

УДК 621.91

ПОВЫШЕНИЕ СТОЙКОСТИ ИНСТРУМЕНТА ПРИ ОБРАБОТКЕ ОТВЕРСТИЙ

Тараненко В.А., Левченко А.И.

Предлагается конструкция автоматизированного устройства для защиты инструмента от перегрузок. Устройство обеспечивает контроль крутящего момента на шпинделе и обеспечивает вывод инструмента из отверстия при превышении допустимой величины нагрузки.

В данном устройстве в качестве носителя информации о величине крутящего момента используются электрические параметры привода главного движения станка

Особенностью системы, является то, что в процессе обработки контролируются токи во всех трех фазах цепи статора электродвигателя главного движения, что позволяет существенно повысить быстродействие устройства.

Автоматизированное устройство для защиты инструмента (рисунок 1) содержит инструмент 1, механизм 2 зажима инструмента, шпиндель 3, механизм подачи 4, орган настройки подачи 5, орган настройки скорости 6, механизм реверса 7, электродвигатель привода главного движения 8, трансформатор тока 9, выпрямительный мост 10, сглаживающий конденсатор 11, дифференцирующий элемент 12, диод 13, пороговый элемент 14.

Устройство работает следующим образом.

Ток i_l в первичной обмотке дифференцирующего элемента 12 представляет собой однополярный, сглаженный конденсатором ток величиной I_m , где I_m – амплитуда синусоидального тока, представляющего собой сумму выпрямленных токов электродвигателя привода главного движения. При рабочей подаче инструмента, когда амплитуда токов электродвигателя 8 из-

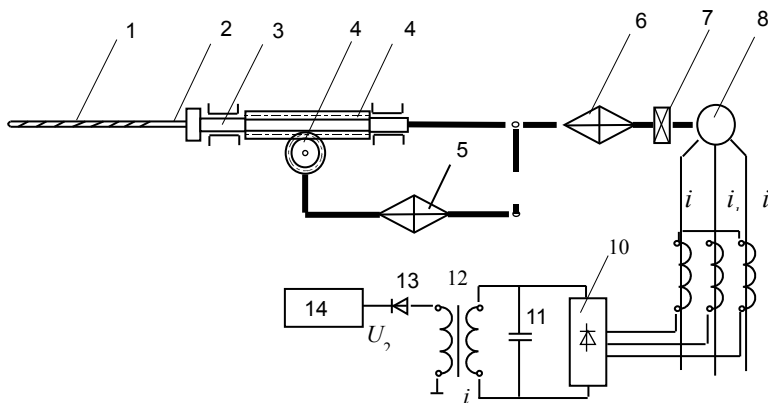


Рисунок 1 – Схема устройства для защиты инструмента от перегрузок

меняется незначительно, ток i_1 в первичной обмотке дифференцирующего трансформатора практически постоянен. Напряжение U_2 на вторичной обмотке дифференцирующего элемента пропорционально производной тока i_1 в первичной обмотке. Дiodом 13 выделяются только положительные значения U_2 , то есть при $di/dt > 0$, что соответствует увеличению фазных токов электродвигателя 8. Поэтому при постоянной подаче $U_2 = 0$ и пороговый элемент защиты не срабатывает.

При изменении нагрузки на инструмент в допустимых пределах в токе i_1 дифференцирующего элемента появится переменная составляющая.

Одновременно появится переменная составляющая и на выходе элемента 12. По максимальному уровню напряжения U_2 на выходе дифференцирующего элемента, соответствующему максимально-допустимой величине момента, отстраивается пороговый элемент 14.

При перегрузке инструмента с возможностью его поломки резко увеличиваются токи электродвигателя и напряжение U_2 на выходе дифференцирующего элемента возрастает выше уставки порогового элемента 14, вызывая его срабатывание. На выходе порогового элемента появляется сигнал на отвод инструмента из зоны обработки.

Предлагаемый способ защиты инструмента и устройство для его реализации отличаются высоким быстродействием, обеспечивая предотвращение поломки инструмента при перегрузках.

При сверлении отверстий диаметром 3 мм, глубиной 60 мм, на станке 2A118, с подачей 0,1 мм/об и частотой вращения шпинделя 1000 об/мин (материал детали – сталь 40, материал инструмента – сталь Р6М5) стойкость сверла повышается в 2-3 раза.

Несмотря на простоту конструкции, предлагаемое решение не позволяет наиболее полно использовать возможности повышения производительности обработки, чего удастся достигнуть за счет непрерывной стабилизации регулируемых параметров путем изменения величины осевой подачи инструмента, с учетом фактических условий резания и действующих на объект возмущений.

Подобный подход требует соответствующей модернизации системы и введения регуляторов, формирующих требуемый закон изменения управляющего воздействия. В [1] показано, что для рассматриваемого процесса оптимальным является пропорционально-интегрально-дифференциальное регулирование.

При таком способе обработки важное значение приобретает вопрос о выборе регулируемой координаты. Основными силовыми факторами процесса сверления глубоких отверстий, определяющими условия работы инструмента являются крутящий момент и осевая сила. При этом необходимо отметить некоторые противоречивые требования к системе управления сверлением глубоких отверстий, диктуемые особенностями изменения

осевого усилия и крутящего момента. Дело в том, что по мере увеличения заглубления снижаются требования к ограничению величины осевого усилия, исходя из условий обеспечения его осевой устойчивости.

В связи с тем, что в процессе сверления, по мере заглубления инструмента, длина части сверла, находящегося между торцом заготовки и точкой его заглубления изменяется, ограничение по критерию потери осевой устойчивости является переменным. При некоторой величине заглубления ограничение на осевую устойчивость может оказаться несущественным, так как доминирующим окажется ограничение на момент. Это объясняется тем, что в условиях изменения ограничений на величину осевого усилия по мере увеличения текущей глубины сверления, ограничение на крутящий момент остается постоянным.

Многочисленные экспериментальные исследования показывают, что данный фактор ограничения является весьма важным на начальных этапах сверления, когда величина заглубления еще незначительна, а длина свободной части сверла велика. Учет данного ограничения позволяет предотвратить развитие увода оси, исправить которое в дальнейшем уже не удастся.

Отмеченные обстоятельства обуславливают необходимость введения независимых контуров управления по осевой силе и крутящему моменту или обеспечения автоматической перенастройки параметров регулятора в функции текущего заглубления сверла.

Библиография

1 Левченко А.И., Тараненко В.А. Алгоритмизация и управление процессом глубокого сверления // 6th International symposium of machining and cutting tools. 16-18 grudnia 1999. — Krakow, 1999. — P. 167–171.

2 Абдуллаев Н.Д., Петров Ю.П. Теория и методы проектирования оптимальных регуляторов. — Л.: Энергоатомиздат, 1985. — 240 с.

Поступила в редакцию 25.05.2000 г.