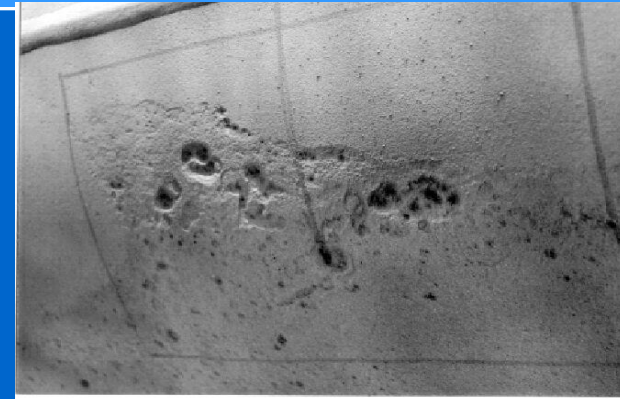


Повышение эффективности диагностирования магистральных газопроводов в условиях стресс- коррозионной повреждаемости

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**

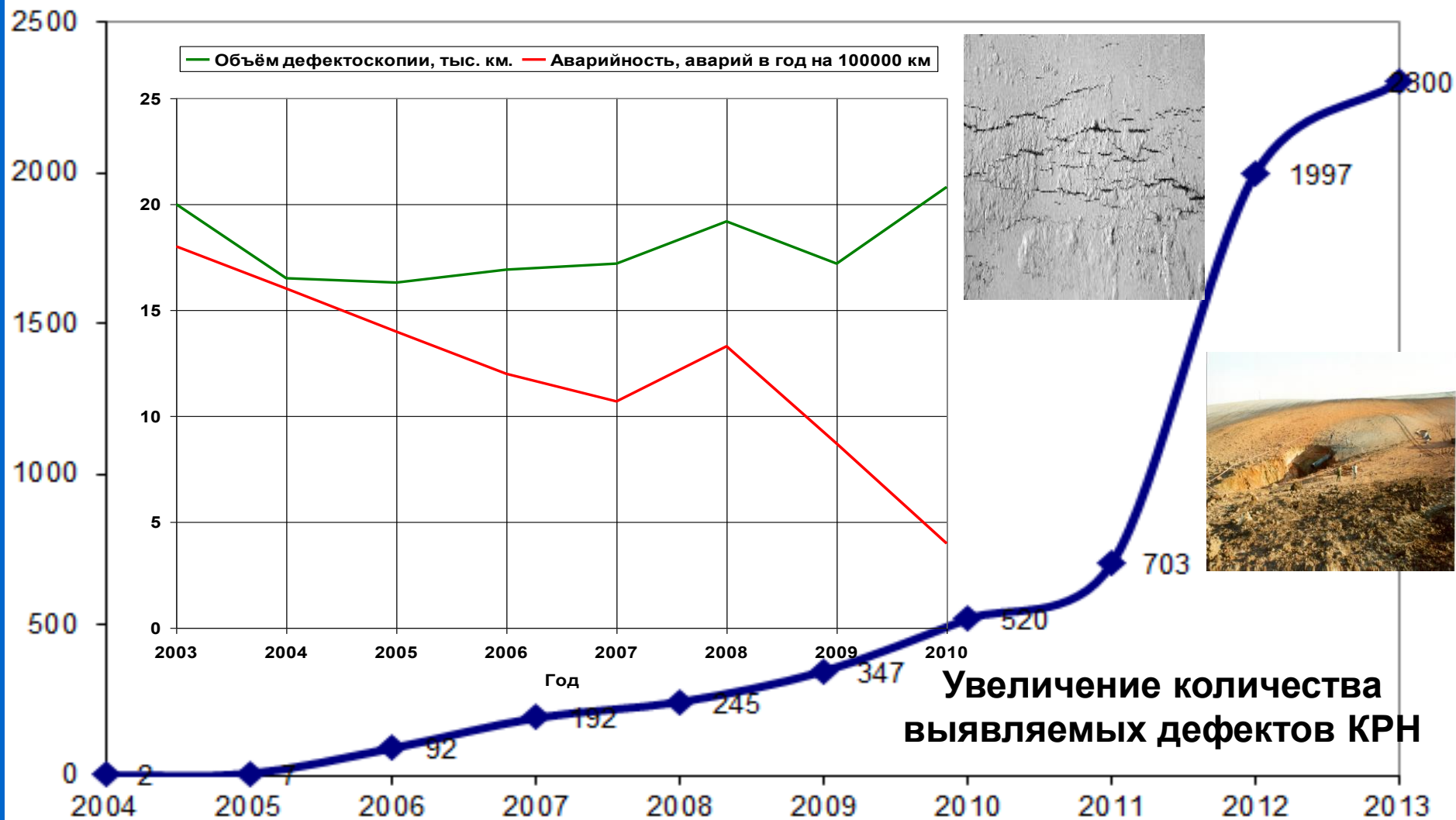


Коррозионные дефекты стенки трубопровода

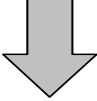
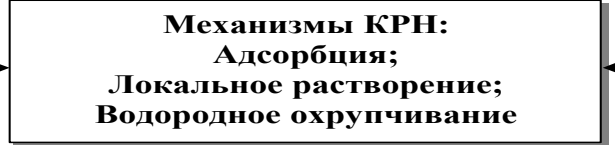
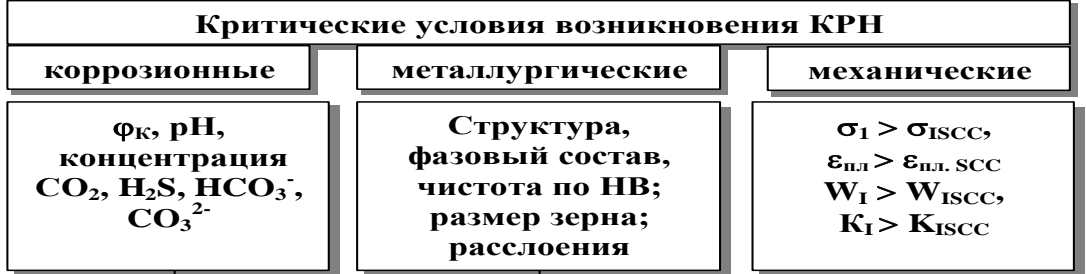


