

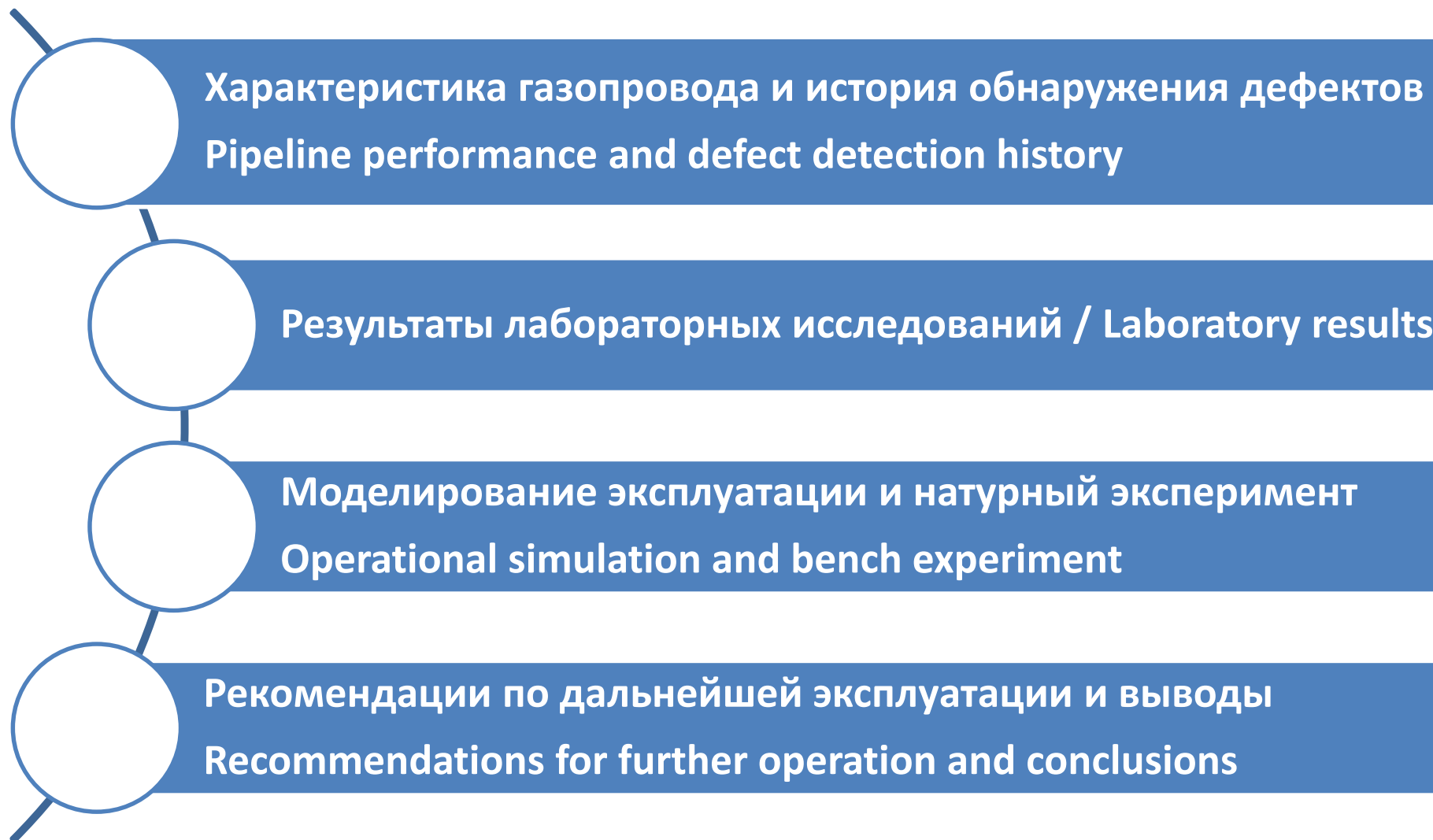
Оценка влияния внутрстенных расслоений на работоспособность газопроводных труб

