

ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА МЕТАЛЛА ТРУБ

Сыромятникова А. С., Трифионов Н. В., Гуляева Е. М.

*Институт физико-технических проблем Севера им. В.П. Ларионова СО РАН,
г. Якутск, Россия,
sas@iptpn.ysn.ru*

В работе проведены исследования структуры и механических свойств трубопроводной стали (ВСтЗсп) после 30 лет эксплуатации в составе магистрального газопровода Мастах-Берге-Якутск (труба 2) и сравнение результатов с характеристиками металла трубы из той же партии, но хранившейся в полевых условиях (труба 1).

Стандартные механические свойства стали после длительной эксплуатации не претерпевают заметных изменений (таблица).

Таблица. Механические свойства ВСтЗсп

	σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ , %	σ_T / σ_B
Металл трубы 1	444	314	33,28	0,7
Металл трубы 2	460	327	32,02	

Ударная вязкость металла трубы 2 при температуре испытания $-30\text{ }^\circ\text{C}$ понижается в 2, при $-50\text{ }^\circ\text{C}$ - в 3 раза по сравнению с металлом трубы 1; при комнатной температуре изменения ударной вязкости не наблюдается (рис. 1).

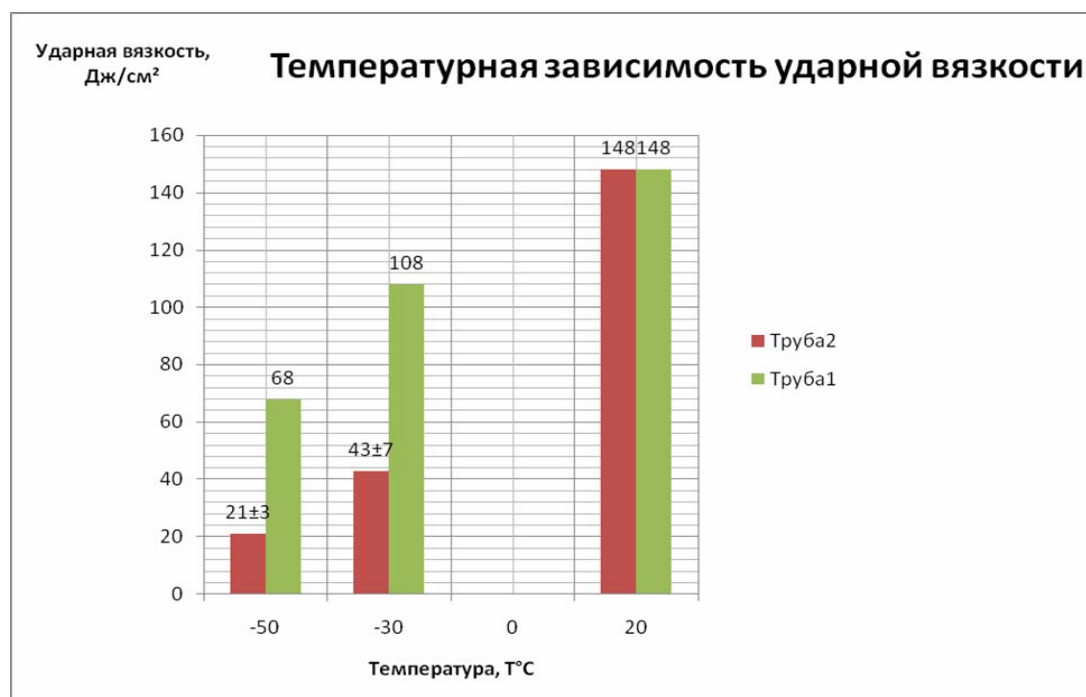


Рис. 1. Температурная зависимость ударной вязкости стали ВСтЗсп до и после длительной эксплуатации

Температура вязко-хрупкого перехода металла трубы 2 повышается на 15°C по сравнению с этим значением для металла трубы 1 и составляет - 12°C для трубы после длительной эксплуатации (рис. 2).

