

## ТЭХНІЧНЫЯ НАВУКІ

УДК 621.892

Л.Н. Бакланенко, Л.Г. Букарева

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РЕГЕНЕРИРОВАННЫХ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ (СОЖ) НА ОБРАБАТЫВАЕМОСТЬ МЕТАЛЛОВ РЕЗАНИЕМ

Оценка влияния СОЖ на шероховатость обработанной поверхности относится к одному из важнейших элементов системы оценок и не вызывает больших затруднений в реализации. Необходимо лишь принять меры к подавлению непосредственного влияния геометрии инструмента и сечения среза на рельеф обработанной поверхности. Неравномерное изнашивание вершины и вспомогательной режущей кромки, обусловленное во многом химической активностью среды, непосредственно связано с шероховатостью обработанной поверхности и размерным износом, т.е. определяет технологическую стойкость инструмента.

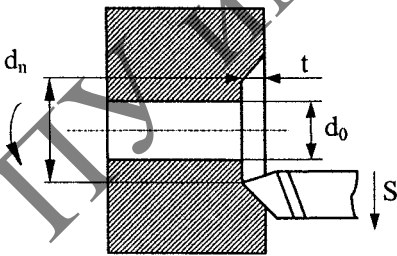
Износ режущих инструментов можно измерять на инструментальных микроскопах типа МИМ-7. Затупление инструментов определяют по наиболее изношенным участкам задней поверхности, а зависимости «износ–время» строят для максимального износа.

В настоящее время известно много способов оценки обрабатываемости резанием.

Чаще используется «классический» способ. Он заключается в установлении зависимостей  $v = f(T)$  для различных материалов, где  $v$  – скорость резания,  $T$  – период стойкости. При этом задаются определенным периодом стойкости  $T$  и измеряют износ резца через небольшие промежутки времени, определяют скорости резания  $v_{T1}, v_{T2} \dots v_{Tn}$ , соответствующие заданным периодам стойкости. Затем определяют коэффициент обрабатываемости:  $K_M = \frac{v_{T1}}{v_{T2}}$ . Наиболее

точный и объективный способ, но очень трудоемкий и требует большого расхода обрабатываемого материала.

Поэтому можно применить имеющиеся ускоренные способы определения обрабатываемости. Часть из них основана на постоянном увеличении скорости резания в пределах рабочего хода. Большое распространение получил метод торцевой обточке. При этом диск из обрабатываемого материала обтачивают по торцу от центра к периферии с постоянной частотой вращения. При каком-то определенном значении все возрастающей скорости резания наступает затупление резца.



Параметры уравнения  $T = f(v)$  определяют по формуле  $Tv^\mu = C_v^\mu$ .

При переменной скорости резания –  $Tv_{cp}^\mu = C_v^\mu$ .

При изменении скорости от  $v_0$  до  $v_n$

$$v_{-p}^\mu = \frac{\int_0^{v_n} v^\mu dv}{v_n - v_0} = \frac{v_n^{\mu+1} - v_0^{\mu+1}}{(\mu + 1)(v_n - v_0)},$$

где  $v_0, v_n$  – скорости начала резания при  $d_0$  и момента затупления резца.

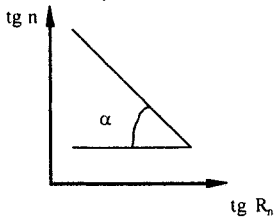
Так как  $v_n^{\mu+1} \gg v_0^{\mu+1}$ , после преобразований получим  $1000 v_n^{\mu+1} \approx 2\pi^2 S(+1) C_v^\mu$ .

Неизвестные  $C_v$  и  $\mu$  находят, протачивая торец до затупления резца при разной частоте вращения заготовок  $n_1$  и  $n_2$ . Полученная таким образом система из двух уравнений позволяет найти:

$$\mu = 2 \lg\left(\frac{n_1}{n_2}\right) / \lg\left(\frac{v_{n1}}{v_{n2}}\right);$$

$$C_v = \left[1000 v_n^{n+1} / (2\pi n^2 S(\mu+1))\right]^{1/\mu}.$$

Значение  $\mu$  может быть получено графическим путем.



Если в двойной системе координат расположить по оси абсцисс значения радиусов  $R_n$ , на которых произошло затупление реза, а по оси ординат соответствующие частоты вращения  $n$ , то линия, проведенная через экстремальные точки, будет прямой с углом наклона  $\alpha$ .

