



Международная научно-практическая конференция

**«Материаловедение, формообразующие  
технологии и оборудование 2022»**

(ICMSSTE 2022)

# **Влияние деформационно-термической обработки на структуру и свойства высокоэнтропийного сплава $\text{Fe}_{40}\text{Mn}_{40}\text{Co}_{10}\text{Cr}_{10}$ легированного азотом**

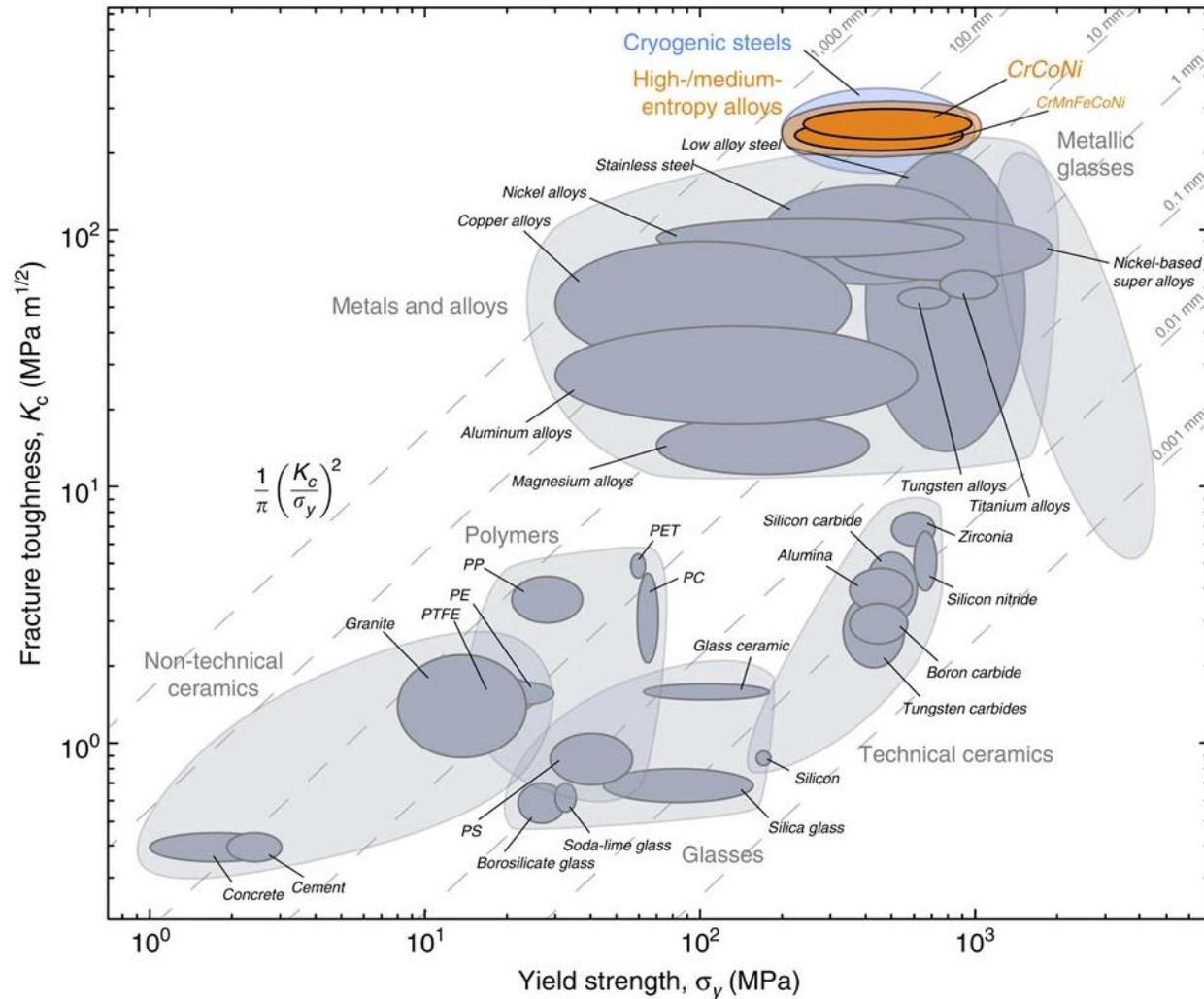
Семенюк А. О.\* , Поволяева Е. А., Салищев Г. А., Жеребцов С. В., Степанов Н. Д.



