

УДК 621.9

**Н.М. Чуйкова (3 курс, каф. ТКМ), Н.С. Иванова (асп., каф. ТКМ),
М.И. Иванов, к.т.н., доц., М.Т. Коротких, д.т.н., проф.**

ВЛИЯНИЕ КОЛЕБАНИЙ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ШПИНДЕЛЕЙ НА СТОЙКОСТЬ ИНСТРУМЕНТА

Актуальной задачей в области обработки материалов резанием является повышение периода стойкости режущего инструмента при обеспечении максимальной производительности и, соответственно, минимальной технологической себестоимости процесса обработки.

Одной из причин снижения стойкости режущего инструмента при прерывистом резании принято считать колебания, возникающие в технологической системе вследствие периодичности силы резания.

С появлением станочных систем с высокоскоростными шпинделями (с частотами вращения до 60000 об/мин) значительно увеличились скорости резания. В то же время принципиально новые структурные схемы этих станочных систем не обеспечивают высокой жесткости шпинделя. В этих условиях частоты нагружения инструмента превышают собственные частоты крутильных колебаний шпинделя, что особо остро ставит вопрос о влиянии колебаний и возможного резонанса на процесс резания и стойкость режущего инструмента.

Колебания могут оказывать влияние на стойкость инструмента за счет изменения действительной толщины срезаемого слоя при изменении мгновенной скорости резания, а изменение толщины среза может существенно сказаться на изменении силы резания [1].

С целью определения степени изменения мгновенной скорости резания и толщины среза из-за крутильных колебаний шпинделя станка при различных условиях его закрепления и демпфирования, проведено имитационное теоретическое моделирование поведения шпиндельного узла и его экспериментальное исследование.

Для теоретического анализа крутильных колебаний фрезы вокруг оси вращения принято, что сила резания изменяется по треугольному закону с крутым фронтом нарастания и периодичность ее действия определяется частотой вращения шпинделя. Система схематизирована как двухмассовая с соответствующими моментами инерции и упругими, вязкими и связями на поверхностях трения. Причем сила трения в связях может приниматься как независимой, так и зависящей от смещения.

Для проведения экспериментов изготовлена специальная оправка с фрезой, позволяющие измерять силу, непосредственно действующую на лезвие инструмента, для чего под режущей пластинкой установлен пьезоэлектрический датчик, электрически связанный с контактными кольцами оправки. Колебания корпуса шпинделя регистрировались по изменению силы на датчике, связанном через усилитель с одним из каналов спектроанализатора. Второй канал спектроанализатора связан непосредственно с датчиком, установленным под режущей пластинкой. С целью экспериментального определения характера изменения силы резания при колебаниях корпуса шпинделя он закреплялся с различной жесткостью, а его собственная частота колебаний измерялась методом ударного возбуждения.

На основании теоретического анализа и экспериментов установлено:

1. При использовании на фрезерных станках высокоскоростных шпинделей с низкой крутильной жесткостью (500...16000 Нм/рад), колебания корпуса шпинделя не оказывают влияния на процесс резания и нагружение режущих лезвий инструмента. Крепление корпуса шпинделя с низкой жесткостью упругих связей приводит при фрезеровании к низкочастотным колебаниям корпуса с частотой значительно меньшей, чем частота нагружения зуба фрезы. Такое крепление является эффективным демпфером силовых нагрузок от фрезерова-

ния и препятствует их распространению в систему станка. Низкая скорость таких колебаний по сравнению со скоростью резания не может оказать сколько-нибудь существенного влияния на условия резания.

2. Изменения силы резания не наблюдается даже при искусственном возбуждении колебаний корпуса шпинделя на собственной частоте, что позволяет утверждать об отсутствии влияния низкой крутильной жесткости связей корпуса шпинделя на процесс резания, силы резания, а следовательно, и стойкость инструмента.

3. Колебания вала шпинделя происходят со значительно большими частотами и представляют большую опасность для нарушения процесса резания, особенно в условиях резонанса. При соизмеримости скорости резания со скоростью колебаний толщина срезаемого слоя может существенно изменяться, что приведет к увеличению динамических нагрузок на режущие лезвия инструмента. Применение вязких демпферов или демпферов трения в системе закрепления вала шпинделя в этом случае может существенно уменьшить колебания шпинделя.

Результаты теоретического анализа практически совпадают с выводами, полученными на основе проведенных экспериментов, однако теоретический имитационный анализ позволяет исследовать значительно большую область параметров реальных конструкций, поэтому его использование может позволить рассмотреть любые возможные конструкции демпфирующих устройств и установить их эффективность.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Коротких М.Т., Иванов М.И., Иванова Н.С. Динамические особенности новых станочных систем и возможности демпфирования колебаний // В сб. Информатизация: Естествознание – техника – образование – культура. Вып. 2. – СПб.: Изд. ЛАЭС, 2000. – С. 126 – 132.