Е. М. Фролов, А. В. Рогачев, В. Г. Фадеев, С. С. Семеняка

АДАПТАЦИЯ МЕТОДА УПРАВЛЕНИЯ РЕЖИМАМИ РЕЗАНИЯ К ПРОМЫШЛЕННЫМ УСЛОВИЯМ

Волгоградский государственный технический университет

E-mail: e_frolov@vstu.ru

Рассматриваются варианты реализации устройства с возможностью применения метода пробного прохода в промышленных условиях для автоматического определения режимов резания путем фиксации взаимных свойств контактной пары инструмент – обрабатываемый материал через величину термоЭДС, возникающей при механической обработке.

Ключевые слова: метод пробного прохода, термоЭДС, сборный токарный резец, режимы резания.

E. M. Frolov, A. V. Rogachev, V. G. Fadeev, S. S. Semenyaka

ADAPTATION OF THE METHOD OF CONTROLLING CUTTING MODES TO INDUSTRIAL CONDITIONS

Volgograd State Technical University

Variants of devices with the possibility of using the test pass method in industrial conditions for automatic determination of cutting modes by measuring the mutual properties of the tool – material contact pair through the value of the thermal EMF that occurs during machining are considered.

Keywords: test pass method, thermal EMF, composite lathe cutter, cutting conditions.

Производительность металлорежущего оборудования, точность обработки, качество получаемой поверхности и другие характеристики процесса резания напрямую зависят от выбора режимов резания. Следовательно, назначение рациональных режимов обработки является одной из важнейших задач производства.

На сегодняшний день существует множество различных методик определения рациональных режимов резания, но в реальном производстве практикуется их назначение в соответствии с нормативными данными. В то же время производственные условия, как правило, отли-

чаются от нормативных. Сказывается влияние большого количества факторов от состояния станка до разброса свойств обрабатываемого и инструментального материалов. Учет реальных производственных условий обеспечивается оператором на рабочем месте. Задача существенно осложняется в условиях применения новых материалов инструмента и заготовки, а также в нетипичных производственных условиях, то есть когда нормативные данные отсутствуют или не полные. К тому же, в условиях все более глубокого внедрения технологий «Индустрии 4.0», задача автоматизации процес-

са назначения и уточнения режимов резания непосредственно на рабочем месте становится все актуальнее. Возможность ее решения становится реальной в связи с оснащением станков все более мощными системами ЧПУ.

Для повышения надежности назначения режимов резания при токарной обработке в современном машиностроении применяют адаптивные системы. Под надежностью назначения режимов резания понимается способность инструмента осуществлять резание с заданными параметрами получаемой поверхности в течение заложенного при расчете периода стойкости. Существуют способы нахождения оптимальных по некоторым критериям скорости резания и подачи, которые могли бы применяться в адаптивных системах. Например, способ определения оптимальной скорости резания, основанный на том, что наибольшей скорости режущего инструмента соответствует минимальная длина участка упрочнения [1]. Также существует способ определения оптимальной скорости резания, основанный на нахождении последней по выбранному исходному параметру, связанному с изменениями характеристик кристаллической решетки [2]. Описанные способы предполагают получение предварительной информации о свойствах инструмента или стальной заготовки, что всегда полезно, но не решает задачи оперативного, непосредственно на станке, получения информации о каждой контактной паре. Те же способы, что позволяют оперативно получить значения режимов обработки по информации из зоны резания трудоемки и, главное, не поддаются автоматизации. Таким образом задача состоит в том, чтобы непосредственно на станке предварительно, перед началом резания, получить информацию о физико-механических свойствах каждой контактной пары и на ее основе назначать (корректировать) режимы обработки.

Проблема заключается в том, что зона резания не позволяет встраивать в нее какие-либо датчики для прямого измерения. Из всех существующих способов получения информации из зоны резания о свойствах контактной пары доступными для автоматизации являются термоэлектрические способы, где допустимую скорость резания и подачу предлагается определять, опираясь на информацию о значении величины термоЭДС пробного прохода [3, 4, 5]. Рассматриваемый способ определения скорости резания осуществляется следующим образом.

Предварительно, на режимах пробного прохода, не связанных с технологическими режимами, но исключающими вибрацию и наростообразование, например $v = 100$ м/мин, $S = 0,1$ мм/об, $t = 1$ мм, проводят обработку заготовки рабочим резцом. Во время предварительной обработки в соответствии с методикой измеряется величина сигнала термоЭДС, выступающая в качестве интегрального показателя оценки физико-механических свойств контактируемых материалов заготовки и инструмента, а также условий протекания процесса резания. Для осуществления указанного метода в промышленных условиях требуется минимальное вмешательство в конструкцию оборудования и обеспечение надлежащей жесткости технологической системы. Авторами предлагаются варианты реализации устройства для работы в адаптивных системах назначения режимов резания на станках с ЧПУ, на которые оформлены заявки на полезные модели и получены положительные решения о выдаче патента.

Принцип работы устройства основан на использовании автономного модуля для измерения ЭДС резания в виде сборного резца, состоящего из державки со сменной режущей пластиной, изолированной от державки посредством прокладок, а также проводника для подключения в измерительную цепь, которая расположена в державке. Применение прокладки, стальных пластин и рычага, покрытых диэлектрическим износостойким покрытием из корунда (оксида алюминия Al_2O_3), обеспечивает электроизоляцию режущей пластины [6, 7], тем самым позволяя использовать измерительную систему на станке. Кроме этого, отсутствие дополнительных электроизоляционных прокладок, размещенных между резцедержателем и резцом, позволяет повысить жесткость измерительной системы.

