



Восстановление соплового аппарата из жаропрочного сплава на никелевой основе методом лазерной порошковой наплавки

ИЛИСТ СПбГМТУ

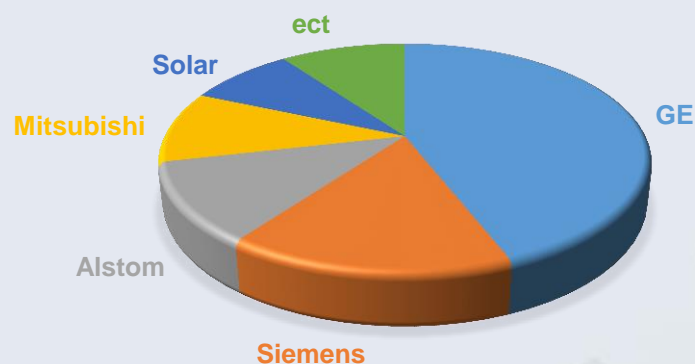
Тюков С.В., Задыкян Г.Г., Корсмик Р.С., Мендагалиев Р.В., Евстифеев А.Д.



Актуальность вопроса



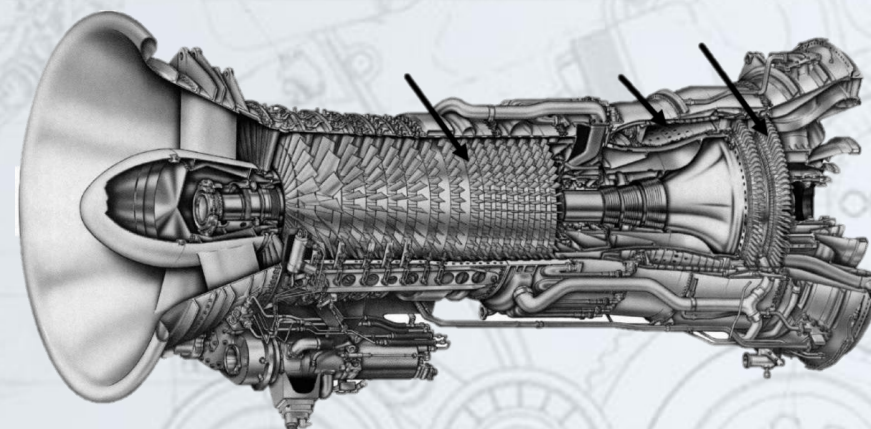
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ДОЛЕЙ МИРОВОГО РЫНКА ГАЗОВЫХ ТУРБИН



В России большинство газовых турбин произведено:

- Siemens;
- General Electric;
- Alstom;
- Ansaldo;
- Mitsubishi;
- Kawasaki;
- Solar

Более 30% от общего количества аварий связано с отказом силовой установки *



* Аварии ДВС. Их причины. Рекомендации [Электронный ресурс]. – URL: <http://mirmarine.net/poleznaya-informatsiya/avarii/360-avarii-ikh-prichiny-rekomendatsii>



