

ТЕМПЕРАТУРНО-СКОРОСТНЫЕ ЗАВИСИМОСТИ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СТАЛИ ЭК-181 (RUSFER-EK-181)

А.В. Павленко, С.Н. Малюгина, А.С. Майорова,
С.С. Мокрушин, Д.Н. Казаков, С.Ю. Филатов

Российский Федеральный Ядерный Центр – Всероссийский Научно-исследовательский Институт
Технической Физики им. академика Забабахина, Снежинск, Россия

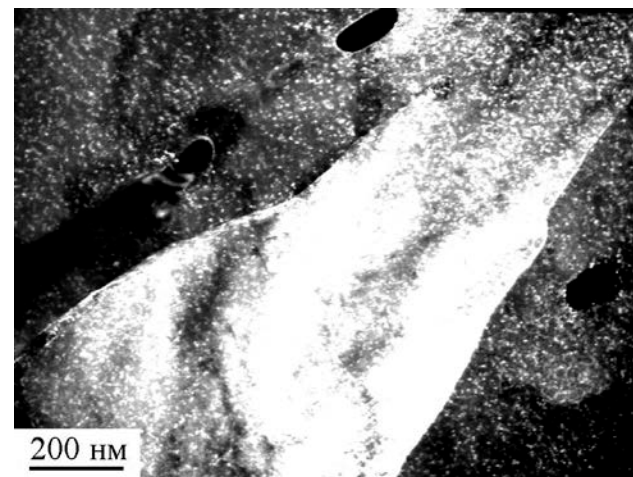
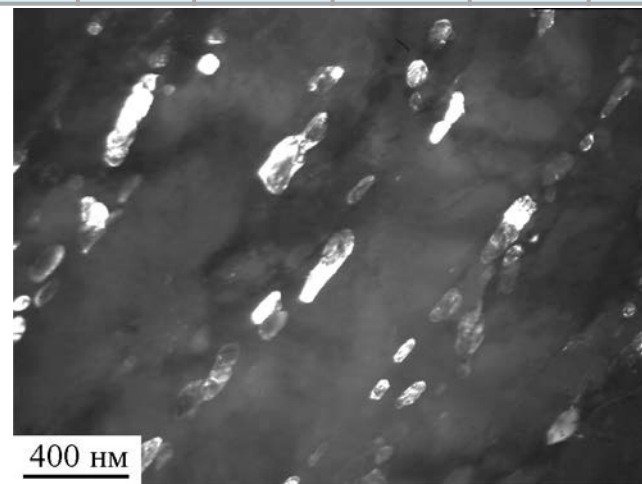
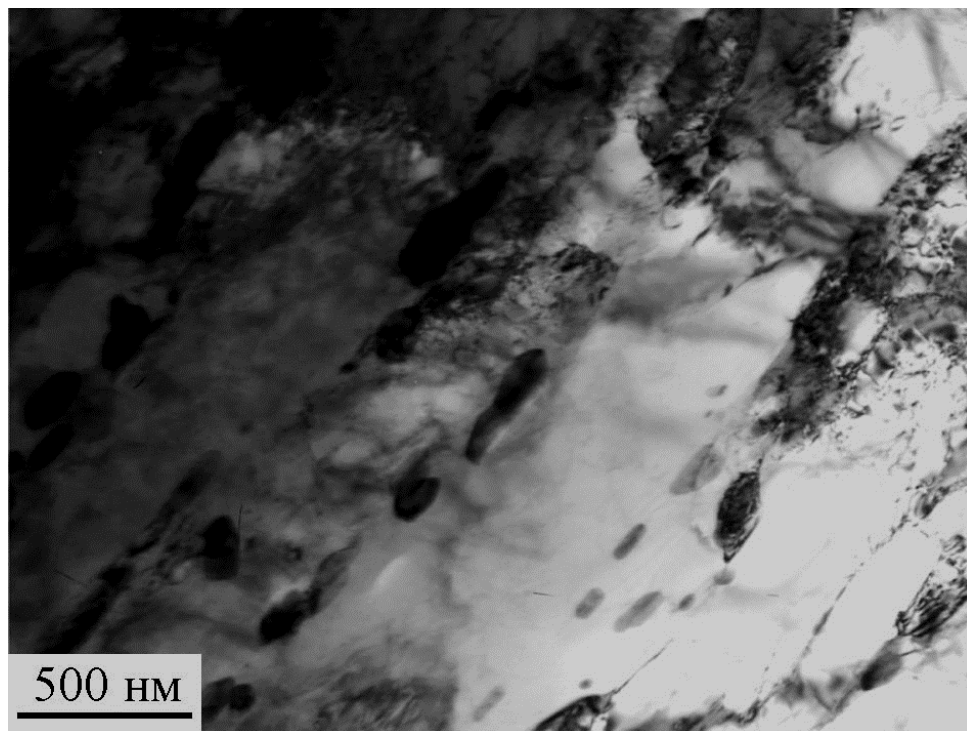
Государственный контракт Госкорпорации «Росатом» № Н.4х241.9Б.17.1013