Evaluation of the impact of intra-wall stratifications on the performance of gas pipes

Кашковский Роман Владимирович

Ведущий научный сотрудник

Kashkovskiy Roman, Leader researcher



Характеристика объекта и история обнаружения дефектов

Pipeline performance and defect detection history

Газопровод сооружен в 1971 году из прямошовных труб диаметром 1020 мм, изготовленных из сталей X53-X56, производство Франция, ФРГ, Швеция

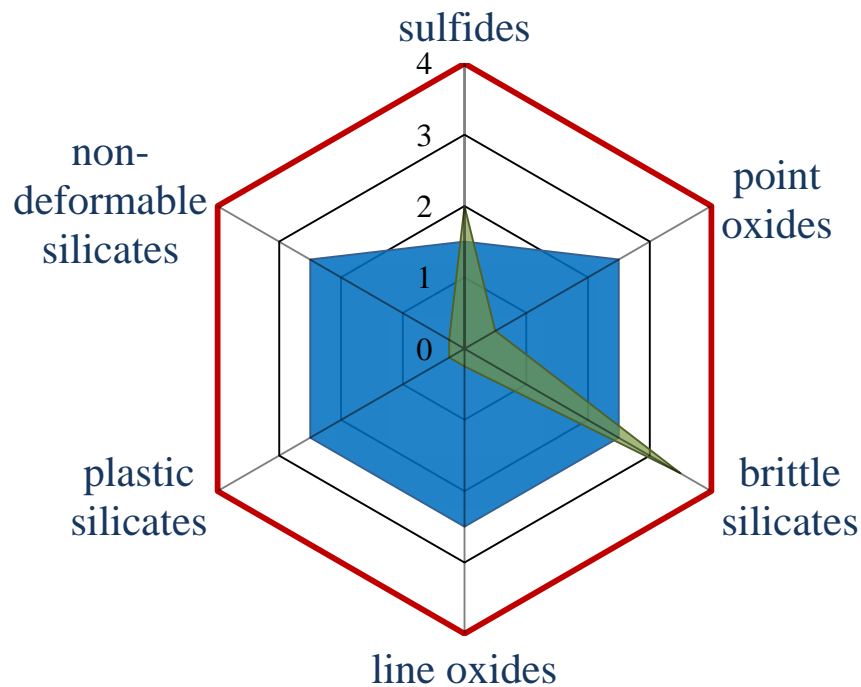
The gas pipeline was built in 1971 from longitudinal welded pipes with a diameter of 1020 mm, made of X53-X56 grade steels in France, Germany, Sweden