Белгородский государственный  
национальный исследовательский  
университет (НИУ «БелГУ»)

\*Email: [semenyuk@bsu.edu.ru](mailto:semenyuk@bsu.edu.ru)

# Актуальность

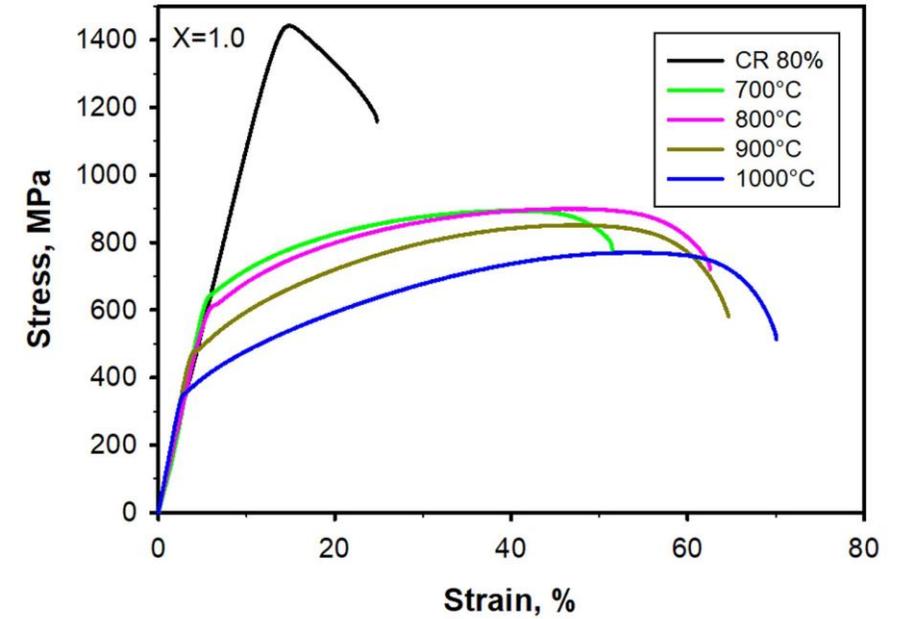
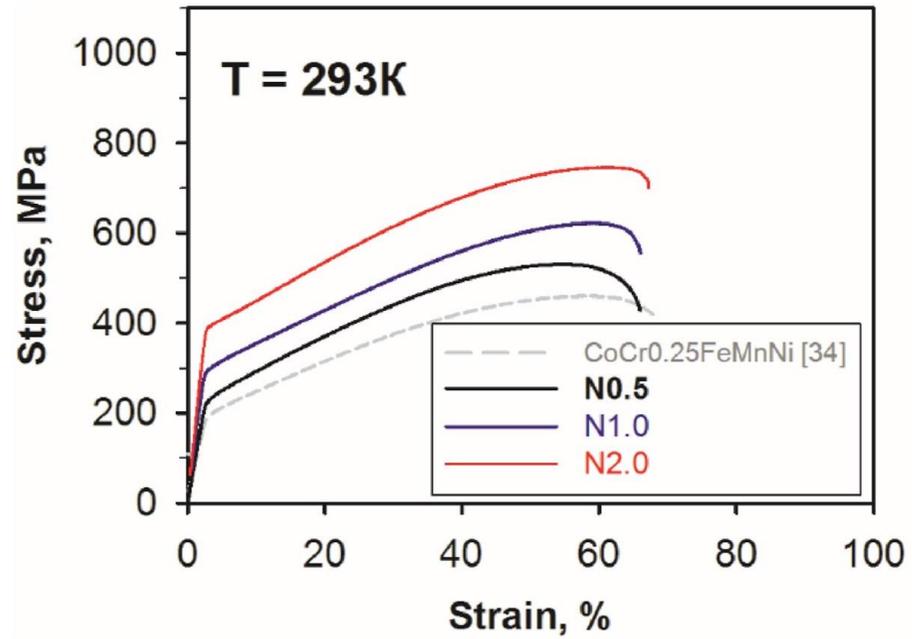


Gludovatz B. DOI: 10.1038/ncomms10602

**CoCrFeMnNi демонстрирует:**

- + высокую пластичность;
- + ударную вязкость;
- + вязкость разрушения при комнатной и криогенных температурах;
- низкую прочность

