ООО НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР
«САМАРА»

Коррозия нефтепромыслового оборудования

Докладчик: Начальник аналитического
отдела, к.ф-м.н.
Петров Сергей Степанович

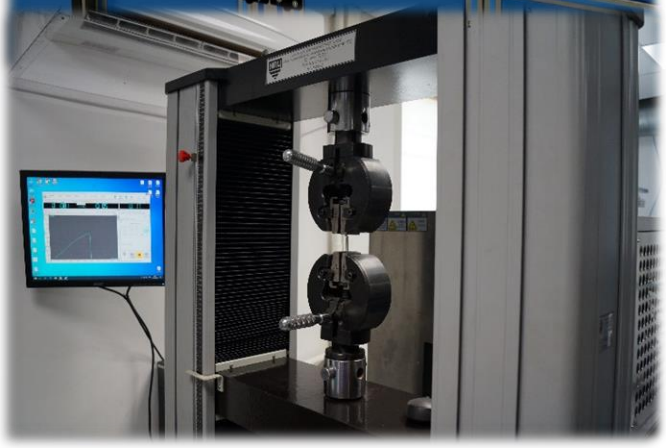
Лаборатория НПЦ Самара

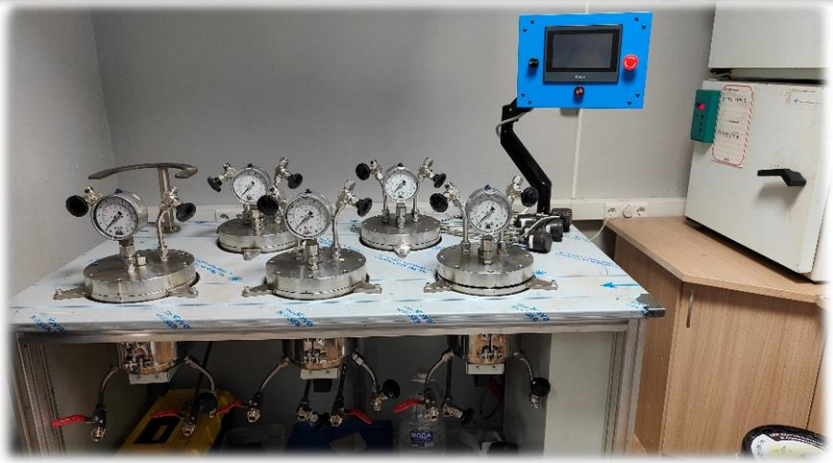


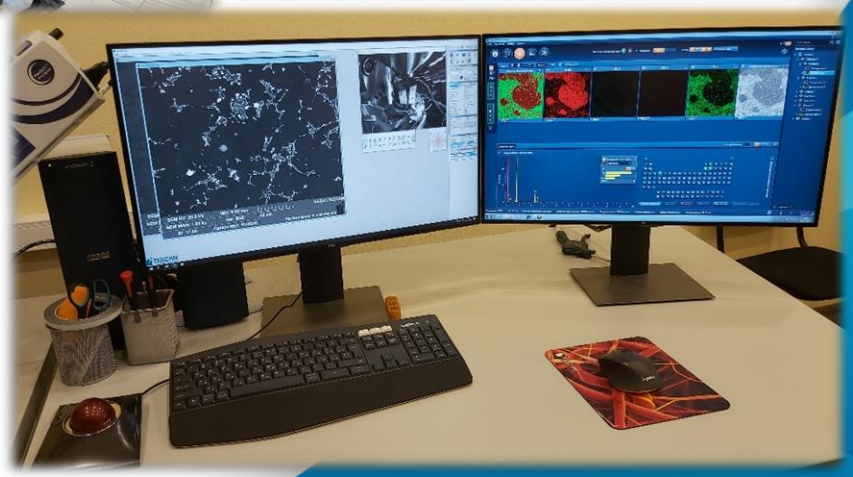












Классификация и виды коррозии внутренней поверхности нефтегазовых труб

Углеводородная фаза (нефть, газ) обладает слабыми агрессивными свойствами.