Последствия разрыва трубопровода

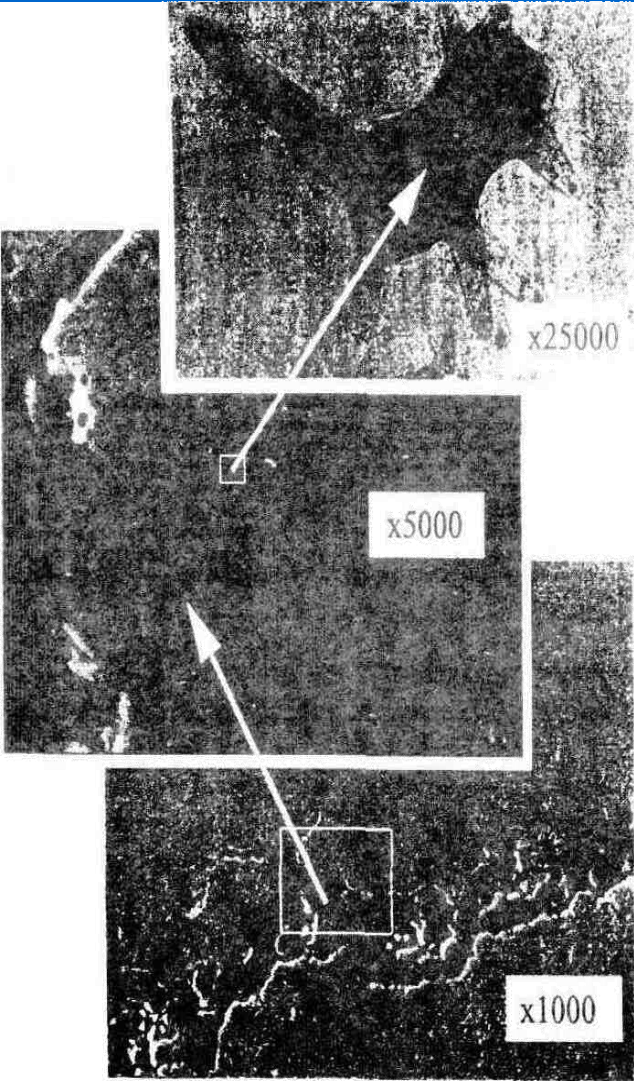
Стресс-коррозионные повреждения

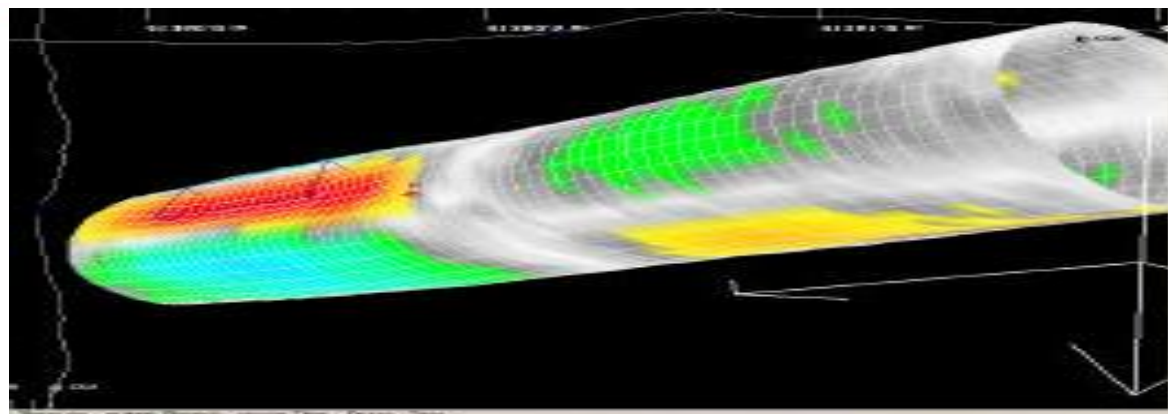
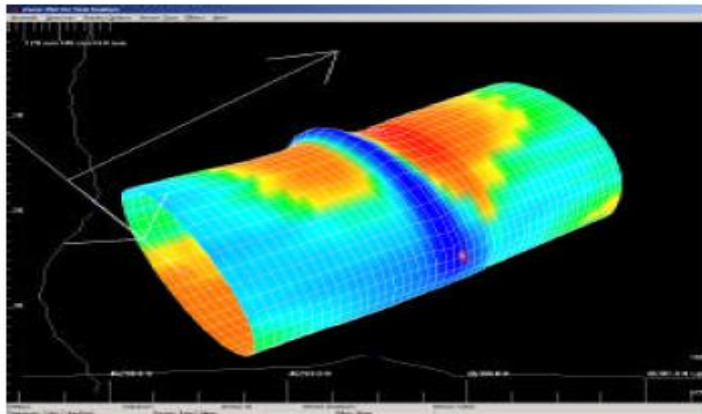
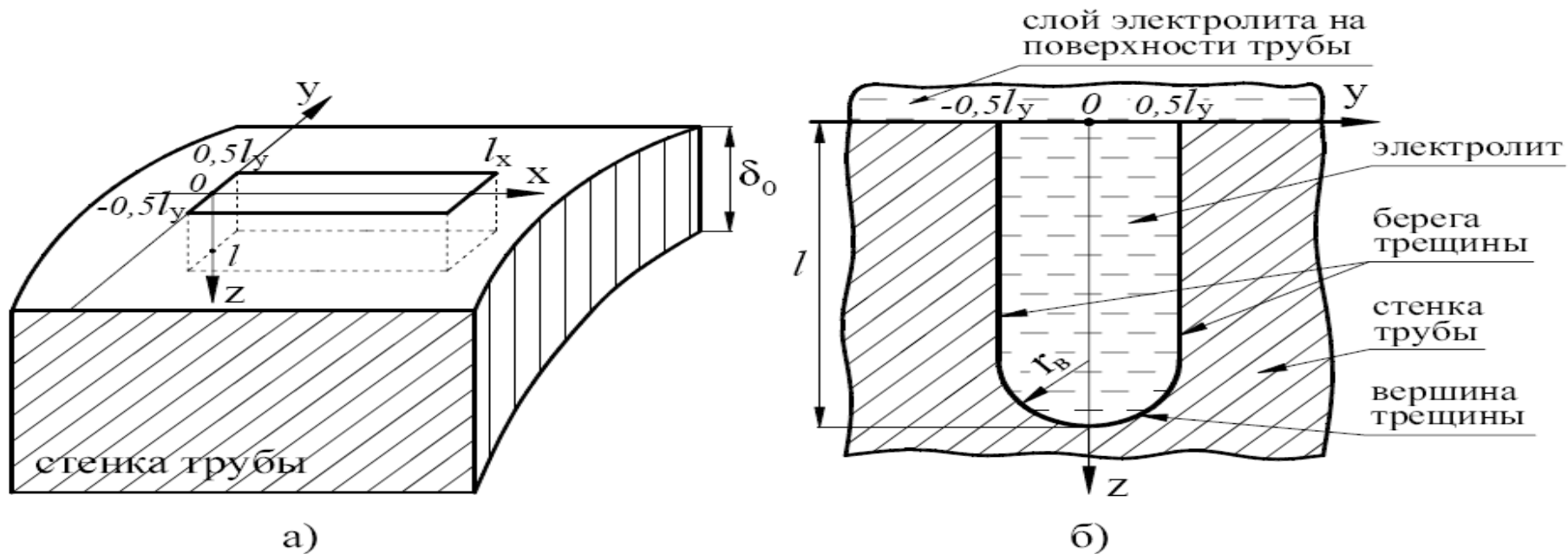


ТОПОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПРОЦЕССА СТРЕСС-КОРРОЗИИ



Стадии развития стресс-коррозионных повреждений





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

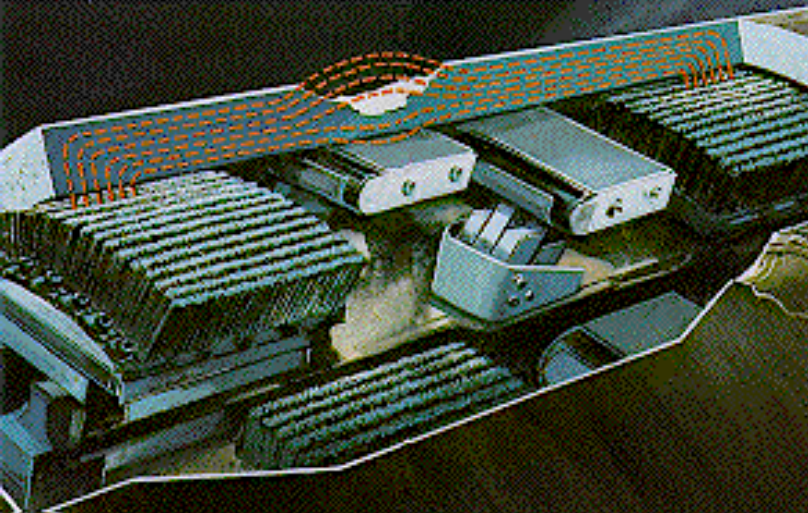
- а) акустоэмиссионный контроль
- б) коррозионный мониторинг
- в) закладные датчики и «интеллектуальные вставки»

Контроль напряжений

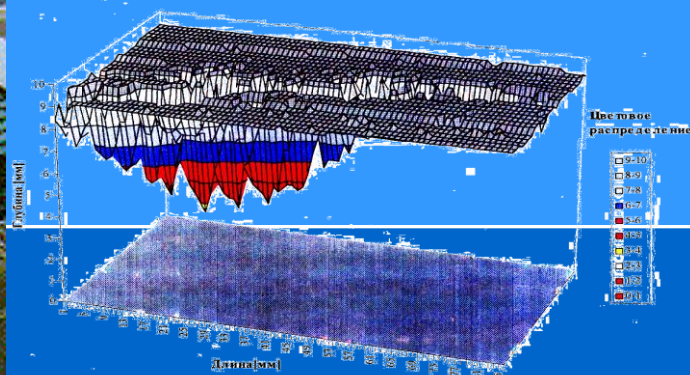
- а) внутритрубная профилометрия
- б) геодезическая съемка
- в) магнитный контроль в шурфах
- г) твердометрия в шурфах

