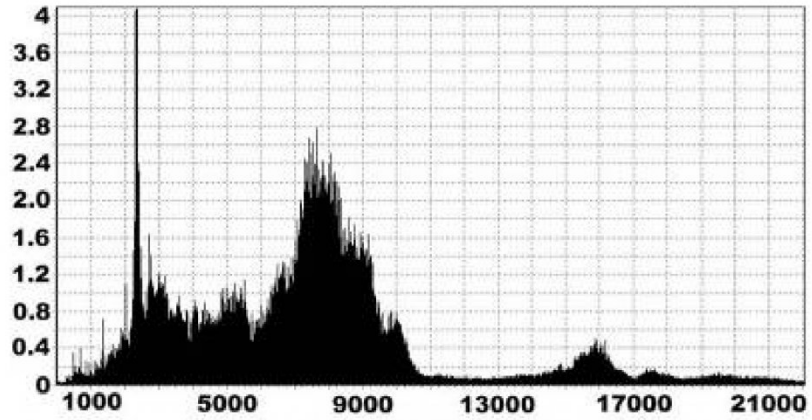

Рис. 5. Частота вибросигнала при обработке незакаленных сталей

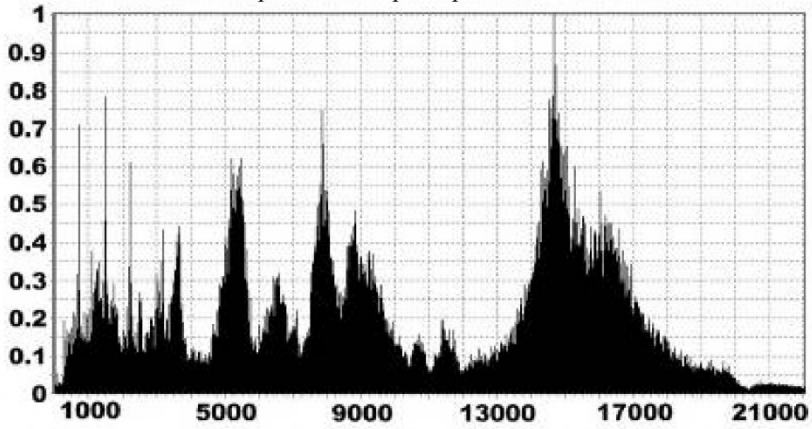

Рис. 6. Частота вибросигнала при обработке закаленных сталей

Что касается целесообразности использования выглаживания, как альтернативы другим методам чистовой и отделочной обработки, этот вопрос должен решаться отдельно для каждого конкретного случая со своими особенностями и условиями, с учетом технических требований к качеству поверхности, необходимой производительности, надежности и служебного назначения обрабатываемых деталей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1.*Торбило В.М.* Алмазное выглаживание.- М: Машиностроение. 1972. - 105 с.

2.*Одинцов Л.Г.* Финишная обработка алмазным выглаживанием и вибровыглаживанием. - М: Машиностроение. 1981.-160с.

Авторы статьи:

Курдюков Владимир Ильич -докт.техн.наук, проф каф. "Металлорежущие станки и инструмент" (Курганский гос. университет) Тел. 8-(3522) 53-33-77

Остапчук Александр Константинович - канд. техн.наук, доц. каф. "Технология машиностроения" (Курганский гос. университет) ostapchuk_ss@mail.ru

Овсянников Виктор Евгеньевич -асп. каф. "Технология машиностроения" (Курганский гос. университет) Тел. 8-(3522) 53-36-76

Рогов Евгений Юрьевич - асп. каф. "Технология машиностроения" (Курганский гос. университет) . e-mail: rogov@kgsu.ru; evro-evgen@yandex.ru

УДК 621.19

В.И. Курдюков, А.К. Остапчук, В.Е. Овсянников, Е.Ю. Рогов

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ПО СИГНАЛАМ ВИБРОАКУСТИКИ

Введение. Широкое внедрение станков с ЧПУ, многоцелевых станков и создание на их основе автоматизированных производств имеет важное значение в деле автоматизации единичного и серийного производства. При обработке на станках с ЧПУ уровень оптимальности принятых режимов резания зависит от того, насколько точно начальная информация характеризует действи-

тельные условия протекания процесса резания. Существование поля разрешенных режимов обработки в виде достаточно объемного количества сочетаний чисел оборотов или скоростей резания и величин подач для любого технологического перехода с присущим только ему набором граничных условий ставит перед технологом проблему выбора из этого набора наилучшего режима работы станка на проектируемом переходе. Существуют различные подходы к назначению оптимальных режимов резания [1-3], одним из которых является энергетический подход [2].

