

ИЗСЛЕДВАНЕ НА НЯКОЙ МЕТАЛУРГИЧНИ ДЕФЕКТИ ВЛИЯЕЩИ ВЪРХУ КОРОЗИОННИТЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА СТОМАНА S135

Ярослав Аргиров, Анелия Стоянова

Abstract: The effectiveness of drilling largely depend on their automation and use of modern materials with high performance. The main elements of the probe are: mouth, face, trunk, casing, cement filter ring. The facility includes the following key elements: Tower above ground with a blocking system, lifting winch control unit, power drill and casing, power unit (electric and diesel), rotor or turbine pumps feeding flushing fluid in the drill column, block preparation and regulatory properties of the washing liquid.

Key words: drilling shaft, fatigue demolition, non-metallic inclusions

1. Въведение

Корозията е процес на постепенно повърхностно разрушаване на метала в резултат на химично и електрохимично взаимодействие с външната среда. Възникването на корозионни процеси по металните тръби на тръбопроводите е твърде нежелан процес, който нерядко се оказва сред основните причини за аварии и изтичане на газ и петрол, поради което се налага и използването на системи за антикорозионна защита.

Причина за появата на корозия по вътрешните стени на тръбите е наличието на кислород, водни пари, сероводород и други агресивни съединения в преминаващия газ.

В зависимост от начина на полагане на тръбите и типа на почвата, външната корозия се дължи съответно на състава на почвата или на атмосферните условия. Външните повърхности на тръби, положени над земята, са изложени на въздействието на влага, дъжд, слънчева радиация и газове. За да се ограничи вредното им въздействие върху тръбопроводите и да се предотврати възможността от възникване на корозия, върху тръбите се нанасят антикорозионни покрития, устойчиви на атмосферните условия.

Външната корозия на стоманените тръбопроводи, положени в земята, предизвиква пукнатини и пробиви в тръбите, което се явява и една от основните причини за неконтролирано изтичане на природен газ/петрол. Опасността от корозия на подземно положените тръбопроводи зависи от

множество фактори, свързани с почвените и климатични условия, особеностите на трасето, условията на експлоатация, сред които са химичният състав на почвата, киселинността на почвения електролит, структурата и влажността на почвата, въздухопроницаемостта и електропроводимостта, температурата на транспортирания газ/петрол.

В зависимост от причините за възникване, корозията на подземно положените тръбопроводи се разделя на химична, електрическа и електромеханична. Химическата корозия се дължи на непосредствения контакт на металната тръба с химичните съединения от почвата. Характерно за този тип корозия е равномерността ѝ по цялата площ на тръбопровода. Електромеханичната корозия, наричана още галванична, тъй като се получава в резултат на взаимодействието на металната тръба, влизаща в ролята на електрод, с агресивните разтвори в почвата в ролята им на електролит. Преминаването на тръбопроводите през участъци, различаващи се по вид и свойства на почвата, създава възможност за възникване на галванични елементи, при което на тези места върху тръбопровода се образуват язви с нарастваща дълбочина.

Електрохимичната корозия е местна, поради което е и значително по-опасна в сравнение с равномерната.

Методите, използвани за защита на подземно положените тръбопроводи от корозия, се подразделят на активни и пасивни.

Целта на пасивните методи е създаването на непроницаема бариера между метала на тръбопровода и заобикалящата го земна маса. Обикновено това се постига чрез нанасяне на специални защитни покрития върху външната повърхност на тръбопровода. Външната страна на тръбопровода се покрива със слой, който осигурява непрекъснатост на покритието, водонепроницаемост, добро сцепление с метала, химична устойчивост, устойчивост при температурни изменения, диелектричност. В процеса на изграждане на тръбопроводното трасе и неговата експлоатация по изолационните покрития могат да се появят пукнатини, драскотини, вдлъбнатини и други дефекти. Подобни повреди на защитното покритие са предпоставка за последващо развитие на почвена корозия. За да се осигури ефективно нанасяне на защитните покрития е препоръчително те да бъдат нанасяни в производствени условия (заводска изолация).

2. Изследване характера на развитие на корозионен дефект за сондажна тръба.

2.1. Обект на изследване е характера на развитие на корозионен дефект на сондажна тръба. За сравнение на свойствата и структурата на изследваните тръби, изпитваме три вида тръби марка стомана S135, но с различен произход, показани в табл.1.

Таблица:1

Проби	Производител-означение
Образец 1	Производител 1- S135
Образец 2	Производител 2- S135
Образец 3	Производител 3- S135

В таблица 2 и 3 са показани съответно, химичния състав и механичните характеристики на стоманата по сертификата на производителя [5].

