

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ СБОРОЧНО-СВАРОЧНЫМИ РОБОТАМИ-МАНИПУЛЯТОРАМИ В РАБОЧЕЙ СРЕДЕ С ПРЕПЯТСТВИЯМИ

Кожевников М.М.

**Могилёвский государственный университет продовольствия
г. Могилёв, Беларусь**

Объектом исследования в данной работе являются системы управления сборочно-сварочными роботами-манипуляторами и роботизированными комплексами, предмет исследования – программы, методы и алгоритмы управления сборочно-сварочными роботами-манипуляторами. Целью работы является разработка программных реализаций методов генерации программных траекторий сборочно-сварочных роботов в конфигурационном пространстве, с учетом технологических ограничений.

Предложен новая эффективная программная реализация метода формирования модели конфигурационного пространства промышленного робота-манипулятора с учетом геометрических характеристик роботизированных технологических комплексов (РТК). Разработана новая эффективная программная реализация метода генерации программных траекторий с учетом геометрических характеристик РТК. Разработана программа идентификации и учета технологических ограничений при генерации программных траекторий сборочно-сварочных роботов.

Предложенные программные модули, в отличие от известных, позволяют эффективно учесть геометрические характеристики роботизированных комплексов, кинематические и пространственные ограничения, а также ограничения сварочной технологии. Эффективность разработанных программных средств подтверждается результатами тестирования в экспериментальной среде моделирования РТК.

Для решения поставленной задачи разработан алгоритмический метод идентификации и учета технологических ограничений основанный на следующей итерационной процедуре последовательно применяемой к каждой из точек сварного шва $j = 1, \dots, N$.

1. Используя обратное кинематическое преобразование позиционера вычисляются углы в его сочленениях соответствующие дискретным значениям допустимых углов ориентации $\{\theta_i^j\}_{i=1}^n, \{\varepsilon_i^j\}_{i=1}^n$:

$$\mathbf{g}^j = \left\{ \left(g_{2k}^j, g_{3k}^j \right)_{k=1} \right\}_{k=1}^{n^2}, \quad (1)$$

2. Используя прямое кинематическое преобразование позиционера вычисляются множества, определяющие координаты точек сварного шва \mathbf{p}_j при конфигурировании позиционера каждым из элементов множества (1):

$$\mathbf{p}_j = \left\{ dkinp_j \left(g_{2k}^j, g_{3k}^j, confp \right) \right\}_{k=1}^{n^2}, \quad (2)$$

3. Используя обратное кинематическое преобразование робота-манипулятора вычисляются углы в его сочленениях соответствующие дискретным значениям допустимых углов ориентации сварочной горелки $\{\alpha_i\}_{i=1}^n, \{\beta_i\}_{i=1}^n, \{\gamma_i\}_{i=1}^n$:

$$\mathbf{q}_k^j = \left\{ \text{ikinm} \left((\alpha^j, \beta^j, \gamma^j)_i, p_j^k, \text{confm} \right) \right\}_{i=1}^{n^3}, \quad (3)$$

4. Каждый элемент множеств \mathbf{q}_k^j ($k=1 \dots n^2$) проверяется на принадлежность свободному от столкновений конфигурационному пространству при конфигурировании геометрической модели позиционера $\mathbf{P}(\mathbf{g})$ соответствующими углами из множества \mathbf{g}^j (1). Если элемент принадлежит \mathbf{C}_f то он и соответствующий ему элемент описывающий углы в сочленениях позиционера добавляются в множество вершин \mathbf{V} графа \mathbf{DC}_f в противном случае элемент отбрасывается.

5. Выполняется поиск «простых» траекторий робота-манипулятора между элементами множеств $\mathbf{q}_k^j, \mathbf{q}_k^{j+1}$ принадлежащих множеству вершин \mathbf{V} , Если такие «простые» траектории существуют то соответствующее ребро добавляется в множество \mathbf{E} .

6. Шаги 1-5 повторяются для всех точек свариваемого шва. Повторение этих шагов позволяет сформировать неориентированный граф \mathbf{DC}_f , который включает конфигурации робота и позиционера соответствующие точкам свариваемого шва $\{p_j\}_{j=1}^N$ и «простые» участки траекторий между этими конфигурациями движение сварочной горелки вдоль которых не приводит к столкновениям и выходу за технологические и конструктивные ограничения

7. Выполняется поиск множества кратчайших путей на графе \mathbf{DC}_f от элементов из множества $\{\mathbf{q}^1, \mathbf{g}^1\}$ до элементов множества $\{\mathbf{q}^N, \mathbf{g}^N\}$ представляющих собой допустимые траектории движения робота скоординированные с ориентационными движениями позиционера.

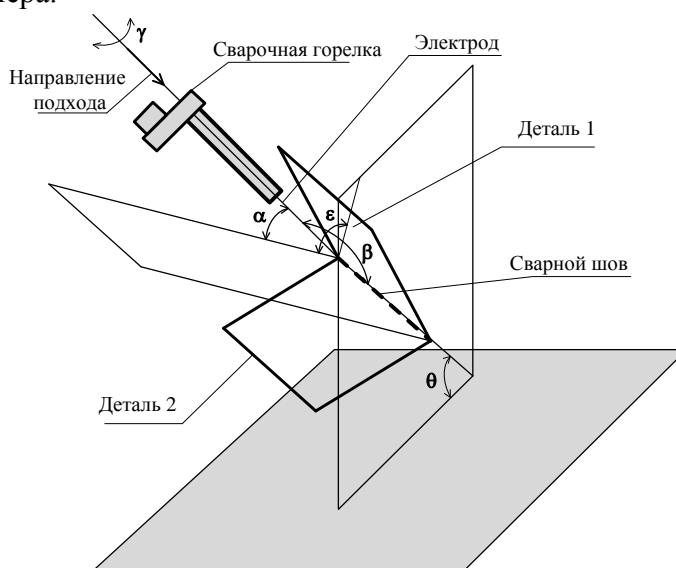


Рисунок 1 – Ориентация горелки дуговой сварки и сварного шва

Предложенные программные модули генерации программных траекторий реализованы и интегрированы в экспериментальную систему моделирования РТК.

Разработанные программные средства могут быть использованы при выполнении проектов по автоматизации сборочно-сварочного производства и при разработке специализированных САПР промышленных роботов и роботизированных технологических комплексов в конструкторских бюро предприятий автомобильной промышленности республики.