

*А. Н. Трунов**

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АМПЛИТУДЫ АКУСТИЧЕСКОГО СИГНАЛА ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ УГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИЗНОСА ИНСТРУМЕНТА

Основываясь на предыдущих результатах работы, определивших частотный диапазон и общую методику определения амплитуды звуковой волны при токарной обработке [1], данная статья будет посвящена получению конкретных значений на основе уже полученной теории [2 – 4].

Заготовкой будет служить круглый прокат диаметром 50 мм длиной 80 мм, инструментом – проходной резец марки Т15К6 с изначальным радиусом скругления кромки в 0,2 мм, показанный на рис. 1 слева. К оборудованию, за исключением универсального токарного станка и микрофона с чувствительностью в 100 Гц...10 кГц, добавляется микроскоп с пятнадцатикратным оптическим увеличением с присоединенной последовательно к окуляру web-камерой, разрешением FullHD.

Так как окуляр микроскопа УИМ-21, использующийся для получения изображения, не имеет измерительных рисок, то для создания измерительной шкалы использовался снимок пластины известного размера 0,55 мм, снимаемый на том же фокусном расстоянии, что и кромка инструмента. При совмещении масштабного изображения с изображением режущей кромки инструмента, можно с достаточной для определения износа степенью точности определить радиус скругления контактной поверхности режущей пластины.

Стоит отметить, что токарный станок, использующийся в эксперименте, является старым и сильно изношенным. Но, для проведения акустических экспериментов это является скорее преимуществом, чем недостатком – все возможные шумы, производимые станком, будут более ярко выражены и более четко отображены на получающейся при анализе спектрограмме неотфильтрованной звуковой волны.

Кромка резца в микроскопе до (слева) и после (справа) проведения первого десятиминутного эксперимента изображена на рис. 1.

* Работа выполнена под руководством доктора технических наук, профессора кафедры «Компьютерно-интегрированные системы в машиностроении» ФГБОУ «ПГТУ» М. В. Соколова.

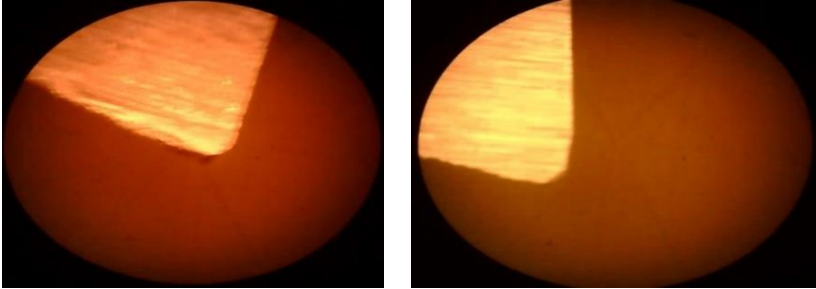


Рис. 1. Вид изначальной кромки резца при увеличении ее через микроскоп

Звуковые данные анализировались с помощью программы Audacity, часть ее интерфейса изображена на рис. 2.