Снежинск-2019

Сталь ЭК-181 (RUSFER-EK-181; 16X12B2TaP)

C	Cr	Mn	Mo	Nb	V	W	Ni	N	Si	Ta	Ce	Zr	B
0,15	11,17	0,74	0,01	0,01	0,25	1,13	0,03	0,043	0,33	0,08	0,15	0,05	0,006

Структура стали

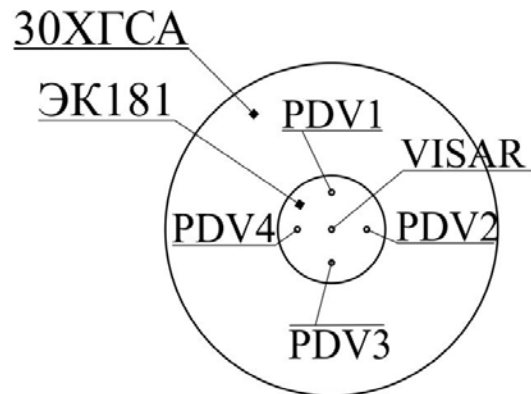
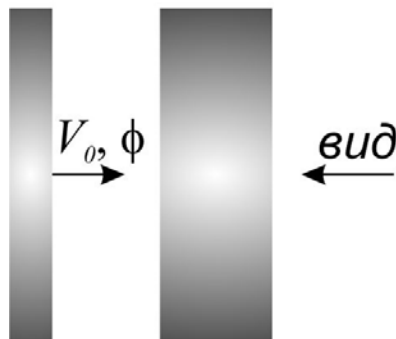


темнопольные изображения карбидов →

Экспериментальная аппаратура, схема эксперимента



- Скорость ударника – ЭКД
 V_0 - 0,2 %
- Регистрация движения поверхности:
 $W(t)$ VISAR - 1,4.. 0,5 % (1,4.. 2,2 нс)
 $W(t)$ PDV - 1,2.. 0,7 %
- Диапазон скоростей соударения:
I серия - 0,45 км/с; II серия - 0,95 км/с
- Диапазон температур:
-147...674 °C



$$\rho(30\text{ХГСА}) = 7,87 \text{ г/см}^3$$

$$\rho(\text{ЭК181}) = 7,86 \text{ г/см}^3$$

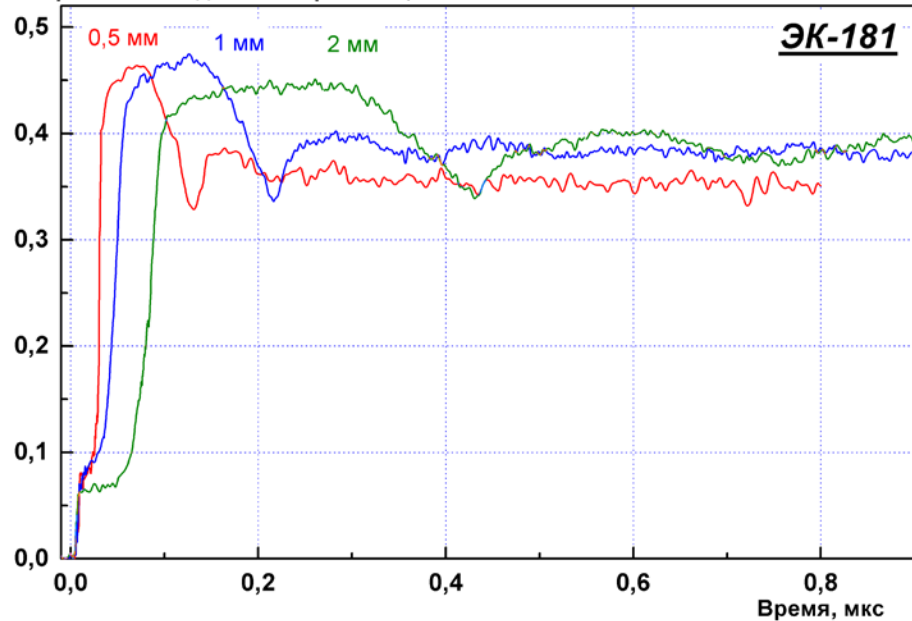
$$c_0(30\text{ХГСА}) = 4630 \text{ м/с}$$