Контроль прочности

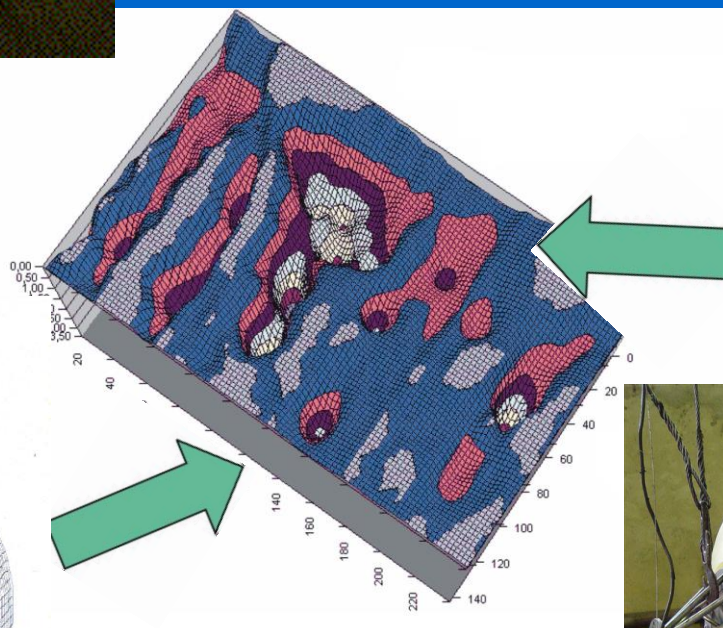
- а) гидроиспытания
- б) стресс-тест



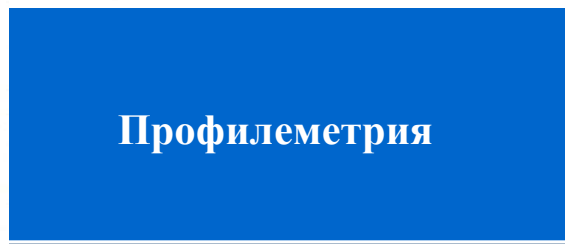
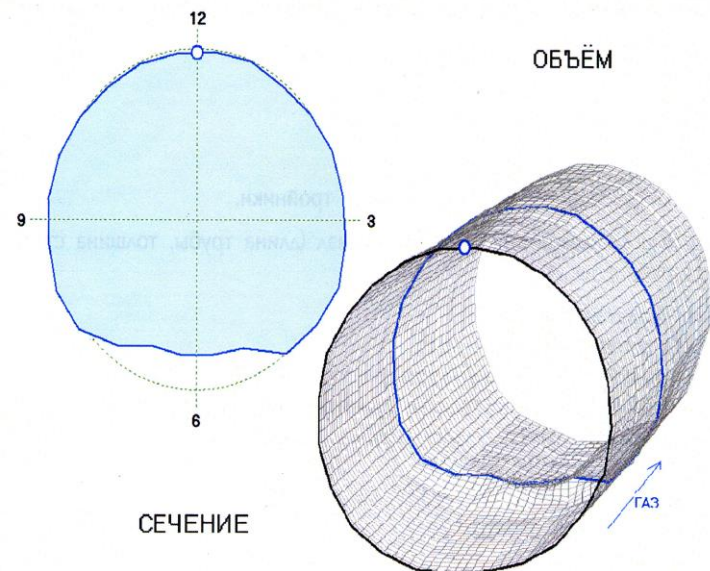
Магнитная дефектоскопия



Ультразвуковое сканирование



Трёхмерная геометрия дефектов



Профилеметрия



Визуальный контроль



УЗ- дефектоскопия



Сканер-дефектоскоп A2075 SONET



Магнитопорошковая
дефектоскопия



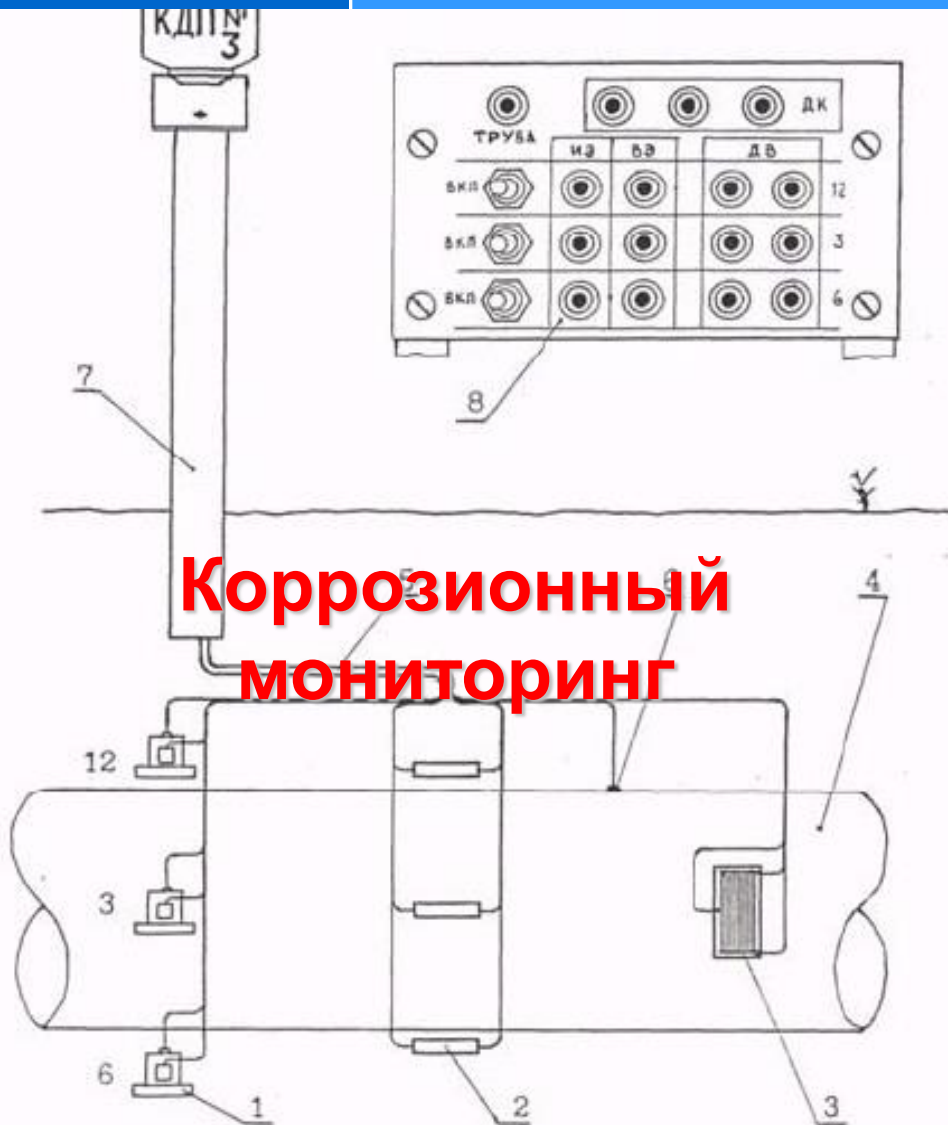
Вихретоковая дефектоскопия



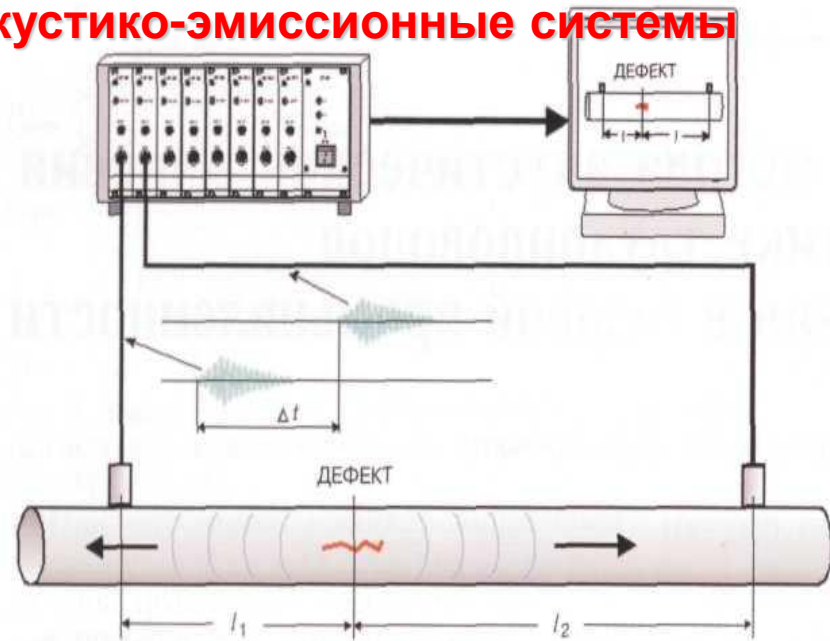
СТО Газпром 2-2.3-173-2007 Инструкция по комплексному обследованию и диагностике магистральных газопроводов, подверженных коррозионному растрескиванию под напряжением
Инструкция по оценке труб и соединительных деталей при ремонте и диагностировании магистральных газопроводов

Савеня С.Н

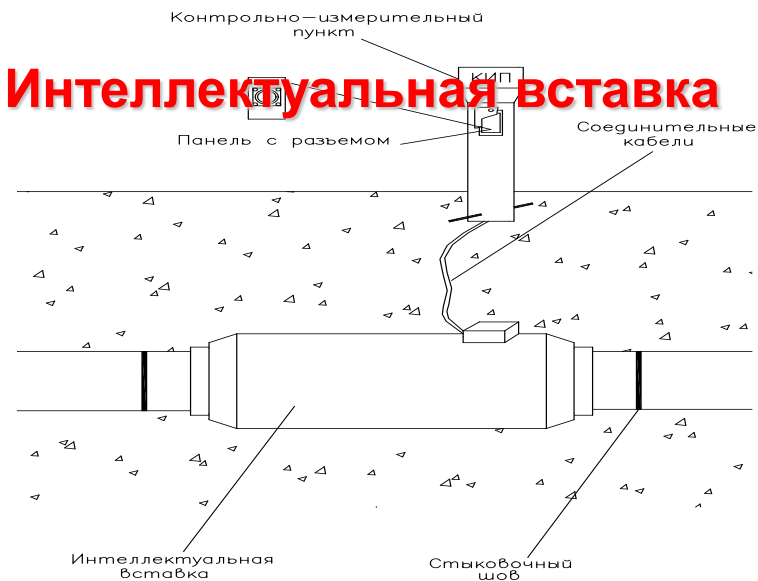
Повышение эффективности диагностирования магистральных газопроводов в условиях стресс-коррозионной повреждаемости



