

3. Уменьшение геометрические параметров рабочих органов ролико-кольцевых мельниц можно достичь путём своевременного удаления из рабочей зоны мелких частиц твёрдого материала, а также предварительной обработкой и (или) сепарацией исходного материала. Предварительная обработка материала вызывает не только измельчение содержащихся в нём крупных частиц и этим самым уменьшение поля рассеяния размеров частиц, но и снижение их прочности и деформационной способности вследствие наклепа и образования в них микро- и макродефектов, облегчающих разрушение частиц при их дальнейшей обработке.

Список цитируемых источников

1. Сиденко, П. Л. Измельчение в химической промышленности / П. Л. Сиденко. — М. : Химия, 1968. — 382 с.
2. Акунов, В. И. Валковые мельницы высокого давления / В. И. Акунов // Строительные и дорожные машины. — 1994. — № 7. — С. 10—11.
3. Ложечников, Е. Б. Технология размола материалов в ролико-кольцевой мельнице центробежного типа / Е. Б. Ложечников, Е. М. Дубовская // Материалы, технологии, инструменты. — Б. м. : [б. и.], 1999. — № 1. — С. 79—81.
4. Ложечников, Е. Б. Центробежная прокатка порошка / Е. Б. Ложечников, О. А. Лабзин // Порошковая металлургия. — Б. м. : [б. и.], 1989. — № 3. — С. 21—25.

Материал поступил в редакцию 25.02.2015 г.

УДК 621.

С. В. Сальников

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тульский государственный университет», Тула, Российская Федерация

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ С ИНТЕНСИФИЦИРУЮЩИМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ

Введение. Интенсификация и повышение эффективности машиностроительного производства на базе развития научно-технического прогресса — одна из основных задач, решаемых на современном этапе. Это напрямую связано с повышением требований к надёжности и долговечности, что вызывает применение материалов с особыми физико-механическими свойствами. При высоких эксплуатационных показателях они характеризуются крайне низкой обрабатываемостью, высокими технологическими потерями и энергетическими затратами.

Обеспечение высоких темпов развития машиностроения неразрывно связано с интенсификацией процессов механической обработки материалов резанием. Несмотря на значительный прогресс в методах получения деталей без снятия стружки (давлением, точным литьём, сваркой и т. п.), удельная трудоёмкость механосборочных работ не только не уменьшается, но даже возрастает, достигая 60...70% общей трудоёмкости изготовления машин. Это связано с непрерывно растущими требованиями к точности и качеству обработанной поверхности в условиях усложнения конструктивных форм деталей машин и частой смены их номенклатуры. Поэтому повышение эффективности процесса резания является одной из важнейших задач производства.

В создавшейся ситуации наиболее перспективными являются поиски альтернативных путей повышения эффективности процесса резания. К ним следует отнести введение в зону резания дополнительной энергии, снижающей работу образования новых поверхностей. Наиболее перспективным в этом направлении является введение в зону резания электрического тока [1; 2].

Основная часть. Повышение эффективности лезвийной обработки при введении дополнительной энергии в зону резания известны и широко применяются: точение с электроконтактным нагревом зоны резания, вибрационное резание с электрическим подогревом, точение металлов с подогревом в зоне резания, способ обработки металлов с подачей электрического тока в зону резания и другие. Рассмотренные методы эффективны, но энергозатратны. Проведенные исследования показали, что при дозированной подаче электрической энергии в зону резания наблюдается повышение эффективности обработки, уменьшение износа инструмента и снижение энергозатрат по сравнению с ранее известными аналогами. В соответствии с полученными результатами предложен алгоритм управления [1; 3] интенсифицирующим воздействием, обеспечивающий формирование импульсов электрического тока с необходимыми оптимальными параметрами (рисунке 1).

Она включает в себя следующие основные блоки:

УУ — управляющее устройство;

ФДИ — формирователь длительности импульсов;

ФАИ — формирователь амплитуды импульсов.