$$c_0(\text{ЭК181}) = 4750 \text{ м/с}$$

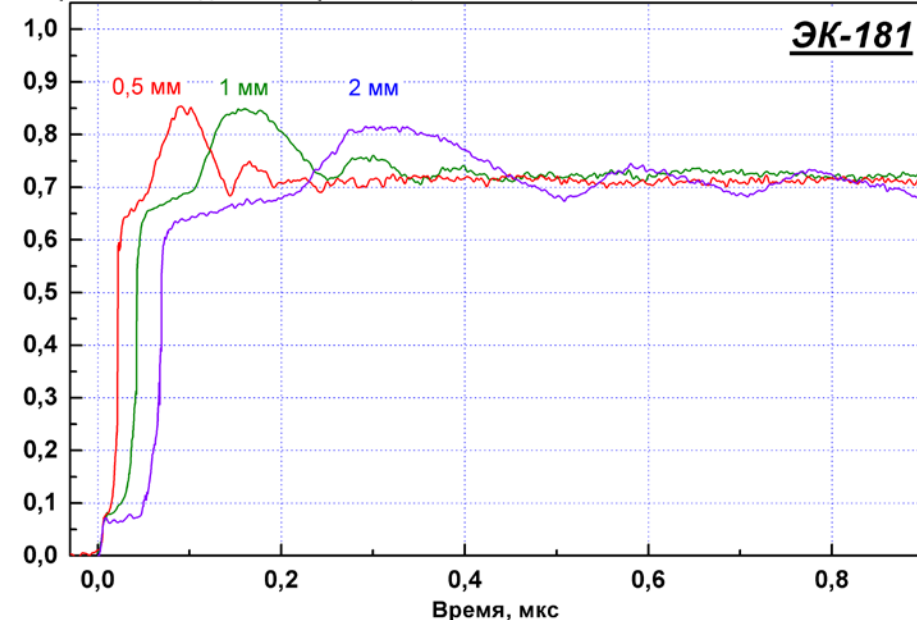
- Образцы:
0,5; 1; 2; 4; 6; 8

Экспериментальные результаты

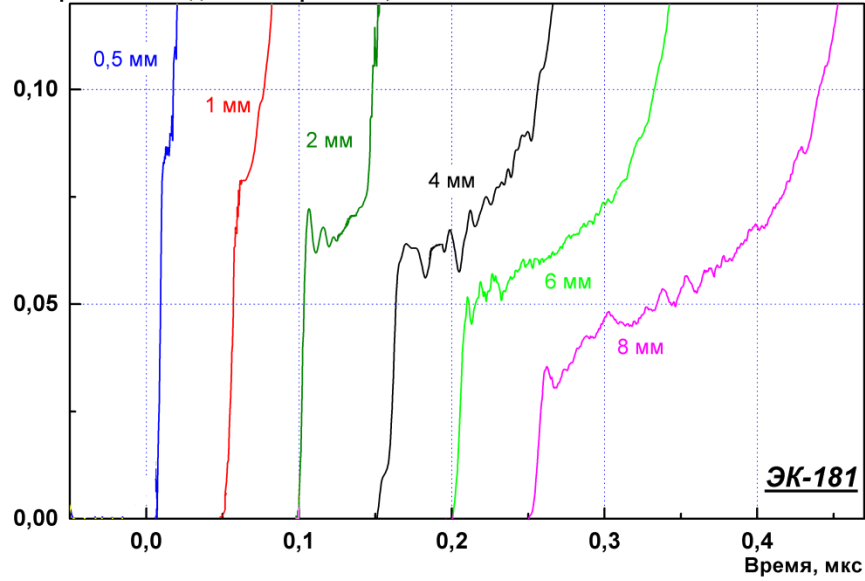
Скорость свободной поверхности, км/с



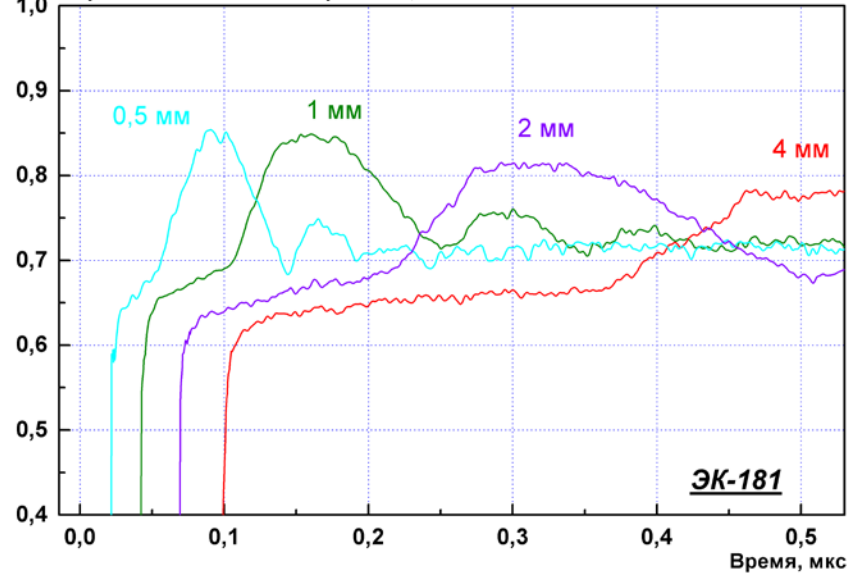
Скорость свободной поверхности, км/с



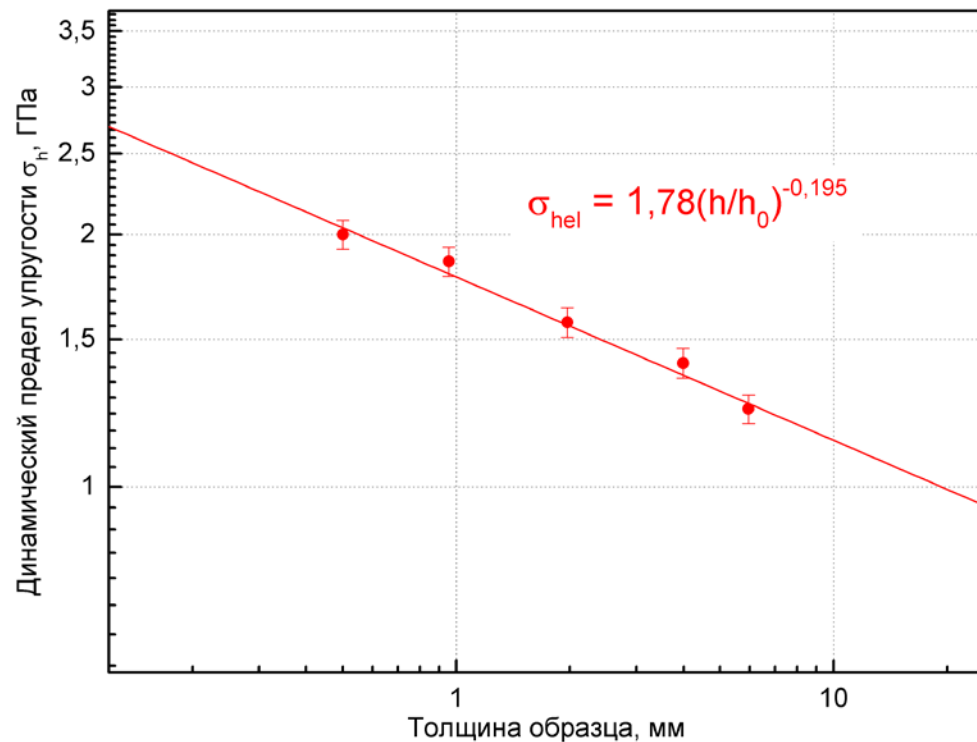