Номенклатура деталей и узлов

МАМСТ

3



16,1%

Рабочие лопатки и
диски турбин

Направляющие
лопатки турбин

4,4 %



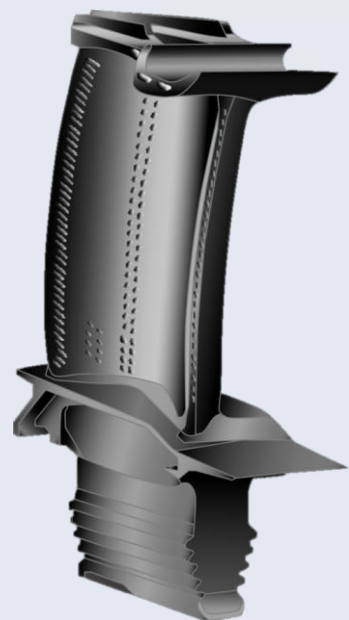
Газовые
турбины

1,46 %

Направляющие
лопатки
компрессора

Рабочие лопатки
компрессора

3,9 %





Объект исследования

ММСТ

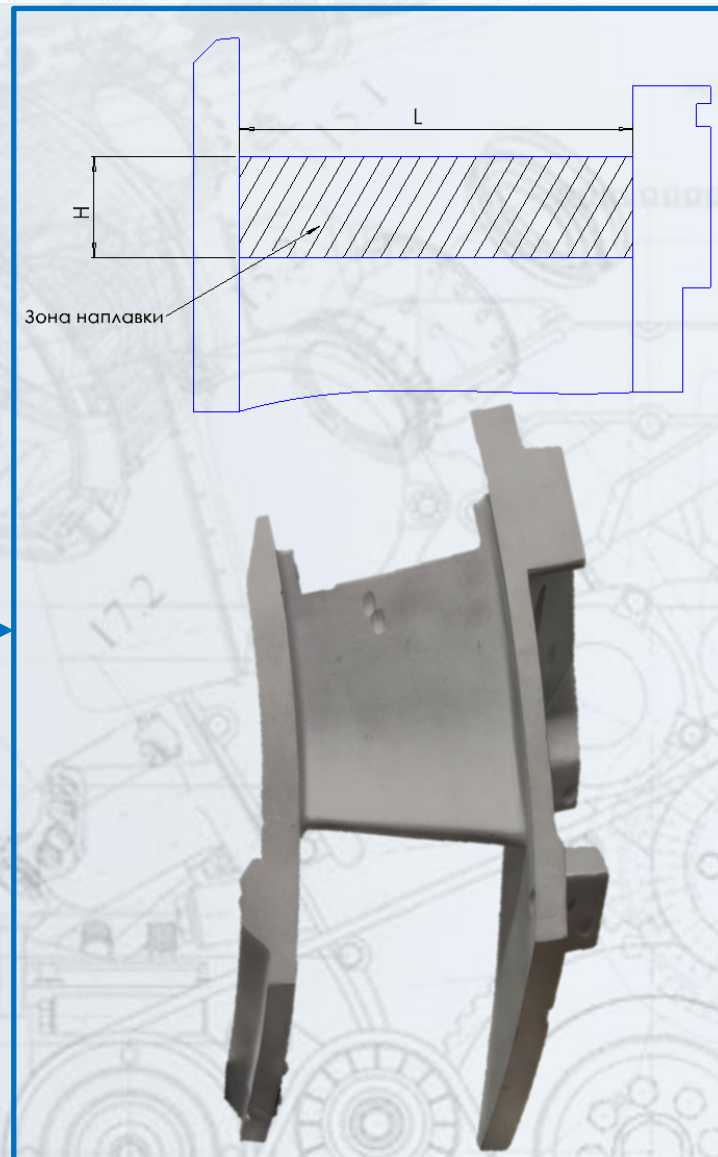
4

Выборка в области входной кромки:

$L = 80 \text{ мм}$;

$H = 18 \text{ мм}$;

$B = 8 \text{ мм}$





Основной материал

ЦНК 21

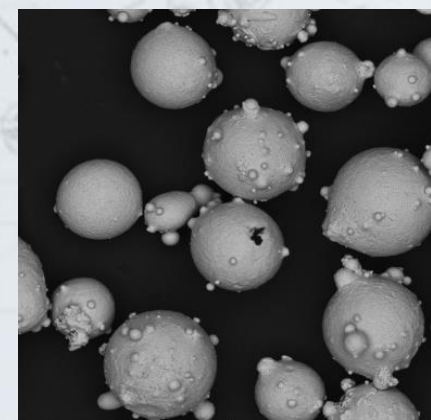
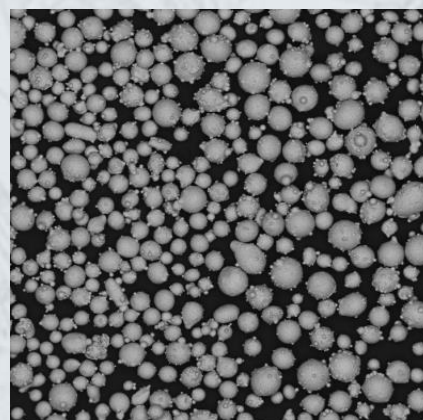
C	Mn	Cr	Co	Mo	W	Al	Ti	Nb	Ni
0,05-0,1	<0,3	20-22	10-11,5	1,0-1,2	2,0-2,6	2,1-2,7	3,0-3,8	0,5-0,9	Осн.

