

МАТЕРИАЛЫ 10-й ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ г. Новосибирск, 28 марта 2012 г.

УДК 621:534 (045)

ВЗАИМОСВЯЗЬ ПАРАМЕТРОВ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ С РЕЖИМАМИ РЕЗАНИЯ И ШЕРОХОВАТОСТЬЮ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКЕ

*А.М. ФИРСОВ, канд. техн. наук, доцент,
А.В. ВДОВИН, аспирант,
П.В. ПЕРЕПЕЛКИН, инженер,
И.В. ТИМАХОВИЧ, аспирантка
(БТИ (филиал) ФГБОУ ВПО АлтГТУ, г. Бийск)*

Статья поступила 4 апреля 2012 года

А.М. Фирсов – 659305, Алтайский край, г. Бийск, ул. Трофимова, 27,
Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО АлтГТУ,
e-mail: mrsi@bti.secna.ru

Представлены результаты экспериментальных исследований по установлению взаимосвязи параметров акустической эмиссии с режимами резания и шероховатостью поверхности в процессе токарной обработки.

Ключевые слова: режимы резания, акустическая эмиссия, шероховатость поверхности, токарная обработка.

Ключевыми факторами современного машиностроительного производства являются сжатые сроки и высокое качество его технологической подготовки, повышение эффективности машиностроительного производства. Необходимо стремиться к повышению уровня конкурентоспособности продукции отечественных производителей за счет обеспечения требуемого качества изготавливаемых изделий. Специфика развития машиностроительного производства в настоящее время характеризуется широким внедрением в промышленную практику токарных станков с ЧПУ. В связи с этим остро стоит вопрос об автоматическом контроле качества изделий, в частности шероховатости обрабатываемых поверхностей как одного из важнейших факторов, определяющих качество детали.

В последние годы все большее внимание специалистов привлекает перспектива применения метода акустической эмиссии. Акустическая эмиссия (АЭ) – физическое явление, связанное с излучением упругих волн исследуемым объектом при нелинейных трансформациях его структуры. Волны АЭ порождаются доминирующими физическими процессами при обработке резанием (разрушение, трение, пластическое деформирование). Метод акустической эмиссии позволяет проводить контроль различных технологических процессов и процессов изменения свойств и состояния материалов, при этом положение и ориентация объекта не влияют на выявляемость дефектов [3, 4].

Исходя из вышесказанного вопрос взаимосвязи параметров акустической эмиссии с режи-