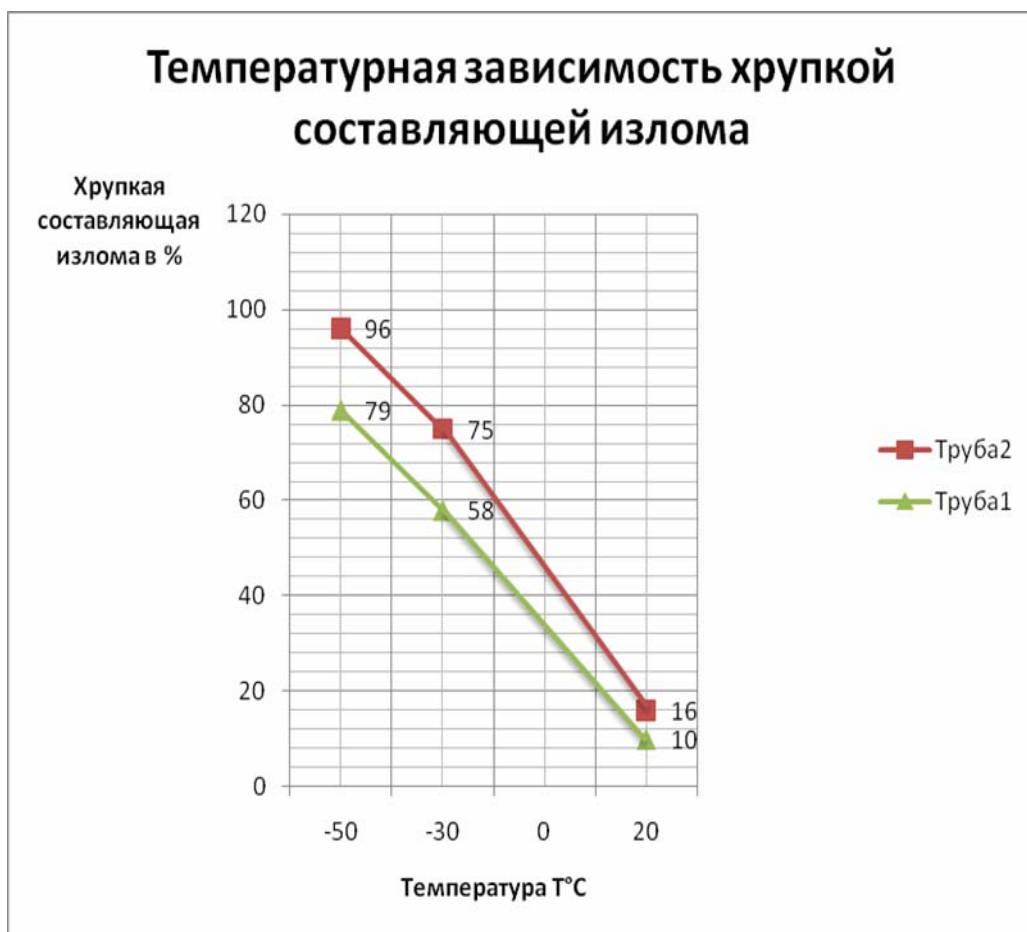
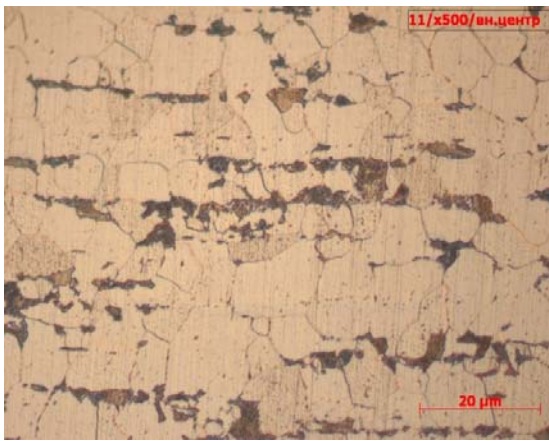


Рис. 2. Температурная зависимость хрупкой составляющей излома ударных образцов из ВСтЗсп

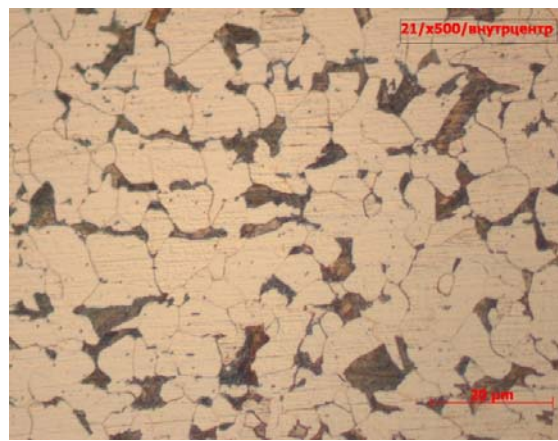
Измерения микротвердости проводились отдельно для избыточного феррита и перлита. Средние значения микротвердости фазовых составляющих стали при длительной эксплуатации не меняются. Анализ частотных распределений микротвердости показал, что в избыточном феррите состаренной стали наблюдается тенденция к обнаружению относительно высоких значений микротвердости, а в перлите – наоборот, высокие значения микротвердости наблюдаются в стали из аварийного запаса.

