

Рис. 4. Внешний вид спеченной поверхности ПА-4 (x2), режимы спекания $P=10$ Вт, $t=26$ °С, $V=1000$ мм/мин, а) $S=0,1$ мм, б) $S=0,2$ мм

У образцов, полученных на режимах спекания $P=15$ Вт, $t=26$ °С, $V=3000$ мм/мин изменение шага сканирования с 0,1 до 0,2 мм, рисунок 5 приводит к увеличению толщины спеченного слоя с 1,0 до 1,2 мм.

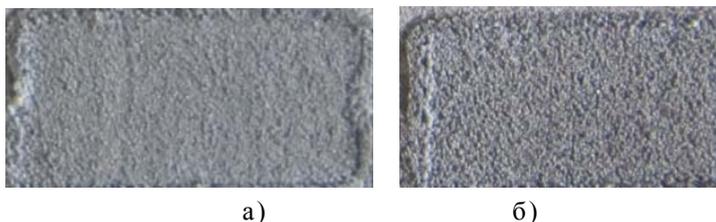


Рис. 5. Внешний вид спеченной поверхности ПА-4 (x2), режимы спекания $P=15$ Вт, $t=26$ °С, $V=3000$ мм/мин, а) $S=0,1$ мм, б) $S=0,2$ мм

Увеличение шага сканирования при сравнении образцов, полученных из порошка ПА-4, приводит к увеличению толщины спеченного слоя. Образцы получались без дефектов.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о значительном влиянии мощности на качество спеченного поверхностного слоя. При неправильном назначении мощности образцы либо рассыпаются от прикосновения, либо деформируются. Также значительным является влияние скорости перемещения луча лазера на качество поверхностного слоя. Увеличение скорости приводит к уменьшению толщины спеченного слоя, в некоторых случаях она недостаточна для формирования поверхности. Не так значительно влияет на качество спеченного поверхностного слоя шаг сканирования. При спекании алюминиевого порошка увеличение шага сканирования приводит к увеличению толщины спеченного слоя.

Литература.

1. Отто А. Объединение лазерной обработки материалов с процессом формообразования // Фотоника. – 2007. – № 5. – С. 2 – 6.
2. Панченко В.Я. Лазерные технологии обработки материалов: современные проблемы фундаментальных исследований и прикладных разработок, монография. – М.: Физматлит, 2009. – 664 с.
3. Saprykin A. A., Saprykina N. A. Improvement of surface layer formation technology for articles produced by layer-by-layer laser sintering // Applied Mechanics and Materials. – 2013. – Vol. 379. – P. 56 – 59.
4. Сапрыкина Н. А., Сапрыкин А. А., Шигаев Д. А. Исследование факторов, влияющих на качество поверхности, полученной лазерным спеканием // Обработка металлов. – 2011. – № 4. – С. 78–82.

НАТУРНЫЙ МАКЕТ ПЛОСКОГО МАНИПУЛЯТОРА С ГИБКИМИ НИТЯМИ

Е.Е. Клековкина, студент группы 10380

Научный руководитель: Вальтер А.В.

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета*

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, e-mail: katerickic@mail.ru

На кафедре технологии машиностроения был спроектирован натурный макет плоского манипулятора с гибкими нитями. Манипулятор обладает специфичной нелинейной кинематикой, в связи с чем была поставлена задача создать математическую модель его кинематики.

На рис.1 представлена схема к составлению модели кинематики. При каждом фиксированном положении шкива крайняя точка нити может занимать положение, описываемое эвольвентой. Конкретное положение манипулируемой точки определяется пересечением двух эвольвент для каждой из нити.

