

УДК 621.7.018.1

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ НЕЖЕСТКИХ ВАЛОВ

¹Сайтов А.В., ²Васильевых С.Л., ³Сайтов В.Е.

¹ФГБОУ ВО «Вятская государственная сельскохозяйственная академия», Киров;

²ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет», Киров;

³ФГБНУ «НИИСХ Северо-Востока», Киров, e-mail: vicsait-valita@e-kirov.ru

В статье рассматривается новое направление интенсификации процессов механической обработки деталей, обладающих малой жесткостью, позволяющее решить рассматриваемую задачу путем осуществления процессов в ранее считавшейся недоступной области механообработки, распространяющейся за предел упругости обрабатываемого материала. Разработанные математические и графические модели процесса интенсивной токарной обработки деталей малой жесткости представлены в научных изданиях авторов. Эти работы рассчитаны на широкий круг инженеров-технологов и инженеров-конструкторов машиностроительных специальностей, а также могут быть использованы бакалаврами механических специальностей при изучении предметов, касающихся теории и практики токарной обработки деталей, магистрами и аспирантами при выполнении научной работы.

Ключевые слова: предел упругости, детали малой жесткости, токарная обработка, математические и графические модели процесса формообразования детали

INTENSIFICATION TURNING NONRIGID SHAFTS

¹Saitov A.V., ²Vasilievyh S.L., ³Saitov V.E.

¹Vyatka State Agricultural Academy, Kirov;

²Vyatka State University, Kirov;

³Agricultural Research Institute of the North-East, Kirov,

e-mail: vicsait-valita@e-kirov.ru

The article deals with a new trend of intensification of processes of machining parts that have low rigidity, allowing to solve our problem by implementing processes previously considered inaccessible area of machining, extends beyond the elastic limit of the material being processed. The developed mathematical model of the process and graphic intensive turning parts of low stiffness are presented in scientific journals authors. These activities are designed for a wide range of engineers and design engineers engineering specialties, and can also be used by students of mechanical specialties in the study of subjects relating to the theory and practice of turning parts, Masters and PhD students in carrying out scientific work.

Keywords: limit to bounce, detail to small acerbity, turning processing, mathematical and graphic models of the process of the fabrication of the detail

Среди большого многообразия деталей машин свыше 30% занимают детали по форме тел вращения. Такие детали условно делят на три типа в зависимости от соотношения длины L к наибольшему наружному диаметру D . При $L/D > 1$ это валы, оси, шпиндели, штоки, гильзы, стержни, стволы и т. п.; при $2 > L/D > 0,5$ включительно – втулки, стаканы, пальцы, барабаны и др., при $L/D < 0,5$ включительно – диски, кольца, фланцы, шкивы и т.п. Наиболее трудоемкими из них при изготовлении являются детали, обладающие малой жесткостью, особенно нежесткие валы.

К нежестким относятся валы, собственная податливость которых значительно превышает податливость технологической системы. Отношение длины L к диаметру D таких валов более 12 ($L/D > 12$). Ввиду малой жесткости обрабатываемого нежесткого вала технологическая система СПИЗ (станок-приспособление-инструмент-заготовка) оказывается податливой к действию внешних поперечных сил и динамических факторов, сопутствующих процессу реза-

ния. В связи с этим обработка таких деталей связана со значительными трудностями, обусловливаемыми деформацией обрабатываемой детали под действием усилия резания, а также возникновением вибрации детали в процессе обработки, которые бывают настолько интенсивными, что на практике вынуждают существенно снижать режим резания, прибегать к многопроходной обработке, приводят к снижению стойкости и долговечности режущего инструмента. Возникновение вибрации крайне нежелательно при чистовой обработке, когда резание происходит на малых глубинах, и нарушение без вибрационного движения детали и резца в зоне резания может привести к браку детали. Все это в конечном итоге приводит к резкому снижению производительности труда [9, 10].

Решение задачи интенсификации механической обработки деталей резанием

Повышение эффективности обработки нежестких валов, главным образом зави-

сит от обеспечения устойчивости их обработки. Определение устойчивости часто проводится на основе опыта технолога. Существующие технологические методы определения устойчивости не обеспечивают необходимой точности. Успех в решении данной научной задачи, заключающейся в повышении точности и производительности токарной обработки нежестких валов, наряду с традиционными способами в значительной степени предопределяется наличием адекватных математических моделей, способных описать взаимосвязь колебаний упругой системы станка и динамического процесса резания.

Решения этой научной задачи представлены в работах [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8] и имеют прикладной характер, направлены на конкретное решение рассматриваемой проблемы – интенсификацию механической обработки деталей малой жесткости, которая рассматривается применительно к одному из наиболее широко распространенных видов механообработки – процессу токарной обработки.