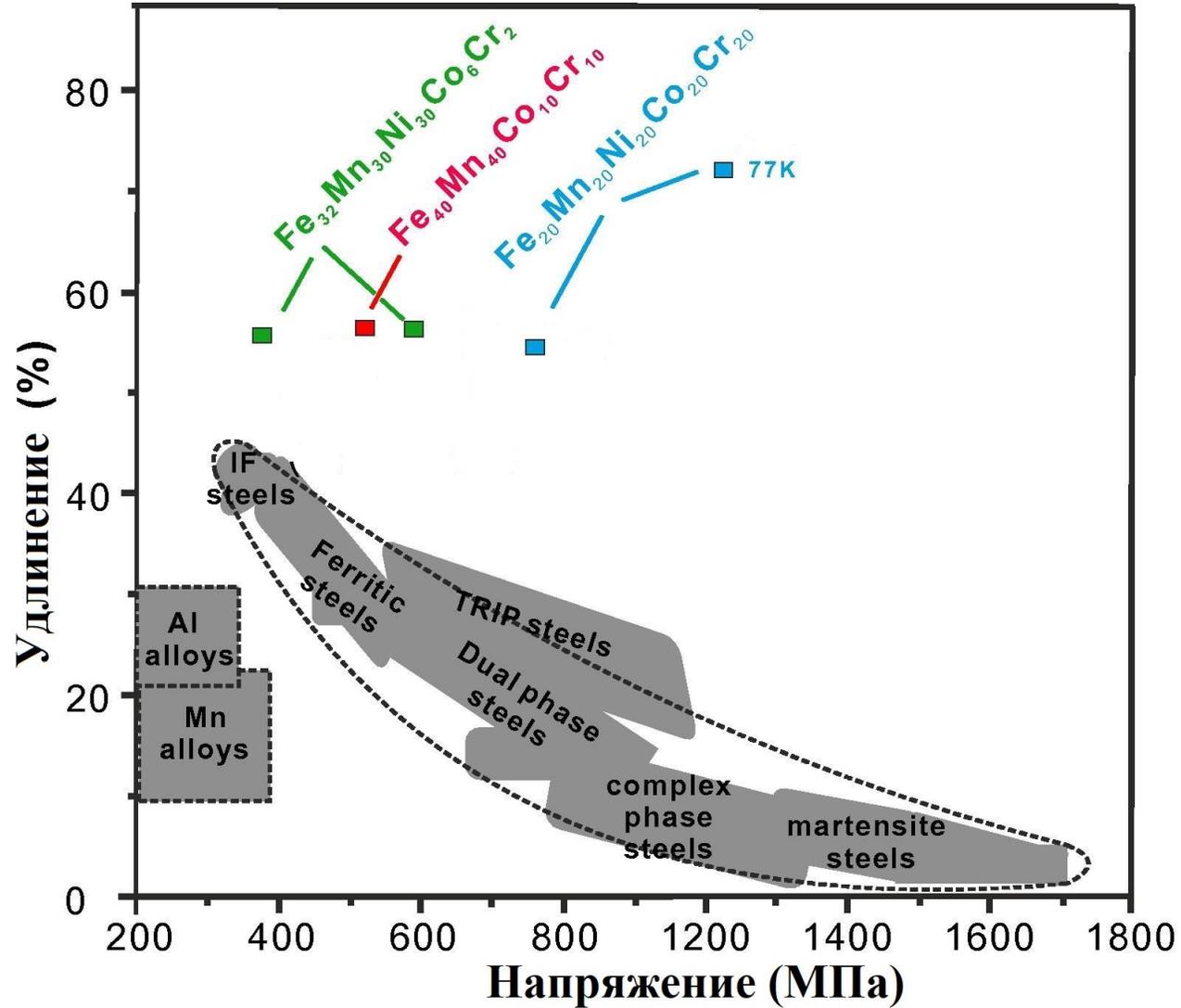
# Актуальность



M.Klimova DOI: 10.1016/j.jallcom.2020.156633

A.Semenyuk DOI: 10.1016/j.jallcom.2021.161452

# Актуальность



Сплав  $\text{Fe}_{40}\text{Mn}_{40}\text{Cr}_{10}\text{Co}_{10}$   
по своим свойствам  
превосходит эквивалентные  
композиции, экономически  
более выгоден

