

УДК 621.923

**В.В. Гусев, профессор, д-р техн. наук,
Л.К. Савченко,
А.Л. Медведев**

Донецкий национальный технический университет
ул. Артема 58, г. Донецк, Украина, 83001
mc@mech.dgtu.donetsk.ua

**ВЛИЯНИЕ ПРОЧНОСТИ УДЕРЖАНИЯ АБРАЗИВНЫХ ЗЕРЕН В СВЯЗКЕ БРУСКА
ДЛЯ ПРАВКИ НА РЕЖУЩУЮ СПОСОБНОСТЬ АЛМАЗНОГО ШЛИФОВАЛЬНОГО
КРУГА**

Произведена оценка режущей способности алмазного шлифовального круга и представлены рекомендации для выбора прочности абразивного бруска при правке способом свободного абразива.

Ключевые слова: шлифование, правка, свободный абразив, режущая способность, прочность.

В последнее время изделия из технической керамики все чаще применяются в различных отраслях промышленности. Эксплуатационные свойства таких изделий различны, однако техническая керамика обладает одним, объединяющим ее свойством – высокой твердостью и хрупкостью. Для механической обработки таких изделий применяют алмазное шлифование. В силу высокой твердости керамических материалов, в процессе алмазного шлифования в поверхностном слое образовывается дефектный слой. Чем меньше глубина проникновения дефектов в обрабатываемый материал, тем меньше затраты на последующую операцию упрочнения поверхностного слоя. Таким образом, необходимо стремиться к обработке керамических материалов на шлифовальных станках с минимально возможным образованием дефектного слоя, образование которого обусловлено тепловым и силовым воздействием инструмента на обрабатываемую поверхность. Для уменьшения этого воздействия необходимо правильно выбрать характеристику инструмента, режимы резания, управлять состоянием рабочей поверхности шлифовального круга (РПК), которая оказывает влияние на режущую способность шлифовального круга в процессе обработки.

Одним из способов управления состоянием РПК является правка [1,2]. На кафедре Металлорежущие станки и инструменты ДонНТУ проводятся исследования влияния процесса правки способом свободного абразива на состояние РПК, что при обработке оказывает влияние на качество поверхностного слоя изделий из керамики [2].

Одним из комплексных показателей состояния РПК является режущая способность W [3], которая может быть определена величиной удаленного материала в единицу времени при постоянном усилии поджатия образца к шлифовальному кругу.

Целью исследования являлось определение влияния способа перемещения правящей среды в зону правки и ее прочности на максимально достижимый уровень режущей способности шлифовального круга.

Принцип действия устройства для правки свободным абразивом состоит в следующем. К шлифовальному кругу 3 (рисунок 1), который вращается на рабочей скорости $V_{шк}$, подводят до прикосновения притир 1. Притир представляет собой чугунный цилиндр с отверстием вдоль его длины для подвода абразивной смеси, которое смещено в радиальном направлении. Притиру задают возвратно-поступательное движение S вдоль образующей инструмента. Механизм подачи притира состоит из механизма перемещения притира в радиальном направлении и механизма перемещения вдоль ширины круга.

Правке подвергался алмазный круг 1A1 200x76x10 250/200 A2-4-M2-01. В качестве правящей среды использовали бруски из карбида кремния зеленого по ряду F54. Бруски изготавливали с использованием различной связки: эпоксидной смолы, цемента и гипса, кроме того были изготовлены бруски из шлифовального круга ПП 400x32x40 K3 T1 64C 32П. Для сравнения применяли в качестве правящей среды суспензию из смеси глины (до 30% по массе) абразивных частиц (до 60 % по массе) и воды [4], подаваемую в зону правки с постоянным расходом.

Испытания на прочность брусков производились в соответствии с ГОСТ 8462-85 на образцах размером 10x10x10 мм с использованием машины сжатия типа П-5. Погрешность измерений не превышала 2%.

Так бруски из шлифовального круга на керамической связке имели прочность на сжатие $\sigma_{сж} \approx 80$ МПа (среднеквадратичное отклонение $S = 5,8$ МПа), бруски со связующим из эпоксидной смолы

– $\sigma_{сж} \approx 50$ МПа ($S = 3,1$ МПа), из цемента – $\sigma_{сж} \approx 3,24$ МПа ($S = 1,1$ МПа), из гипса – $\sigma_{сж} \approx 1,52$ МПа ($S = 0,6$ МПа).

