


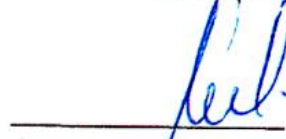
УТВЕРЖДАЮ

Директор научно-инжинирингового  
центра АО «АВК»

  
С.В. Индык  
«23» марта 2023 г.

УТВЕРЖДАЮ

Главный инженер  
АО ЦС «Звездочка»

  
С.Р. Кукин  
«23» марта 2023 г.

## Протокол

проведения демонстрации технологии лазерной очистки поверхностей от  
загрязнений различной природы.

**№ ЮИЛК.000.13.1194**

14-15 марта 2023 г.

г. Северодвинск

На территории АО «ЦС «Звездочка» компанией АО «АВК» согласно письму исх. № 41-23 от 03.03.2023г была продемонстрирована технология лазерной очистки (далее по тексту - технология) металлических поверхностей от загрязнений различной природы.

### ПРИСУТСТВОВАЛИ:

от АО «АВК»:

руководитель направления промышленной роботизации и автоматизации производства - Токарев Д.А.;

- научный консультант, д.т.н. - Колодяжный Д.Ю.;
- оператор - Агафонов Р.А.;
- оператор - Майер Г.А.;

от АО «ЦС «Звездочка»:

- зам. главного инженера - главный технолог - Ползиков Ю.М.;
- заместитель главного технолога - Асеев А.Ю.;
- начальник бюро 26 ОГТ - Захаров С.А.;

- представители цехов 6, 7, 8, 45, РМС, УТНиСО, ЦЗЛ.

Также присутствовали представители от АО «ПО «Севмаш» и АО «НИПТБ «Онега».

## **ВЫПОЛНИЛИ:**

### **1 Очистку следующих поверхностей:**

- Тяга привода. Обрабатываемая поверхность - латунные втулки, окалина, язвенная коррозия, остатки толстостенного ЛКП типа БЭП.

- Стенд для проведения опытных работ. Материал СТЗ. Обрабатываемая поверхность: сторона № 1 - покрытие ЛКП типа Interschild толщиной 250-300 мкм, сторона № 2 - сплошная легкая ржавчина.

- Секция надстройки. Обрабатываемая поверхность - остатки спецпокрытия и ЛКП типа ЭП-0010 толщиной до 2500 мкм.

- Резина ПЛ-78 размером 0,25 м<sup>2</sup>, окрашенная ПФ-115 в 1 слой.

- Крыльчатка охлаждения электродвигателя. Материал алюминий. Обрабатываемая поверхность - масляные загрязнения.

- Крышка электродвигателя с посадочным местом под подшипник, окрашенным ФЛ-ОЗК в 1 слой. Обрабатываемая поверхность - масляные загрязнения.

- Кран Ду50. Материал чугун. Обрабатываемая поверхность - ЛКП ПФ-218 в 1 слой 50-60 мкм.

- Судовой выключатель. Материал алюминий. Обрабатываемая поверхность - ЛКП ПФ-218 в 2 слоя 100 мкм.

Результаты очистки зафиксированы фотоотчетом. Фотоотчет представлен в Приложении к настоящему протоколу.

### **2 Замеры времени очистки на следующих образцах:**

- Стенд для проведения опытных работ. Материал СТЗ. Обрабатываемая поверхность - сплошная легкая ржавчина. Выполнена очистка плоской поверхности S=1 м<sup>2</sup> до степени St-3. Время очистки - 12 мин.

- Стенд для проведения опытных работ. Материал СТЗ. Обрабатываемая поверхность - покрытие ЛКП типа Interschild толщиной 250-300 мкм. Выполнена очистка плоской поверхности S=0,5 м<sup>2</sup> до степени St-3. Время очистки - 36 мин.

- Сварной шов угловой. Материал СТЗ. Обрабатываемая поверхность - ЛКП типа ЭП-0010 толщиной 250-300 мкм. Выполнена очистка сварного шва длиной 1 м до степени St-3. Время очистки - 8 мин.

3 Проведена пробная очистка оксидированной титановой трубы с остатками покрытия типа ЭП-0010 в 1 слой. При очистке ЛКП снимается оксидированный слой. На данных режимах применять оборудование для очистки нельзя. Необходимо провести дополнительную работу по подбору параметров.