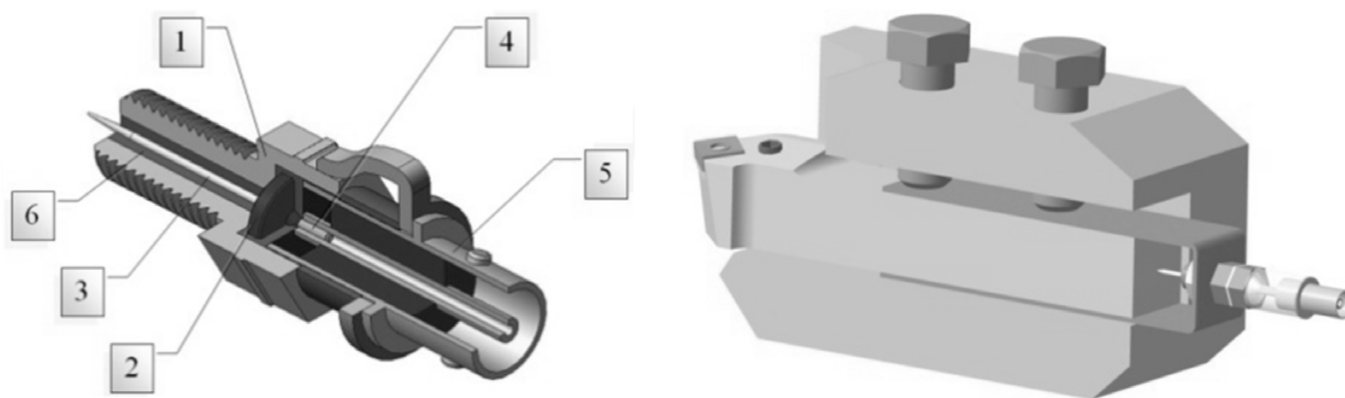


Рис. 1. Модель пьезоэлектрического датчика и установка его на резце

мами резания и шероховатостью поверхности при токарной обработке является весьма актуальным и представляет научный и практический интерес.

Для обнаружения возможной взаимосвязи были проведены экспериментальные исследования, так как акустическое излучение всегда сопутствует процессу обработки и его спектр чрезвычайно широк – от десятков герц до сотен килогерц. Основным источником сигнала АЭ является зона резания, в которой происходят пластическая деформация, разрушение обрабатываемого материала и отрыв слоя металла. Стандарт [2] дает более 20 различных параметров для сигнала АЭ, а также параметров преобразователя акустической эмиссии. В работах [1, 3] приведены основные параметры АЭ, используемые при решении задач технологической диагностики: N_{Σ} – активность АЭ; A – амплитуда АЭ; $\Sigma(N/dt)$ – число зарегистрированных импульсов дискретной АЭ за интервал времени, W_1 , W_2 – критерии, которые учитывают мощность и скорость резания; $S_{\text{АЧХ}}$ – площадь под амплитудно-частотной характеристикой (АЧХ) сигнала.

Исследования проводились на токарном станке с ЧПУ 16К20Ф3, в качестве исследуемого материала применялась конструкционная сталь 45, которая обрабатывалась резцом со сменной многогранной пластиной типа SNMM150608 ГОСТ 19052-80 из твердого сплава Т15К6, сигнал снимался пьезоэлектрическим датчиком, установленным на резце (рис. 1), который представляет собой корпус 1, где находится пьезокерамическая пластинка 2

круглой формы, к которой с одной стороны припаяна игла 3, с другой провод 4, соединяющийся с центральным разъемом входного штекера 5. Для фиксирования положения соответствующих элементов в корпусе его внутренняя полость залита эпоксидным компаундом 6.

Запись и обработка усиленного сигнала производились с помощью виртуального прибора, созданного в программе Lab View (рис. 2, а).

В ходе экспериментов режимы резания варьировались в следующих пределах: глубина резания $t = 0,5$ мм, 1 мм; скорость резания $V = 60 \dots 140$ м/мин с шагом 20 м/мин; величина подачи $S = 0,2 \dots 0,6$ мм/об с шагом 0,1 мм/об с применением и без применения СОЖ.

В процессе резания наблюдался широкий спектр сигнала с диапазоном от 0 до 300 кГц, с максимальной амплитудой в диапазоне 0...25 кГц, что соответствует шумам технологической системы, спектр сигнала с минимальной амплитудой наблюдался в диапазоне от 25 до 300 кГц (рис. 2, б).

На начальном этапе устанавливалась взаимосвязь режимов резания (S – подача, V – скорость резания) и параметров акустической эмиссии.

На стадии предварительных экспериментов было установлено, что наиболее информативным параметром АЭ, зависящим от режимов резания, является $S_{\text{АЧХ}}$. На графиках видно, что увеличение подачи, значение $S_{\text{АЧХ}}$ остается примерно на одном уровне, а при увеличении скорости резания значение $S_{\text{АЧХ}}$ возрастает. Графики подтверждают физический смысл параметра $S_{\text{АЧХ}}$, ведь он представляет собой энергию упру-

