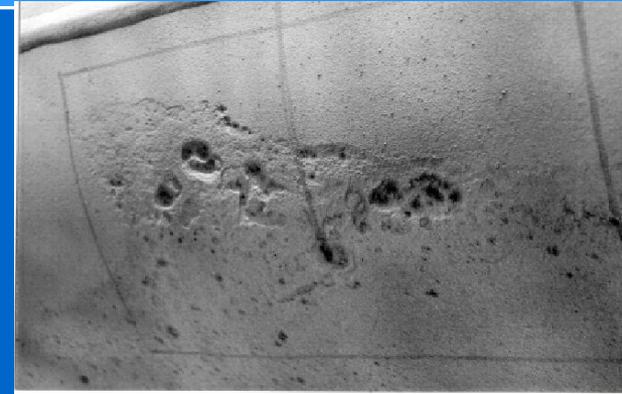


Повышение эффективности диагностирования магистральных газопроводов в условиях стресс- коррозионной повреждаемости

Савеня Сергей Николаевич, преподаватель ЧПОУ «Газпром колледж Волгоград»

- **возрастающая потребность в природных энергоресурсах;**
- **длительные сроки эксплуатации и «старение» трубопроводов;**
- **высокая стоимость ремонта и замены участков трубопроводных систем;**
- **увеличение количества аварий с тяжелыми последствиями;**
- **снижение рабочего давления на многих участках;**
- **пожар – наиболее опасное последствие разрушения газопроводов;**
- **особо опасные случаи - разрывы газопроводов высокого давления на производственных объектах в зонах сосредоточения трубопроводных систем, способны вызвать каскадные аварии**

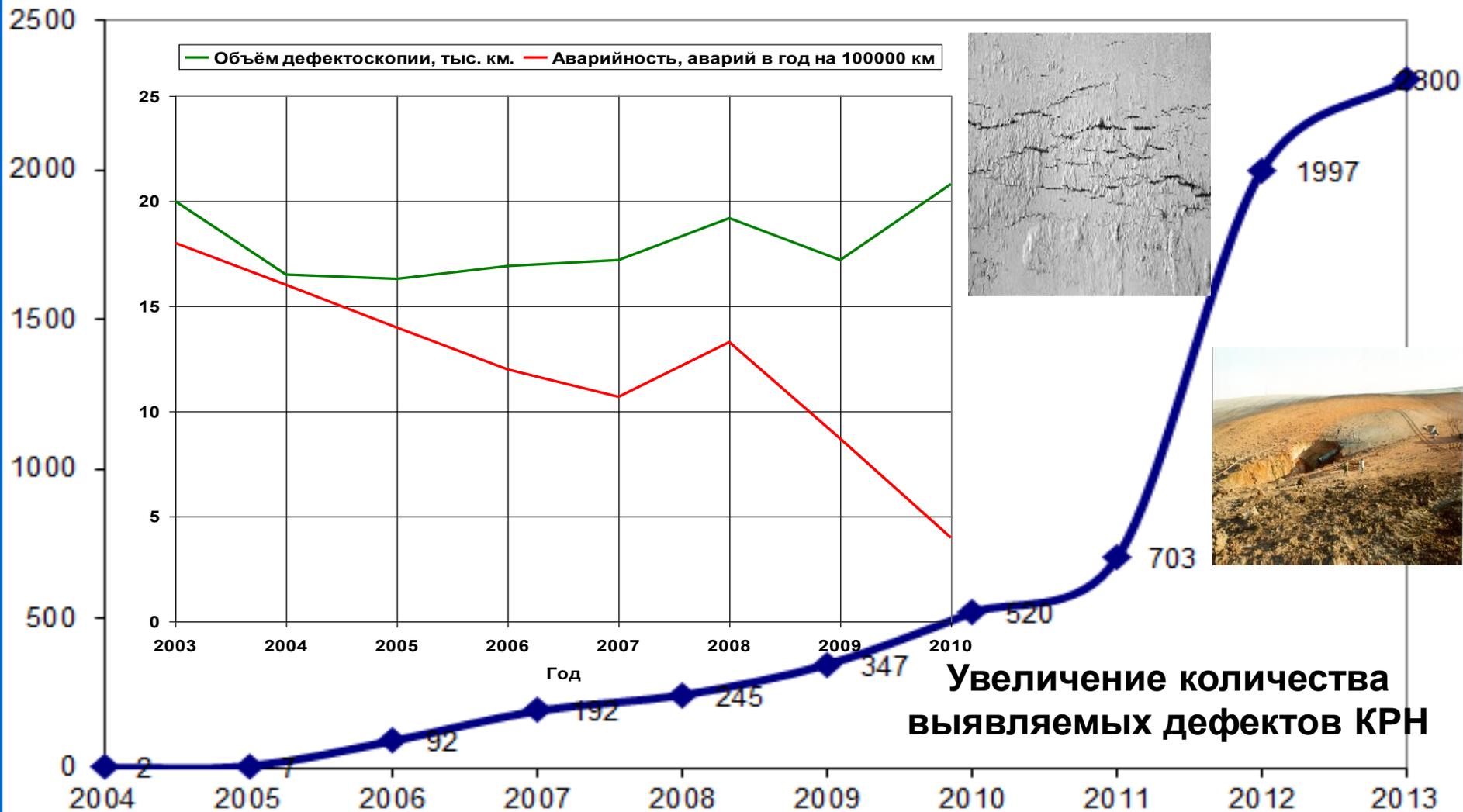


Коррозионные дефекты стенки трубопровода

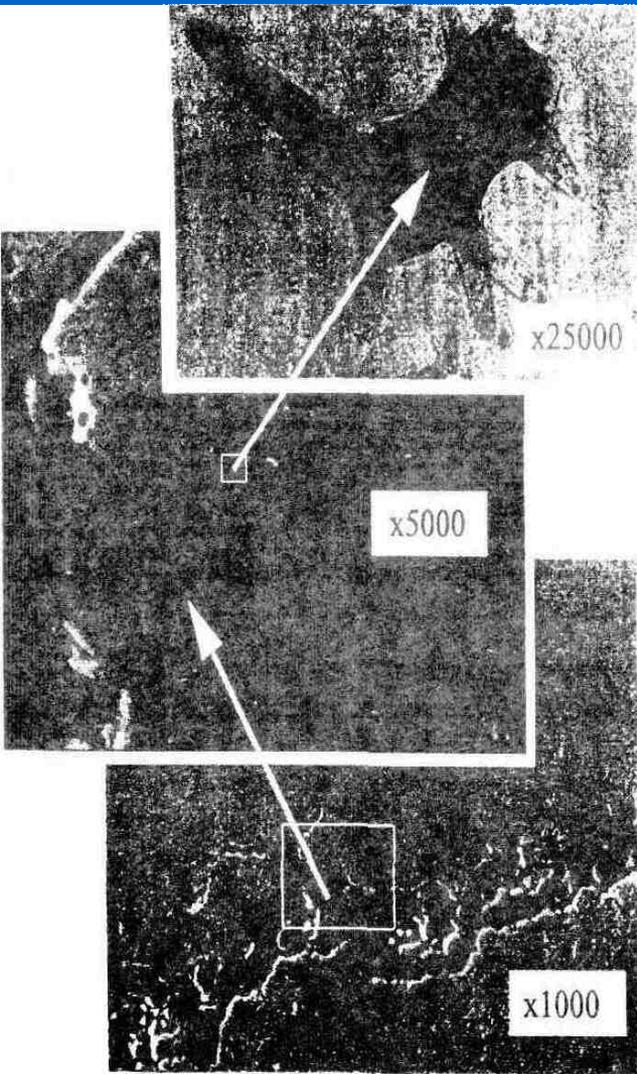
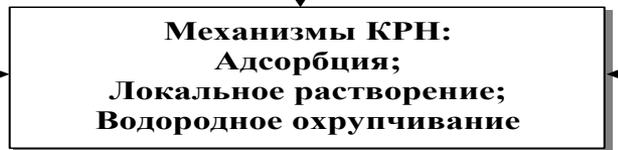
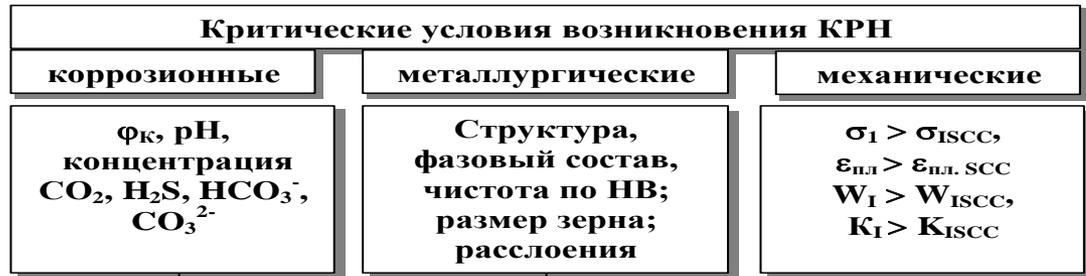