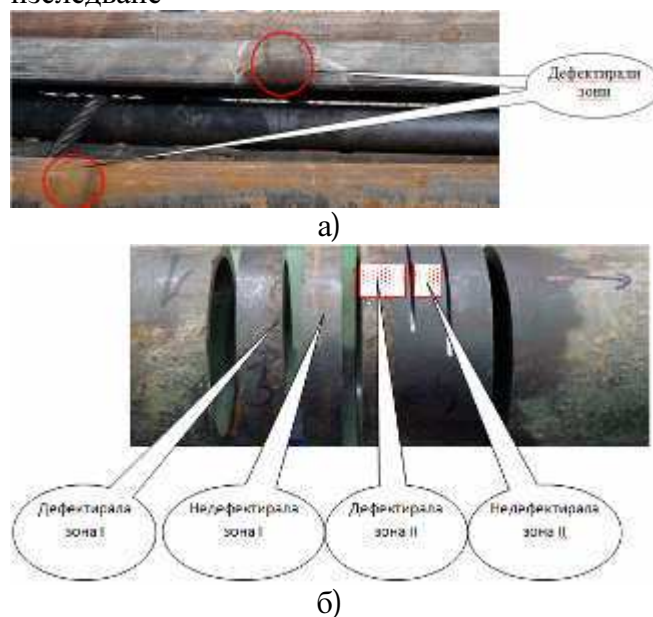
Таблица 2. Химичен състав

Химичен състав, %						
C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
0.26-0.28	0.24-0.3	0.87-0.89	0.008-0.011	0.003-0.005	1-1.02	0.42-0.44

Таблица 3. Механични характеристики

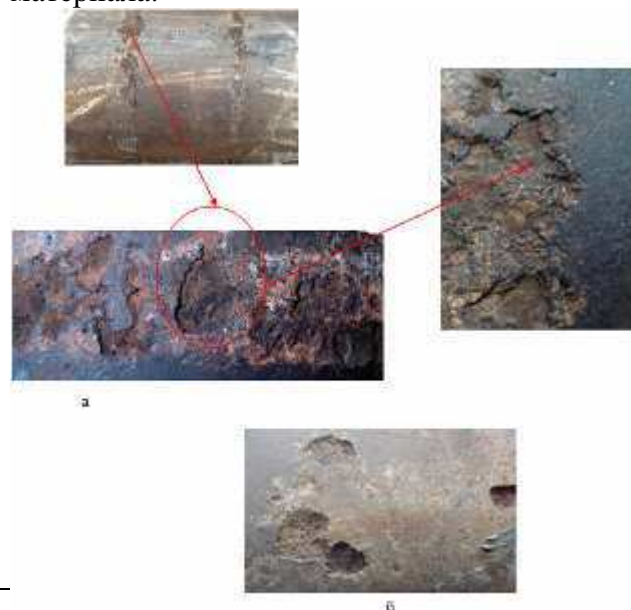
Якост на опън Rm, [MPa]	Граница на провлачане Re, [MPa]	Относително удължение A5, [%]	Ударна жилавост KCV, [J/sm2]
1090	990	19	120

На фиг.1. е показан обекта на изследване сондажна тръба, а/дефектрални зони от корозионно въздействие, б/проби за изследване

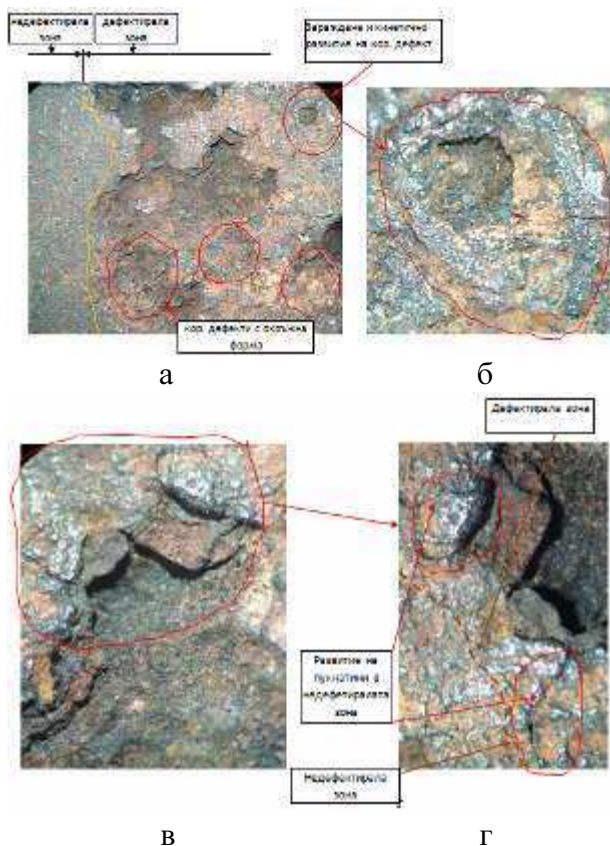


Фиг.1.Обект на изследване, а/дефектирала сондажна тръба, б/схема на изрязани проби от зона I за микроструктура, зона II за корозионен анализ