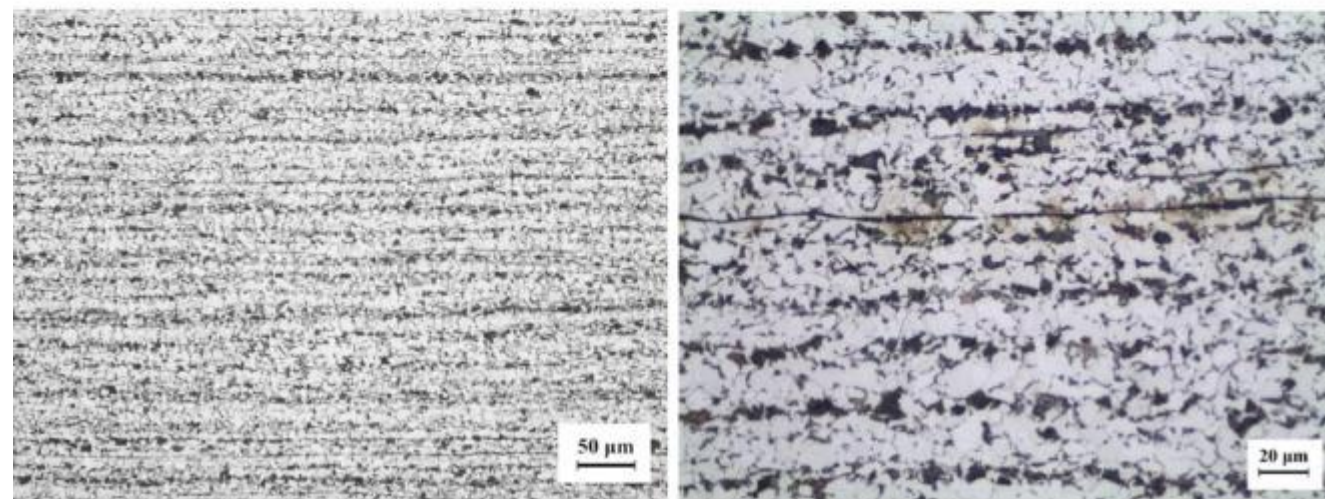
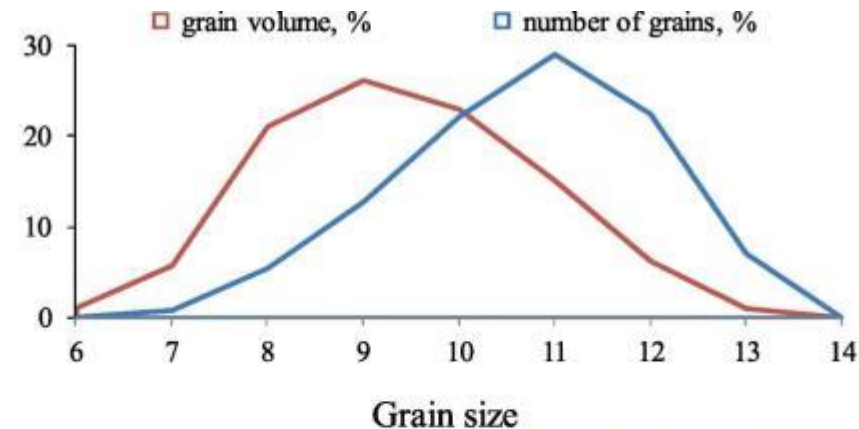
Неметаллические включения в стали Non-metallic inclusions



Неметаллические включения в стали Non-metallic inclusions



■ maximum allowable
 ■ average acceptable
 ■ test result



Kantyukov R.R., Ryakhovskikh I.V., Kashkovskiy R.V. / Engineering Failure Analysis. Volume 120, February 2021, 105091