Устройство работает следующим образом. Резец сборный 1 (рис. 1) для измерения ЭДС резания устанавливают в резцедержателе станка. Заготовку устанавливают в шпинделе станка. При контакте сменной режущей пластины 3 с заготовкой цепь замыкается. Для измерения ЭДС резания в измерительную цепь включен гальванометр 15.

В процессе резания в измерительной цепи, образованной за счет электроизоляции сменной режущей пластины 3 прокладкой 6 и стальными пластинами 7, покрытыми диэлектрическим износостойким покрытием из корунда, а также

электроизоляции рычага 4, вследствие нагрева в зоне резания возникает термоЭДС. Величина термоЭДС возникающая на поверхностях сменной режущей пластины 3 регистрируется гальванометром 15, подключенным к сменной режущей пластине 3 посредством проводника 10, присоединенного к подпружиненному контакту 9.

Рис. 1. Автономный модуль для измерения ЭДС резания

Второй вариант устройства предполагает упрощенный подход к передаче данных между термоэлектродом, расположенном в державке и измерительной цепью. Принцип его работы заключается в следующем. Резец сборной конструкции 1 (рис. 2, 3) устанавливают в резцодержателе станка. Заготовку 2 устанавливают в шпинделе станка. Резец сборной конструкции 1 подсоединяют к гальванометру 12 посредством проводника. В процессе резания в измерительной цепи, образованной за счет электроизоля-

ции сменной режущей пластины 4 прокладкой 7 и стальными пластинами 8, покрытыми диэлектрическим износостойким покрытием Al_2O_3 , а также электроизоляции рычага 5, вследствие нагрева в зоне резания возникает термоЭДС. Величина термоЭДС возникающая на поверхностях сменной режущей пластины 4 регистрируется гальванометром 12, подключенным к сменной режущей пластине 4 посредством проводника 11, присоединенного к подпружиненному контакту 10.

Рис. 2. Подключение токарного резца в измерительную цепь

Рис. 3. Конструктивные элементы головки державки резца

Оба модуля для измерения ЭДС резания адаптированы к промышленному применению метода пробного прохода для автоматического управления режимами резания за счет повыше-

ния жесткости и надежности измерительной системы, а также упрощения ее обслуживания и возможности использования сменных режущих пластин без модификации.

Использование в предлагаемых разработках величины термоЭДС пробного прохода повышает точность определения значения допустимых режимов резания, так как термоЭДС используется в качестве источника оперативной информации о физико-механических (теплофизических) свойствах контактируемой пары и упрочненного состояния срезаемых объемов стали. Данный метод можно применять как в условиях автоматизированного производства для назначения режимов обработки непосредственно на станке с ЧПУ (при условии наличия соответствующего модуля в структуре системы управления), так и на стадии технологической подготовки производства в модуле расчета режимов обработки САПР ТП.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. А. с. 841779 СССР, МПК⁵ В 23 В 1/00. Способ определения оптимальной скорости резания / А. И. Хватов, А. И. Тананин, В. В. Никулин ; заявители Ижевский завод тяжелых бумагоделательных машин, Ижевский механический институт. – № 2832671 ; заявл. 29.10.1979 ; опубл. 30.06.1981, Бюл. № 24.
2. А. с. 1028427 СССР, МПК⁵ В 23 В 1/00. Способ определения оптимальной скорости резания / В. Я. Крючков, М. Д. Узунян, В. Ф. Дрожжин ; заявитель Харьковский филиал головного специального производственного конструкторско-технологического бюро по рациональному применению режущего инструмента. – № 3358010 ; заявл. 27.11.1981 ; опубл. 15.07.1983, Бюл. № 26.
3. Пат. 2063307 Российская Федерация, МКИ 6 В 23 В 25/06. Способ определения допустимой скорости резания при механической обработке детали твердосплавным инструментом / А. Л. Плотников ; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет». – № 94010673/08 ; заявл. 29.03.1994 ; опубл. 10.07.1996, Бюл. № 19.
4. Фролов, Е. М. Повышение надежности определения режимов резания в САПР ТП механической обработки : дис. ... канд. техн. наук: 05.03.01. : защищена 12.11.09 / Фролов Е. М. ; ВолгГТУ. – Волгоград, 2009 – 16 с.
5. Фролов, Е. М. Cyber-Physical Machining Systems Based on Commercial CNC Equipment [Электронный ресурс] / Е. М. Фролов, Д. В. Крайнев, Ж. С. Тихонова // 2018 International Russian Automation Conference (RusAutoCon) (Sochi, Russia, 9-16 September, 2018) / Institute of Electrical and Electronics Engineers, South Ural State University (national research university), IEEE Russia Siberia Section, IEEE Russia Section, South Ural IEEE Chapter. – [Publisher: IEEE Xplore], 2018. – 4 p. – DOI: 10.1109/RUSAUTOCON.2018.8501684.
6. Фролов, Е. М. Адаптация метода управления режимами резания к промышленным условиям / Е. М. Фролов, Э. А. Корзун, Ж. С. Тихонова // Известия ВолгГТУ : научный журнал № 2 (212) / ВолгГТУ. – Волгоград, 2018. – (Серия «Прогрессивные технологии в машиностроении»). – С. 53–55.
7. Фролов, Е. М. Особенности датчиков для промышленного применения методов оперативного контроля и управления процессом резания / Е. М. Фролов, В. Г. Гусев, Э. А. Корзун // Известия ВолгГТУ : научный журнал № 7 (217) / ВолгГТУ. – Волгоград, 2018. – (Серия «Прогрессивные технологии в машиностроении»). – С. 66–69.