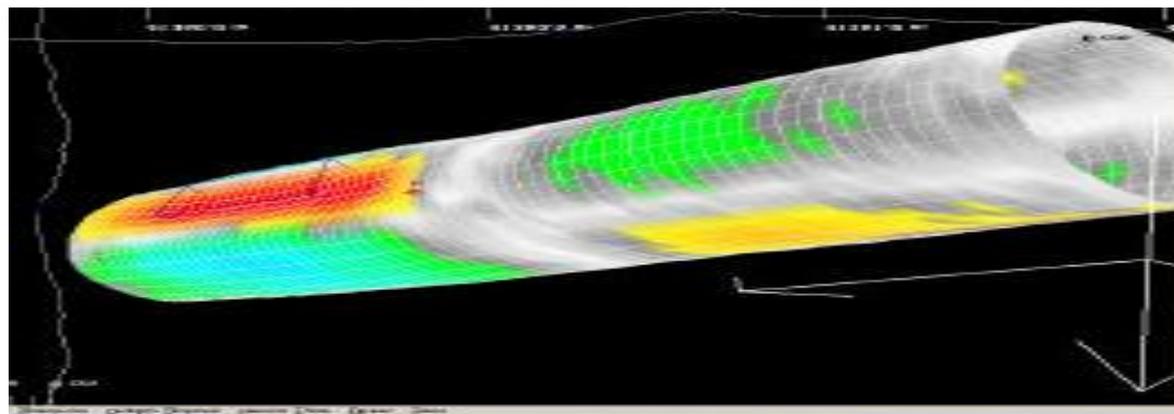
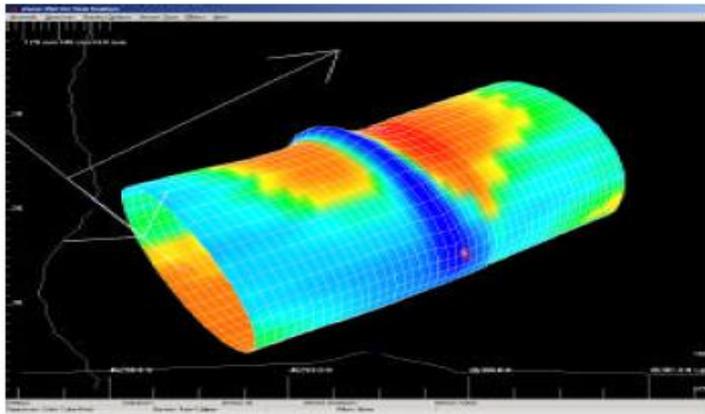
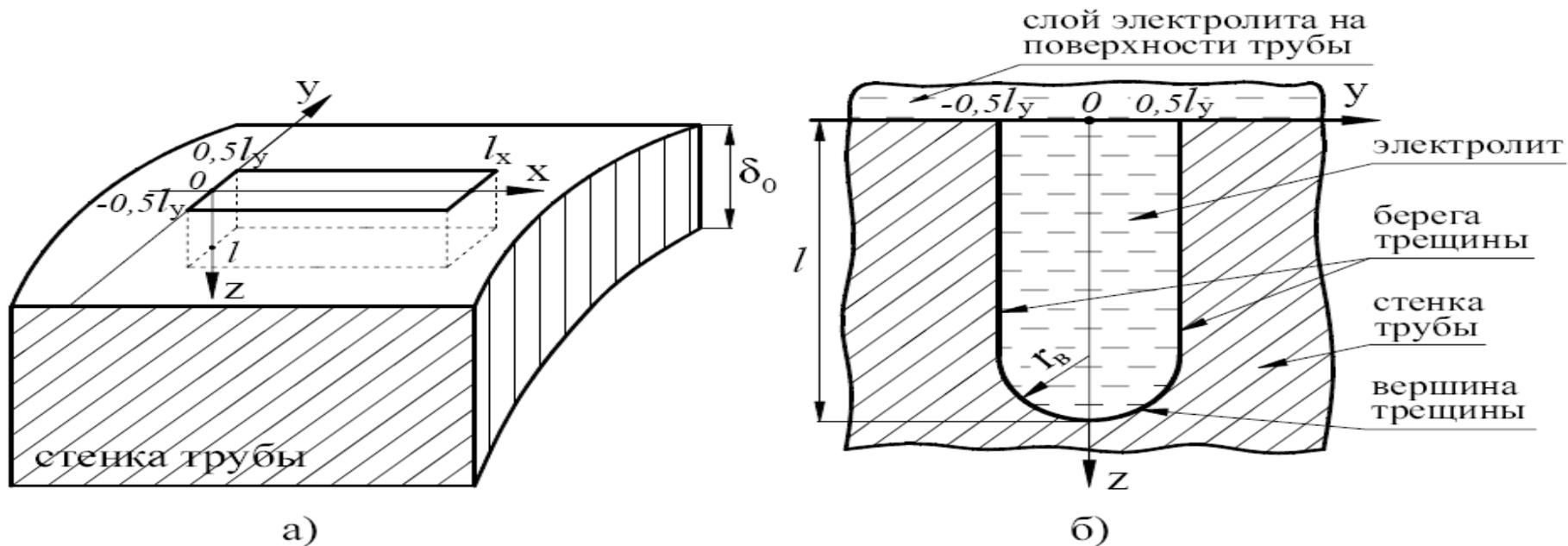
Последствия разрыва трубопровода

Стресс-коррозионные повреждения



ТОПОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПРОЦЕССА СТРЕСС-КОРРОЗИИ





Внутритрубные

- а) ультразвуковые дефектоскопы: UltraScan CD, MARK II и III, Linalog, Диаскан
- б) магнитные дефектоскопы: «КОД-4М», «ДМТ - 1», «КРОТ», Розен, Магнескан, СНТ,

Контактные

- а) ВИКонтроль
- б) ультразвуковая дефектоскопия и толщинометрия
- в) магнитопорошковая дефектоскопия
- г) вихретоковая дефектоскопия
- д) лазерная дефектоскопия

Дистанционные

- а) бесконтактная магнитометрия
- б) электрометрические обследования
- в) течеискание

Автоматизированный контроль

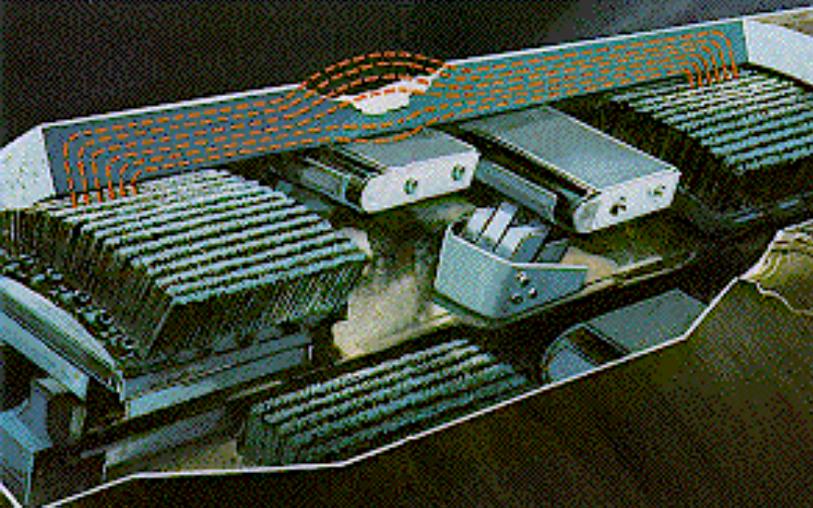
- а) акустоэмиссионный контроль
- б) коррозионный мониторинг
- в) закладные датчики и «интеллектуальные вставки»

Контроль напряжений

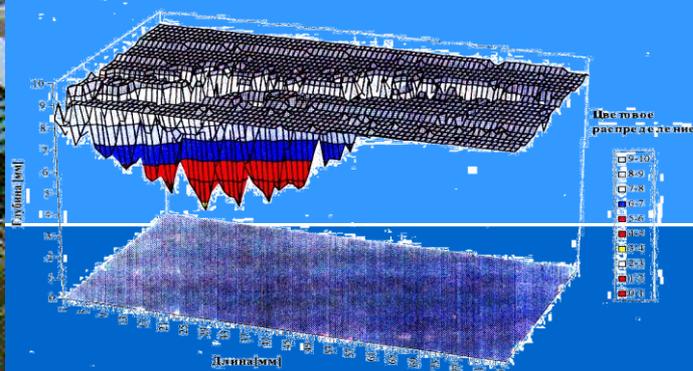
- а) внутритрубная профилометрия
- б) геодезическая съемка
- в) магнитный контроль в шурфах
- г) твердометрия в шурфах