2.2. Изследвани параметри зададени от заявителя: 2.2.1. Макроструктурен анализ: -Фрактографско изследване – На фиг.2. е представена зоната на разрушаване от корозия от абразивния грунд и наличие на пори в материала.



Фиг.2. Дефектирала зона, а/зона с окръжно развитие на корозия на конкретно място от сондажните тръби, б/корозионни дефекти от същия характер в случайни места по дължина на тръбата

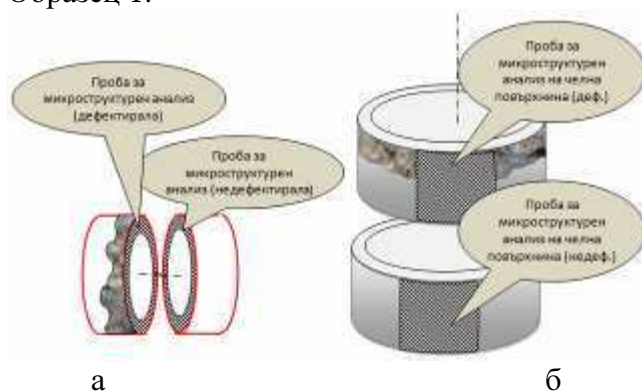


Фиг.3. Фрактографски изследвания на границата дфектирала и недефектирала зона, а,б/ огнище на развитие на корозионен дефект, в,г/ развитие на пукнатини в недефектиралата зона

При фрактографските изследвания извършени с помощта на стерио микроскоп, се наблюдават развити пукнатини в граничната зона дефектна/ недефектна област фиг.3.

2.2.2. Микроструктура

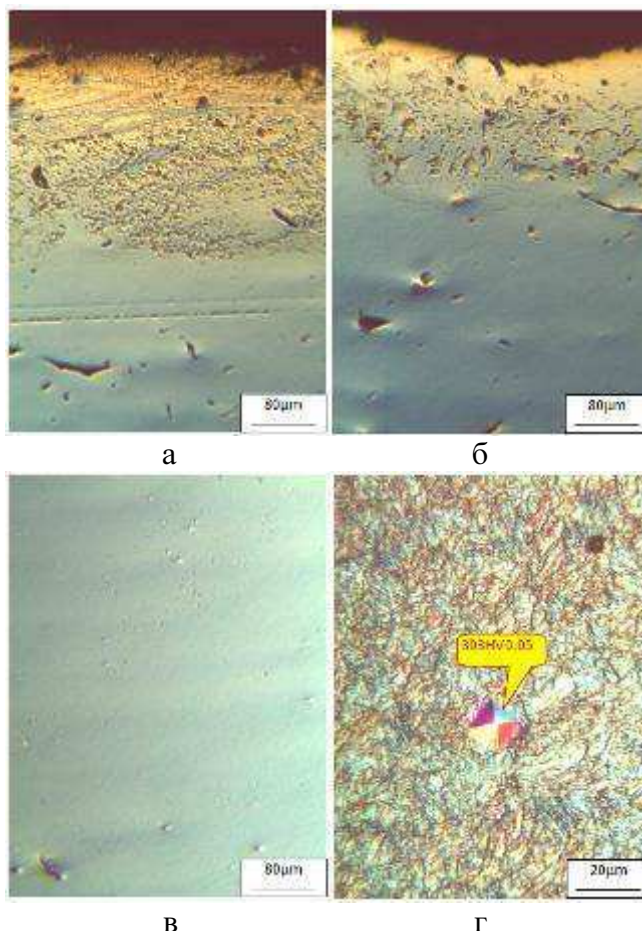
-Микроструктура на дефектиралата тръба- Образец 1.