Сталь имеет ферритно-перлитную структуру. Балл зерна - 9-10. Перлитная составляющая металла трубы 1 распределена равномерно, а в металле трубы 2 наблюдается неравномерное, строчечное распределение перлита (рис. 3).

Хотя относительное содержание перлита не претерпевает изменений, установлено, что перлитные колонии в стали после длительной эксплуатации измельчаются, причем этот процесс более выражен на внутренней поверхности трубы по сравнению с внешней (рис. 4).



а)



б)

Рис. 3. Микроструктура основного металла труб магистрального газопровода из стали ВСт3сп после длительной эксплуатации (а) и из аварийного запаса (б), - х 500

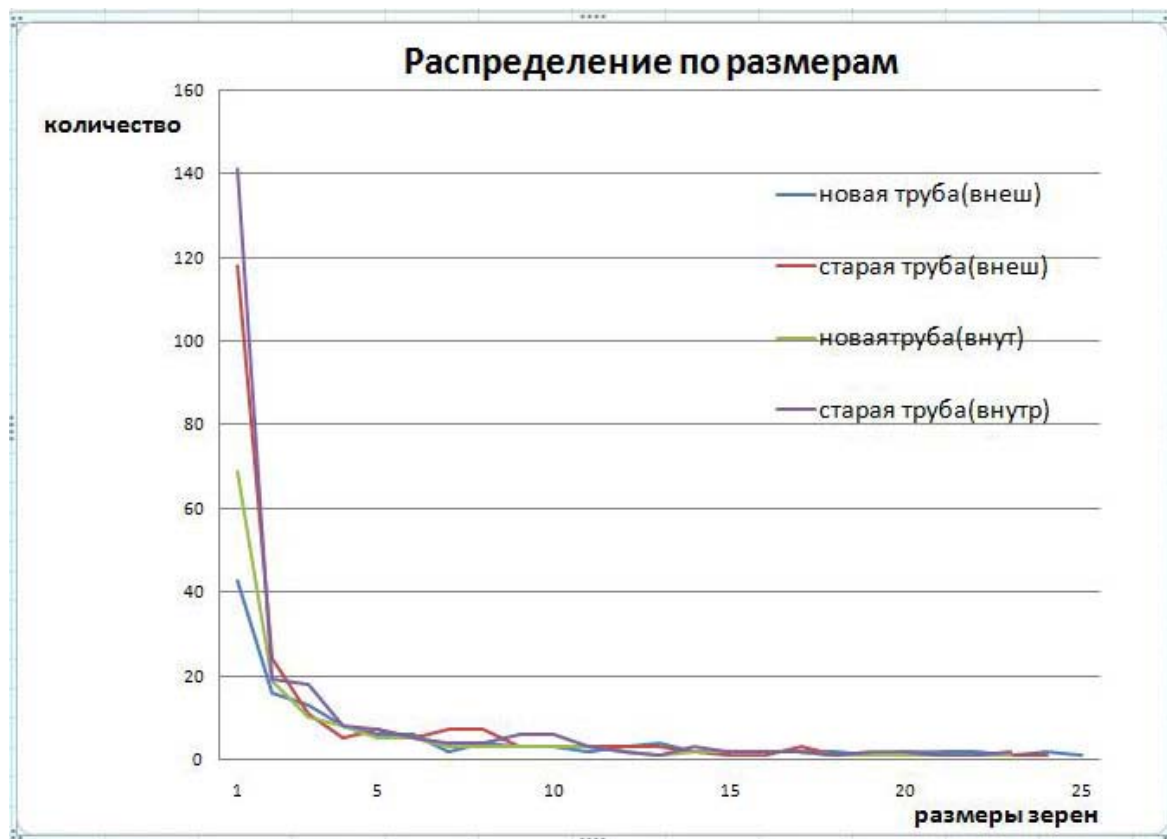


Рис. 4. Размерное распределение перлита в металле трубы после длительной эксплуатации и из аварийного запаса

Полученные экспериментальные результаты свидетельствуют о том, что деградация механических свойств металла труб при длительной эксплуатации в условиях Крайнего Севера, в основном, связана с перераспределением атомов углерода и распада цементитной составляющей в процессе эксплуатации объектов из сталей.