Присадочный материал

Inc 718

C	Mn	Cr	Co	Mo	Si	Al	Ti	Nb	Ni
<0,08	<0,35	17-21	<1,0	2,8-3,3	<0,35	0,2-0,8	0,8	4,75-5,5	Осн.

Сплав	Предел прочности, σ_B , МПа	Предел текучести, $\sigma_{0,2}$, МПа	Относительное удлинение, δ , %	Рабочая температура, °C
ЦНК 21	835	635	15,5	1210
Inc 718	965	550	15	1180





Оборудование



Сканирующий электронный микроскоп Tescan mira 3



Микротвердомер
Future tech FM-31



Универсальная
испытательная машина
Zwick/Roell Z100



Оптический микроскоп Leica DMi8



Шлифовально-полировальная
машина SAPHIR 250 A-1 ECO

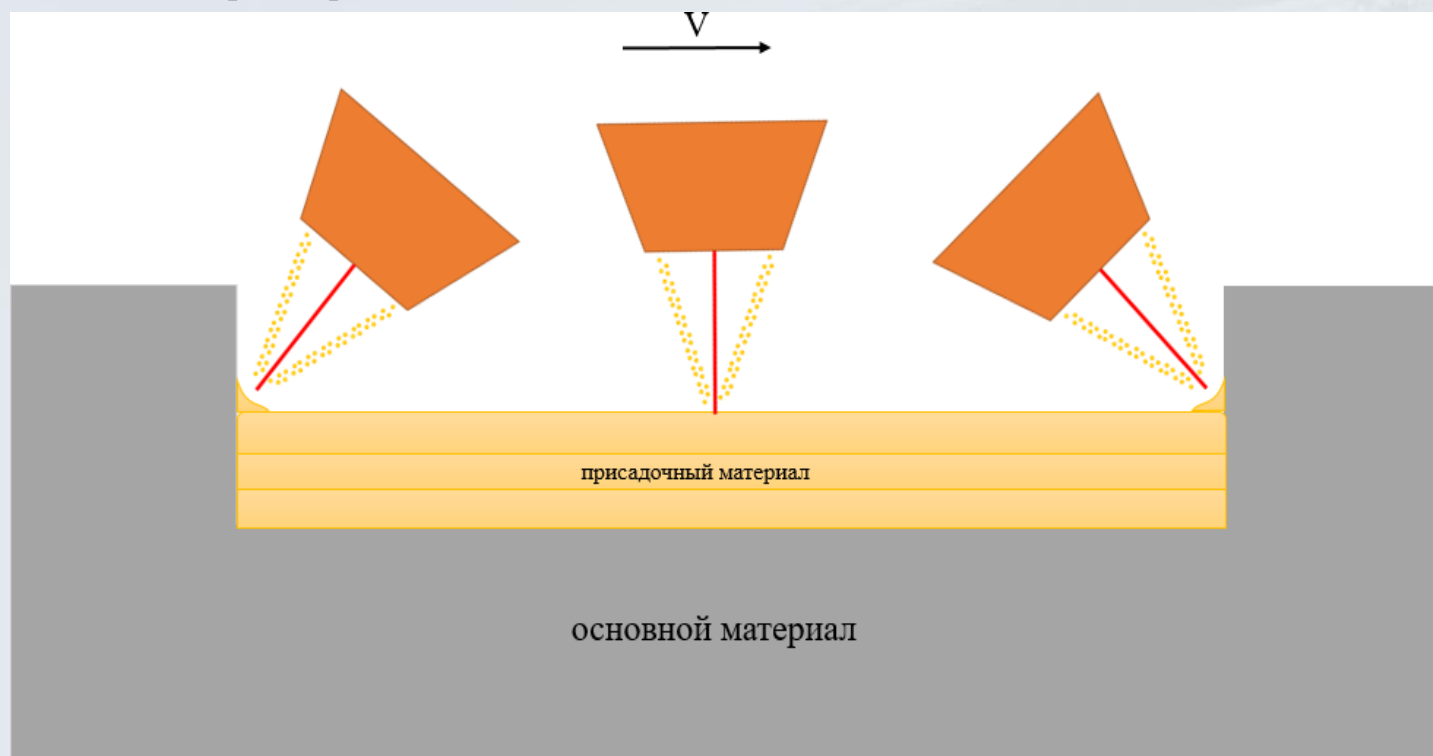
Роботизированная установка
прямого лазерного выращивания
«ИЛИСТ-М»



Экспериментальные исследования

Методы контроля на этапе:

- Формирования присадочных слоев;
- Визуальный и измерительный контроль;
- Контроль проникающими веществами (ПВК).