Основной коррозионно-активной средой является пластовая вода. Вода обладает наибольшей диэлектрической проницаемостью и поэтому способствует диссоциации на ионы растворенных в ней веществ.

Коррозионная активность во многом определяется наличием в транспортируемой среде растворенных газов (кислород, углекислый газ, сероводород).

Механизм и кинетику протекания коррозионного процесса определяют качественный состав водной фазы и содержание растворенных в ней компонентов.

Классификация и виды коррозии по преобладающему коррозионному агенту:

O_2 – коррозию (кислородная),

CO_2 – коррозию (углекислотная или карбонатная),

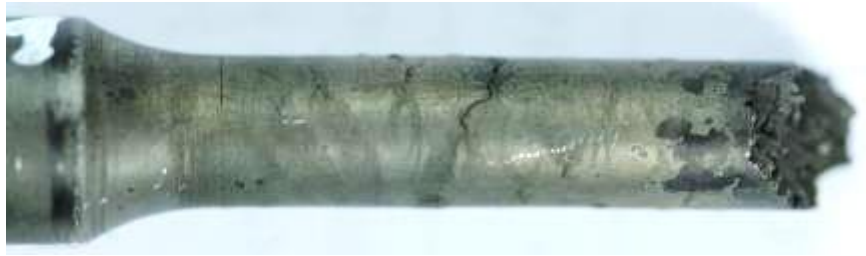
H_2S – коррозию (сероводородная),

Микробиологическая коррозия.

Механизм СКРН









NACE TM0284	Оценка сталей для трубопроводов и сосудов под давлением на стойкость к водородному растрескиванию
NACE TM0177	Лабораторные испытания металлов на стойкость к сульфидному растрескиванию под напряжением и коррозионному растрескиванию в среде H_2S

Механизм СКРН



Очаг зарождения трещин

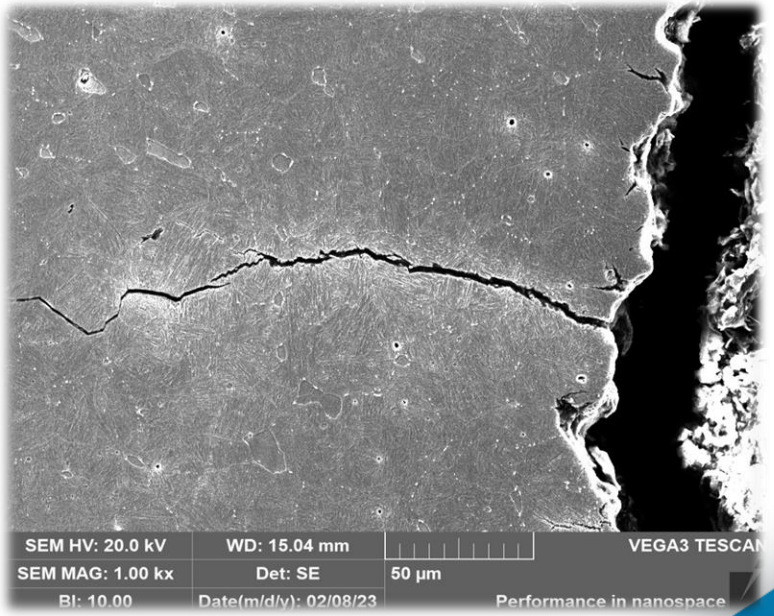
Область стремительного развития трещин

Область замедленного развития трещин

Зона долома

Клапан обратный шаровый КО-73ВШ Ø92 мм

- способ эксплуатации: механизированный;
- искусственный забой: 5062 м.;
- текущий забой: 5036,4 м.;
- кривизна: 37,7 град.;
- интервал: 3620 м.;
- дата аварии: 05.12.2022 г.;
- наработка: 57 суток;