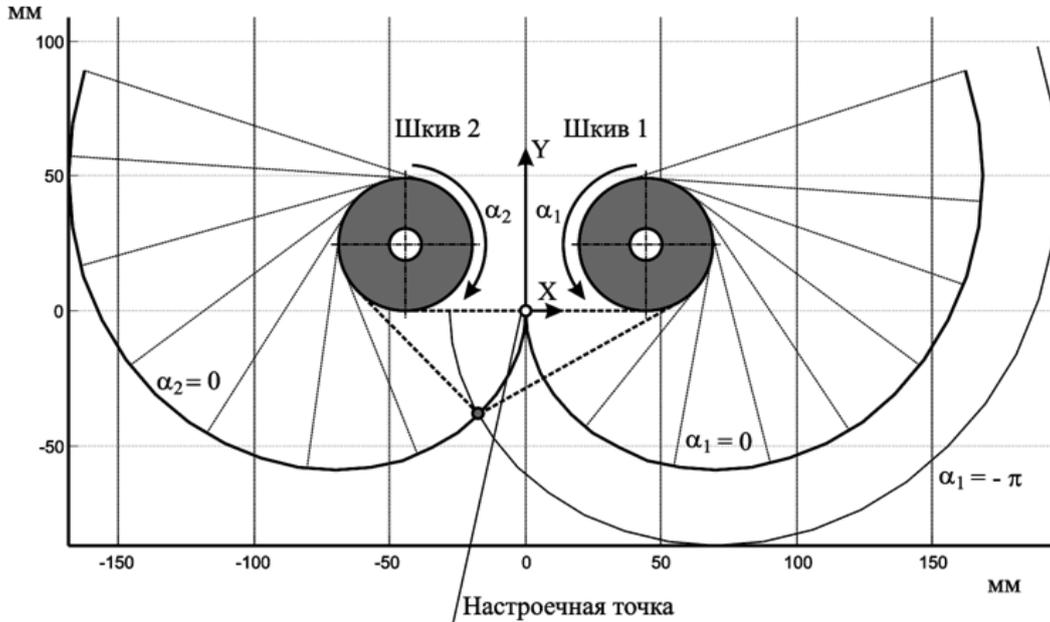


Рис. 1. Схема к составлению модели кинематики манипулятора со свободными гибкими нитями

Для определения начальных точек отсчета был предложен следующий способ: выставить шкивы так, чтобы манипулируемая точка оказалась точно посередине между осями шкивов. Эта точка принята за начало отсчета системы координат, а соответствующее положение шкивов соответствует нулевым значениям углов поворота шкивов α_1 и α_2 . Таким образом, чтобы найти все положения, которые может занимать манипулируемая точка, необходимо построить семейство кривых для каждого из шкивов.

На верхней схеме изображена стандартная эвольвента, описываемая уравнениями:

$$\begin{aligned} x &= r_b \cdot \sin \beta - r_b \cdot \beta \cdot \cos \beta, \text{ мм}; \\ y &= r_b \cdot \cos \beta + r_b \cdot \beta \cdot \sin \beta, \text{ мм}; \end{aligned} \quad (1)$$

где r_b – радиус начальной окружности, мм;
 β – угол эвольвенты.

Если развернуть эвольвенту, чтобы касательная к текущей точке легла горизонтально, то длина этой касательной L , которая выражает длину нити, определяется угловой координатой шкива α :

$$L = L_0 - \frac{d\alpha}{2}, \text{ мм}; \quad (2)$$

где d – диаметр шкива, мм;
 L_0 – длина нити в начальном положении, мм.

Длина нити в начальном положении может быть определена через межосевое расстояние шкивов a :

$$L_0 = a/2, \text{ мм}; \quad (3)$$

Из формул, описывающих характеристики эвольвенты, можем найти углы β и Θ :

$$\begin{aligned} \beta &= \arccos\left(\frac{r_b}{R}\right) = \frac{r_b}{\sqrt{L^2 + r_b^2}}; \\ \Theta &= \operatorname{tg} \beta - \beta; \end{aligned} \quad (4)$$

Таким образом, можно определить требуемый угол доворота γ :

$$\gamma = \frac{3\pi}{2} - \beta - \vartheta. \quad (5)$$

Поворот точки на требуемый угол относительно начала системы координат осуществляется по формулам:

$$\begin{aligned} x_1 &= x \cdot \cos \gamma - y \cdot \sin \gamma; \\ y_1 &= x \cdot \sin \gamma + y \cdot \cos \gamma. \end{aligned} \quad (6)$$

Соответственно, для данного угла поворота шкива α можем по формулам (1) определить координаты эвольвенты и осуществить поворот на угол γ по формуле (6). На основании выражений (1) – (6) был составлен ряд программ в системе MATLAB. Результаты расчета семейств эвольвент показаны на рис.2.

