



Опыт использования отделочно-абразивных и
безабразивных технологий для постобработки
изделий из материалов, полученных методами
аддитивных технологий

Бабаев А.С.,

к.т.н., руководитель Филиала «ИННОВАЦИЯ»

ООО «ПРОМТЕХ» (г. Томск),

Чарторийский В.П.,

Генеральный директор,

ООО «ПРОМТЕХ» (г. Санкт-Петербург)

Москва-2021



Задачи постобработки

Повышения **функциональных** характеристик изделий

- увеличение опорной площади поверхности;
- создание наклёпанного слоя;
- снижение потерь на трение;
- уменьшение концентраторов напряжений;
- повышение отражающей способности;
- увеличение коррозионной стойкости.

Обеспечение **требований**, указанных на чертеже:

- снижение шероховатости;
- сохранение размерной точности IT7-9.

Улучшение **внешнего вида** и эстетических свойств:

- округление острых кромок и удаление заусенцев;
- сглаживание дефектов поверхностей;
- повышение блеска поверхностей.



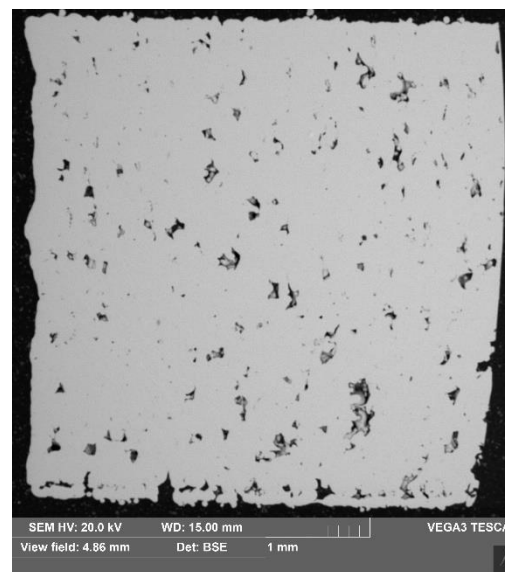
Проблемы постобработки

Сложная (развитая) конструкция изделий;

Высокая исходная нерегулярная шероховатость поверхностей;

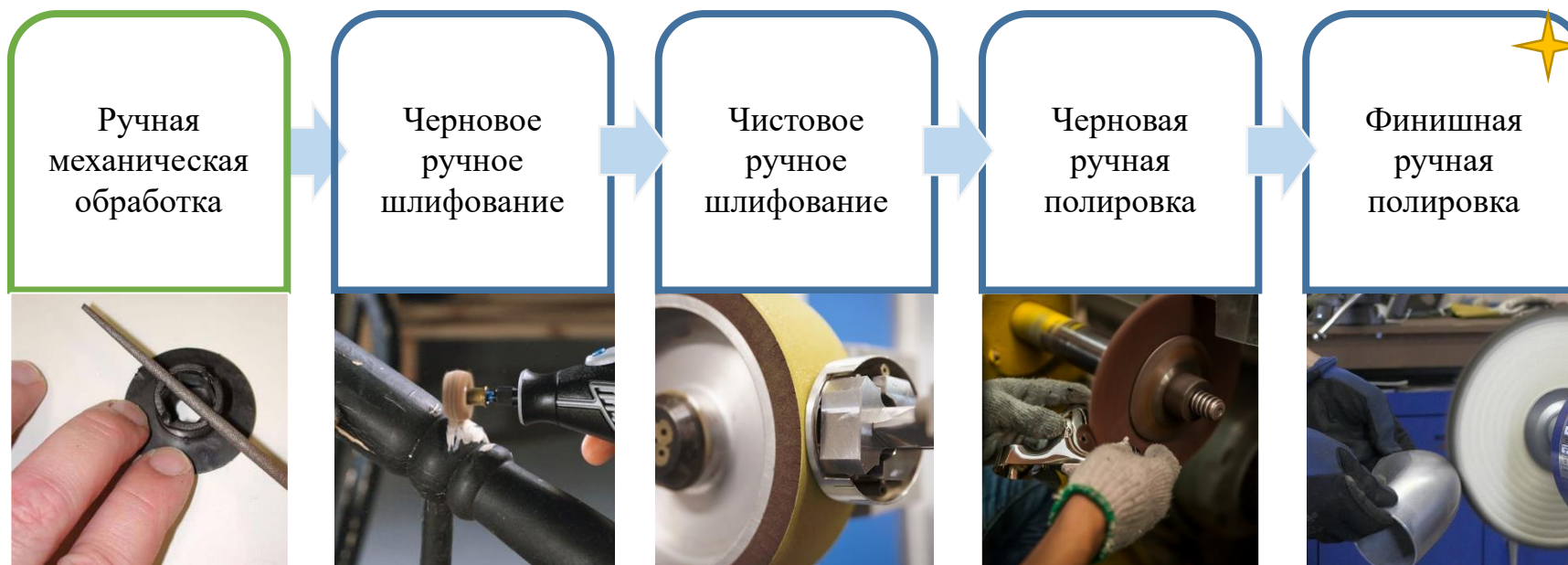
Использование конструкционных труднообрабатываемых материалов;

Наличие пористости материала.



