

*Направление 150400*

# **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ**

---

*Магистерская программа 150400.15*

## **Приводы и системы управления технологическими машинами и оборудованием**

Руководитель программы д.т.н., проф. Ванин В. А.

*Юркевич А. В.*

### **МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКОГО КАЧЕСТВА СТАНКОВ**

*Работа выполнена под руководством к.т.н., доц. Фидарова В. Х.*

*ТГТУ, Кафедра «Технология машиностроения,  
металлорежущие станки и инструменты»*

При работе станка под действием сил резания, трения, инерции неуравновешенных вращающихся деталей или узлов, имеющих возвратно-поступательное движение, воздействия на систему приводного двигателя и, наконец, от толчков и колебаний, передаваемых извне через фундамент, возникают деформации упругой системы, вибрации что отрицательно

влияет на точность обработки деталей, шероховатость обрабатываемой поверхности, а также на стойкость инструмента, долговечность деталей станка. Приведённый в движение станок независимо от того, производится ли на нём резание или нет, представляет собой с точки зрения динамики активную энергетическую систему.

Под влиянием сил резания и трения и при воздействии двигателя упругие элементы станка деформируются. Возникшие деформации станка, в свою очередь, изменяют условия резания, трения, или условия работы двигателя. Таким образом, происходит взаимное влияние процессов резания и деформации станка, которое приводит к периодическому изменению относительного положения инструмента и детали, т.е. к колебанию системы. Поэтому динамическую систему станка можно представить как систему с обратной связью, где упругая система станок – приспособление – инструмент – деталь взаимодействуют с рабочими процессами резания, трения и др., происходящими при работе станка.

Динамическую систему станка можно представить в виде замкнутой системы, состоящей из одноконтурных упрощённых систем, которые выражают взаимодействие с упругой системой станка процесса резания, процесса трения в направляющих элементах и процессов, происходящих в двигателе.

Итак, система будет считаться устойчивой, если после нарушения её движения внешними возмущениями она стремится с течением времени вернуться к заданному движению. При колебаниях рассматривается устойчивость в малом, т.е. при весьма малых отклонениях координат от заданных значений.

Замкнутая система (с обратной связью) иначе реагирует на внешние воздействия, чем незамкнутая. Для неё устойчивость некоторых элементов не является гарантией устойчивости системы в целом. И, наоборот, при определенных условиях система в целом может оказаться устойчивой и при наличии неустойчивых элементов. Этим объясняются многие противоречия, возникающие при анализе причин колебаний, когда динамическая система станка рассматривается как разомкнутая.

Далее рассмотрим ряд методов повышающих динамические качества станка.

Одним из основных методов повышения динамических характеристик станка является создание более жестких конструкций.

Следует отметить, что статическая жесткость и виброустойчивость – это разные показатели качества станка.

При изменении жесткости в широких пределах возможны случаи, когда увеличение жесткости, повышая устойчивость по отношению к низкочастотным возмущающим воздействиям, приводит к появлению неустойчивости при высокочастотных возмущениях.

Например, уменьшение вылета расточной борштанги малого диаметра устраняет низкочастотные вибрации с частотой изгибных колебаний. Однако при этом облегчается возникновение высокочастотных вибраций с частотой крутильных колебаний. Дальнейшим уменьшением вылета можно добиться устранения и этих вибраций, т.е. повышения устойчивости системы по отношению к другой форме возмущенного движения. В области перехода от одной формы к другой для стабилизации системы жесткость необходимо увеличить в несколько раз.

Другим методом улучшения динамических характеристик станка является повышение их точности.

Ошибки, допущенные при изготовлении деталей и сборке всех элементов, составляющих упругую систему станка, как правило, вызывают снижение устойчивости системы.

Одой из наиболее распространённых и существенных ошибок при изготовлении станков с вращательным рабочим движением является овальность отверстия под шпindelный подшипник. Жесткость опоры шпинделя в этом случае различна по осям овала. Это создает координатную связь в системе, и устойчивость резко падает.

Иногда искажение формы отверстия появляется в результате деформации корпуса шпindelной бабки при затяжке неудачно расположенных крепежных винтов.

Нелинейности типа зазоров особенно часто возникают при неточном изготовлении и регулировании опор шпинделей, а также в кинематических цепях. Чрезмерные зазоры в шпindelных подшипниках резко снижают виброустойчивость системы.

Повышение виброустойчивости станка возможно также путем целесообразного расположения зон резания, трения, их числа и формы, т.е. изменения точек приложения и направления сил, действующих на упругую систему.

Весьма удобным и эффективным способом в ряде случаев оказывается замена однорезцовой обработки многорезцовой. При этом на упругую систему действует несколько сил, которые при рациональной схеме их относительного расположения могут уравниваться между собой, например, при расточке или обточке.

Взаимодействие элементарных колебательных систем объясняется близостью их собственных частот колебания и усиливается или ослабляется путем изменения соотношения жесткостей, масс и моментов инерции. Примером изменения динамической характеристики системы увеличением массы может служить укрепление на конце консольной расточной борштанги дополнительного груза. Очень часто таким грузом является расточной суппорт.

Жесткость стыков в направляющих станков имеет большое значение для демпфирования колебаний. Для увеличения демпфирования применяют различные виброгасители, рассеивающие энергию или локализирующие ее так, чтобы основная система перестала совершать колебания. В частности используются динамические виброгасители, виброгаситель новатора Д. И. Рыжкова, предназначенный для гашения высокочастотных колебаний резца.

Часто для гашения колебаний используют различные поглотители (пружины, специальные гидроцилиндры, резину и др.), работа которых основана на рассеянии энергии при колебаниях.

Итак, возникновение в станках быстро протекающих колебательных процессов отрицательно влияет на точность и чистоту поверхности обрабатываемых деталей, а также нередко уменьшает долговечность станка и снижает его технологические возможности. Поэтому повышение показателей динамического качества станков и в первую очередь их виброустойчивости является весьма актуальной задачей.