Закон сохранения энергии в процессе резания выражается в приращении работы резания Ap и тепловую Q и скрытую (внутреннюю) энергию деформации ΔU деформируемых объемов стружки - $\Delta Uстр$, поверхностных слоев детали - $\Delta Uдет$ и рабочих поверхностей инструмента $\Delta Uинст$.

Механическая обработка в энергетическом отношении является чрезвычайно неэффективным процессом. Общие затраты при резании в 8-10 раз и более превосходят затраты на полезную работу формирования новой поверхности детали. Избыток энергии расходуется на упругую и пластическую деформации обрабатываемого материала и инструмента, их взаимное трение и создает повышенную динамическую и тепловую напряженность зоны резания [2,3]. Однако, варьируя параметрами геометрии инструмента и режима обработки, свойствами инструментального материала, составом СОЖ и другими параметрами управления, можно создать условия обработки, при которых один и тот же съем металла будет достигаться при различных затратах энергии и, следовательно, различной напряженности зоны резания. Соответственно различными будут нагрузки на технологическую систему, условия работы режущего инструмента и формирования физико-механического состояния поверхностного слоя обработанной детали.

Использование в этой связи принципа минимума энергии для работы, затрачиваемой при резании, может иметь определенную практическую ценность. В качестве одного критерия оптимизации процесса резания предлагается удельная энергоемкость, т.е. затраты энергии на единицу объема удаляемого материала:

$$\eta_1 = \frac{U}{V \times S \times t} = \frac{N_1 - N_2}{V \times S \times t}, \qquad (1)$$

где N_1 - потребляемая мощность станка под нагрузкой; N_2 - мощность станка на вспомогательном ходу.

Выбор такого показателя объясняется тем, что 90-95% работы резания расходуется на деформацию удаляемого материала. Удельная энергоёмкость как критерий оптимальности отражает энергетическую сторону процесса резания и следствия, которые с ней связаны. Характер зависимости обусловлен учётом влияния двух составляющих затрат энергии на резание. Первая составляющая учитывает удельную работу разрушения, затрачиваемую на пластическую деформацию и отделение срезаемого слоя металла. Вторая составляющая зависимости учитывает затраты энергии на трение инструмента с обрабатываемым материалом. Исследования процессов обработки различных материалов показали наличие оптимальной скорости резания, величина которой зависит от соотношения удельной работы разрушения и работы. Для оптимизации процесса резания с помощью энергетических критериев оптимальности важнейшим ограничением назначаемого режима является стойкость режущего инструмента.

Важную роль играет ограничение по силе резания, допускаемой жёсткостью технологической системы. Анализ заводских условий обработки деталей различного класса из труднообрабатываемых материалов показывает, что для каждой модели станка с ЧПУ существует определённая номенклатура по типоразмеру и жёсткости обрабатываемых деталей различного класса и применяемого инструмента.

Колебания, возникающие в процессе резания, так же как и специально вводимые в зону резания вынужденные низкочастотные и ультразвуковые колебания, приводят к заметному снижению силы резания, вследствие облегчения пластической деформации и как результат этого - к уменьшению интенсивности износа инструмента. С другой стороны, циклическое нагружение инструмента при увеличении интенсивности автоколебаний, начиная с определенного предела, вызывает усталостные разрушения участков материала инструмента, находящихся в контакте с изделием и сходящей стружкой. Поэтому по достижении некоторого уровня автоколебаний резко снижают стойкость инструмента. Результат воздействия этих противоположных факторов - появление экстремума стойкости, причем положение экстремума зависит от условий резания и характеристик обрабатываемого и инструментального материалов.

Таким образом, исследование колебаний в процессе резания позволяет не только вскрыть довольно сложную природу соответствующих физических явлений, но и установить оптимальные параметры режима колебаний, при которых достигаются наилучшие характеристики процесса обработки. В определенном диапазоне скоростей процесс вибрационного резания происходит с меньшими усилиями и температурой резания, что приводит к существенному увеличении точности и качества обрабатываемой поверхности. Данный процесс может быть наиболее эффективен при обработке жаропрочных и титановых сплавов, и как следствие стойкость инструмента в этом случаи должна увеличиться.