Фиг.4. Образци за микроструктурен анализ, а/напречно сечение,

б/челно сечение

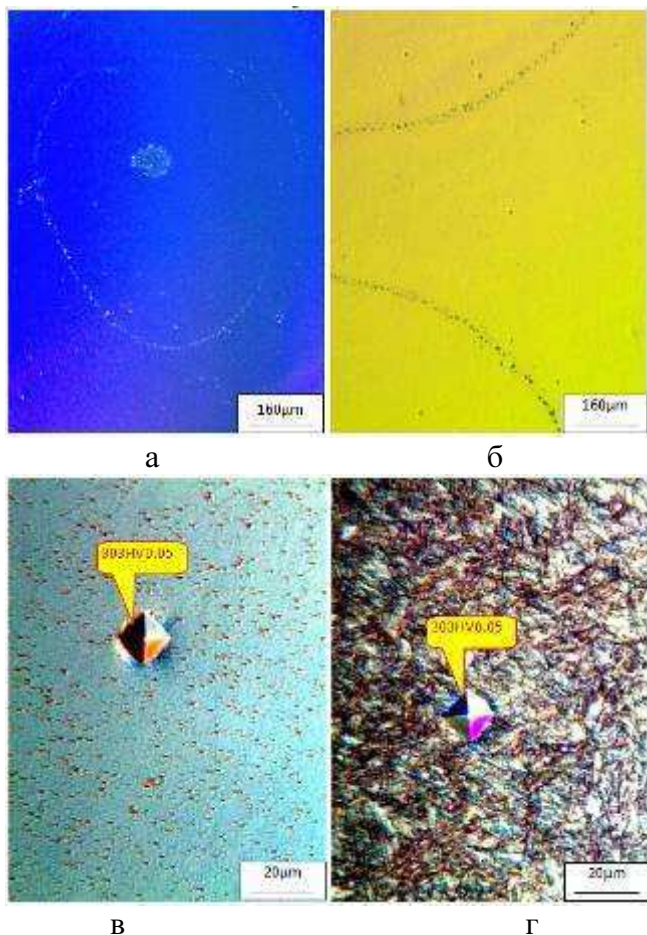
Подготвени са образци за наблюдение на напречна и челна плоскост от изследваната сондажна тръба (дефектирала и недефектирала зона). За неметални включвания и пори е наблюдавана цялата напречна повърхнина на изрязаната тръба (Фиг.4,а). Микроструктурата на челната повърхност е наблюдавана в зоните, дефектирала и недефектирала. (Фиг.4, б).



Фиг.5 Микроструктура в напречно направление на изследваната проба с дефектирала зона, /(а, б,) повърхността на пробата x100, /в сърцевина на пробата x100, /г сорбитна пластинчата структура с определена микротвърдост по Викерс x500

На повърхността на изследваната проба в дефектиралата зона, в напречно направление се наблюдават значителни дефекти от порист характер фиг.5а,б. Дефектите при тази проба в сърцевината значително намаляват фиг.5в. Структурата на

стоманата е от пластинчат вид, нормализирана и хомогенна в цялото сечение. Измерената твърдост е постоянна по цялото сечение фиг.5г.



Фиг.6. Микроструктура в челно направление на изследваната проба с дефектирала зона,

/(а, б,) 1mm от повърхността на пробата x 63.5,

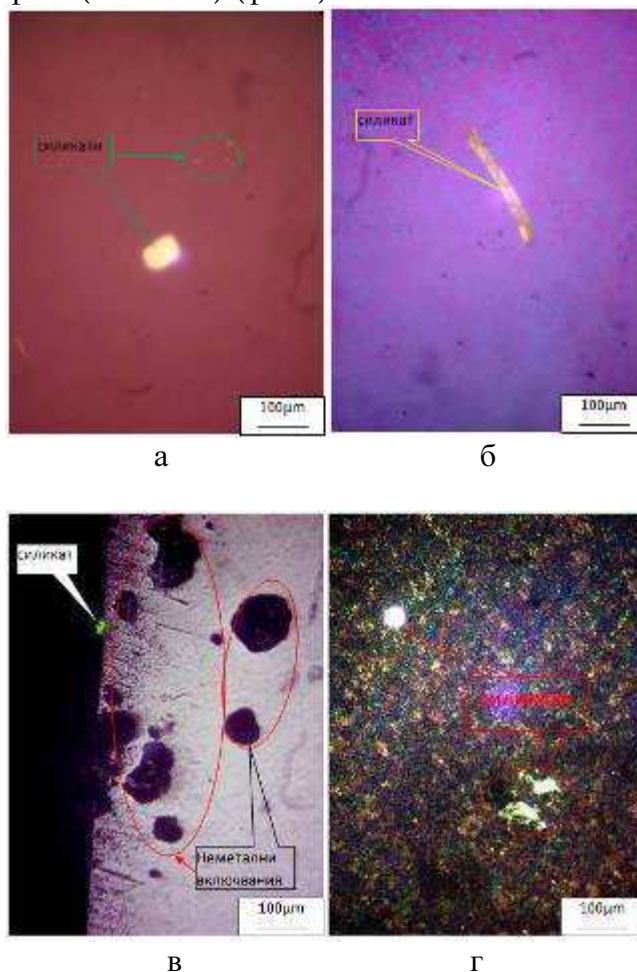
/в 4mm от повърхността на пробата x500, /г сорбитна пластинчата структура с определена микротвърдост по Викерс x500

