

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ФИНИШНОЙ ФРИКЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ НА УПРОЧНЕНИЕ, СТРУКТУРУ И ФАЗОВЫЙ СОСТАВ АУСТЕНИТНОЙ СТАЛИ 12Х18Н10Т

Скорынина П. А., Макаров А. В., Юровских А.С.,
Осинцева А.Л.

*Институт Машиноведения УрО РАН,
Институт Физики Металлов им. М.М. Михеева УрО РАН,
Уральский федеральный университет имени первого
Президента России Б.Н. Ельцина*

Екатеринбург, 2017

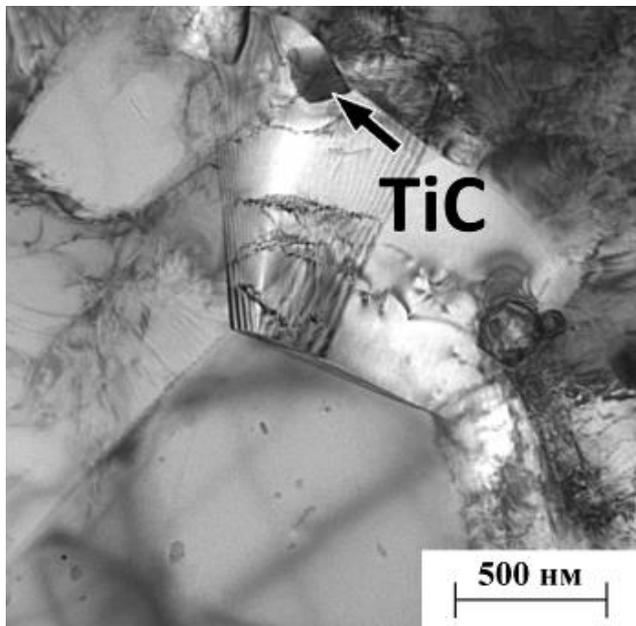
Цель работы - изучение влияния температуры фрикционной обработки на упрочнение и структурно-фазовые превращения в поверхностном слое аустенитной стали 12Х18Н10Т, а также качество формируемой поверхности.

Химический состав исследуемой стали марки 12Х18Н10Т

Состав, масс. %

C	Cr	Ni	Ti	Mn	Si	Mo	Co	Nb	Cu	P	S	Fe
0,10	17,72	10,04	0,63	1,33	0,57	0,23	0,06	0,01	0,06	0,03	0,01	Ост

Образцы размерами 98×38×8,6 мм подвергали закалке от 1050 °С в воде, механическому шлифованию и электролитическому полированию.



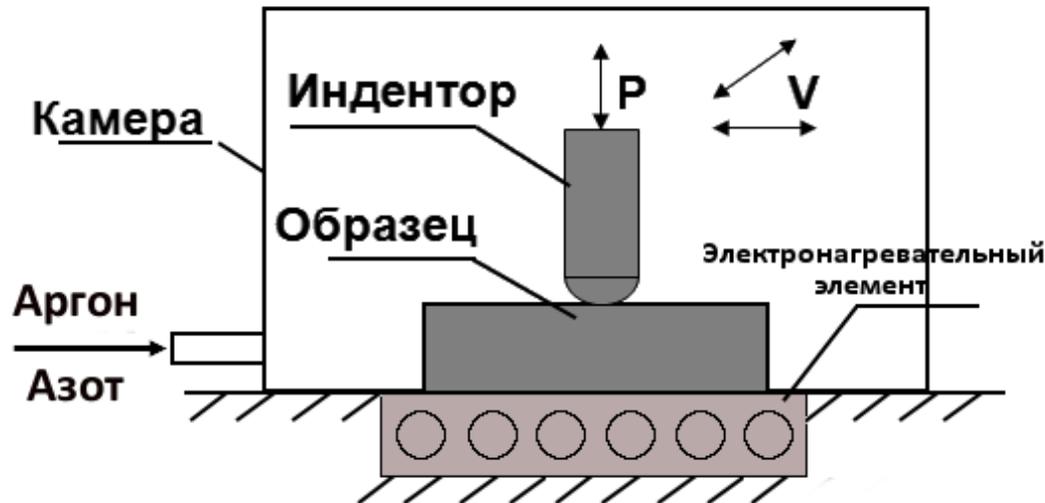
Структура аустенитной стали
12Х18Н10Т в исходном
закаленном состоянии:
светлопольное изображение