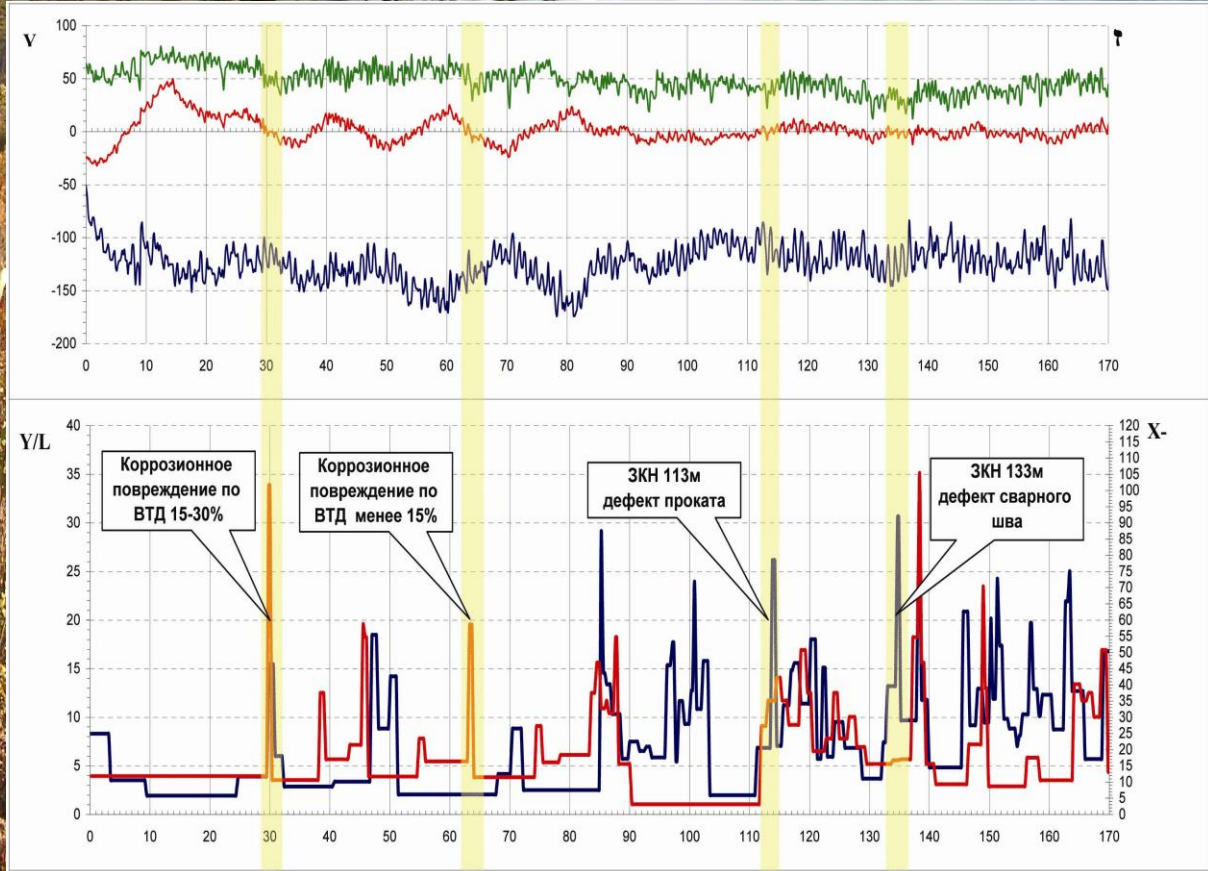
Коррозионный мониторинг

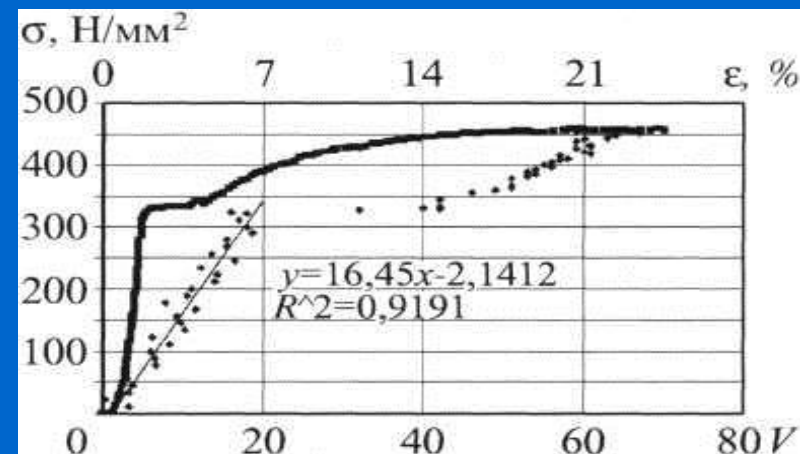
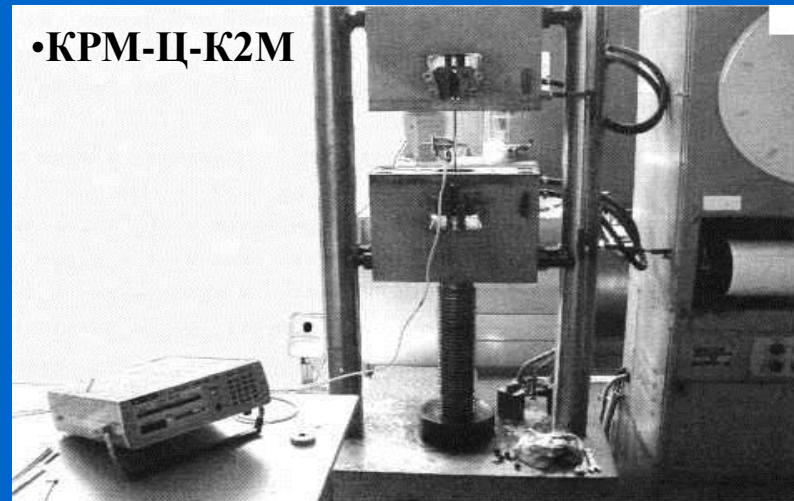


Интеллектуальная вставка



Дистанционный контроль







Натурный эксперимент

Результаты гидроиспытаний

Савеня С.Н

Повышение эффективности диагностирования магистральных газопроводов в условиях стресс-коррозионной повреждаемости



Внутритрубный магнитный дефектоскоп ДМТП-2Б-1200 поперечного намагничивания



Поперечное намагничивание

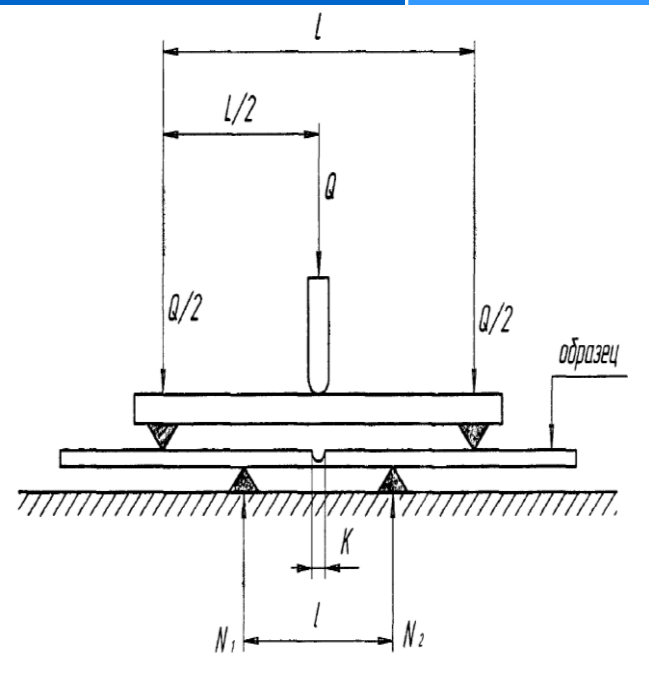
Продольное намагничивание

Регулятор скорости

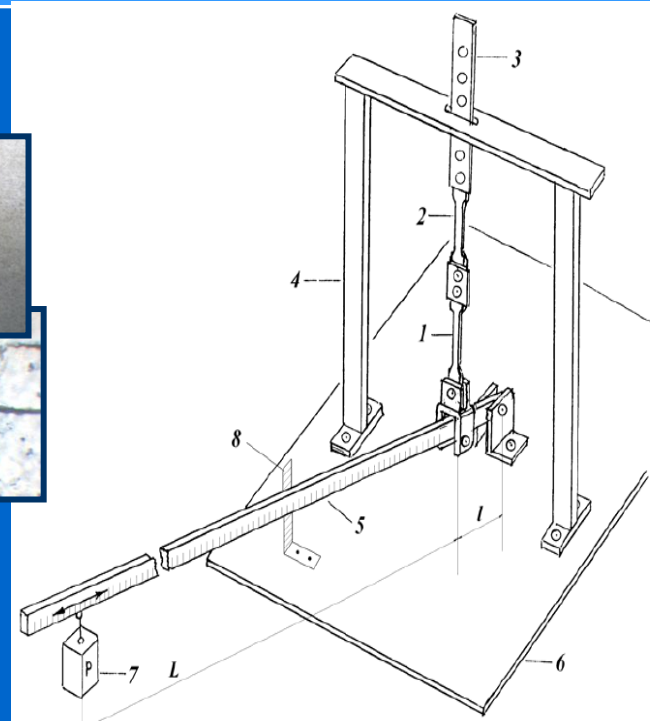
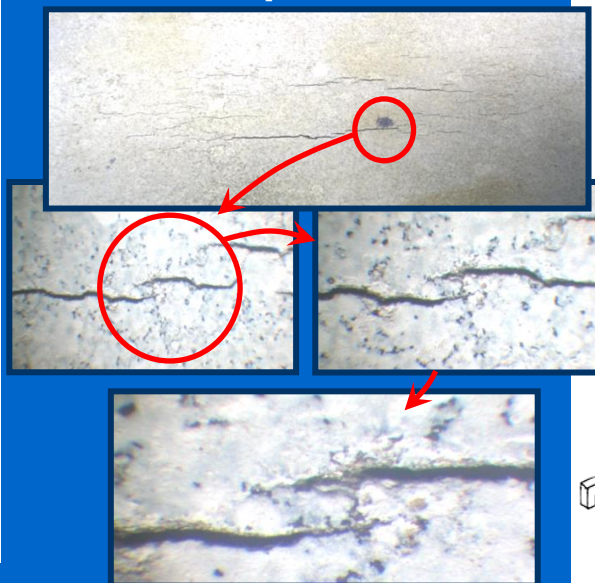
Магнитный дефектоскоп с регулятором скорости + СКС



