

На рис. 4 представлена структурная схема с поэлементным резервированием, а на рис. 5 – график риска всей системы.

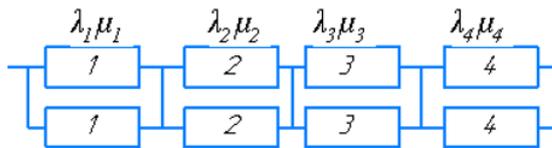


Рис. 4. Структурная схема с поэлементным резервированием:

1 – станок; 2 – накопитель инструментов; 3 – режущий инструмент; 4 – устройство транспортировки режущего инструмента в рабочую зону

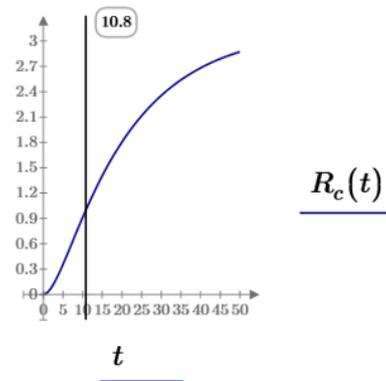


Рис. 5. График риска всей системы с резервированием каждого элемента в отдельности при $t = 0-50$ мин

Исходя из вышеизложенного, можно сделать следующий вывод: при общем резервировании элементов риск возникновения аварийной ситуации составляет $R_c = 2,992$, а при поэлементном резервировании $R_c = 0,997$. Как видно из полученных результатов расчета, в обоих случаях риск аварийной ситуации не превышает допустимый $[R_c] = 3,295$. Однако во втором случае оптимизация технологической системы будет наиболее эффективна, так как риск возникновения аварийной ситуации при равном количестве резервных элементов меньше.

Литература

1. Михайлов, М. И. Надежность и диагностика технологических систем : электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины для студентов специальности 1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного производства» / М. И. Михайлов. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2016.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КИНЕТИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ МАХОВИКА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА РАЗРЕЗАНИЯ АБРАЗИВНО-ОТРЕЗНЫМИ КРУГАМИ ЗАКАЛЕННЫХ И ВЫСОКОПРОЧНЫХ СТАЛЕЙ

Д. В. Певнев

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Н. А. Старовойтов

Принцип работы маховика. Кинетическая механическая энергия передается на маховик и обратно при помощи ротора электродвигателя, который также способен преобразовывать кинетическую механическую энергию обратно в электрическую.

Маховик работает в двух режимах: в режиме запасания энергии и режиме отдачи. При работе в режиме запасания энергии подводимая энергия создает вращающий мо-

мент на валу и увеличивает скорость вращения маховика. При обратном процессе – запасенная кинетическая энергия превращается в генераторный момент на валу мотор-генератора и впоследствии в электрическую энергию.

Заряжаться маховик может от электродвигателей, от энергии рекуперации при торможении [1], [2].

Анализ процесса. Эффективность абразивного разрезания металлов зависит от коэффициента шлифования G (рис. 1), величина которого в свою очередь зависит от скорости подачи, скорости резания, марки круга и охлаждения круга и имеет один максимум [1], [3].

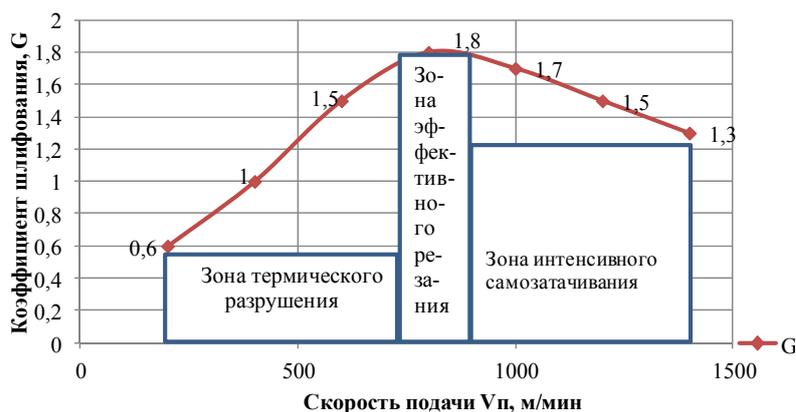


Рис. 1. Зависимость коэффициента шлифования G от величины подачи круга V_p

На рис. 1 приведена зависимость коэффициента шлифования G от величины подачи круга V_p при разрезании полосы 60 x 40 мм из закаленной стали 45 HRC 50 кругом марки ИАЗ 400x4x32 14A80HCTЗБУ ГОСТ 21963–82 с постоянной скоростью резания 80 м/с, подачей 810 мм/мин, с охлаждением на абразивно-отрезном станке мод. 8В242 [4].

