

ЛАЗЕРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ СМАЧИВАЕМОСТЬЮ ПОВЕРХНОСТИ СТАЛИ ДЛЯ НАПРАВЛЕННОГО ТЕЧЕНИЯ ЖИДКОСТЕЙ

Щедрина Н.Н. (Университет ИТМО)
Научный руководитель – к.т.н., Одинцова Г.В.
(Университет ИТМО)

В работе рассмотрено лазерное формирование градиента смачиваемости на поверхности нержавеющей стали AISI 304 путем комбинирования гидрофильных и супергидрофильных областей. Структурирование производилось при помощи наносекундного волоконного лазера с длиной волны 1.06 мкм. Продемонстрировано создание шаблонов со сложной формой записи (разветвление, слияние, поворот и огибание препятствия) и топологией рельефа поверхности для направленного течения жидкости.

Введение.

На сегодняшний день большой интерес представляет возможность контроля такого свойства поверхности как смачиваемость. Одной из интересных областей применений является направленное течение жидкости, которое возможно осуществить путем создания градиента смачиваемости. Уменьшая значение угла смачивания, можно контролировать траекторию течения капли. Направленное смачивание и течение жидкостей на поверхности материалов, в частности металлов, активно исследуется в микрофлюидике, для создания химических сенсоров, при изучении биомолекулярных взаимодействий и других перспективных применений. Методы создания градиента смачивания, такие как химическое и электрохимическое травления, а также существующие лазерные методы являются многоэтапными и неэкологичными, поскольку предполагают пост-обработку образцов химическими реактивами.

Поэтому был предложен одноэтапный метод лазерного формирования структур для направленного течения жидкости на поверхности нержавеющей стали путем создания градиента смачиваемости с помощью волоконного лазера с наносекундной длительностью импульсов.

Основная часть.

В первую очередь было определено влияние лазерного излучения на смачиваемость поверхности. Были подобраны режимы лазерного излучения, позволяющие создать гидрофильные и супергидрофильные значения углов смачиваемости. Была получена зависимость, демонстрирующая, что при увеличении плотности мощности и перекрытии импульсов лазерного излучения имеется тенденция к уменьшению угла смачивания, что хорошо соотносится с уравнением Венцеля, где при увеличении шероховатости поверхность становится более гидрофильной.

С использованием режимов лазерного воздействия с перекрытием импульсов 60% и плотностью мощности от 19 МВт/см² до 181 МВт/см² были созданы образцы с градиентом смачивания с участками от гидрофильного (угол смачивания 65°) до супергидрофильного (угол смачивания 0°). Таким образом, были получены образцы, на которых возможно направленное движение капли размером от 1 до 5 мкл за счет уменьшения поверхностной энергии системы «твердое тело – жидкость». Также было продемонстрировано создание шаблонов со сложными формами, такими как разветвление, слияние, поворот и огибание препятствия.

Выводы.

В ходе работы было реализовано создание структур для направленного движения капли, в том числе шаблонов со сложной формой записи и топологией рельефа поверхности за счет применения зеркальной сканирующей системы и импульсного волоконного иттербиевого лазера.

Данный способ формирования структур с градиентом смачиваемости позволит создавать микромасштабные элементы устройств направленного растекания жидкостей. Такие функциональные мини- и микро-элементы могут интегрироваться в автономные поверхностные устройства лабораторных размеров для задач бактерицидной обработки, предконцентрирования гидрофильных и гидрофобных аналитов для хемо- и биосенсорики, сбора и удаления жидкостей, а также их разделения и очистки.

Щедрина Н.Н. (автор)

Подпись

Одинцова Г.В. (научный руководитель)

Подпись