Методы постобработки

Типовая последовательность операций при ручной постобработке:

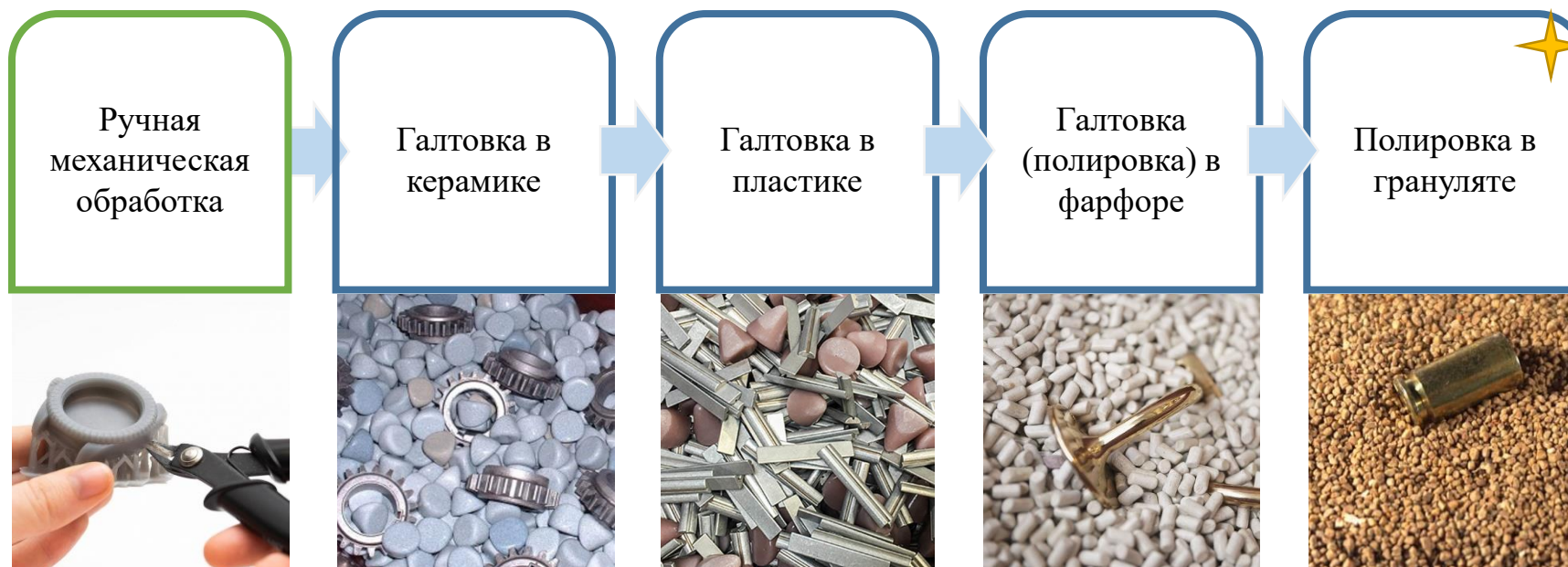


Недостатки:
высокая трудоёмкость;
низкая повторяемость;
высокая вероятность брака;
низкая точность.

Достоинства:
низкая стоимость.

Методы постобработки

Последовательность операций при постобработке - галтовке:



Недостатки:
низкая точность;
большое число переходов.

Достоинства:
низкая стоимость обработки;
массовая обработка;
высокая повторяемость.

Методы постобработки

Последовательность операций при постобработке – сухая ЭХП:

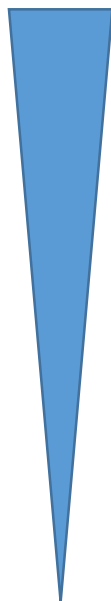


Недостатки:
высокая стоимость оборудования.

Достоинства:
низкая стоимость обработки;
абсолютная повторяемость;
одна технологическая операция;
массовая обработка.