Кривая имеет один максимум при оптимальной подаче круга равной 810 мм/мин, которая соответствует наиболее эффективному режиму резания [3].

Коэффициент шлифования G отражает отношение объема снятого металла к объему изношенного абразива при резании. Если предположить, что ширина пропила равна ширине круга, то коэффициент шлифования G будет равен отношению площади разрезаемой заготовки к боковой площади изношенной части круга:

$$G = \frac{S_3}{S_k},$$

где S_3 – площадь разрезаемой заготовки; S_k – боковая площадь изношенной части круга.

Таким образом, для каждого конкретных условий разрезания (рис. 1) имеется оптимальная поперечная подача на «зерно круга», равная в нашем случае 810 мм/мин, и скорость резания 80 м/с, которые должны жестко поддерживаться в узком диапазоне на протяжении реза, что обеспечивает максимальную стойкость круга и, следовательно, оптимальную производительность и эффективность разрезания, при этом должна поддерживаться постоянная скорость резания.

Необходимо отметить, что при максимальном G обеспечивается минимальный износ круга, достигается максимальная эффективность процесса резания, так как стоимость круга в стоимости одного реза составляет от 65–75 % [3].

Для получения максимальной эффективности резания (минимальной стоимости реза) необходимо поддерживать постоянную подачу круга, соответствующую заданной ширине реза и постоянную скорость резания.

Для снижения стоимости оборудования в абразивно-отрезных станках в качестве электродвигателей главного привода на станке мод. 2В242 применяются асинхронные электродвигатели мощностью 22 кВт, которые имеют довольно большой коэффициент скольжения, т. е. снижение числа оборотов при резком возрастании нагрузки, что свойственно для абразивно-отрезных станков, где скорость подачи при резании велика и колеблется в зависимости от диаметра разрезаемой заготовки в пределах от 300 до 2000 мм/мин. При этом при максимальной нагрузке на электродвигатель уменьшается скорость резания и на 10–25 %, в связи с чем процесс резания смещается в зону «интенсивного самозатачивания» (рис. 1), увеличивается нагрузка на зерно круга, что приводит к снижению коэффициента шлифования G с 1,8 до 1,65.

Для устранения этих недостатков был применен установленный на валу электродвигателя маховик в виде диска диаметром 500 мм, высотой 68 мм. Это увеличило момент инерции вращающихся валов главного привода на $I = 0,34 \text{ кгм} \cdot \text{с}^2$, привело к стабилизации начальной скорости резания и подачи и позволило сохранить оптимальные режимы резания, оптимальный коэффициент шлифования $G = 1,8$.

Таким образом, установка маховика с моментом инерции $I = 0,34 \text{ кгм} \cdot \text{с}^2$ на валу электродвигателя приводит к стабилизации процесса резания по скорости резания и подаче и увеличению коэффициента шлифования с 1,65 до 1,78.

Литература

1. Farmer, D. A. Economics Factors in Abrasive Machining, Tool and Manufacturing Engineer / D. A. Farmer, E. C. Shaw // Trans ASME. – 1967. – Vol. 59. – P. 42.
2. Farmer, D. A. Economics Factors of the Abrasive Cut – Off Operation / D. A. Farmer, E. C. Shaw // Trans ASME. – 1967. – Vol. B89. – P. 514.
3. Старовойтов, Н. А. Анализ путей повышения эффективности абразивно-отрезных станков с качающейся шпиндельной бабкой / Н. А. Старовойтов, С. В. Рогов // Современные проблемы машиноведения : материалы XII Междунар. науч.-техн. конф. (науч. чтения, посвящ. П. О. Сухому), Гомель, 22–23 нояб. 2018 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого, Фил. ПАО «Компания «Сухой» ОКБ «Сухого» ; под. общ. ред. А. А. Бойко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2018. – С. 37–39.
4. Старовойтов, Н. А. Экспериментальные исследования эффективности поддержания постоянной скорости резания при износе круга на абразивно-отрезных станках с качающейся шпиндельной бабкой / Н. А. Старовойтов // Вестн. БРУ. – 2019. – № 3. – С. 84–92.

РЕШЕНИЕ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ КИНЕМАТИКИ ШЕСТИЗВЕННОГО РОБОТА

А. А. Щученко

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель М. И. Михайлов

Постановка задачи. Определить положение сочленения робота при известном положении схвата.

Исходные данные представлены в табл. 1.