Deng DOI: 10.1016/j.actamat.2015.04.014

# Материал и методики

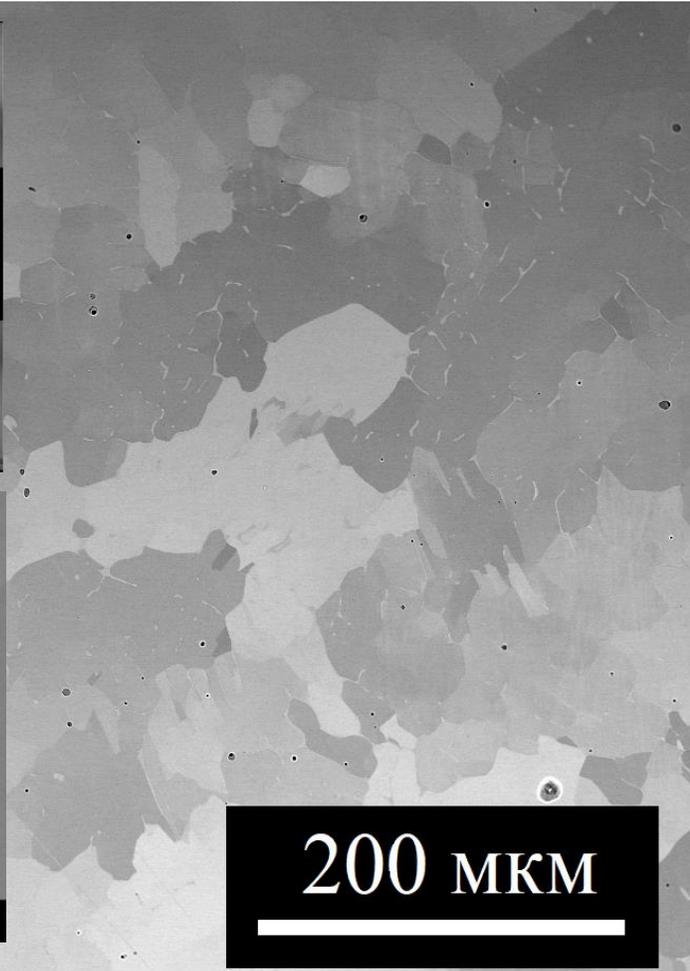
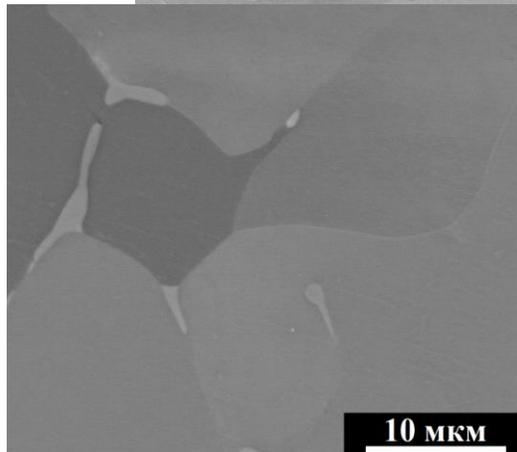
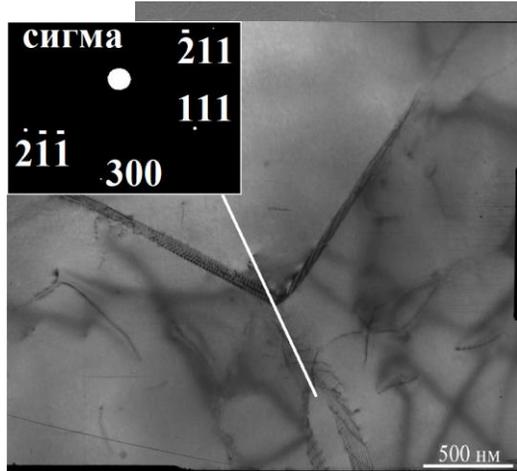
Сплав  $\text{Fe}_{40-x}\text{Mn}_{40}\text{Co}_{10}\text{Cr}_{10}\text{N}_x$  ( $x = 0; 1,0$ ) получен методом вакуумной индукционной плавки

Сплав	Концентрация элементов, вес .%				
	Co	Cr	Fe	Mn	N
<b>N0</b>	10.64	9.38	40.32	39.66	-
<b>N1</b>	10.71	9.46	39.61	39.96	0.26

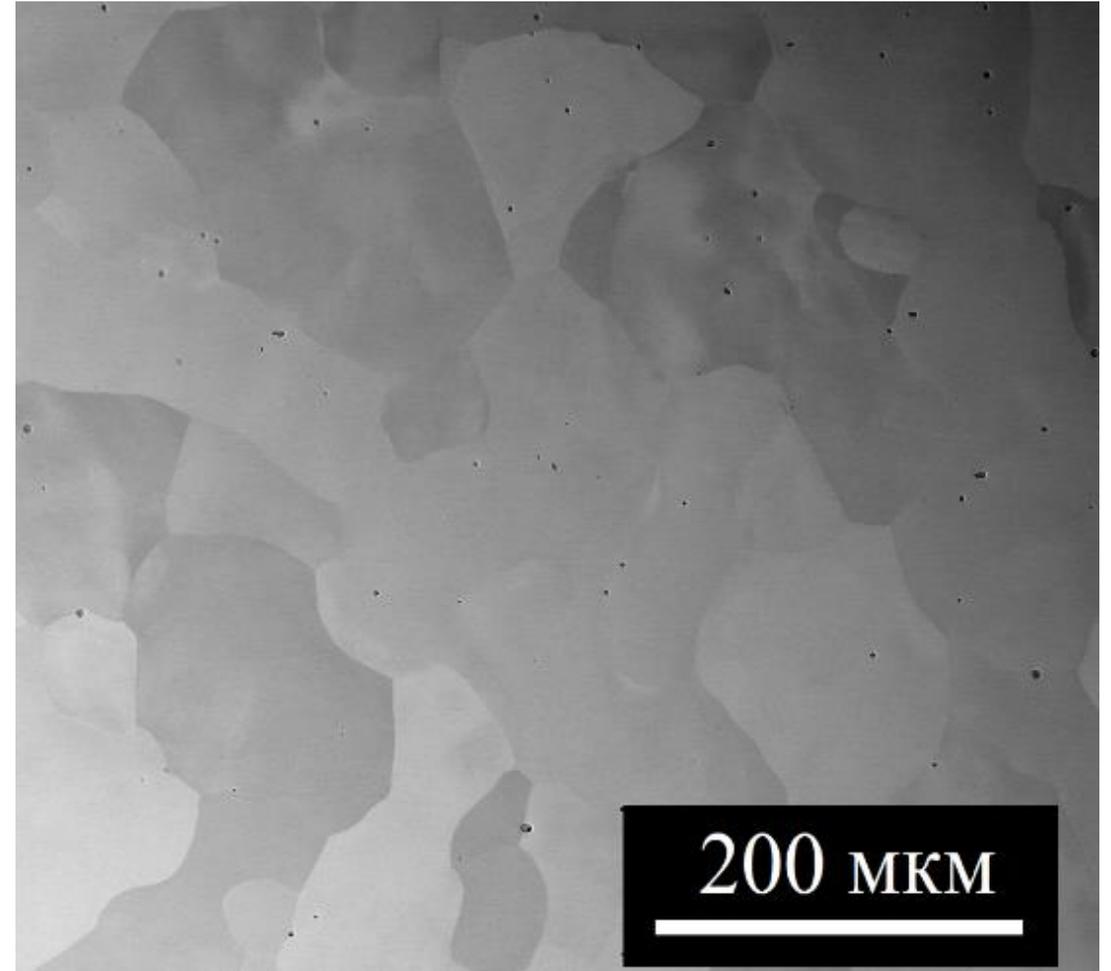
Механические испытания - Instron 5882;