Механизм удаления слоя материала при абразивной обработке

Глубина резания



Резание



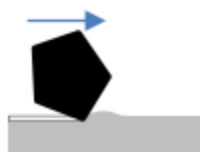
Срезание стружек и отделение основного материала

Микрорезание



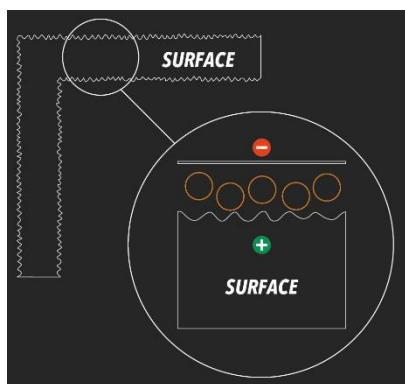
Удаление тончайших слоёв материала,
сопровожающееся пластической деформацией

Пластическая деформация

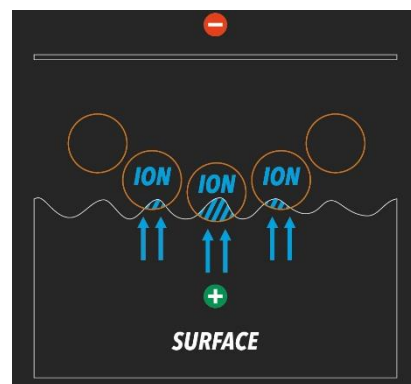


Создание напряжений сжатия в поверхностном слое
без удаления материала (наклёп)

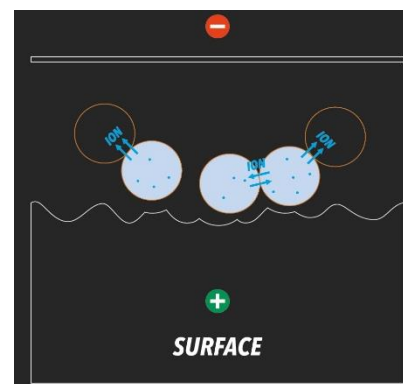
Механизм удаления слоя материала при инновационной безабразивной обработке



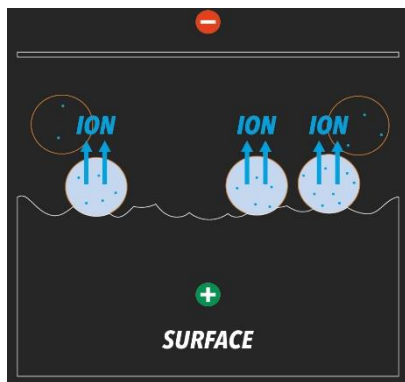
Шаг 1



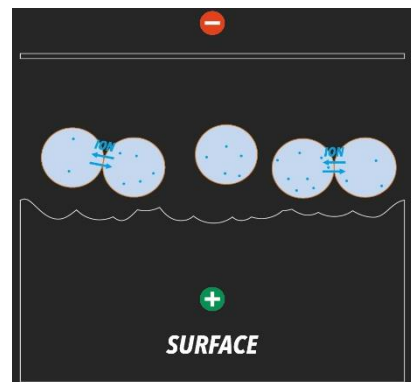
Шаг 2



Шаг 3



Шаг 4



Шаг 5

Защищено международными патентами:

- ✓ PCT/ES2017/07024;
- ✓ PCT/ES2019/070751;
- ✓ PCT/ES2020/070499;
- ✓ PCT/ES2021/070065 и др.

Автор и правообладатель
Steros GPA Innovative S.L. (Испания).



Технологии, используемые ПРОМТЕХ

Используемые в лаборатории:

- ✓ Микроабразивно-струйная обработка;
- ✓ Ленточно-абразивная обработка;
- ✓ Центробежная влажная и сухая галтовка;
- ✓ Буксирная (планетарная) влажная и сухая галтовка;
- ✓ Ротационно-центробежная влажная и сухая галтовка;
- ✓ Полировка (ручная, галтовка);
- ✓ Полировка сухая электро-ионная.

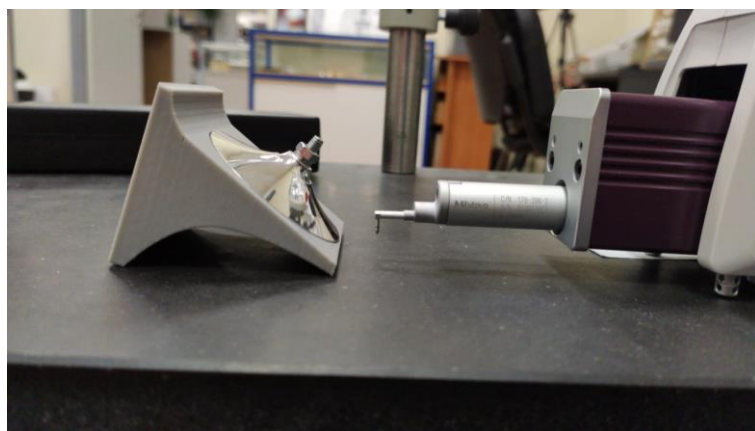
Технологии

Перспективы развития лаборатории ПРОМТЕХ:

- Жидкостная абразивно-струйная обработка;
- Абразивно-экструзионное хонингование;
- Роботизированное шлифование и полирование (на стадии реализации).