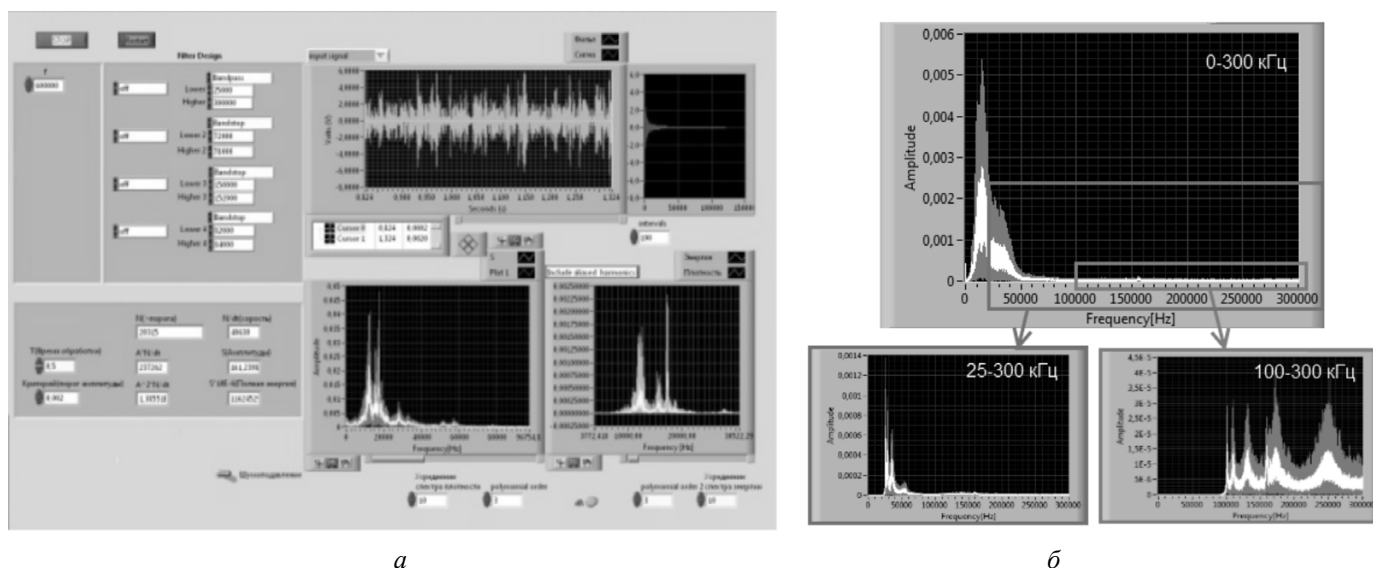


Рис. 2. Виртуальный прибор LabView для обработки сигнала АЭ (а) и АЧХ сигнала АЭ на различных диапазонах частот (б)

