

## Лазерное формирование гидрофильных и гидрофобных структур на поверхности металлов

И.Д. Иванов, Е.Д. Крумин, ГБОУ СОШ №316, Санкт-Петербург  
Научный руководитель – студент, бакалавр, Н.Н. Щедрина, Университет ИТМО, Санкт-Петербург

Смачивание – поверхностное явление, наблюдаемое при контакте жидкости с твердым телом в присутствии газа или другой жидкости, которая не смешивается с первой.

Степень смачивания характеризуется углом смачивания – углом между касательной к капле и поверхностью, измеряемым внутри жидкости. Все поверхности по значению угла делятся на 4 категории: супергидрофильные – угол смачивания  $< 15^\circ$ , гидрофильные – с углом от  $15^\circ$  до  $90^\circ$ , гидрофобные – с углом от  $90^\circ$  до  $165^\circ$  и супергидрофобные – с углом смачивания  $> 165^\circ$ .

Гидрофильные покрытия находят применение в медицине, в тепловых трубках, в противотуманных системах (за счёт конденсации воды тонкой плёнкой вместо одиночных капель), гидрофобные – в покрытиях с эффектами самоочистки, антиобледенения, и для защитных слоев на электроприборах и оптических устройствах. Оба типа поверхностей используются для фильтрации – разделения смесей нефть-вода, удаления жира из водных растворов [1].

Важной задачей является формирование данных покрытий. Для изменения смачиваемости можно контролировать химический состав или модифицировать рельеф. Первое достигается добавлением поверхностно-активных веществ и химическим травлением, второе – механической, струйной, плазменной обработкой, шлифованием.

В данной работе применялся метод лазерного структурирования, позволяющий модифицировать отдельные участки поверхности без изменения объемных свойства материала [2]. В результате лазерного воздействия было достигнуто плавление и частичное испарение на поверхности металла, а также формирование оксидного слоя в результате нагрева [3]. Таким образом, изменения характера смачивания происходят как за счёт изменения химического состава поверхности, так и за счёт изменения рельефа [4]. Углы смачивания были измерены сразу после лазерного воздействия, после низкотемпературного отжига и после выдержки образца на открытом воздухе в течение 2 недель.

В экспериментах использовалась установка "Минимаркер-2" на базе иттербиевого импульсного волоконного лазера мощностью до 50 Вт и пластины из стали AISI 403. Изучение поверхности и создание микрофотографий осуществлялось с помощью микроскопа Zeiss Axio Imager A1M и ПЗС-камеры высокого разрешения TopCam. На пластины наносилась дистиллированная вода, используя дозатор Mechanical pipette Satorius 0.1-10 ml

Итог работы - выявление зависимости свойств поверхности (угла смачивания) от различных параметров лазерного излучения и от выдержки на открытом воздухе: повышение плотности мощности приводит к повышению гидрофильности поверхности (уменьшению угла смачивания), с течением времени, вследствие химических реакций на поверхности металла, происходит смещение свойств в сторону гидрофобных (угол смачивания увеличивается); изучено влияние низкотемпературного отжига на поверхности, подверженной лазерному структурированию: он способствует увеличению угла смачивания, то есть повышению гидрофобности поверхности. При этом на поверхности, структурированные излучением с плотностью мощности, превосходящей  $250 \text{ МВт/см}^2$ , данный эффект не распространяется (углы смачивания остались прежними)

Список литературы:

1. «Hydrophilic and hydrophobic materials and their applications». Darem Ahmad, Inge van den Boogaert, Jeremy Miller, Roy Presswell & Hussam Jouhara (2018)
2. «Влияние лазерного излучения фемтосекундной длительности на структуру и свойства поверхностных слоев стали 12X18H10T». Ю.Р.Колобов, М.В.Жидков, А.Е.Лигачев, С.И.Кудряшов, С.В.Макаров, А.А.Ионин
3. «Laser textured superhydrophobic surfaces and their applications for homogeneous spot deposition». Van Doung Ta, Andrew Dunn, Thomas J. Wasley, Ji Li, Robert W. Kay, Jonathan Stringer, Patrick J. Smith, Emre Esenturk, Colm Connaughton, Jonathan D. Shephard
4. «Nanosecond Laser Fabrication of Hydrophobic Stainless Steel Surfaces: The Impact on Microstructure and Corrosion Resistance». Mehran Rafieazad, Jaffer Alkarim Jaffer, Cong Cui, Xili Duan, and Ali Nasiri

Авторы:

\_\_\_\_\_/ И. Д. Иванов  
\_\_\_\_\_/ Е. Д. Крумин

Научный руководитель:

\_\_\_\_\_/ Н. Н. Щедрина