Экспериментальные исследования проводились при постоянном объеме подаваемого абразива в зону правки в единицу времени за счет варьирования скорости подачи правящей среды в зону правки. Режущая способность шлифовального круга измерялась по упругой схеме на образцах из ситалла АС-370 с постоянным усилием поджатия образца к поверхности шлифовального круга 0,4 МПа.

Экспериментальные графики изменения режущей способности шлифовального круга W от времени воздействия на него абразивной среды T представлены на рисунке 2. Режущая способность шлифовального круга от времени правки для брусков с различной прочностью удержания зерен изменяется не одинаково. Так для брусков со связующим из эпоксидной смолы и изготовленных из шлифовального круга режущая способность с течением времени (до 30 мин) практически не отличается от исходной (до правки). При правке брусками со связующим из гипса, цемента и при использовании жидкой суспензии, описанной выше, режущая способность шлифовального круга увеличивается с течением времени. Максимального значения она достигает уже к 550 с правки. При дальнейшем увеличении времени правки режущая способность варьируется в пределах $3,7-4,3 \cdot 10^{-7}$ м³/(мин Н). Это связано с периодическим, неравномерным обновлением РПК, сколами алмазных зерен под воздействием зерен свободного абразива.

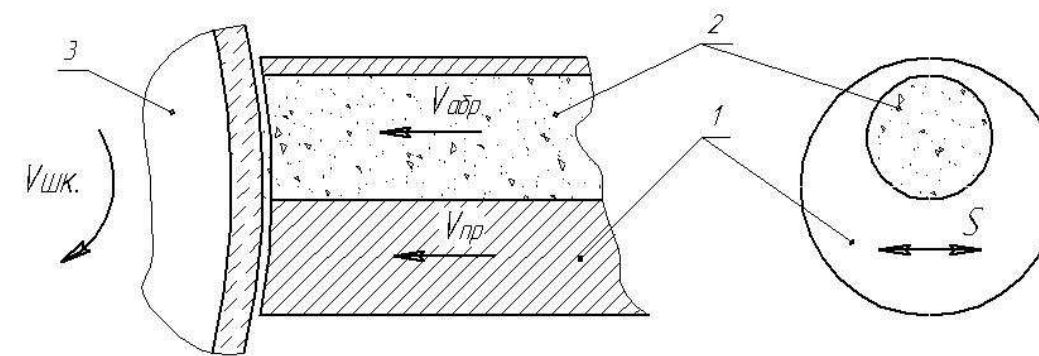


Рисунок 1 – Схематическое изображение процесса правки:
1 – притир; 2 – абразивный брусок; 3 – шлифовальный круг

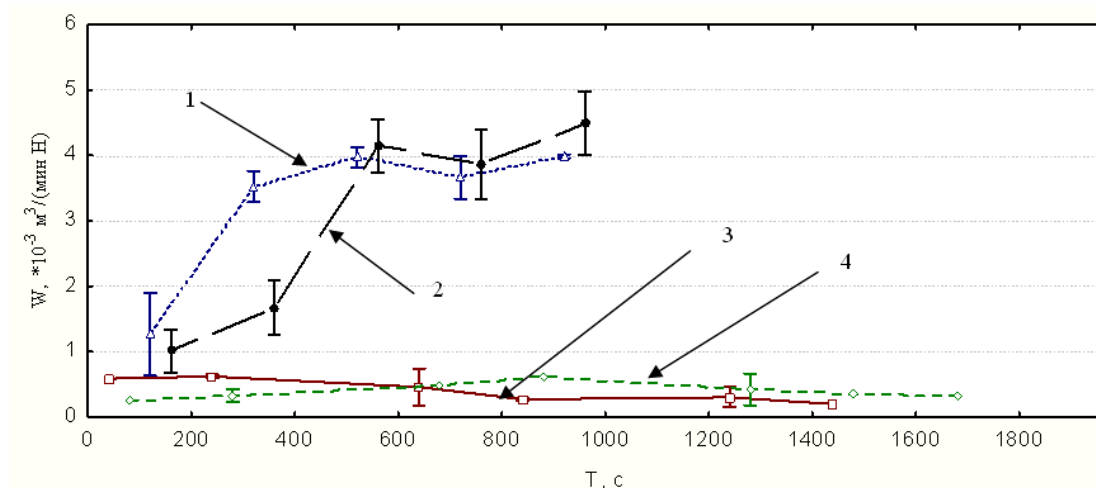


Рисунок 2 – Зависимость режущей способности W алмазного шлифовального круга от времени правки T свободным абразивом с различной прочностью правящей среды:
1 – связующее из гипса, 2 – связующее из цемента, 3 – брусок, изготовленный из шлифовального круга, 4 – связующее-эпоксидная смола

Профиліограми поверхні шліфувального круга записувалися на установці з використанням профілограф-профілометра мод. 201 з використанням методики запису і обробки даних розробленої на кафедрі «Металорежущі станки і інструмент» ДонНТУ. На профілограмах РПК отриманих після обробки технічної кераміки (до правки) шліфувального круга були видні площадки износа зерен шліфувального круга.