В монографии [1] представлено научное исследование виброустойчивости динамической системы СПИЗ и процесса интенсивного точения нежестких валов при различном технологическом оснащении методом Д-разбиения с экспериментальным определением параметров эквивалентной упругой системы (ЭУС) и динамических характеристик резания (ДХР-I, II). Разработаны математические модели для расчета устойчивости системы СПИЗ и устойчивости процесса точения нежестких валов с различным комплексным технологическим оснащением. В настоящем исследовании обрабатываемая деталь рассматривается как объект, работающий в сложных динамических условиях, когда в отдельных ее локальных зонах возникает напряжение, превышающее предел упругости материала, но основная часть обрабатываемого тела остается упругой.

В книге [2] изложены основы теории формообразования деталей малой жесткости при интенсивном процессе обработки. При этом задачу интенсификации процессов механообработки не следует рассматривать с позиции снятия больших стружек, незаконным расходом металла и энергии и т.д. Напротив, целью интенсификации должно быть достижение заданных требований к точности детали на высоком режиме резания при съеме минимального припуска на обработку.

Последнее в значительной мере как раз и способствует интенсивному выполнению процесса обработки. Именно с этих позиций рассматривается проблема интенсификации в предлагаемом вниманию специалистов исследовании. Поскольку производственные условия зачастую характеризуются нестабильностью, достаточно подробно рассматривается также деформированное состояние обрабатываемой детали, распространяющееся за предел упругости обрабатываемого материала, и приводятся соответствующие рекомендации по назначению условий обработки, исключающих возникновение критического состояния и вместе с тем обеспечивающих заданные требования к точности детали.

В работе [3] представлено научное исследование комплексного технологического оснащения интенсивного процесса обработки деталей малой жесткости, включающее новые эффективные способы и средства для снижения упругих и пластических (остаточных) деформаций обрабатываемой детали. Рассматривается обрабатывающая система с числовым программным управлением (ЧПУ) для токарной обработки, средства прецизионной настройки и корректирования в процессе обработки положения элементов системы СПИЗ, средства для снижения автоколебаний и стружкодробления, прогрессивный режущий инструмент, что позволяет более эффективно управлять механизмом формообразования обрабатываемой детали и путем интенсификации рассматриваемого процесса обеспечить многократное (в 2–3 раза) повышение производительности труда при одновременном повышении точности обработки деталей малой жесткости.

Заключение

Таким образом, исследования, направленные на формообразование деталей малой жесткости за пределом упругости, виброустойчивости продольного точения нежестких валов и средств оснастки для снижения деформаций нежестких валов рассчитаны на широкий круг инженеров-технологов и инженеров-конструкторов машиностроительных специальностей, а также могут быть использованы бакалаврами механических специальностей при изучении предметов, касающихся теории и практики токарной обработки деталей, магистрами и аспирантами при выполнении научной работы по интенсификации токарной обработки различных деталей.

Список литературы

1. Васильевых С.Л., Саитов В.Е. Исследование виброустойчивости продольного течения нежестких валов: монография. – Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. – 96 с.
2. Васильевых Л.С., Васильевых С.Л., Саитов В.Е. Исследование формообразования нежестких валов за пределом упругости: монография. – Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013. – 172 с.
3. Васильевых Л.С., Васильевых С.Л., Саитов В.Е. Исследование средств оснастки для снижения деформаций нежестких валов: монография. – Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013. – 152 с.
4. Васильевых С.Л., Саитов В.Е. Исследование виброустойчивости продольного течения нежестких валов // Международный журнал экспериментального образования: Материалы XV Всероссийской выставки-презентации учебно-методических изданий из серии «Золотой фонд отечественной науки». – 2012. – № 11. – С. 29–30.
5. Васильевых С.Л., Саитов В.Е. Особенности обработки нежестких валов // Современные наукоемкие технологии. – 2012. – № 11. – С. 67–68.
6. Васильевых С.Л., Саитов В.Е. Специфика обработки нежестких валов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2013. – № 4. – С. 131–132.
7. Васильевых С.Л., Саитов В.Е. Формообразование деталей малой жесткости за пределом упругости // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 5 (часть 1). – С. 9–11.
8. Васильевых С.Л., Саитов В.Е. Технологические средства для обеспечения виброустойчивости процесса течения нежестких валов // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 3. – С. 7–11.
9. Подпоркин В.Г. Обработка нежестких деталей. – М.; Л.: Машгиз, 1959. – 208 с.
10. Соколовский А.П. Жесткость в технологии машиностроения. – М.: Машгиз, 1956. – 207 с.