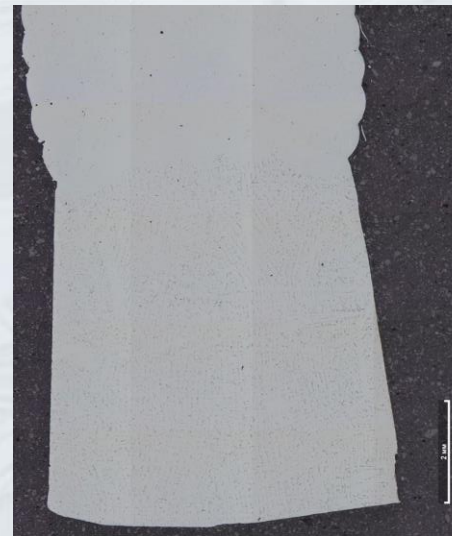
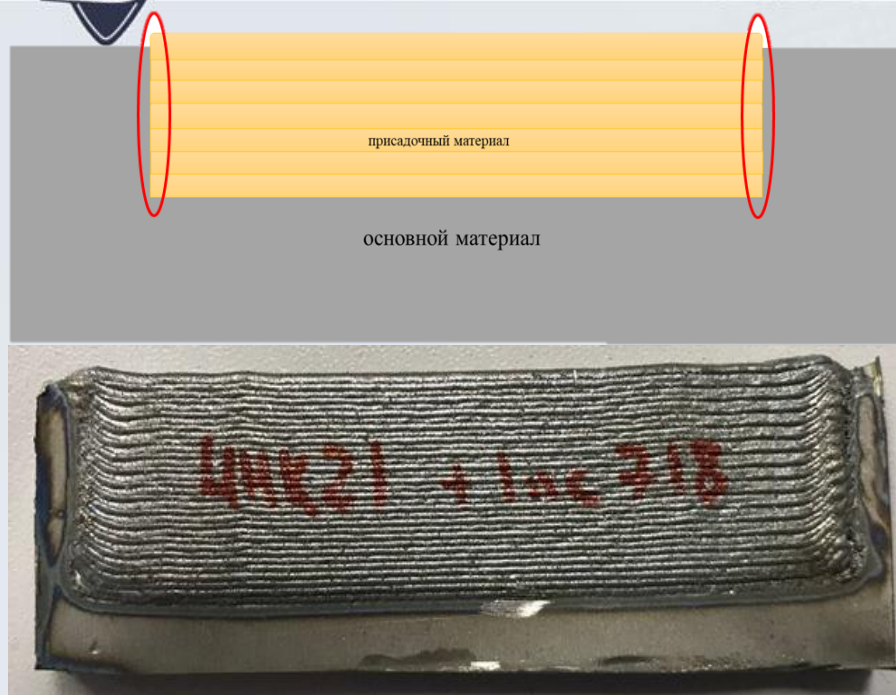


Параметр	Мощность, Вт	Скорость, мм/с	Расход порошка, г/мин	ΔX , мм	ΔZ , мм
Диапазон значений	500-800	15-20	10-15	0,6-1	0,4-0,6