Исследования микроструктуры - Quanta 600 FEG и JEOL JEM-2100.

# Структура сплавов в литом состоянии

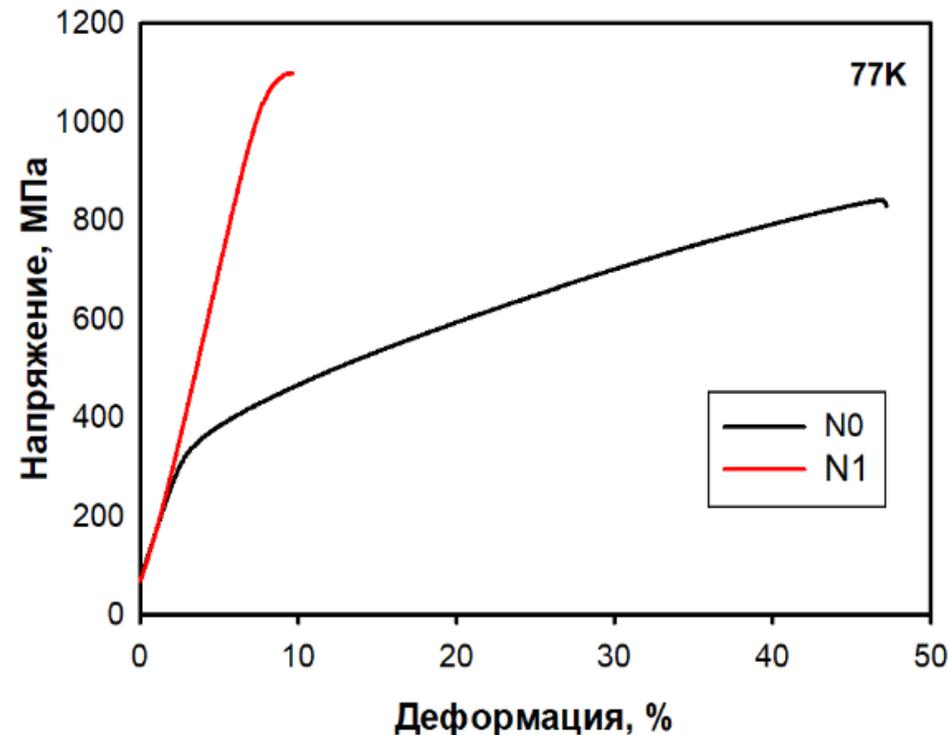
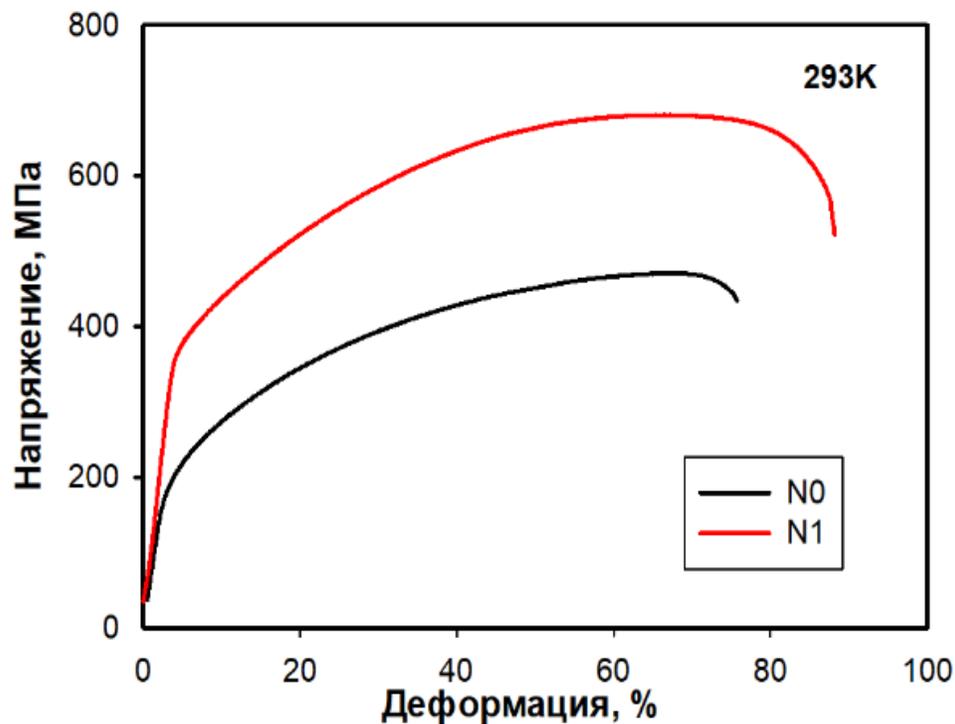


