

УДК 67.02

АНАЛИЗ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА МЕХАНИЧЕСКУЮ ОБРАБОТКУ

Басенко Максим Сергеевич

Студент 3 курса

Кафедра «Металлорежущие станки»

Московский государственный технический университет

Научный руководитель: Ягопольский А.Г.

Старший преподаватель кафедры «Металлорежущие станки»

В данной статье рассматриваются основные виды колебательных процессов, их влияние на качество поверхности и точность размеров детали, получаемой механической обработкой, а также причины их возникновения. Процесс колебаний является всеобъемлющим, ведь он протекает как в зоне резания, так и во всей системе металлообрабатывающего оборудования. Для качественного повышения уровня механической обработки, и в следствии оптимизации производственных процессов и повышении эффективности производства, необходимо учитывать вредоносное влияние факторов, причиной которых явились колебания, и минимизировать полученный от них вред.

Ключевые слова: процесс колебаний, причины возникновения колебаний, вынужденные колебания, собственные колебания, автоколебания, методы борьбы с колебаниями

При работе на металлорежущих технологических машинах (станках) важна точность движений перемещения рабочих органов машины, ведь именно они формируют размеры и чистоту обрабатываемой поверхности. По этому добавление к основным видам рабочих движений, таким как главное, вспомогательное движение резания и движение подачи инструмента, нежелательных перемещений вызванных колебательными процессами приводит к потере той высокой точности, которую можно было бы достичь без них, не говоря уже о вреде, наносимом режущему инструменту, интенсивному износу самого металлообрабатывающего оборудования и шуму, утомляющего работника. Борьба с колебаниями является одной из центральных проблем проектирования и производства металлорежущего оборудования.

Рассмотрим основные виды колебательных процессов в металлорежущем оборудовании при механической обработке, приведем основные причины их возникновения и способы их уменьшения.

Колебания возникающие при механической обработке могут быть вынужденными, собственными (свободными) и автоколебаниями.

Вынужденные колебания-это колебания, возникающие и поддерживаемые действием внешней периодической силы. К ним относят:

-колебания, передаваемые через фундамент от работающих по близости машин, станков;

-колебания, вызванные статическими и динамическими неуравновешенностями вращающихся частей станка и заготовки;

-колебания, вызванные прерывистым характером резания.

Широкий спектр частот по всем направлениям координатных осей станка создают благоприятные условия для возникновения резонанса (резкое увеличение амплитуды вынужденных колебаний при совпадении внутренней частоты колебаний системы с частотой внешней вынуждающей силы), который разрушает в первую очередь подшипники, делая конструкцию неработоспособной. Для уменьшения пагубного воздействия от вынужденных колебаний применяют виброизоляцию, заключающуюся в изоляции источников возмущений от соседних элементов. Если на станке неуравновешенность шпинделя с заготовкой или ротора электродвигателя, то применяют активную виброизоляцию, которая более важна для станков с нормальной точностью. Это, например установка станков на виброопоры, которые обеспечивают стабильную виброизоляцию и уменьшение шума, не мешая при этом довольно быстро перестроить технический поток. При этом наибольшая эффективности наблюдается в том случае, когда малы собственное демпфирование, собственная частота динамической системы или масса станины по сравнению с массой несущего элемента. Защита станка от каких-либо внешних возмущений называется пассивной виброизоляцией и характерна для точных станков. Это, например наличие демпфирующих элементов с высоким показателем рассеивания энергии.