Скорость резания для данного сечения стружки, соответствующую экономически выгодной для данных условий стойкости инструмента находим по формуле:

$$v_T = v_n \left[ \frac{D_n}{[2S_n(\mu+1)\Gamma]^{1/\mu}} \right],$$

где  $D$  – диаметр заготовки.

К рассматриваемой группе относится также способ А.С. Кондратова. Он основан на том, что интенсивность изнашивания практически не зависит от размеров площадки износа. Сущность метода заключается в том, что заготовку из исследуемого материала обтачивают при постоянной подаче и глубине резания одним резцом с различными скоростями резания. Для каждого значения скорости  $v_1, v_2, \dots, v_n$  определяют прирост линейного износа задней поверхности реза  $\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_n$ , соответствующий длительности работы реза  $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n$ , после чего определяют интенсивность изнашивания  $I_1 = \Delta_1 / \tau_1, I_2 = \Delta_2 / \tau_2, I_n = \Delta_n / \tau_n$ .

Далее определяют эквивалентную за весь период времени работы реза интенсивность изнашивания  $I_{экр} = \sum_{i=1}^n \Delta_i / \sum_{i=1}^n \tau_i$ .

Скорость резания  $v_{экр}$  определяют по графику. Тогда  $C_v = v_{экр} \left( \sum_{i=1}^n \tau_i \right) \lg \psi$ .

Во второй группе способов оценки обрабатываемости физическими параметрами процесса резания являются силы резания, уровень температуры в зоне резания, угол сдвига, угол трения, усадка стружки и др.

Третья группа способов оценки обрабатываемости является перспективным направлением. Общее преимущество таких способов – существенное снижение трудоемкости и расхода обрабатываемого материала, а в качестве анализируемых параметров используются температуры максимального электросопротивления, провала пластичности, структурно-фазового превращения  $\alpha$ -железа в  $\gamma$ -железо, магнитная проницаемость, коэрцитивная сила, коэффициент внутреннего трения, сопротивление внедрению инжекторов и др.

Испытания стойкости сверл  $d = 5$  мм из быстрорежущей стали Р6М5 проводились на станке 2Г125 при различных сочетаниях подач и скоростей резания.

В качестве охлаждающих жидкостей применялись:

- 1) 5% водная эмульсия на основе эмульсола НГЛ-205;
- 2) стабильная эмульсия, полученная из регенерированной отработанной СОЖ.

Износ сверла определяли по наиболее изношенным участкам задней поверхности режущих лезвий на инструментальном микроскопе типа МИМ-7.

Геометрические параметры сверла:  $2\varphi = 118^\circ; 2\varphi_0 = 75^\circ; \gamma = 7^\circ; \alpha_0 = 10^\circ$ .

Режим резания изменялся в следующих пределах: скорость резания – 14...22 м/мин, подача – 0,1... 0,2 мм/об.

Зависимость между стойкостью сверла и скоростью резания определяли с помощью метода ортогонального центрального композиционного планирования.

На рис. 1. показаны результаты исследований зависимости износа сверла ( $h_3$ ) от скорости ( $v$ ) при использовании стандартной и исследуемой СОЖ. Сравнительный анализ полученных зависимостей показывает, что характер износа в обоих случаях практически одинаковый – с увеличением скорости износ увеличивается. Причем для исследуемой СОЖ при скоростях свыше 20 м/с имеет место уменьшение износа сверла по сравнению со стандартной. На наш взгляд, это связано с тем, что разработанная СОЖ обеспечивает лучший теплоотвод в зоне резания.

Зависимость износа сверл ( $h_3$ ) от подачи ( $S$ ) представлена на рис.2. Для всех диапазонов исследованных подач имеет место некоторое уменьшение износа для разработанной СОЖ по сравнению со стандартной.

Сравнительный анализ зависимостей крутящего момента ( $M_{кр}$ ) от подачи ( $S$ ), приведенный на рис. 3, показывает, что величина крутящего момента для всего диапазона рассмотренных подач в обоих случаях практически одинакова.

Исследование шероховатости обработанной поверхности проводилось с использованием стандартной методики на профилографе-профилметре модели 205 (рис. 4).