Механизм СКРН

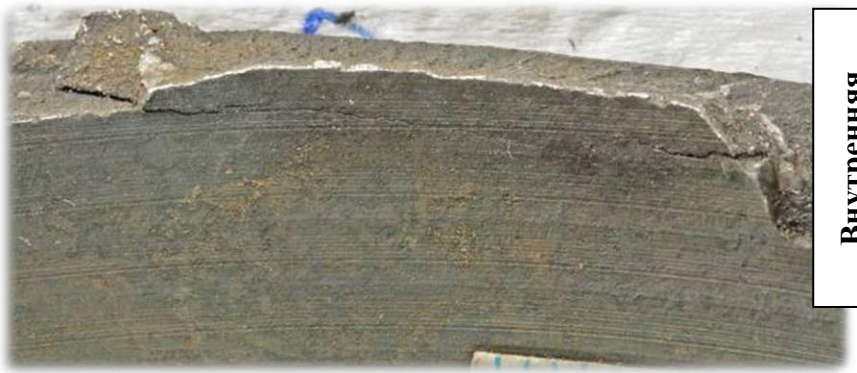
Переходники находились в скважинах при проведении обработки 12% соляной кислотой. Переходники и муфты замков из скважины были изготовлены из стали марки 40ХМФА, с пределом прочности на уровне 1050 -1150 МПа (30-35 HRC).

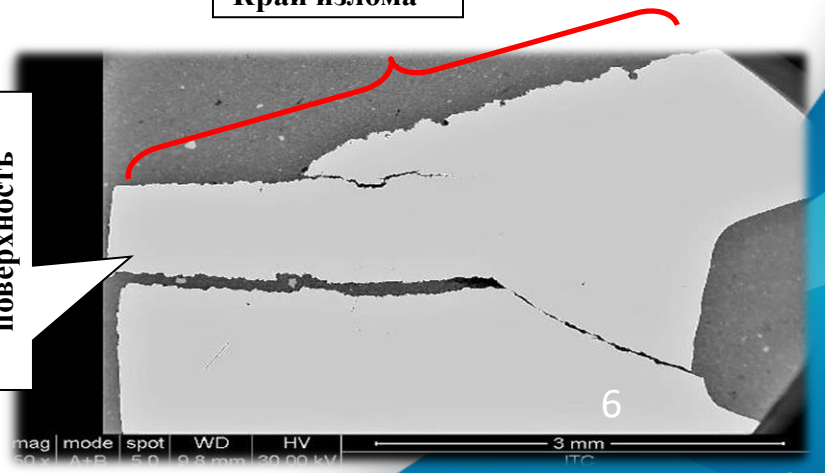


Разрушение переходников носит хрупкий характер без следов пластической деформации и проходит по рабочему сечению с максимальными напряжениями, все очаги разрушения находятся на внутренней поверхности стенки ниппельной части переходников, контактирующей с коррозионно-активной средой.



На внутренней поверхности переходников имеется множество вторичных разветвленных трещин внутри которых в продуктах коррозии были обнаружены сера и хлор.





Механизм СКРН

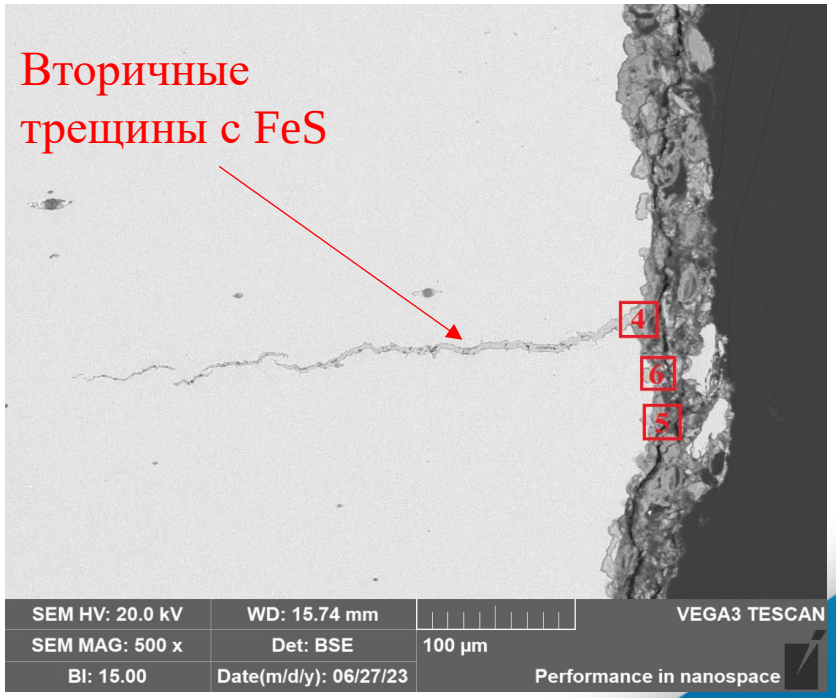
НКТВ Ø73,02х5,51 мм, группа прочности Р110
!!! Согласно данным, предоставленным НК
Содержание сероводорода в воде – 2,5 мг/дм3



