



**ФГБУН Институт физической химии и электрохимии
им. А.Н.Фрумкина РАН**

**ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ КОРРОЗИОННОГО РАСТРЕСКИВАНИЯ
СТАЛИ Х70 ПОД ПОКРЫТИЯМИ С ПОМОЩЬЮ ИНГИБИТОРОВ**

**Редькина Г.В.,
Кузенков Ю.А., Чиркунов А.А.**

Москва 2015

1. Электрохимический метод исследования (поляризационные измерения)

2. Спектрофотометрический метод анализа концентрации ингибитора

закон Бугера-Ламберта-Бера:

$$A = \varepsilon_{\lambda} \cdot l \cdot C,$$

где $A = \lg I_0/I$ - оптическая плотность; I_0 - интенсивность падающего излучения, I - интенсивность прошедшего излучения, C - концентрация поглощающего вещества (моль/л), l - толщина поглощающего слоя (см), ε_{λ} - молярный коэффициент поглощения (моль⁻¹ · л · см⁻¹).

3. Метод испытания на растяжение с медленной скоростью деформации (метод SSRT) (ГОСТ 1497 – 84)

$$RA = (S_0 - S_k) / S_0 * 100\%,$$

где RA – относительное сужение образца, %;

S_0 - начальная площадь поперечного сечения образца, мм²;

S_k - площадь поперечного сечения образца после разрыва, мм².

Скорость растяжения составляла от $2 \cdot 10^{-6}$ до 10^{-4} мм/час. Время опыта при скорости $2 \cdot 10^{-6}$ мм/час составляло около 10 дней.

ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Химический состав стали X70

элемент	C	Mn	Si	Cr	Nb	Cu	Mo	V	S	P	Al	Ti
%	0.097	1.58	0.33	0.03	0.048	0.018	0.03	0.005	0.006	0.03	0.035	0.01

Ингибиторы коррозии (ИК):

Азотсодержащие соединения:
 - ИФХАН-29АЧ – ИК на основе жирных аминов и кислот;
 - диметилалкилбензиламмоний хлорид (Катамин АБ)

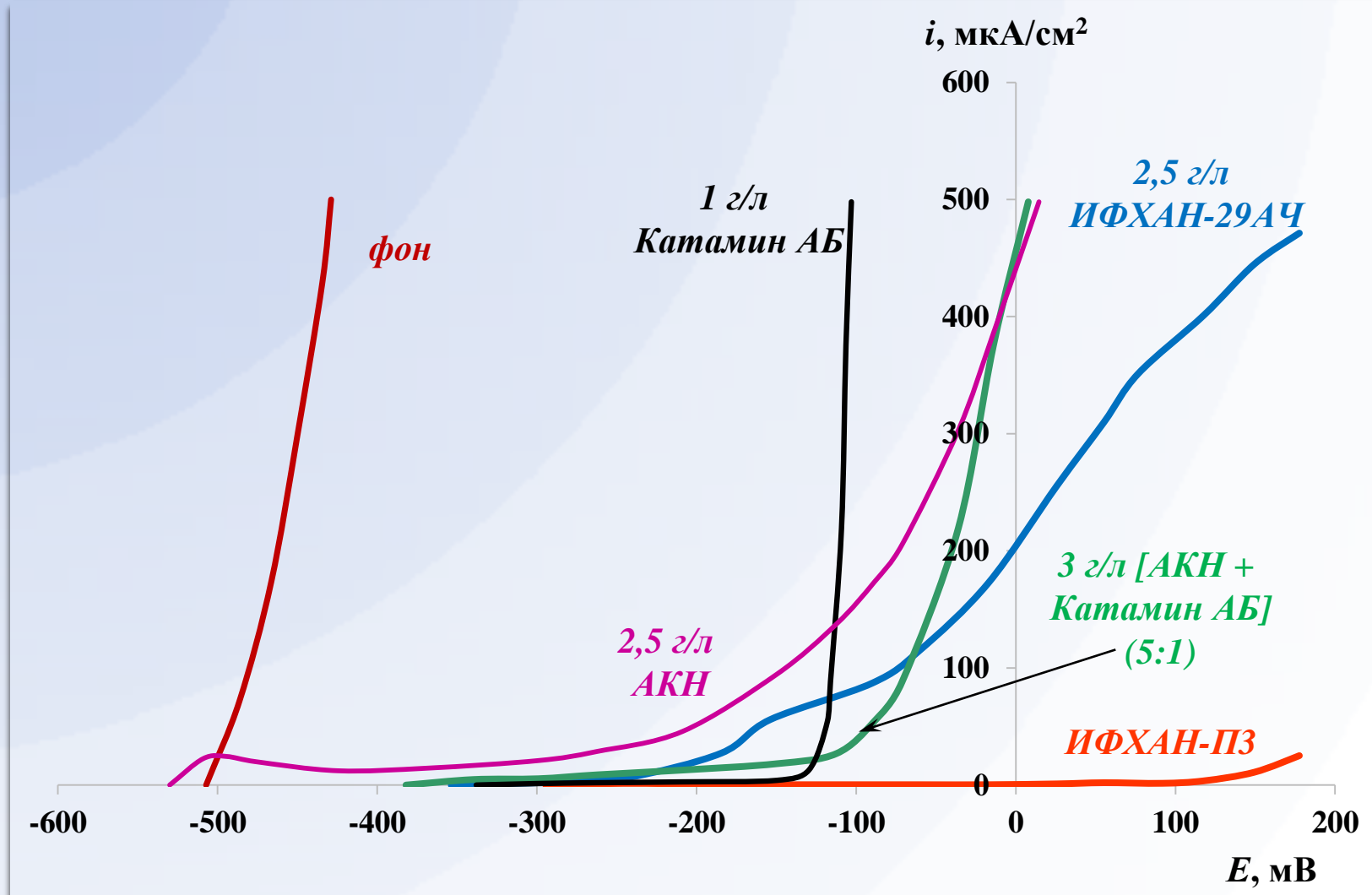
ИК на базе фосформolibденовой кислоты (ФМК):
 - ИФХАН-ПЗ (ФМК+алициклический амин)