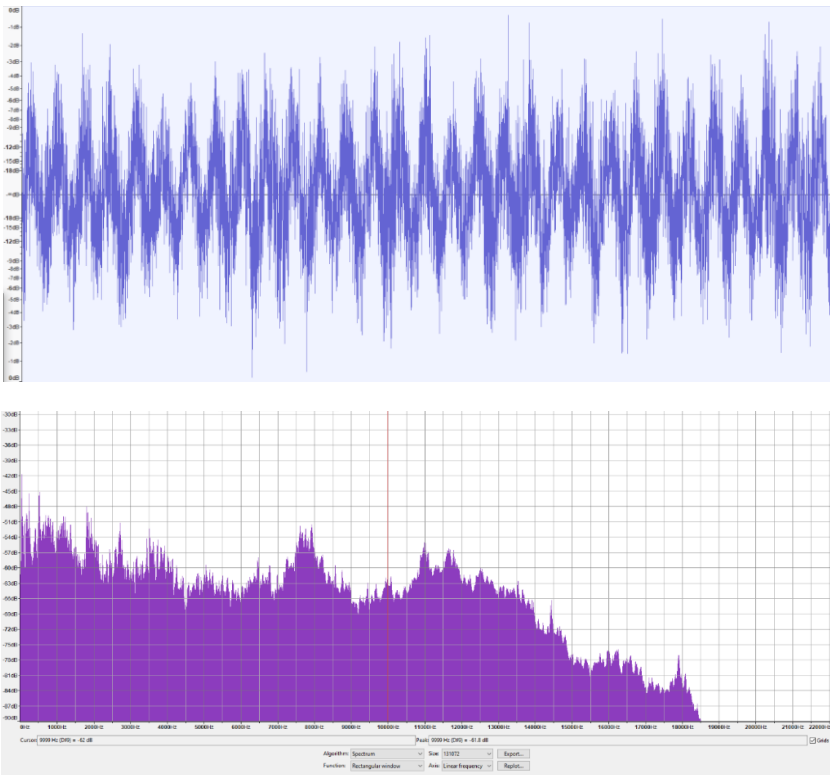


Рис. 2. Звуковая волна и ее спектрограмма в среде Audacity

Данная программа без каких-либо дополнительных модификаций может отображать амплитуды звуковой волны только относительно самой значительной («громкой») точки, отчего значения слева на спектрограмме в основном отрицательные. На данный момент этот недостаток приемлем потому, что целью настоящих экспериментов является выявление общего направления статистической зависимости. Для обеспечения общего масштаба получаемых графиков использовался источник звука с фиксированной частотой (3,5 кГц) и неизвестной, но также фиксированной амплитудой, выходящей за пределы механической обработки.

Несмотря на то, что фильтрование звука по частотам является более точным методом определения необходимых экспериментальных данных, для нахождения примерной зависимости последних можно также использовать метод RMS на различных участках, усредняющий волну до одного определенного значения амплитуды. Но, так как длительность экспериментов составляла примерно 10 минут, в нашем случае использование этого усреднения приведет к значительным отклонениям значений из-за недостаточной статистической шумовой информации.

Относительные амплитуды звуковых волн в зависимости от износа резца показаны в табл. 1.

Из полученных данных можем сделать вывод о том, что амплитуда звуковой волны, испускаемая от контактной поверхности механической обработки, прямо пропорциональна степени износа резца. В конкретных условиях эксперимента относительное соотношение между вышеописанными двумя характеристиками составляет 0,0227 мм/дБ, однако количества данных и методы их сбора не позволяют определить их точное статистическое соотношение.

1. Полученные результаты эксперимента

Номер эксперимента	Максимальная относительная амплитуда на участке 9...11 кГц, дБ	Разница в скруглении кромки резца от изначального размера, мм	Длительность проведения эксперимента, мин
1	1,2	0,027	10
2	1,7	0,039	10
3	2,2	0,05	10

В дальнейшем планируется проведение значительного числа экспериментов для создания базы данных и получения статистических зависимостей амплитуды акустического сигнала от степени износа режущей кромки токарного инструмента при различных режимах механической обработки.

Список литературы

1. Трунов, А. Н. Разработка метода сбора акустических характеристик металлообработки в зависимости от степени износа инструмента [Электронный ресурс] / А. Н. Трунов // Проблемы техногенной безопасности и устойчивого развития : сб. науч. ст. молодых ученых, аспирантов и студентов / ФГБОУ ВО «ТГТУ». – Тамбов : Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2025. – Вып. XVII. – С. 73 – 77.

2. Усман, Ф. Д. Акустический метод прогнозирования износа инструмента при токарной обработке / Ф. Д. Усман, М. В. Соколов // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн (ВМПД – 2017) : материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2017. – Вып. 4, Т. 1. – С. 458 – 463.

3. Соколов, М. В. Прогнозирование износа токарного резца акустическим методом / М. В. Соколов // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн (ВМПД – 2022) : материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф. – Тамбов : Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2022. – Вып. 8. – С. 95 – 99.

1. Цифровое машиностроение [Электронный ресурс, мультимедиа] : учебное пособие / М. Н. Краснянский, В. Г. Мокрозуб, В. А. Немтинов, М. В. Соколов и др. – Тамбов : Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2023. – 256 с.

*Кафедра «Компьютерно-интегрированные системы
в машиностроении» ФГБОУ ВО «ТГТУ»*