**N0**



**N1**

# Механические свойства сплавов в литом состоянии

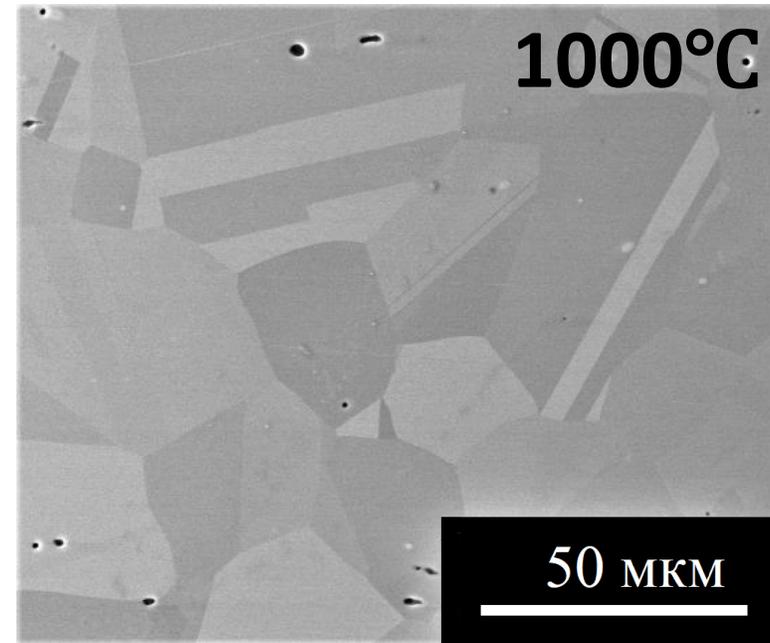
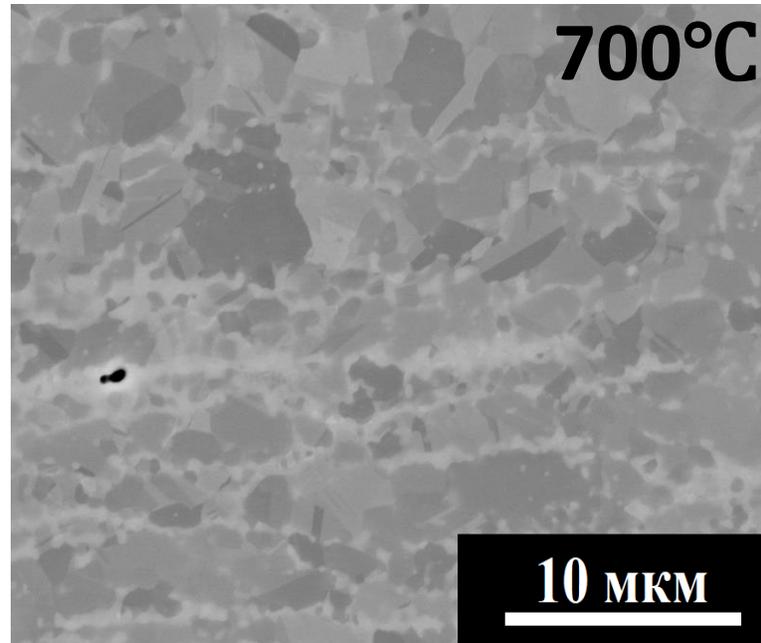