Алкилкарбоксилат натрия (АКН)

Фоновый раствор:

боратный буферный раствор + синтетический грунтовый электролит NS-4 (1,64 мМ KCl + 5,75 мМ NaHCO₃ + 1,23 мМ CaCl₂ + 0,74 мМ MgSO₄), pH 7,0.

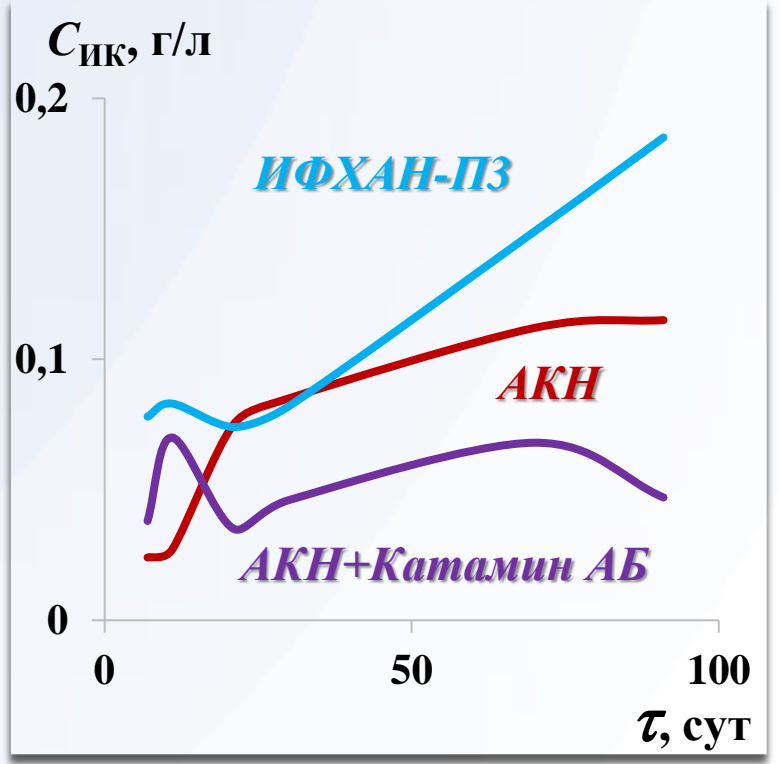
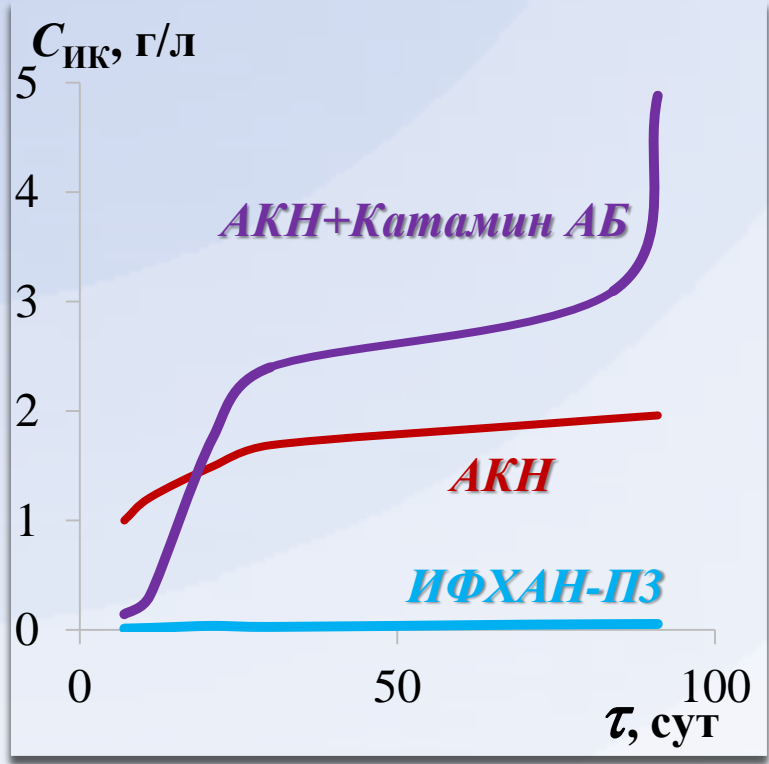
Анодные поляризационные кривые трубной стали X70 в буферированном боратами растворе NS-4 (pH 7,0), содержащем 1 мМ Na₂S и добавки ИК.