Скорость свободной поверхности, км/с



Скорость свободной поверхности, км/с



Экспериментальные результаты



Динамический предел упругости

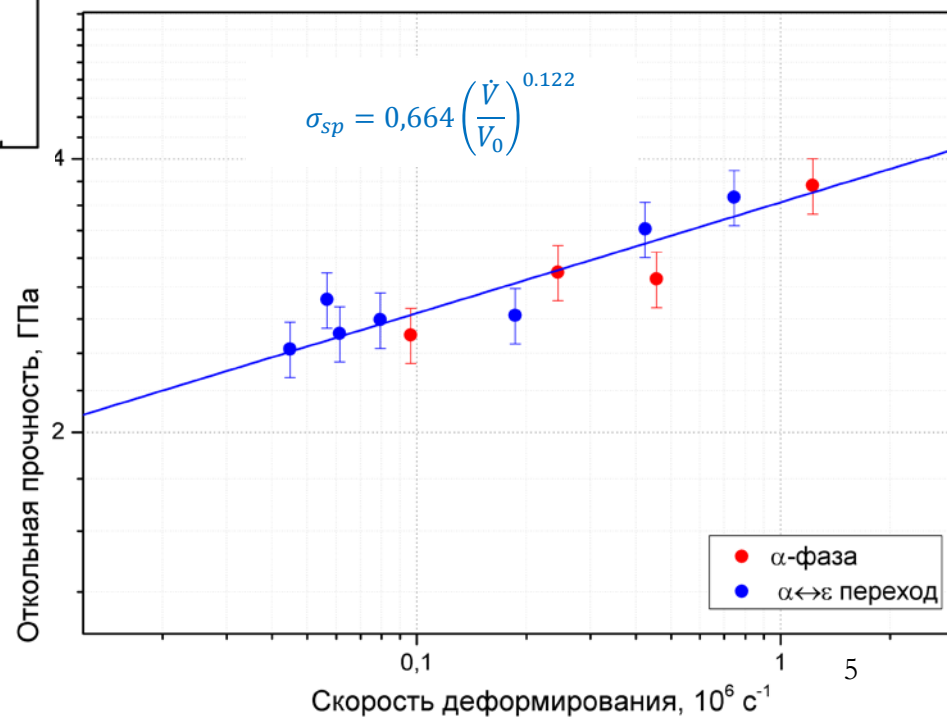
$$\sigma_h = \rho_0 c_l W_h / 2$$

Откольная прочность

$$\sigma_{sp} = \rho_0 c_0 (\Delta W + \delta) / 2$$

c_0 – объёмная скорость звука;