Контроль прочности

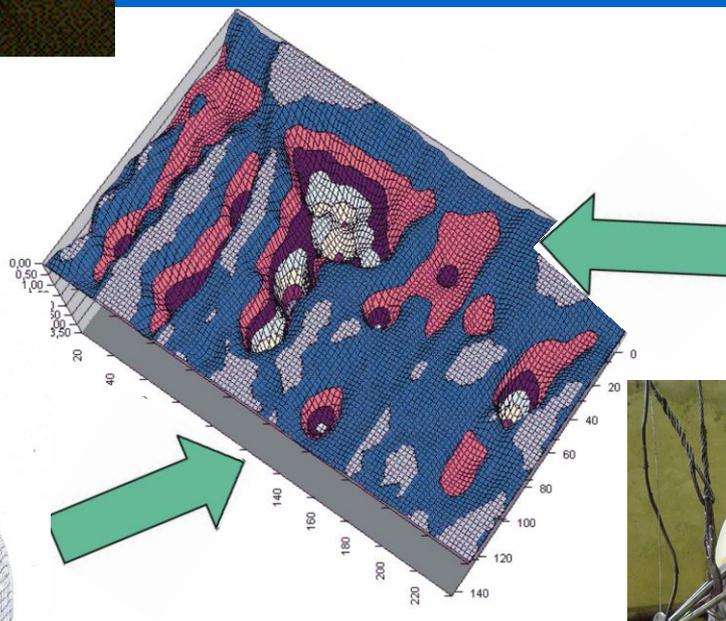
- а) гидроиспытания
- б) стресс-тест



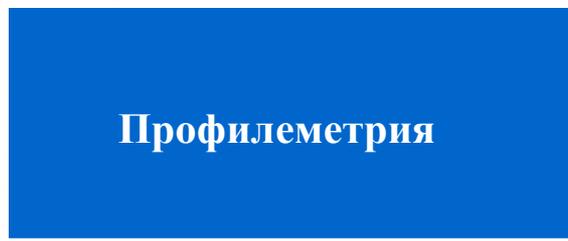
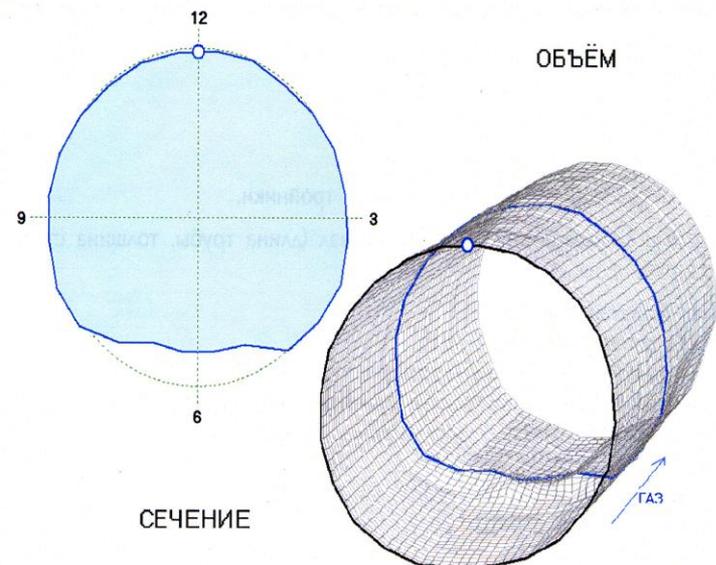
Магнитная дефектоскопия



Ультразвуковое сканирование



Трёхмерная геометрия дефектов



Профилеметрия



Визуальный контроль



УЗ- дефектоскопия



Сканер-дефектоскоп A2075 SONET



Магнитопорошковая
дефектоскопия

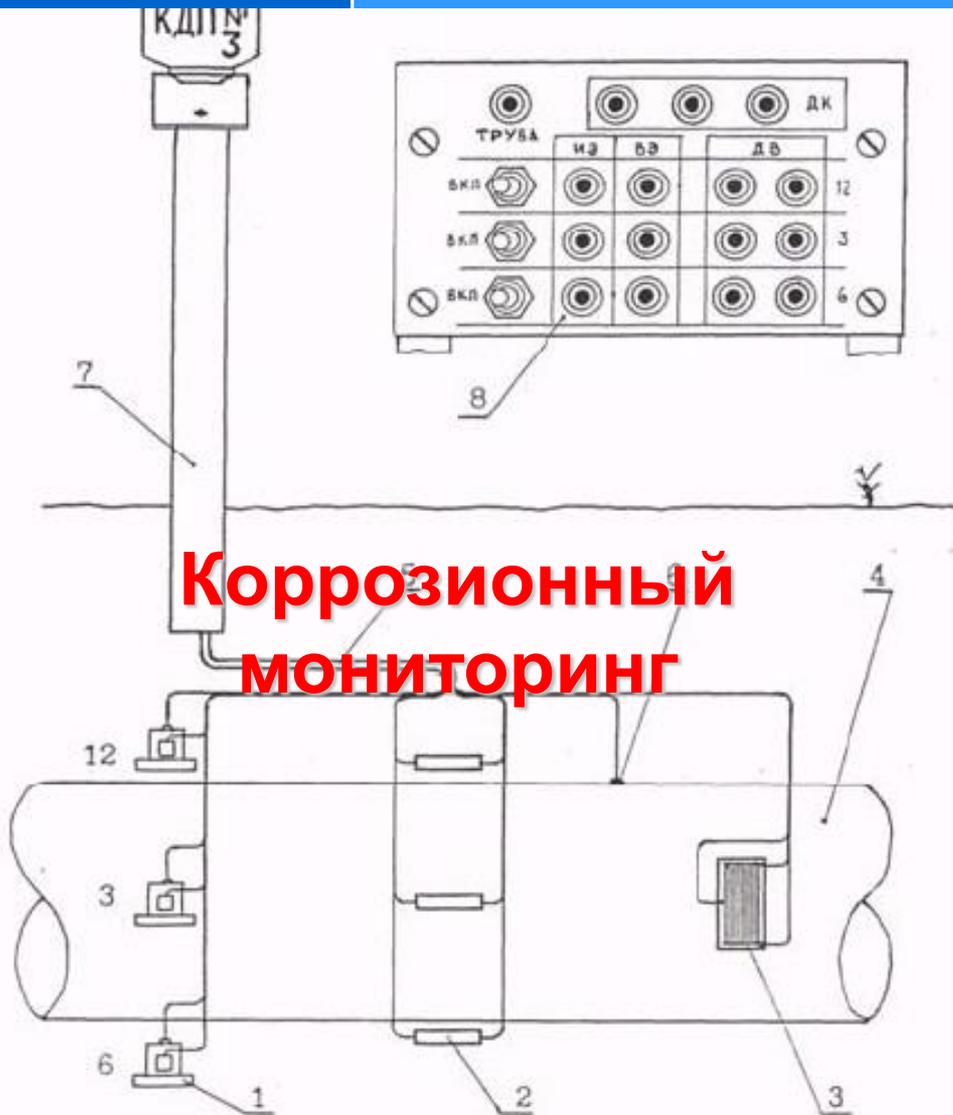


Вихретоковая дефектоскопия

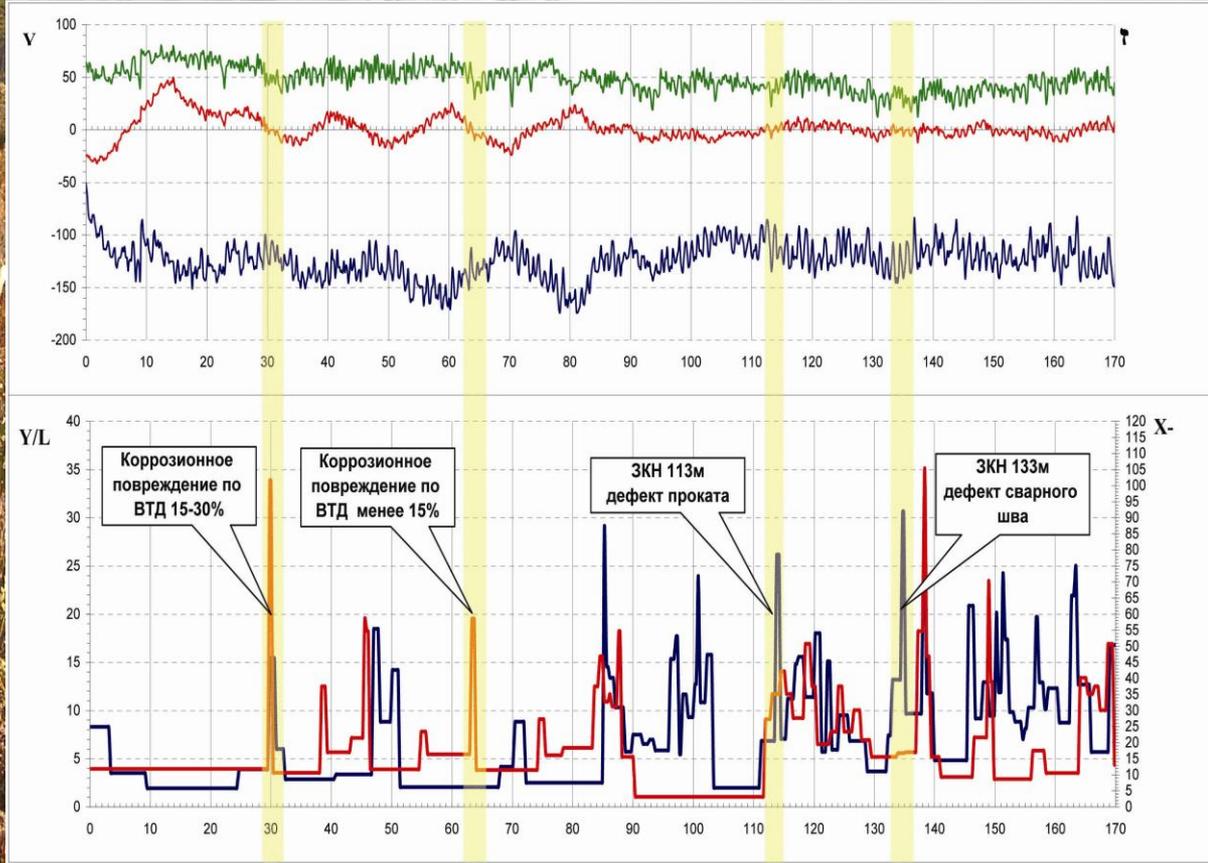
СТО Газпром 2-2.3-173-2007 Инструкция по комплексному обследованию и диагностике магистральных газопроводов, подверженных коррозионному растрескиванию под напряжением
Инструкция по оценке труб и соединительных деталей при ремонте и диагностировании магистральных газопроводов