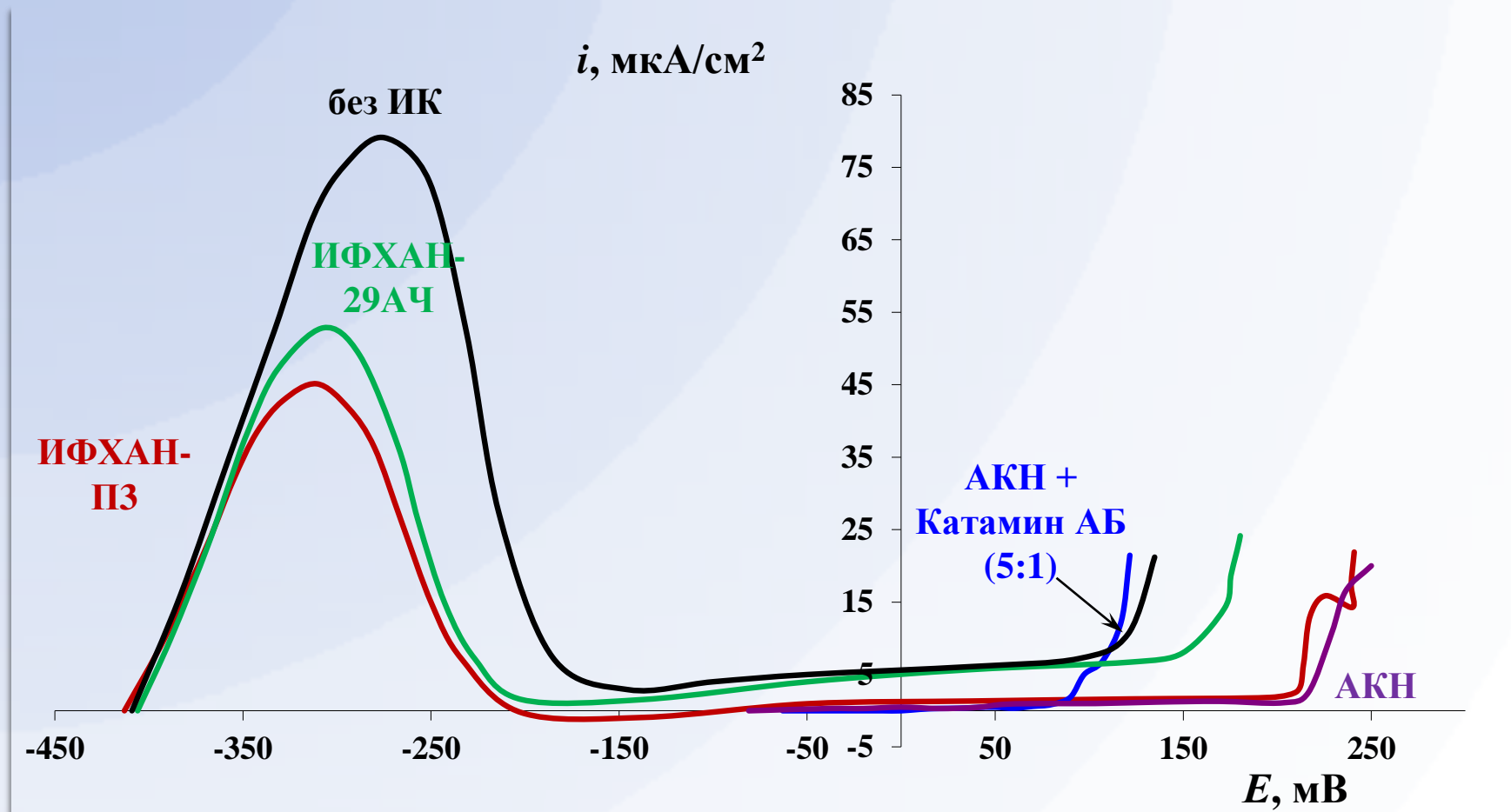
Кинетика перехода ингибиторов КРН, содержащихся в покрытии, в водный раствор (спектрофотометрическое исследование)

