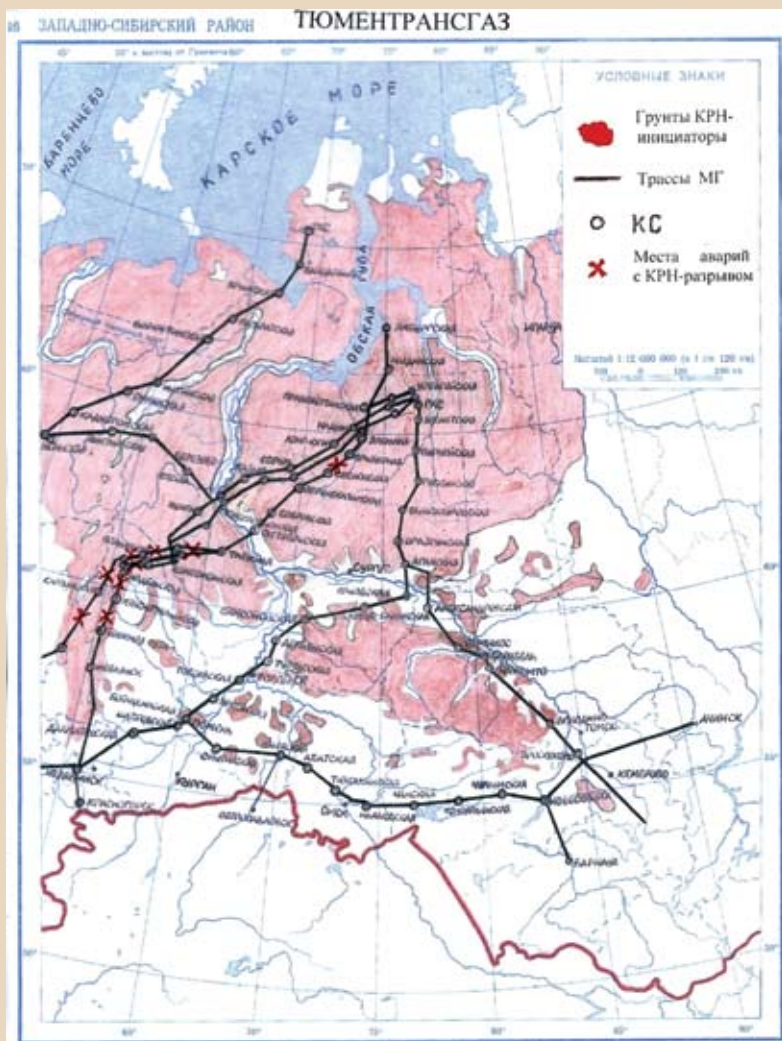


# 50

В.В. Притула, профессор, ОАО ВНИИСТ

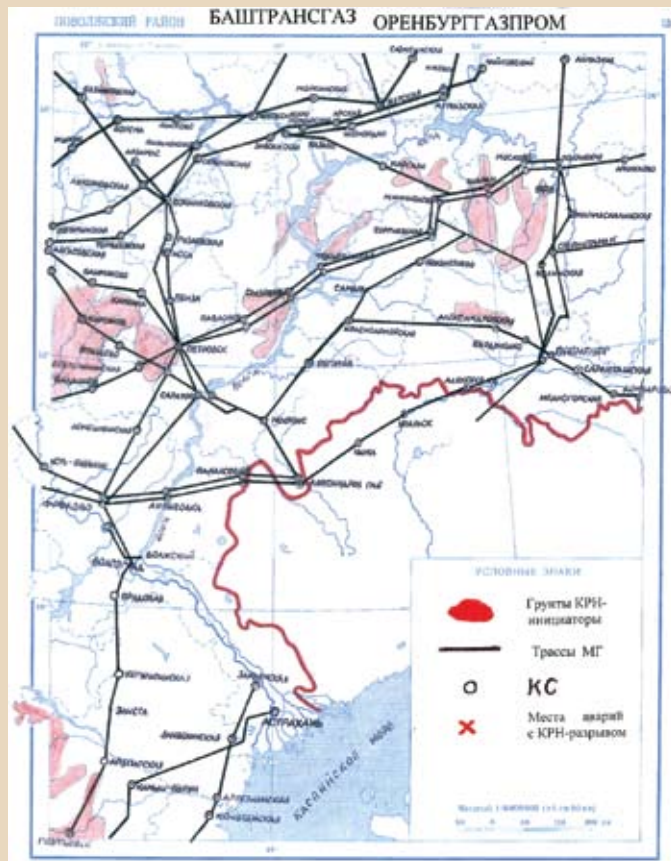
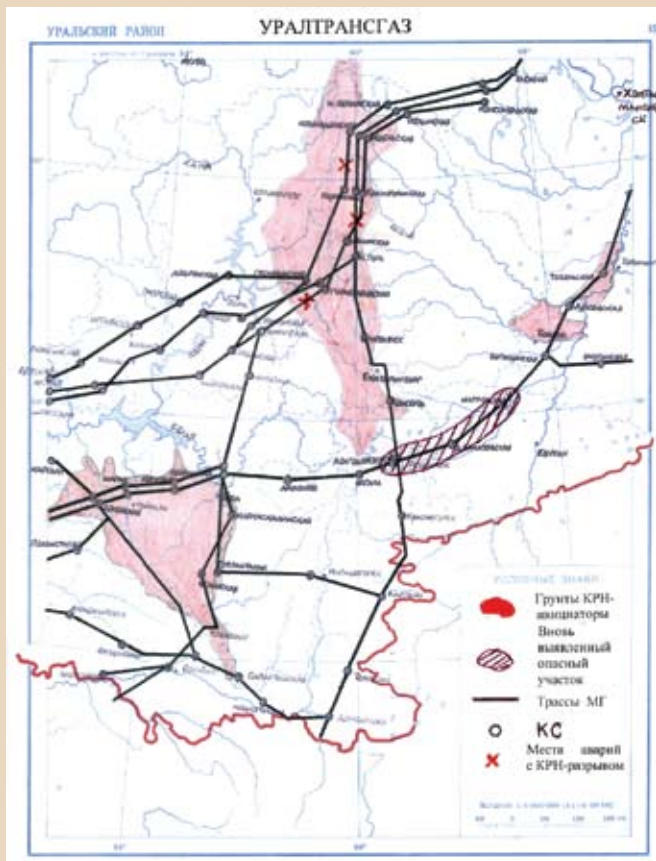
## КОРРОЗИОННОЕ РАСТРЕСКИВАНИЕ ГАЗОПРОВОДОВ ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ:

## ИСТОРИЯ И СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ



Проблема КРН продолжает оставаться актуальной для магистральных газо-нефтепроводов, несмотря на значительные успехи в борьбе с другими видами коррозионного разрушения, в связи с отсутствием системного подхода к решению этой проблемы. Приоритет опасности КРН для газопроводных магистралей обусловлен двумя причинами: работой на более высоких давлениях, превышающих 50–60 атмосфер (5–6 МПа) и требующих применения более прочных, но одновременно более хрупких сталей, а также большим разнообразием грунтовых условий прокладки, инициирующих возникновение процессов КРН. За прошедшее время ОАО ВНИИСТ накоплена разнообразная информация в Базе данных «Коррозия», которая всесторонне характеризует условия возникновения опасности и механизма протекания процессов, вызывающих КРН. Фрагмент этой информации, представленный на рис. 1, иллюстрирует принцип многофакторного анализа явления КРН, реализуемый в БД «Коррозия». Все основные факторы, контролирующие процессы КРН, систематизированы в две группы: достаточные для возникновения опасности КРН и необходимые для развития и усиления этой опасности.