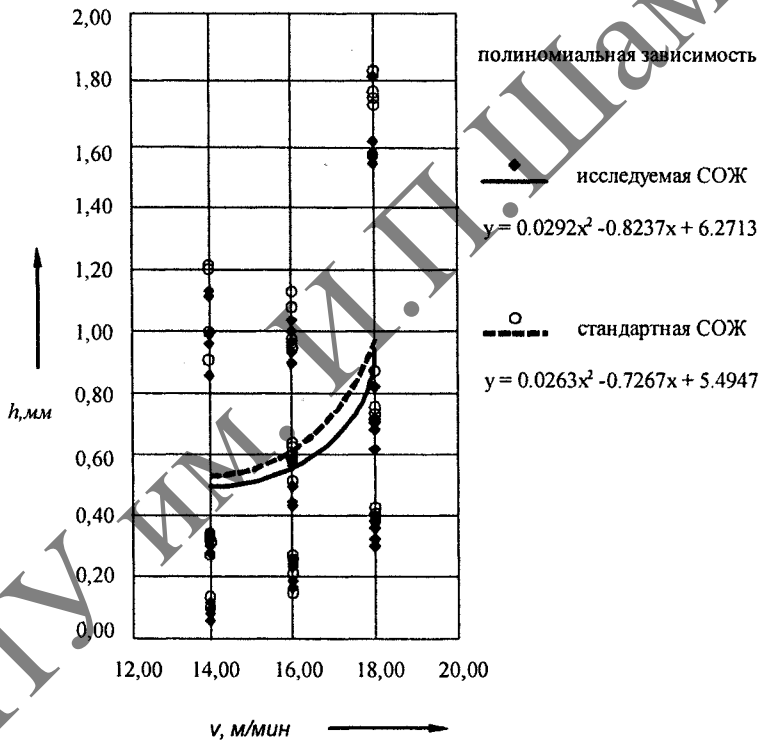


Рис. 1. Зависимость износа от скорости резания при СОЖ

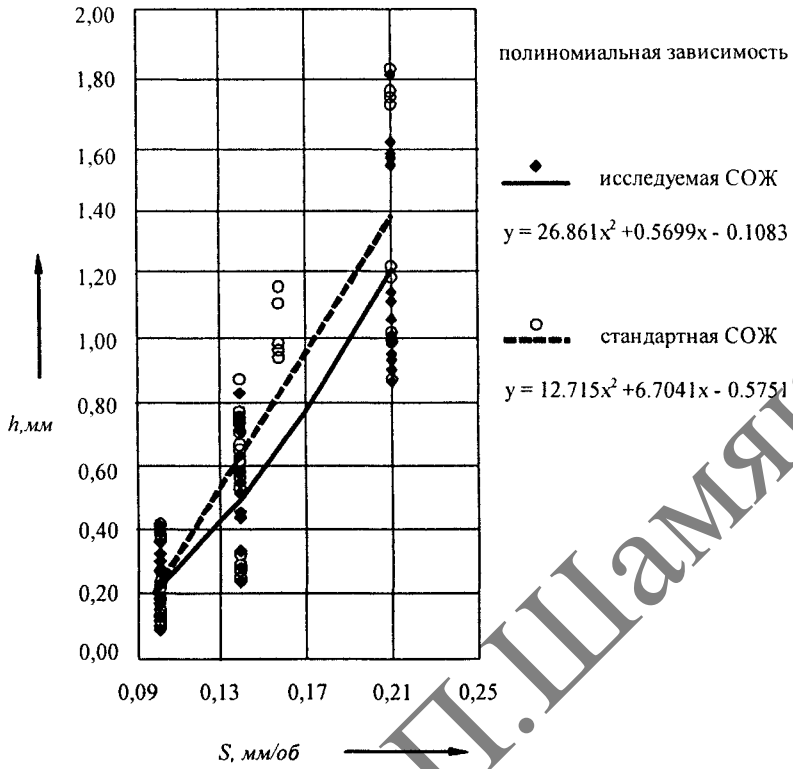


Рис. 2. Зависимость износа сверл от подачи при использовании различных СОЖ

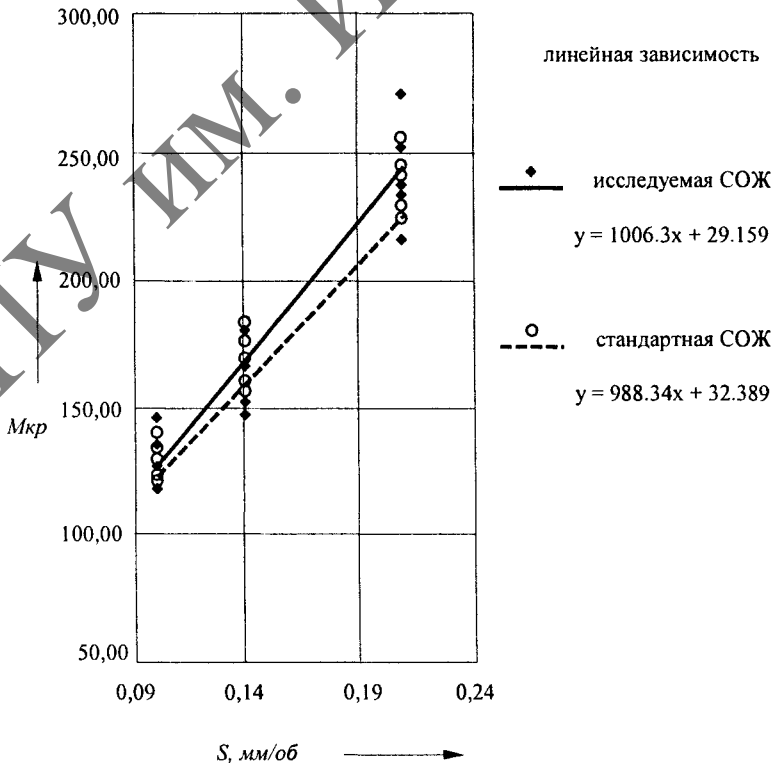


Рис. 3. Зависимость крутящего момента от подачи при сверлении с использованием различных СОЖ

Испытания стойкости резца из быстрорежущей стали Р6М5 проводились на станке 16К20 при различных сочетаниях подачи и скоростей резания:  $S = 0,1 \dots 1,21$  мм/об,  $v = 12,5 \dots 22,5$  м/мин,  $t = 0,3$  мм.

На рис. 5. показаны результаты исследований износа резца ( $h_3$ ) от скорости резания ( $v$ ) при использовании стандартной и исследуемой СОЖ. Сравнительный анализ полученных зависимостей показывает, что характер износа в обоих случаях практически одинаковый. Причем для исследуемой СОЖ при скоростях свыше 18 м/мин имеет место увеличение износа по сравнению со стандартной на сотые доли мкм, что составляет около 5% от принятой стойкости инструментов и находится в пределах погрешности опыта.

Зависимость силы резания ( $P$ ) от подачи ( $S$ ), приведенная на рис. 6, показывает, что при малых значениях подачи силы резания одинаковы как для стандартной, так и для исследуемой СОЖ, а при значениях подачи больше 0,17 мм/об сила резания при использовании исследуемой СОЖ на 3-5% превышает силу резания при использовании стандартной СОЖ.

Стойкостные испытания резцов при указанных значениях режимов резания практически одинаковы для обоих видов СОЖ (рис. 7). Небольшие отклонения в угле наклона прямых, характеризующие зависимости, отличаются на незначительную величину и находятся в пределах погрешности опыта.

Для более точной сравнительной оценки результатов исследований для всех испытаний были построены графики по различным моделям.

Результаты исследований показывают, что шероховатость поверхностей, обработанных с использованием исследуемой СОЖ, практически не отличается от шероховатости, полученной при использовании стандартной СОЖ, что подтверждает первоначально выдвинутое предположение о высокой эффективности регенерированной эмульсии типа «масло в воде».