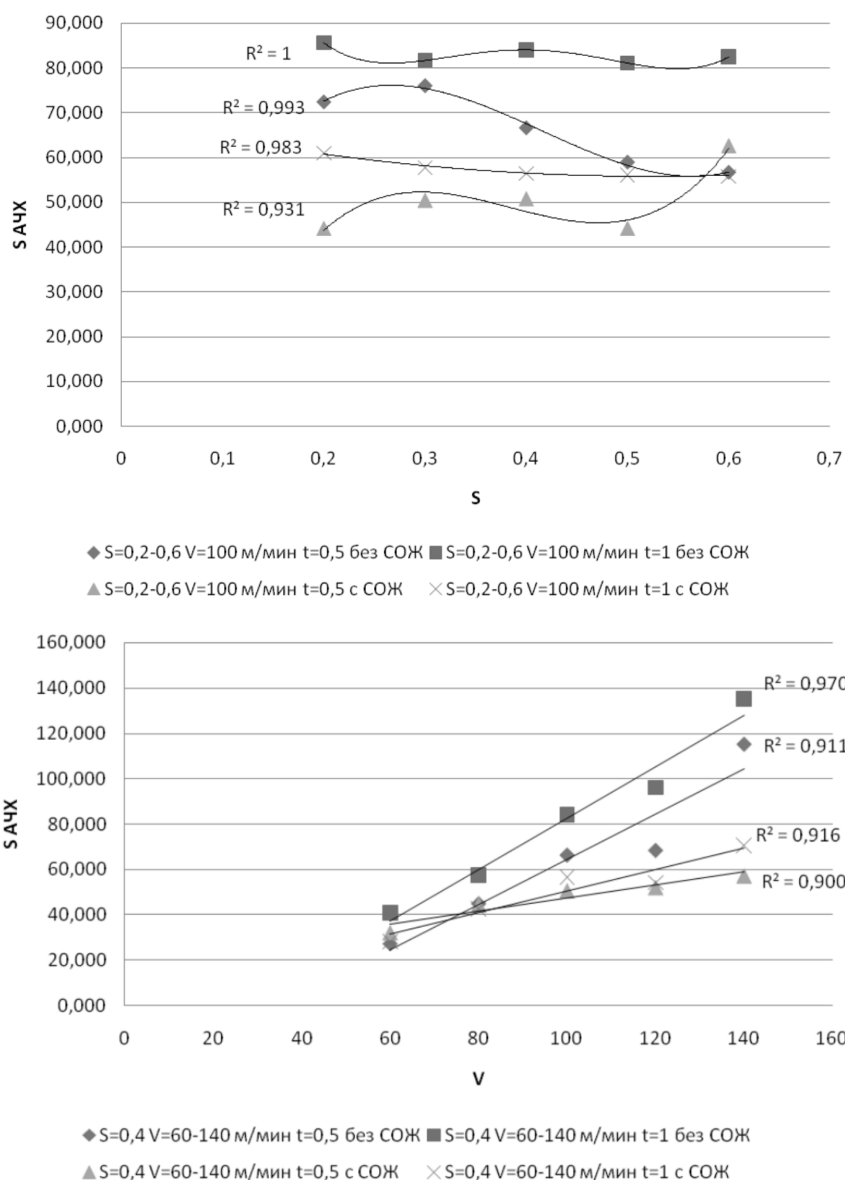


Рис. 3. Влияние подачи (S) и скорости резания (V) на параметр S_{ACH}

гих волн, генерируемых в зоне резания в единицу времени, а при изменении скорости резания путь резания в единицу времени увеличивается (рис. 3).

Известно, что степень корреляции между различными параметрами АЭ и исследуемой характеристикой резания может меняться в широких пределах. Однако если имеется зависимость от условий резания, то она регистрируется достаточно надежно, поэтому при проведении экспериментов желательно регистрировать несколько параметров АЭ, а также полезно использование комбинаций, включающих технологическую характеристику резания.

Исходя из вышесказанного и полученных данных был дополнительно введен безразмерный критерий $K_{S\text{АЧХ}} = S_{\text{АЧХ}}/(SP_z)$ (где P_z – сила резания), значение которого характеризует энергию упругих волн, генерируемых в зоне резания при снятии единицы объема металла в единицу времени. Введение данного критерия обеспечивает взаимосвязь режимов резания с сигналами АЭ.

Результаты исследований по установлению взаимосвязи введенного параметра с режимами

резания представлены на рис. 4 и 5, где видно, что данный критерий отображает физический смысл процесса и может быть использован для взаимосвязи технологических процессов с параметрами АЭ.

Затем были проведены исследования по установлению взаимосвязи параметра акустической эмиссии $K_{S\text{АЧХ}}$ и величины шероховатости Ra , некоторые результаты представлены на рис. 6.

Полученные зависимости позволяют сделать выводы о наблюдающейся взаимосвязи параметров акустической эмиссии с режимами резания и шероховатостью поверхности при токарной обработке.

