БЕЛОРУСНЕФТЬ

Влияние микролегирования стали на коррозионную стойкость насосно-компрессорных труб в условиях углекислотной коррозии

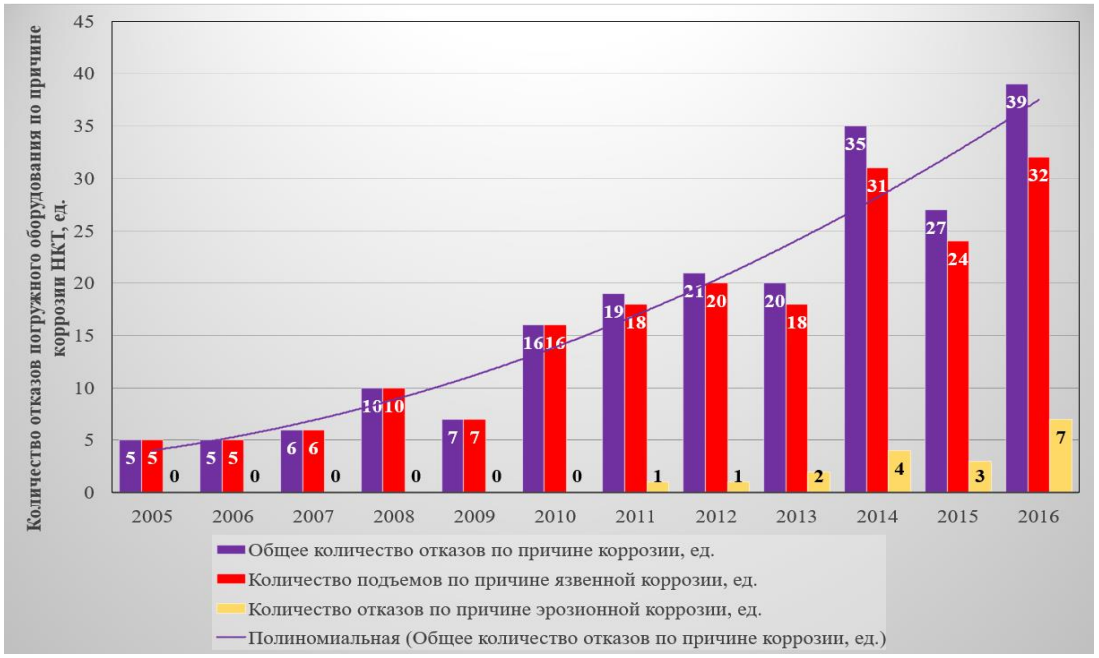
Докладчик: Попкова Юлия Ивановна

ведущий инженер-технолог отдела техники и технологии добычи нефти и исследования скважин БелНИПИнефть

Коррозия подземного оборудования в условиях нефтяных месторождений

- Одной из проблем, возникающих при эксплуатации нефтяных месторождений, находящихся на поздней стадии разработки, является коррозия внутрискважинного оборудования, главным образом, насосно-компрессорных труб.
- Важной задачей является разработка подходов к выбору материалов, определение условий, в которых они проявляют повышенную коррозионную стойкость, и выявление факторов, ограничивающих их применение.

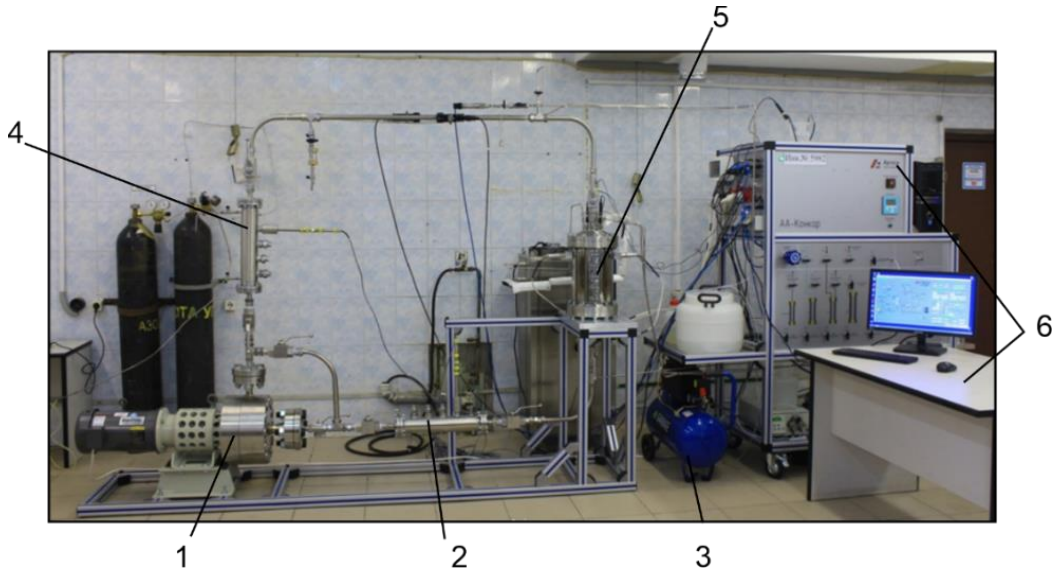
Количество отказов погружного оборудования добывающих скважин нефтяных месторождений Беларуси по причине коррозии по годам