100 об. % γ -фазы (аустенита)
(по данным рентгеновского
фазового анализа)

Технологические параметры фрикционной обработки

- форма индентора: **полусферический индентор радиусом 3 мм;**
- материал индентора: **синтетический алмаз;**
- нормальная нагрузка: **$P = 392 \text{ Н};$**
- средняя скорость скольжения индентора: **$V=0,05 \text{ м/с};$**
- смещение индентора на каждый двойной ход **0,1 мм;**
- **кратность фрикционного нагружения индентором: $n=1;$**
- **температура нагружения: $T=(-196^{\circ}\text{C})\dots(+250^{\circ}\text{C}).$**

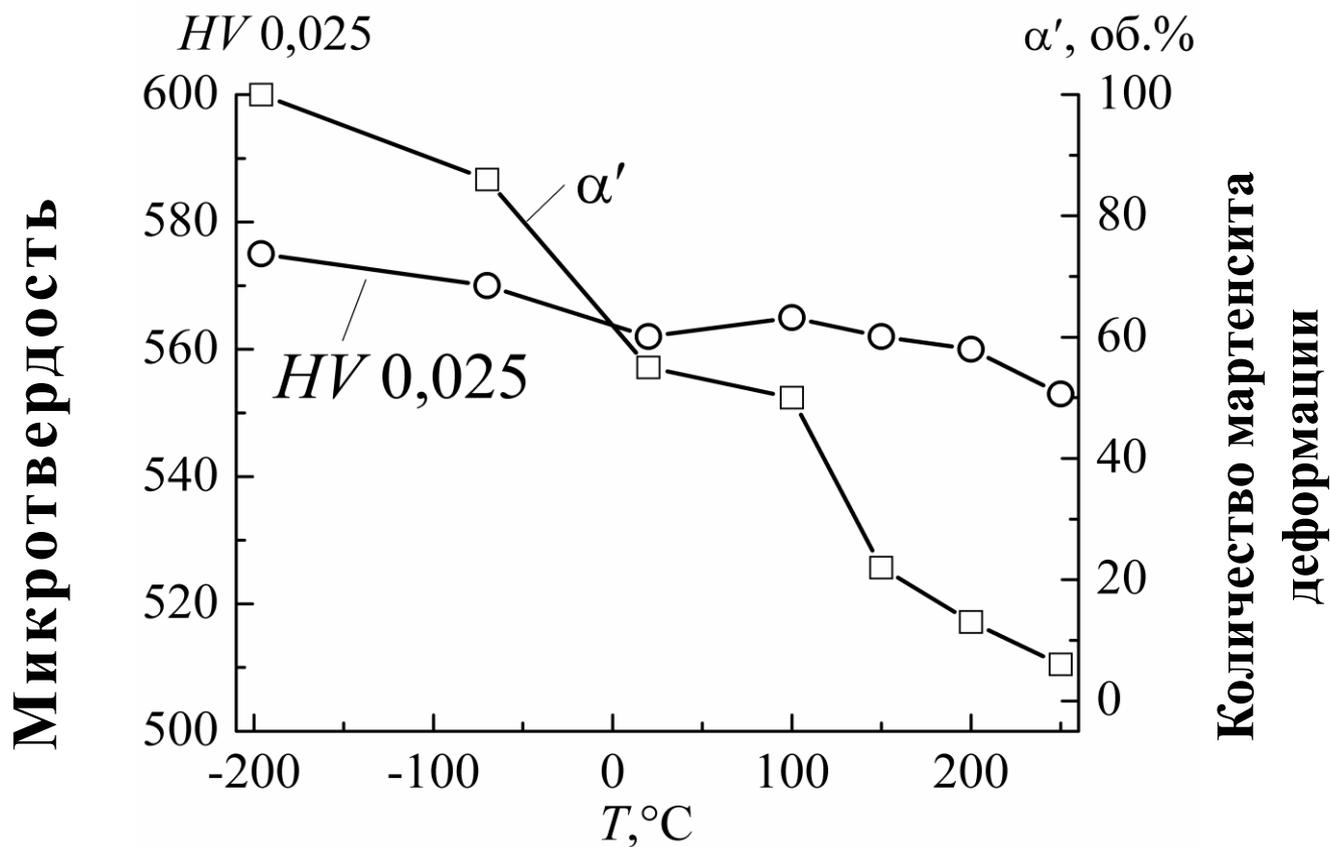
Схема фрикционной обработки



Методика исследований

- **Рентгеноструктурный фазовый анализ** – рентгеновский дифрактометр SHIMADZU XRD-7000 в Cr k_{α} -излучении