В челно направление на пробата по схема на фиг.4,б се наблюдават окръжно подредени неметални дефекти, очертавайки формата на зародените развити корозионни дефекти в изследваната зона фиг.6а,б. В челното сечение вида на структурата и твърдостта са идентични с напречната проба фиг.6в,г.

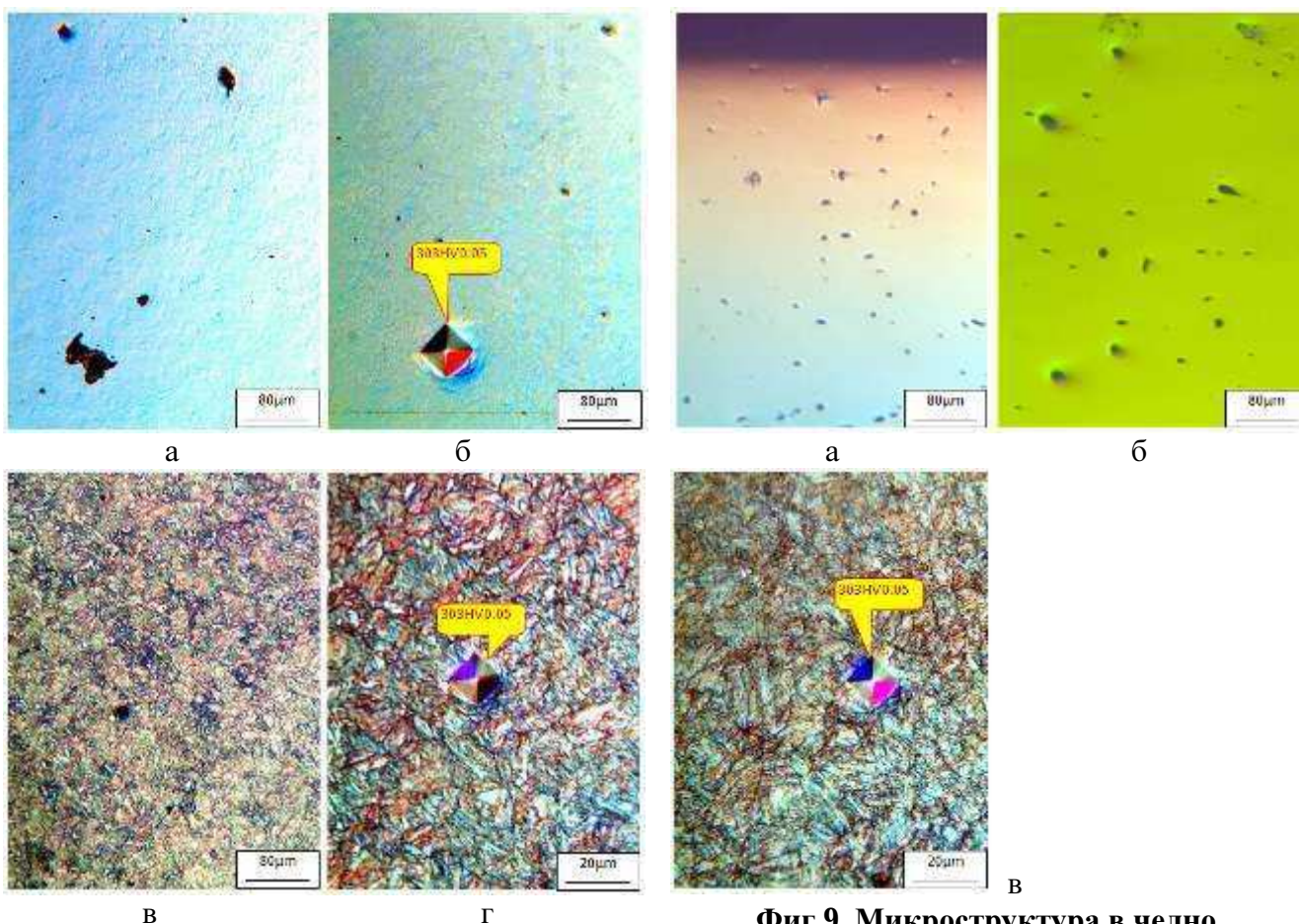
Това дава основание да се приеме че структурата и механичните характеристики имат хомогенен характер. Не се наблюдават закалъчни дефекти. Основен проблем се

създава от порите, които в тази зона се наблюдават основно на повърхността на сондажната тръба.