При всем многообразии условий, в которых произошли известные случаи разрушительного коррозионного растрескивания магистральных газопроводов, все эти случаи объединены единственным общим для них признаком – наличием в составе грунтового электролита химических соединений доноров ионизированного водорода, чаще всего непрочно связанного с основными кластерными группами этих соединений. Именно этот признак и является одним из двух доста-



точных факторов опасности КРН. Исходя из физики процессов деструкции донорноводородных химических соединений, для их реализации необходимо наличие определенного объема свободной энергии, индикатором которой является собственный потенциал электролитической среды, в которой находятся доноры водорода. Таким образом, вторым достаточным признаком проявления опасности КРН является электродный потенциал поверхности трубопровода относительно контактирующей с ней электролитической среды, а также соответствие этого потенциала диапазону уровней активной деструкции химических соединений доноров водорода, являющихся первым достаточным признаком опасности КРН. Количественные значения такого диапазона для реакций химической деструкции потенциальных грунтовых доноров водорода представлены на рис. 2.

Что касается факторов, необходимых для развития и интенсификации процессов КРН, то их перечень намного разнообразнее. В число необходимых факторов входят: достаточная концентрация доноров водорода в грунте, то есть тип грунтов, их влажность и электропроводность (так как при электрогидролизе воды также происходит прямое выделение ионизированного водорода из молекулы воды на определенном уровне напряженности электрического поля), статические (от внутреннего давления), динамические (от внешних воздействий) и циклические (от технологической вибрации трубопровода) нагрузки, наличие в грунтовом электролите коррозионных окислителей, в первую очередь кислорода, щелочности или величины pH, главным образом (или опосредовано) в приэлектродном слое электролита у поверхности трубопровода, температура стенок трубопровода. В совокупности их общее влияние может быть