- **Электронная просвечивающая микроскопия** – электронный просвечивающий микроскоп (TEM) JEOL JEM-2100
- **Электронная сканирующая микроскопия** – электронный сканирующий микроскоп с вольфрамовым катодом Tescan VEGA II XMU
- **Оптическая профилометрия** – оптический профилометр Wyko NT-1100
- **Измерения микротвердости** – микротвердомер Leica VMHT, нагрузка 0,245 Н.

Влияние температуры фрикционного нагружения на количество мартенсита деформации α' и микротвердость на поверхности стали 12Х18Н10Т

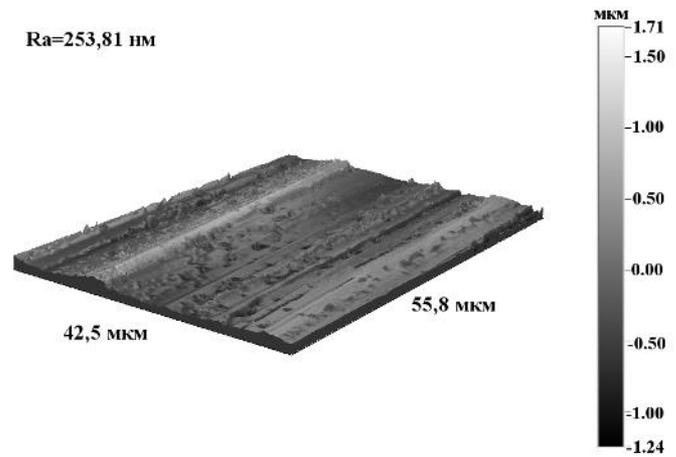
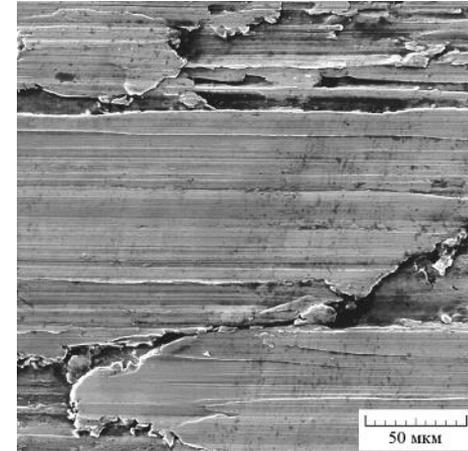


Температура фрикционного нагружения

Влияние температуры фрикционного нагружения на коэффициент трения и среднее арифметическое отклонение профиля Ra поверхности стали 12Х18Н10Т

