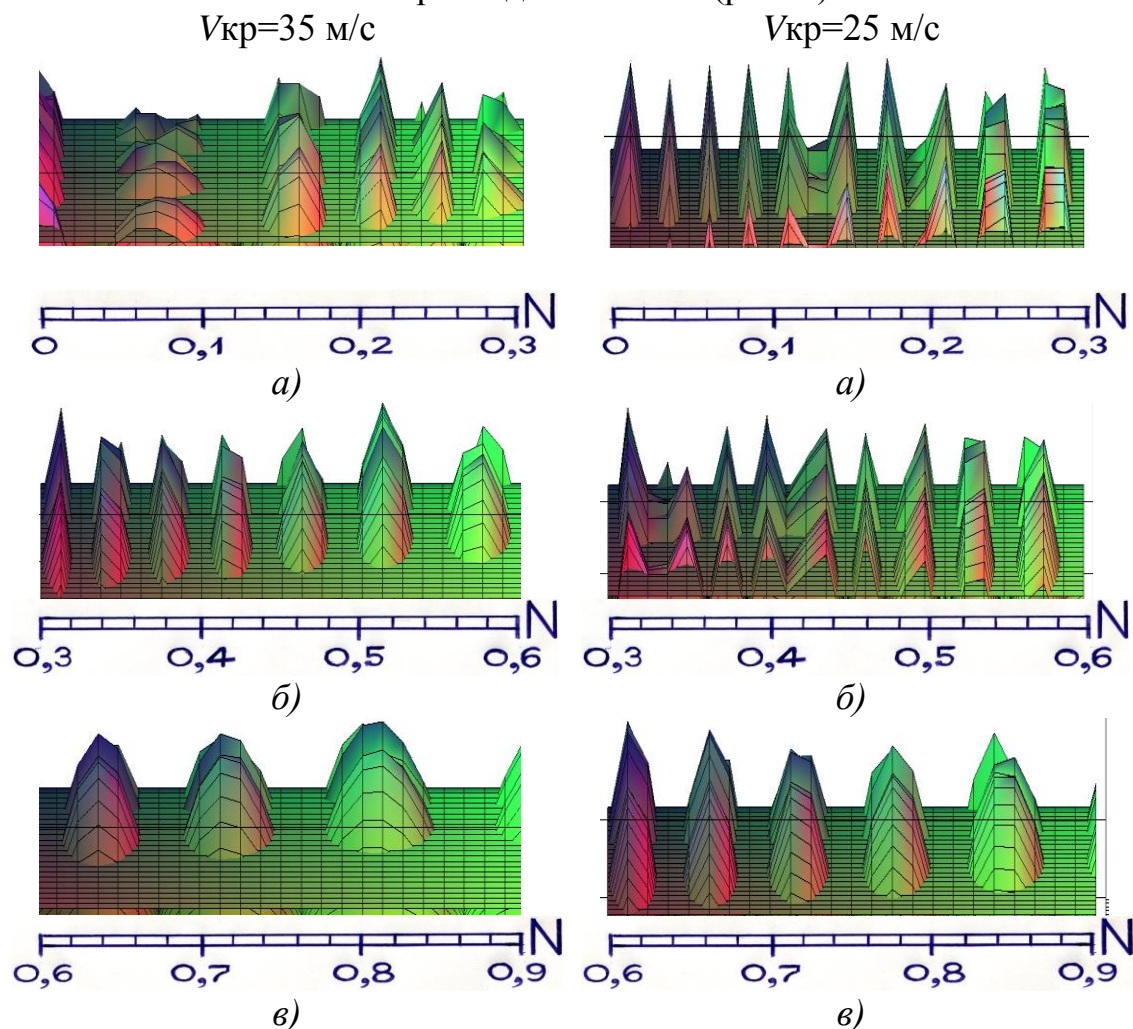


Рис. 5. Области неустойчивой работы упругой системы станка (горбы), рассчитанные для  $V_{кр}=35$  м/с и  $V_{кр}=25$  м/с и для трех интервалов соотношений  $N=l_2/l_1$ :  $0 \leq N \leq 0,3$  (а);  $0,3 \leq N \leq 0,6$  (б);  $0,6 \leq N \leq 0,9$  (в).