Технологии измерений и контроля качества поверхности



Протокол измерений



Полировка	Б2 SurfTest	Оператор 4	Mitutoyo Ver2.00
Стандарт	ISO 1997	N	10
Профиль	R	Отсечка шага	0.25mm
λ_s	2.5µm	Фильтр	GAUSS
R_a	0.039 µm		
R_z	0.190 µm		
R_p	0.056 µm		
R_t	0.367 µm		
R_{pk}	0.051 µm		



Пример обработки (металл)



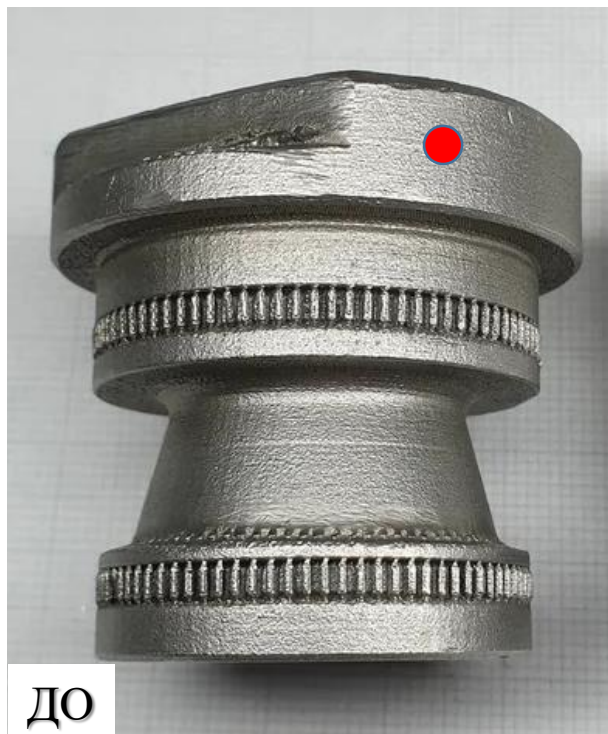
Параметры обработки:

метод изготовления – SLS;
материал – Ti Grade 2 (аналог BT1-0);
без предварительной подготовки;
технология DLyte®;
время обработки – 11 часов.

- Исходная шероховатость Ra 6,3-12,5 мкм.
- Конечная шероховатость Ra 2,5-3,2 мкм.

Результат: сглаживание неровностей.

Пример обработки (металл)



Параметры обработки:

метод изготовления - SLS;
материал – AISI 316 (аналог 03X17H14M3);
без предварительной подготовки;
технология DLyte®;
время обработки – 5 часов.

- Исходная шероховатость Ra 2,5-3,2 мкм.
Конечная шероховатость Ra 0,32-0,63 мкм.

Результат: сглаживание неровностей,
сохранение размеров.

Пример обработки (металл)