Нагружение при T=+250 °С

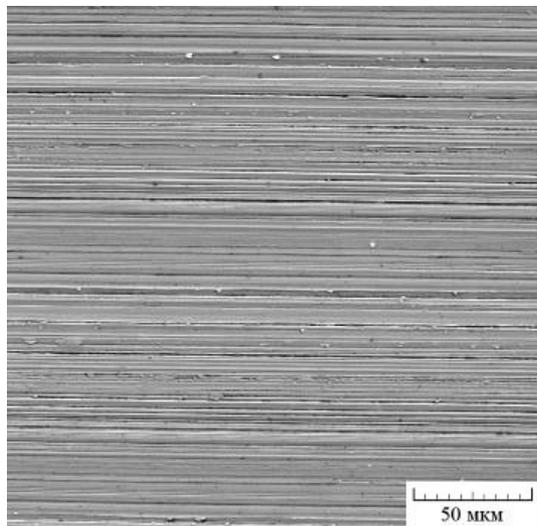
Состояние образца	T нагружения, °С	f	Ra, нм
Исходное состояние	-	-	60
Фрикционная обработка	-196	0,18	110
	-70	0,23	85
	20	0,27	115
	100	0,30	150
	150	0,51*	195
	200	0,53*	230
	250	0,55*	254



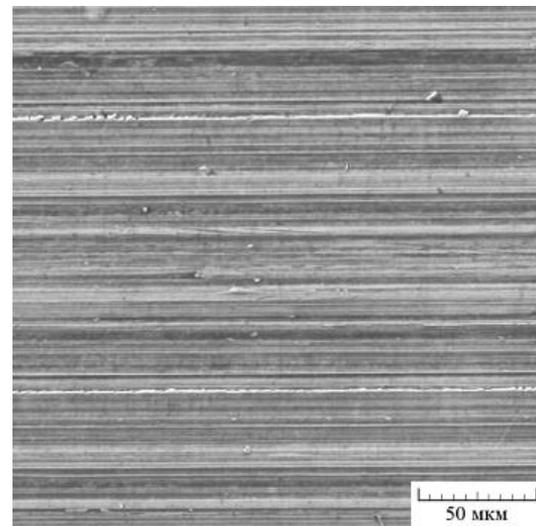
* – адгезионное схватывание

Поверхность стали после фрикционной обработки

Нагружение при $T = +20\text{ }^{\circ}\text{C}$



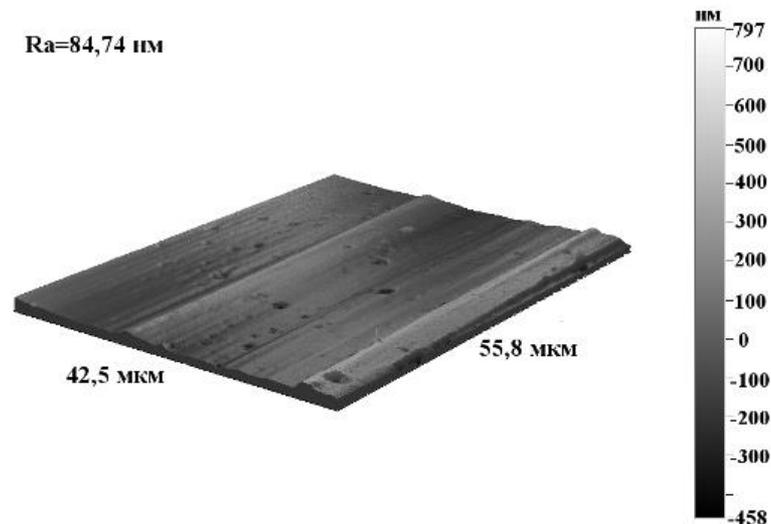
Нагружение при $T = -70\text{ }^{\circ}\text{C}$