**ДТО**

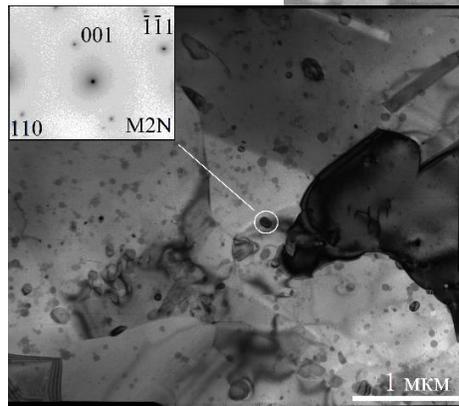
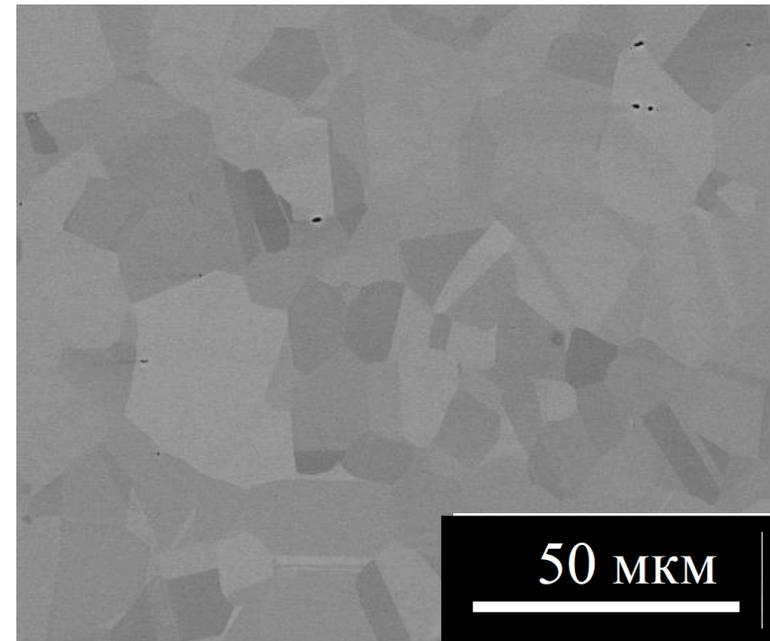
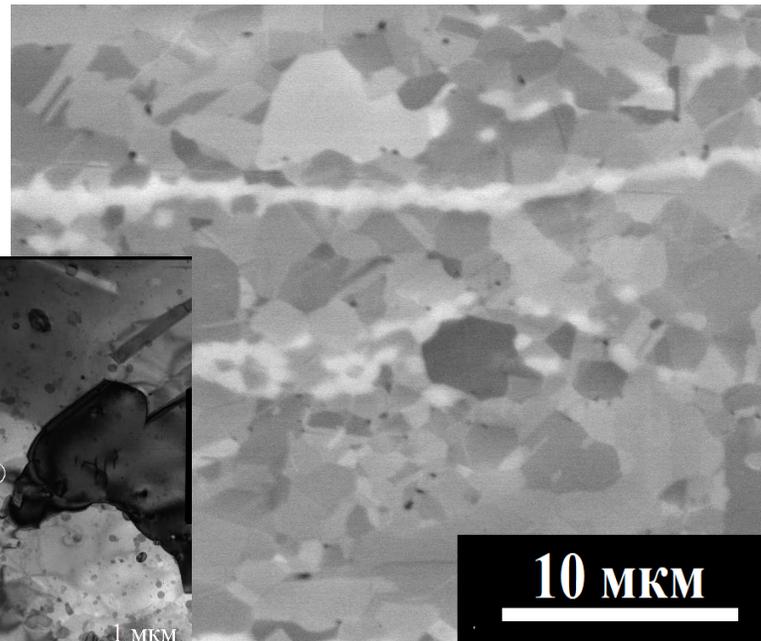
Прокатка 80% + отжиг в интервале температур 700-1000°C