Дополнительно были продемонстрированы следующие возможности оборудования:

1. Очистка солевых отложений и иных продуктов после химической очистки старых ЛКП;

2. Очистка многослойных эпоксидных и иных покрытий на простых и сложных поверхностях (стыковочные, присоединительные, шлифованные поверхности, резьбы, гравировки, накатки) с сохранением исходных технологических характеристик поверхностей;

3. Эффективная глубокая очистка сварных швов в том числе в труднодоступных местах;

4. Очистка оксида на алюминиевых деталях для подготовки деталей к сварочным операциям.

## **ОТМЕТИЛИ:**

1. Демонстрируемое оборудование на протяжении всего времени тестирования показало стабильное качество, надёжность и непрерывность работы;

2. Применение технологии лазерной очистки металлических поверхностей от загрязнений различной природы показывает хорошие результаты на различных поверхностях, в первую очередь для очистки сварных швов, алюминиевых поверхностей, арматуры и оборудования различного типа имеющих посадочные поверхности не позволяющие проводить дробеструйную очистку, оборудования сложной конфигурации с затруднительной механической очисткой, что показывает целесообразность применения данной технологии и требует дальнейшей проработки и дополнительного изучения по применению данной технологии в области судоремонта;

3. Требуется дальнейшей проработки возможность использования данной технологии при очистке резиновых изделий от ЛКМ и иных органических загрязнений;

4. Требуется дополнительного исследования использования данной технологии для послойного удаления покрытий (титановый сплав с оксидированием и нанесённым на него ЛКП);

5. Требуется дополнительной проработки применение данной технологии для очистки больших плоских поверхностей с применением сканатора и устройств перемещения излучателя (портал, робот и т.п.);

6. Следует рекомендовать проработать возможность интеграции технологии лазерной очистки в РКД и технологическую документация на предприятиях ОСК;

7. Требуется дополнительной проработки возможность использования данной технологии для очистки внутренней поверхности баллонов высокого давления.

## **РЕШИЛИ:**

1 Проработать возможность предоставления образцов из титанового сплава с оксидированием и ЛКП в АО «АВК» для отработки технологии их очистки от ЛКП без повреждения оксидированного слоя.

Исполнитель: АО «ЦС «Звездочка»

Срок: 01.04.2023

2 Провести работы по отработке технологии очистки на образцах из титанового сплава с оксидированием и ЛКП на образцах, предоставленных АО «ЦС «Звездочка». По результатам работы направить отчет и подтверждающие образцы в АО «ЦС «Звездочка» для сведения.

Исполнитель: АО «АВК»

Срок: 01.09.2023

3 Обратиться в АО «НИПТБ «Онега» с полученными результатами для дальнейшей проработки по проведению анализа и выдачи заключения о возможности и целесообразности применения технологии лазерной очистки поверхностей от загрязнений различной природы в части ремонта оборудования, изделий, корпусных конструкций и т.п. на ремонтируемых заказах гражданского и военного назначения, а также разработки необходимых регламентных документов по внедрению данной технологии на предприятиях АО «ОСК».

Исполнитель: АО «АВК»

Срок: 25.04.2023

4 Направить письмо с исходными требованиями на разработку технических средств для выполнения операции очистки внутренних поверхностей баллонов высокого давления методом лазерной очистки.

Исполнитель: АО «ЦС «Звездочка»

Срок: 01.05.2023

5 С учётом обозначенных задач и предложений провести второй этап демонстрации технологии лазерной очистки для специалистов АО «ЦС «Звёздочка», АО «ПО «Севмаш», АО «НИПТБ «Онега».

Исполнитель: АО «АВК»

Срок: 30.06.2023

**ПРИЛОЖЕНИЕ:**


Фотоотчёт демонстрации технологии лазерной очистки - 25 (двадцать пять) страниц.

**СОГЛАСОВАНО:**

от АО «АВК»:

от АО «ЦС «Звездочка»:

  
\_\_\_\_\_ Д.Ю. Колодяжный

  
\_\_\_\_\_ Ю.М. Ползиков

\_\_\_\_\_ Д.А. Токарев

к Протоколу проведения демонстрации технологии лазерной очистки поверхностей от загрязнений различной природы № ЮИЛК.000.13.1194, 14-15.03.2023.