Установка стендовых коррозионных испытаний трубных сталей «АА-КОНКОР»

Диапазон рабочих температур, ^oC	+30 .. +90
Диапазон рабочих давлений, МПа	0,1 – 20,0
Диапазон вязкостей перекачиваемого флюида, мПа*сек	0,5 – 150,0
Скорость потока с возможностью регулировки, м/сек	0,05 – 2,00
Минимальный шаг изменения скорости потока, м/сек	0,1
Плотность используемой воды, кг/м^3	1000 –1260
Обогащение потока жидкости O_2 в концентрациях, мг/л	0,01 – 20,00
Обогащение потока жидкости CO_2 в концентрациях, мг/л	1 – 300
Обогащение потока жидкости H_2S в концентрациях, мг/л	1 –1500



1 – циркуляционный насос; 2 – горизонтальный испытательный участок; 3 – компрессор;4 – вертикальный испытательный участок; 5 –резервуар с нагревательным элементом; 6 – система управления; 7 – насос создания давления среды

Методика лабораторных испытаний

Изготовление образцов-свидетелей коррозии (ОСК) из насосно-компрессорных труб

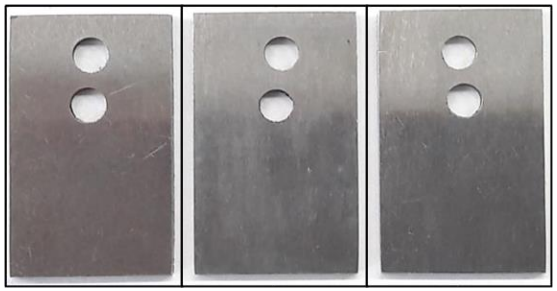
Испытания на установке для моделирования скважинных условий «АА-КОНКОР», представляющей собой замкнутый циркуляционный контур с вертикальным участком для установки ОСК

По завершению испытаний - осмотр ОСК, определение скорости коррозии гравиметрическим методом

Исследования элементного состава, микроструктуры и морфологии поверхности ОСК

Определение глубины коррозионных повреждений, расчет глубинного показателя скорости коррозии

ОСК 32Г1А до испытаний



ОСК 32Г1А после испытаний



Характеристика скважинных сред и условий лабораторных испытаний

Плотность, кг/м³	Минерализация, г/л	pH	Состав попутно добываемых вод , мг/л								
			Cl^-	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$Na^+ + K^+$	Fe^{2+}	CO_2	H_2S
Осташковичское нефтяное месторождение											
1155	225	5,9	140307	89	325	26947	2974	54370	6	27	0
Речицкое нефтяное месторождение											
1135	196	6,3	121709	88	356	20069	3072	50285	14	20	0

Месторождение	Температура, °С	Давление, МПа	Скорость потока, м/с	Продолжительность эксперимента, час.
Осташковичское	+70	15,0	0,6	72
Речицкое	+55	15,0	0,4	72

Исследуемые месторождения находятся на поздней стадии разработки, характеризуются высокой обводненностью, которая по некоторым скважинам достигает 95 % и выше.

По классификации В.А. Сулина попутно-добываемая вода относится к хлоридно-кальциевому типу, по минерализации относится к рассолам крепким.

