

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА ДИАГНОСТИКИ ПО АКУСТИЧЕСКОМУ ИЗЛУЧЕНИЮ ПРИ ЧИСТОВОМ ТОЧЕНИИ ТИТАНОВОГО СПЛАВА. ЧАСТЬ 2

В.А. Залоза, д-р техн. наук, профессор;

Р.Н. Зинченко, канд. техн. наук,

Сумский государственный университет, г. Сумы

У цієї статті розглянуто питання про можливість застосування методу діагностування стану різального інструменту в режимі реального часу безпосередньо у процесі обробки за акустичним випромінюванням при чистовому точінні титанового сплаву. Показано, що сигнал акустичного випромінювання змінюється від змін режимів обробки (швидкість різання, подача, глибина) та від зношування інструменту.

Ключові слова: зношування інструменту, сигнал акустичного випромінювання, точіння, титановий сплав.

В статье рассмотрены результаты исследования о возможности применения метода диагностики состояния режущего инструмента в режиме реального времени непосредственно в процессе обработки по акустическому излучению при чистовом точении титанового сплава. Показано, что сигнал акустического излучения изменяется от измененный режимов обработки (скорость резания, подача, глубина) и от износа инструмента.

Ключевые слова: износ инструмента, сигнал акустического излучения, точение, титановый сплав.

ВВЕДЕНИЕ

Рост автоматизации производства, процессов в машиностроении предъявляет высокие требования к средствам диагностирования, служащим для оперативного контроля состояния оборудования, обнаружения и локализации неисправностей. Для металлообрабатывающего оборудования одним из актуальных вопросов повышения его надежности и улучшения качества выпускаемой продукции изделий является диагностирование состояния режущего инструмента и оперативное обнаружение начальной стадии критического износа, скола или поломки, что на сегодняшний день является актуальной проблемой при практической реализации технологического процесса обработки материалов. Контроль и диагностика состояния режущего инструмента в процессе резания, являющиеся составной частью информационного обеспечения автоматизированного производства, позволяют существенно интенсифицировать процесс механической обработки, что особенно важно для процессов изготовления деталей из труднообрабатываемых материалов, в частности из титановых сплавов.

Цель работы - исследование возможности применения метода диагностики по акустическому излучению (АИ) при обработке титанового сплава резами из сверхтвердого инструментального материала (СТИМ).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились на базе токарно-винторезного станка 16К20Т1 с системой ЧПУ НЦ-31 [1]. Регистрация сигнала АИ осуществлялась с помощью микрофона модели - Shure С606, помещенного в требуемую точку пространства обрабатываемой системы. Сигнал, поступающий из микрофона, преобразуется с помощью аналогово-цифрового преобразователя, встроенного в звуковую карту. Полученные данные сохраняются в памяти ЭВМ для дальнейшей

обработки с помощью специально разработанной программы. Для исследований использовали титановый сплав BT-22, который находит все большее применение. Механические свойства BT-22 в состоянии поставки: $\sigma_b = 1123$ МПа, $\delta = 11,6-12,9\%$, $\psi = 32,2-33,7\%$. Твердость после закалки и старения составляет 42 HRC. Диаметр заготовки – 46-49 мм.

Для проведения экспериментов использован резец со сменной круглой неперетачиваемой пластиной из сверхтвердого материала: CBN марки КИБОРИТ-1 (рис. 1). Геометрические параметры пластинки: радиус пластинки – 7 мм, толщина пластинки – 4,25мм. Передний и задний углы лезвия: $\alpha = -6^\circ$; $\beta = 6^\circ$.



Рисунок 1 – Фотография резца с круглой пластиной

Для проведения исследований по определению информативных полос частот спектра сигнала АИ, установлению степени влияния режимов обработки на мощность сигнала АИ в определенных полосах частот спектра, а также по оценке степени влияния износа инструмента на мощность АИ в этих полосах частот были использованы методики, описанные в [1] и [2].

Правая граница информативной полосы – 18000 Гц – принята, исходя из тех соображений, что для использованного в данных исследованиях микрофона именно эта частота является наибольшей частотой, которую можно регистрировать без собственных помех самого микрофона. Весь сигнал, находящийся правее этой частоты является шумом всего

усилительного тракта.