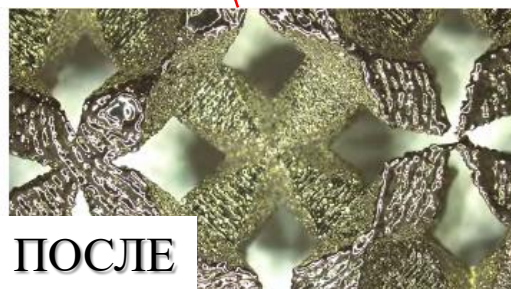
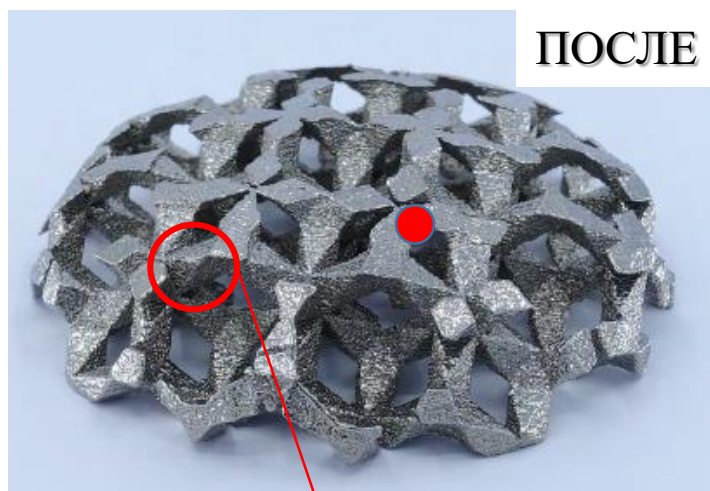
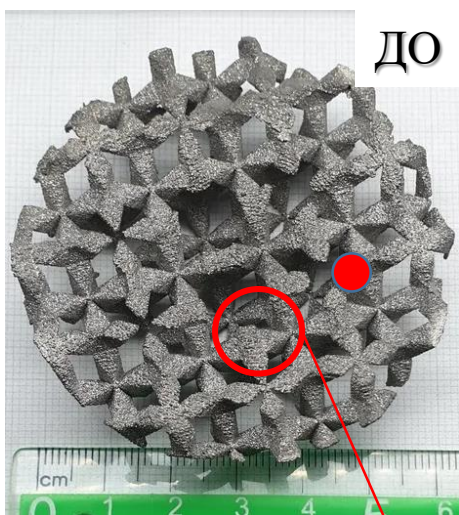
Параметры обработки:

метод изготовления - SLS;
материал – AISI 316 (аналог 03X17H14M3);
без предварительной подготовки;
технология DLyte®;
время обработки – 5 часов.

- Исходная шероховатость Ra 2,5-3,2 мкм.
- Конечная шероховатость Ra 0,32-0,63 мкм.

Результат: сглаживание неровностей.

Пример обработки (металл)



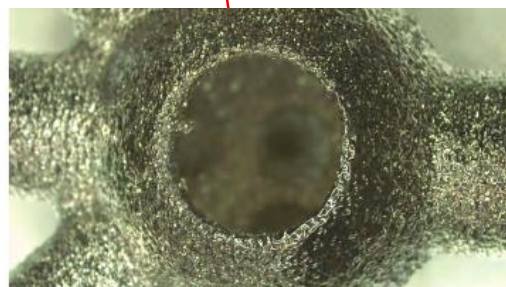
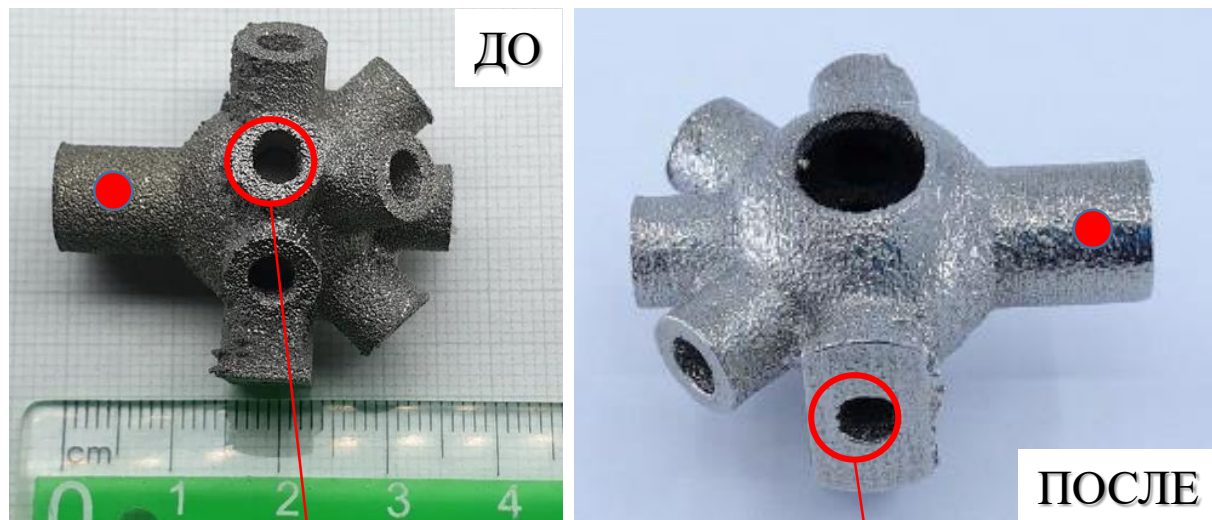
Параметры обработки:

метод изготовления - SLS;
материал – сплав Ti;
без предварительной подготовки;
технология DLyte®;
время обработки – 6 часов.

- Исходная шероховатость Ra 12,5-16,0 мкм.
- Конечная шероховатость Ra 8,0-10,0 мкм.

