

Самохин Кирилл Евгеньевич, студент кафедры РК-9 Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана

Гаврюшин Сергей Сергеевич, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой РК-9 Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана

СТАТИЧЕСКИЙ И ДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТЫ НА ПРОЧНОСТЬ МАНИПУЛЯТОРА С ПЯТЬЮ СТЕПЕНЯМИ СВОБОДЫ

Аннотация: Целью данной работы является проведение статического и динамического расчетов на прочность двух вариантов конструкции разрабатываемого в настоящий момент манипулятора с пятью степенями свободы для аддитивного производства изделий из металла методом селективного лазерного спекания. Для проведения расчетов использовался программный комплекс ANSYS, предназначенный для решения различных инженерных задач методом конечно-элементного анализа. В результате были получены данные о перемещениях и напряжениях, возникающих в конструкциях, и сделаны выводы об их применимости.

Ключевые слова: аддитивное производство, манипулятор, робот, расчет на прочность.

Abstract: The purpose of this work is to carry out static and dynamic strength calculations of two design variants of a manipulator with five degrees of freedom currently being developed for additive production of metal products using the method of selective laser sintering. For the calculations, the ANSYS software package was used designed to solve various engineering problems using the finite element analysis method. As a result, data were obtained on displacements and stresses arising in structures, and conclusions were drawn about their applicability.

Keywords: additive production, manipulator, robot, strength calculation.

Манипулятор – механизм для управления пространственным положением орудий, объектов труда и конструкционных узлов и элементов. В настоящее время сфера применения манипуляторов становится все более обширной: начиная от горного дела, металлургии, производства и заканчивая применением манипуляторов в образовательном процессе [1]. Чаще всего роботы используют при загрузке механообрабатывающих станков, выполнении операций сварки и покраски, сверления отверстий и нарезания резьб [2].

Одной из ключевых задач в процессе разработки манипулятора является проектирование конструкции. Однако, перед разработкой трёхмерной модели конструкции манипулятора необходимо составить его структурную кинематическую схему. В ходе концептуального проектирования совместно с представителями Института машиноведения РАН имени А.А. Благонравова была разработана кинематическая схема будущего манипулятора, представленная на рисунке 1.

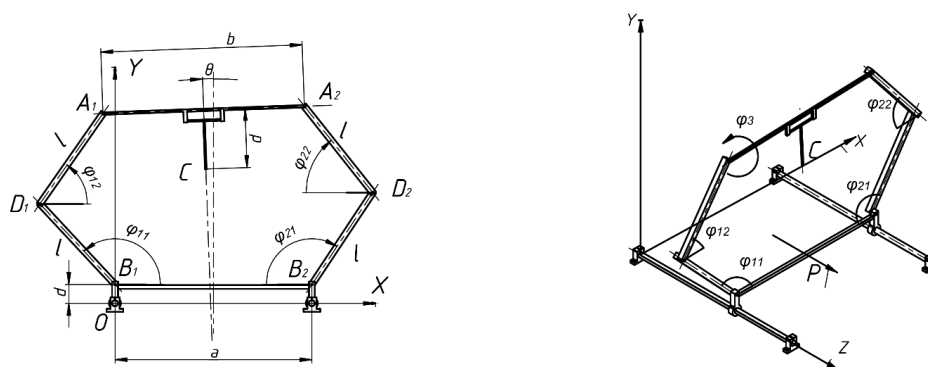


Рисунок 1. Кинематическая схема манипулятора.

Данный манипулятор действует в ангулярной цилиндрической системе координат и имеет 5 степеней свободы: 3 поступательных и 2 вращательных. Таким образом, он позволяет перемещаться рабочему органу поступательно по декартовым осям X , Y , Z , а также осуществлять вращение вокруг осей X и Y . Каждая степень свободы данного манипулятора приводится в движение

независимо от остальных, что серьезным образом облегчает кинематический расчет механизма, а также разработку системы управления.

Однако, после проведения статического и динамического расчета данной конструкции, было принято решение отказаться от данной кинематической схемы, в пользу другой, поскольку предложенная ранее схема не обеспечивала требуемой точности. Статический и динамический расчеты предложенной ранее конструкции проводились в среде программного продукта ANSYS. Результаты расчетов представлены на рисунках 2 и 3 соответственно.

Согласно полученным результатам статического расчета на прочность, перемещения составляют порядка 0.2 мм, что противоречит требованиям технического задания на разработку манипулятора (5-10 мкм). В результате дальнейших исследований была разработана новая модель конструкции манипулятора, которая, предположительно, будет иметь более высокую точность (рисунок 2, 3).