- битумно-полимерная грунтовка «Деком-газ»

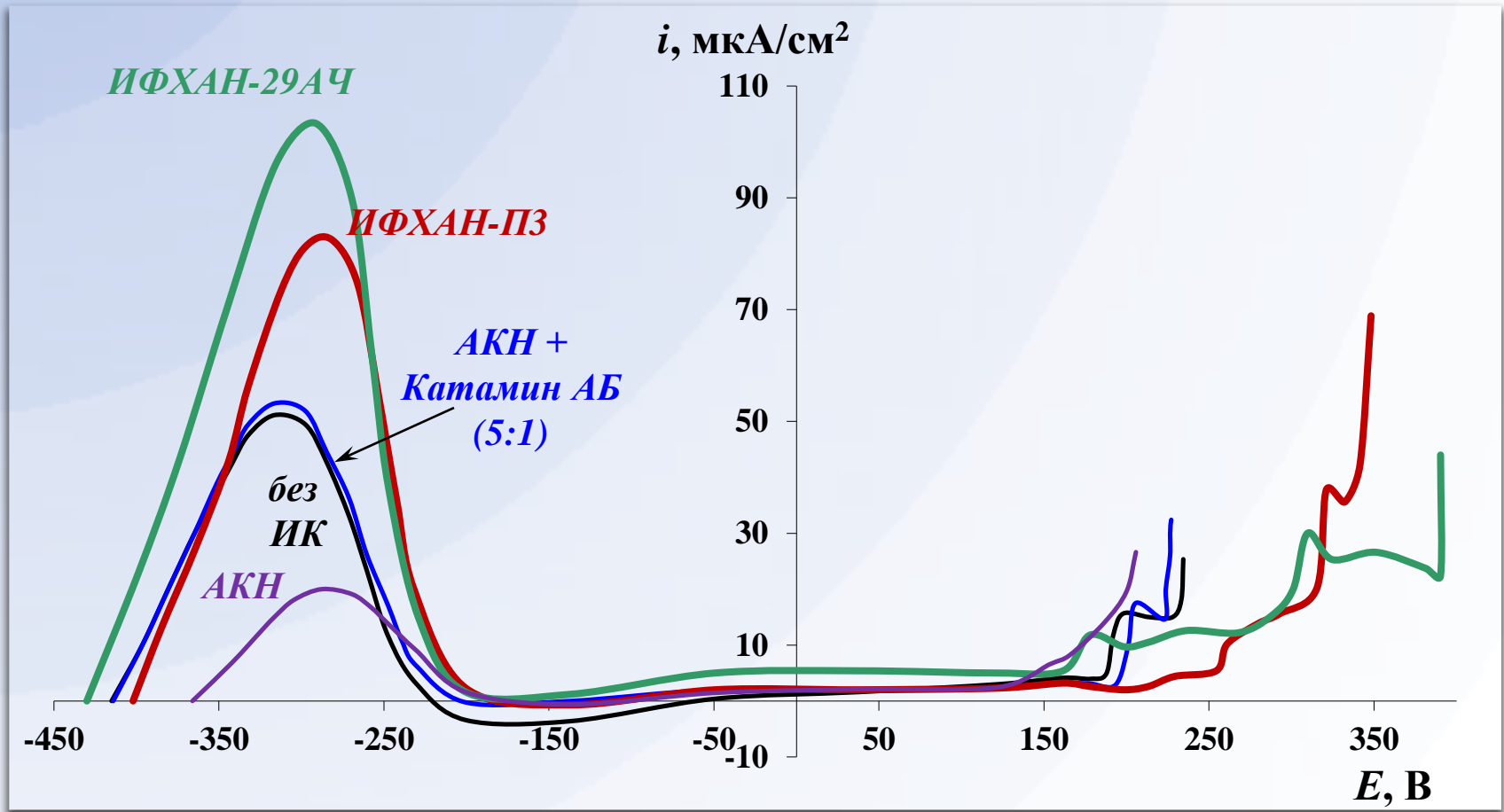
- полиуретановое двухкомпонентное защитное покрытие на основе терморезистивных материалов



