

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

**МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Перспективные материалы с иерархической структурой
для новых технологий и надежных конструкций»**

**X МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Химия нефти и газа»**

Томск

Издательский Дом ТГУ

2018

1

DOI: 10.17223/9785946217408/305

**АКУСТИЧЕСКАЯ ЭМИССИЯ КАК МЕТОД ДИГНОСТИКИ МЕХАНИЧЕСКИХ
КОЛЕБАНИЙ ПРИ РЕЗАНИИ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ**

^{1,2}Филиппов А.В., ^{1,2}Тарасов С.Ю., ²Подгорных О.А., ²Шамарин Н.Н., ²Филиппова Е.О.

¹Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Россия

²Томский политехнический университет, Томск, Россия

Качество механической обработки изделия зависит от устойчивости процесса резания. Переход от устойчивого стружкообразования к образованию элементных и сегментных стружек приводит к снижению точности и качества обработки. Одной из причин такого изменения режима резания является появление механических колебаний при тонком точении длинных валов. Оперативная диагностика изменения режима резания является важной задачей для современного автоматизированного машиностроительного производства. Важно не только обнаружить начало момента отклонения от установившегося режима (заданного на этапе технологической подготовки), но и оперативно вмешаться в процесс путем изменения режимов резания. Своевременная настройка оборудования позволит не только сохранить качество изделия, но и продлит срок службы режущего инструмента, что так же важно для обеспечения точности обработки. К современным методам диагностики условий резания относятся измерение вибраций и акустической эмиссии. Путем анализа типовых сигналов вибрации и акустической эмиссии можно выделить те формы сигналов и их амплитудно-частотные характеристики, которые характерны для различных условий резания. Дальнейшая настройка системы числового программного управления технологического оборудования позволит проводить необходимую диагностику условий резания с целью выявления и устранения отклонений от заданного режима резания.

Целью настоящей работы является исследование возможности применения метода акустической эмиссии как средства мониторинга колебаний технологической системы в процессе обработки резанием.

Моделирование различных условий резания проводилось при обработке длинных (300 мм) валов диаметром 18, 22 и 30 мм. Точение осуществлялось на обрабатывающем центре OKUMA ES-L8II-M. Параметры обработки: скорость резания 100 м/мин, подача 0,11 мм/об, глубина резания 0,3 мм. Сигналы акустической эмиссии регистрировались установкой ЭЯ-2 Тольяттинского государственного университета. Сигналы вибраций (виброускорений) регистрировались прибором National Instruments.

Шероховатость поверхности оценивалась лазерным сканирующим микроскопом Olympus LEXT OLS 4100.

Процесс точения нежесткого вала безвершинным резцом можно схематично разделить на три характерные области работы инструмента. Область 1 – область стабильной работы, характеризуется отсутствием вибраций и низкой шероховатостью обработанной поверхности. Область 2 – область малых вибраций, характеризуется переходным состоянием от стабильного к нестабильному и увеличением шероховатости поверхности. Область 3 – область больших вибраций, характеризуется нестабильной работой и наибольшей шероховатостью обработанной поверхности. Для каждой из выделенных областей приведены соответствующие фотографии поверхности вала. Область стационарного резания (без вибраций – Область 1) представляет собой поверхность с регулярным рельефом и структурными элементами высотой ~2 мкм. Переходная область (переход от стабильной работы к вибрациям – Область 2) представляет собой поверхность с нерегулярным рельефом и структурными элементами высотой ~8 мкм. Область резания с большими вибрациями (Область 3) представляет собой поверхность с периодическими впадинами глубиной ~12 мкм. Изменение условий резания сопровождается изменением амплитуды вибраций и огибающей амплитуды акустической эмиссии. Из данных графиков следует, что изменение амплитуда АЭ не отражает изменения условий резания (перехода от стационарного режима к вибрациям). В результате БФП обработки сигналов АЭ были получены данные о мощности спекта и медианной частоте этих

Секция 6. Методы и средства неразрушающего контроля материалов и конструкций с иерархической структурой

сигналов. Результаты указывают на то, что местное падение mean value of power spectrum intensity в коротком временном интервале может свидетельствовать о моменте начала нарастания колебаний в технологической системе. Ранее выполненный анализ зависимости частоты АЭ в зависимости от режима разрушения материала предполагает возможность применения средних величин медианной и центральной частоты для анализа режима в переходных процессах. В момент начала процесса резания величина $F_{median}/F_{central}$ несколько выше, чем спустя 10 сек течения в области стабильного течения. Чем ближе к моменту возникновения вибраций, тем выше величина $F_{median}/F_{central}$. Пиковое значение $F_{median}/F_{central}$ наблюдается на 50 секунде течения, данная точка находится вблизи границы области с большими вибрациями. Рост отношения $F_{median}/F_{central}$ обусловлен увеличением числа актов взаимодействия между инструментом и заготовкой с началом проявления вибраций. Резкое падение отношения $F_{median}/F_{central}$ связано с неустойчивостью процесса резания, когда стабильность контакта между инструментом и заготовкой нарушается, взаимодействие происходит как череда ударов, происходящих с низкой частотой. Что также проявляется на графиках изменения медианной и центральной частоты. В области больших вибраций отношение $F_{median}/F_{central}$ уменьшается до значения $\sim 1,09$ и сохраняется в промежутке с 64 по 82 секунду процесса течения. Такое низкое значение $F_{median}/F_{central}$ можно связать с тем, что в области больших вибраций преобладают низкочастотные процессы соударения инструмента с заготовкой, а высокочастотные сигналы формируются в результате процессов разрушения и деформации срезаемого слоя материала и режущей кромки инструмента.

Выполнены экспериментальные исследования влияния изменения условий резания на вибрации и акустическую эмиссию. Установлено, что при переходе от установившегося резания к режиму резания с большими колебаниями наблюдается кратковременное падение мощности спектра акустической эмиссии. В области больших вибраций медианная частота АЭ уменьшается, а мощность спектра резко возрастает. Мощность спектра и отношение частот (медианной к центральной) являются эффективными характеристиками АЭ, отражающими изменение режима работы технологической системы в случае её перехода от установившегося режима к режиму работы с большими колебаниями.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Программы фундаментальных исследований Российской академии наук на 2013-2020 гг. (проект № III.23.2.4).