Металлографические исследования

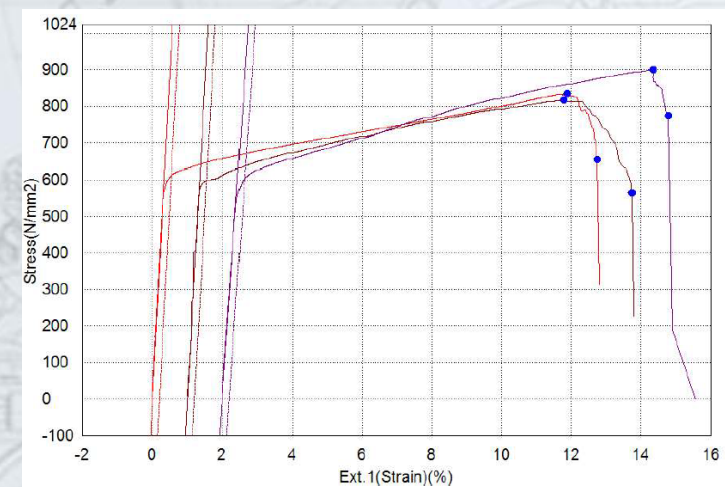
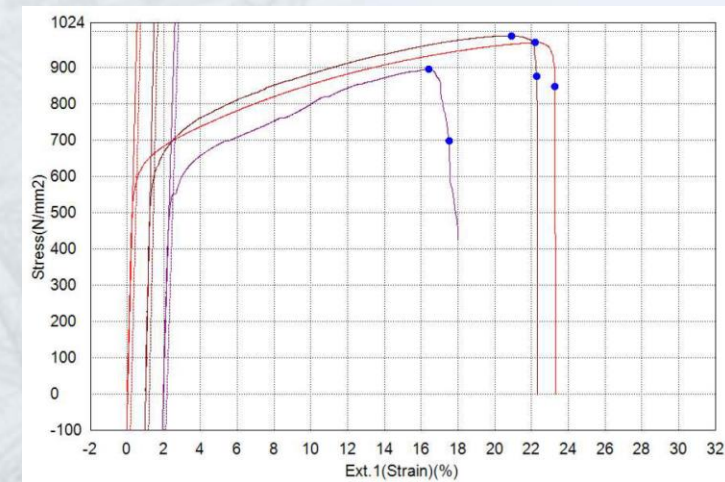
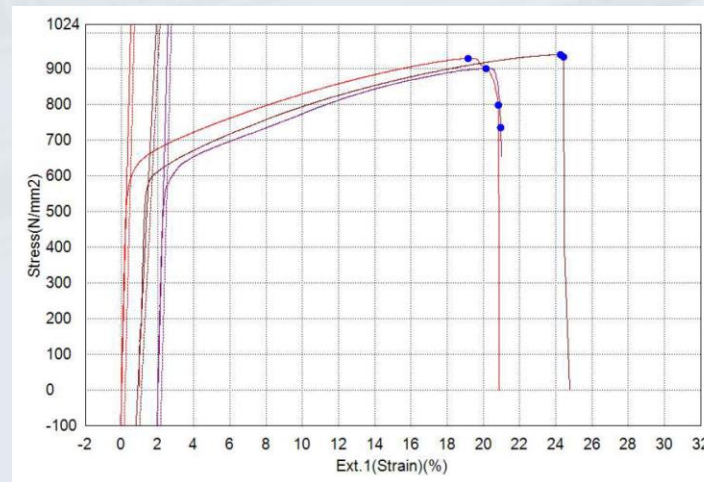
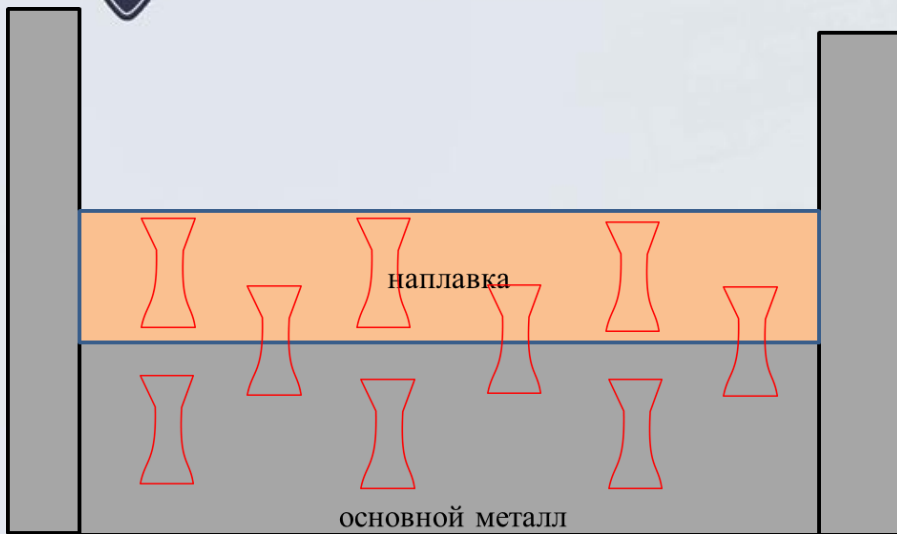
ММСТ 8