В результате проведенных экспериментальных исследований было установлено, что технологическая система генерирует сигнал акустической эмиссии частотой от 25 до 300 кГц, которого достаточно для осуществления автоматического контроля шероховатости поверхности в ходе механической обработки, при использовании критерия $K_{S\text{АЧХ}} = S_{\text{АЧХ}}/(SP_z)$, что позволит управлять шероховатостью поверхности при механической обработке.

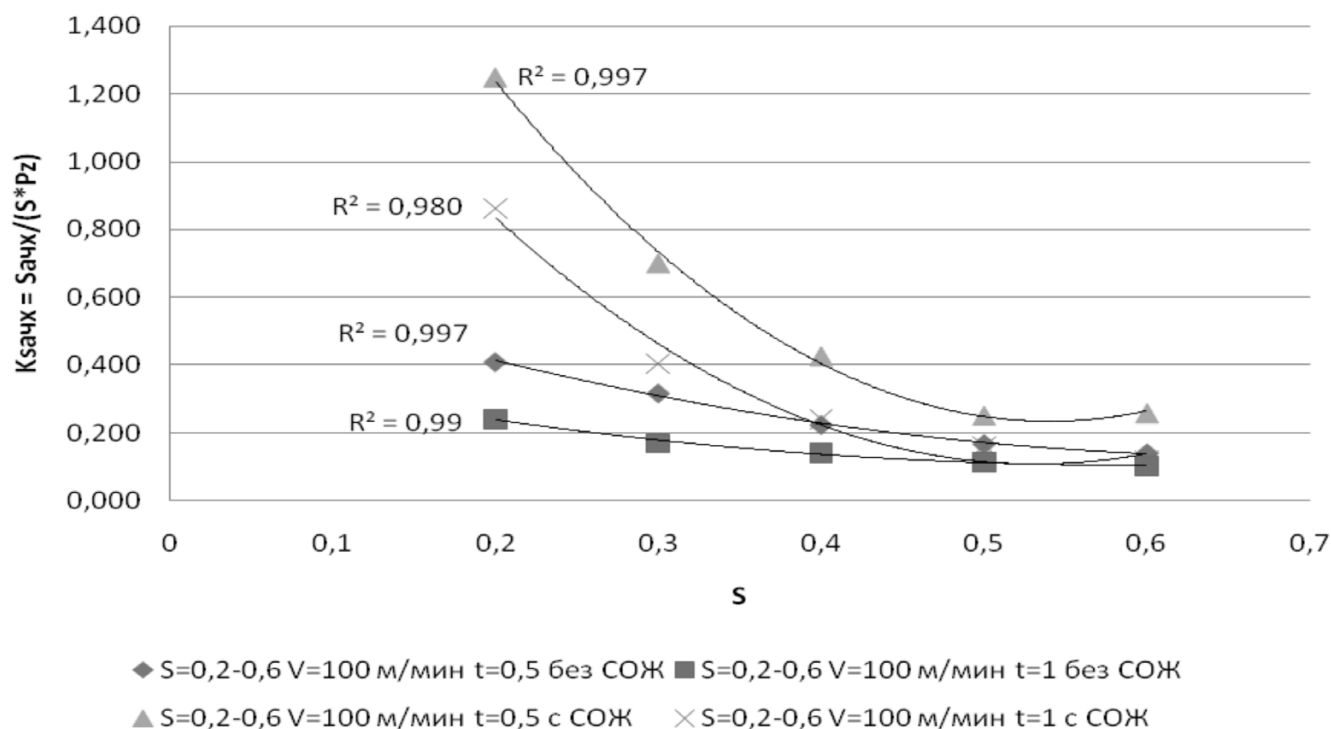


Рис. 4. Влияние подачи (S) на параметр $K_{S\text{АЧХ}}$

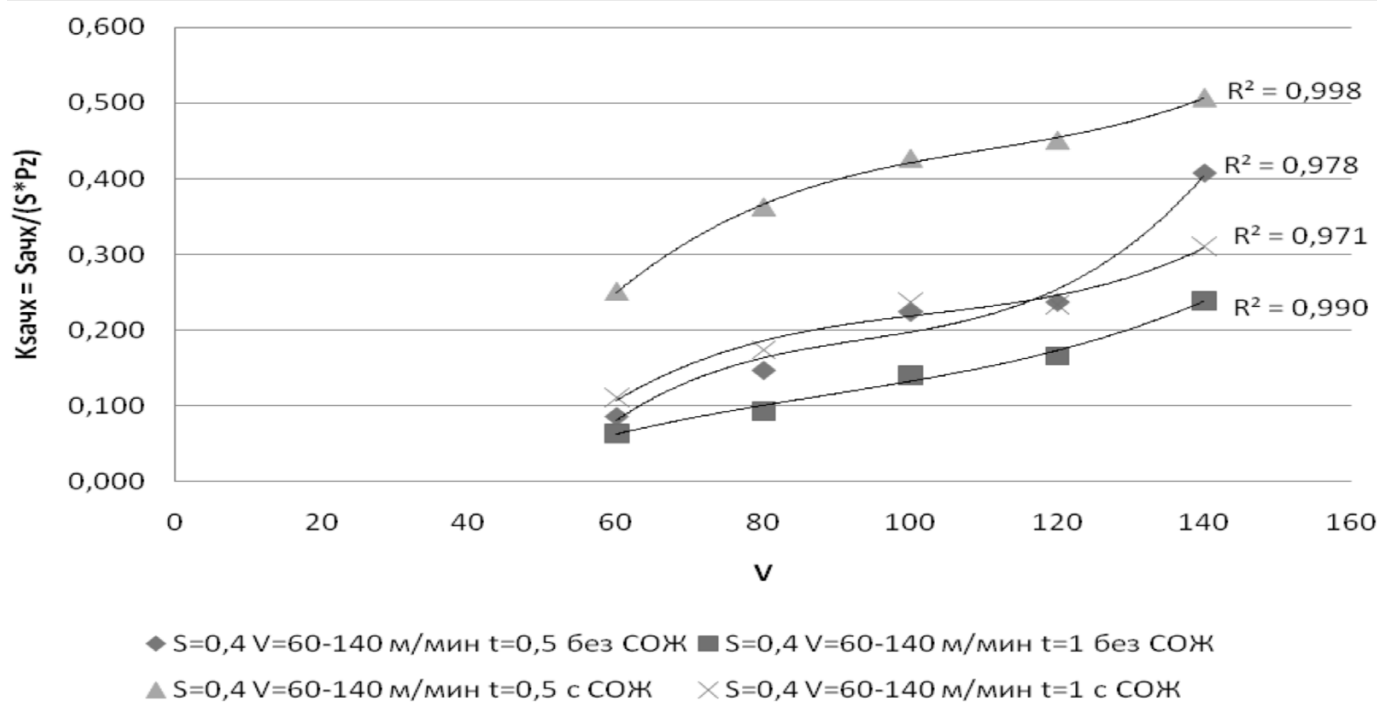


