УДК 621.9
Крупский А.Н.
Научный руководитель: ст. преподаватель Саливончик Ю.Н.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВИБРАЦИОННОГО СИГНАЛА ДЛЯ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ВО ВРЕМЯ ОБРАБОТКИ

Целью работы является накопление базы данных для исследования вибрационного сигнала, возникающего при резании и установление его связи с параметрами, определяющими состояние режущего инструмента при снятии припуска с поверхностей детали.

Задачи: 1) расширить имеющиеся знания и исследовать информативность вибрации в процессе резания на основе данных эксперимента; 2) провести эксперимент и обработать полученные данные.

Сегодня в связи с ростом промышленного производства всё большее внимание уделяется дальнейшему совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей с целью повышения их качества и уменьшения себестоимости, а, следовательно, конкурентоспособности выпускаемой продукции на рынке. Для этого необходимо тщательно изучать процессы, протекающие во время обработки. Особенно важно изучение самого процесса резания, так как его параметры влияют на длительность и надежность работы режущего инструмента, что сказывается на качестве, производительности и себестоимости механической обработки.

Из теории известно, что на процесс резания влияют такие факторы, как: скорость и глубина резания, свойства обрабатываемого материала, свойства инструментального материала, геометрия инструмента, СОЖ и износ режущего инструмента.

При определенных условиях процесс резания теряет устойчивость. Потеря устойчивости характеризуется возникновением вибраций — вредных периодических колебательных движений. При вибрациях ухудшается качество обработанной поверхности, значительно снижается стойкость инструмента (особенно твердосплавного и керамического), возникает шум, повышается утомляемость рабочего. В этом случае приходится уменьшать режимы резания, вследствие чего снижается производительность и не полностью используется мощность станка.

Раскрытие физических причин возмущения колебаний при резании металлов является важной задачей. Практика показала, что при различных условиях обработки могут появляться колебания детали, оборудования и инструмента разной частоты. Чаще всего деталь имеет низкочастотные колебания, а инструмент — высокочастотные. При возникновении вибраций снижается качество обработанной поверхности и период стойкости инструмента. Поэтому важно контролировать показатели процесса резания во время обработки деталей при производстве различных изделий.

Важной задачей является своевременное предупреждение возникновения критического износа режущего инструмента во время процесса обработки. Однако, с другой стороны, преждевременная смена или восстановление режущих свойств инструмента ведет к неполному использованию его ресурса и, следовательно, к увеличению себестоимости производства изделий.

Наиболее эффективным направлением в контроле состояния режущих инструментов является их мониторинг (непрерывный контроль). Все методы контроля текущей работоспособности режущего инструмента можно условно разделить на четыре группы:

1) устройства, в которых объектом контроля является режущий инструмент (ширина площадки износа, температура, расстояние от вершины или режущей кромки до постоянной базы);

2) объектом контроля является обрабатываемая деталь (размеры, шероховатость обработанной поверхности, температура на поверхности);

3) объектом контроля является стружка (форма, направление схода, температура);

4) объектом контроля является процесс резания (длительность цикла обработки, мощность резания, силы резания, вибрации, акустическая эмиссия, ЭДС в зоне резания).

В свою очередь методы, представленные в этих группах, можно поделить на методы прямого контроля, основанные на регистрации износа инструмента, и косвенного контроля, использующие физические явления, сопровождающие процессы резания и изнашивания инструмента. Недоступность зоны резания для прямого наблюдения вынуждает исследователя строить модели и судить о контактных процессах по косвенным параметрам.

В научной работе по представленной теме было выбрано такое явление процесса резания, как вибрация.

Для углубления знаний о явлениях, возникающих при резании, были проведены экспериментальные исследования, в ходе которых выявлены некоторые закономерности влияния величины износа режущего инструмента на выбранный параметр.