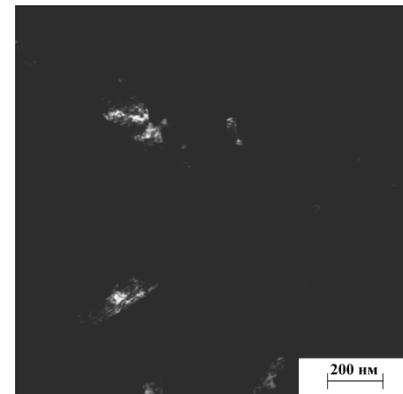
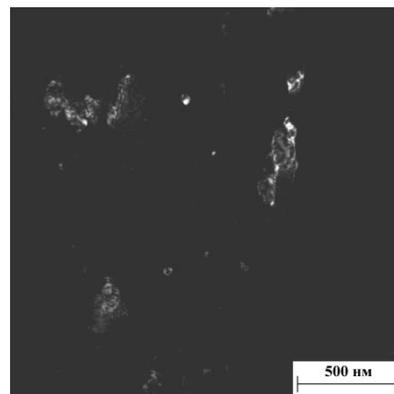
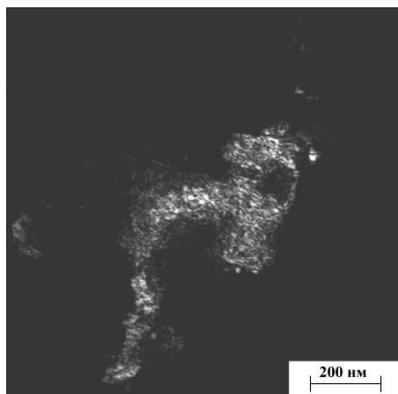
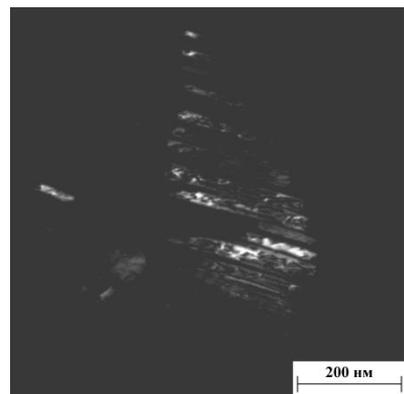
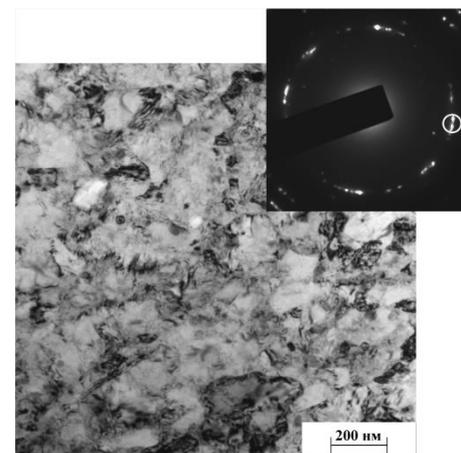
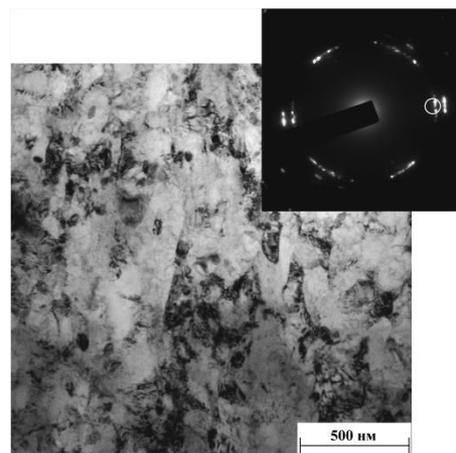
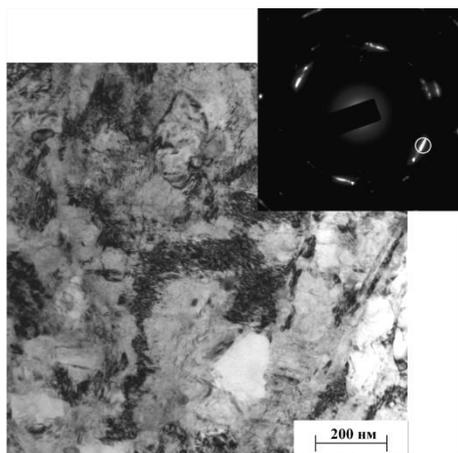
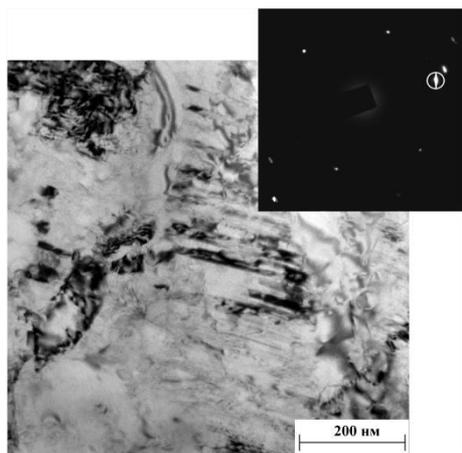
$R_a = 89,82\text{ }\mu\text{m}$