Рис. 5. Влияние скорости резания (V) на параметр K_{SACH}

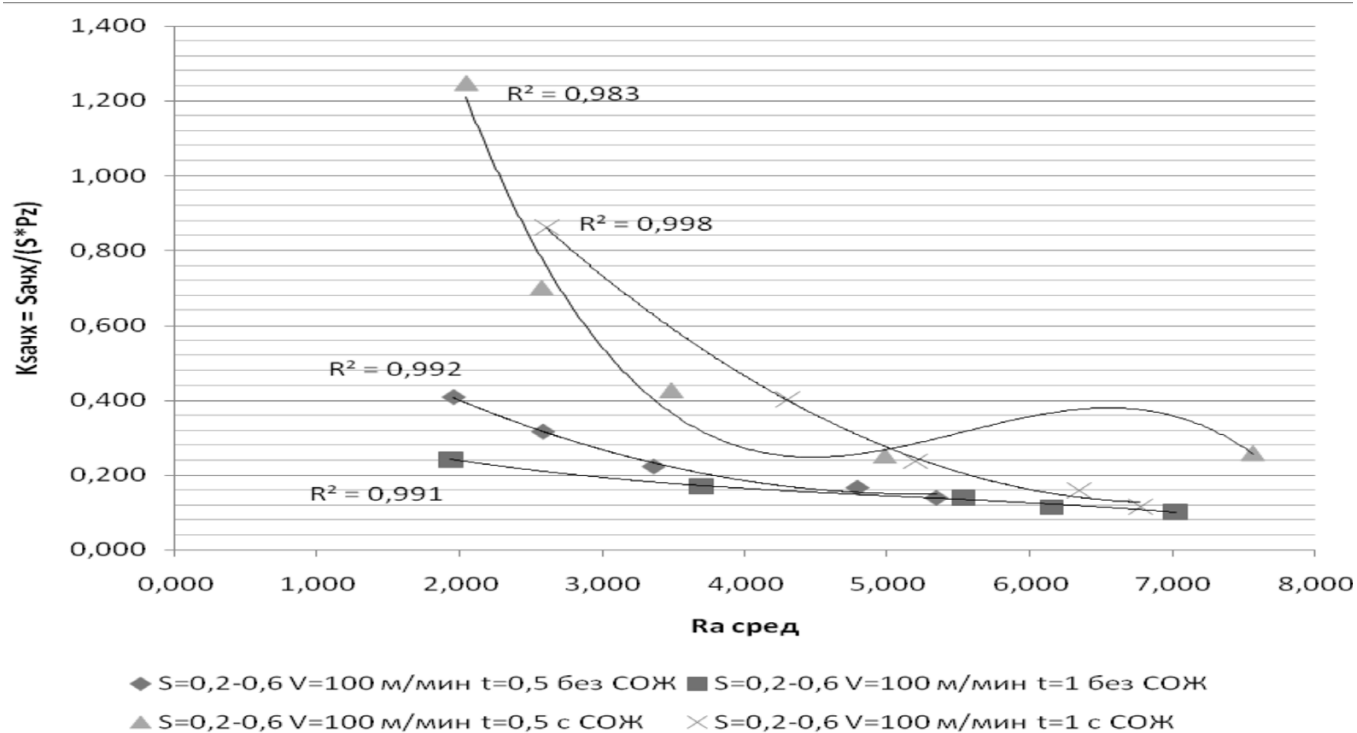


Рис. 6. Взаимосвязь шероховатости поверхности параметра K_{SACH}

Список литературы

1. Алешин С.А., Белый Г.Ю., Вopilкин А.А. Методы акустического контроля металлов. – М.: Высш. шк., 1988. – 306 с.
2. ГОСТ 27655-88 – Акустическая эмиссия. Термины, определения и обозначения.
3. Грешиников В.А., Дробот Ю.Б. Акустическая эмиссия. – М.: Из-во стандартов, 1976. – 272 с.
4. Клюев В.В. Неразрушающий контроль: Справочник. В 7 т. / под общ. ред. В.В. Клюева. Т. 7: В 2 кн. – Кн. 1: В.И. Иванов, И.Э. Власов. Метод акустической эмиссии. – Кн. 2: Ф.Я. Балицкий, А.В. Барков, Н.А. Баркова и др. Вибродиагностика. – М.: Машиностроение, 2005. – 829 с.

The relationship of parameters acoustic emission of the cutting conditions and surface roughness when turning

A.M. Firsov, A.V. Vdovin, P.V. Perepelkin, I.V. Timahovich

The results of experimental studies to establish the relationship of parameters of acoustic emission with the cutting conditions and surface roughness in turning are considered.

Key words: cutting conditions, acoustic emission, surface roughness, turning.