Стресс-коррозия



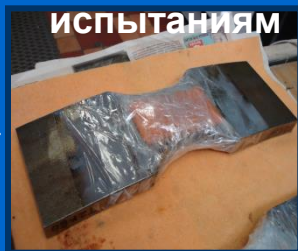
•Исследование поверхности



•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

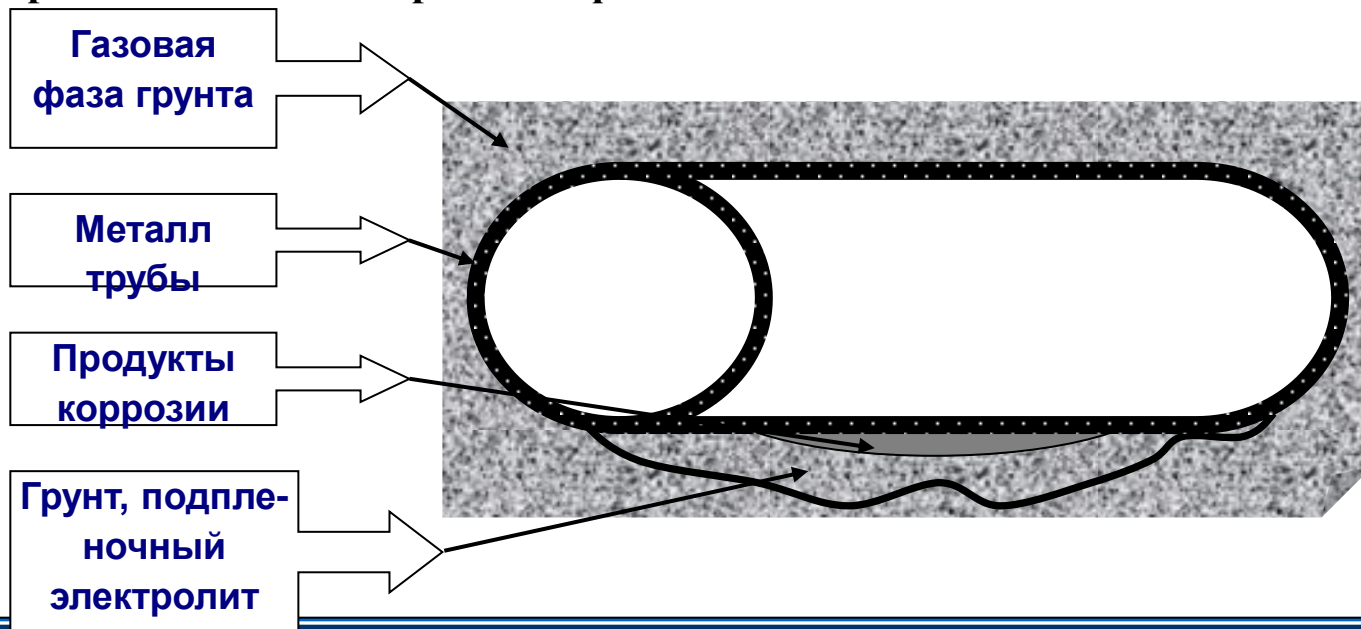
- а) тип почвы
- б) влажность,
- в) электропроводность,
- г) окислительно-восстановительный потенциал (Eh)
- д) водородный показатель рН.

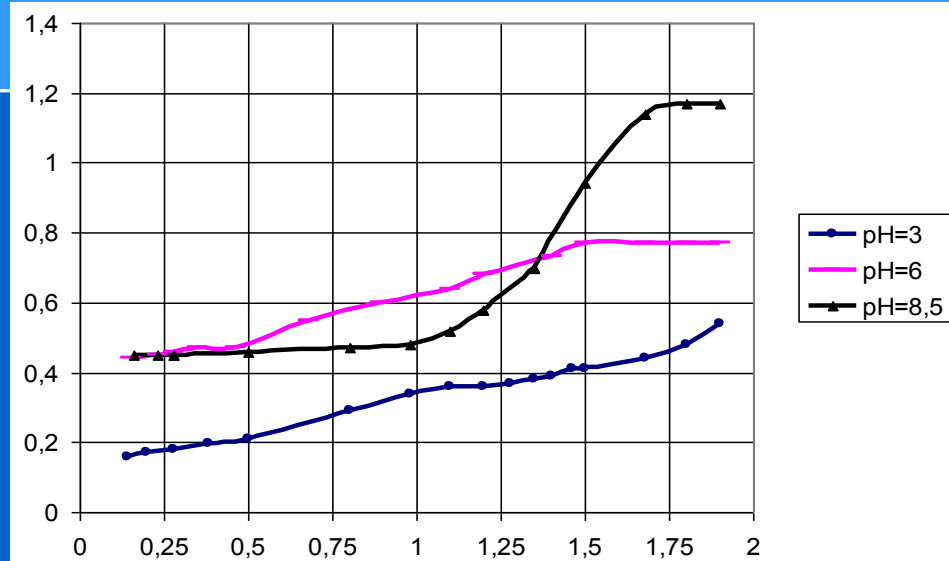
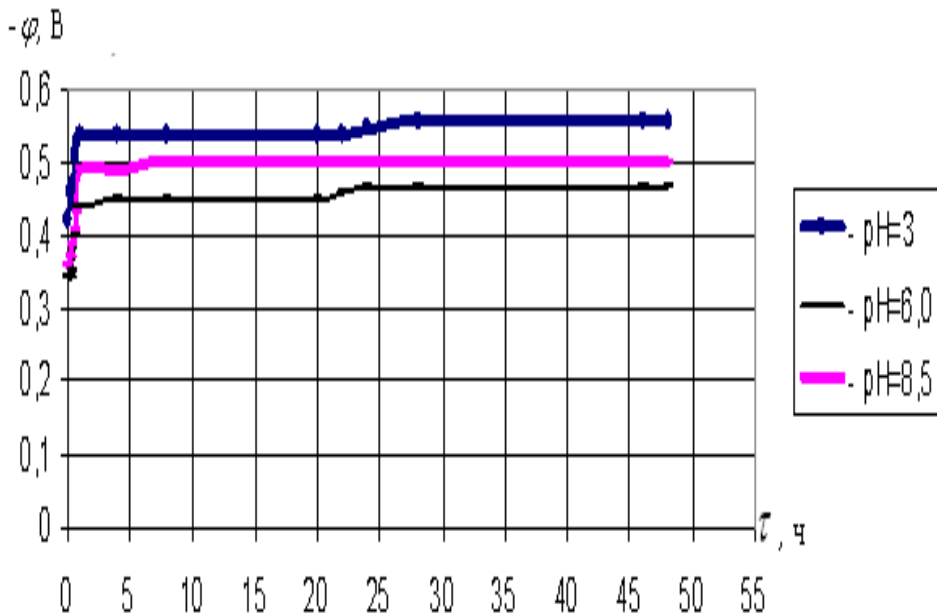
Контроль химических показателей грунта