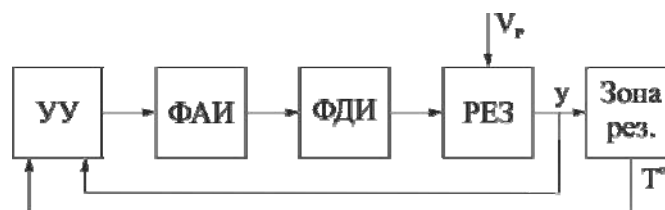


Рисунок 1 — Функциональная схема устройства формирования импульсов электрического тока

Для каждого из модулей системы можно сформулировать свои требования. Управляющее устройство должно обеспечивать оперативное, в режиме реального времени, считывание аналоговых сигналов о температуре зоны резания (T^0) и фазе колебаний инструмента (Y), и задание требуемых параметров интенсифицирующего воздействия для формирователя амплитуды и длительности импульсов. Учитывая относительную сложность алгоритма, в роли управляющего устройства целесообразно использовать микроконтроллер, обеспечивающий формирование векторного управляющего воздействия. Формирователь амплитуды импульсов должен работать в режиме ШИМ и управлять быстродействующим ключом, имея на входе соответствующий сигнал от управляющего устройства. Поскольку в функции данного блока входит стабилизация амплитудных значений импульсов, то его также предложено выполнить на микроконтроллере. Он настроен на работу ШИМ-генератора и связан с УУ по цифровому каналу связи. ФДИ выполняет функции силового ключа, работающего на высоких частотах и коммутирующего большие значения токов (до 1000 А). Важнейшими параметрами блока являются: быстродействие, максимально допустимые значения амплитуды импульсов тока, минимальное падение напряжение на нём.

На сегодняшний день известно огромное количество разнообразных компонентов для построения необходимой системы управления. Применение современных элементов позволит построить гибкую систему, отвечающую поставленным требованиям. Анализ элементной базы микроконтроллерной техники и быстродействующих элементов позволил определить элементы системы управления устройством интенсификации (рисунок 2).

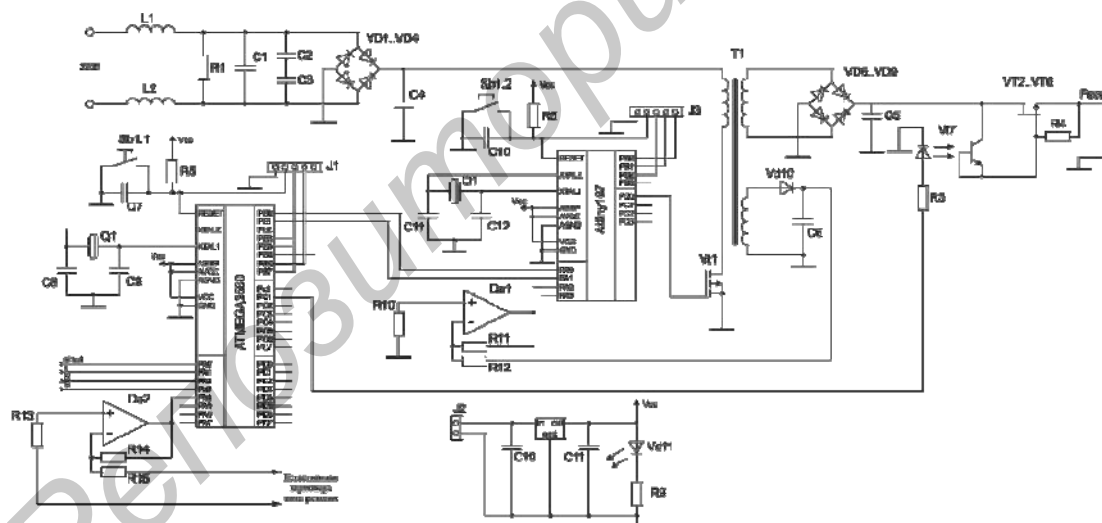


Рисунок 2 — Принципиальная схема системы управления устройством интенсификации процесса резания

Система управления построена на 8-ми разрядном микроконтроллере *Atmega2560 RISC* архитектуры, фирмы *Atmel*. Его применение обусловлено большим набором функциональных возможностей и высоким быстродействием, около 20 млн операций в секунду. Как головное устройство системы этот контроллер выполняет основную массу вычислений и преобразований. Все входные параметры заводятся на аналоговые порты данной компоненты.

В состав системы управления входит источник постоянного напряжения, выполненного на диодах $VD1...VD4$, с входным фильтром, высокочастотный стабилизатор напряжения и выходной силовой ключ. В качестве генератора высокочастотного стабилизатора выступает второй микроконтроллер, той же фирмы что и первый, но более простой и менее быстрый — *Attiny167*. Подобное решение обусловлено тем, что второй контроллер работает в режиме ШИМ, имея обратную связь по напряжению со вторичной стороны выходного трансформатора. Связь с центральным процессором системы выполняется по протоколу *UART* (*Universal asynchronous receiver/transmitter*-универсальный асинхронный приёмопередатчик (наиболее широкое

распространение получил протокол RS232)). Требуемое значение амплитуды передаётся в этот контроллер через последовательный порт. Генератор служит для формирования опорной последовательности импульсов требуемой частоты, формируя амплитудное значение напряжения на выходе источника. На выходной обмотке импульсного трансформатора Т1 формируется напряжение, определяющее амплитудное значение силовых импульсов. К этой обмотке через выпрямитель с ёмкостным накопителем подключён блок полевых транзисторов, выполняющих функции силового ключа, который управляется центральным контроллером.