Аналіз профілограм РПК до і після правки способом вільного абразива, з різним закріпленням абразивних зерен, дозволив отримати гістограми розподілу алмазних зерен шліфувального круга по висоті. Гістограми розподілу зерен по висоті від найбільш виступаючого зерна до зв'язки і апроксимація їх тем чи іншим законом розподілу представлені на рисунку 3. Оцінка достовірності розподілу зерен по висоті РПК тому чи іншому закону розподілу перевірялася при допомозі критерія χ^2 . Теоретичний закон розподілу показаний на рисунках сплошної ліній.

На рисунку 3, а представлена гістограма розподілу алмазних зерен шліфувального круга по висоті до початку правки (після обробки технічної кераміки). Максимальна різновисотність R становить 80 мкм. Розподіл зерен підпорядковується закону розподілу Гамма. При такій величині різновисотності зерна вступають із зв'язки на 1/3 свого розміру і не можуть забезпечити високу режущу здатність шліфувального круга. Режуща здатність шліфувального круга з такими характеристиками РПК коливається в межах $0,4-0,5 \cdot 10^{-7} \text{ м}^3/(\text{мин Н})$, незалежно від часу правки.

На рисунку 3, б представлена гістограма розподілу зерен шліфувального круга по висоті після правки бруском, виготовленим із шліфувального круга. Максимальна різновисотність зерен після правки становила 73 мкм., т.е. незначально зменшилася від вихідного стану. Характер розподілу зерен по висоті змінився від гамма розподілу до нормального закону розподілу. Це свідчить про протікання процесу правки, однак при цьому режуща здатність не збільшується, а навіть зменшується (рисунк 2).

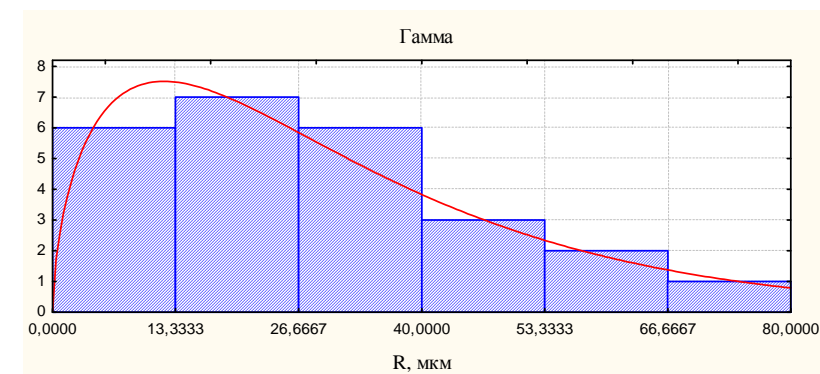
Гістограма і її апроксимація нормальним законом розподілу зерен шліфувального круга по висоті після правки бруском виготовленим з епоксидної смоли представлена на рисунку 3, в. Максимальна різновисотність зерен досягає значення в 112 мкм. Порівняно з гістограмою представленою на рисунку 3, а помітно збільшення максимальної різновисотності зерен на 55%. Хоча такою характеристикою правлячого бруска і відповідає більш розвинутий профіль РПК режуща здатність збільшується всього на 20% порівняно з вихідним станом – до правки (рисунк 2, рисунок 3, в). Збільшення режущої здатності не значуще.

На рисунку 3, г представлена гістограма розподілу зерен по висоті шліфувального круга після правки брусками вільного абразива з зв'язуючим з цементу. Максимальна різновисотність зерен досягає 145 мкм., що відповідає виступанню зерен із зв'язки шліфувального круга, без втрати зерном стійкості заделки в зв'язці. Характер розподілу зерен по висоті описується нормальним законом розподілу, як і на рисунку 3, б. Зміна максимальної висоти виступання зерен із зв'язки шліфувального круга свідчить про значущу розвинутість РПК порівняно з вихідною і викликає непряме вплив на режущу здатність: призводить до її збільшення (рисунк 2). Розподіл зерен по висоті для брусків, виготовлених з гіпсу має вигляд, схожий з представленим на рисунку 3, г.