Для проведения эксперимента был выбран часто востребованный в машиностроении метод обработки материалов резанием – сверление конструкционной стали в сплошном металле спиральным сверлом Ø 12 мм ГОСТ 10902-77, изготовленным из быстрорежущей стали Р6М5.

В качестве измерительного средства при проведении эксперимента был выбран аппаратно-программный комплекс, имеющийся в распоряжении кафедры «Технологии машиностроения» Брестского государственного технического университета.

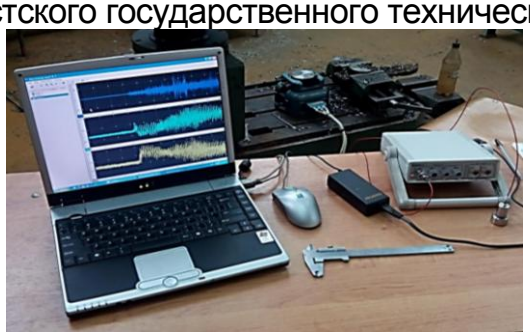

Рисунок 1 *– Контрольно-диагностический комплекс, используемый в эксперименте*

В качестве первичных измерительных преобразователей для измерения сил резания использовались тензометрические резисторы с номинальным сопротивлением 100 Ом. Данные измерительные преобразователи установлены в универсальном динамометре СУРП-600, который был адаптирован для работы с имеющимся контрольно-измерительным комплексом. Для получения вибросигнала применялся пьезо-электрический акселерометр модели АР-98 (рисунок 2). Вибродатчик устанавливается на крепежном магните, обеспечивающем усилие отрыва не менее 50 Н.

Рисунок 2 *– Пьезо-электрический акселерометр модели АР-98*

Рисунок 3 *– Общий вид универсального динамометра СУРП-600 с установленной заготовкой*

Эксперимент было решено проводить на радиально-сверлильном станке 2К52, позволяющем производить сверление отверстий в достаточно широком диапазоне скоростей резания, а также подач. Для опытов были использованы режимы резания в широком диапазоне. В качестве заготовки был выбран пруток диаметром 100 мм, изготовленный из стали 30 по ГОСТ 1050-88 и разрезанный на штучные элементы на токарно-винторезном станке.

Для закрепления заготовки на универсальном динамометре СУРП-600 был использован съемный элемент, входящий в комплект поставки динамометра. Чтобы осуществить процесс сверления в центре габаритов динамометра, для исключения искажений показаний датчиков в различных направлениях, использовались специально изготовленные цилиндрические проставки, которые позволили произвести базирование заготовки по схеме в призму. Закрепление осуществлялось специальными болтами, вкручивающимися в резьбовые отверстия напротив вышеописанных проставок (рисунок 3).

В ходе эксперимента предполагалось произвести замеры вибрационного и силовых данных генерируемых в процессе сверления отверстия на разных режимах резания. После чего имитировался естественный износ инструмента в процессе сверления заготовки в пределах нормативного периода стойкости. Износ режущего инструмента по задней поверхности на величины, примерно равные 0,3 и 1,0 мм, периодически контролировался на универсальном измерительном микроскопе УИМ-21.

После произведенных манипуляций предполагалось произвести повторное снятие вышеописанных сигналов. Для наглядности и возможности проследить тенденцию изменений, было принято решение произвести не менее трех серий измерений вибрационного и силового сигналов.

В ходе анализа было получено большое количество диаграмм, отражающих параметры процесса резания металла (изменение величины и амплитуды виброускорения и средние показатели силовых факторов) при различных режимах резания и различных показателях износа задней поверхности сверла. На основании этого предоставляется возможность судить об изменениях состояния режущих свойств спирального сверла и, по возможности, использования этих данных в прогнозе катастрофической потери инструментом работоспособности.

Далее рассмотрим изменение значений амплитуды вибросигнала на различных значениях скорости резания (9,4 м/мин, 15,1 м/мин, 23,8 м/мин) и подаче 0,125мм/об и на разных стадиях износа задней поверхности инструмента (0 мм; 0,3 мм; 1,0 мм).