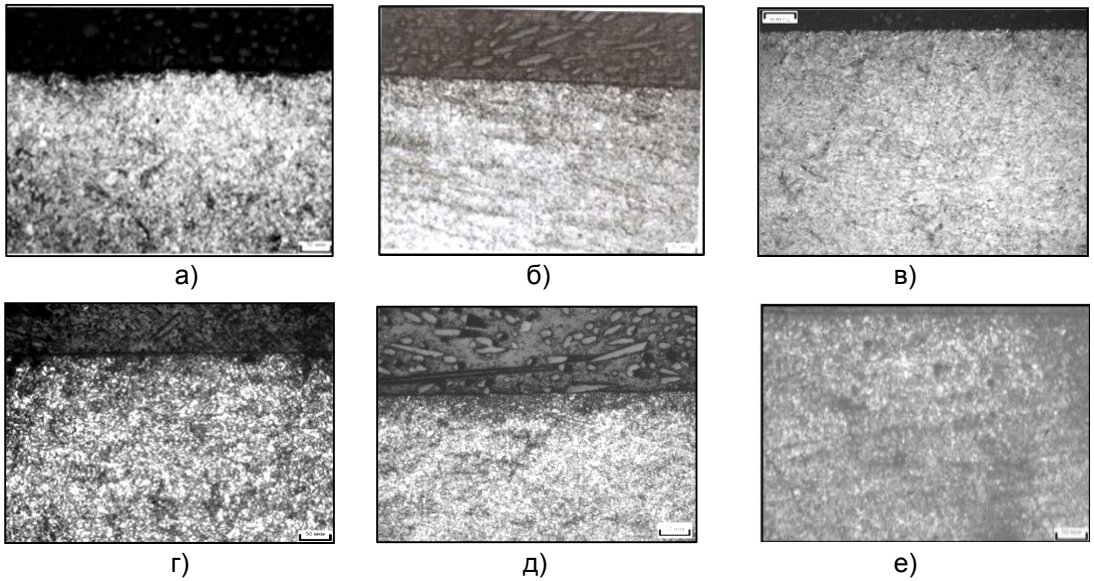
Характеристика трубных сталей

Марка стали	Элементный состав, масс.%												
	C	Mn	Cr	B	Ca	Ti	Nb	Al	V	Mo	Ni	S	P
30Г2 N80 (Q)	0,32	1,48	0,26	0,0004	0,0019	0,002	0,001	0,030	0,020	0,020	0,010	0,005	0,010
32Г1А N80 (Q)	0,33	1,11	0,06	не выявл.	не выявл.	0,020	не выявл.	0,020	0,020	0,025	0,170	0,004	0,010
30Х L80 (1)	0,34	0,70	1,10	не выявл.	не выявл.	0,020	не выявл.	0,025	0,020	0,300	0,120	0,003	0,010

Содержание неметаллических включений, ГОСТ 1778					
ОС	ОТ	СП	СХ	СН	С
30Г2 N80 (Q)					
0,50	0,75	0,00	0,50	0,75	0,30
32Г1А N80 (Q)					
0,50	0,50	0,00	0,75	2,00	1,00
30Х L80 (1)					
0,50	0,50	0,00	0,75	0,75	0,50

Примечание: ОС – оксиды строчечные, ОТ – оксиды точечные, СП – силикаты пластичные, СХ – силикаты хрупкие, СН – силикаты недеформирующиеся, С – сульфиды

Результаты лабораторных испытаний



Морфология поверхности ОСК после стендовых испытаний:
а-в, г-е – в скважинной воде Осташковичского и Речицкого месторождения соответственно;
а, г – 32Г1А N80 (Q);
б, д – 30Х L80 (1);
в, е – 30Г2 N80 (Q);

