

Пучкин В.Н., Кашеева Т.В., Стороженко И.Д., Киргашев И.К., Немерицкий Д.А., Никитин А.Ю. Экспериментальные исследования по повышению эффективности и стойкости резцов, оснащенных режущей керамикой. // Проблемы информатики в образовании, управлении, экономике и технике: Сб. статей XIV Междунар. научно-техн. конф. – Пенза: ПДЗ, 2014. – С. 157-163.

УДК 621. 785. 53

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ И СТОЙКОСТИ РЕЗЦОВ, ОСНАЩЁННЫХ РЕЖУЩЕЙ КЕРАМИКОЙ

В.Н. Пучкин, Т.В. Кашеева, И.Д. Стороженко, И.К. Киргашев,
Д.А. Немерицкий, А.Ю. Никитин

EXPERIMENTAL RESEARCH ON IMPROVING THE EFFICIENCY AND TOOL LIFE, EQUIPPED WITH CUTTING CERAMICS

V.N. Puchkin, T.V. Kashcheeva, I.D. Storozhenko, I.K. Kirgashev,
D.A. Nemeritsky, A.Y. Nikitin

Аннотация. В настоящее время одной из актуальных проблем является повышение стойкости и коэффициента эффективности резания труднообрабатываемых сталей резцами, оснащёнными режущей керамикой. В связи с этим проведено экспериментальное исследование по повышению эффективности и стойкости резцов, оснащённых режущей керамикой при резании труднообрабатываемых сталей. В результате при использовании изоляции резцов от термо-ЭДС во время точения труднообрабатываемых сталей и обильного охлаждения зоны контакта «заготовки и РИ» СОТС, а также упрочнения поверхностного слоя пластин из РК азотом, которыми оснащены резцы, и применения рациональных режимов резания получено повышение эффективности коэффициента стойкости в 6,8 раза. Указанное повышение эффективности коэффициента стойкости существенно для РИ, оснащённого режущей керамикой, при резании труднообрабатываемых сталей.

Ключевые слова: резцы, оснащённые режущей керамикой, повышение стойкости, коэффициент эффективности резания.

Abstract. At the moment one of the most pressing problems is the increase in the durability and efficiency factor of hard-cutting steel, cutters, equipped with cutting ceramics. In this regard, an experimental study on the effectiveness and durability of cutters equipped with cutting ceramics with hard-cutting steels. As a result, the use of insulation cutters from thermoelectric power while turning hard-steel, and abundant cooling of the contact zone "blank and RI" SOTS, as well as hardening of the surface layer plates of Kazakhstan nitrogen, which are equipped with cutters and rational use of cutting conditions, obtained by increasing the efficiency coefficient of resistance of 6.8 times. This increase the efficiency coefficient of resistance is essential for RI, equipped with a cutting ceramics in cutting problem steels.

Keywords: tool life, equipped with cutting ceramics, firmness increase, cutting effectiveness ratio.

Системные исследования способствуют познанию места, занимаемого среди прочих технических дисциплин рассматриваемым нами вопросом повышения эффективности технологических режимов на станках с ЧПУ.

Системные исследования самых различных аспектов таких сложных процессов, как повышение стойкости, работоспособности, представляются весьма информативными и актуальными. Эти обстоятельства заставляют подробно

ознакомиться с путями развития и сущностью общей теории систем и теории резания.

На основании экспериментальных исследований получена зависимость при резании труднообрабатываемых сталей для вычисления коэффициента повышения стойкости при электроизоляции резцов от термо-ЭДС, оснащённых РК, которую в развёрнутом виде представляем выражением

$$K = 1 + \frac{\sum_{i=1}^n z_i - z}{z} \frac{e^{z_i - z}}{z} \frac{e^{y_i'}}{r_0} h \quad (1)$$

где $\sum z_i$ – сумма валентностей легирующих компонентов или элементов, которых в сплаве значительно меньше по сравнению с основным элементом (материала растворителя);

z – валентность основного элемента (материала растворителя);

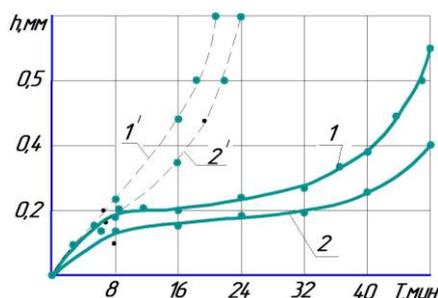
r_0 – удельное сопротивление инструментального материала, Ом·мм²/м;

K – коэффициент повышения стойкости РИ;

$y_i' = e^{y_i'}$ – суммарное удельное сопротивление элементов смеси инструментального материала, Ом·мм²/м;

$k = 1,3807 \cdot 10^{-23}$ Дж/К – постоянная Больцмана [1].

Анализ зависимости «износ – стойкость», найденной экспериментально (рисунки), показывает, что разница в износах зависит от времени: чем больше время работы, тем больше такая разница.