# Структура сплавов после ДТО

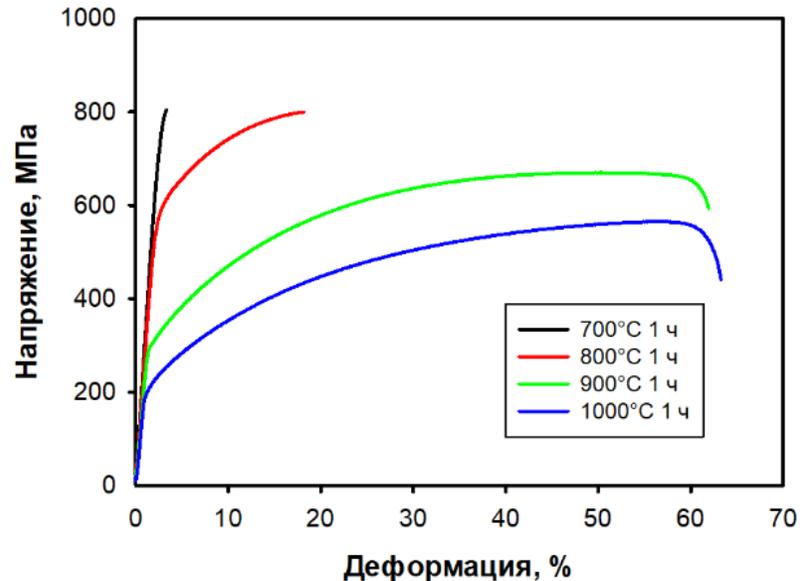
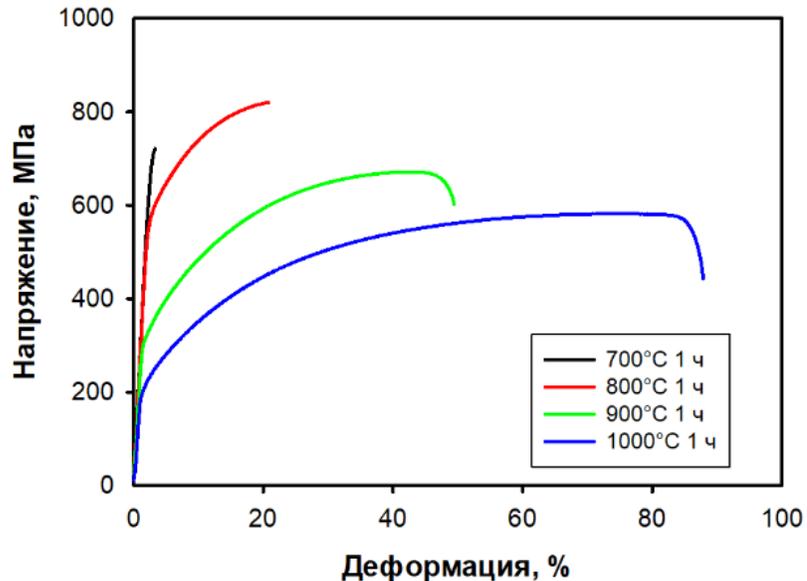
**N0**



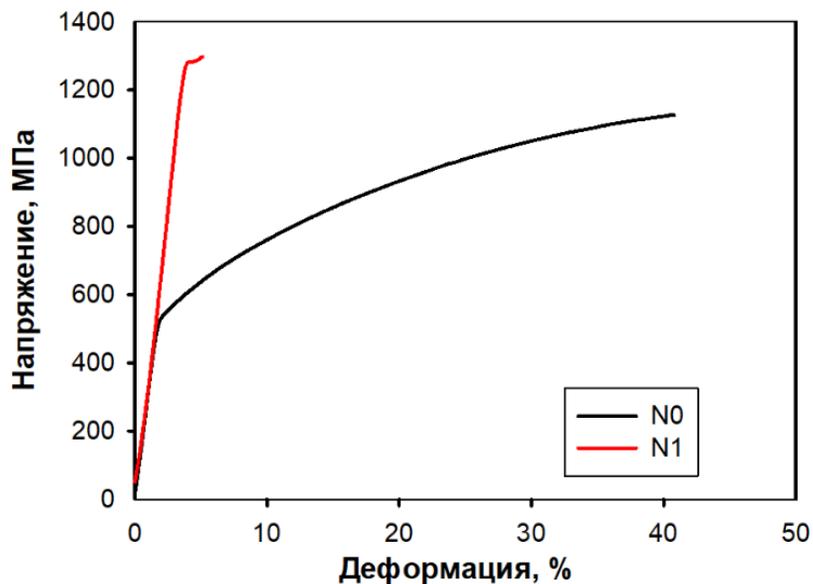
**N1**



# Механические свойства сплавов после ДТО



После отжига при T=900°C



	$\sigma_{0,2}$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta$ , %
N0			
293K	305	672	47
77K	523	1127	38
N1			
293K	295	670	59
77K	1269	1289	1,5

# Выводы

После литья сплав N0 имел двухфазную структуру: ГЦК и сигма фазы. В сплаве N1 однофазная ГЦК структура. Добавка азота обеспечивает повышение как прочности, так и пластичности при комнатной температуре. Снижение температуры испытания приводит к повышению прочности в обоих сплавах, росту пластичности в сплаве без азота и охрупчиванию сплава с азотом.

ДТО приводит к выделению сигма фазы в сплаве N0 на всем интервале отжига. В легированном азотом сплаве при отжиге при температуре 700°C выделяются сигма фаза и нитриды. При более высоких температурах отжига сплавы N1 имеют однофазную ГЦК структуру. Прочность сплавов при комнатной температуре снижается, а пластичность увеличивается при повышении температуры отжига. При этом добавка азота не оказывает заметного влияния на свойства. При криогенной температуре сплав N1 после прокатки и отжига при 900°C разрушался хрупко, тогда как сплав N0 имел одновременно высокую прочность и пластичность.

# Спасибо за внимание!

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ (Соглашение № 18-19-00003) с использованием оборудования Центра коллективного пользования "Технологии и Материалы НИУ "БелГУ"*

**Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85,**  
ФГАОУ ВО «Белгородский государственный  
национальный исследовательский университет»  
т. (4722) 30-12-11, ф. (4722) 30-10-12

[semenyuk@bsu.edu.ru](mailto:semenyuk@bsu.edu.ru)