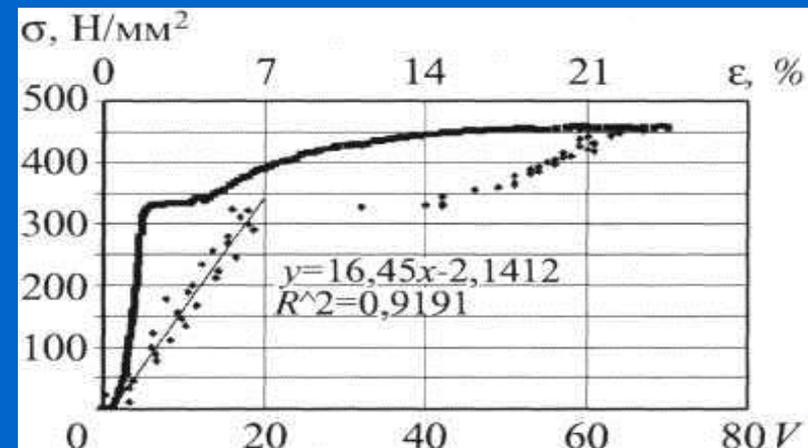
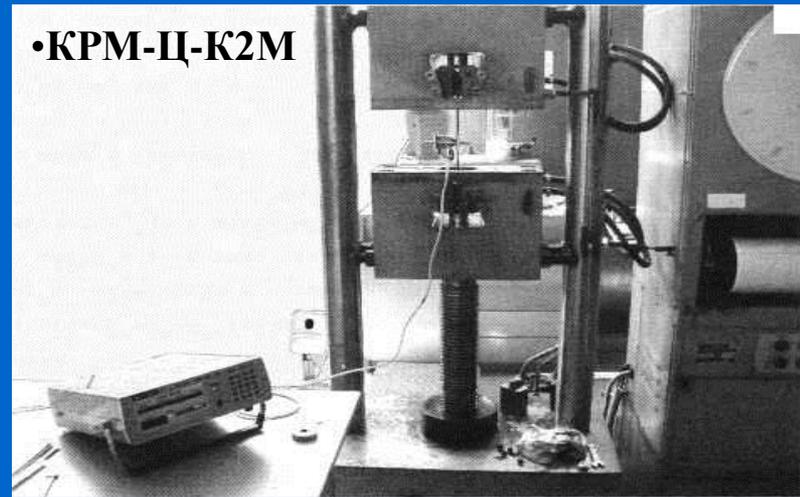
Савеня С.Н

Повышение эффективности диагностирования магистральных газопроводов в условиях стресс-коррозионной повреждаемости



Дистанционный контроль







Результаты гидроиспытаний

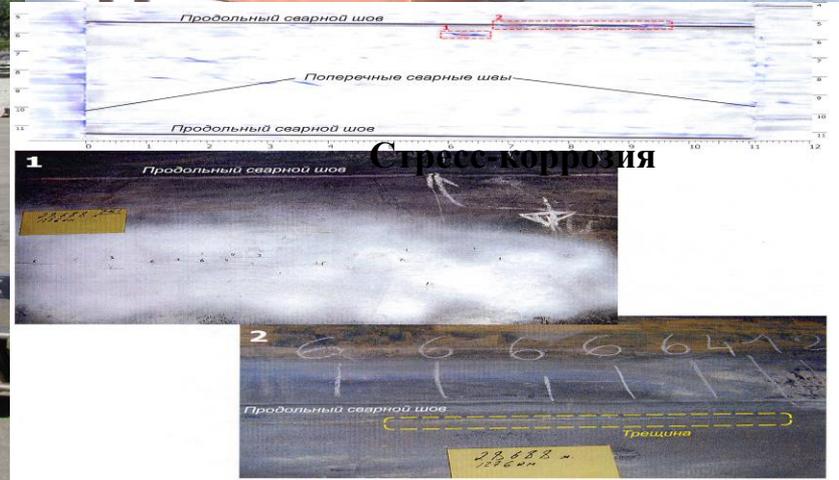
Натурный эксперимент

Савеня С.Н

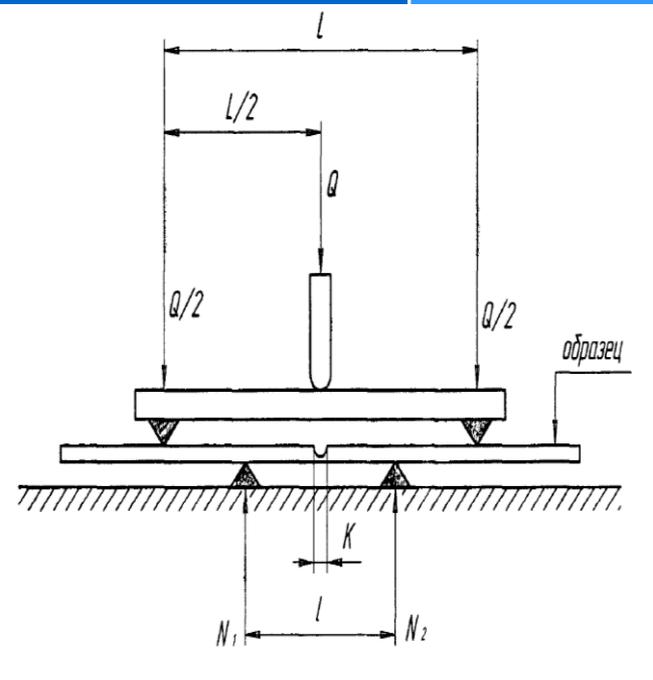
Повышение эффективности диагностирования магистральных газопроводов в условиях стресс-коррозионной повреждаемости



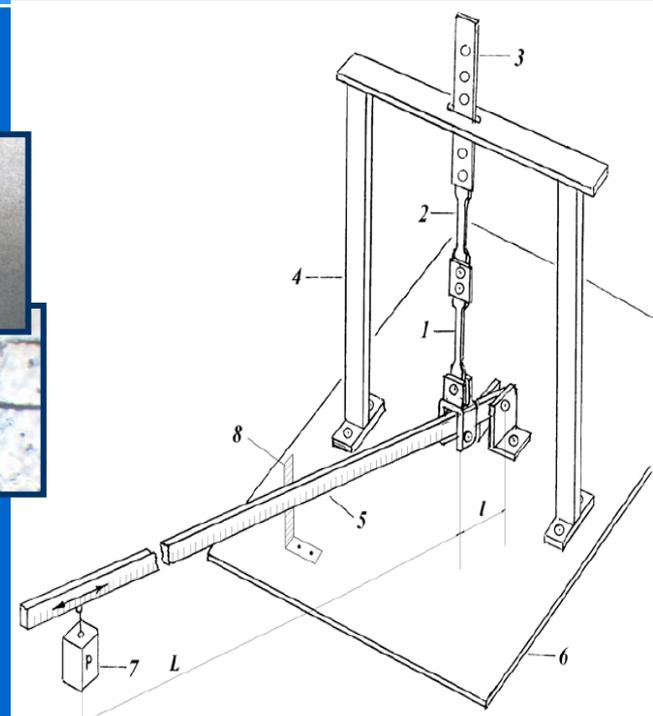
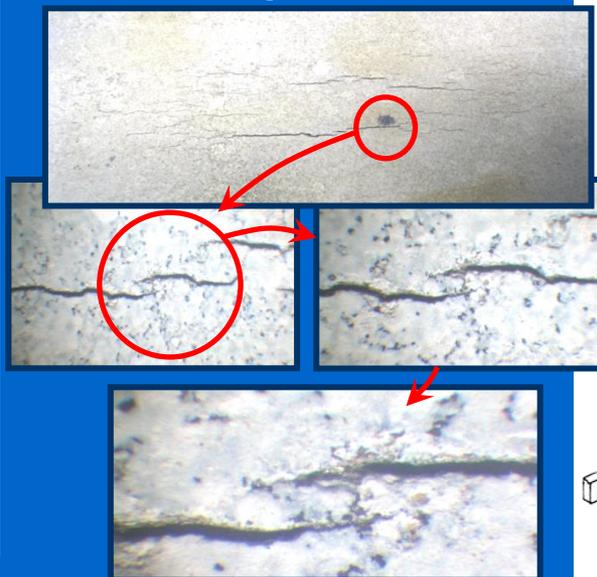
Внутритрубный магнитный дефектоскоп ДМТП-2Б-1200 поперечного намагничивания



Установки для испытаний образцов



•Исследование поверхности



•Вырезка крупногабаритных образцов из труб



•Подготовка образцов к коррозионно-механическим испытаниям



•Испытания крупногабаритных образцов



Схемы установок для испытания образцов на разрушение: 1, 2 – образцы; 3 – держатель; 4 – стойка; 5 – рычаг; 6 – основание; 7 – груз; 8 – измерительная линейка