Установи се че проявените дефекти имат нехомогенен характер. Това предизвиква проява на дефектност в определени зони. При наблюдение на същите проби с помощта на поляризирана светлина се открояват светещи фази (силикати) (фиг.7).



Фиг.7. Микроструктура в челно направление на изследваната проба с дефектирала зона, /(а, б, в) 1mm от повърхността на пробата с наличие на силикати x100, /г сорбитна пластинчата структура с наличие на силикати x100



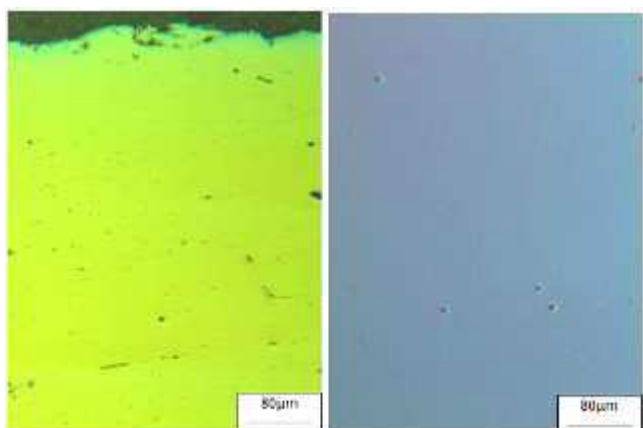
Фиг.8. Микроструктура в напречно направление на изследваната проба от недефектирала зона, / (а, б,) повърхността на пробата x100, / в - сорбитна пластинчатата структура x100, / г - сорбитна пластинчатата структура с определена микротвърдост по Викерс x500

Фиг.9. Микроструктура в челно направление на изследваната проба от недефектирала зона, / (а, б,) 1mm от повърхността на пробата x 100, /в сорбитна пластинчатата структура с определена микротвърдост по Викерс x500

Изследваната недефектирала проба от сондажната тръба е подбрана съгласно фиг.1 и фиг.2. На фиг.8 (а,б) се наблюдават неметални включвания, като размерите им достигат до 50÷60 µm. По отношение на структурата по същата повърхнина фиг.8 (в,г), се наблюдава хомогенност.

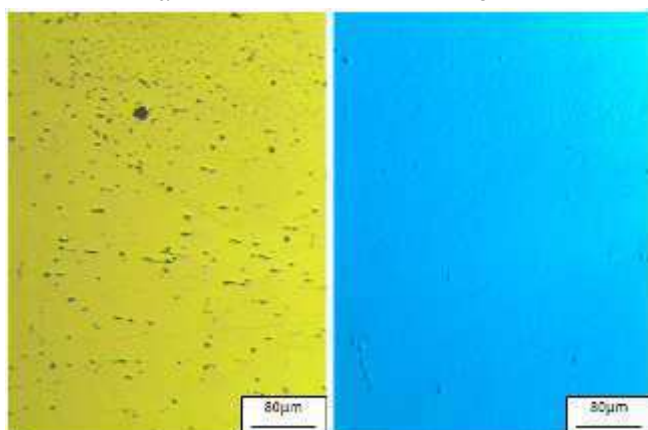
Измерената микротвърдост дава основание да се приеме, че стоманата е с добри механични характеристики. Подобни резултати се наблюдават и при челното сечение на фиг.9(а,б,в).

-Микроструктура на допълнителните тръби за сравнение- Образец 2 и Образец 3.