Результат: сглаживание неровностей.

Пример обработки (металл)



Параметры обработки:

метод изготовления - SLS;

материал – сплав Ti;

без предварительной подготовки;

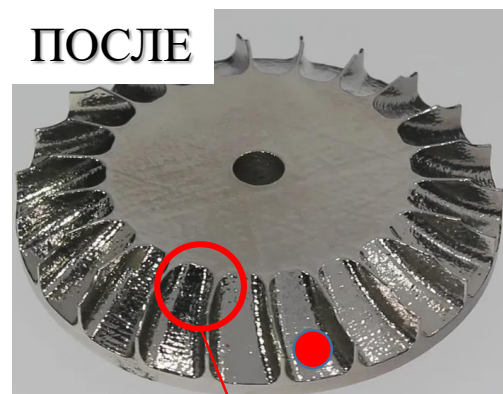
технология DLyte®;

время обработки – 6 часов.

- Исходная шероховатость Ra 20,0-25,0 мкм.
- Конечная шероховатость Ra 10,0-12,5 мкм.

Результат: сглаживание неровностей.

Пример обработки (металл)



Параметры обработки:

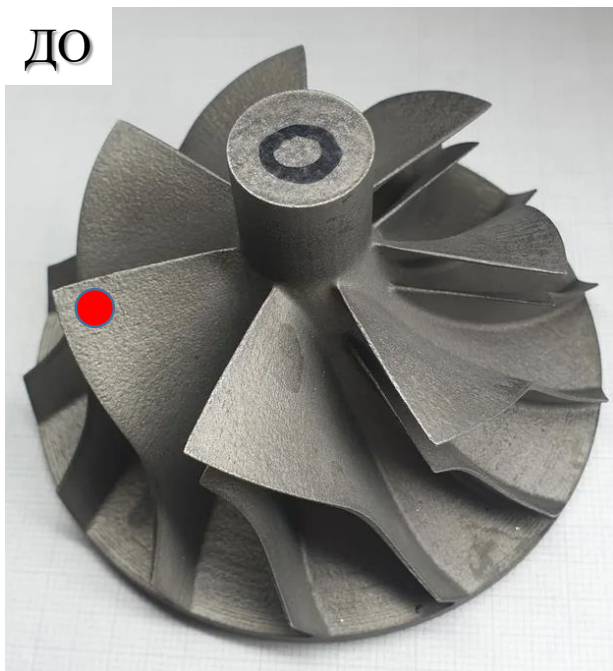
метод изготовления - SLS;
материал – сплав Inconel 718;
без предварительной подготовки;
технология DLyte®;
время обработки – 4 часа.

- Исходная шероховатость Ra 6,3-8,0 мкм.
- Конечная шероховатость Ra 1,25-2,5 мкм.

Результат: сглаживание неровностей,
сохранение формы кромок.

Пример обработки (металл)

ДО



ПОСЛЕ



Параметры обработки:

метод изготовления - SLS;
материал – сплав Ti;
без предварительной подготовки;
технология DLyte®+буксирная галтовка;
время обработки – 3,5 часа.

- Исходная шероховатость Ra 3,2-4,0 мкм.
- Конечная шероховатость Ra 0,4-0,5 мкм.

Результат: сглаживание неровностей,
сохранение формы кромок.

Пример обработки (металл)



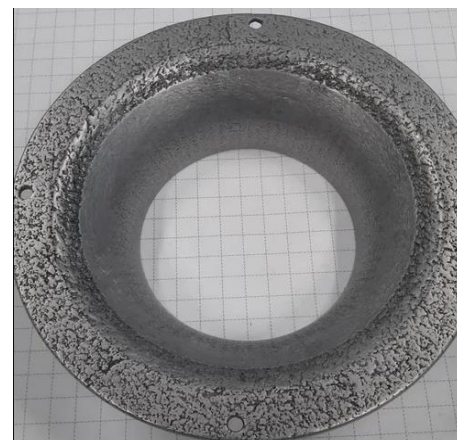
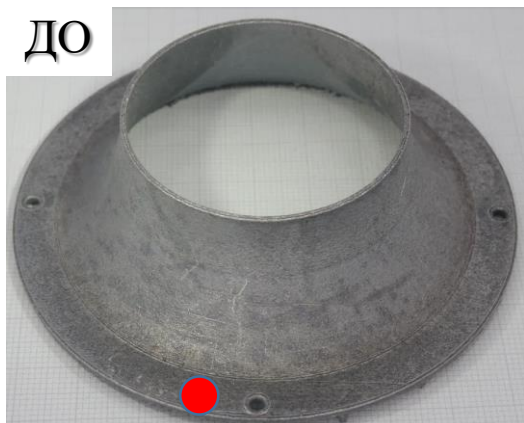
Параметры обработки:

метод изготовления - SLS;
материал – сплав ВВ751П;
без предварительной подготовки;
технология DLyte®;
время обработки – 5 часов.