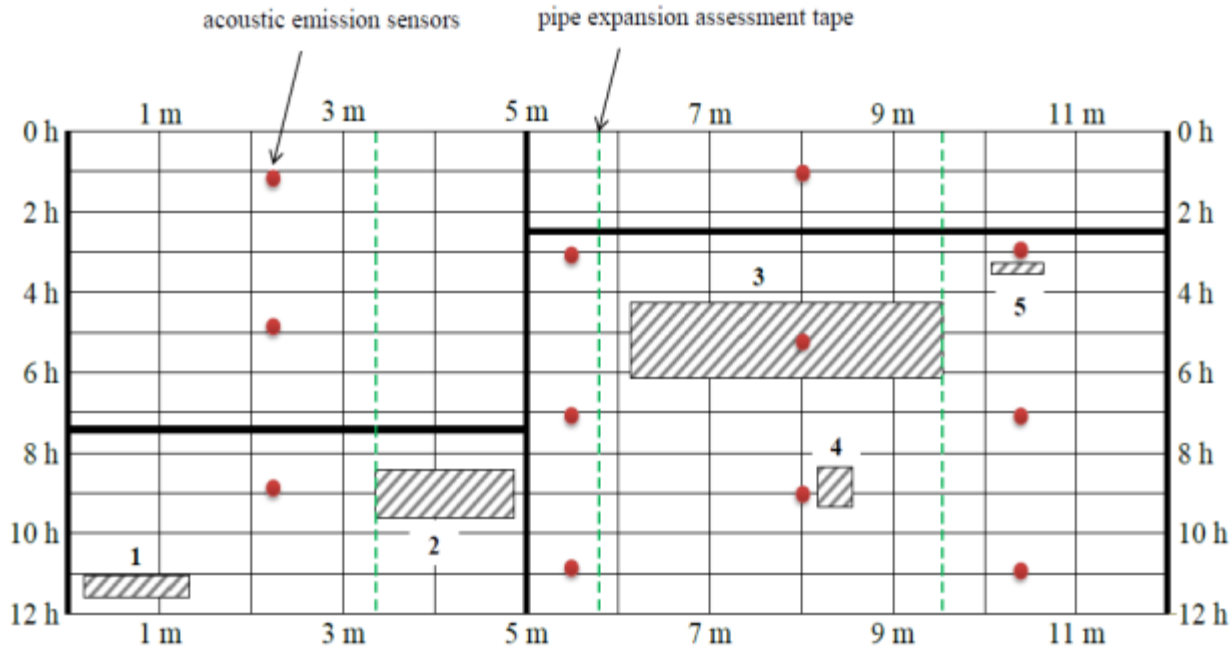
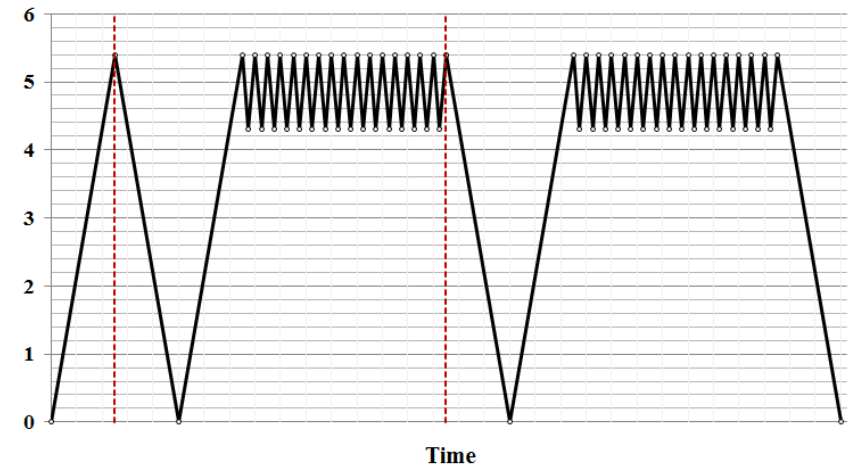