В общем случае уравнение и график вынужденных динамических колебаний имеет вид (см. рис.1):

$$m\ddot{x} + \beta\dot{x} + jx = P \sin(\omega t)$$

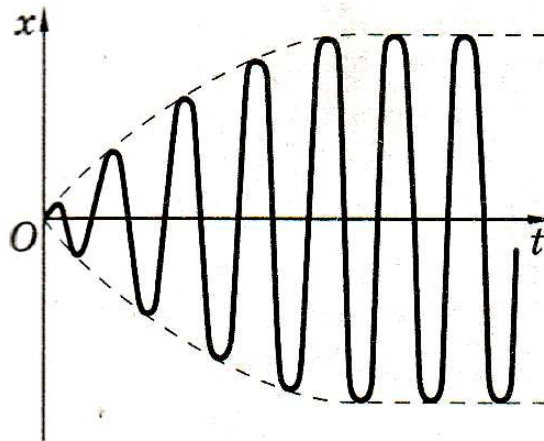


Рис.1 График вынужденных динамических колебаний.

Собственные колебания-это колебания, происходящие под действием восстанавливающих сил около положения равновесия. Они возникают, как правило, под

действием каких-либо толчков, а в последствии быстро затухают. Частота данных колебаний определяется массой и жесткостью (способность сопротивляться деформации) системы. Чем больше жесткость, и меньше масса контура, тем больше коэффициент затухания, а следовательно, быстрее уменьшится амплитуда колебаний.

Уравнения и график имеют следующий вид (см. рис.2):

$$x(t) = Ae^{-\beta t} \cdot \sin(\omega t + \varphi_0)$$

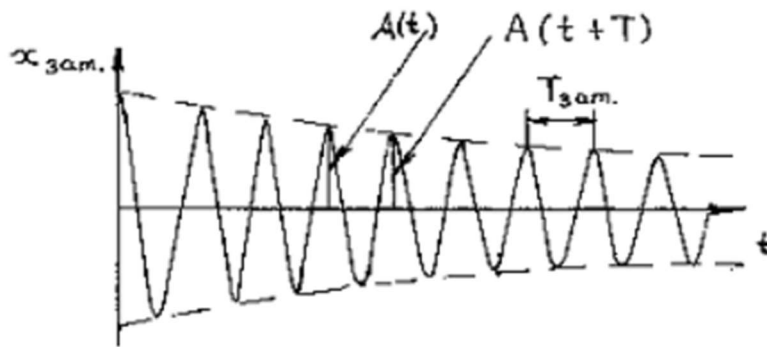


Рис.2 График собственных колебаний

Автоколебания-это незатухающие колебания, поддерживаемые энергией подводимых к системе источников, не имеющих колебательный характер. Или, другими словами-это, когда сам источник движения создает переменную силу, поддерживающую колебательные процессы, при остановке которого колебания прекращаются. Исходя из определения, частота автоколебаний близка к собственной частоте элементов колебательной системы. Причиной их возникновения служит недостаточная жесткость технологической системы. Примером таких колебаний могут служить автоколебания режущего инструмента, создаваемые переменной во времени силой резания, действующей со стороны заготовки на режущую кромку инструмента, источником которых служит привод станка, не имеющий колебательных свойств. Данные колебания можно разделить на два типа, это высокочастотные (>1000 Гц) и низкочастотные (от 30Гц до 1000Гц), которые, в большинстве случаев, можно определить по тону звука, не имея специального оборудования. На рис. 3 приведён график автоколебаний.

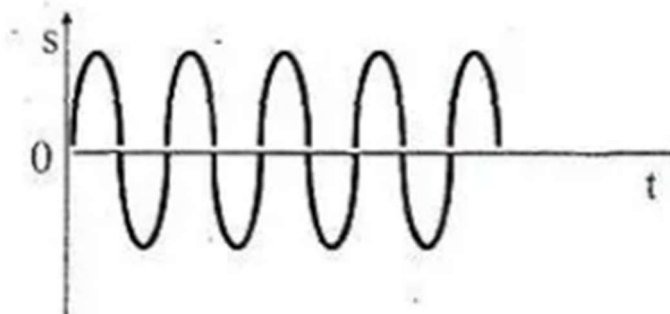


Рис.3 График Автоколебательного процесса

При низкочастотных колебаниях на поверхности обрабатываемой детали заметны волны с большим шагом и шероховатость поверхности значительна. Высокочастотные колебания возникают, как правило, при чистовом и получистовом точении, оставляя на поверхности заготовки рябь с мелким шагом.