Контроль физических показателей грунта

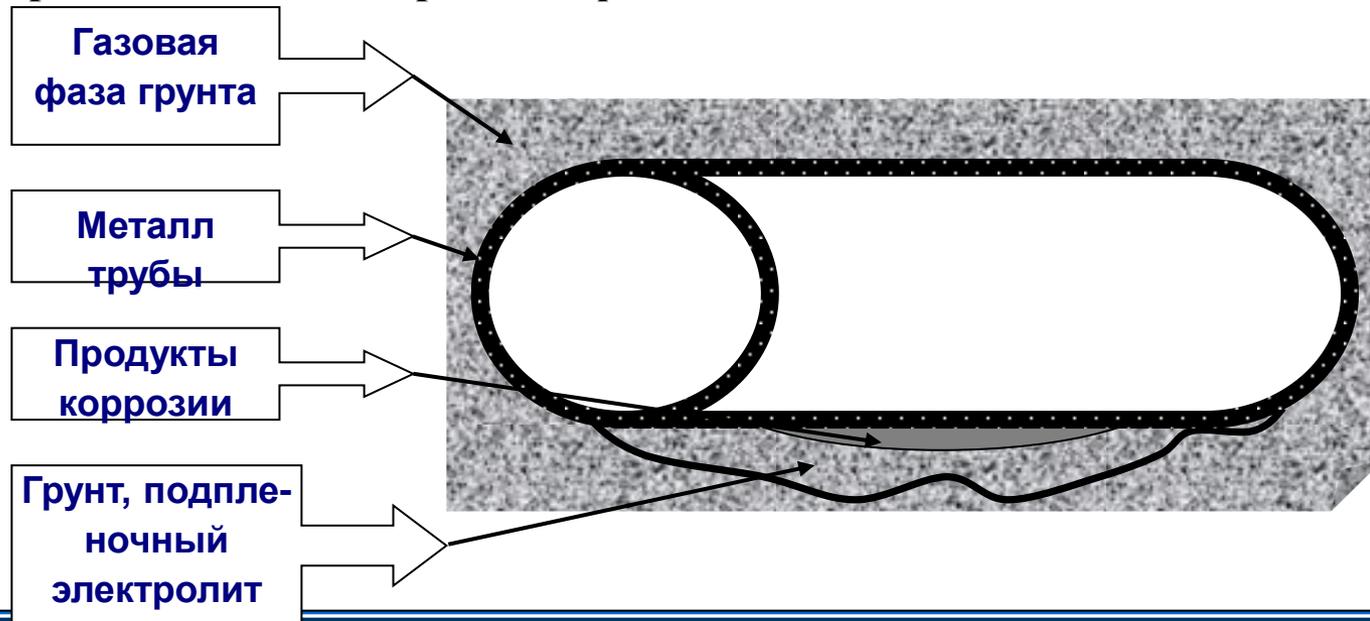
- а) тип почвы
- б) влажность,
- в) электропроводность,
- г) окислительно-восстановительный потенциал (Eh)
- д) водородный показатель рН.

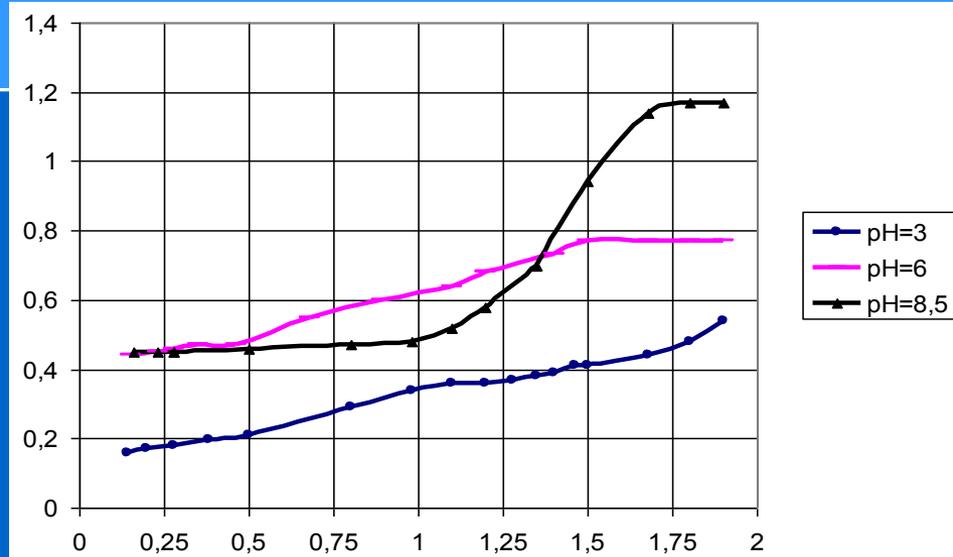
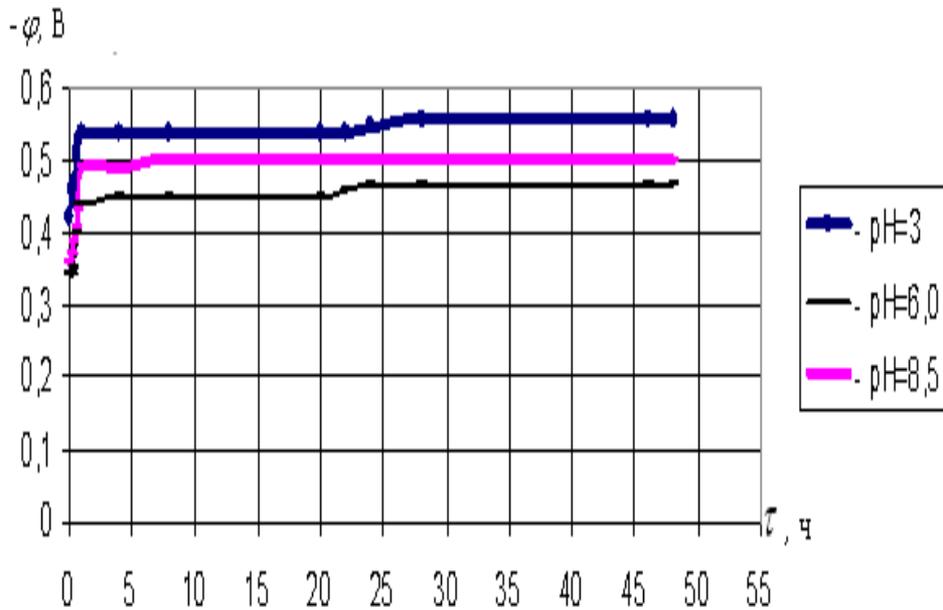
Контроль химических показателей грунта

- а) концентрация агрессивных ионов, H^+ , Cl^- , SO_4^{2-}
- б) наличие сульфатов и сульфидов в почве
- в) контроль газовой фазы

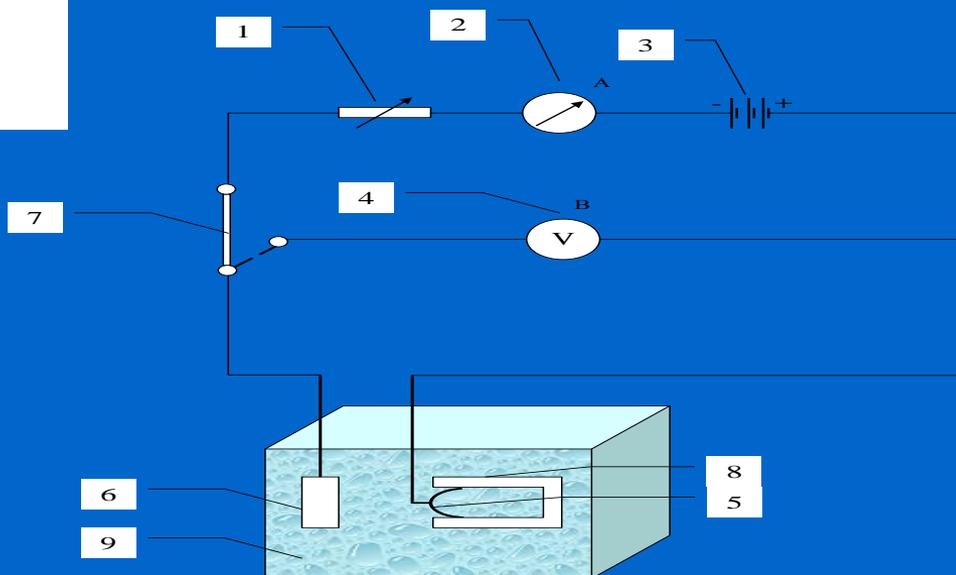
микробиологический контроль

- а) метод «отпечатка»
- б) метод ОМЧ
- в) мультисубстратное тестирование – МСТ





1 - магазин сопротивлений; 2 - амперметр; 3 - источник постоянного тока; 4 - вольтметр; 5 - основной образец; 6 – вспомогательный электрод; 7 - электрический ключ для коммутации электрической цепи; 8 - скоба для создания механических напряжений; 9 - испытательная среда

