

ПОВЫШЕНИЕ ГИДРОФИЛЬНОСТИ ПОВЕРХНОСТИ СТАЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ МЕТОДОМ ЛАЗЕРНОЙ АБЛЯЦИИ

Лысенко А.А., Ягьяев Э.Э.

*Крымский инженерно-педагогический университет имени Февзи Якубова,
Симферополь*

Ключевые слова: лазер, поверхность, гидрофильность, очистка, металл.

Аннотация. В статье проанализированы существующие методы очистки стальных поверхностей перед дальнейшей обработкой и окраской, описаны положительные и отрицательные стороны классических и прогрессивных методов. Предложен, разработанный экспериментальным путем, технологический режим очистки и придания гидрофильных свойств поверхности стали перед окрашиванием. Результаты исследований проверены на практике и представлены в тексте статьи.

INCREASING THE HYDROPHILICITY OF THE SURFACE OF STEEL PRODUCTS BY LASER ABLATION

Lysenko A.A., Yagyaev E.E.

*Crimean Engineering and Pedagogical University named after Fevzi Yakubov,
Simferopol*

Keywords: laser, surface, hydrophilicity, cleaning, metal.

Abstract. The article analyzes the existing methods for cleaning steel surfaces before further processing and painting, describes the positive and negative aspects of canonical and progressive methods. Proposed, developed experimentally, the technological mode of cleaning and imparting hydrophilic properties to the steel surface before painting. The research results have been tested in practice and are presented in the text of the article.

Постановка проблемы. В настоящий момент развития промышленности существует немало методов очистки поверхности стали и получения гидрофильных поверхностей перед ее дальнейшей обработкой и покраской [1, 2]. Многие из них требуют значительных финансовых затрат на расходные материалы и оснастку для оборудования, больших площадей для их размещения и значительный штат обслуживающего персонала.

А значит, существует спрос на получение более эффективного и рентабельного метода, способного заменить классические. Уменьшение рабочего штата и уход от использования расходных материалов, сокращение времени обработки при увеличении качества – вот к чему стремится современное технологическое общество.

Цель работы – определение технологических параметров лазерной абляции для получения гидрофильной поверхности стальных изделий.

Изложение основного материала. Основное число технологий по очистке металла основаны на механическом, реже химическом, воздействии на поверхность. Это пескоструйная и дробеструйная очистки, очистка металлическими щетками, электрохимическая и ультразвуковая очистки [1]. Они,

в большинстве случаев, трудоемкие и дорогостоящие. Основным недостатком всех этих методов, помимо вышеуказанных, можно считать получение нестабильных по качеству, обладающих разными поверхностями и, соответственно, свойствами, заготовок.

Полученные такими методами поверхности, в разной степени обладают необходимыми для окрашивания свойствами. Структура поверхности может иметь раковины и кратеры, царапины и неровности от сильного механического воздействия. Либо полностью «зеркальный» поверхностный слой из-за активного химического взаимодействия. Все эти свойства поверхности сильно влияют на качество нанесенного лакокрасочного покрытия, и зачастую в отрицательную сторону [2].

Применение лазерного излучения для очистки поверхности стали и придания ей гидрофильных свойств – прогрессивный, но малоприменимый на практике метод. Воздействие лазера на поверхность стали не вызывает каких-либо деформаций изделия или изменений в химическом составе [3]. В отличие от вышеописанных методов, использование лазера в процессе обработки полностью нивелирует затраты на расходные материалы и оснастку для оборудования. Его ресурс исчисляется десятками, а иногда и сотнями тысяч часов, а для обслуживания и работы достаточно одного специалиста [4].

Лазерное воздействие на поверхность металла всегда стабильно при стабильности исходного материала и может быть подвержено любым изменениям по усмотрению работника. Очистка – не единственное, что может лазерный комплекс. Создание гидрофильных и гидрофобных поверхностей – немаловажное свойство, изученное в процессе экспериментальных исследований. Получение поверхностью металла свойств, способствующих лучшему растеканию и закреплению лакокрасочного покрытия – очевидный плюс в процессе его очистки [5, 6].

В ходе экспериментальных исследований очистки поверхности металла были получены параметры технологических режимов обработки методом лазерной абляции (табл. 1). Поверхность стальных образцов была полностью очищена и обладала гидрофильными свойствами на порядок выше, чем при обработке классическими методами (рис. 1).

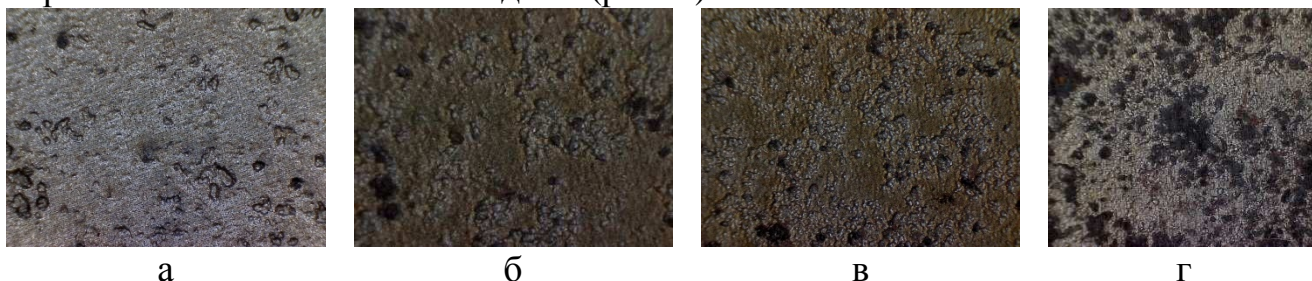


Рис. 1. Образцы обработанных поверхностей после лазерной абляции

Испытания на гидрофильность проводились путем нанесения на обработанные импульсным лазерным излучением поверхности краски капельным методом. На обработанные заготовки в горизонтальном положении при помощи щупа наносилась красная вагонная краска (предназначенная для нанесения на внешнюю поверхность пожарных поездов и емкостей). Затем образцы

поворачивались на 90^0 в вертикальное положение. Краска стекала по обработанным поверхностям заготовок, в разных случаях равномерно распространяясь или не взаимодействуя с поверхностью вовсе. Так, на полностью очищенной до металлического блеска поверхности, без образованных в процессе оксидных пленок краска стекала ровной линией, равномерно оставаясь на всем пути (рис. 2а).

