

АНАЛИЗ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ ДЕТАЛИ И РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ТОКАРНЫХ СТАНКОВ С ЧПУ

Богущий В.Б., Сидоров Д.Е., Савельев Н.В.

Севастопольский государственный университет, Севастополь

Ключевые слова: станок с ЧПУ, системы контроля детали, системы контроля режущего инструмента, твердый сплав.

Аннотация. Показано, что одним из факторов, ограничивающих бесперебойную работу в автоматическом режиме токарных станков с ЧПУ, являются ограниченные возможности существующих систем контроля. Рассмотрены возможности применения специальных диагностических устройств, позволяющие осуществлять надежный автоматический контроль за состоянием основных узлов и процессов в станке при металлообработке.

ANALYSIS OF CONTROL SYSTEMS FOR PARTS AND CUTTING TOOLS OF CNC LATHES

Bogutskiy V.B., Sidorov D.E., Savelyev N.V.

Sevastopol State University, Sevastopol

Keywords: CNC machine, part control systems, cutting tool control systems, hard alloy.

Abstract. Shown that one of the factors limiting the uninterrupted operation in automatic mode of CNC lathes is the limited capabilities of existing control systems. The possibilities of using special diagnostic devices that allow reliable automatic monitoring of the condition of the main components and processes in the machine during metalworking are considered.

На предприятиях машиностроения широко используются токарные станки с ЧПУ. Одним из важнейших преимуществ такого оборудования является возможность его работы без вмешательства операторов и наладчиков. На данный момент периоды их работы в автономной режиме недостаточно велики и значительно отстают от требований современного производства [1, 2]. Одним из факторов, которые мешают увеличению этого времени являются ограниченные возможности существующих систем контроля. Особенно это касается контроля качества деталей непосредственно в процессе обработки, которая основана на использовании интеллектуальных систем диагностики и управления. К преимуществам таких систем относится возможность кратковременно прогнозировать состояние оборудования и режим поднастройки непосредственно в цеховых условиях.

Выполнение работ контроля инструмента, заготовки и детали при подготовке и в процессе обработки на станках с ЧПУ состоит из следующих этапов:

- измерение и установка заготовки с заданным ориентированием ее относительно осей станка (привязка заготовки);
- измерение и установка инструмента в рабочий орган станка, а также его привязка;
- предварительная обработка детали;
- промежуточный контроль состояния и размеров инструмента;
- промежуточный контроль размеров детали;
- ввод корректив по результатам промежуточного контроля;
- окончательная обработка с учетом корректив;
- измерение размеров готовой детали с выводом о ее соответствии требованиям чертежа.

В технологической системе во время обработки имеют место быстропротекающие процессы, процессы протекающие со средней скоростью и медленно протекающие процессы. Быстропротекающие процессы измеряемые обычно долями секунды к ним относятся вибрации сборочных единиц, изменения сил трения в подвижных соединениях, колебания рабочих нагрузок и другие процессы, влияющие на взаимное положение инструмента и заготовки в каждый данный момент времени и искажающие цикл работы станка [3]. К быстропротекающему процессу и процессам протекающим со средней скоростью можно отнести износ режущей кромки инструмента. При нормальном использовании резца, его износ проявляется как абразивное истирание рабочей поверхности.

При этом выделяют три периода работы [4]:

- 1) приработка, характеризующая высокой скоростью изнашивания;
- 2) нормальная работа, характеризующаяся медленным ростом износа;
- 3) зона катастрофического износа – в любой момент возможна поломка.

В зависимости от условий резания и свойств инструментального и обрабатываемого материалов наиболее интенсивно изнашивается либо задняя поверхность инструмента, либо передняя.

Имеет место наростообразование, которое не является стабильным и равномерным вдоль всей длины режущей кромки даже при условиях, особо благоприятных для его образования. Вследствие сильного трения между стружкой и наростом и трения в месте контакта нароста с обработанной поверхностью и поверхностью резания частицы нароста уносятся как стружкой, так и этими поверхностями. Потерянные объемы нароста восстанавливаются за счет притока новых частиц металла из основной его массы.