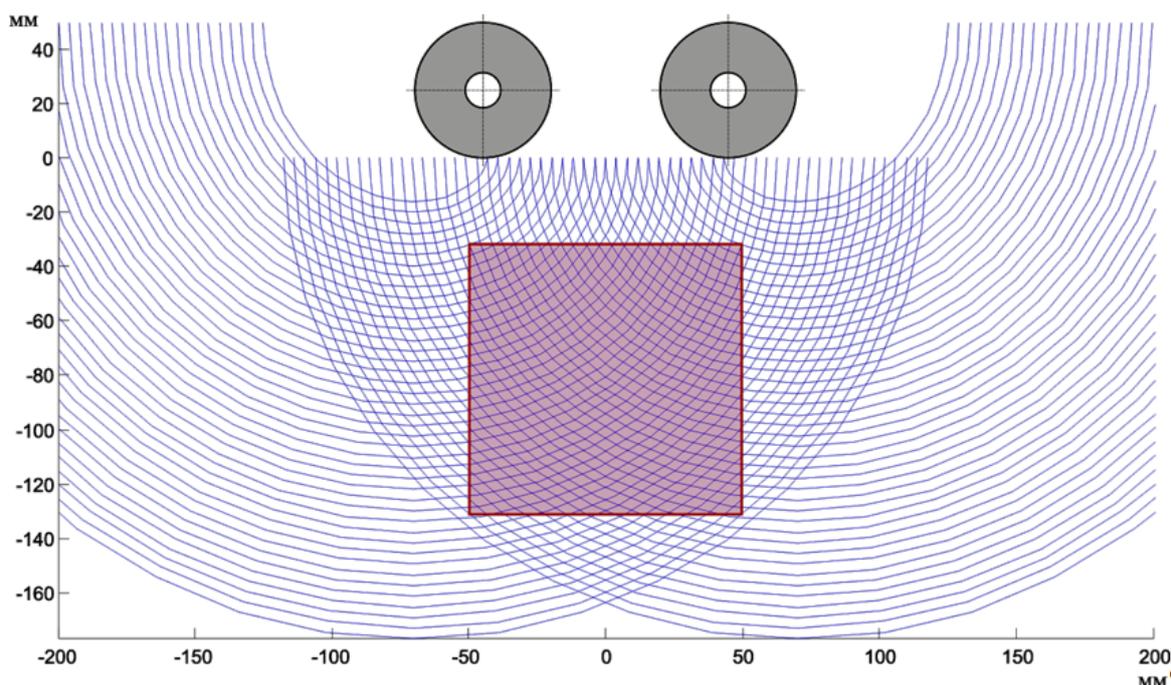


Рис. 2. Семейства эвольвент для каждого из шкивов манипулятора

Прямоугольником выделена рабочая зона манипулятора. Для того чтобы найти все положения, которые может занимать манипулируемая точка, необходимо найти точки пересечения этих линий и оставить только те, которые лежат внутри рабочей зоны. Для решения этой задачи были составлены ещё две программы системы MATLAB, находящей точки пересечения. Программа корректно находит точки пересечения внутри рабочей зоны. Точность позиционирования для манипулятора отличается в разных областях рабочей зоны. В нижней части наблюдается максимальная погрешность по оси X, а в верхней части по оси Y.

Были произведены расчеты всех возможных положений манипулируемой точки для действительного шага двигателя. Для выполнения расчета были решены 43264 системы из двух нелинейных уравнений, а общее количество точек положения манипулятора в рабочей зоне составило 14656. Результаты расчетов сохранены в файл-данных и составлена программа, которая по заданным координатам находит ближайшую расчетную точку и соответствующие углы поворота шкивов, что позволяет осуществить управление макетом.

Литература.