В случае с другими образцами, поверхности которых были плохо очищены или на них появлялся оксидный слой, краска взаимодействовала отличным от данного образом – стекала тонкой полосой по кривой линии или вовсе не распространялась после нанесения на поверхность (рис. 2б, в, г). Тем самым давая понять, что эти поверхности не обладают хорошими для нанесения ЛКП гидрофильными свойствами, а некоторые наоборот, отталкивающими гидрофобными свойствами.

Все эксперименты по очистке и получению гидрофильных свойств поверхностью металла проводились на экспериментальной установке «Fmark-100 NS» с волоконным иттербиевым лазером, IPG Photonics (ИРЭ Полюс) с опцией «High Contrast».

Режим лазерной абляции для получения гидрофильных свойств поверхностью металла представлены в таблице 1.

Табл. 1. Технологические режимы лазерной абляции стальных пластин.

Экс.	Материал	Мощность импульса, P , Вт	Скорость обработки V , мм/с	Количество проходов, n	Шаг абляции, лин/мм	Частота импульса, кГц
а	09Г2	40 15	2000	1 1	40	100
б	09Г2	40	2000	2	40	100
в	09Г2	30	2000	2	40	100
г	09Г2	20	2000	2	40	100

Результаты полученных поверхностей были исследованы при помощи микроскопа модели Veho Discovery VMS-001 с 50-кратным увеличением.

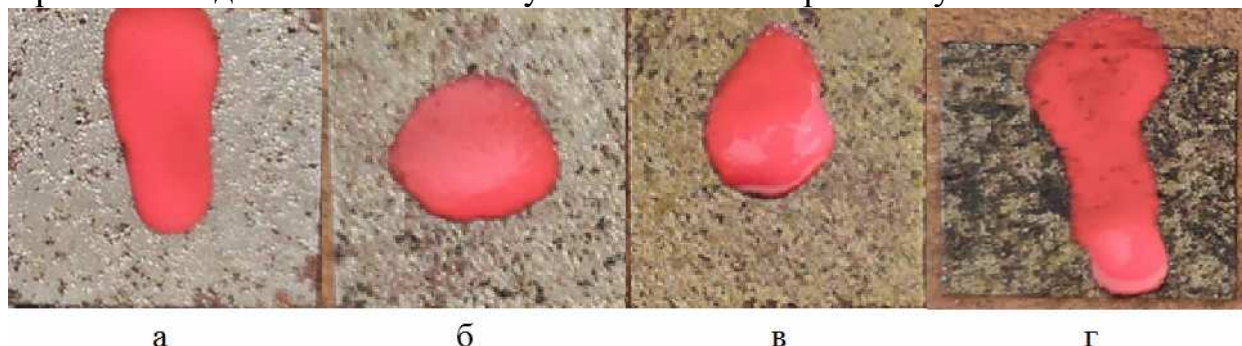


Рис. 2. Образцы обработанных поверхностей после нанесения краски

Выводы

Разработан технологический режим процесса лазерной абляции стальных поверхностей для получения гидрофильных свойств.

Исследования показали, что наилучшими гидрофильными свойствами обладает образец (а), обработанный за 2 прохода в первом проходе мощность лазерного излучения составляла 40 Вт, во втором 15 Вт.

Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО 8501-1-2014 Подготовка стальной поверхности перед нанесением лакокрасочных материалов и относящихся к ним продуктов. Визуальная оценка чистоты поверхности. Часть 1. Степень окисления и степени подготовки непокрытой стальной поверхности и стальной поверхности после полного удаления прежних покрытий. – М.: Стандартиформ, 2014. – 12 с.
2. ГОСТ 9.402-2004 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Подготовка металлических поверхностей к окрашиванию. – М.: Стандартиформ, 2006. – 55 с.
3. Вейко В.П., Смирнов В.Н., Чирков А.М., Шахно Е.А. Лазерная очистка в машиностроении и приборостроении. – СПб: НИУ ИТМО, 2013. – 103 с.
4. Гладуш Г.Г. Физические основы лазерной обработки материалов: монография / Г.Г. Гладуш, И.Ю. Смуров. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2017. – 592 с.
5. Григорьянц А.Г. Технологические процессы лазерной обработки: учебное пособие / А.Г. Григорьянц, И.Н. Шиганов, А.И. Мисюров; под ред. А.Г. Григорьянца. – М.: МГТУ им. Баумана, 2006. – 664 с.
6. Yagyaev E. Modification of the surface of a reconditioned cutting tool via laser ablation / E. Yagyaev, S. Akimov // Materials Science Forum. – 2021. – Vol. 1037 MSF. – P. 558-563. – DOI: 10.4028/www.scientific.net/MSF.1037.558.

Сведения об авторах:

Лысенко Александр Андреевич – магистрант;

Ягьяев Эльмар Энверович – к.т.н., доцент, заведующий кафедрой электромеханики и сварки.