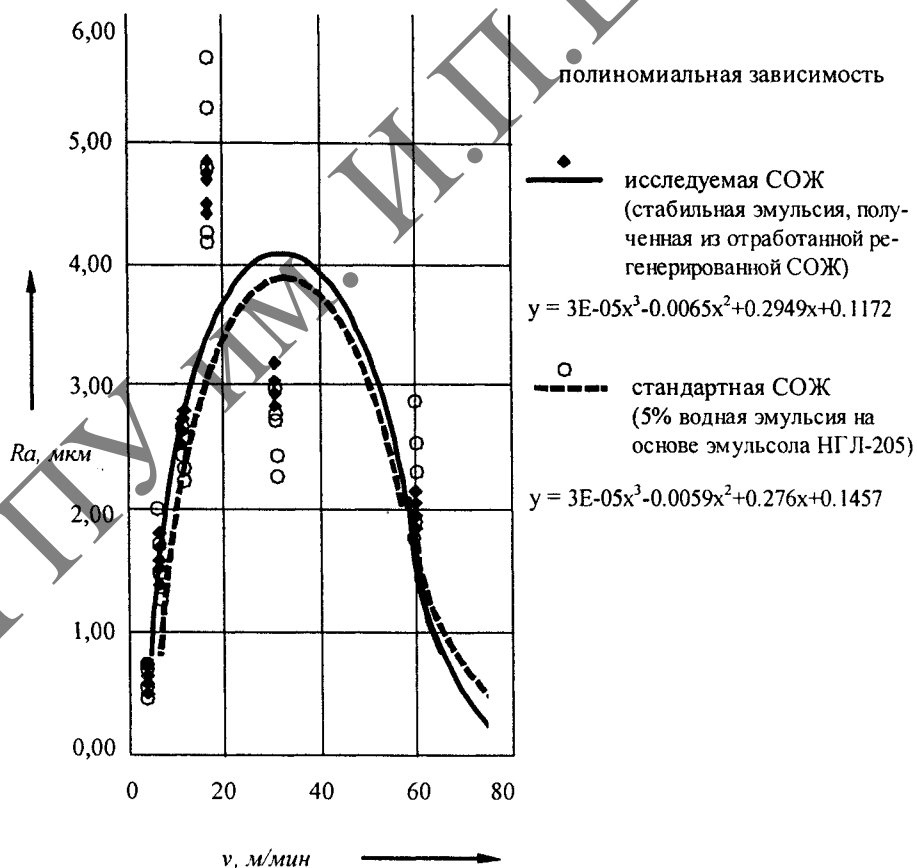


Рис. 4. Зависимость шероховатости от скорости резания при сверлении с использованием различных СОЖ

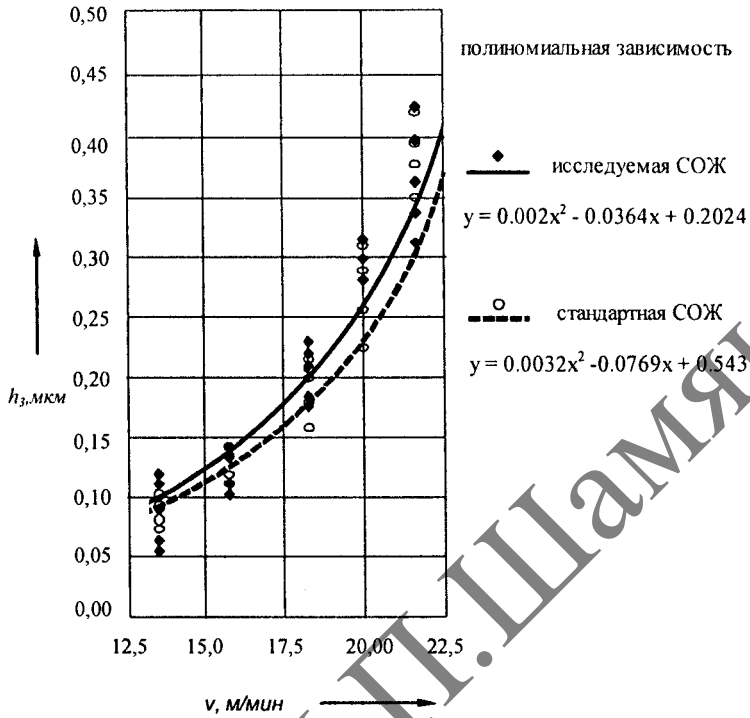


Рис. 5. Зависимость износа резца от скорости резания при использовании различных СОЖ