Внутреннее антикоррозионное покрытие

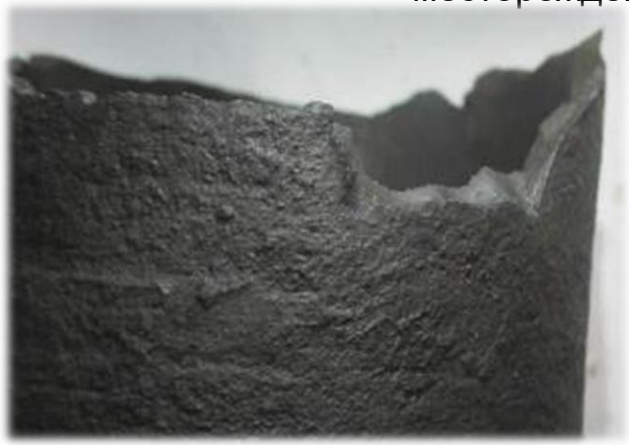
*Под покрытием следы коррозии отсутствуют, т.е. наводораживание шло с наружной поверхности

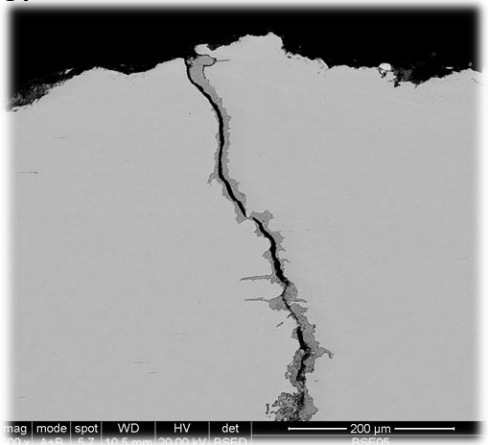




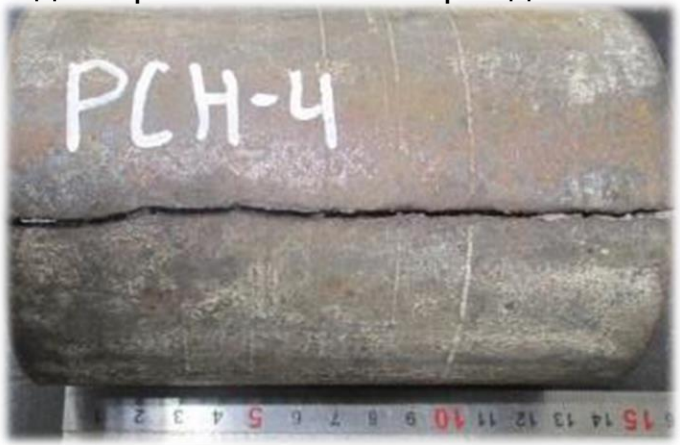
Механизм СКРН

Объект: НКТ Ø73х5,5 по ГОСТ 633 .
Наработка на отказ: 90 суток. Черноозерское месторождение.





Объект: Муфта НКТ Ø73х5,5 по ГОСТ 633.
Наработка на отказ: менее 100 суток.
Западно-Красновское месторождение.



