

РЕЗЦОВЫЕ ГОЛОВКИ И ИССЛЕДОВАНИЕ ВИБРАЦИЙ ПРИ ОБРАБОТКЕ НЕЖЕСТКИХ ВАЛОВ

Рязанцева Н.Н. (ДонГТУ, г. Донецк, Украина)

Возрастающие требования к качеству изделий машиностроения неразрывно связаны с точностью изготовления деталей. Функциональное назначение отдельных деталей, а также стремление к снижению металлоемкости механизмов и машин обусловили необходимость применения класса так называемых нежестких деталей высокой точности, отличающихся непропорциональностью габаритных размеров, малой жесткостью в определенных сечениях и направлениях и тому подобное. Высокие требования предъявляются к параметрам точности геометрических форм и взаимному расположению поверхностей, линейных размеров и качеству поверхности нежестких деталей. Обработка резцовыми (охватывающими) головками по чистоте обработанной поверхности и точности может рекомендоваться как один из методов окончательной обработки деталей. Обработка резцовыми головками может быть осуществлена двумя методами [2]: обработка с применением продольной подачи; обработка с применением радиальной подачи.

Процесс резания осуществляется в результате одновременного вращения детали и охватывающей головки и равномерного прямолинейного перемещения охватывающей головки либо вдоль оси обрабатываемой детали по стрелке S_0 .

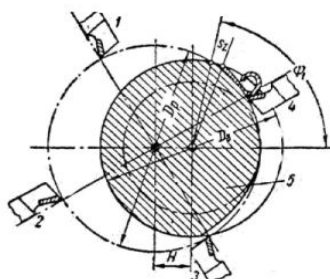


Рис. 1. Схема обработки с применением продольной подачи (1-4-резцы резцовой головки; 5- обрабатываемая деталь).

Резцовая головка имеет два движения (рис. 1) – вращение с угловой скоростью ω_B вокруг оси, смещенной относительно оси детали на некоторую величину H , и перемещения S_0 параллельно оси обрабатываемой детали. Деталь в процессе обработки вращается относительно собственной оси с угловой скоростью ω_D . При достижении заданной длины обработки перемещение прекращается. Процесс обработки разбивается на два этапа – врезание, которое здесь совмещается с круговым фрезерованием, и только круговое фрезерование (без перемещения S_0), либо в радиальном направлении по стрелке S_p .

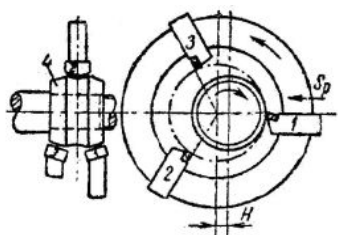


Рис. 2. Схема обработки с применением поперечной подачи (1-3- резцы резцовой головки; 4- обрабатываемая деталь).

ПРОГРЕССИВНЫЕ, СПЕЦИАЛЬНЫЕ И НЕТРАДИЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При обработке по данной схеме (рис.2) резцовая головка имеет два движения – вращение с угловой скоростью ω_B относительно оси, смещенной от оси детали на величину $e \neq 0$, и равномерное прямолинейное перемещение S_p в радиальном направлении. Деталь в процессе обработки вращается относительно собственной оси с угловой скоростью ω_H при достижении заданного размера перемещение прекращается. Весь процесс обработки разбивается на два этапа – врезание, которое здесь совмещается с круговым фрезерованием, и только круговое фрезерование (без перемещения S_p).

Решение задачи обеспечения требуемого качества затрудняется тем, что в процессе обработки сама деталь, инструмент и узлы станка, находясь в относительном движении, представляют собой сложную динамическую технологическую систему, поведение которой без целевых исследований заранее определить практически невозможно. Малая собственная жесткость или низкая жесткость по отношению к жесткости узлов станка, возможность возникновения при определенных условиях вибраций, наличие в процессе обработки множества возмущающих и дестабилизирующих процесс обработки факторов - все это приводит к необходимости поиска новых методов управления и технологических способов обеспечения заданной точности и качества обработки. Традиционные способы обработки недостаточно эффективны для изготовления нежестких деталей. Поэтому вопросы их изготовления на практике решаются введением многопроходной обработки, снижением режимов резания, применением люнетов, вводом дополнительных операций ручной доводки, что неэкономично и непроизводительно [3].