Фото 1. Внешний вид демонстрируемого аппарата лазерной очистки.



Фото 2. Вид сзади демонстрируемого аппарата лазерной очистки.



Фото 3. Исполнительный орган (пистолет) демонстрируемого аппарата лазерной очистки.



Фото 4. Исходный образец резины ПЛ-78 размером  $0,25 \text{ м}^2$ , окрашенный ПФ-115 в 1 слой.



Фото 5. Сотрудник АО «АВК» осуществляет процесс очистки образца резины ПЛ-78 размером  $0,25 \text{ м}^2$ , окрашенного ПФ-115 в 1 слой.





Фото 6. Результат пробы по очистке образца резины ПЛ-78 размером  $0,25 \text{ м}^2$ , окрашенного ПФ-115 в 1 слой.

Вывод: видно, что при подборе оптимальных технологических параметров, импульсное лазерное излучение хорошо удаляет покрытие ПФ-115 (1 слой) с образца резины ПЛ-78. Потенциально технология может быть применена для данных задач. Необходимо провести анализ поверхностных свойств очищенной резины, подвергшейся импульсному лазерному излучению и разработать необходимые регламентирующие документы в разрезе требований охраны труда.

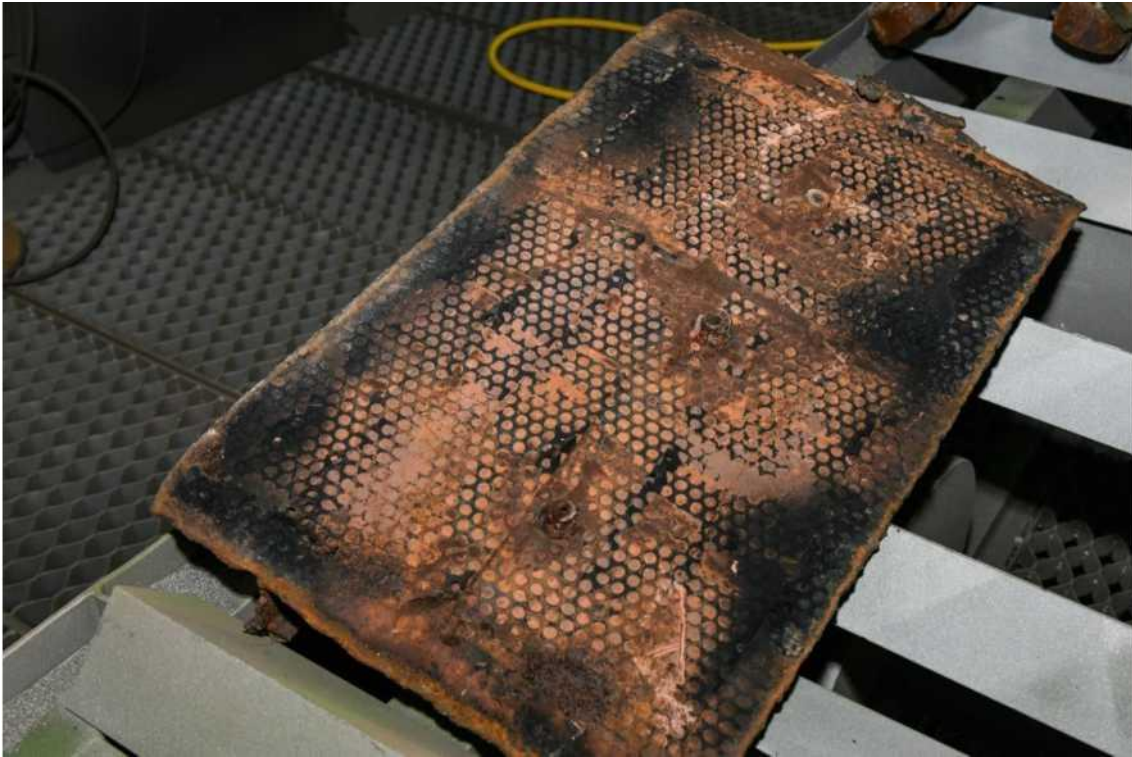


Фото 7. Исходный образец - Секция надстройки. Обрабатываемая поверхность - остатки спецпокрытия и ЛКП типа ЭП-0010 толщиной до 2500



Фото 8. Сотрудник АО «АВК» осуществляет процесс очистки образца - Секция надстройки. Обрабатываемая поверхность - остатки спецпокрытия и ЛКП типа ЭП-0010 толщиной до 2500 мкм.