- Исходная шероховатость Ra 3,2-4,0 мкм.
- Конечная шероховатость Ra 0,63-0,8 мкм.

Результат: сглаживание неровностей,
сохранение геометрии

Пример обработки (металл)



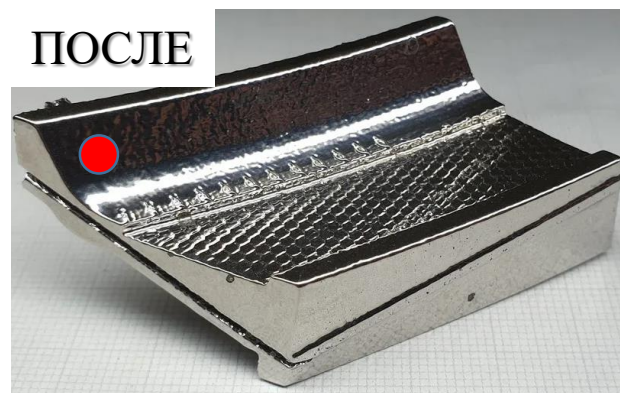
Параметры обработки:

метод изготовления - SLS;
материал – сплав Fe-Ni;
без предварительной подготовки;
технология – центробежная галтовка;
время обработки – 2 часа.

- Исходная шероховатость Ra 3,2-4,0 мкм.
- Конечная шероховатость Ra 1,25-1,6 мкм.

Результат: сглаживание неровностей,
сохранение геометрии, подготовка под покрытие.

Пример обработки (металл)



Параметры обработки:

метод изготовления - SLS;

материал – сплав Fe-Ni;

без предварительной подготовки;

технология – DLyte®;

время обработки – 2 часа.

- Исходная шероховатость Ra 3,2-4,0 мкм.
- Конечная шероховатость Ra 0,63-0,8 мкм.

Результат: сглаживание неровностей, обеспечение отражающей способности, сохранение геометрии.

Пример обработки (металл)

ДО



ПОСЛЕ



Параметры обработки:

метод изготовления - SLS;
материал – сплав Fe-Ni;
без предварительной подготовки;
технология – буксирная галтовка;
время обработки – 2 часа.

- Исходная шероховатость Ra 6,3-8,0 мкм.
- Конечная шероховатость Ra 0,8-1,25 мкм.

Результат: сглаживание неровностей,
сохранение геометрии.

Пример обработки (металл)



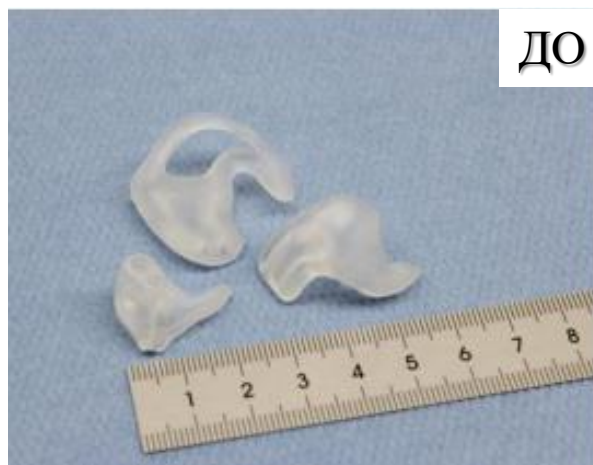
Параметры обработки:

метод изготовления - SLS;
материал – сплав Ti;
с предварительной подготовкой;
технология – буксирная галтовка+DLyte®;
время обработки – 4 часа.

- Исходная шероховатость н/д.
- Конечная шероховатость Ra 0,02-0,05 мкм.

Результат: сглаживание неровностей,
сохранение геометрии,
обеспечение отражающей способности.