Схема исследовательского стенда

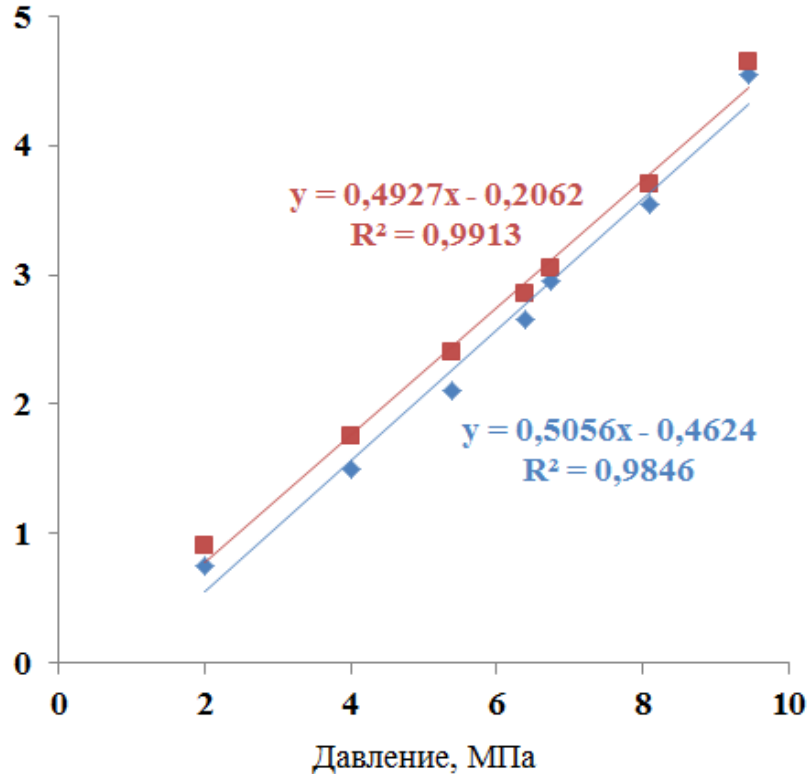


P, MPa



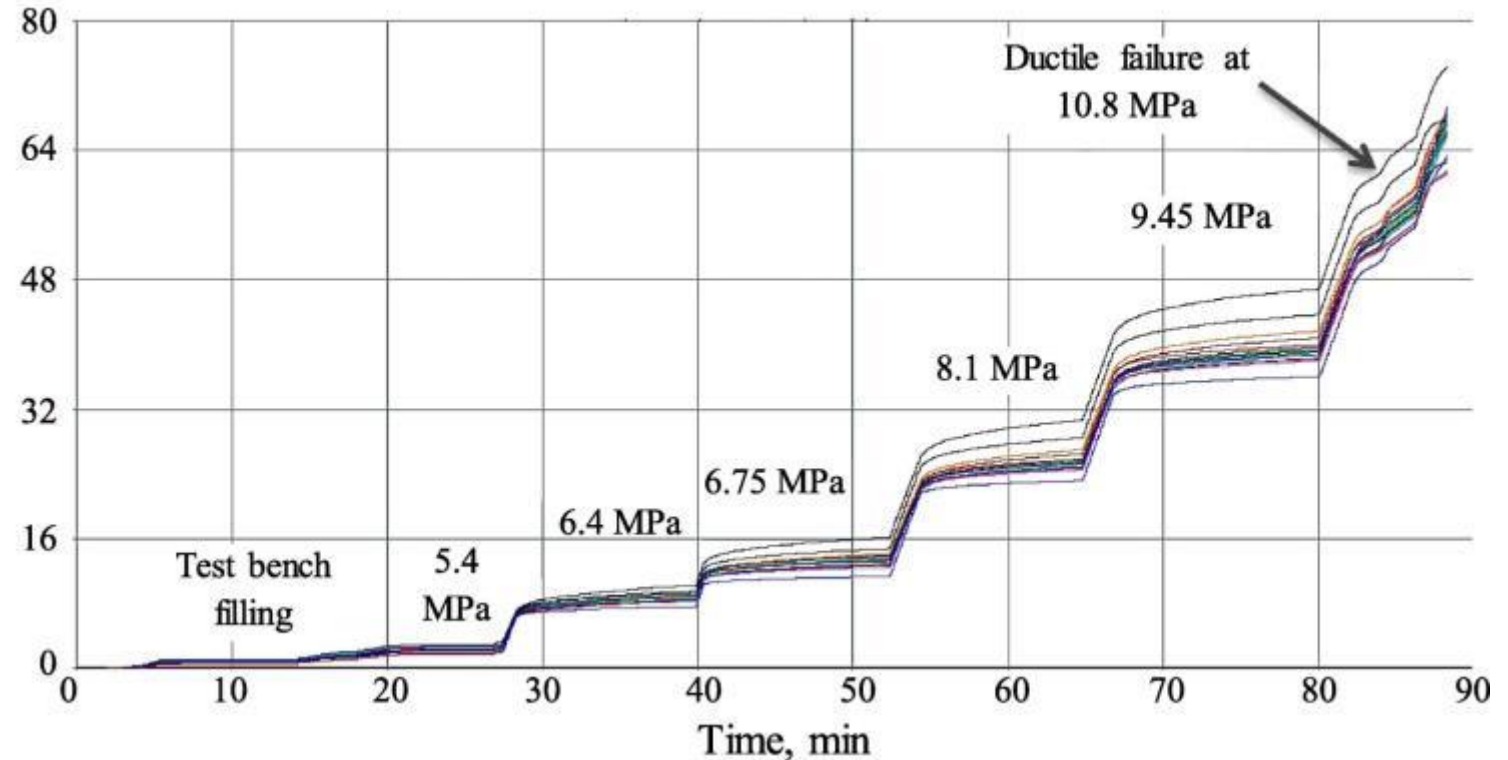