$R_a = 84,74\text{ }\mu\text{m}$



Структура поверхностного слоя образца из аустенитной стали 12Х18Н10Т после фрикционной обработки при температуре нагружения $T=+20\text{ }^{\circ}\text{C}$



т.п. в рефлексе
(111) γ

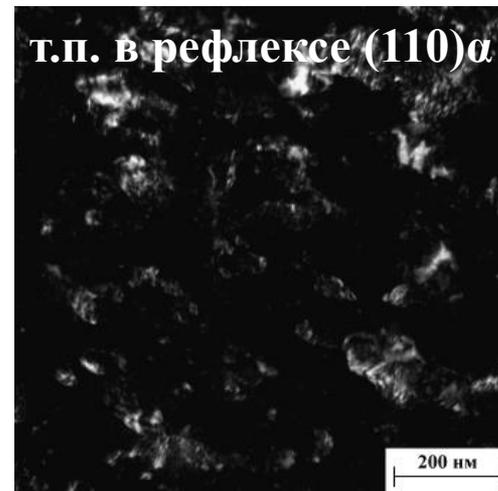
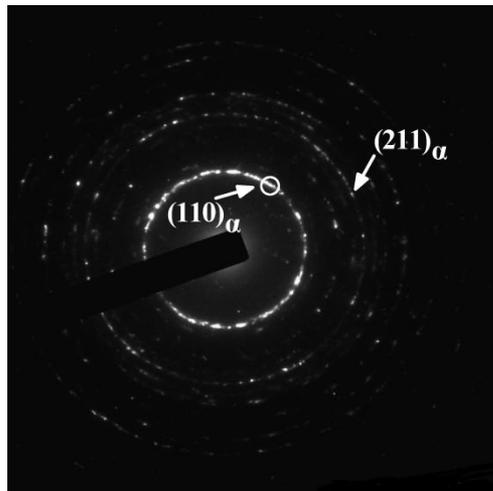
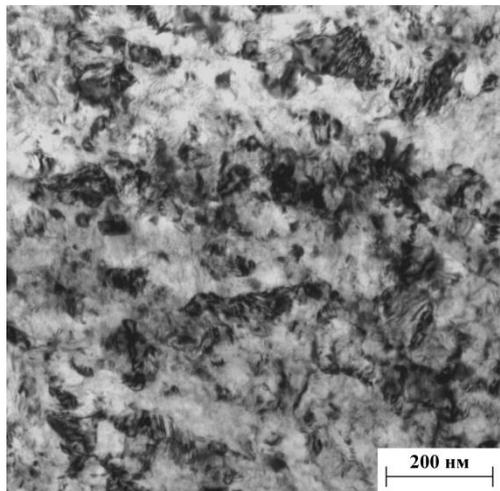
т.п. в рефлексе
(111) γ