Из анализа рис. 3 и рис. 5 следует, что при шлифовании со

скоростями резания  $25 \leq V_{кр} \leq 35$  м/с, наиболее приемлемым, с точки зрения параметрического резонанса и относительного расхода алмазов, является соотношение  $l_2/l_1=0,6$ . Из рис. 5 видно, что с увеличением скорости резания наблюдается расширение областей устойчивой работы и уменьшение количества зон параметрической неустойчивости упругой системы плоскошлифовального станка. Однако при этом наблюдается (рис. 4) увеличение относительного расхода алмазов на кругах с металлической (кривые 2, 3, 4, 5, 6) и с органической (кривая 1) связками. Возрастание относительного расхода алмазных кругов на органической связке происходит из-за выгорания пульварбакелита по причине возрастания температуры шлифования. Выгорание пульварбакелита из связки круга начинается при температурах 250...300 °С [10].

В работе [9] установлено, что при обработке на плоскошлифовальном станке прерывистыми кругами, имеющими число выступов  $n=20...30$  возникают колебания с частотами 800...1200 Гц и амплитудой 15...25 мкм, которые облегчают процесс стружкообразования (рис. 6) и предотвращают налипание обрабатываемого материала на рабочую поверхность инструмента.

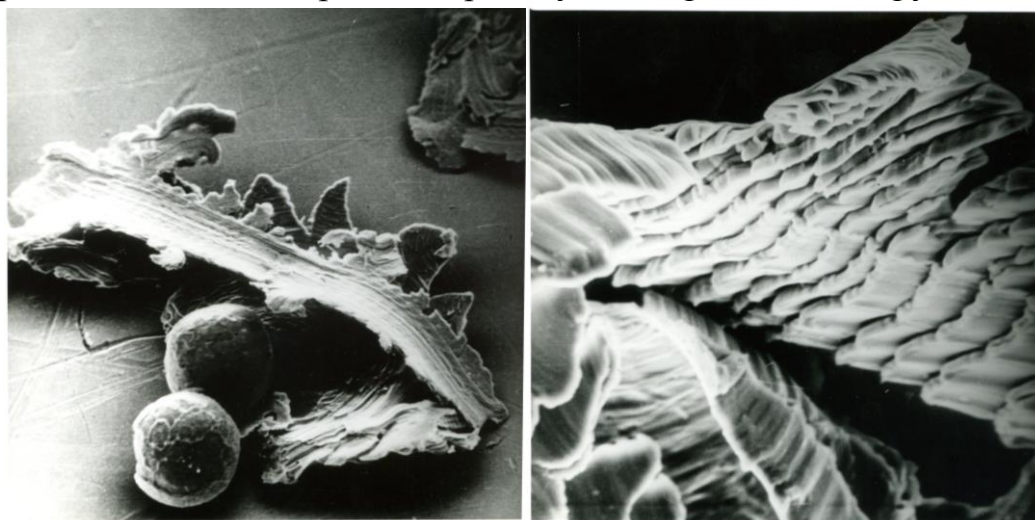


Рис. 6. Фотоснимки микростружек, образующихся при шлифовании прерывистыми кругами с разным числом режущихся выступов

Выявленный диапазон  $20 \leq n \leq 30$  для эффективного прерывистого шлифования хорошо согласуется с экспериментами по определению минимальных значений удельного износа алмазного слоя.

**Выводы.** 1. Расчетным и экспериментальным путями выявлен экстремальный характер зависимостей удельного износа прерывистых кругов из сверхтвердых материалов от количества прорезей на рабочей поверхности инструмента и от величины отношения протяженности впадины к длине режущего выступа круга. 2. Расчетно-экспериментальным путем выявлены характеры влияния

размеров и количества конструктивных элементов, из которых образована рабочая поверхность алмазных прерывистых кругов, а также жесткости резания на параметрическую устойчивость упругой системы плоскошлифовального станка.