Фото 9. Результат очистки образца - Секция надстройки. Обрабатываемая поверхность - остатки спецпокрытия и ЛКП типа ЭП-0010 толщиной до 2500 мкм.

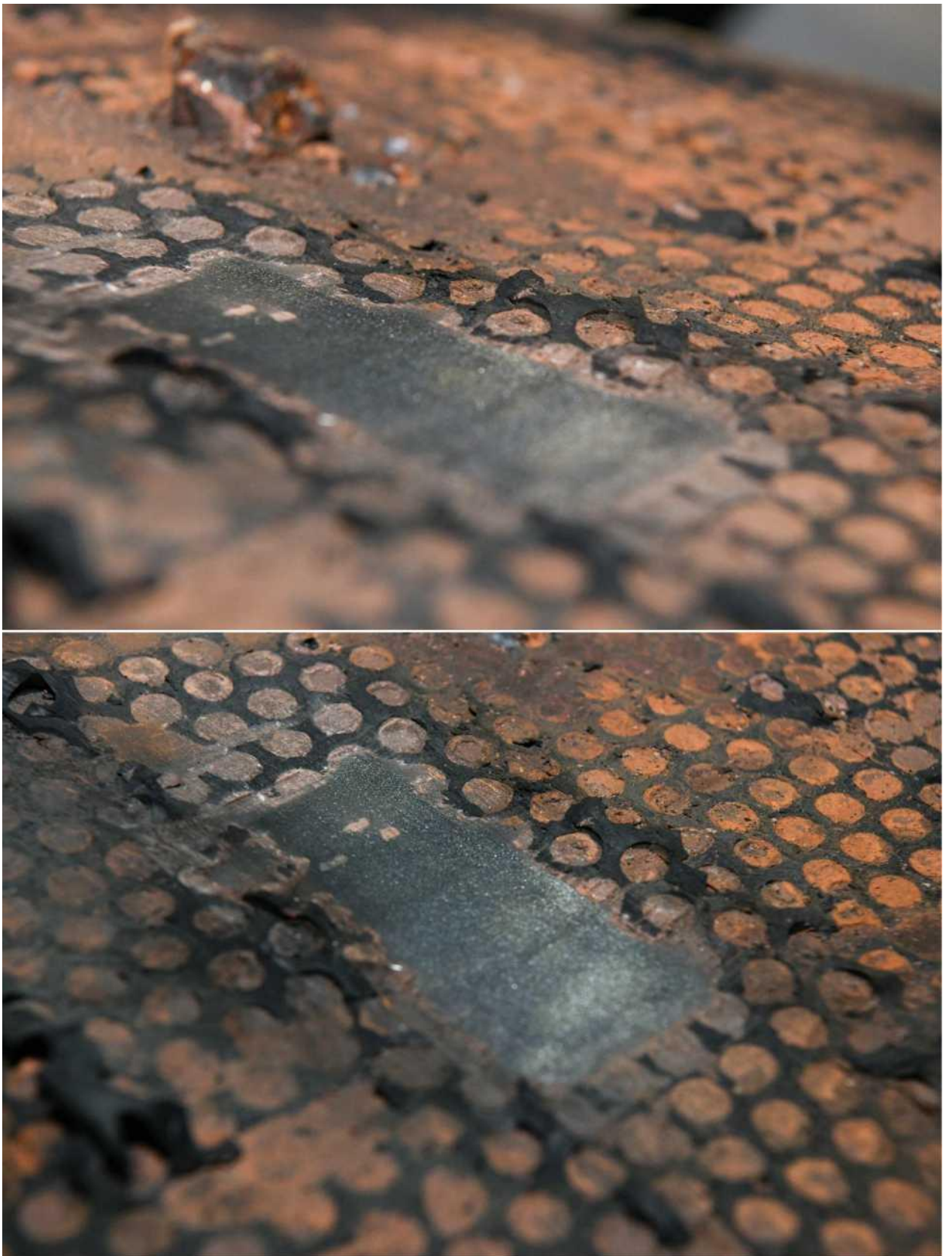


Фото 10. Результат очистки образца - Секция надстройки. Обрабатываемая поверхность - остатки спецпокрытия и ЛКП типа ЭП-0010 толщиной до 2500 мкм.