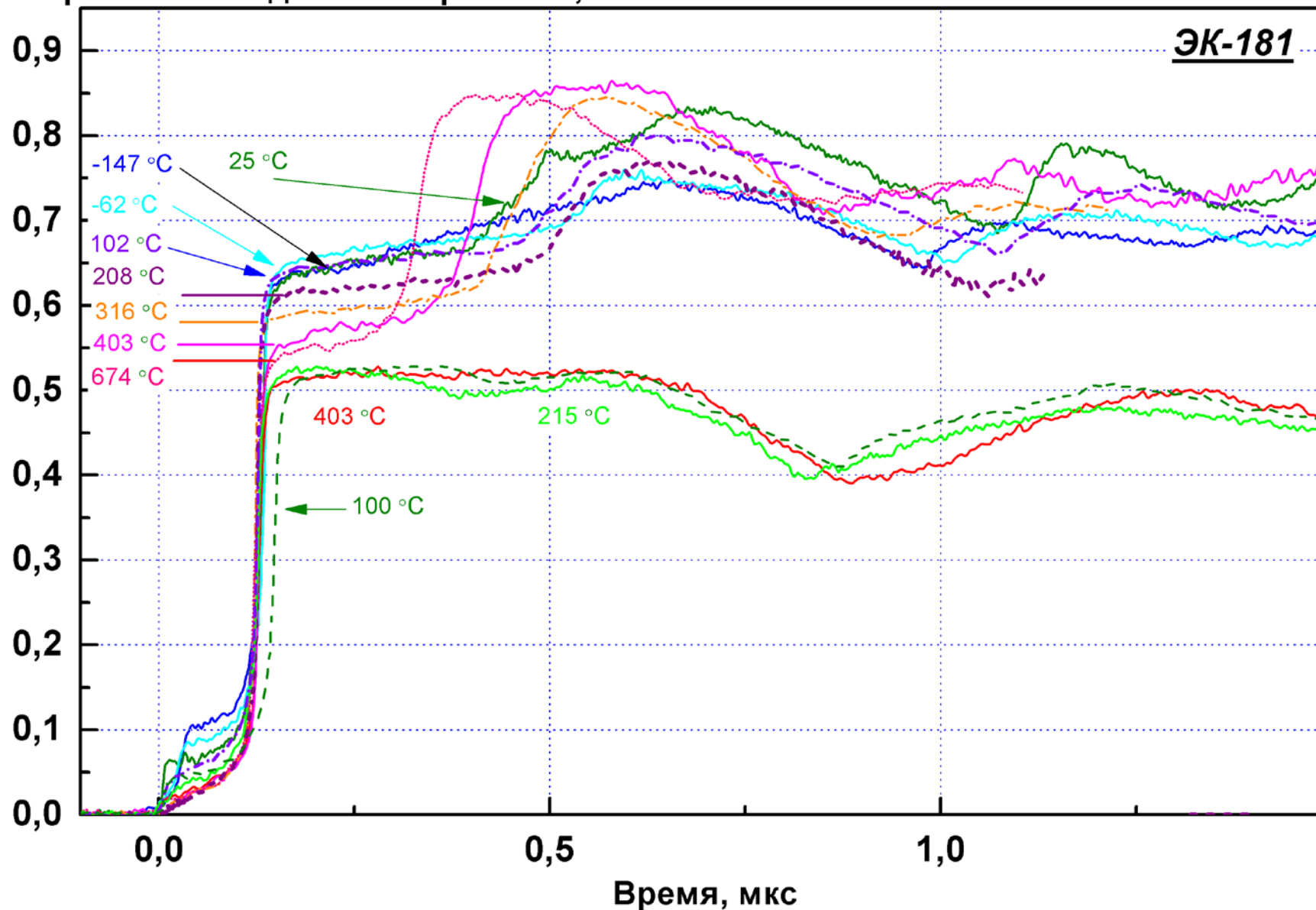
$$\Delta W = W_{max} - W_{min}$$



Экспериментальные результаты

$T = (-147 \dots 674)^\circ\text{C}$

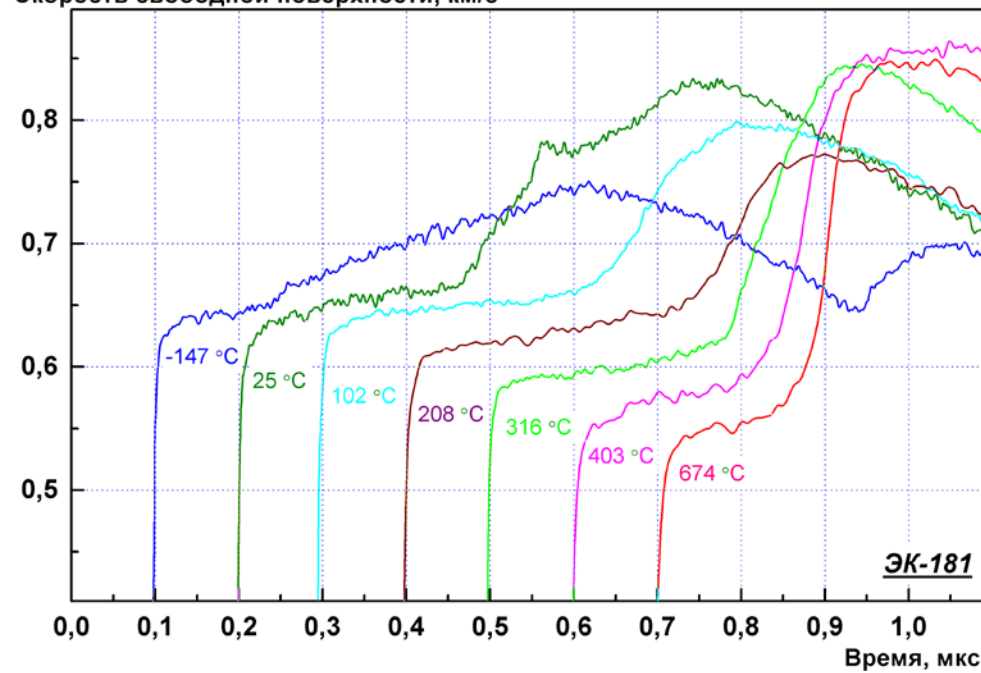
Скорость свободной поверхности, км/с



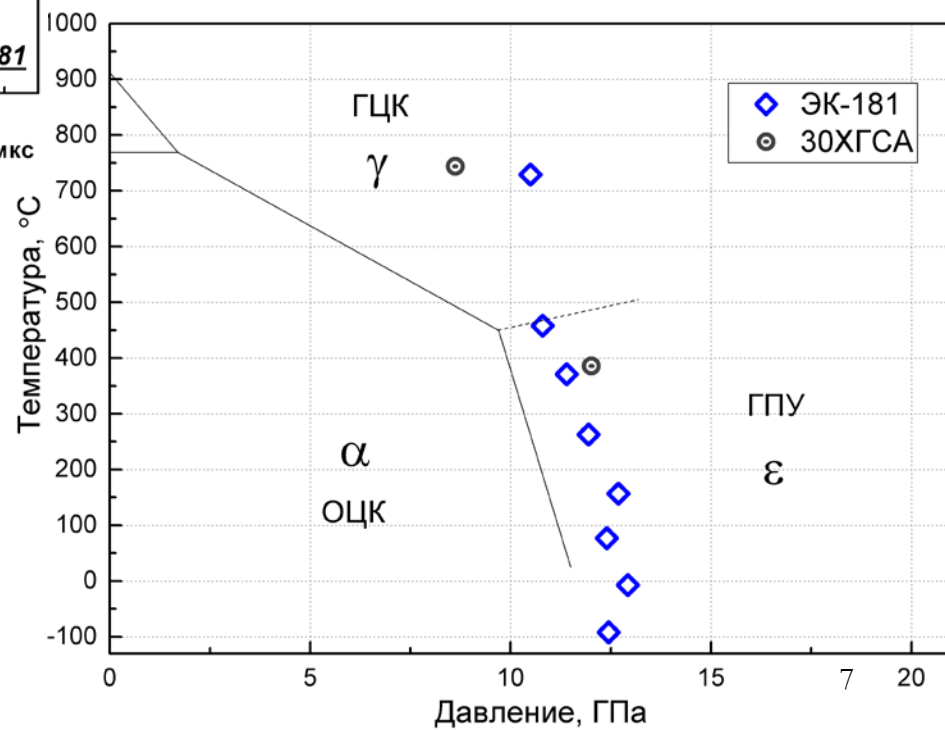
Экспериментальные результаты

$T = (-147...674) ^\circ\text{C}$

Скорость свободной поверхности, км/с

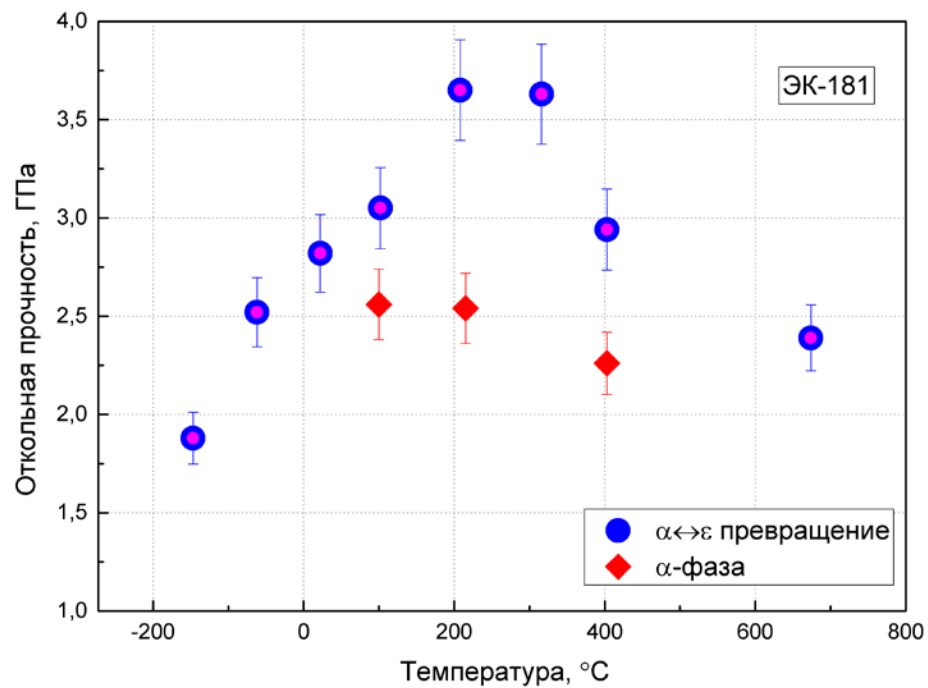