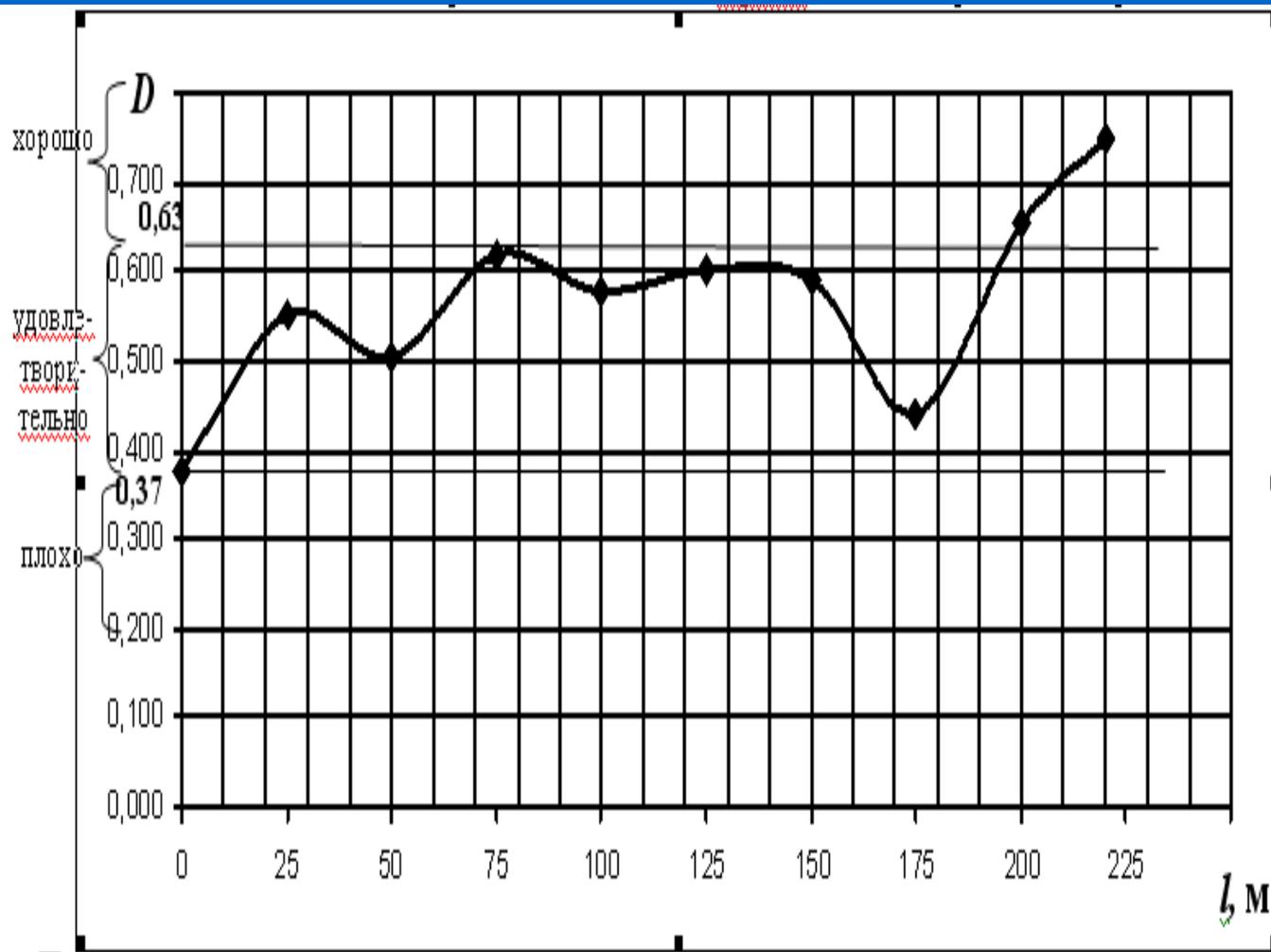


Объект исследований



- Конкретным объектом исследований выступил участок межпоселкового газопровода БК-ГРС-2-70 Бубновского ЛПУМГ - г. Борисоглебск Воронежской области подачу газа, в который обеспечивает предприятие ООО «Газпром трансгаз Волгоград», подведомственный Волгоградскому газотехническому центру ООО «Газнадзор».
- В общей сложности был обследован участок газопровода протяженностью 220 м, выполненного из стали 17ГС, на котором выполнено 10 шурфов.
- Наружный диаметр 426мм, толщина стенки 10,0 мм. Участок III категории, общий срок эксплуатации 46,3 года. Нормативное давление в газопроводе 5,5 МПа, а фактическое давление при эксплуатации - 1,2 МПа.
- Трубы на участке имеют дефекты изоляционного покрытия и находятся в напряженно-деформированном состоянии, вследствие изменения проектного положения трубопровода, т.е. условия для развития КРН выполняются. Участки находятся под воздействием катодной защиты ($U_{\text{выкл}} = -0,82-0,88$ В).

Распределение обобщенной функции желательности по длине газопровода



l (м)	D
0	0,378
25	0,550
50	0,503
75	0,617
100	0,578
125	0,600
150	0,590
175	0,439
200	0,653
220	0,748

Таблица 3- Значения $k_{НДС}$ и σ_i по длине газопровода.

№ точки	l_m	$k_{НДС}$	σ_i
1	0	0,595	210
2	25	0,212	75
3	50	0,17	60
4	75	0,227	80
5	100	0,198	70
6	125	0,241	85
7	150	0,283	100
8	175	0,34	120
9	200	0,397	140
10	220	0,227	80

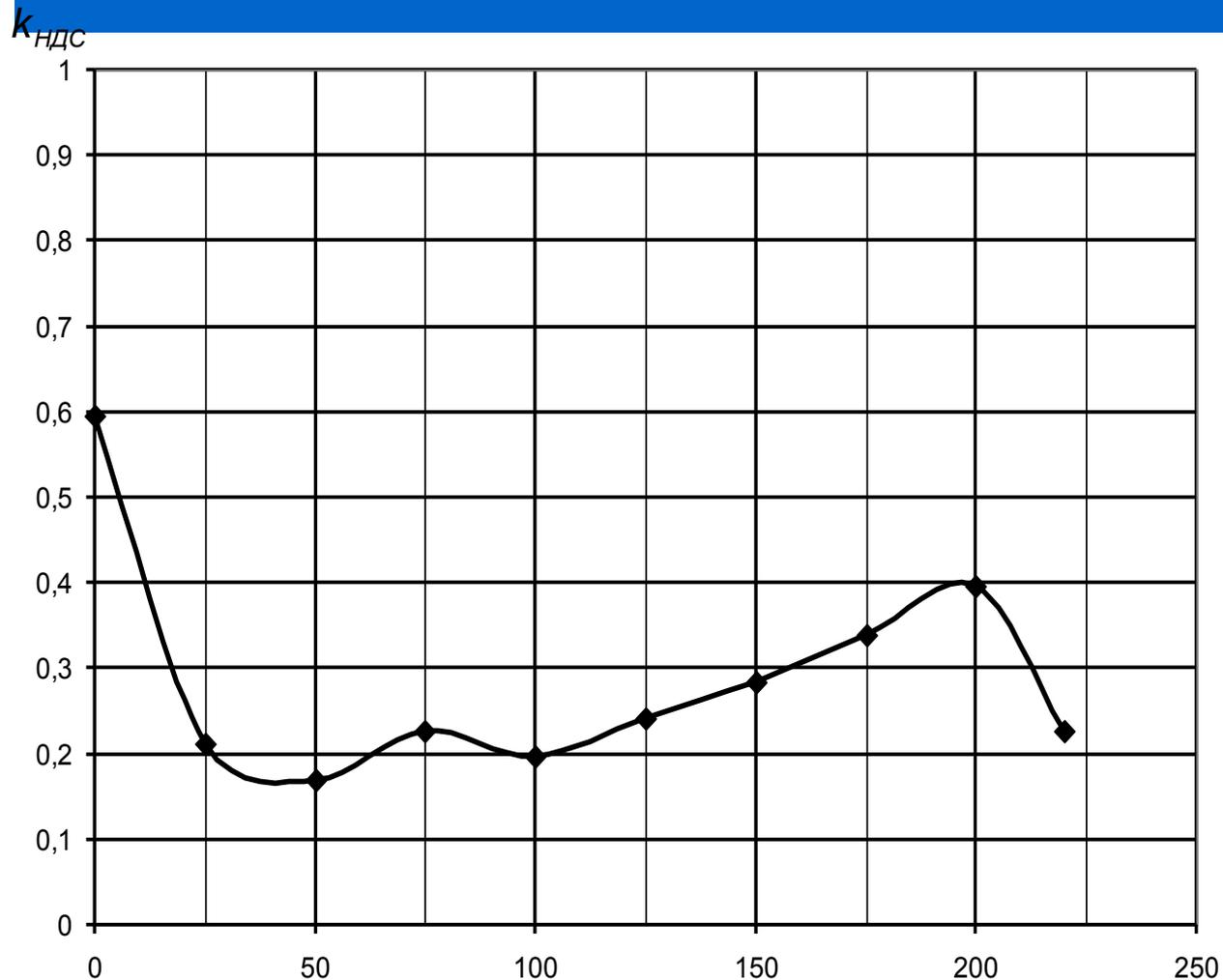
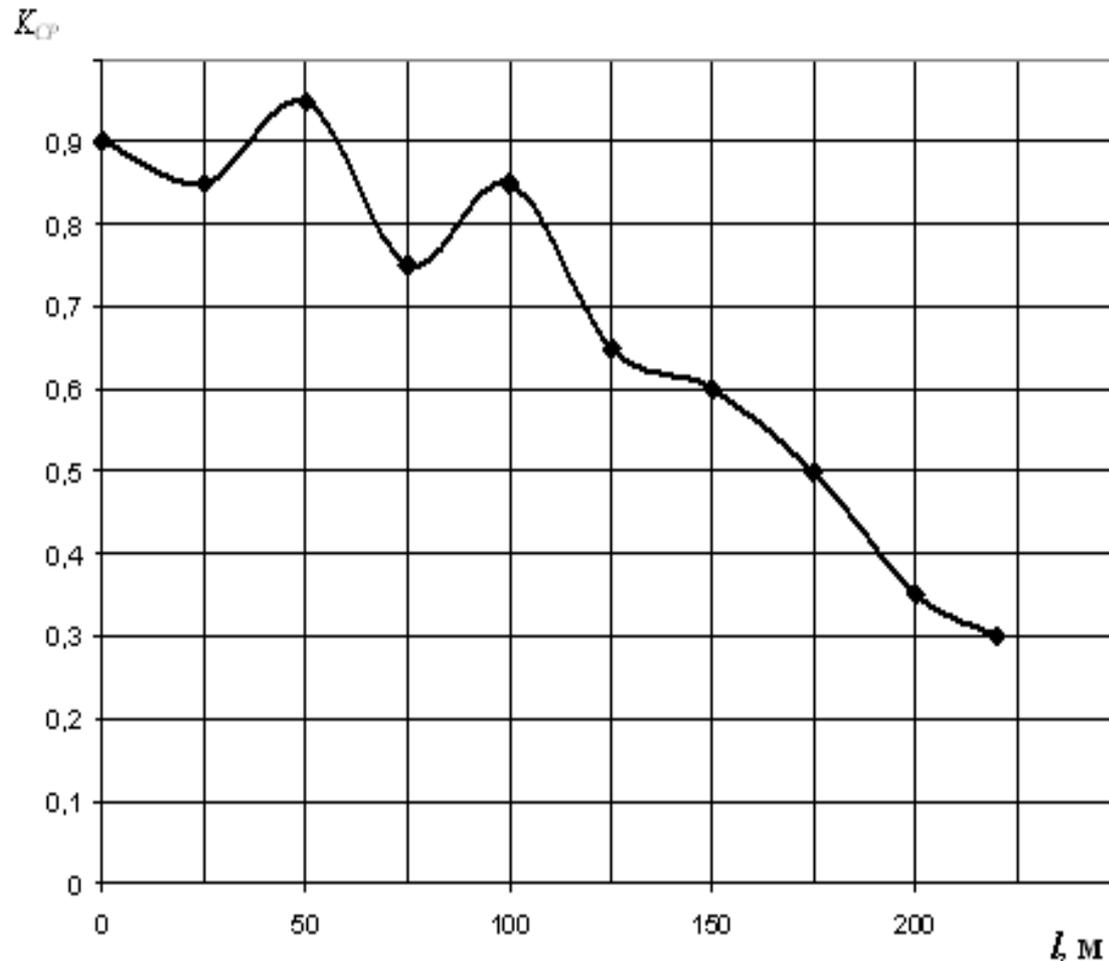