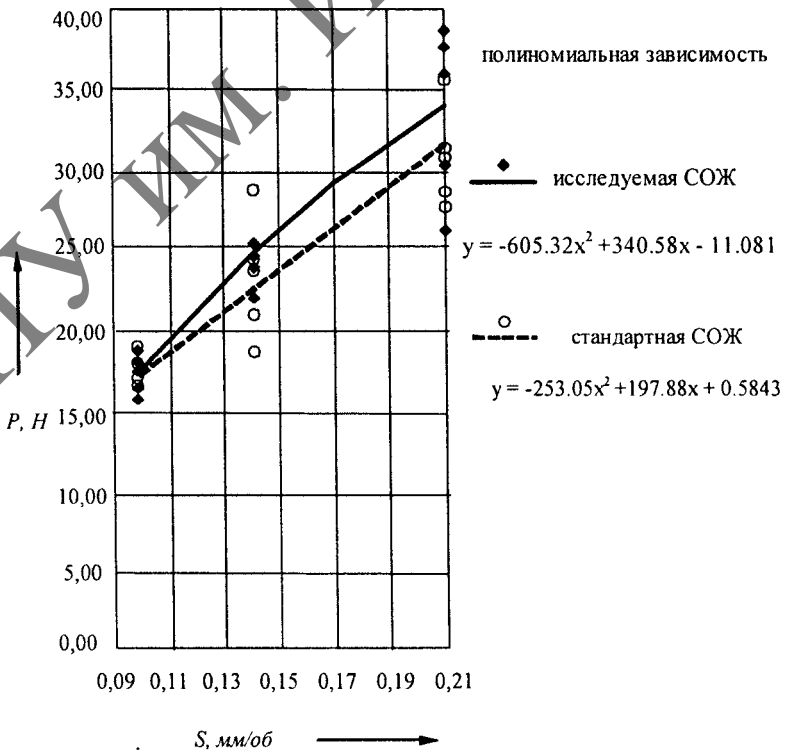


Рис. 6. Зависимость силы резания (P) от подачи (S) при точении с использованием различных СОЖ

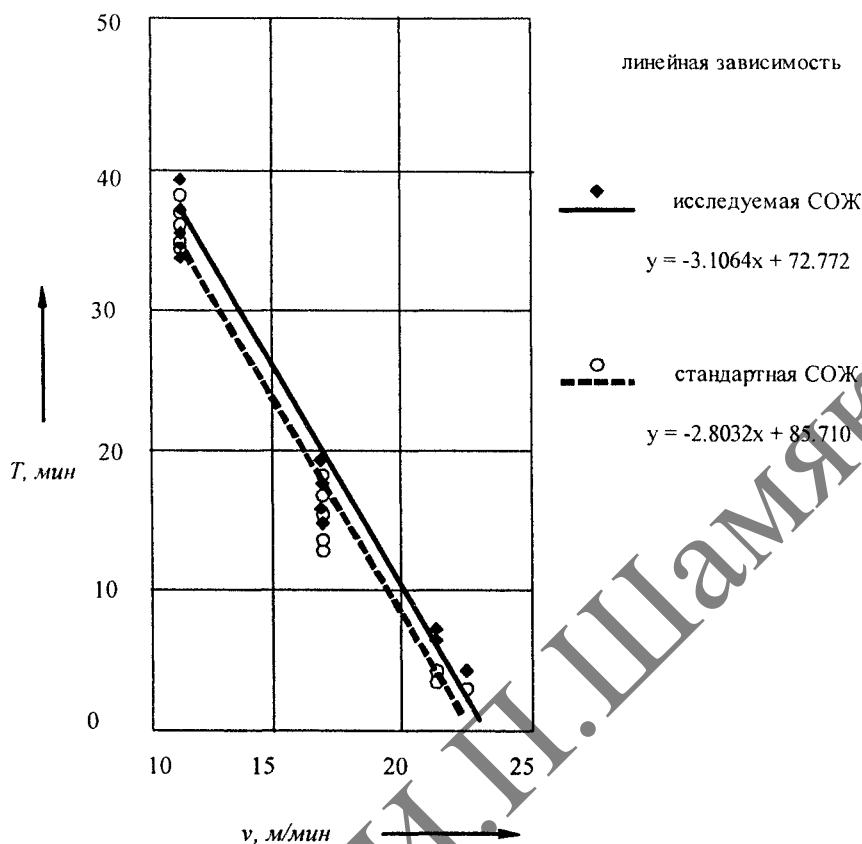


Рис. 7. Зависимость стойкости резца от скорости резания при использовании различных СОЖ

#### Литература

1. Смазочно-охлаждающие технологические средства для обработки металлов резанием. Справочник – М.: Машиностроение, 1986. – 158 с.
2. Ящеридин П.И., Махаринский Е.И.. Планирование эксперимента в машиностроении. – Мн.: Вышэйшая школа, 1985. – 240 с.

#### Summary

Roughness of surfaces treated with standard COJ(LC) and Lubricating coolant based on used regenerated COJ(LC) is practically the same which proves high economic efficiency of the developed COJ(LC) in cutting.

Поступила в редакцию 22.10.04.