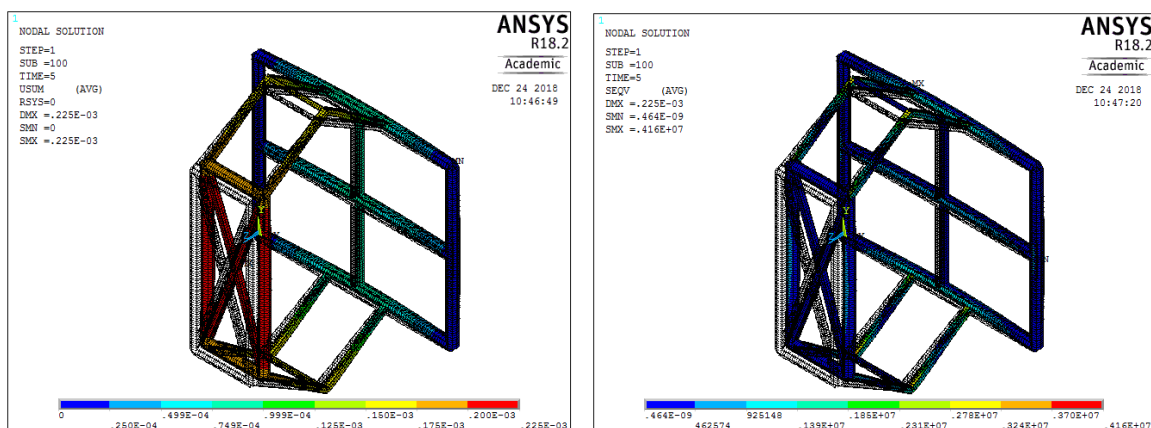


Рисунок 2. Перемещения (слева) и напряжения (справа) при статическом анализе.

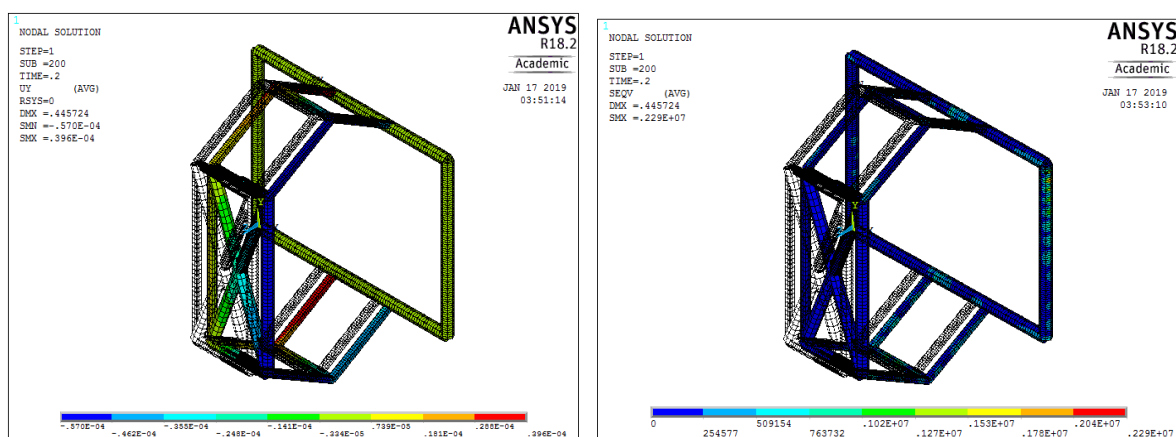


Рисунок 3. Перемещения (слева) и напряжения (справа) при динамическом анализе.

На основании вышесказанного, можно сделать общий вывод о том, что тематика разработки данного манипулятора является актуальной, поскольку данный механизм обладает малыми габаритами, небольшим весом, позволяет решать сложные пространственные задачи по аддитивному производству изделий из металла, однако имеет ряд недостатков, в числе которых — низкая точность позиционирования рабочего органа. В настоящий момент работа над исследованием конструкции манипулятора продолжается.

В дальнейшем планируется произвести кинематический и динамический расчеты, расчет на прочность, тепловой анализ, расчет на устойчивость, расчет на прочность при вибрационном нагружении и, исходя из них, произвести корректировку конструктивного исполнения некоторых узлов манипулятора при необходимости. Также, после необходимых правок будет выполнен анализ технологичности разрабатываемых деталей, что, предположительно также может привести к незначительным изменениям в конструкции некоторых составляющих элементов.

Библиографический список:

1. Бобцов А.И., Коллюбин С. А., Пыркин А. А. Внедрение комплексов промышленных манипуляционных роботов в образовательный процесс // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2013. - № 1. - с. 43-45.

2. Зенкевич С. Л., Ющенко А. С. Основы управления манипуляционными роботами. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. - 480 с.