Таблица 4 Значения показателя k_{CP}

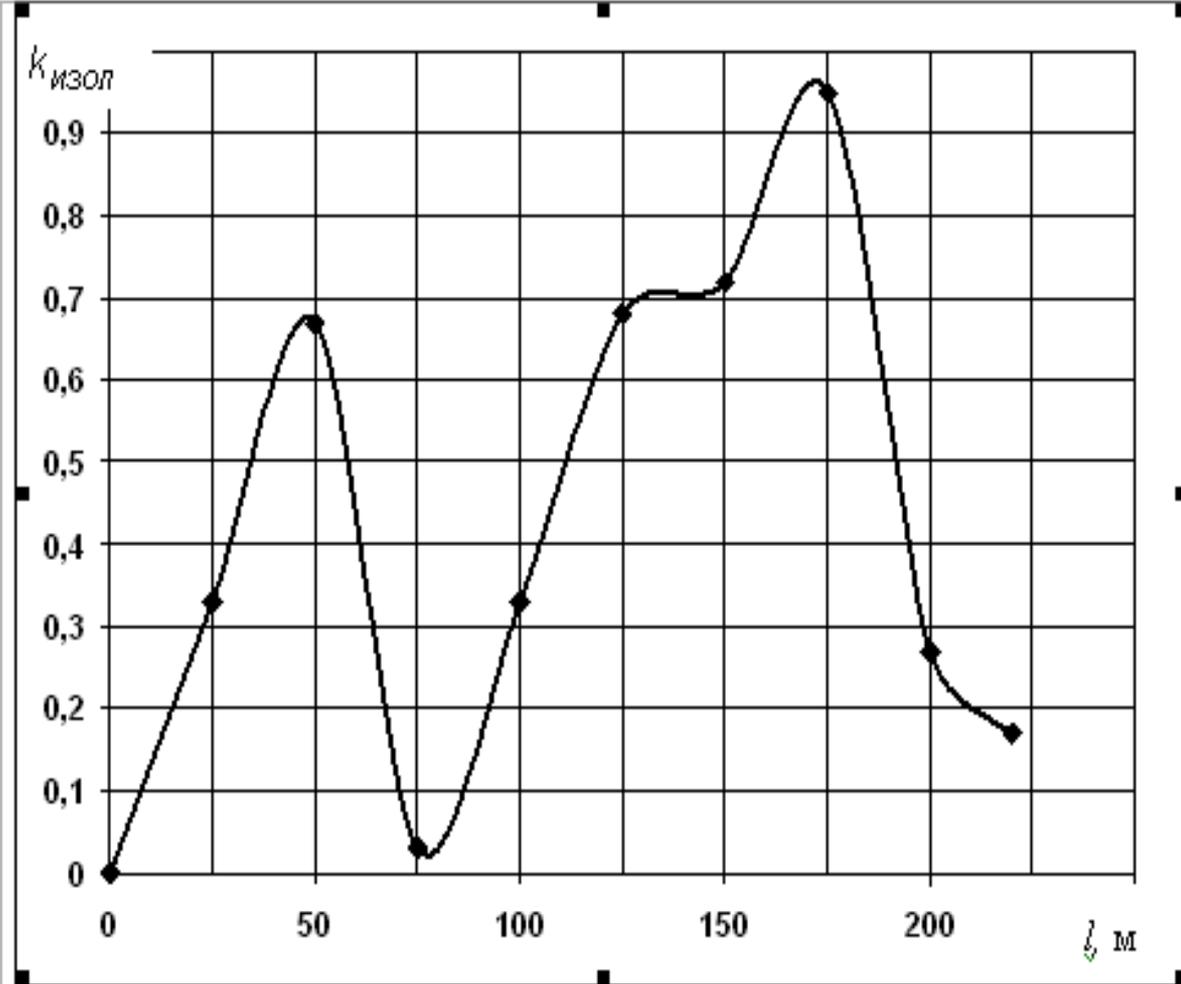
№ точки	l_m	k_{CP}	Сумма баллов	Тип грунта
1	0	0,9	-13	Глина
2	25	0,85	-12	Глина
3	50	0,95	-14	Глина
4	75	0,75	-10	Глина
5	100	0,85	-12	Тяжелый суглинок
6	125	0,65	-8	Тяжелый суглинок
7	150	0,6	-7	Легкий суглинок
8	175	0,5	-5	Легкий суглинок
9	200	0,35	-2	Песок
10	220	0,3	-1	Песок



Распределение значений показателя $K_{изол}$ по длине газопровода

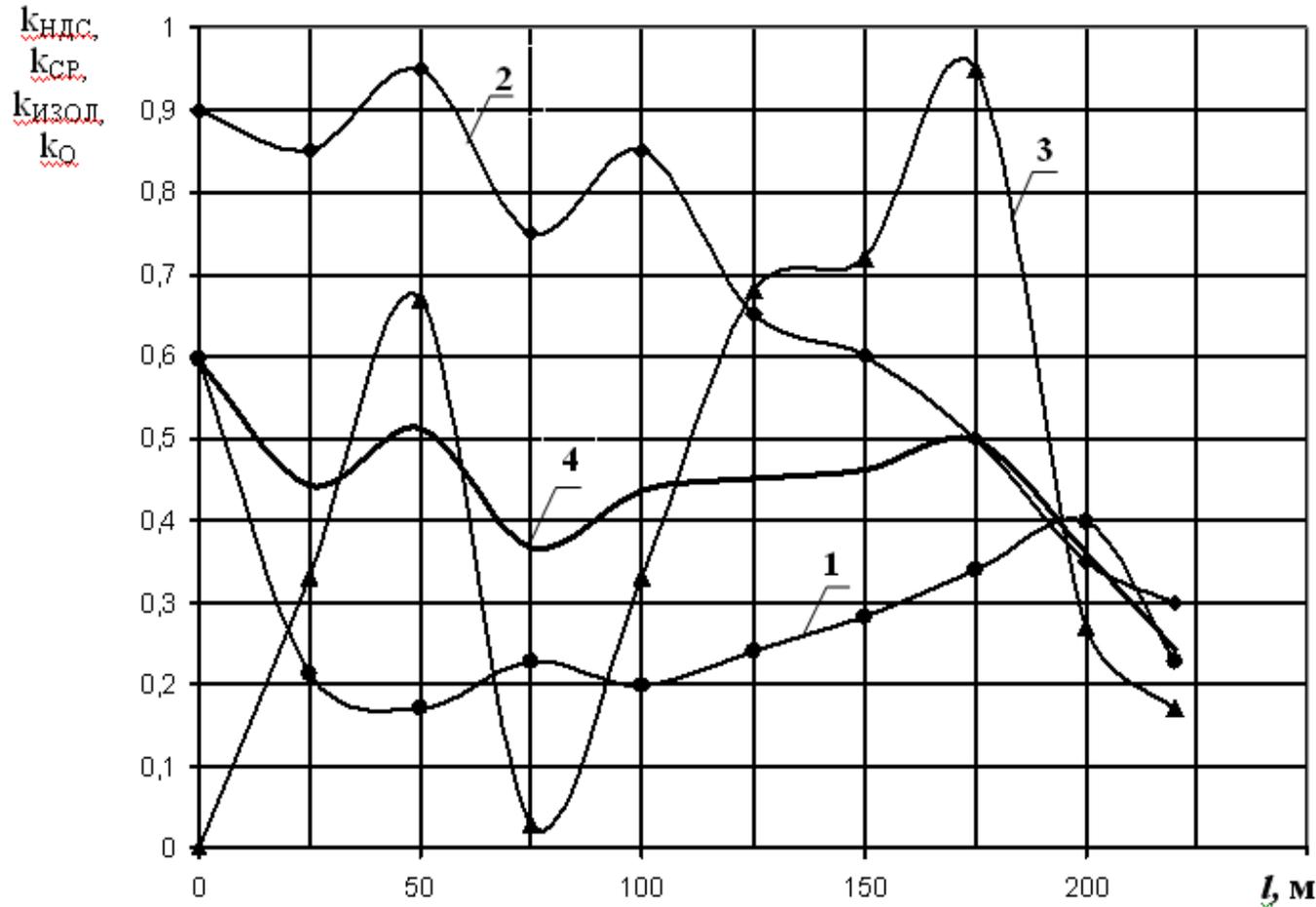
Таблица 5 Критерии оценки состояния изоляционного покрытия