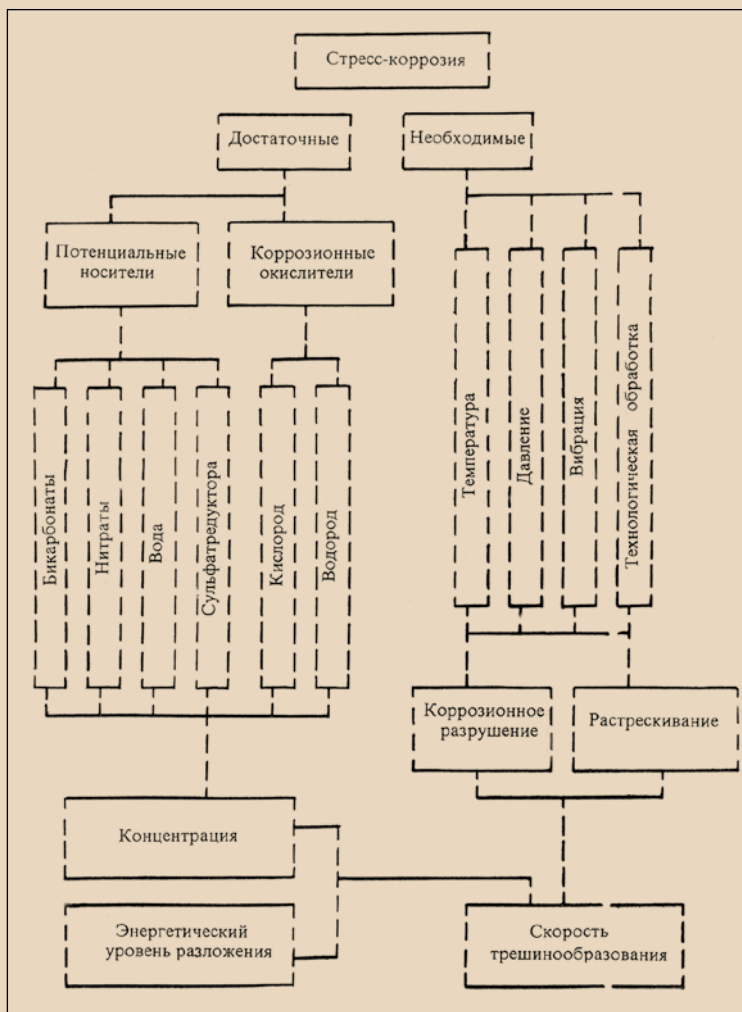


Рис. 1. Факторы, контролирующие механизм коррозионного процесса

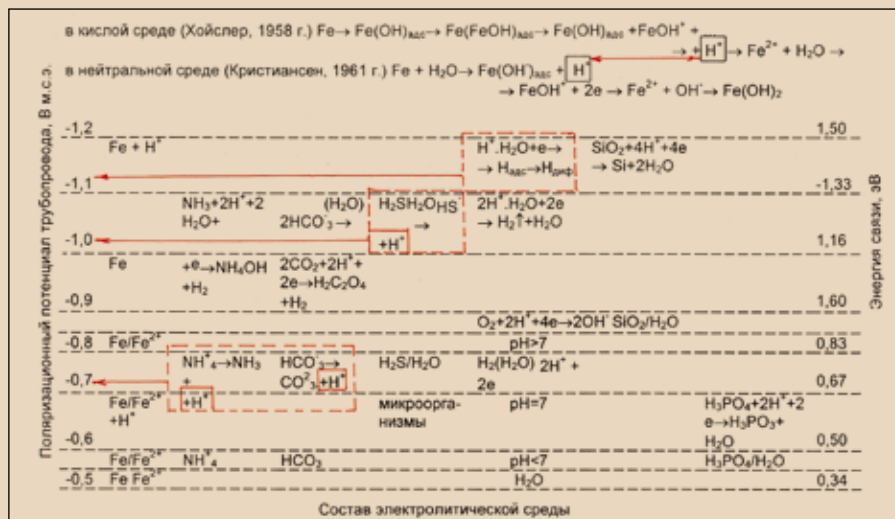


Рис. 2. Механизм коррозии железа

относительно проиндексировано эмпирическим выражением, эквивалентно отражающим модель механизма разрушающего влияния в виде вероятности аварийного коррозионного растрескивания недопустимо нагруженного участка газопровода.

Оценивая коррозионную ситуацию на магистральных газопроводах ОАО «Газпром» на конец 1994 г., Н.Г. Петров и Н. А. Петров в своем докладе на заседании секции НТС РАО «Газпром» по защите от коррозии констатировали,

что «традиционные схемы и средства электрохимической защиты от стресс-коррозии не эффективны».

Поэтому, исходя из представленного и обоснованного механизма КРН, ОАО ВНИИСТ по заданию ОАО «Газпром», проведя в 1995-1996 гг. анализ грунтовых условий прокладки магистральных газопроводов на территории СССР и России, дал прогноз развития опасности КРН на последующее пятилетие (в пределах инкубационного периода развития вновь инициируемых процессов КРН). В результате этого анализа

были составлены карты распространения 12 типов грунтов, представляющих опасность возникновения КРН. В число таких грунтов входят известковые среды с высоким содержанием бикарбонатов, то есть соединений  $HCO_3^-$ , среды с аномальным наполнением аммонатами  $NH_4^+$  (территории развитого животноводства) и нитратами  $NO_3^-$  (территории экстенсивного земледелия, особенно овощеводства), большая часть заболоченных территорий, представляющих собой среду обитания сульфатвосстанавливающих и тионовых бактерий, генерирующих в процессе генезиса соединения гидросульфида  $HS^-$ . Более детализированные карты различных территорий Российской Федерации были также разработаны ОАО ВНИИСТ применительно к объектам различных Трансгазов и переданы ОАО «Газпром» в 1997-1998 гг.

Дальнейшее развитие событий и фактографии реально произошедших отказов на объектах ОАО «Газпром» по причине КРН показали совпадение этого прогноза на 88%. Такая высокая достоверность прогноза подтверждает использованную ОАО ВНИИСТ концепцию оценки вероятности коррозионных отказов, вызванных КРН, и методику диагностики мест их ближайшего проявления, а также масштабов вызванных таким образом стресс-коррозионных поражений.

Можно продолжать дискутировать о многочисленных разнообразных гипотетических механизмах зарождения и протекания КРН и получать в ответ неуёмный рост непредсказуемого аварийного коррозионного растрескивания газопроводов. А можно поступить иначе – на нескольких пилотных участках провести экспериментальное сопоставление вероятности и достоверности прогноза этих процессов по разным альтернативным методикам и наконец остановиться на наиболее достоверной, которая позволит значительно снизить отказы по причине КРН.