Вторая выходная обмотка трансформатора служит для формирования сигнала обратной связи, который поступает на инверсный вход операционного усилителя DA1. Таким образом, контроллер оценивает разницу между сигналом обратной связи и значением амплитуды, полученным от головного контроллера, и оперативно корректирует параметры ШИМ, разгружая центральный контроллер от текущих вычислений. Данный генератор ШИМ управляет быстродействующим IGBT ключом, установленным в первичной цепи трансформатора. Применение его в этом каскаде обусловлено высокой частотой срабатывания и сравнительно не большим током коммутации.

Управление этим блоком силовых ключей ФДИ осуществляется микроконтроллером через порт PC1.

Сигналы обратной связи по положению режущей кромки резца и температуре зоны резания поступают в микроконтроллер в аналоговом виде через порты А10...А13. Температура зоны резания измеряется естественной термопарой инструмент-заготовка и её значение, усиленное операционным усилителем, поступает на аналоговый вход порта PA4. Программное обеспечение контроллера позволяет быстро оцифровывать полученные данные и выполнять операции над ними в соответствии с разработанным алгоритмом оптимизации. Микроконтроллер, через встроенные в процессор ШИМ-генераторы, формирует на выходных портах сигналы, определяющие момент подачи и длительность электрического воздействия. Алгоритм центрального контроллера построен таким образом, что большую часть рабочего времени он работает с обработкой прерываний от аналого-цифровых преобразователей, таймеров и последовательного порта.

Один генератор формирует выходное напряжение импульсного стабилизатора, определяющего амплитуду электрического воздействия. Другой, управляя блоком силовых MOSFET ключей, определяет длительность импульса и момент его формирования. Это позволяет упростить структуру программы, повысив быстродействие расчётов. Применение двух микроконтроллеров позволяет разгрузить один из них от лишних вычислений и тем самым дать ему возможность быстро реагировать на изменение входных параметров системы. В результате микроконтроллер оперативно, в режиме реального времени, регулирует и подстраивает параметры электрического воздействия таким образом, чтобы увеличить эффективность обработки. Учёт влияния режимов обработки осуществляется путём введения в микроконтроллер через входной порт таких параметров как подача, скорость и глубина резания.

Заключение. Введение электрического тока в зону резания является эффективным средством улучшения обрабатываемости высокопрочных и твёрдых сталей. При традиционной обработке этих материалов на контактных поверхностях наблюдаются условия, близкие к сухому трению; при этом взаимодействие трущихся пар происходит по химически чистым поверхностям. В этом случае физическое состояние контактной пары инструмент-заготовка можно искусственно изменить путём ввода в зону резания электрического тока низкого напряжения. Электрический ток, распределяясь в зоне контакта инструмента и заготовки пропорционально контактным электрическим напряжениям, формирует распределённые по поверхности отталкивающие электродинамические силы. Они снижают коэффициент трения между трущимися поверхностями: инструмента, заготовки и стружки, а также в плоскости сдвига. Ввиду высокого быстродействия ввода дополнительной энергии в зону резания посредством пропускания электрического тока следует ожидать существенного снижения сил резания и износа инструмента.

Список цитируемых источников

1. Шадский, Г. В. Условия возникновения микровзрывов в зоне резания при интенсификации процесса импульсами электрического тока / Г. В. Шадский, С. В. Сальников // Известия ТулГУ. Технические науки. — Тула : ТулГУ. — 2011. — Вып. 3. — Ч. 1. — С. 279—282.
2. Способ обработки металлов с подачей электрического тока в зону резания : пат. заявка № 2009111372 РФ МПК В23В1/00 / Г. В. Шадский [и др.]. — 2009.
3. Шадский, Г. В. Возможности автоматического управления разрушением зоны резания / Г. В. Шадский, С. В. Сальников // Известия ТулГУ. Технические науки. — Тула : ТулГУ. — 2012. — Вып. 2. — С. 53—57.
4. Иванов, Н. И. Методологические принципы разработки и исследования интенсифицированных методов механо-электрофизико-химической размерной обработки : дис. ... д-ра техн. наук : 05.03.01 / Н. И. Иванов. — Тула : ТулГУ, 1996. — 322 с.

Материал поступил в редакцию 25.02.2015 г.