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

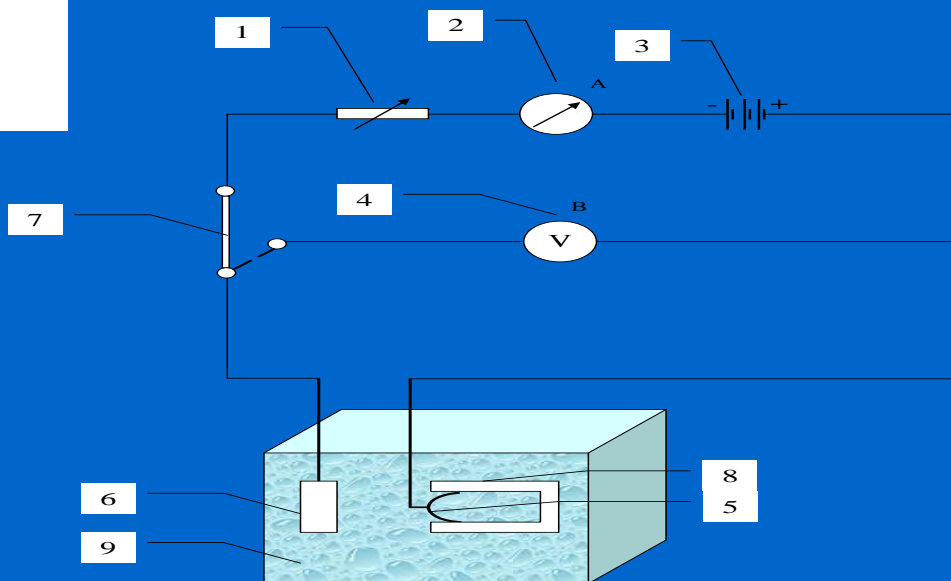
микробиологический контроль

- 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

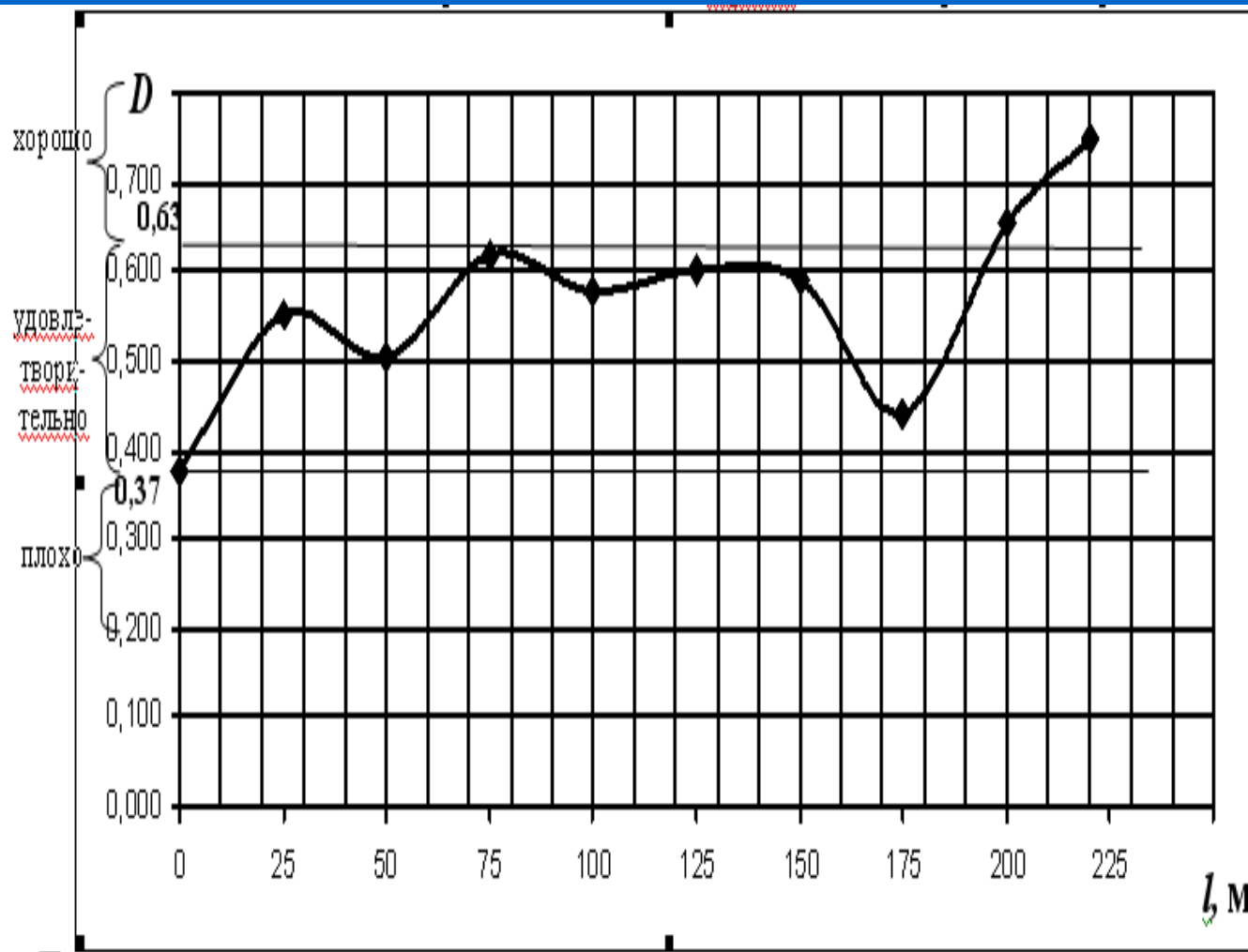


Объект исследований



- 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 |