## ЗАВЕРШАЯ АНАЛИЗ СИТУАЦИИ С КРН НА МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗО-НЕФТЕПРОВОДАХ РОССИИ, МОЖНО ПОДВЕСТИ СЛЕДУЮЩИЕ ИТОГИ

1. В настоящее время существует апробированная технология диагностики опасности КРН на трассах магистральных газопроводов и технологических коммуникациях компрессорных станций.

2. Ранее, в 1995-1998 гг., ОАО «Газпром» успешно использовал на газопроводах Тюменрансгаза (Тюменгазпром) и Ухтатрансгаза (Севергазпром) методики поиска опасных мест и оценки сравни-

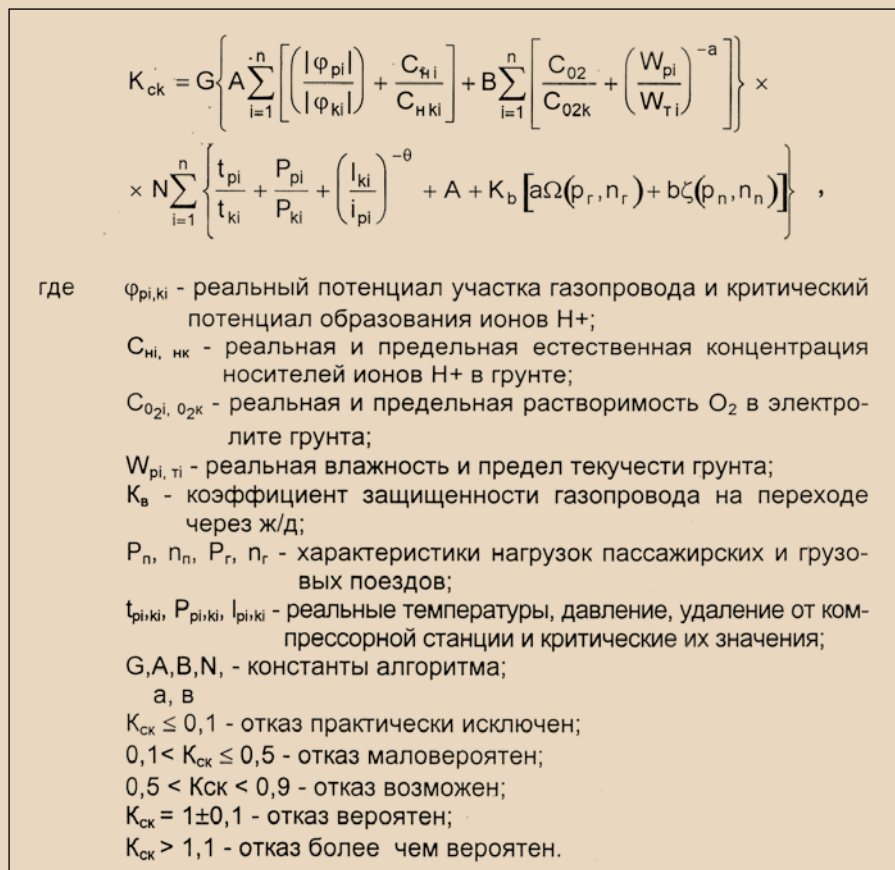
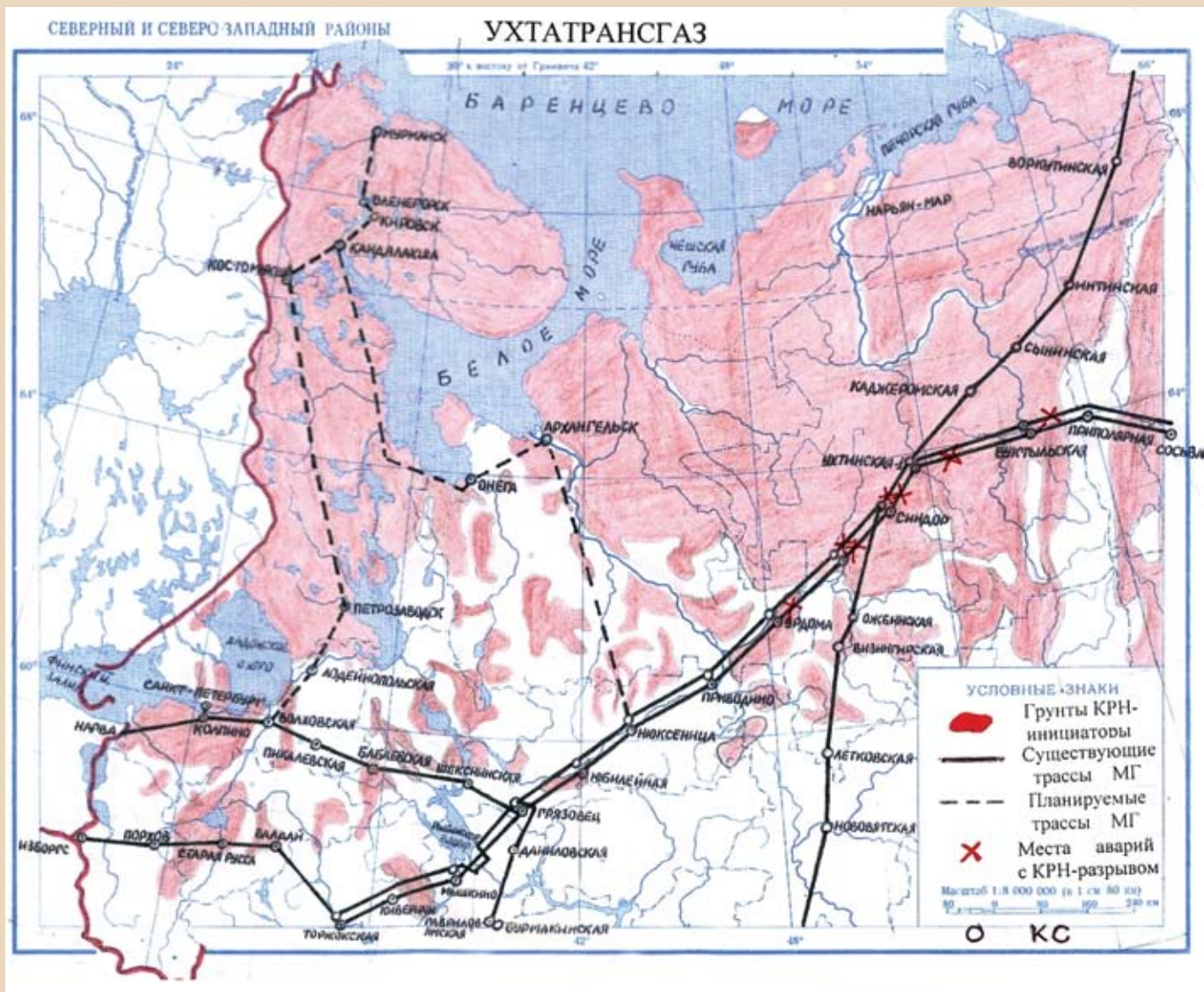


Рис. 3. Оценка опасности трещинообразования при КРН



тельной вероятности их разрушения по причинам КРН для предупреждения аварийных отказов магистральных газопроводов.

**3.** Для осуществления прогноза развития опасности КРН-разрушений на магистральных газопроводах и технологических коммуникациях площадок компрессорных станций могут быть успешно использованы результаты картографирования распределения 12 типов грунтов, представляющих потенци-

альную опасность возникновения и развития КРН.

**4.** Предупреждение возникновения и развития КРН на объектах ОАО «Газпром» может быть обеспечено путем управления токораспределением при их катодной защите с обеспечением поддержания поляризационных защитных потенциалов, не выходящих за пределы диапазона безопасности от минус 0,95 до минус 1,05 Вольта по медносульфатному электроду сравнения.

**5.** Повышение трещиностойкости и коррозионной стойкости трубной стали высокой прочности в условиях опасности КРН может быть достигнуто путём снижения плотности её дислокаций за счёт повышения гомогенности структуры, а также азотирования или аморфизации поверхностных слоёв кристаллической решетки, снижающих возможность наводороживания стальных труб в период эксплуатации газопроводов при их электрохимической защите.

