

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОМПАКТНЫХ СБОРОЧНО-СВАРОЧНЫХ СИСТЕМ

Кожевников М.М.

**Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий,
г. Могилев, Республика Беларусь**

В работе исследованы методы автоматизированного проектирования компактных сборочно-сварочных систем на основе технологических критериев качества. Известные системы базируются в основном на типовых решениях и геометрических моделях и не позволяют в полной мере учесть особенности технологии сварки. Более того следует отметить, что геометрический подход трудоемок и возможны конструктивные ошибки выявляемые только на стадии наладки сборочно-сварочной системы. Практика показывает, что на повторное проектирование и переналадку компактных роботизированных ячеек может уходить до нескольких месяцев.

Применение методов автоматизированного проектирования при разработке компактных сборочно-сварочных систем позволит повысить эффективность производства и повысить качество технологического процесса путем сокращения количества межоперационных движений. Предлагаемый подход к разработке методов автоматизированного проектирования основан на применении модели пространства конфигураций робота-манипулятора и моделей остаточных деформаций сварной конструкции и оснастки, на основе которых реализован синтез оптимальных компоновок и траекторий. Данные методы используют модели остаточных деформаций и точные модели сварных конструкций вследствие чего обеспечивают достаточно высокую точность.

Параметры напряженно-деформированного состояния сварной конструкции позволяют определить критерии качества для следующих оптимизационных задач систем автоматизированного проектирования компактной сборочно-сварочной системы: поиска рационального порядка наложения швов; направления сварки шва; поиска мест закрепления сварной конструкции; поиска рационального положения сварных конструкций в пространстве при нанесении сварных швов; порядка нанесения прихваток, и вспомогательных швов. сформулировать критерии беспрепятственного извлечения изделия после остывания сварных швов.

Предлагаются следующие критерии формализующие технологические требования к напряженно-деформированному состоянию сварной конструкции на основе параметров конечно-элементной модели :

Минимум деформаций либо допустимые деформации.

$$\left(\Delta_{ijk}^n - \Delta_{ijk}^d\right) \rightarrow \min, \quad (1)$$

$$\left(\max\left(\Delta_{ijk}^n - \Delta_{ijk}^d\right) - \Delta\right) \rightarrow \min, \quad (2)$$

где Δ - предельно-допустимое по условиям технологии значение деформации сварной конструкции, $\left(\Delta_{ijk}^n - \Delta_{ijk}^d\right)$ -линейное изменение размеров конструкции вдоль осей x,y,z

Допустимый уровень напряжений

$$\left(\max\left(\sigma_{ijk}^d\right) - \sigma\right) \rightarrow \min, \quad (3)$$

Равномерность распределения температурного поля по высоте и длине сварной конструкции

$$\begin{aligned} (T_{ijk} - T_{i+1jk}) - T &\rightarrow \min \\ (T_{ijk} - T_{ij+1k}) - T &\rightarrow \min, \\ (T_{ijk} - T_{ijk+1}) - T &\rightarrow \min \end{aligned} \quad (4)$$

где T предельно допустимое значение перепада температуры.

В общем виде модель сварного шва с определенным направлением варки может быть определена как последовательность точек в пространстве $S = \{x_n\}$. Соответственно на сварной конструкции может быть последовательность сварных швов $S_n(S)$. Проведенный литературных источников показал, что последовательности x_n и S_n определяют как форму температурного поля так уровни напряжений и деформаций сварной конструкции. В общем виде модель может быть представлена

$$T(S_n, x_n); \Delta(S_n, x_n); \sigma(S_n, x_n), \quad (5)$$

Тогда задача поиска порядка наложения швов и направления их сварки, может быть сформулирована следующим образом:

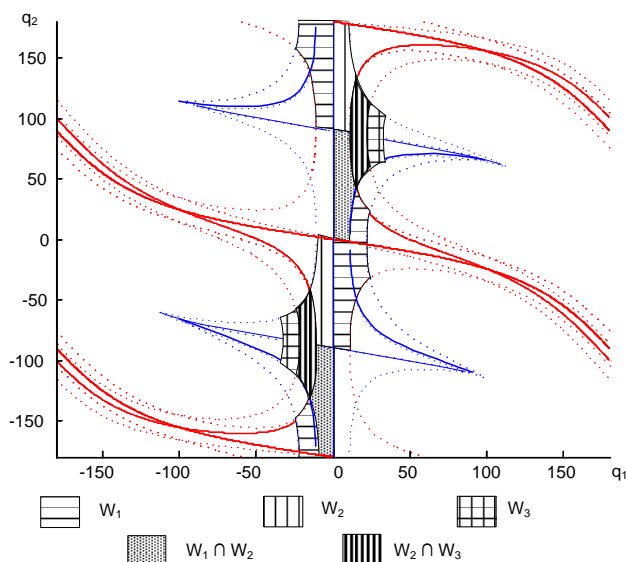


Рисунок 1 – Пример оптимального пространства трех сварных швов

Определить последовательность швов S_n с направлением x_n из допустимого множества на которой минимизируются критерии (1)-(4), если модель напряженно – деформированного состояния задана (5). Аналогичная задача может быть сформулирована для поиска порядка нанесения прихваток, и вспомогательных швов и мест закрепления сварной конструкции. При этом положение прихваток и вспомогательных швов и мест закрепления будут накладывать пространственные ограничения на решение оптимизационной задачи (4) изменяя поле напряжений и деформаций сварной конструкции. Поставленная оптимизационная задача может быть решена известными методами. Например оптимальное пространство трех сварных швов относительно углов в первом и втором сочленениях сварочного манипулятора приведено на рисунке 1. Предложенные методы применимы при выполнении проектных работ в области роботизации производства.