Объект: НКТ Ø73х5,5 по ГОСТ 633.
Наработка на отказ: н/д. Черноозерское месторождение.





Объект: Муфта НКТ Ø73х5,5 по ГОСТ 633.
Наработка на отказ: менее 100 суток.
Кочкуровское месторождение.



Механизм СКРН

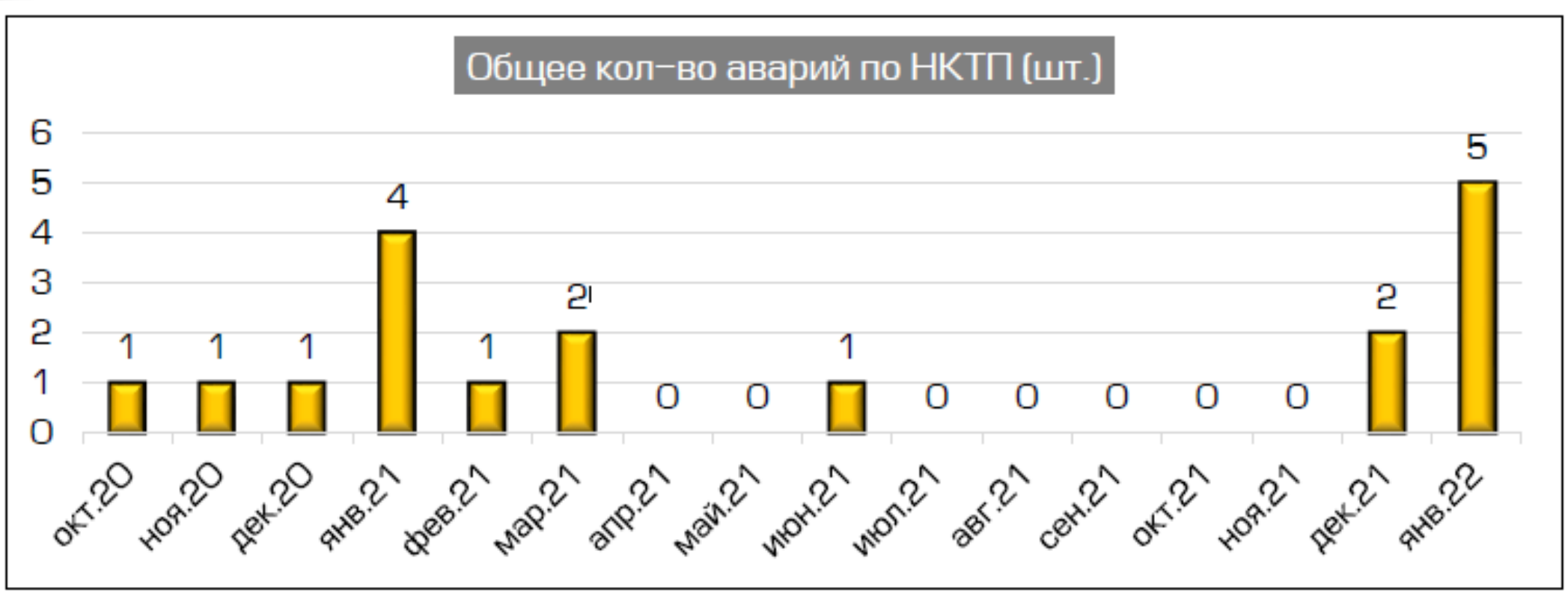
- Высокое содержание сероводорода (H_2S) в среде может вызвать наиболее опасный вид разрушения труб - сульфидное коррозионное растрескивание под напряжением (СКРН).
- **Коррозионное растрескивание под напряжением** — это разрушение металла вследствие возникновения и развития трещин при одновременном воздействии напряжений и коррозионной среды. Оно характеризуется почти полным отсутствием пластической деформации металла.
- СКРН обусловлено проникновением в металл атомарного водорода, выделяющегося на поверхности металла в процессе сероводородной коррозии. Он вызывает снижение пластических свойств стали, зарождение и быстрое развитие отдельных трещин, располагающихся в плоскости, перпендикулярной к направлению действующих напряжений, что приводит к быстрому разрушению.
- Сероводородное растрескивание резко проявляется в глубоких скважинах высокого давления, для которых необходимы НКТ высоких групп прочности. На сероводородное растрескивание оказывают влияние такие параметры среды, как наличие водной фазы, ее pH, содержание сероводорода, присутствие хлоридов.
- Высокое pH среды снижают вероятность растрескивания. **Кислотные обработки резко понижают pH и существенно повышают вероятность СКРН.** Процесс сероводородного растрескивания начинает развиваться под действием коррозионной среды преимущественно в местах концентрации растягивающих напряжений, таких как резьба, дефекты, нанесенные на поверхность соединительных деталей НКТ при затяжке ключом.