Область измерения	Фактическое/полученное	Содержание элементов, масс. %								
		Al	Ti	Cr	Fe	Co	Ni	Nb	Mo	W
Наплавленная часть	Факт.знач.	0.98	1.56	20.35	17.55	-	53.09	3.36	2.61	-
	ASTM B637	0.2-0.8	0.65-1.15	17.0-21.0	ост.	-	50-55	4.75-5.5	2.8-3.3	-
Зона перемешивания	Факт.знач.	2.31	3.28	20.93	-	10.94	57.88	0.30	1.26	2.84
	Станд.отклон.	0.17	0.63	0.5	-	0.32	0.47	0.35	0.63	0.56
Основной материал	Факт.знач.	2.41	3.31	20.98	-	10.77	57.53	0.50	1.51	2.79
	Номинальный состав	2.1-2.7	3.0-3.8	20.0-22.0	-	10.0-11.5	осн.	0.5-0.9	1.0-1.2	2.0-2.6



Механические исследования



Материал	№ образца	Предел прочности Бв, МПа	Предел текучести Б0,2, МПа	Относительное удлинение δ, %
INC 718	1_1	968.3	584.2	27.7
	1_2	986.5	597.8	25.2
	1_3	895.1	549.3	18.1
ЦНК 21	2_1	832.8	610.1	13.9
	2_2	815.4	595.8	14.8
	2_3	899.2	601.6	17.7
INC 718 + ЦНК 21	3_1	927.5	586.9	23.3
	3_2	938.9	595.8	27.2
	3_3	899.5	571.4	21.5

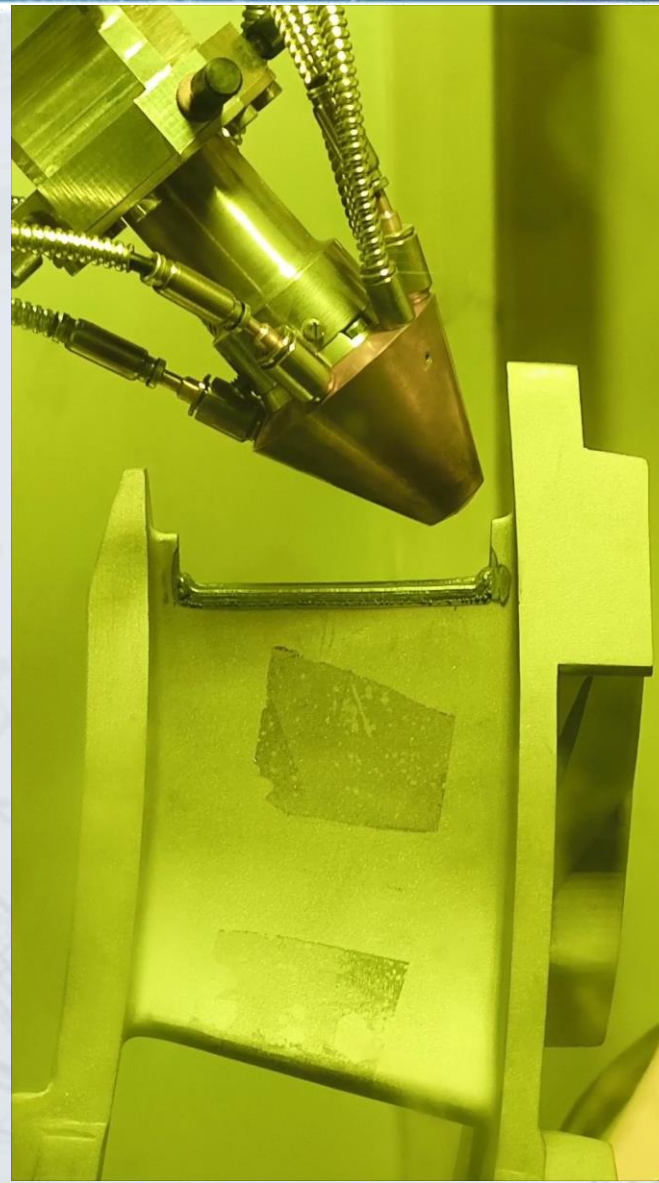
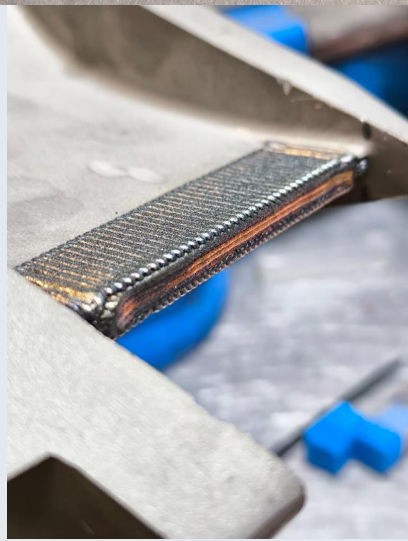
Область измерения	Значение
Наплавленная часть	320±10 HV
Зона перемешивания	387±10 HV
Основной металл	361±8 HV