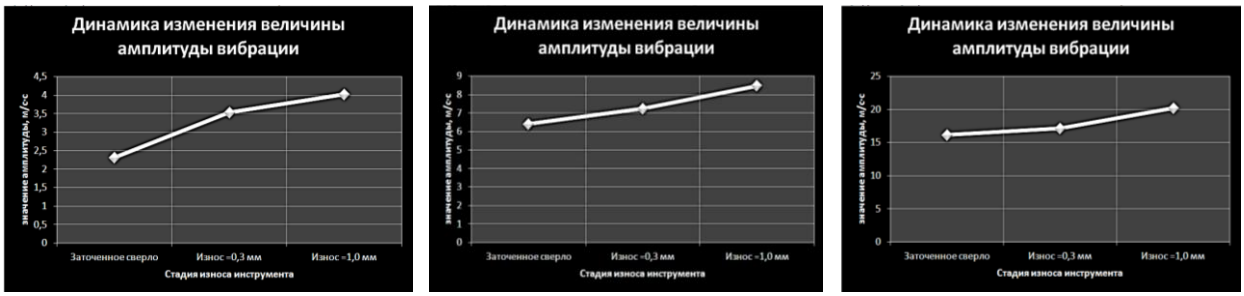

Рисунок 4 *– Изменение величины амплитуды вибросигнала на разной скорости при подаче 0,125 мм/об*

Как видно из представленных диаграмм, величина виброускорения с ростом скорости резания пропорционально растет. Такая же картина, т. е. увеличение амплитуды виброускорения, наблюдается при росте величины износа задней поверхности режущей части инструмента. Для подтверждения полученных результатов представим следующие диаграммы изменения амплитуды виброускорений на тех же скоростях, но при подаче инструмента равной 0,2 мм/об.

Рисунок 5 *– Изменение величины амплитуды вибросигнала на разной скорости при подаче 0,2 мм/об*

Отмечаем, что величина виброускорения на одинаковых уровнях износа сверла при увеличении скорости резания растет, та же тенденция наблюдается при увеличении величины износа сверла, особенно на участках от 0,3 мм до 1,0 мм. Некоторое снижение величины виброускорения от 0 до 0,3 мм можно связать с приработкой заточенного инструмента.

Вышеприведенные доводы говорят о том, что такой динамический параметр процесса резания, как вибрация хорошо реагирует на изменение режущих свойств инструмента в процессе его работы. И может, с успехом, быть использован для диагностики состояния геометрических и размерных показателей режущей части как исследуемого в работе сверла, так и других режущих инструментов, работающих в схожих условиях.

В ходе проведения экспериментов, проведенных в рамках данной работы, получены результаты, которые свидетельствуют о том, что процесс сверления сплошного материала сопровождается выразительными динамическими явлениями, проявляющиеся в виде виброакустических процессов и сил резания. Одновременно установлено, что изменение состояния режущих свойств инструмента, незначительного или крупного, приводит к изменению как среднего значения и амплитуды виброускорения, так и величины силовых показателей процесса резания. Это позволяет констатировать достаточно высокую чувствительность вышеприведенных параметров к изменению режущих свойств, а также состоянию режущего инструмента и пригодность их для решения диагностических задач в процессе снятия припуска с поверхностей заготовки при производстве деталей в машиностроении.

Список цитированных источников

1. Жарков, И.Г. Вибрации при обработке лезвийным инструментом. – М.: Машиностроение, 1986.

2. Гордеев, Б.А. Метрология / Б.А. Гордеев, М.В. Новожилов, Д.И. Образцов. – 1990. – № 6. — С. 33–36.

3. Либерман, Я.Л. Диагностика состояния режущего инструмента – Екатеринбург, 2007.

4. Древаль, А.Е. Формирование отказов спиральных сверл в условиях автоматизированного производства – [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://technomag.edu.ru/doc/250866.html