Большинство отказов технологических систем обусловлено отказами режущих инструментов. Отсутствие объективной оперативной информации о состоянии режущей части инструмента в период его эксплуатации часто вызывает потерю качества обработки вследствие его износа или поломок. Поэтому весьма актуальными являются разработка систем диагностирования и повышение надежности функционирования всех систем. При создании автоматизированных гибких производственных систем необходимо

использовать специальные диагностические устройства, осуществляющие надежный автоматический контроль за состоянием основных узлов и процессов в станке при металлообработке.

В настоящее время повышение надежности современных станков с ЧПУ достигается путём совершенствования конструкций и применения новых материалов для изготовления ответственных деталей и узлов станка. Для легкого удаления стружки из зоны резания на современных станках используются станины с углом наклона 45° , а также специальные транспортёры, которые выносят стружку от станка в отдельную ёмкость. Станки оснащаются быстросъёмными шпинделями, которые выполняются в форме картриджей. В случае выхода из строя шпиндель может быть быстро заменен на новый, что в свою очередь, облегчает обслуживание и эксплуатацию станка. Станки оснащаются высокопроизводительными серводвигателями осей X и Z, которые напрямую связаны с шариковинтовыми парами (предварительно растянутого типа).

Фирма Sandvik Coromant разработала системы управления процессом механической обработки резанием, в которых используются тензодатчики для определения усилий в передней опоре шпиндельного узла.

В последние годы проводятся работы по созданию и внедрению новых групп твердых сплавов, которые обладают повышенным сопротивлением циклическим изменениям температуры, красностойкостью и прочностью. Среди известных отечественных марок твердых сплавов этой группы можно назвать следующие: ТТ7К12, ТТ7К15, ТТ10К8А, ТТ10К8Б, ТТ2К9. Сплавы этой группы имеют твердость HRC 86...88 и предел прочности на изгиб – 1600...1800 МПа. Применение сплава ТТ7К12 при точении стали позволяет повысить скорость резания в 3,5 раза по сравнению с обработкой быстрорежущими сталями. Особенно эффективно применение этой группы твердых сплавов при прерывистом резании, ударных нагрузках, циклических изменениях температуры. Ведутся работы по созданию новых марок быстрорежущих и инструментальных сталей с целью повышения производительности обработки и стойкости инструмента, а также замены дефицитных материалов, прежде всего вольфрама [5]. В последнее время получают распространение инструментальные стали, легированные кобальтом. Они имеют достаточно высокие значения красностойкости, вторичной твердости и теплопроводности (на 20...25% выше, чем у P18). К ним относятся: P9K5, P9K10, P18Ф2К5, P6M3K5, P6M5K8, P10Ф5K5, P12Ф4K5 и другие наиболее перспективные марки сталей P18Ф2К8М и 11P18M3K6C отличаются высокой твердостью (до HRC 70) и красностойкостью.

Вращение дисков револьверных головок может осуществляться как по, так и против часовой стрелки, по кратчайшему пути к следующей позиции, которая будет осуществлять следующую операцию обработки детали. Револьверные головки, устанавливаемые на современных станках с ЧПУ, имеют достаточно малое время индексации от одной позиции к ближайшей,

всего 0,2с. Станки могут быть оснащены: датчиками контроля отрезки детали; защитными устройствами от поломки осевых шарико-винтовых пар, которые обеспечивают безопасность; автоматическими устройствами для настройки инструмента; устройством для улавливания обработанных деталей и т.д.

Перспективным считается оснащение станков автоматическими устройствами для настройки инструмента [6]. В основе системы находятся два элемента: датчик для измерения и контроля инструмента и датчик (щуп) для контроля детали.

Между датчиками и системой ЧПУ станка, на котором используется эти датчики, должна быть установлена связь. Сигнал срабатывания датчика должен попадать в систему ЧПУ станка, чтобы зарегистрировать момент касания заготовки или инструмента щупом датчика. Кроме того, между системой ЧПУ и датчиком должна существовать обратная связь, чтобы УЧПУ станка могло управлять работой датчика. Эта связь может быть оптической, индуктивной, радиочастотной или проводной.