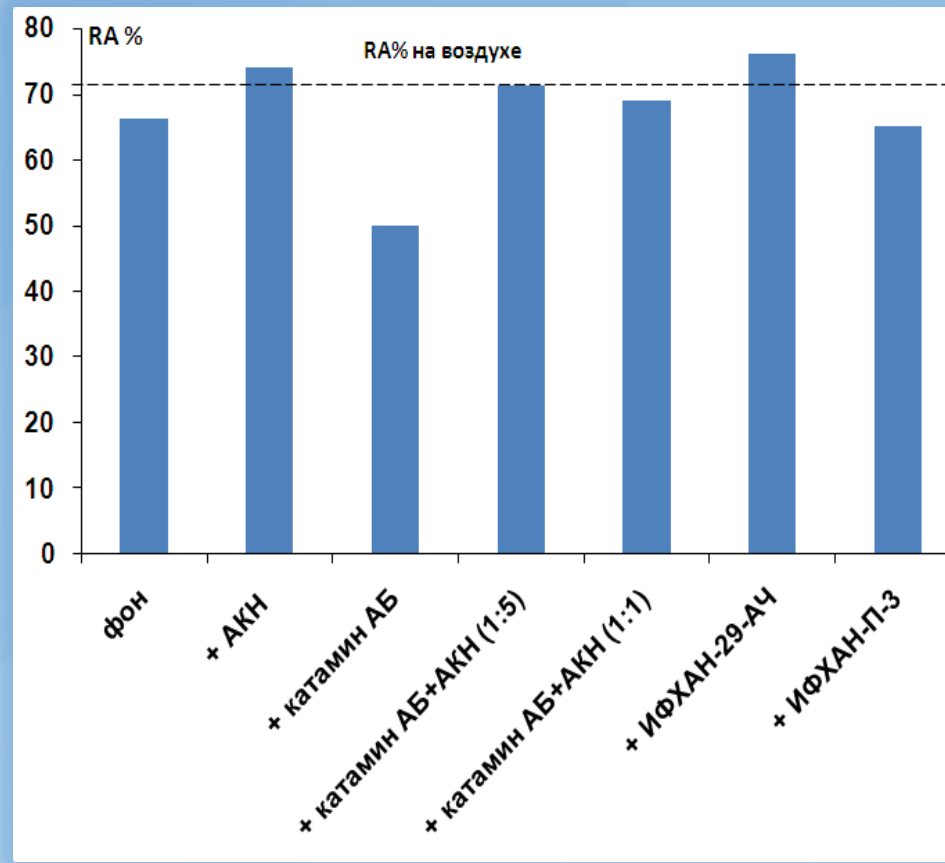
Анодные поляризационные кривые стали X70 в водных вытяжках из грунтовочного битумно-полимерного покрытия «Деком-газ», содержащего различные ИК в количестве 4%. Время экстракции ИК из покрытия – 90 сут.