Зависимости «износ – стойкость» при точении сталей:
 1 – 12Х18Н10Т, $V_{cp} = 30$ м/мин; $S = 0,07$ мм/об; $t = 0,2$ мм;
 2 – 30ХГСА; $V_{cp} = 56$ м/мин; $S = 0,14$ мм/об; $t = 0,5$ мм

Валентность иона решётки сплава характеризуется параметром Z_{cn} , которой определяется по формуле (2) на основании работы [2].

$$Z_{cn} = \frac{e^{Z_i - Z}}{Z} \quad (2)$$

Эффективная валентность ионов и увлечения их электронами определяется по формуле (3) согласно работе [2]:

$$Z_{эфф} = - \frac{e^{Z_i - Z}}{Z} \frac{e^{y_i'}}{r_0} \quad (3)$$

В качестве примера рассмотрим частные случаи вычисления «К».

1. ВОК-60 (оксидно-карбидная керамика, подвергнутая упрочнению поверхностного слоя азотом) – 12Х18Н10Т (нержавеющая сталь). Основные элементы и их удельное сопротивление (Ом·мм²/м): $\psi_{Al} = 0,028$; $\psi_{Ti} = 0,89$; $\psi_N = 0,148$;

$\psi_{Zr}=0,082$; $\psi_C=0,076$; удельное сопротивление пластин ВОК-60, подвергнутых упрочнению азотом: $r_0 = 0,18$ Омг мм² / м. Следовательно,

$$\frac{e y_i}{r_0} = \frac{0,028 + 0,89 + 0,148 + 0,082 + 0,076}{0,18} = 6,8.$$

Валентности входящих в режущую керамику ВОК-60 элементов [1]

$$Z_{Al} = 3; Z_{Ti} = 4; Z_N = 3; Z_{Zr} = 4; Z_C = 4.$$

Таким образом,

$$Z_{\text{сн}} = \frac{3 + 4 + 3 + 4 + 4}{3} = 6.$$

Откуда,

$$Z_{\text{эфф}} = 6,8 \cdot 6 = 40,8.$$

При температуре резания 600°C термо-ЭДС $E = 4,93 \times 10^{-3} \text{ В}$

$$K = 1 + \frac{1,6022 \text{ г } 10^{-19}}{1,3807 \text{ г } 10^{-23}} \cdot 40,8 \text{ г } \frac{4,93 \text{ г } 10^{-3}}{873} = 1 + 2,67 = 3,67.$$

2. Силинит-Р (оксидно-карбидная керамика, подвергнутая упрочнению поверхностного слоя азотом) – 12Х18Н10Т (нержавеющая сталь). Основные элементы и их удельное сопротивление (Омг мм² / м): $\psi_{Ti} = 0,89$; $\psi_{Zr} = 0,082$; $\psi_{Al} = 0,028$; $\psi_{Si} = 0,039$; $\psi_C = 0,076$; $\psi_N = 0,148$; удельное сопротивление пластин из силинит-Р, подвергнутых упрочнению поверхностного слоя азотом: $\rho_0 = 0,12$ Омг мм² / м. Тогда

$$\frac{Z_i}{r_0} = \frac{0,89 + 0,082 + 0,028 + 0,039 + 0,076 + 0,148}{0,12} = 10,525.$$

Определяем валентность входящих в РК силинит-Р элементов [1]

$$Z_{Ti} = 4; Z_{Zr} = 4; Z_{Al} = 3; Z_{Si} = 4; Z_C = 4; Z_N = 3,$$

$$Z_{\text{сн}} = \frac{4 + 4 + 3 + 4 + 4 + 3}{4} = 5,5.$$

Соответственно

$$Z_{\text{эфф}} = 10,525 \cdot 5,5 = 57,89.$$

При температуре резания $q = 800^\circ\text{C}$; $E = 4,93 \text{ г } 10^{-3} \text{ В}$

$$K = 1 + \frac{1,6022 \text{ г } 10^{-19}}{1,3807 \text{ г } 10^{-23}} \cdot 57,89 \text{ г } \frac{4,93 \text{ г } 10^{-3}}{1073} = 1 + 3,0705 = 4,0705.$$

Таким образом, теоретический коэффициент повышения стойкости и эффективности резания режущих керамик (ВОК-60; силинит-Р), в отличие от работы [2], даёт качественную оценку влияния электроизоляции на коэффициент повышения стойкости резца.