Вывод: видно, что технология импульсной лазерной очистки хорошо справляется с очисткой металлического листа со сложным

(комбинированным) загрязнением в виде остатков спецпокрытия и ЛКП типа ЭП-0010 толщиной до 2500 мкм. Технология может быть применена для данной операции при разработке необходимых регламентирующих документов в разрезе требований охраны труда.



Фото 11. Исходное состояние образцов - Тяга привода. Обрабатываемая поверхность - латунные втулки, окалина, язвенная коррозия, остатки толстостенного ЛКП типа БЭП.



Фото 12. Сотрудник АО «АВК» осуществляет процесс очистки образцов - Тяга привода.



Фото 13. Результат очистки образца - Тяга привода. Обрабатываемая поверхность - толстостенное ЛКП типа БЭП.



Фото 14. Результат очистки образца - Тяга привода. Обрабатываемая поверхность - язвенная коррозия.



Фото 15. Результат очистки образца - Тяга привода. Обработываемая поверхность - латунная втулка.

Вывод: технология лазерной очистки хорошо справляется с удалением толстостенного ЛКП типа БЭП, снимает загрязнения и окислы с латунных поверхностей, удаляет окалину и язвенную коррозию. Технология может быть применена для данных операций при разработке необходимых регламентирующих документов и требований охраны труда.



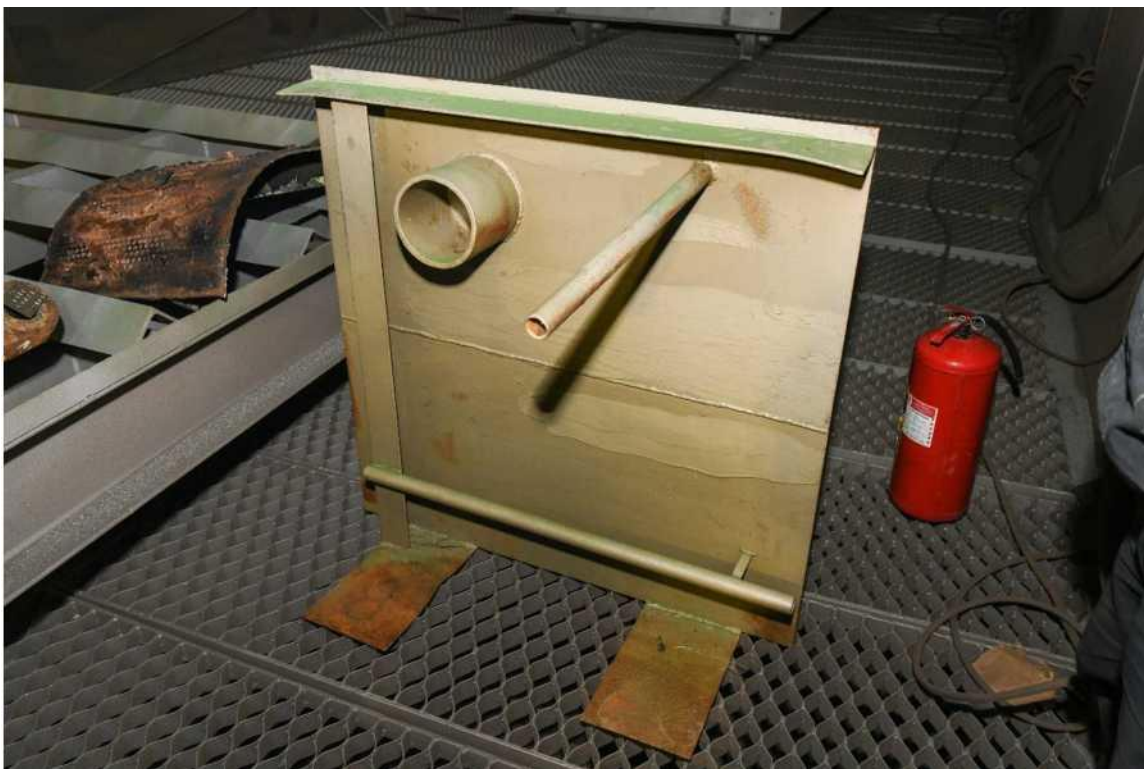


Фото 16. Исходный образец - Стенд для проведения опытных работ. Материал СТЗ. Обрабатываемая поверхность: сторона № 1 - покрытие ЛКП типа Interschild толщиной 250-300 мкм.