Расчет и модель нагружения

Расширение
трубной плети, мм



Расширение стенда

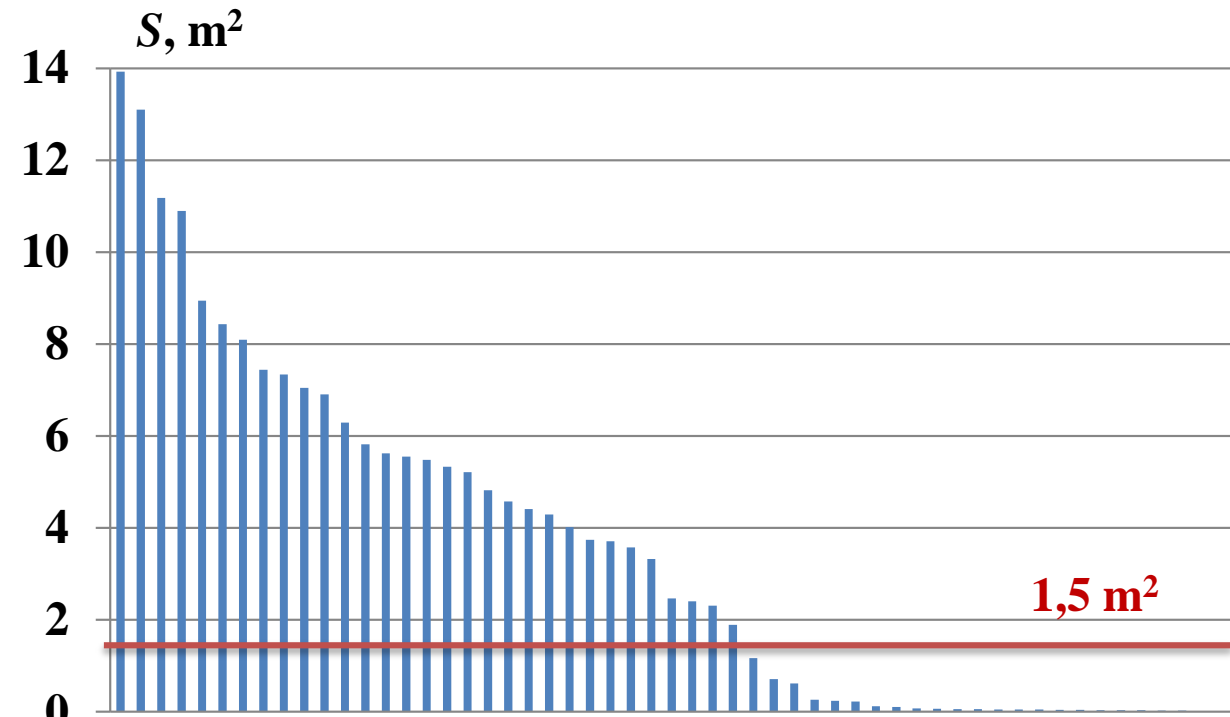
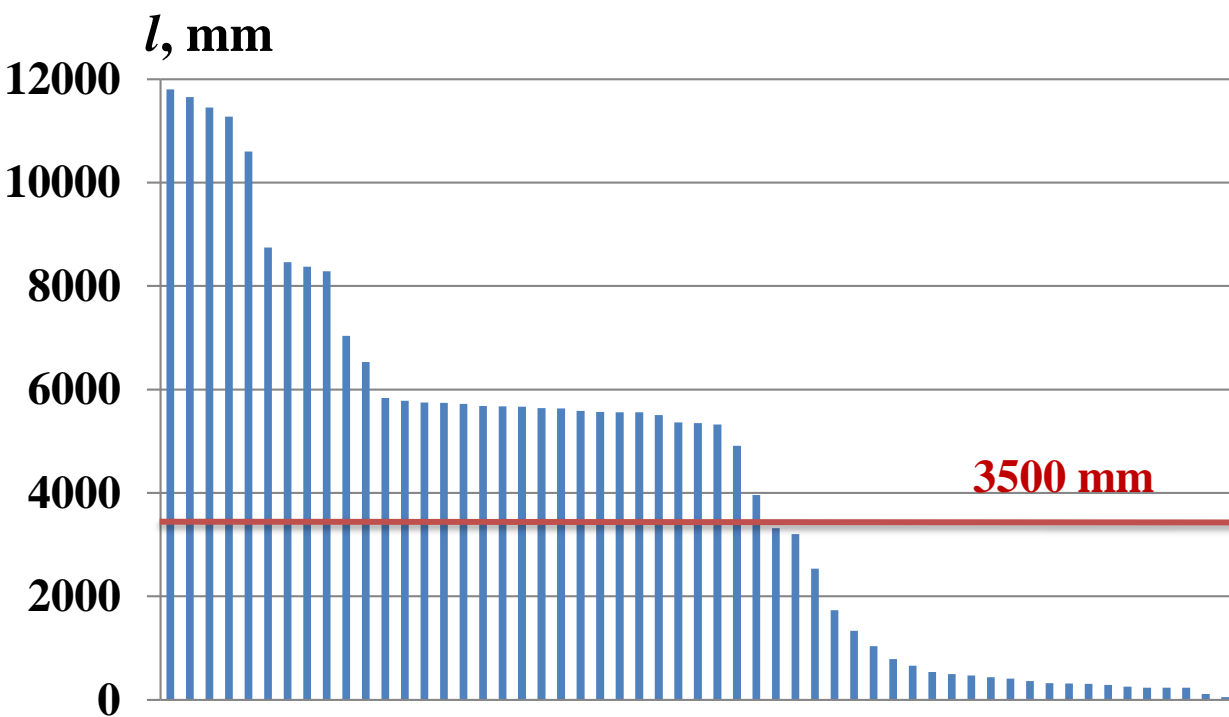
Number of events, thousand pulses