Для определения информативных полос частот спектра АИ, был проведен процесс обработки новой, т.е. не изношенной, частью режущей кромки пластины, которая сменялась путем ее поворота в резце. Каждый опыт производился обработкой заготовки на длину 20 мм с последующим измерением величины фаски износа по задней поверхности. Во всех опытах обработка проводилась с подачей СОЖ (3% водная эмульсия АВИТОЛ).

В результате проведения экспериментов был записан сигнал АИ для всех пунктов таблицы экспериментов, представленной в [1, табл. 1], в условиях цехового шума и при установившемся резании. Эти спектры были наложены друг на друга, как показано рис. 2 и 3, причем для всех случаев: нижняя кривая – цеховой шум, верхняя кривая – установившееся резание. При обработке экспериментальных данных установлено, что в одних случаях проявляются (место наибольшего различия между верхней и нижней кривыми) две информативные полосы, показанные на рис. 2, в других – три и более полосы (см. рис. 3). В соответствии с этим приняты и названия/обозначения полос: для одной А; для двух А и В; для трех А, В, С и т.д. При этом левые и правые границы полос во всех случаях различны, в результате чего не представляется возможным выделить определенное количество полос частот, которые бы проявлялись во всех случаях одинаково. В связи с этим принято использовать одну широкую полосу частот от 5000 Гц до 18000 Гц, которая захватывает все возможные случаи расположения полос частот. Именно эта полоса частот чувствительна к изменению параметров режима резания и износу инструмента, при этом возможны и

ошибки, связанные с изменением общего уровня шумов в цехе, для оценки которых необходимы дополнительные исследования.

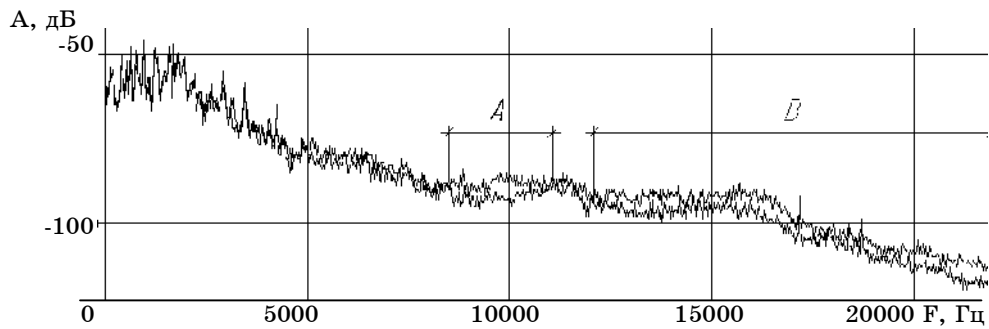


Рисунок 2 – Информативные полосы спектра сигнала АИ
($S = 0,01$ мм/об; $t = 0,02$ мм; $n = 1000$ об/мин)

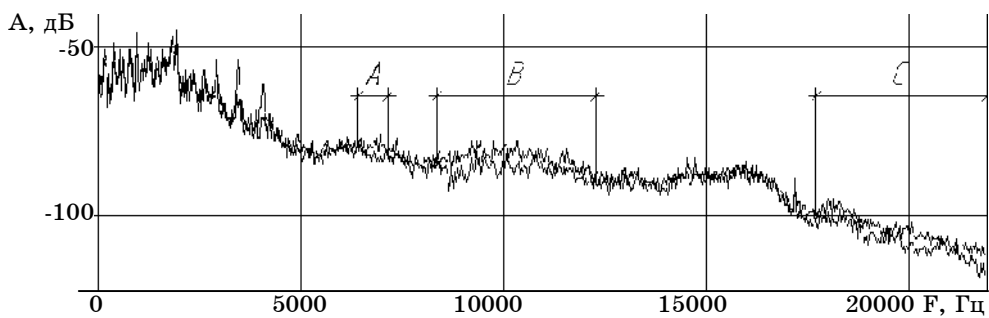


Рисунок 3 – Информативные полосы спектра сигнала АИ
($S = 0,02$ мм/об; $t = 0,02$ мм; $n = 1000$ об/мин)

Для исследования влияния режимов обработки на мощность сигнала АИ в принятой информативной полосе частот спектра сигнала АИ была проведена серия опытов, в результате которой установлены степени влияния подачи (рис. 4), глубины резания (рис. 5) и частоты вращения (скорости резания) (рис. 6) на мощность сигнала АИ. Следует отметить, что все полученные зависимости имеют тенденцию к увеличению мощности сигнала АИ с ужесточением режимов обработки. Исходя из этого, необходимо отметить, что для использования системы диагностирования состояния режущего инструмента по АИ необходимо учитывать, на каких режимах производится обработка, а такие параметры, как глубина резания, подача, частота вращения (скорость резания), а также мощность сигнала АИ в соответствующей полосе частот должны быть обязательными входными величинами для диагностирования состояния режущего инструмента.