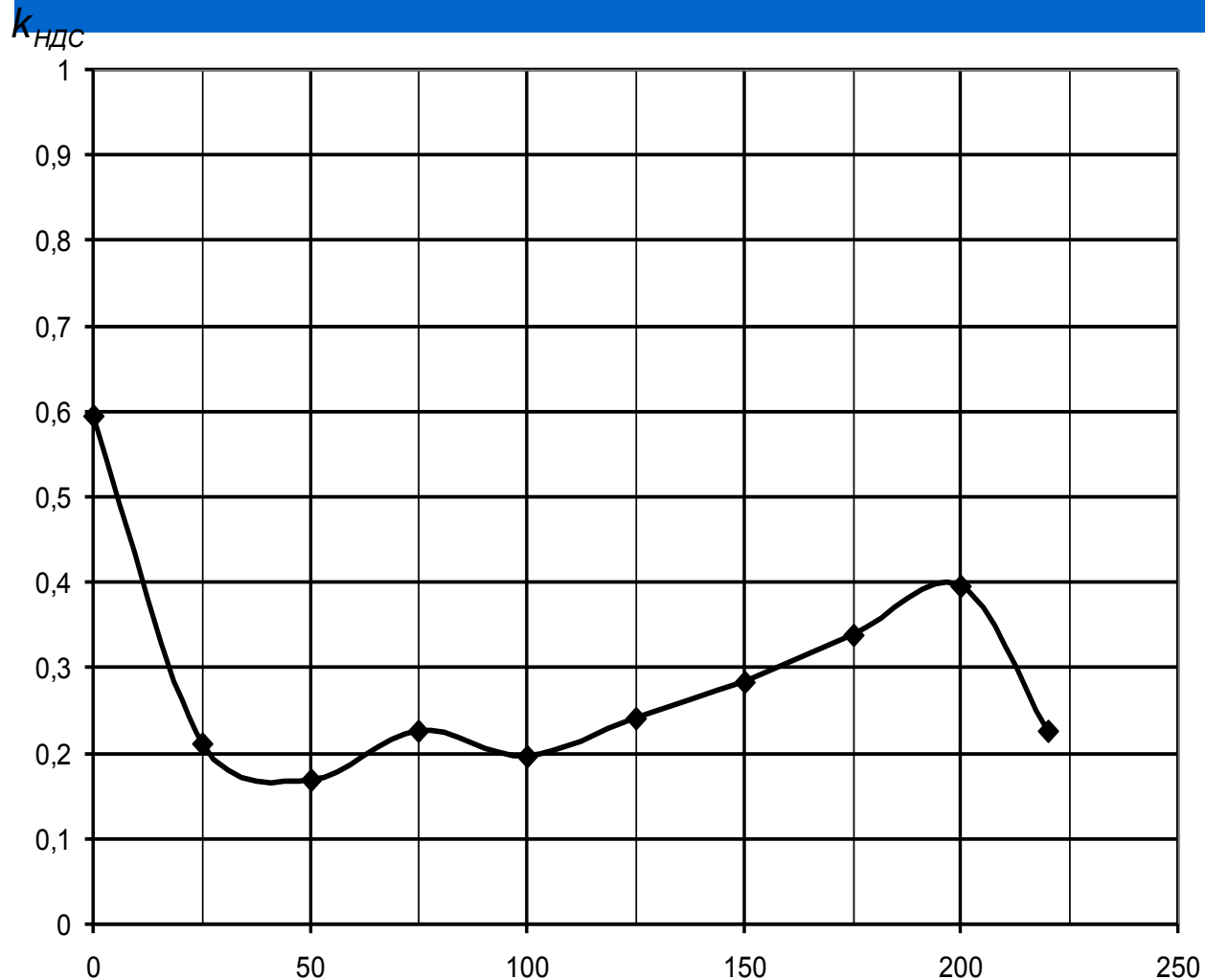


Таблица 4 Значения показателя k_{CP}

| № 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 |

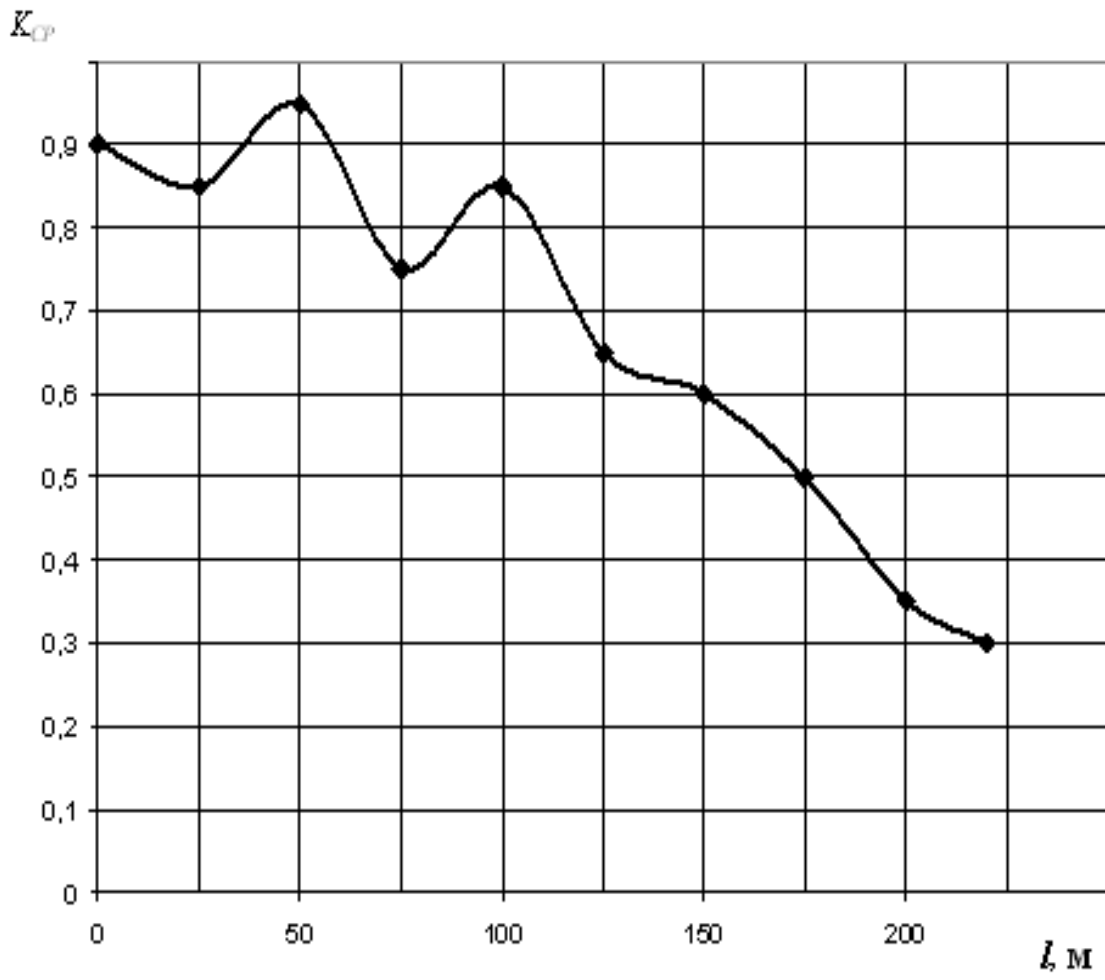
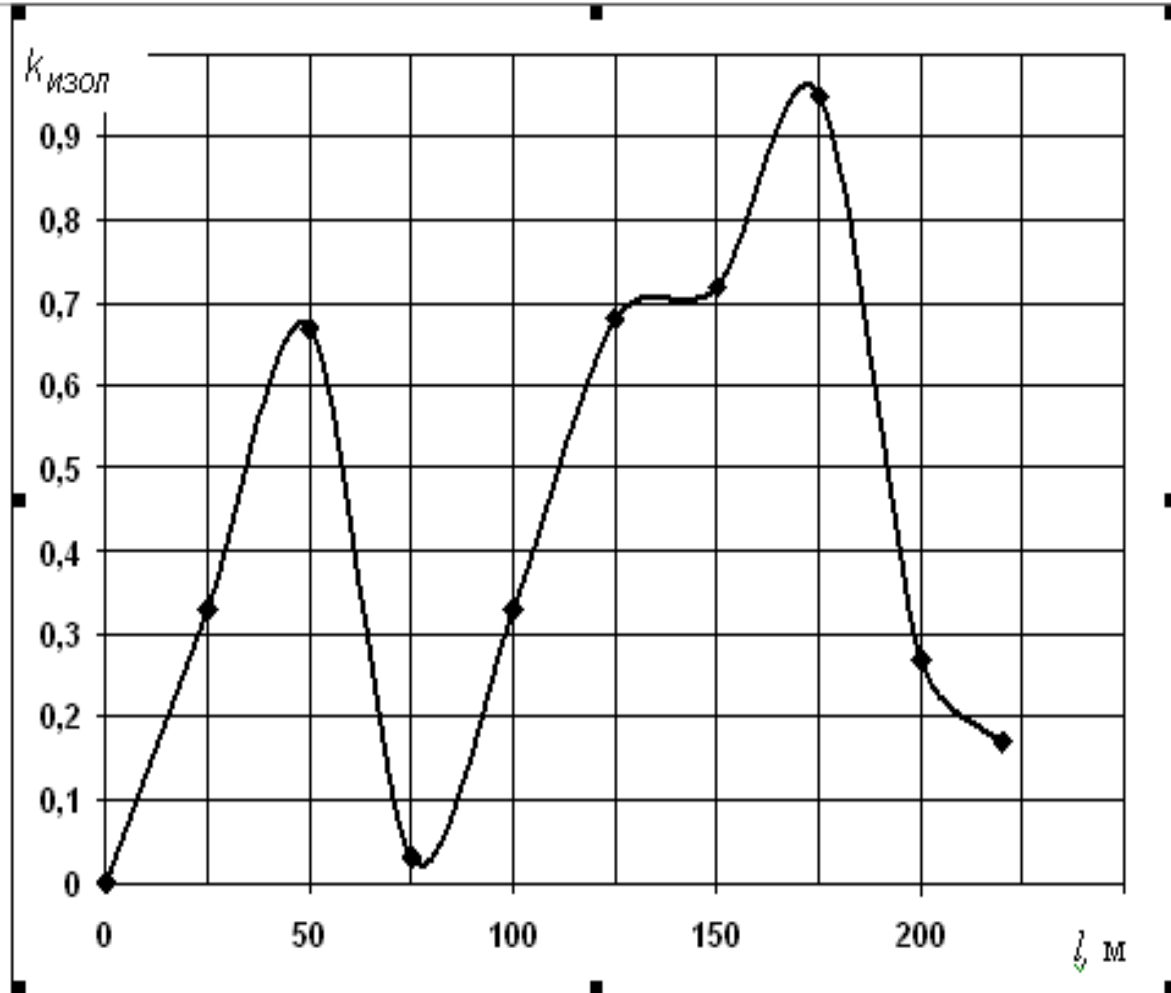


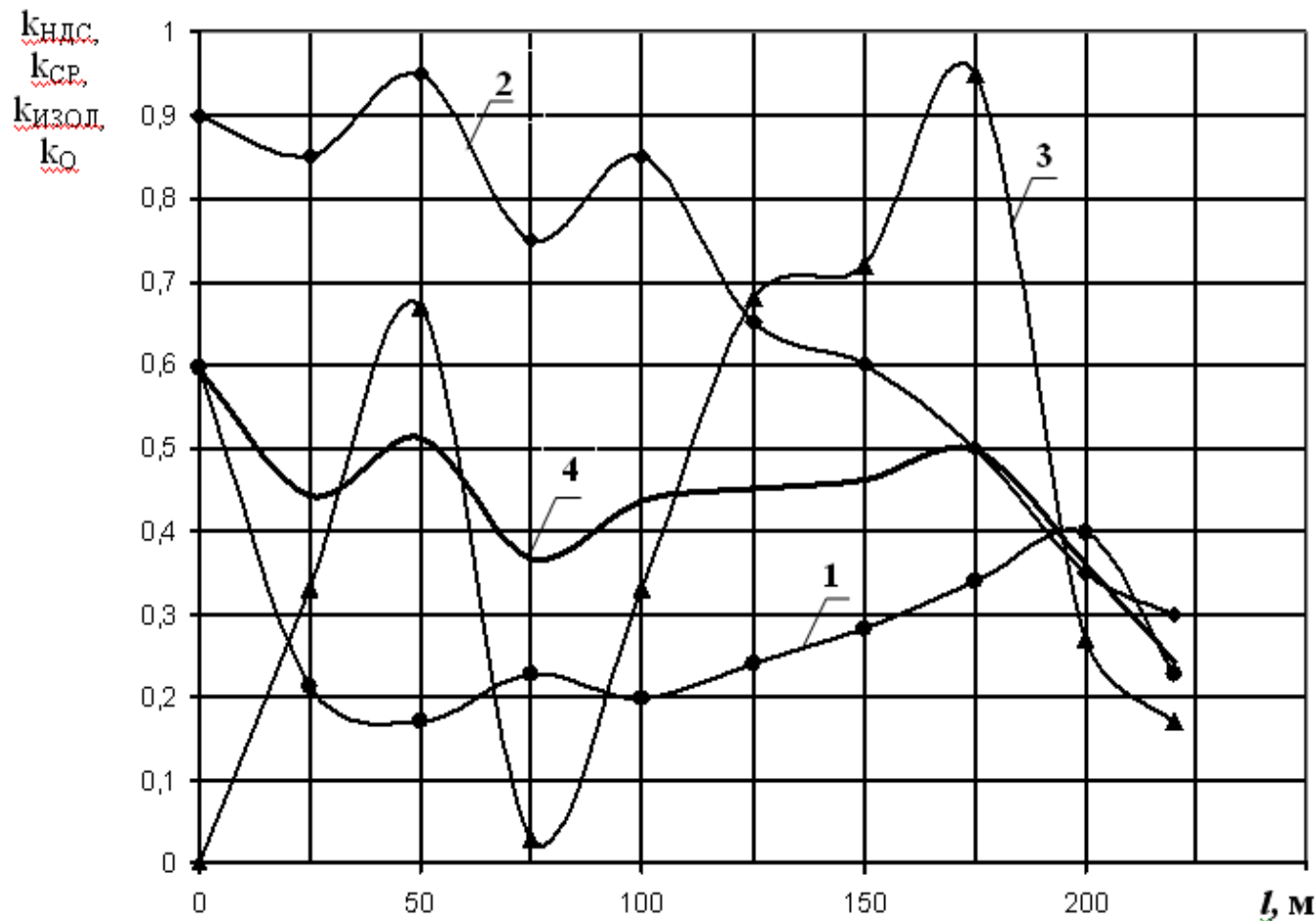
Таблица 5 Критерии оценки состояния изоляционного покрытия