Сигналы акустической эмиссии

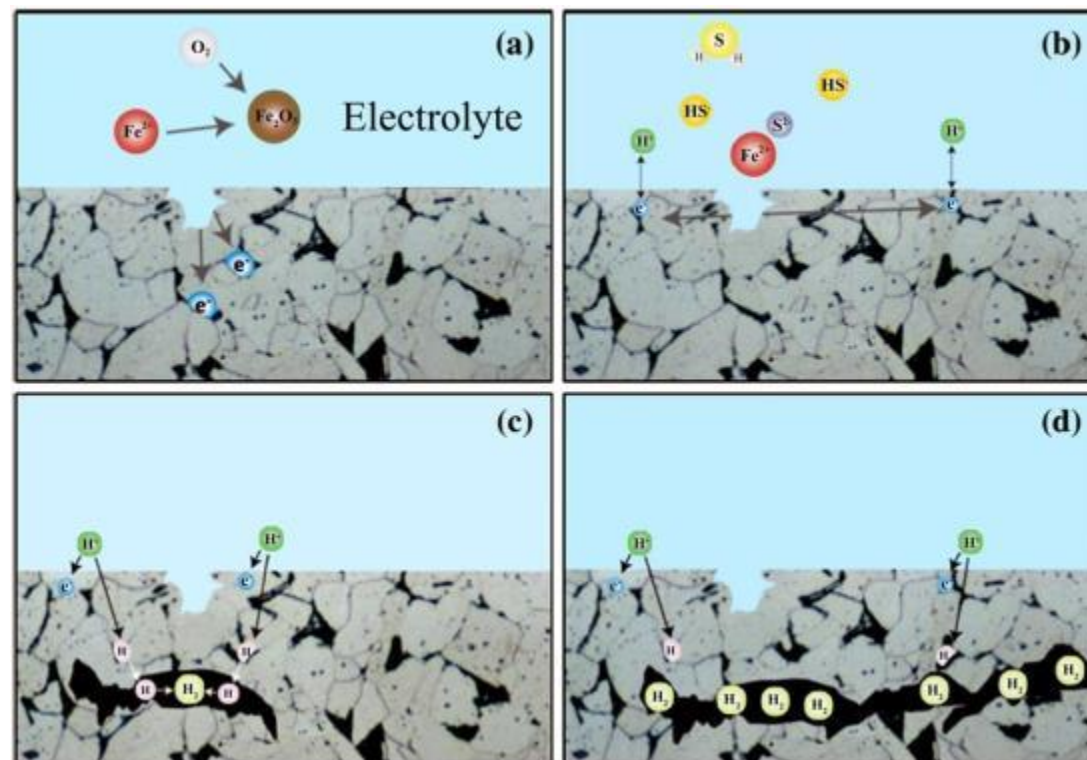
Результаты натуральных испытаний

Распределение размеров отслоений на 100 км МГ
 Distribution of delamination sizes per 100 km MG



Ключевой причиной образования расслоения является низкое качество трубопроводной стали. Установлено высокое загрязнение стали неметаллическими включениями, в частности сульфидами и хрупкими силикатами, зафиксировано значительное превышение содержания C, S, P на поверхности отслоения. Удлиненные неметаллические включения под действием растягивающих напряжений стали местами образования отслоений.

The first root reason of delamination formation is low quality of the pipeline steel. There was established a high contamination of steel with non-metallic inclusions, in particular sulfides and brittle silicates, a significant excess of the content of C, S, and P is recorded on the surface of the delamination. Elongated non-metallic inclusions under the action of tensile stresses became the places of the formation of delamination.



Вторая ключевая причина образования дефектов стали заключается в том, что газопровод использовался для транспортировки неочищенного природного газа в начальный период его эксплуатации. Кислотные примеси в природном газе усиливали накопление водорода в стали по границам неметаллических включений и в зоне ликвации стального листа, образуя области повышенных внутренних напряжений и полости, заполненные газообразным водородом. Открытие расслоения выпуклостью во внутренней полости трубы могло образоваться из-за кессонного эффекта, возникающего при сбросе давления газа в трубе во время планового ремонта.

The second key reason of the formation of defects in steel is that the gas pipeline was used to transport unrefined natural gas in the initial period of its operation. Acid impurities in natural gas intensified the accumulation of hydrogen in steel along the boundaries of non-metallic inclusions and in the liquation zone of the steel sheet, forming areas of increased internal stresses and cavities filled with gaseous hydrogen. The opening of the delamination by a bulge in the inner cavity of the pipe could have formed due to the caisson effect that occurs when the gas pressure in the pipe is released during scheduled repairs.

Гидравлические испытания дефектных труб, моделирующие их дальнейшую эксплуатацию в составе магистрального газопровода, транспортирующего очищенный газ, показали отсутствие развития зон расслоения под действием переменных нагрузок. Эти результаты подтвердили достаточность ремонта локальных трубопроводов вместо капитального ремонта газопровода.

The hydraulic testing of defective pipes, simulating their continued operation as a part of the main gas pipeline transporting purified gas, showed the absence of the development of delamination zones under the influence of variable loads. These results confirmed the sufficiency of local pipe repairs instead of gas pipeline overhauls.

THANK YOU FOR ATTENTION!