DOI: 10.17117/na.2016.10.03.275

<http://ucom.ru/doc/na.2016.10.03.275.pdf>

Поступила (Received): 21.10.2016

Смирнов В.В.
Повышение виброустойчивости станка
при выстое режущего инструмента

Smirnov V.V.
Vibration resistance increase in machine venue cutting tool

На основе теоретического анализа и экспериментальных данных даны рекомендации по повышению виброустойчивости станка при выстое режущего инструмента, которые могут быть использованы при разработке новых конструкций станков – автоматов и при назначении режимов резания на этих станках
Ключевые слова: виброустойчивость, станок, выстой

On the basis of theoretical analysis and experimental data are given recommendations for improving the vibration resistance of the machine at the Venue of the cutting tool, which can be used in the development of new designs of machines – machines for the appointment of the cutting on these machines

Key words: vibration, machine venue

Смирнов Виктор Владимирович
Кандидат технических наук, доцент
Тверской государственный технический университет
Тверь, наб. А. Никитина, 22

Smirnov Viktor Vladimirovich
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Tver state technical university
Tver, nab. A. Nikitins, 22

Станок, осуществляющий съем стружки, можно рассматривать как замкнутую динамическую систему, к устойчивости процесса резания в которой применимы формальные правила теории автоматического регулирования [1].

При обработке поверхностей на токарных станках за счет сложения скоростей резания и подачи, получаемые поверхности имеют сложную форму. При продольной подаче поверхность резания имеет винтовую форму, а при поперечной подаче поверхность резания имеет форму спирали Архимеда. Для придания правильной формы поверхности, в конце рабочего хода выключают подачу инструмента, и деталь делает несколько оборотов. Этот процесс называют выстоем режущего инструмента. Т.е. выстой – это процесс трения задней поверхности резца о поверхность резания детали при постоянном уменьшении толщины срезаемого слоя (стружки). Такие процессы актуальны для всех видов токарной обработки, но особенно для токарных станков – автоматов, работающих фасонными резцами с большой длиной режущей кромки. Рабочим процессом при выстое режущего инструмента является контактное трение между задней поверхностью инструмента и поверхностью резания детали. Передаточная функция этой замкнутой системы определяется из выражения:

$$W_{\text{замк}} = \frac{W_{fy}(p)}{1+W_{\text{раз}}(p)} = \frac{W_{fy}(p)}{1+W_{\text{эус}}(p)W_T(p)},$$

где, W_{fy} – передаточная функция эквивалентной упругой системы (ЭУС) станка по внешнему воздействию при постоянном входном воздействии процесса трения (определяет колебания холостого хода); $W_{\text{раз}}(p)$ – передаточная функция разомкнутой системы при постоянном внешнем воздействии на ЭУС и процесс трения; $W_{\text{эус}}(p)$ – передаточная функция ЭУС станка по связи с процессом трения; $W_T(p)$ – передаточная функция процесса трения; p – оператор дифференцирования

Из (1) видно, что в процессе трения колебания холостого хода будут усиливаться на тех частотах, для которых характеристика $W_{\text{раз}}(p)$ находится в пределах единичной окружности, проведенной из точки -1 на действительной оси, и уменьшатся для частот, находящихся вне этой окружности.

В простейшем виде передаточная функция процесса трения $W_T(p)$ представляется аperiодическим звеном: $W_T(p) = K_T / (T_T * p + 1)$,

где, K_T – статическая характеристика контактного трения, T_T – постоянная времени трения [2].

Статическая характеристика трения может быть представлена в виде $K_T = \mu \cdot K_N$,

где, μ – коэффициент трения; K_N – коэффициент, характеризующий жесткость контакта задней грани с деталью.

Поскольку трение по задней грани существует даже при нулевой фаске износа за счет упругих деформаций материала заготовки, то зависимость коэффициента K_N от фаски будет нелинейной. В линеаризованном виде эта зависимость может быть представлена так:

$$K_N = H_\alpha * h_{\text{ср}} * b + K_{N0},$$

где K_{N0} – жесткость контакта при нулевой фаске износа; $h_{\text{ср}}$ – среднее значение фаски износа; b – ширина срезаемого слоя; H_α – удельный коэффициент контактной жесткости, приходящийся на единицу площади контакта.

Из (1), (2), (4) следует, что при увеличении износа пропорционально величине фаски $h_{\text{ср}}$ увеличивается модуль радиуса-вектора характеристики $W_{\text{раз}}(p)$ и, таким образом, колебания на частотах в окрестности частоты потенциально неустойчивой формы колебаний становятся более интенсивными. При $W_{\text{раз}}(p) = -1$ динамическая система станка находится на границе устойчивости (критерий Найквиста – Михайлова). При дальнейшем увеличении модуля $W_{\text{раз}}(p)$ в системе начинаются автоколебания.

В настоящее время планируется экспериментальная проверка изложенных выводов.

Вывод. На основе теоретического анализа даны рекомендации по повышению виброустойчивости станка при выстое режущего инструмента, которые могут быть использованы при разработке новых конструкций станков – автоматов и при назначении режимов резания на этих станках.

Список используемых источников:

1. Кудинов В.А. Динамика станков. М.: Машиностроение, 1967. 360 с.
2. Смирнов В.В. Модель напряженного состояния на фрикционном контакте при трогании с места // Научный альманах. 2015. N 10-3(12). С. 237-239.

© 2016, Смирнов В.В.

*Повышение виброустойчивости станка при выстое
режущего инструмента*

© 2016, Smirnov V.V.

*Vibration resistance increase in machine venue
cutting tool*