Что касается зависимостей мощности сигнала АИ от глубины резания и подачи, то с их увеличением увеличивается площадь среза ($f=t \cdot S$), что, в свою очередь, ведет к увеличению объема пластических деформаций, сил резания и, следовательно, к увеличению мощности акустического излучения. При этом можно отметить, что влияние глубины резания и подачи практически одинаково, вследствие их относительно равного влияния на площадь среза. При увеличении частоты вращения от 0 и до 2000 об/мин происходит возрастание мощности акустического излучения, как правило, как из-за акустического излучения коробки скоростей станка, так и от зоны контакта режущего инструмента с заготовкой, т.е. от самого процесса резания.

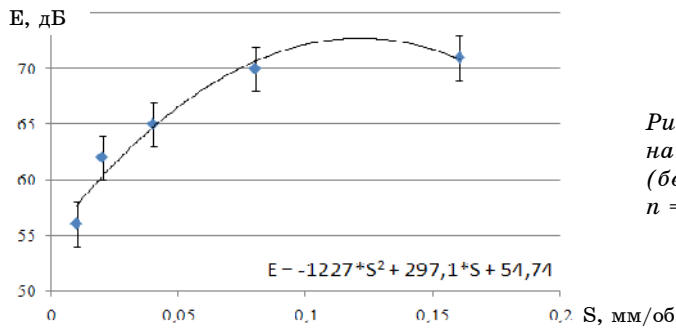


Рисунок 4 – Влияние подачи на мощность сигнала АИ (без износа) при $n = 1000$ об/мин, $t = 0,02$ мм

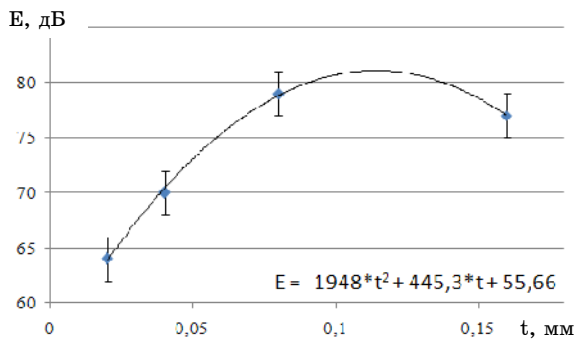


Рисунок 5 – Влияние глубины резания на мощность сигнала АИ (без износа) при $n=1000$ об/мин, $S=0,02$ мм/об

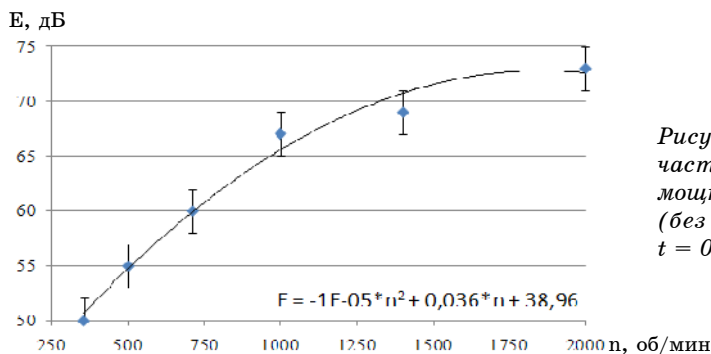


Рисунок 6 – Влияние частоты вращения на мощность сигнала АИ (без износа) при $t = 0,02$ мм, $S = 0,02$ мм/об

Сравнивая приведенные результаты с данными, полученными в [1] и [2], можно утверждать, что при знании характера влияния режимов резания на мощность сигнала АИ его можно успешно использовать не только для диагностики состояния инструмента, но и обрабатывающей системы в целом.