а

б



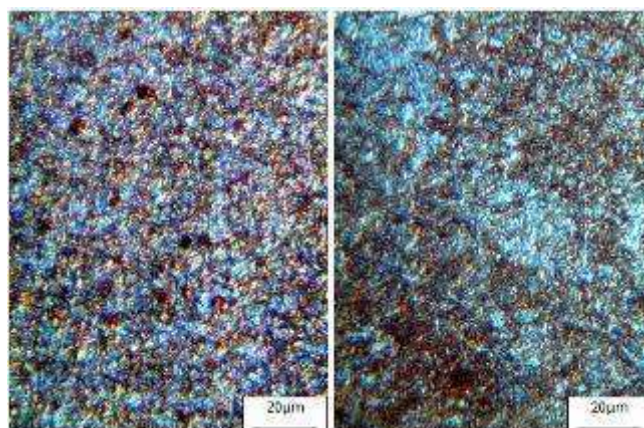
в

г

Фиг.10. Микроструктура за неметални включвания на стомани (Образец 2 и Образец 3),

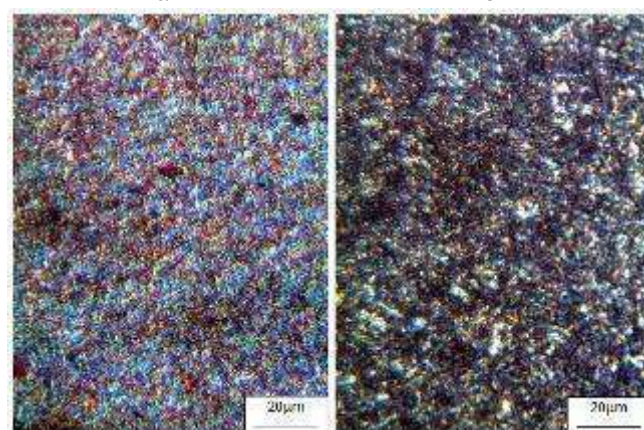
а/Образец 3 в напречно направление x100, б/Образец 3 челно направление x100, в/Образец 2 в напречно направление x100, г/Образец 2 челно направление x100

Обозначените направления са съгласно фиг. 4(а,б).



а

б



в

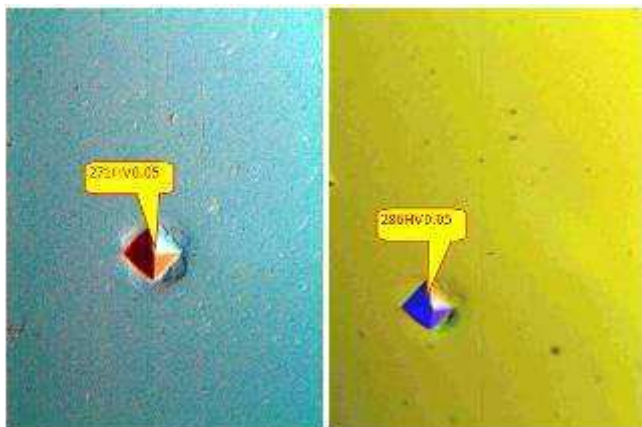
г

Фиг.11. Микроструктура на стомани (Образец 2 и Образец 3), а/Образец 3 в напречно направление x500, б/Образец 3 челно направление x500, в/Образец 2 в напречно направление x500, г/Образец 2 челно направление x500

Количество и големина на неметалните включвания са сравнително малко, при стомана (Образец 3) фиг.11(а,б). Завишени количества на неметални включвания се наблюдават при стомана (Образец 2) фиг.11(в,г).

Структурата и на двата вида стомани се характеризира като хомогенна в двете сечения и има зърнест вид. Вероятно стоманите са подобри и механичните им характеристики по отношение на жилавоста фиг.9 (а,б,в,г) са завишени.

От проведените изпитания за микротвърдост се наблюдават по ниски твърдоти спрямо Образец 1. Това се дължи на извършената допълнителна термообработка - подобряване. Целта на този вид термообработка е висока жилавост на стоманата.



а б
Фиг.12. Микротвърдост HV0.005 на изследваните проби: а/ Образец 2- х500 б/ Образец 3 – х500

2.3. Механични характеристики.

-Твърдост: Определяне на твърдостта по Бринел. Получените стойности са приведени в таблица 4.

Таблица:4

Вид проба	Твърдост HB5/1500/30
Образец 1	311
Образец 3 Ø 127mm с вътрешно покритие	300
Образец 2 Ø 140mm	285

2.4. Външен оглед на стоманите (табл.5)

Таблица:5

Вид проба	Геометрични параметри		Външен оглед
	Външен диаметър Dmm	Дебелина на стената δmm	
Образец 1	127	9.19+0.83 защит. покритие	Окръжна точкова корозия дълбочина~1mm (локализирана в зона) с
Образец 3	127	9.2+0.8 защит. покритие	Равномерна корозия по повърхността
Образец 2	140	10.4+9.3	Равномерна корозия по повърхността получена ексцентричност по дебелина на стената с

