

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.



4. После выполнения всех расчетов получаем уравнения нахождения центра схвата робота:

$$x_6 = A_{6,3} \rightarrow 29 \cdot A_{23} + 45 \cdot A_{23} \cdot \cos(\gamma_4) \cdot \cos(\gamma_5) - 45 \cdot A_{23} \cdot \sin(\gamma_4) \cdot \sin(\gamma_5);$$

$$y_6 = A_{6,3} \rightarrow 45 \cdot A_{23} \cdot \cos(\gamma_5) \cdot \sin(\gamma_4) - 45 \cdot A_{23} \cdot \cos(\gamma_4) \cdot \sin(\gamma_5);$$

$$z_6 = A_{6,3} \rightarrow A_{23} \cdot \cos(\gamma_5) \cdot \sin(\gamma_4).$$

5. Назначаем неизвестные параметры:

$$z_1 = q_1 \rightarrow q_1;$$

$$z_3 = q_2 \rightarrow q_2;$$

$$\gamma_2 = q_3 \rightarrow q_3.$$

6. Производим дальнейшие расчеты:

$$V_{61} = \left( \frac{d}{dz_1} A_{12} \right) \cdot A_{12} \cdot A_{23} \cdot A_{34} \cdot A_{45} \cdot A_{56} \cdot A_{67} \rightarrow \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & A_{23} \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}.$$

И так далее для всех значений.

7. Задаем параметры первого этапа произвольно:

$$q_{1k1} = 20; \quad q_{2k1} = 30; \quad q_{4k1} = 180 \text{ deg};$$

$$q_{1k} = 39; \quad q_{2k} = 16; \quad q_{4k} = 90 \text{ deg}.$$

8. Производим дальнейший расчет.

$$\begin{aligned} Ax = & 27 \cdot A_{12} \cdot \cos(\gamma_2) \cdot \cos(\gamma_5) - A_{12} \cdot z_3 \cdot \sin(\gamma_2) + -67,7 \cdot A_{12} \sin(\gamma_2) + \\ & + -73,02 \cdot A_{12} \cdot \sin(\gamma_2) + -48,77 \cdot A_{12} \cdot \cos(\gamma_2) \cdot \sin(\gamma_5) + [0 \cdot (q_{1k} - q_{1k1})] + \\ & + [0 \cdot (q_{2k} - q_{2k1})] + [0 \cdot (q_{3k} - q_{3k1})] + [0 \cdot (q_{4k} - q_{4k1})]. \end{aligned}$$

И так далее для всех значений.

9. Находим положения сочленений.

$$A = \text{Find}(q_{1k}, q_{2k}, q_{3k}, q_{4k}) = \begin{pmatrix} 39 \\ 16 \\ 1,571 \\ 1,571 \end{pmatrix}.$$

Таким образом, по результатам выполненных расчетов мы определили неизвестные параметры звеньев робота при известных координатах центра схвата робота.