Мы ставили злесь основной задачей исследование целесообразности применения вибросигнала для характеристики изменения количества за-

трачиваемой энергии и поиска оптимальных режимов обработки. При обработке экспериментальных данных обнаружена характерная для всех исследованных сочетаний обрабатываемых и инструментальных материалов зависимость. Она имеет две резонансные области: низкочастотную и высокочастотную, в пределах которых амплитуда виброскорости резко возрастает. Низкочастотная область соответствует состоянию технологической системы, а высокочастотная часть спектра генерируется процессами резания.

Рис. 1. Распределение мощности сигнала по частотам

Амплитуда виброускорения высокочастотных колебаний существенным образом зависит от материалов резца, детали и параметров режима резания, проходя через максимум при скорости резания, соответствующей оптимальной (по износостойкости) температуре резания.

Чем выше интенсивность износа инструмента, тем больше и высота неровностей обработанной поверхности. При работе на оптимальных по интенсивности износа скоростях достигается наименьшая высота неровностей, т. е. точки минимума на кривых $h=f(V)$ и $Rz=f(V)$ наблюдаются при одних и тех же скоростях. Аналогичная взаимосвязь наблюдалась и между неровностями обработанной поверхности и мощностью вибросигнала.

При использовании критерия оптимизации процесса резания вместо удельной энергии затрачиваемой на резание металла (1), возможно использование мощности виброакустического сигнала, генерируемого технологической системой. Были получены зависимости, доказывающие, что возможно использование мощности сигнала виброакустического датчика вместо удельной энергии затрачиваемой на резание металла (рис. 2). Оптимальные режимы обработки достигаются при достижении мощности вибросигнала в частотном диапазоне 6-12 кГц не менее 60% от общей мощности вибросигнала, при этом удельная энергия принимает минимальное значение. Полученные зависимости могут быть применены практически для всех видов лезвийной и отделочно-упрочняющей обработки.

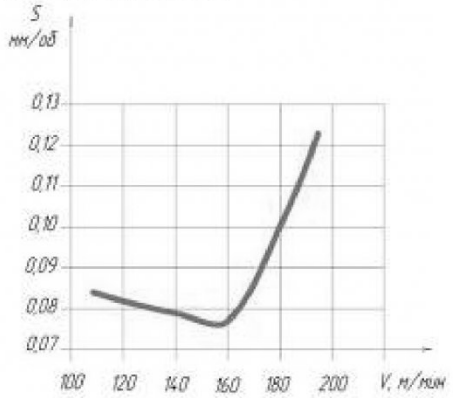

Рис.2. Кривая оптимизации режимов обработки по критерию удельной мощности вибросигнала

Заключение

1.Вибрации, генерируемые технологической системой в высокочастотном диапазоне спектра, характеризуют выделение накопленной на предыдущих операциях внутренней энергии.

2. Увеличение мощности сигнала в рекомендуемом диапазоне частот не только не приводит к ухудшению качества и точности обрабатываемых поверхностей на чистовых операциях, а наоборот, наблюдается существенное уменьшение шероховатости обрабатываемой поверхности и увеличение стойкости режущего инструмента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Кожевников Д.В., Кирсанов С.В.* Резание металлов. - М.: Машиностроение, 2007. – 304 с.

2. Старков В.К. Обработка резанием. Управление стабильностью и качеством в автоматизированном производстве. - М.: Машиностроение, 1989. – 400 с.

3. *Ящерицын П.Н., Фельдштейн Е. Э., Корниевич М. А.* Теория резания. - М.: Научное знание, 2007. – 512 с.

Авторы статьи:

Курдюков Владимир Ильич -докт.техн.наук, проф каф. "Металлорежущие станки и инструмент" (Курганский гос. университет) Тел. 8-(3522) 53-33-77

Остапчук Александр Константинович - канд. техн.наук, доц. каф. "Технология машиностроения" (Курганский гос. университет) e-mail: ostapchuk_ss@mail.ru

Овсянников Виктор Евгеньевич -асп. каф. "Технология машиностроения" (Курганский гос. университет) Тел. 8-(3522) 53-36-76

Рогов Евгений Юрьевич - асп. каф. "Технология машиностроения" (Курганский гос. университет) . e-mail: rogov@kgsu.ru; evro-evgen@yandex.ru