1. Клековкина Е. Е., Вальтер А. В. Схема и кинематика двухкоординатного манипулятора с гибкими нитями // Сборник научных трудов SWorld: материалы Международной научно-практической

- конференции "Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании 2013", Одесса, 18-29 Июня 2013. - Одесса: Куприенко С.В., 2013 - Т. 2 - С.75-78
2. Клековкина Е. Е. Разработка и исследование схемы двухкоординатного манипулятора с гибкими нитями // Прогрессивные технологии и экономика в машиностроении: сборник трудов IV Всероссийской научно-практической конференции с элементами научной школы для студентов и учащейся молодежи, Юрга, 4-6 Апреля 2013. - Томск: Изд-во ТПУ, 2013 - С. 136-138. Рук. Вальтер А.В.
 3. Толстунов О.Г. Пространственный манипулятор с гибким подвесом объекта перемещения // Сборник трудов IV Всероссийской межвузовской конференции молодых ученых. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2009. – С. 247-253.
 4. Толстунов О.Г., Валюкевич Ю.А. Исследование и анализ характеристик параллельных манипуляторов с гибкими связями // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 4;
 5. Алепо А.В. Методы построения манипуляторов с подвесом схвата на гибких звеньях // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – 2013. – 24 с.

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ПОСЛОЙНОГО ЛАЗЕРНОГО СПЕКАНИЯ НА КАЧЕСТВО СПЕЧЕННОГО ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ИЗ КОБАЛЬТХРОММОЛИБДЕНОВОГО ПОРОШКА DSK-F75

М.С. Матрунчик, студент группы 10А21

Научный руководитель: Сапрыкина Н.А.

Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского

Томского политехнического университета

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26

В настоящее время для ускорения и снижения стоимости внедрения новой техники на всех этапах ее изготовления используются системы послойного лазерного синтеза объемных изделий, в которых для создания изделий применяется порошковый материал, послойно спекаемый лучом лазера на основе 3D CAD-модели. Получение функциональных изделий осуществляется в определенном диапазоне лазерного воздействия, который подбирается экспериментально для каждого порошкового материала. Внедрение новых порошковых материалов, определение рациональных технологических режимов для формирования изделия заданного качества представляет собой актуальную задачу [1].

Одной из проблем обеспечения качества поверхностного слоя является наличие напряжений в спеченном единичном слое, которые препятствуют равномерному нанесению следующего слоя порошкового материала и искажают форму изделия [2].

Для решения этой проблемы изучалось изменение уровня деформаций и толщины спекания в зависимости от технологических режимов: скорости перемещения луча лазера V , мощности лазера P , шага сканирования S и температуры подогрева порошкового материала t [3]. Исследования проводились по спеканию кобальтхроммолибденовой композиции DSK-F75 с помощью созданной экспериментальной установки. Данный порошок имеет температуру плавления 1350-1450 $^{\circ}\text{C}$, номинальный размер частиц 0,1 мм. В процессе эксперимента были получены образцы спеченного единичного слоя длиной 20 мм, шириной 10 и 5 мм. Области технологических режимов послойного лазерного спекания были определены в результате поисковых экспериментов. Для получения образца из порошка DSK-F75, обладающего некоторой механической прочностью рациональными режимами являются: $P=(10-20)$ Вт, $V=(100-300)$ мм/мин, $S=(0,1-0,15)$ мм, $t=(26-200)^{\circ}\text{C}$. Анализ геометрического состояния спеченной поверхности проводился по специально разработанной методике с применением инструментального цифрового микроскопа [4].

На рисунках 1-2 показано влияние мощности лазерного излучения на качество спеченного поверхностного слоя. Изменение мощности с 10 до 20 Вт, при постоянных значениях скорости $V=300$ мм/мин, температуры подогрева порошкового материала $t=26^{\circ}\text{C}$ и шага сканирования $S=0,1$ мм приводит к увеличению шероховатости спеченного поверхностного слоя с 425 до 625 мкм, диаметру коагулированных частиц с 175 до 325 мкм и толщине спеченного слоя с 0,65 до 1,0 мм, рисунок 1.