Щупы для контроля детали находятся в инструментальном магазине станка и устанавливаются в шпиндель сменщиком инструмента. Датчики контроля инструмента предлагается устанавливаются на рабочем столе станка и соединены с ЧПУ проводной связью (рис. 1).

Датчик позволяет определить положение заготовки, обновляя автоматически значения рабочих смещений и обеспечивая правильность обработки детали с первого раза.

Датчик также может быть использован для идентификации заготовок при использовании гибких производственных систем, определения положения заготовки, а также обнаружения ее неправильной загрузки с целью исключения брака; распределения припусков на обработку с тем, чтобы быстро и безопасно подвести режущий инструмент к заготовке.



Рис. 1. Датчик контроля инструмента

Считается целесообразным оснащать токарные станки с ЧПУ системами контроля деталей или режущего инструмента и подналадки технологических систем.

Список литературы

1. Thomassen M., Sjbakk B., Alfnes E. A strategic approach for automation technology initiatives selection // IFIP International Conference on Advances in Production Management Systems (APMS), 2014. pp. 1-28.
2. Тараховский А.Ю., Богуцкий В.Б. К вопросу о подходе к оптимизации операций при обработке деталей на станках с ЧПУ // Мехатроника, автоматика и робототехника. – 2021. – № 7. – С. 19-23.
3. Trent E.M., Wright P.K. Metal Cutting. Monogr. 4th Ed. – Boston: Butterworth–Heinemann Publ., 2000. – 464 p.
4. Мазур Н.П., Внуков Ю.Н., Грабченко А.И., Новоселов Ю.К. и др. Основы теории резания материалов: учебник. – Харьков: НТУ «ХПИ». 2013. – 534 с.
5. Околович Г.А. Металловедение инструментального производства. [Электронный ресурс]: монография.– Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2020. – Режим доступа: http://elib.altstu.ru/uploads/open_mat/2020/Okolovich_MetvedInstrProiz_mono.pdf.
6. Колесов А.Г., Сидоров Д.Е., Тараховский А.Ю. САМ системы и режимы резания // Journal of Advanced Research in Technical Science. – 2020. – №18. – С. 11-13.

References

1. Thomassen M., Sjbakk B., Alfnes E. A strategic approach for automation technology initiatives selection // IFIP International Conference on Advances in Production Management Systems (APMS), 2014. pp. 1-28.
2. Tarakhovskiy A.YU., Bogutskiy V.B. To the question of approach to optimization of operations in the processing of detail on CNC machines // Mechatronics, automation and robotics. – 2021. – No. 7. – P. 19-23.
3. Trent E.M., Wright P.K. Metal Cutting. Monogr. 4th Ed. – Boston: Butterworth–Heinemann Publ., 2000. – 464 p.
4. Mazur N.P., Vnukov Yu.N., Grabchenko A.I., Novoselov Yu.K., etc. Fundamentals of the theory of cutting materials: textbook. – Kharkiv: NTU "KhPI", 2013. – 534 p.
5. Okolovich G.A. Metallurgy of tool production. [Electronic resource]: monograph. – Barnaul: AltSTU Publishing House, 2020. – Access mode: http://elib.altstu.ru/uploads/open_mat/2020/Okolovich_MetvedInstrProiz_mono.pdf.
6. Kolesov A.G., Sidorov D.E., Tarakhovsky A.Yu. CAM systems and cutting modes // Journal of advanced research in technical science. – 2020. – Is. 18. – P. 11-13.

Сведения об авторах:

Information about authors:

Сидоров Денис Евгеньевич – к.т.н., доцент, доцент кафедры Технологии машиностроения	Sidorov Denis Evgenievich – candidate of technical sciences, associate professor of the Department of mechanical engineering technology
Богуцкий Владимир Борисович – к.т.н., доцент кафедры Технологии машиностроения	Bogutskiy Vladimir Borisovich – candidate of technical sciences, associate professor of the Department of mechanical engineering technology
Севельев Николай Викторович – аспирант	Savelyev Nikolay Viktorovich – postgraduate student
sidorov-sntu@yandex.ru	

Получена 15.03.2022