Пример обработки (пластик)

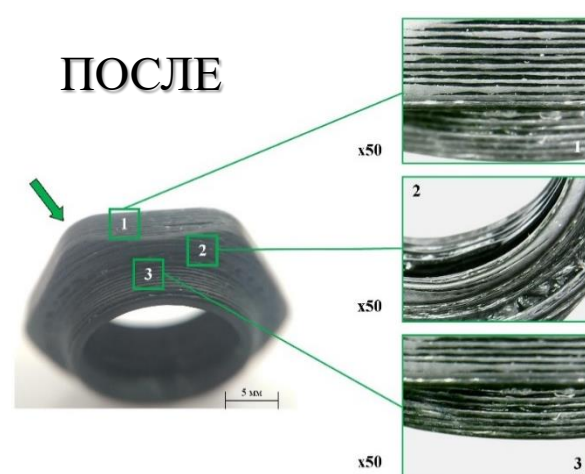
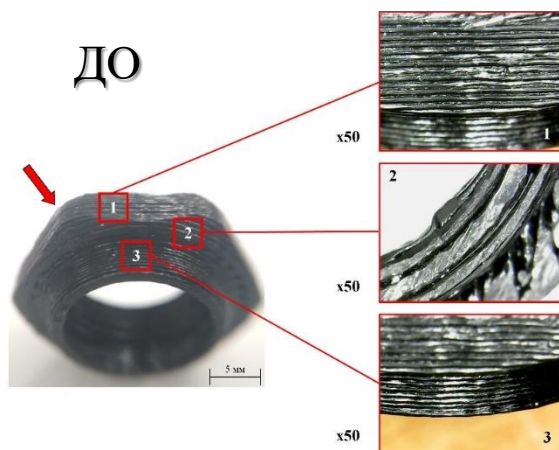


Параметры обработки:

метод изготовления - SLA;
материал – пластик;
без предварительной подготовки;
технология – центробежная галтовка;
время обработки – 5,5 часа.

Результат: сглаживание неровностей,
сохранение геометрии

Пример обработки (пластик)



Параметры обработки:

метод изготовления - FDM;
материал – ABS пластик;
без предварительной подготовки;
технология – центробежная галтовка;
время обработки – 1 час.

Результат: сглаживание неровностей

Пример обработки (керамика)



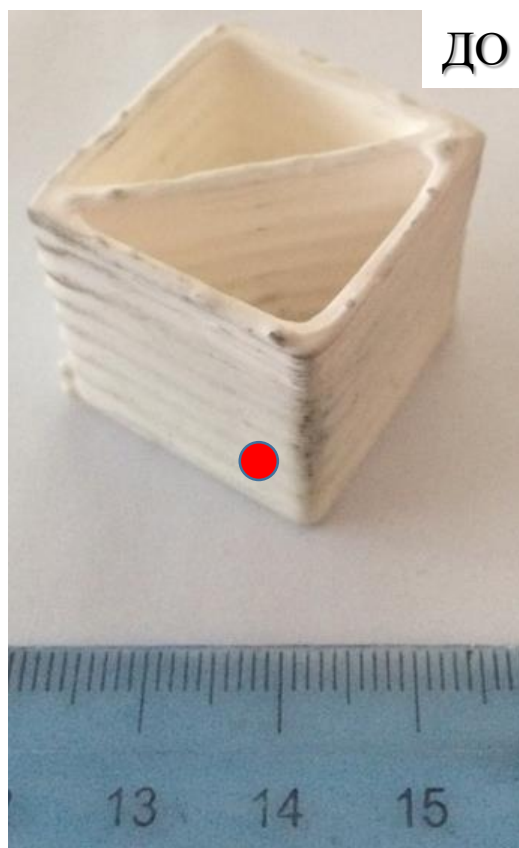
Параметры обработки:

метод изготовления - SLS;
материал – керамика ZrO_2 ;
без предварительной подготовки;
технология – центробежная галтовка;
время обработки – 20 часов.

- Исходная шероховатость $Ra\ 0,63-0,8\ \mu m$.
- Конечная шероховатость $Ra\ 0,02-0,04\ \mu m$.

Результат: сглаживание неровностей,
сохранение геометрии

Пример обработки (керамика)



Параметры обработки:

метод изготовления - SLM;
материал – керамика $ZrO_2+Y_2O_3$;
без предварительной подготовки;
технология – центробежная галтовка;
время обработки – 20 часов.

- Исходная шероховатость $Ra\ 6,3-8,0\ \mu m$.
- Конечная шероховатость $Ra\ 0,4-0,63\ \mu m$.

Результат: сглаживание неровностей,
обеспечение отражающей способности



ВЫЗОВЫ

- ❑ Совершенствование материально-технической базы обрабатывающего и измерительного оборудования, апробация новых технологий;
- ❑ Расширение опыта постобработки жаростойких и тугоплавких материалов.

Приглашаем посетить наш **стенд FH160 в павильоне Форум.**

Контакты для связи:

Бабаев Артём Сергеевич,
e-mail: ab@promtehspb.ru
моб.: 8-952-805-0926

Чарторийский Виталий Павлович,
e-mail: info@promtehspb.ru
моб.: 8-911-290-9888



Вход с набережной