### *Литература*

1. Кигель И.Г. Исследование процесса шлифования твердых сплавов алмазными кругами с прерывистой рабочей поверхностью: дис. ... канд. техн. наук : 05.02.08 / Кигель Исаак Гершевич. – Пермь, 1971. – С. 193.
2. Лукин Л.Л. Расчет прерывистых кругов при плоском периферийном шлифовании /Л.Л. Лукин, В.Д. Старшев // Вестник Иж.ГТУ. – 2007. – №1. – С. 38-39.
3. Гунько Н.И. Исследование влияния жесткости плоскошлифовального станка на износ абразивных кругов при прерывистом шлифовании / Н.И. Гунько // Чистовые методы обработки: сб. научн. трудов. – Пермь: Пермский политехнический институт, 1971. – Вып. 97. – С. 3-8.
4. Гуцаленко Ю.Г. Стійкість круга в робочих процесах раціонального стабільного шліфування / Ю.Г. Гуцаленко // Вісн. нац. техн. ун-ту «Харківський політехнічний інститут». – 2005. – №23. – С. 50-63.
5. Алмазная обработка: учебн. пособие [для студ. высш. уч. завед.] / А.В. Якимов, Ф.В. Новиков, Г.В. Новиков, А.А. Якимов. – К.: ИСМО, 1996. – 168 с.
6. Физико-математическая теория процессов обработки материалов и технологии машиностроения / [Новиков Ф.В., Якимов А.В., Новиков Г.В. и др.]; под редакцией Ф.В. Новикова и А.В. Якимова. В десяти томах. – Т.8: Оптимизация технологических процессов в машиностроении. – Одесса: ОНПУ, 2004. – 509 с.
7. Якимов А.В. Высокопроизводительная обработка абразивно-алмазными инструментами: учебн. пособие [для студ. высш. учебн. завед.] / А.В. Якимов, Ф.В. Новиков, А.А. Якимов. – К.: Техніка, 1993, – 152 с.
8. Якимов А.В. Теоретические основы резания и шлифования материалов / [А.В. Якимов, Ф.В. Новиков, Г.В. Новиков и др.]. – Одесса: ОГПУ, 1999, – 450 с.
9. Якімов О.О. Технологічне забезпечення якості поверхневого шару зубів високоточних зубчастих коліс при шліфуванні: автореф. дис. на здобуття наук.ступеня докт. техн. наук: 05.02.08 / Одес. нац. політех. ун-ет. – Одеса, 2015. – 50 с.
10. Семко М.Ф. Основы алмазного шлифования / [М.Ф. Семко, А.И. Грабченко, А.Ф. Раб и др.]. – К.: Техніка, 1978. – 192 с.

11. Попов С.А. Алмазно-абразивная обработка металлов и твердых сплавов / С.А. Попов, Н.П. Малевский, Л.М. Терещенко. – М.: Машиностроение, 1977. – 263 с.

**ВПЛИВ КІЛЬКОСТІ І РОЗМІРІВ ЕЛЕМЕНТІВ  
МАКРОПРОФІЛЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ  
ПЕРЕРИВЧАСТИХ ШЛІФУВАЛЬНИХ АЛМАЗНИХ І  
ЕЛЬБОРОВИХ КІЛ НА ЇХ УДІЛЬНИЙ ІЗНОС**

Якімов О.О., Бовнегра Л.В., Безнос С.В., Дмитрієва С.Ю.,  
Добровольський В.В.

*У статті встановлено, що залежності удільного износу переривчастого шліфувального кола від числа западин і від величини коефіцієнта уривчастості мають екстремальний характер (мають мінімум). Виявлені характери впливу кількості виступів і западин, величини відносин їх довжин і жорсткості різання на можливість виникнення в іншій системі верстата параметричного резонансу.*

*Ключові слова: різуче зерно, швидкість різання, різальний мікрорельєф, різучий виступ.*

**INFLUENCE OF QUANTITY AND DIMENSIONS OF  
MACROPROFILE ELEMENTS OF WORKING SURFACES OF  
BREAKING GRINDING DIAMOND AND ELBORIC CIRCULARS  
ON THEIR SPECIFIC WEAR**

Yakimov O., Bovnegra L., Beznos S., Dmytriieva S., Dobrovolskyi V.

*In the article it is established that the dependences of the specific wear of the discontinuous grinding wheel on the number of troughs and on the value of the intermittence coefficient have an extreme character (they have a minimum). The characters of the influence of the number of protrusions and depressions, the ratio of their lengths and the rigidity of cutting on the possibility of parametric resonance in another machine system have been revealed.*

*Key words: cutting grain, cutting speed, cutting microrelief, cutting protrusion.*