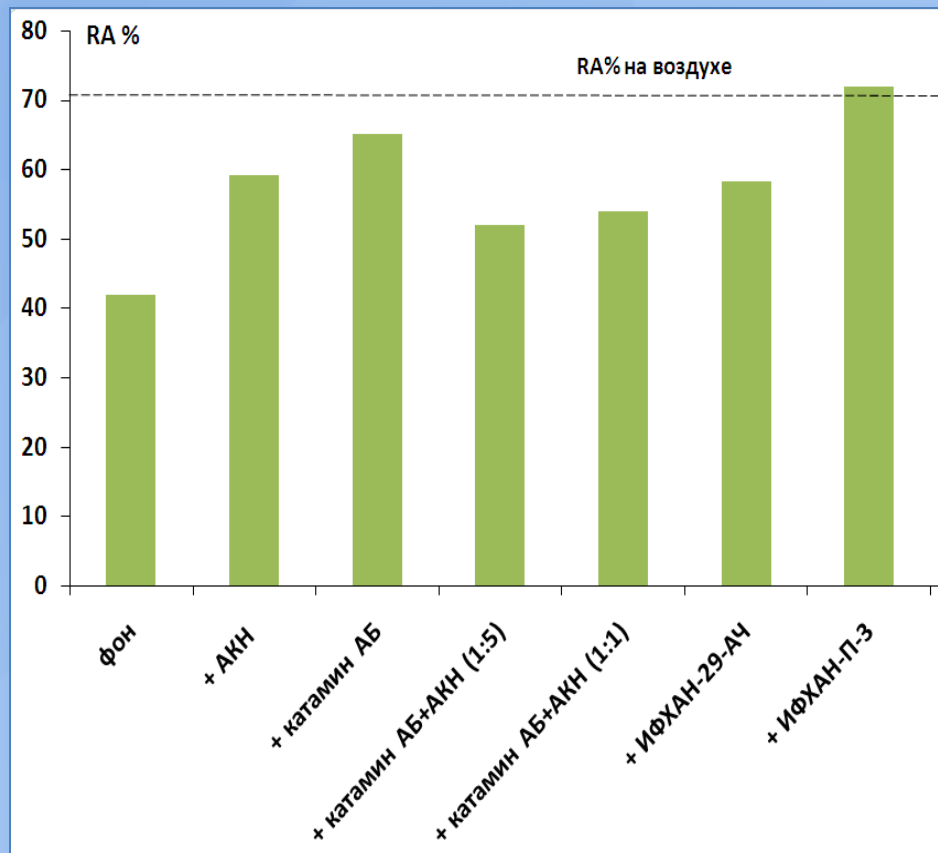
Анодные поляризационные кривые стали X70 в водных вытяжках из полиуретанового двухкомпонентного защитного покрытия на основе терморезистивных материалов «РПУ-1001», содержащего различные ИК в количестве 4%. Время экстракции ИК из покрытия – 90 сут.



Величина относительного сужения образца (RA) трубной стали X70 при испытаниях методом SSRT в буферированном боратами растворе NS-4 с добавками ИК.



Величина относительного сужения образца трубной стали (RA) при испытаниях методом SSRT в буферированном боратами растворе NS-4, содержащем 1 мМ Na₂S и добавки ИК.



ВЫВОДЫ:

1. Показана принципиальная возможность применения ИК для защиты внешней поверхности трубы от КРН при изоляции или переизоляции магистральных трубопроводов.
2. Разработан комплексный метод подбора и оценки эффективности ИК, способных предотвращать КРН.
3. На основании изучения кинетики парциальных электродных реакций, протекающих при коррозии трубной стали X70 в средах, имитирующих грунтовой (подпленочный) электролит, установлены типы органических соединений, которые наиболее эффективно тормозят процессы анодного растворения стали как в присутствии, так и в отсутствии сульфид-ионов, а следовательно, могут предотвращать и КРН.
4. Предложен способ оценки выхода ингибирующих агентов из полимерных покрытий в электролит или на поверхность металла с использованием метода спектрофотометрии.
5. Методом спектрофотометрии определена кинетика выхода ингибирующих агентов изоляционных покрытий в подпленочный электролит. Показано, что количества ИК, выходящего из грунтового покрытия в раствор, достаточно для заметного торможения или полного подавления процесса КРН трубной стали.
6. Исследования трещиностойкости трубной стали X70 методом SSRT в модельном подпленочном электролите NS-4 (pH 7,0), как в присутствии, так и в отсутствии сульфид-ионов, показали, что наиболее эффективными ингибиторами КРН являются ИФХАН-29-АЧ, ИФХАН-П-3, АКН и Катамин АБ.