Для исследования влияния износа инструмента на мощность акустического излучения были проведены эксперименты при точении титанового сплава при таких режимах: частота вращения 1000 об/мин, глубина резания 0,08 мм, продольная подача 0,08 мм/об. В плане эксперимента было предусмотрено проведение серии резов одной кромкой с длиной участка 50 мм. После прохода каждого участка производился замер фаски износа режущей пластины (лезвия) резца.

В ходе проведения экспериментов установлено, что при точении титанового сплава инструментом из СТИМ его стойкость в несколько раз меньше, чем при точении инструментом из твердого сплава (результаты приведены в [1]). Уже после проведения резания на приведенных выше режимах величина фаски износа стала равной 0,7 мм, (см. рис. 7). Однако можно отметить, что если при точении твердосплавным инструментом мощность сигнала АИ уменьшалась с увеличением износа

инструмента, то при точении инструментом из СТИМ (см. рис. 7), мощность сигнала АИ увеличивается. Однако можно установить, что для определения фаски износа инструмента по мощности сигнала АИ наблюдается примерная зависимость: 0,1 мм фаски износа, соответствует 1 дБ мощности сигнала АИ. С учетом доверительного интервала в пределах 3-4 дБ, возможная точность определения фаски износа – до 30%.

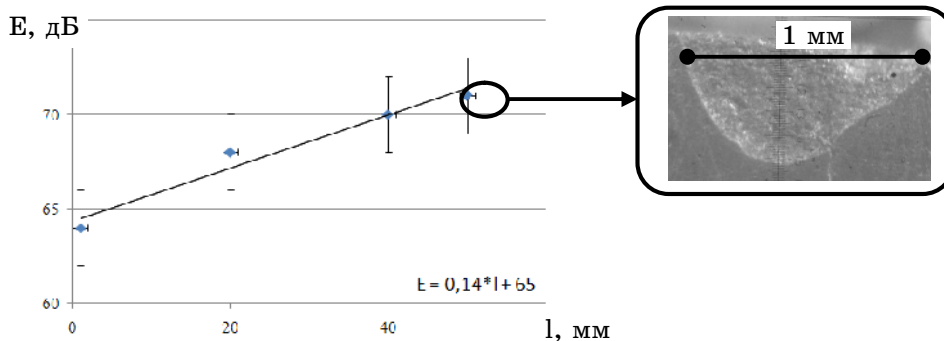


Рисунок 7 - Влияние мощности сигнала АИ от длины участка обработанной поверхности

ВЫВОДЫ

В результате проведенных исследований установлено: 1) при обработке титанового сплава ВТ-22 инструментом из СТИМ для диагностирования состояния РИ методом АИ необходимо использовать одну широкую полосу частот от 5000 Гц до 18000 Гц; 2) такие параметры, как: глубина резания, подача, частота вращения (скорость резания) должны быть обязательными входными величинами для диагностирования состояния режущего инструмента вследствие их существенного влияния на мощность сигнала АИ; 3) при точении титанового сплава ВТ-22 инструментом из СТИМ мощность сигнала АИ с увеличением износа инструмента увеличивается; 4) возможная точность определения фаски износа инструмента с использованием сигнала АИ до 30%.

SUMMARY

THE STUDY OF THE POSSIBLE USE OF A DIAGNOSTIC TECHNIQUE ON ACOUSTIC EMISSIONS AT TURNING TITANIUM ALLOY. PART 2

*W.A. Zaloga, R.N. Zinchenko,
Sumy State University, Sumy*

The article reviewed the results of studies on the possible use of a diagnostic technique of cutting tools in real time machining by acoustic emission during finish turning of titanium alloy. It is shown that the acoustic emission signal changes with change of such parameters as cutting ones (feed, cutting speed, cutting depth) and the tool wear.

Key words: *tool wear, signal of the acoustic emissions, turning, titanium alloy.*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Залога В.О. Исследование возможности применения метода диагностики по акустическому излучению при чистовом точении титанового сплава. Часть 1 / В.О. Залога, Р.Н. Зинченко // Вісник Сумського державного університету. – 2008. – №4. – С.118-125.
2. Зинченко Р.Н. Повышение эффективности точения за счет диагностики износа инструмента по акустическому излучению: дисс. ... канд. техн. наук: 05.03.01 / Р.Н. Зинченко. - Харьков, 2005. - 188 с.

Поступила в редакцию 28 апреля 2011 г.