Фото 17. Сотрудник АО «АВК» осуществляет процесс обработки образца - Стенд для проведения опытных работ. Материал СТЗ. Обрабатываемая

поверхность: сторона № 1 - покрытие ЛКП типа Interschild толщиной 250-300 мкм. Обработка прямого сварного шва.



Фото 18. Результат обработки образца - Стенд для проведения опытных работ. Материал СТЗ. Обрабатываемая поверхность: сторона № 1 - покрытие ЛКП типа Interschild толщиной 250-300 мкм. Обработка прямого сварного



Фото 19. Результат обработки образца - Стенд для проведения опытных работ. Материал СТЗ. Обрабатываемая поверхность: сторона № 1 - покрытие ЛКП типа Interschild толщиной 250-300 мкм. Обработка кругового сварного шва.

Вывод: Технология лазерной очистки отлично справляется с удалением ЛКП типа Interschild и может быть применена в судоремонте при разработке



Фото 20. Исходный образец - Стенд для проведения опытных работ. Материал



Фото 21. Результат обработки. Образец - Стенд для проведения опытных работ. Материал СТЗ. Обрабатываемая поверхность: сторона № 2 - сплошная легкая ржавчина.

Вывод: Лёгкая ржавчина отлично удаляется с любых металлических поверхностей при помощи технологии лазерной очистки. Технология может быть рекомендована для удаления данного загрязнения.



Фото 22. Исходный образец - металлоконструкция. Материал СТЗ. Обрабатываемая поверхность - язвенная коррозия.



Фото 23. Сотрудник АО «АВК» осуществляет процесс обработки. Исходный образец - металлоконструкция. Материал СТЗ. Обрабатываемая поверхность - язвенная коррозия.



Фото 24. Сотрудники АО «АВК» оценивают результат обработки Исходный образец - металлоконструкция. Материал СТЗ. Обрабатываемая поверхность - язвенная коррозия.