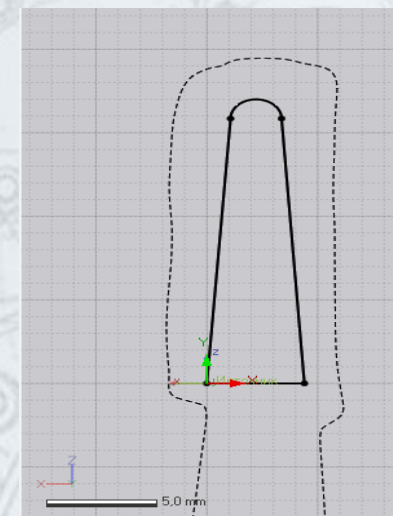
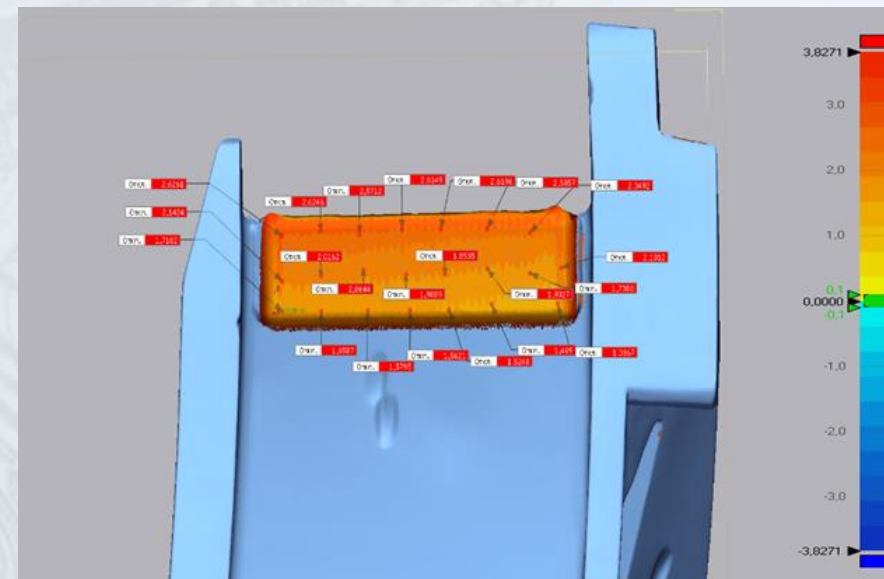


Лазерная наплавка

МАМСТ

10







СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ



ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И СВАРОЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

www.smtu.ru
office@smtu.ru

www.lwt-stu.ru
ilwt@ilwt.smtu.ru

+7 (950)006-60-94
step@tukv.ru