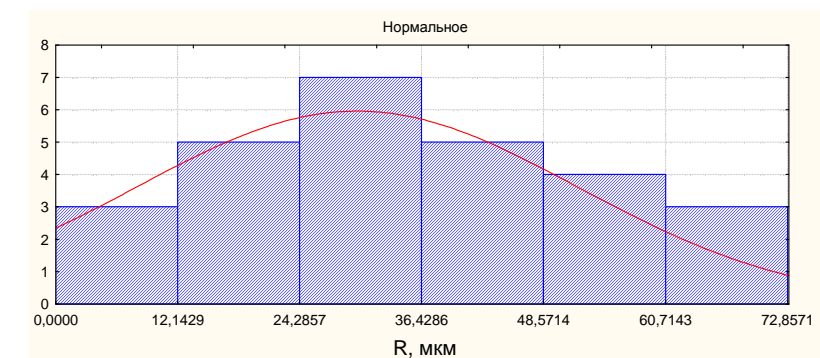
При правці з використанням рідкої суспензії, як елемент транспортування зерен вільного абразива, режуща здатність практично не відрізнялася від отриманої при правці з брусками з гіпсу і цементу (спостерігалося її незначительне збільшення до 10%). Характер розподілу зерен по висоті при правці таким способом має вигляд аналогічний з представленим на рисунку 3, г.

Отримані дані дозволяють оцінити вплив способу транспортування і способу утримання зерен в абразивному брускі на гранично досяжний рівень режущої здатності шліфувального круга. Графік залежності граничної режущої здатності від міцності утримання зерен правлячого абразива в брускі представлений на рисунку 4.

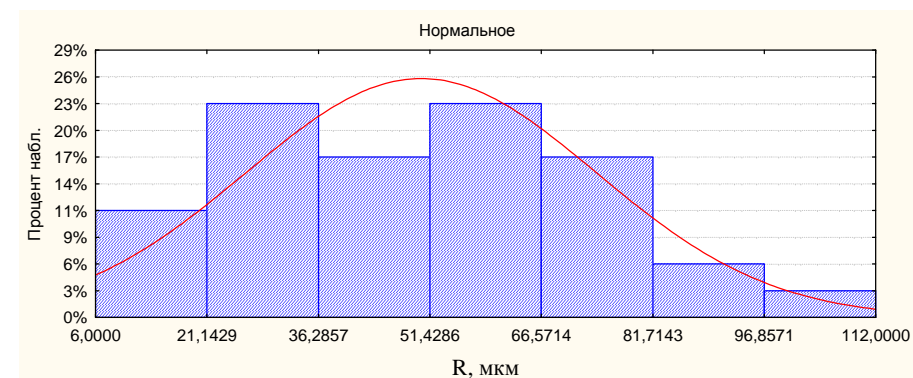
Як видно з рисунку 4 гранична режуща здатність шліфувального круга після правки вище для тих брусків, у яких міцність на стиснення σ нижче. Так найбільший приріст режущої здатності і гранично досяжний її рівень спостерігався на брусках, міцність на стиснення яких, не перевищує 5-10 МПа.



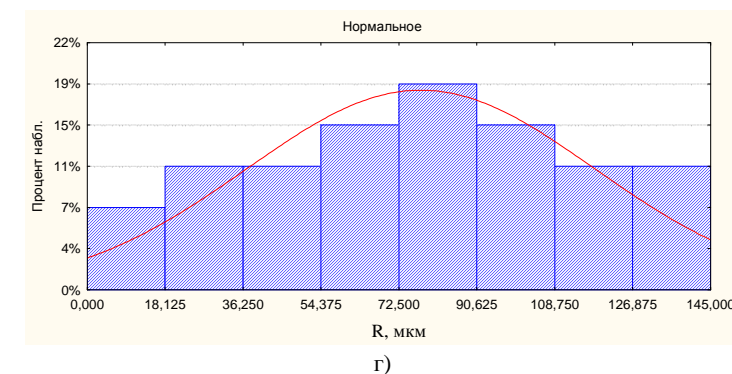
а)



б)



в)



г)

Рисунок 3 – Розподіл зерен по висоті на поверхні шліфувального круга:
а – після обробки технічної кераміки (до правки), б – після правки бруском із шліфувального круга,
в – після правки бруском з зв'язкою з епоксидної смоли, г – після правки бруском з зв'язкою з цементу