№ точки	l_m	Интегральная величина сопротивления, Ом·м ²	$K_{изол}$
1	0	30000	0
1	25	20000	0,33
2	50	10000	0,67
3	75	29000	0,03
4	100	20000	0,33
5	125	9500	0,68
6	150	8500	0,72
7	175	1500	0,95
8	200	22000	0,27
9	220	25000	0,17

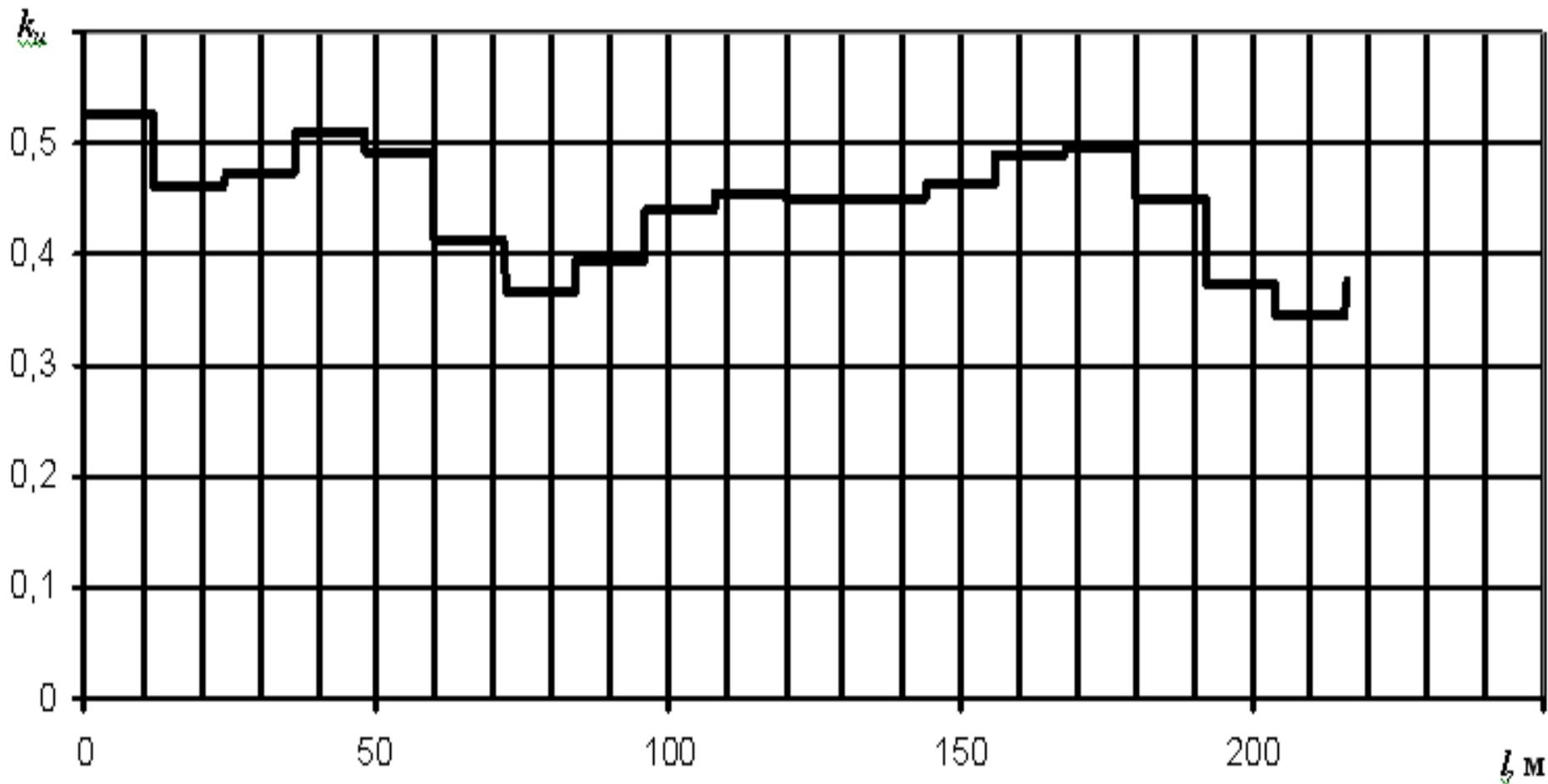


Обобщенный коэффициент определяется как сумма отдельных коэффициентов, характеризующих степень влияния исследуемых факторов

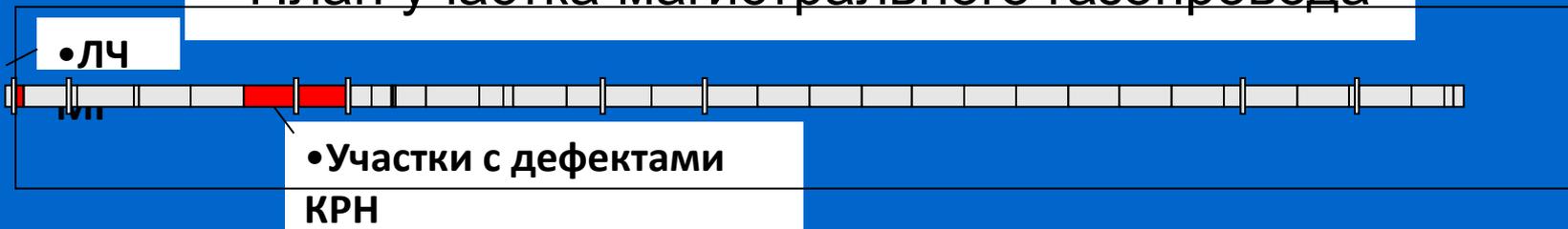
$$k_0(l) = \frac{\sum_{i=1}^n [\rho_i S_i(l)]}{\sum_{i=1}^n \rho_i}$$



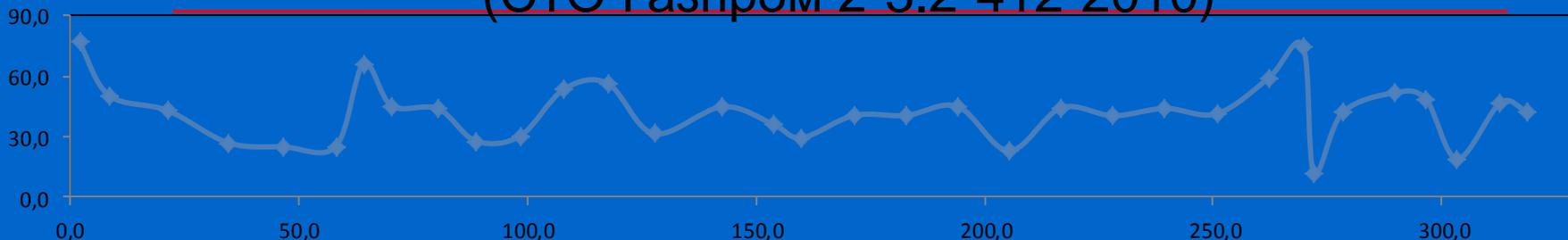
Распределение интегральных показателей по длине трубопровода



• План участка магистрального газопровода



• Потенциально опасные участки в отношении КРН по методике вдольтрассовых обследований (СТО Газпром 2-3.2-412-2010)



• Потенциально опасные участки в отношении КРН по методике



Применение для сооружаемых газопроводов труб стойких к КРН

Надежная изоляция трубной стали от коррозионно агрессивной среды с помощью защитных покрытий нового поколения

Изменение условий в околотрубном пространстве с целью снижения агрессивности грунтов на стадии прокладки

Разработка и применение методик выделения участков с повышенным уровнем воздействия среды

Применение методик комплексной диагностики потенциально-опасных участков.

Профилактические работы на газопроводе

ВЫВОДЫ

- 1. Стресс-коррозионное растрескивание является наиболее опасным видом коррозионно-механических повреждений подземных трубопроводов**
- 2. Вероятность возникновения и развитие дефектов КРН зависит не только от условий эксплуатации и марки стали, но и от других параметров.**
- 3. Увеличение числа выявляемых дефектов КРН заставляет обратить внимание на разработку принципов и практических методов стресс-коррозионной диагностики и защиты трубопроводов, как средства обеспечения их надежной и безопасной эксплуатации в условиях распространения КРН**

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

Савеня Сергей Николаевич

**Преподаватель специальных дисциплин ЧПОУ «Газпром колледж
Волгоград»**

Тел.: 89377115684