Опыт РН-Юганскнефтегаз



Из материалов конференции, г. Самара, 2022 г.

Опыт РН-Юганскнефтегаз



- Все аварии произошли в процессе ТКРС в результате слома резьбы ниппеля в рабочем соединении по 2-4 витку от сбега резьбы;
- Среднее количество проведенных СПО на НКТП – 1,8, средняя наработка 336 сут.

Из материалов конференции, г. Самара, 2022 г.

Ударная вязкость



«Л» ГОСТ 633, KCV (+20°C), ДВС 0% - полет



Р-110, 88,9х6,45 мм, KCV (-50°C), ДВС 30% - не полет



«Л» ГОСТ 633, KCV (+20°C), ДВС 15% - полет



N-80Q, PSL-2, KCV (-20°C), ДВС 10% - полет



N-80Q, PSL-2, KCV (-20°C), ДВС 10% - полет



N-80Q, PSL-2, KCV (-20°C), ДВС 10% - полет

Ударная вязкость



5,0 мм



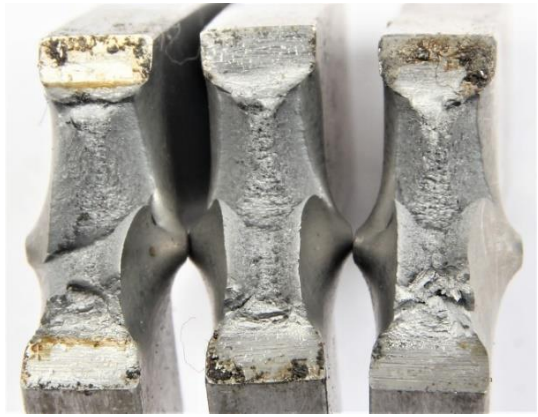
C90SS, KCV (-0°C), ДВС 100% - не полет



4,4 мм



3,3 мм







N-80Q, PSL-2, KCV (-20°C), ДВС 10% - полет

L-80 тип 1, 88,9x6,45 мм, KCV (0°C), ДВС 100% - не полет

Сероводородная коррозия да, но…

По требованию ГОСТ 31446-2017 для группы прочности **N80 Q** материал должен пройти термическую обработку **«закалка с отпуском»**, ДВС для PSL-2 – не менее 75%. По ЕТТ 6.00 для группы прочности **N80** допускается поставлять НКТП **без отдельной термической обработки** при условии обеспечения механических свойств. По требованию ТС 161-548-2016 «Изготовитель должен использовать заготовку с документированными химическим составом и технологией производства труб, обеспечивающими получение поглощенной энергии удара, равной или превышающей минимальное установленное требование. Для труб группы прочности **N80 без термической обработки оценка испытаний на ударный изгиб проводится по работе удара KV-20 °C** для продольных образцов полного размера не менее 27 Дж». По результатам проведенных испытаний установлено, что термическая обработка «нормализация с прокатного нагрева», при которой образуется микроструктура «феррит + пластинчатый перлит», не обеспечивает требуемый уровень вязко-пластических свойств.

НПЦ САМАРА

ООО НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР
«САМАРА»

Спасибо за внимание!