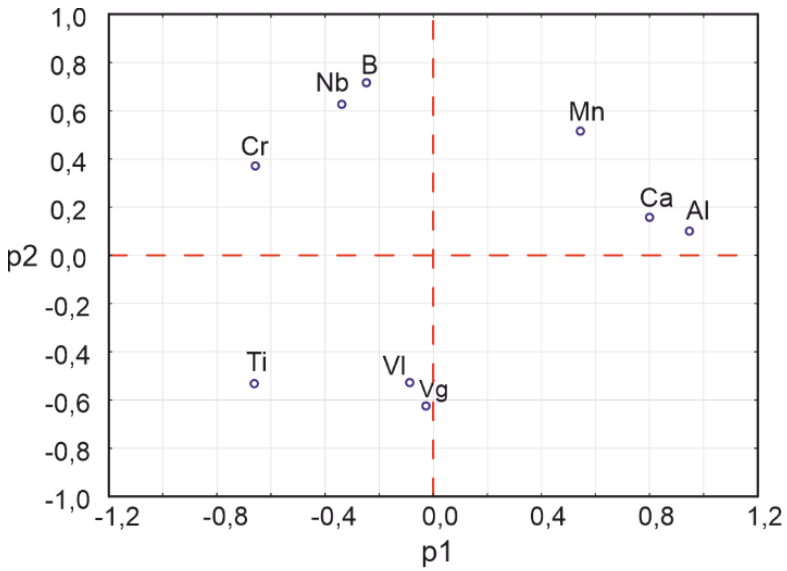
№	Марка стали	Vg_1, мм/год	Vg_2, мм/год	Vg_3, мм/год	$\overline{Vg}$, мм/год	V_l, мм/год
Осташковичское нефтяное месторождение						
2	30Г2 N80 (Q)	0,172	0,164	0,152	0,163± 0,010	-
		0,163	0,181	0,147		
3	32Г1А N80 (Q)	0,741	0,744	0,737	0,742 ± 0,009	2,4
		0,743	0,741	0,747		
4	30Х L80 (1)	0,308	0,305	0,302	0,308 ± 0,006	-
		0,304	0,313	0,316		

№	Марка стали	Vg_1, мм/год	Vg_2, мм/год	Vg_3, мм/год	$\overline{Vg}$, мм/год	V_l, мм/год
Речицкое нефтяное месторождение						
6	30Г2 N80 (Q)	0,073	0,070	0,072	0,071 ± 0,002	-
		0,070	0,069	0,072		
7	32Г1А N80 (Q)	0,491	0,489	0,495	0,494 ± 0,008	4,8
		0,501	0,482	0,503		
8	30Х L80 (1)	0,050	0,062	0,060	0,057 ± 0,005	-
		0,058	0,057	0,054		

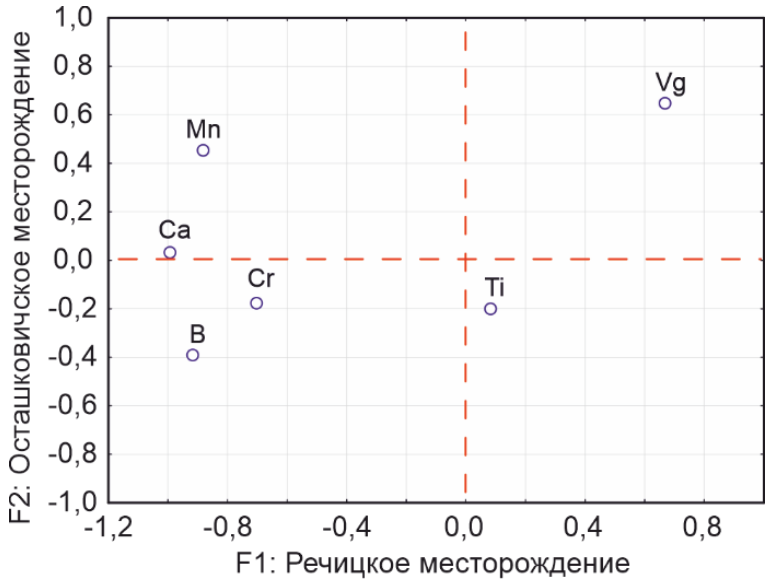
Примечание: Vg – скорость коррозии, определенная гравиметрическим методом; Vl – скорость локальной коррозии.

Влияние микролегирования на коррозионную стойкость трубных сталей

Определение действующих факторов методом главных компонент



Определение влияния выделенных факторов методом факторного анализа



- *Для выявления действенности метода микролегирования, был проведен статистический анализ влияния различных элементов стали 30Г2 на их коррозионную стойкости для условий Осташковичского и Речицкого нефтяных месторождений, которые моделировались на разработанном лабораторном стенде «АА-КОНКОР».*
- *На первом этапе методом главных компонент были выделены действующие факторы, в число которых попали элементы микролегирования. На втором этапе с помощью факторного анализа были определены нагрузки выделенных факторов.*
- *Результаты анализа однозначно свидетельствуют о действенности микролегирования. Вероятным механизмом их положительного влияния на коррозионную устойчивость является способность к измельчению зерна.*

Результаты промысловых испытаний

Осташковичское нефтяное месторождение



32Г1А N80 (Q)



30Г2 N80 (Q)



30Х L80 (1)