т.п. в рефлексе
(111) γ

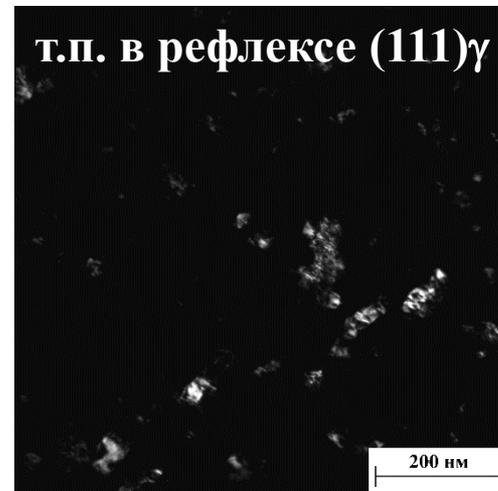
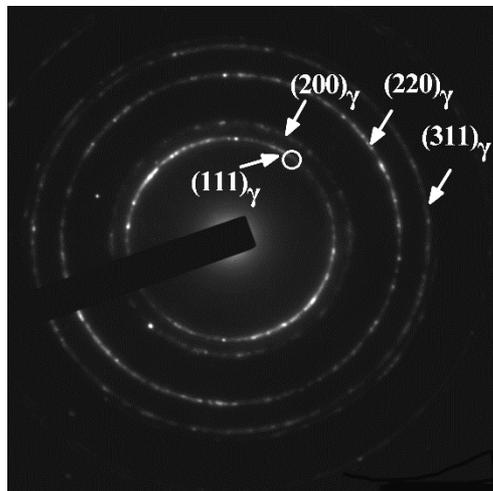
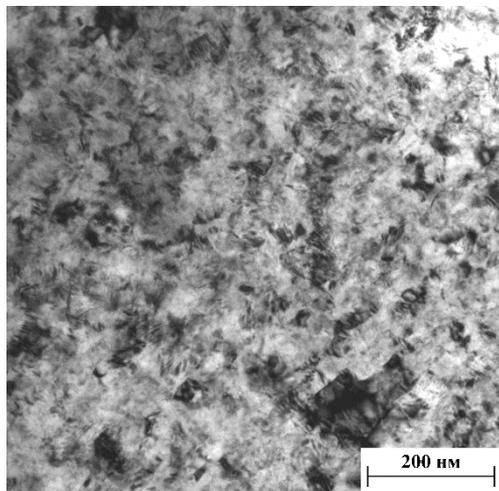
т.п. в рефлексах
(110) α и (111) γ

Субмикро- и нанокристаллические α' и γ структуры в стали 12X18H10T после фрикционной обработки при $T=-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $T=+250\text{ }^{\circ}\text{C}$

Температура фрикционного нагружения $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$



Температура фрикционного нагружения $+250\text{ }^{\circ}\text{C}$



Выводы

- 1. Установлено, что полнота протекания деформационного мартенситного $\gamma \rightarrow \alpha'$ превращения в сильной степени зависит и от температуры фрикционного нагружения. Однако в диапазоне температур от -196 до $+250$ °C достигаются близкие уровни деформационного упрочнения стали $555-575 HV 0,025$.**
- 2. Показано, что фрикционная обработка при комнатной и отрицательных температурах обеспечивают формирование качественной поверхности стали 12X18H10T с низкими значениями параметра шероховатости $Ra=85-110$ нм. При повышенных температурах фрикционной обработки ($150-250$ °C) значения параметра шероховатости поверхности Ra возрастают до 255 нм, в связи с развитием на обрабатываемой поверхности аустенитной стали локальных процессов схватывания.**
- 3. При комнатной температуре фрикционного нагружения в аустенитной структуре поверхностного слоя развиваются процессы механического двойникования, формирования ячеистых и полосовых дислокационных структур, предшествующие появлению высокодисперсных кристаллитов аустенита и мартенсита деформации.**
- 4. После проведения фрикционной обработки при температуре нагружения -196 °C, в поверхностном слое стали установлено формирование фрагментированных субмикроструктурных и нанокристаллических структур α' -мартенсита деформации. Фрикционная обработка при температуре нагружения $+250$ °C приводит к формированию фрагментированных аустенитных структур субмикро- и нанокристаллических размеров.**

БЛАГОДАРЮ
ЗА
ВНИМАНИЕ!