Как видно из теоретических выкладок и экспериментов при резании и трении, стойкость РИ и износы их соответственно в значительной мере зависят от величины термо-ЭДС, которая в целом характеризует термоэлектрические процессы при трении и резании металлов. Эффективность термоизоляции выше при больших значениях термо-ЭДС. В дополнение к изложенному необходимо обратить внимание на то, что в настоящей работе акцент сделан на изнашивание задних поверхностей РИ, при резании, в частности, вязких материалов наблюдается износ передних поверхностей. В связи с электроизоляцией износ уменьшается именно на задних поверхностях РИ, что объясняется следующим при рассмотрении фрикционного контакта «РИ – деталь», если контакт разделён на два – «стружка – передняя поверхность РИ» и «поверхность резания –

задняя поверхность РИ». В общем случае фрикционный контакт РИ с деталью является дискретным. Если же сравнивать переднюю и заднюю поверхности, то у передней поверхности контакта стружка более «постоянна» из-за больших давлений по сравнению с контактом задней поверхности с поверхностью резания. Кроме того, между задней поверхностью и поверхностью резания действуют так называемые «силы отжима» [1], что усугубляет дискретность контакта. Температура на задней поверхности ниже, чем на передней [3], что в зоне температур до 500°C приводит к почти прямо пропорциональной зависимости роста термо-ЭДС от температуры. В зоне высоких температур происходит некоторая стабилизация и даже снижение термо-ЭДС [4]. Иными словами, более интенсивный рост термо-ЭДС ведёт к интенсификации изнашивания задних поверхностей РИ. Именно по этим причинам электроизоляция снижает изнашивание задних поверхностей, повышает эффективность работы на станках с ЧПУ.

Выводы

1. Стойкость и эффективность резцов, оснащённых режущей керамикой (ВОК-60; силинитом-Р и др.) в состоянии поставки при продольном и поперечном точении невелика, – это обстоятельство, вынуждает применять прогрессивные методы повышения их работоспособности.

2. При точении труднообрабатываемых сталей аустенитного класса 30ХГСА; 35ХГСА; 12Х18Н10Т; 14Х17Н2; 40Х13 и др., целесообразно использовать электроизоляцию резцов, обильное охлаждение СОТС «заготовки и РИ», а также упрочнения поверхностного слоя пластин из РК горячим азотированием с целью повышения эффективности коэффициента стойкости инструмента, т.к. в литературе по данному вопросу нет определённых рекомендаций.

3. С целью уменьшения температуры в зоне контакта «заготовка – РИ» необходимо применять скорости резания $V = 80 \dots 110$ м/мин, поскольку при этом уменьшается температура стружки благодаря её деформации $Q_{\text{ДЕФ}}$. Подобный вывод подтверждается при работе резцом, оснащённым режущей керамикой ВОК-60, с неперетачиваемыми пластинами. Однако по мере затупления резца и значительного уменьшения заднего угла α и угла в плане φ положение меняется. В этом случае с увеличением силы трения заметно растут работа и теплота трения по задней поверхности резца, и поэтому температура детали повышается с увеличением скорости резания V .

4. Одновременное использование изоляции резцов от термо-ЭДС во время точения труднообрабатываемых сталей, обильное охлаждения зоны контакта «заготовки и РИ» СОТС, а также азотирования поверхностного слоя пластин из РК, которыми оснащаются резцы и применения рациональных режимов резания, даёт повышения эффективности коэффициента стойкости в 6,8 раз. Указанное повышение эффективности коэффициента стойкости существенна для РИ, оснащённого режущей керамикой, при резании труднообрабатываемых сталей.

Библиографический список

1. Рабинович В.А., Хавин З.Я. Краткий химический справочник. – Л.: Химия, 1991. – 432 с.
2. Солоненко В.Г. Повышение работоспособности режущих инструментов. – Краснодар; Ростов н/Д., 1997. – 223 с.

3. Резников А.Н. Теплофизика резания. – М.: Машиностроение, 1969. – 288 с.
4. Постников С.Н. Электрические явления при трении и резании. – Горький: Волго-Вятское кн. изд-во, 1975. – 280 с.

Пучкин Владимир Николаевич

Армавирский механико-технологический институт,
г. Армавир, Россия
E-mail: vanyatka_2007@mail.ru

Puchkin Vladimir Nikolaevich

Armavir Mechanics Institute
of Technology, Armavir, Russia

Кашеева Татьяна Владимировна

Армавирский механико-технологический институт,
г. Армавир, Россия

Kashcheeva Tatyana Vladimirovna

Armavir Mechanics Institute
of Technology, Armavir, Russia

Стороженко Иван Дмитриевич

Армавирский механико-технологический институт,
г. Армавир, Россия

Storozhenko Ivan Dmitriyevich

Armavir Mechanics Institute
of Technology, Armavir, Russia

Киргашев Исмаил Кафеевич

Армавирский механико-технологический институт,
г. Армавир, Россия

Kirgashev Ismail Kafeevich

Armavir Mechanics Institute
of Technology, Armavir, Russia

Немерицкий Денис

Александрович
Армавирский механико-технологический институт,
г. Армавир, Россия

Nemeritsky Denis

Aleksandrovich
Armavir Mechanics Institute
of Technology, Armavir, Russia

Никитин Артем Юрьевич

Армавирский механико-технологический институт,
г. Армавир, Россия

Nikitin Artem Yuryevich

Armavir Mechanics Institute
of Technology, Armavir, Russia