Заключение:

Проанализировав виды колебательных процессов и их влияние на конструкцию станка, а следовательно и на точность обработки можно сделать вывод, что в большей степени на качество механической обработки влияют автоколебания, так как они, во-первых, возникают непосредственно в зоне резания, а во-вторых, в отличие от собственных не являются затухающими. Они будут присутствовать даже в абсолютно изолированном от внешнего мира станке, состоящем из идеально сбалансированных деталей (т.е. отсутствии вынужденных колебаний), так как всегда будет присутствовать неуравновешенность заготовки и непостоянная толщина припуска. На круговой диаграмме рис.4 представлено процентное соотношение влияния различных видов колебаний на качество механической обработки.

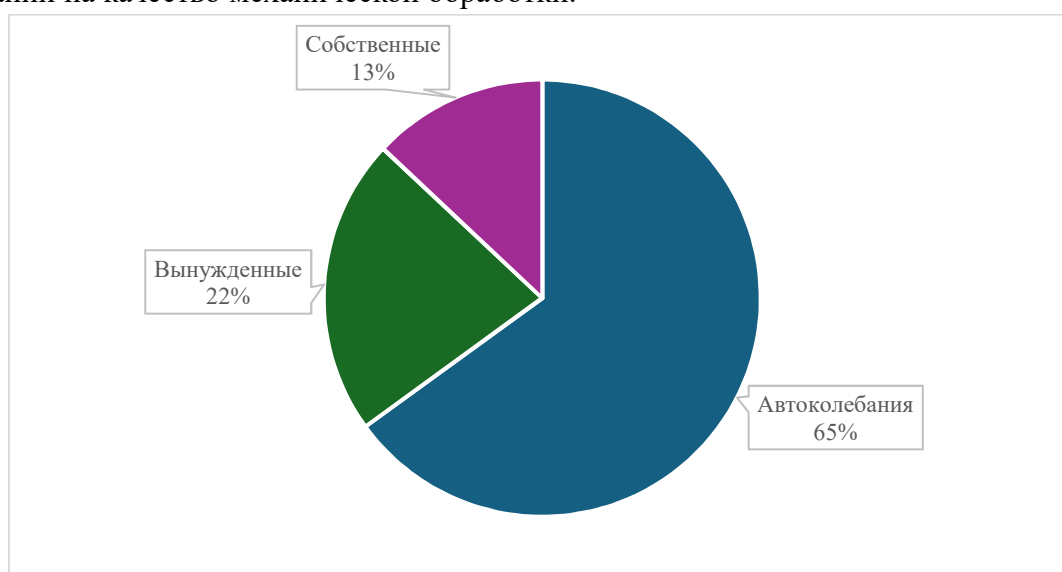


Рис.4 Влияние колебательных процессов на качество механической обработки

Исходя из вышеперечисленного, можно сделать обобщенный вывод, что для повышения уровня механической обработки нужно в первую очередь повышать жесткость частей конструкций металлорежущего оборудования, находящихся в непосредственной близости к зоне резания, что обеспечит значительное снижение колебаний, а в первую очередь снижение автоколебаний при резании.

Литература

1. А.С. Проников, Н.И. Камышный, Л.И. Волкевич, М.М. Кузнецов, Б.Н. Кузнецов, В.С. Стародубов, Б.А. Усов, П.М. Чернянский. Металлорежущие станки и автоматы 1981. Гл 15-16. С. 144-174.
2. Проектирование металлорежущих станков и станочных систем: Справочник-учебник. В 3-х т. Т. 1: Проектирование станков / А.С. Проников, О.И. Аверьянов, Ю.С. Аполлонов и др.; Под общ. ред. А.С. Проникова. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана: Машиностроение, 1994. - 444 с.: ил. Гл. 9. С. 239-246