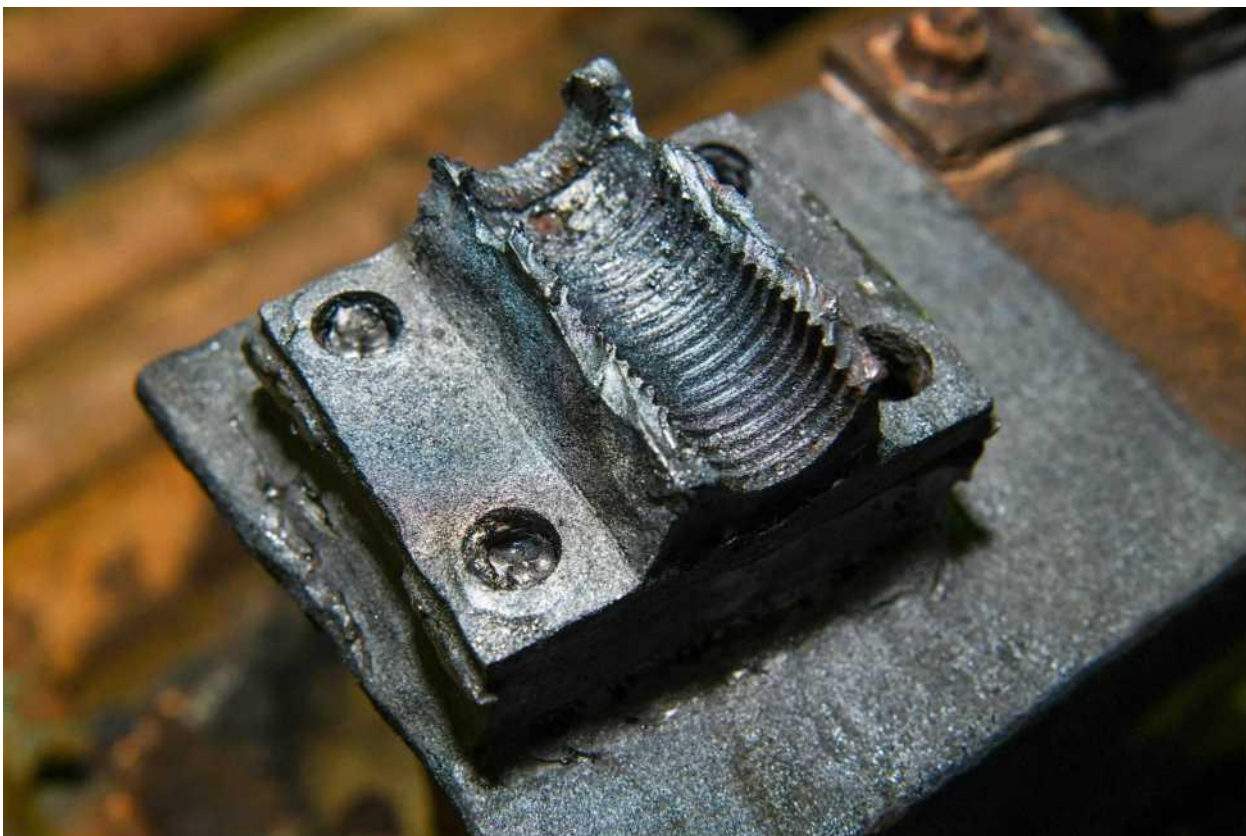


Фото 25. Результат обработки Исходный образец - металлоконструкция. Материал СТЗ. Обрабатываемая поверхность - язвенная коррозия.

Вывод: технология лазерной очистки отлично справляется с сильной язвенной коррозией даже на сложных поверхностях и может быть рекомендована к применению для чистки сильно загрязнённых поверхностей



Фото 26. Исходные образцы. Крыльчатка охлаждения электродвигателя. Материал алюминий. Обрабатываемая поверхность - масляные загрязнения. Крышка электродвигателя с посадочным местом под подшипник, окрашенной ФЛ-03К в 1 слой. Обрабатываемая поверхность - масляные загрязнения.



Фото 27. Результат очистки крыльчатки охлаждения электродвигателя. Материал алюминий. Обрабатываемая поверхность - масляные загрязнения.



Фото 28. Сотрудник АО «АВК» осуществляет процесс обработки крышки электродвигателя с посадочным местом под подшипник, окрашенным ФЛ-03К в 1 слой. Обрабатываемая поверхность - масляные загрязнения.



Фото 29. Результат очистки крышки электродвигателя с посадочным местом под подшипник, окрашенным ФЛ-03К в 1 слой. Обрабатываемая поверхность - масляные загрязнения.

Вывод: Технология лазерной очистки отлично справляется с масляными загрязнениями и может быть рекомендована для применения в судоремонте для такого вида работ.





Фото 30. Исходное состояние образца - Кран Ду50. Материал чугун.  
Обрабатываемая поверхность - ЛКП ПФ-218 в 1 слой 50-60 мкм.



Фото 31. Результат апробации технологии лазерной очистки на изделии Кран Ду50. Материал чугун. Обрабатываемая поверхность - ЛКП ПФ-218 в 1 слой 50-60 мкм.

Вывод: технология лазерной очистки хорошо применима для очистки геометрически сложных изделий из чугуна и цветных металлов.



Фото 32. Исходное состояние образца - Судовой выключатель. Материал алюминий. Обрабатываемая поверхность - ЛКП ПФ-218 в 2 слоя 100 мкм.



Фото 33. Результат апробации технологии лазерной очистки на изделии - Судовой выключатель. Материал алюминий. Обрабатываемая поверхность - ЛКП ПФ-218 в 2 слоя 100 мкм. Видно, что в результате обработки вся маркировка идеально сохраняется.



Фото 34. Результат апробации технологии лазерной очистки на боковой поверхности изделия - Судовой выключатель. Материал алюминий. Обрабатываемая поверхность - ЛКП ПФ-218 в 2 слоя 100 мкм.