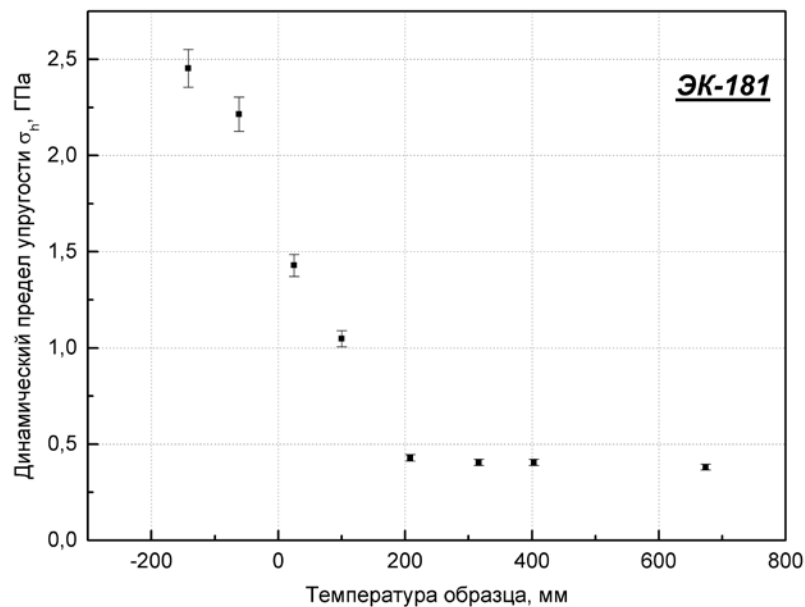
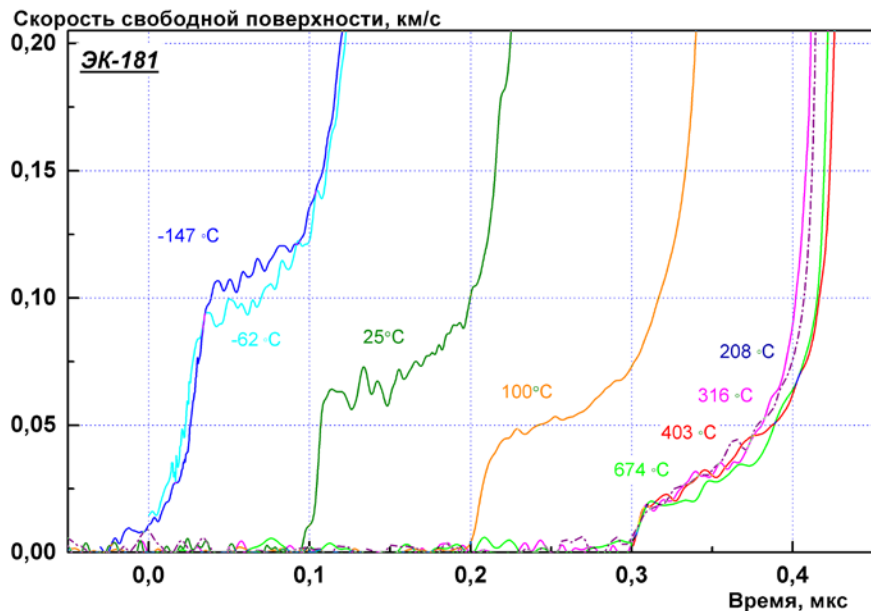


$$D(u) = 4,71 + 1,331 \cdot u.$$



Экспериментальные результаты

$T = (-147...674) ^\circ\text{C}$



- Проведены исследования динамических свойств перспективной малоактивируемой реакторной стали ЭК-181 (ЕК-181, RUSFER-EK181) в диапазоне скоростей деформирования от $0,3 \cdot 10^5$ до $1,3 \cdot 10^6$ с⁻¹. Материал исследовали при нормальной пониженных и повышенных температурах (минус 147...674 °С).
- Определены значения откольной прочности. Установлен немонотонный характер изменения откольной прочности стали ЭК-181, причем максимальные значения откольной прочности достигаются в диапазоне температур от 200 до 300 °С. Установлен факт повышения откольной прочности в материале вследствие протекавших $\alpha \leftrightarrow \epsilon$ фазовых превращений.
- Определены закономерности релаксации динамического предела упругости по мере распространения волн в материале, а также зависимость его от температуры. Динамический предел упругости в диапазоне температур от минус 147 до 208 °С монотонно снижается с 2,4 до 0,4 ГПа и остается на уровне 0,4...0,3 ГПа при дальнейшем повышении температуры до 674 °С. Эти экспериментальные данные для малоактивируемой реакторной стали получены впервые.