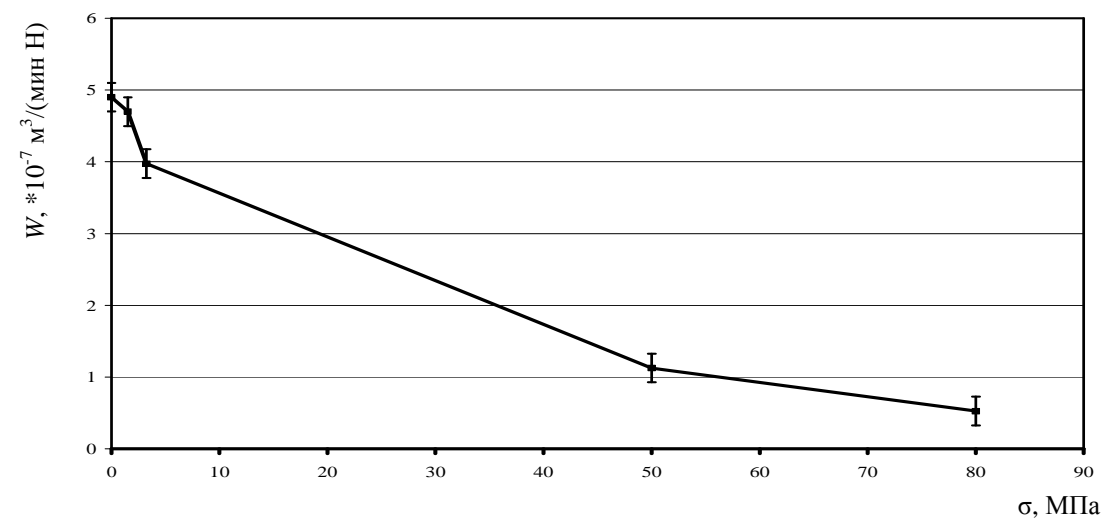


Рисунок 4 – Залежність граничної різальної здатності шліфувального круга від міцності абразивного бруска

Из приведенного следует **вывод**, что для правки способом свободного абразива необходимо выбирать материал связующего бруска свободного абразива таким образом, чтобы он мог транспортироваться в зону правки не разрушаясь, но прочность на сжатие бруска не должна превышать 5-10 МПа.

В дальнейшем предполагаются исследования влияния скорости подачи абразивного бруска на предельно достижимый уровень резущей способности шлифовального круга W .

Библиографический список использованной литературы

1. Матюха П.Г. Алмазные шлифования с электроэрозийными керующими диями на рабочую поверхность круга / П.Г. Матюха, В.В. Полтавец. — Донецьк: ДонНТУ, 2006. — 164 с.
2. Скоростная алмазная обработка деталей из технической керамики / Н.В. Никитков [и др.] — Л.: Машиностроение, 1984. — 131 с.
3. Гусев В.В. Влияние стану рабочей поверхности алмазного инструмента на процесс шлифования крихких неметалевих материалов / В.В. Гусев, Л.П. Калафатова // Вісник ЖДТУ. — 2003. — № 2 (26). — С.49–54.
4. А.с. 1839393 СССР, МКИ В 24 В 53/50. Способ правки абразивного инструмента / В.В. Бурмистров, А.В. Байков, А.Н. Емельянов, Л.П. Калафатова, А.Д. Хроменко (СССР). — №4765299; заявл. 14.12.89; опубл. 30.12.93, Бюл. № 47–48.

Поступила в редакцию 15.04.2011 г.

Гусев В.В., Савченко Л.К., Медведев А.Л. Влияние прочности удержания абразивных зерен у зв'язці бруска для правки на різучу здатність алмазного шліфувального круга

Зроблено оцінку різучої здатності алмазного шліфувального круга й представлені рекомендації для вибору міцності абразивного бруска при правці способом вільного абразиву.

Ключові слова: шліфування, правка, вільний абразив, різуча здатність, міцність.

Gusev V.V., Savchenko L.K., Medvedev A.L. Influence of holding strength of abrasive grains in bonding material of the bar for dressing on the cutting capacity of a diamond grinding wheel

The effect of mechanical characteristics of an abrasive bar on the level limit of cutting power of a grinding wheel during dressing by the method of free abrasive is considered.

Keywords: grinding, dressing, free abrasive, cutting ability, compressive strength.