32Г1А N80 (Q) + ингибитор коррозии

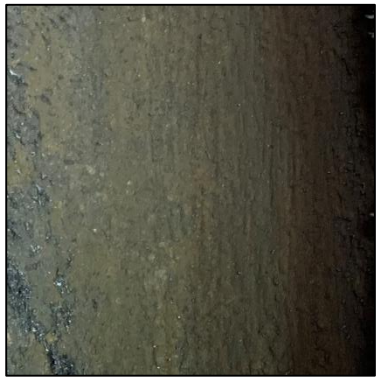
Речицкое нефтяное месторождение



32Г1А N80 (Q)



30Г2 N80 (Q)

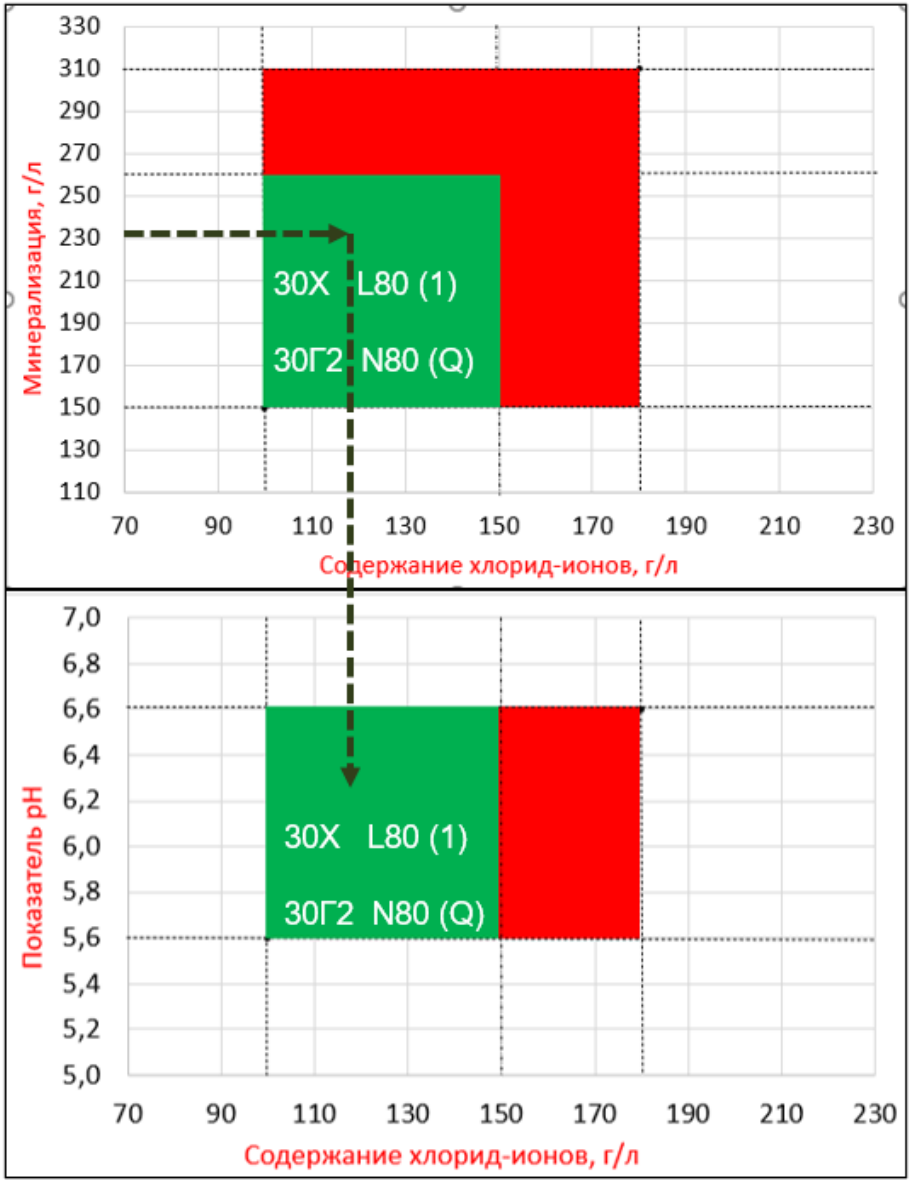


30Х L80 (1)



32Г1А N80 (Q) + ингибитор коррозии

Номограмма применимости сталей с повышенной коррозионной стойкостью в условиях углекислотной коррозии





БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ!

БЕЛОРУСНЕФТЬ