Особые трудности на пути достижения заданной точности обработки нежестких деталей возникают из-за высоких механических свойств материалов, вызывающих упругие деформации на всех стадиях обработки, сборки и эксплуатации. Происходит смещение технологических баз, образуются погрешности формы и размеров, ухудшается качество поверхностного слоя, снижаются технологические возможности станка. Если при обработке одной нежесткой детали этот фактор можно рассматривать как систематический, то при обработке партии деталей из-за колебаний припуска и твердости материала он действует и как случайный фактор. Упругие деформации способствуют возникновению вибраций в технологической системе. Обработка валов многорезцовыми головками также сопровождается вибрациями с характерным шумом при резке ухудшении качества обрабатываемой поверхности. Дальнейшую обработку при их возникновении проводить нецелесообразно.

Вопросы выявления условий возникновения и протекания вибраций, установление факторов, вызывающих появление вибраций, определение зоны виброустойчивости для многосуппортной обработки валов (рис. 3) рассмотрены в работе Н.Б. Дорохина [1]. Было исследовано влияние геометрии и формы пластинок применяемых резцов, влияние режимов обработки и различных схем расположения резцов в радиальном и осевом направлениях. На основании многочисленных экспериментов автор делает следующие выводы:

1. При многосуппортной обработке вибрации возникают и усиливаются с увеличением жесткости заготовки.
2. Увеличение глубины резания t при многосуппортной обработке способствует гашению вибраций.
3. Практически во всех случаях обточки жестких деталей, когда при многосуппортной обработке возникали вибрации, переход при тех же условиях к однорезцовому точению, достигаемому удалением из головки одного или двух резцов с соответствующим уменьшением подачи до величины, приходящейся на один резец многосуппортной головки, приводит к полному исчезновению вибраций

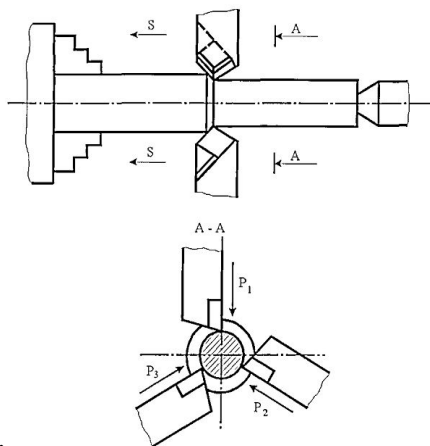


Рис. 3. Схема многосуппортной обработки валов

На основании спектрального анализа вибраций, проведенного И.Б. Дорохиным, показано, что колебательный характер процесса при зарождении и протекании вибраций определяется не внешним воздействием на систему, а самой системой и ее движением. Вибрации зарождаются "внутри" системы, она сама генерирует их. Во время протекания вибрации отсутствует внешняя периодически меняющаяся сила той частоты, с которой колеблется данная система. При вибрациях система колеблется на частотах, близких к частотам собственных колебаний. Также указывается, что на возникновение вибраций наиболее существенное влияние оказывают следующие факторы: радиальное и осевое положение каждого из резцов головки, глубина резания, подача, число оборотов. Скорость резания не оказывает влияния на возникновение вибраций. На основании проведенных экспериментов даются рекомендации по выбору радиального и осевого положения каждого из резцов головки при различных значениях глубины резания, подачи и числа оборотов для обеспечения безвибрационной работы. При переходе к другому станку или другой оснастке необходимо снова проводить исследования по определению зоны виброустойчивости.

Процесс токарной обработки сопровождается вибрациями, которые оказывают вредное влияние на шероховатость поверхности, размерную точность, стойкость инструмента и долговечность станка. Наряду с этим неуправляемые механические колебания со сравнительно большой амплитудой являются ограничивающим фактором при увеличении производительности точения. Появление колебаний обусловлено наличием и взаимным влиянием технологических условий резания, внешних возмущающих сил и характеристик упругой системы станок – приспособление – инструмент – заготовка.

К одному из основных путей повышения производительности токарной обработки относится ужесточение режимов резания, которое в современных условиях фактически означает повышение скорости резания при соответствующем увеличении подачи. Для решения задачи ужесточения режимов обработки необходимо повысить виброустойчивость всей технологической системы. В этой связи проблемы повышения точности формообразования, совершенствования технологических способов и средств управления обработкой нежестких деталей являются весьма актуальными.

Список литературы: 1. Дорохин Н. Б. Разработка и исследование многосуппортной токарно-копировальной обработки. - Диссертация на степень к.т.н. Тула: ТПИ, 1976. - 305с. 2. Мархасин Э. Л., Петросян А.А. Фрезерование тел вращения. -М.: Машгиз. 1960. - 109с. 3. Ямникова О. А. Виброустойчивость процесса лезвийной обработки нежестких валов : диссертация доктора технических наук : 05.03.01. - Тула, 2004. - 357 с.