

УДК 681.5.015

СИНТЕЗ КОМПОНОВКИ РОБОТИЗИРОВАННОГО  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ЛАЗЕРНОЙ РЕЗКИ  
НА БАЗЕ РОБОТА-МАНИПУЛЯТОРА FANUC M-710iC/50Е. Ю. ДЕМИДЕНКО<sup>1</sup>, М. М. КОЖЕВНИКОВ<sup>2</sup>,  
О. А. ЧУМАКОВ<sup>3</sup>, И. Э. ИЛЮШИН<sup>2</sup><sup>1</sup>Белорусско-Российский университет<sup>2</sup>Могилевский государственный университет продовольствия  
Могилев, Беларусь<sup>3</sup>Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники  
Минск, Беларусь

Для улучшения технического решения формирования траектории движения робота-манипулятора в процессе лазерной резки необходимо производить выбор оптимального расположения детали, при котором должен обеспечиваться свободный доступ инструмента ко всем точкам траектории резки, а также наиболее «эффективные» движения робота в процессе резки. Соответствующую задачу выбора оптимального положения детали в рабочем пространстве робота (или эквивалентную ей задачу оптимизации расположения робота относительно детали) можно сформулировать следующим образом: по имеющейся траектории резки в системе координат детали и полной кинематической модели манипуляционной системы, описывающей прямое и обратное преобразование координат, а также фиксирующей столкновения между элементами роботизированного технологического комплекса (РТК), определить совокупность оптимальных положений робота относительно изделия.

Процесс поиска оптимального положения робота относительно траектории резки разбивается на несколько этапов. В связи с тем, что при перемещении инструмента по траектории переход из одной конфигурации робота к другой приводит к резкому изменению скорости суставов, что по технологии является недопустимым, оптимизация положения основания для каждой конфигурации производится отдельно. Изначально задается область поиска, после чего для определенной конфигурации робота производится поиск координат основания, для которых все точки траектории достижимы и отсутствуют столкновения между элементами РТК и изделием.

Определение достижимости инструментом заданной точки траектории производится путем решения обратной задачи кинематики. Так как эта задача решается для избыточных манипуляционных систем, то для каждой точки траектории может быть найдено несколько решений, обусловленных вращением инструмента вокруг оси режущего луча, и для каждого такого решения производится анализ отсутствия столкновений. Отсутствие реше-

ния хотя бы для одной точки траектории свидетельствует о невозможности размещения основания робота в рассматриваемом узле сетки. Таким образом, для заданной конфигурации робота формируется массив данных, определяющих декартовы координаты  $x$ ,  $y$ ,  $z$ , соответствующие допустимой локации, ее углы ориентации  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , индекс конфигурации  $M$  и значения обобщенных координат суставов манипулятора  $q$ . Массив полученных данных представляется в виде многослойного направленного графа, где каждый слой соответствует определенному индексу конфигурации. На полученном графе для каждого индекса конфигурации решается задача поиска оптимального пути, обеспечивающего как требуемый закон движения технологического инструмента, так и минимум перемещений по каждому суставу.

Исследование эффективности предложенного метода осуществлялось на примере РТК лазерной резки на базе робота-манипулятора Fanuc M-710iC/50 (рис. 1). Результаты тестирования подтверждают работоспособность предложенного подхода для синтеза компоновки РТК.

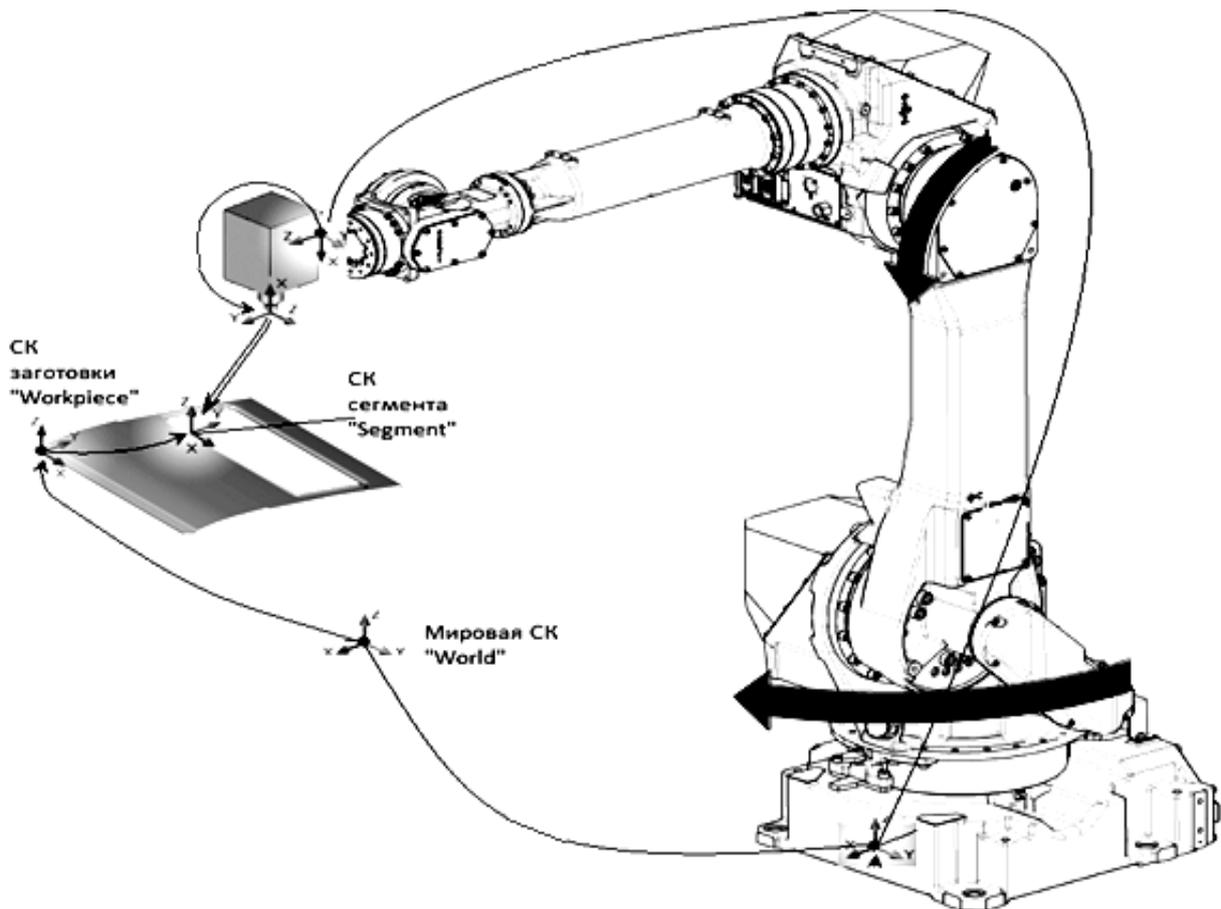


Рис. 1. Роботизированный технологический комплекс лазерной резки на базе манипулятора Fanuc M-710iC/50