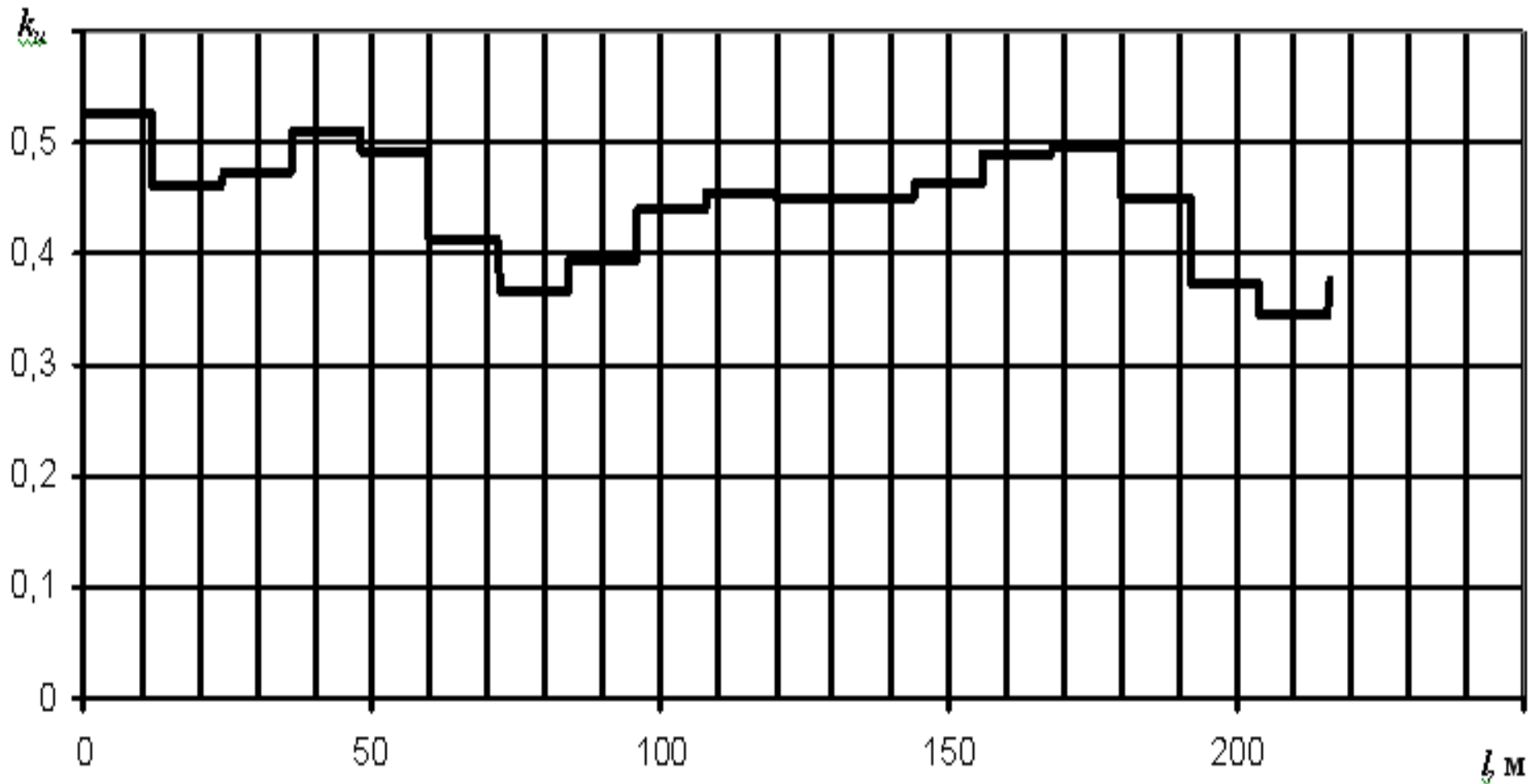
| № точки | l_m | Интегральная величина сопротивления, Ом·м ² | $K_{изол}$ |
|---------|-------|--|------------|
| 1 | 0 | 30000 | 0 |
| 1 | 25 | 20000 | 0,33 |
| 2 | 50 | 10000 | 0,67 |
| 3 | 75 | 29000 | 0,03 |
| 4 | 100 | 20000 | 0,33 |
| 5 | 125 | 9500 | 0,68 |
| 6 | 150 | 8500 | 0,72 |
| 7 | 175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



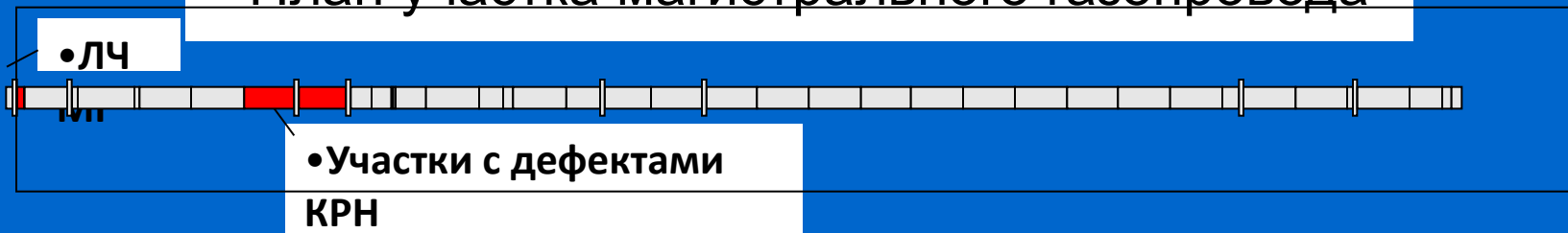
Обобщенный коэффициент определяется как сумма отдельных коэффициентов, характеризующих степень влияния исследуемых факторов

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

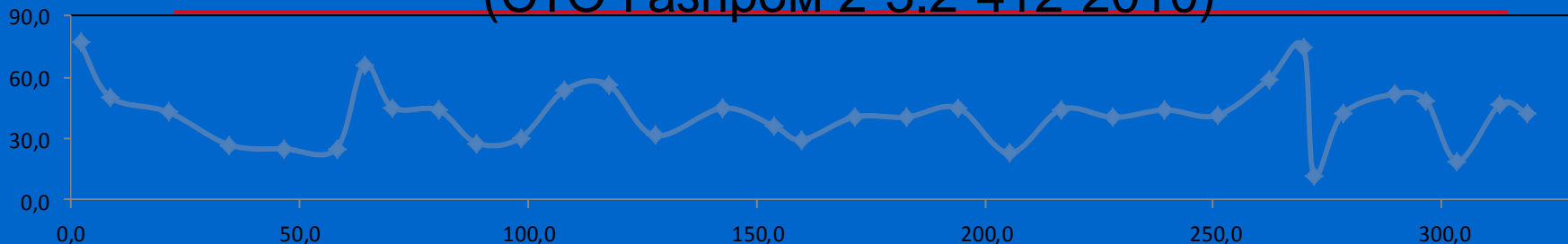




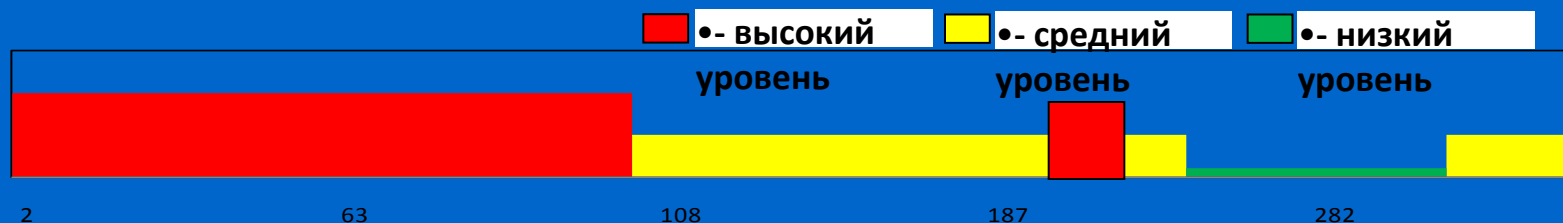
• План участка магистрального газопровода



• 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