2.5. Изисквания от стандарта по отношение на дефектите на стоманата ISO 11961:2008 (табл.6)

Таблица:6

ГОСТ Р... ИСО 11961:2008
Проект, издание 1 от 21.07.2008

Таблица 3.10 - Матрица чуждене тръби. Използвана дълбочина на дефектите (Измерена от повърхността)

Град	Повърхност	Допустима дълбочина на дефектите, % от номиналната дебелина на стената	Област гранична
1	Всички повърхности извън участъци от плоскост, извадени чрез в. в. в. 2.	12,5	За незначителни дефекти: дължина тръби, произволна; дебелина тръби
		12,5	За значими дефекти: дължина тръби, произволна; дебелина тръби
2	Извън повърхност на входен тръби, тръби от края тръби до плоскост, разположена на дадена минимална разстояние от входен тръби, дължина тръби, произволна; дебелина тръби	12,5	За незначителни дефекти: дължина тръби, произволна; дебелина тръби
3	Вътрешна повърхност: всяка една тръби, тръби от края тръби до плоскост, разположена на дадена минимална разстояние от входен тръби, дължина тръби, произволна; дебелина тръби	12,5	За незначителни дефекти: дължина тръби, произволна; дебелина тръби
4	Извън повърхност на входен тръби, тръби от края тръби до плоскост, разположена на дадена минимална разстояние от входен тръби, дължина тръби, произволна; дебелина тръби	12,5	За незначителни дефекти: дължина тръби, произволна; дебелина тръби
5	Всички повърхности извън участъци от плоскост, извадени чрез в. в. в. 2.	12,5	За незначителни дефекти: дължина тръби, произволна; дебелина тръби

2.6. Корозионни изпитания на отделните типове тръби (табл.7)

Таблица 7

Интервал, часове	изходно	4	10	10	24	24	24
Вид проба	Маса, g						
Дефектирала зона (Образец 1)	18.043	18.040	18.039	18.0385	18.038	18.037	18.036
Недефектирала зона (Образец 1)	17.621	17.619	17.619	17.618	17.617	17.615	17.615
Образец 3	16.007	16.005	16.004	16.004	16.003	16.001	16.001
Образец 2	13.032	13.030	13.029	13.028	13.027	13.026	13.024

Методика на изследването:

-подготовка на образците от изследвания материал- премахне наличието на корозионни петна;

-поставяне на образците в неутрална среда (стъклен съд напълнен с технологична течност в която работят тръбите);

-съда се поставя в термостат работещ с водна среда тип:U10, при работна температура 70°C;

-извършване на тегловен анализ с прецизна везна.

2.7. Резултати от корозионните изпитвания (табл.8)

Таблица:8

Вид проба	Дефектирала зона (Образец 1)	Недефектирала зона (Образец 1)	Образец 3	Образец 2
Време часове	Общо време на изпитване на корозия 96 часа			
Температура и режим	70°C			
Тегловен дефицит, грам	0.007	0.006	0.006	0.008

От получените резултати е видно, че при материалите със значително по-голямо количество неметални дефекти развитието на корозия е завишена (означени с червено табл.8).

3. Изводи

1. Регистрирани са значително количество пори и неметални включвания с макро, мезо и микро размери по двете сечения на Образец 1.

2. Наличие на повърхностна окръжна корозия с точков вид фиг.2,а;

3. Характер на корозията (питингова) с ерозийно развитие на корозията, дължаща се на работната течност, носител на земен грунд.

4. Вероятност за развитие на корозионния дефект на конкретно едно и също място на сондажната тръба, който се дължи на технологични дефекти (пори и пукнатини в конкретната зона) при производство на изделието фиг.3,г и фиг.4(а,б);

5. Подготвените проби за корозионни изпитания в технологичен разтвор при работна температура 70°C не проявяват значителна корозионна активност, поради липса на концентратори за развитие на корозия (пукнатини и пори);

6. Структурата (сорбит, троостит) е хомогенна в цялото сечение с вероятност стоманата (Образец 1) да е нормализирана (фиг.8 в и г).

7. Структурата (сорбит, троостит) е хомогенна и подобрена в цялото сечение на стомана (Образец 2 и Образец 3) (фиг.11).

4. Заключение:

По отношение дефектацията на сондажната тръба –В случая при работа на сондажната тръба освен в режим на тежко натоварване, влияние оказва корозионната среда и абразивно и питингово износване в зависимост от земния грунд. При тези условия на работа се изисква висока степен на чистота на стоманата по отношение на пори неметални включвания и други металургични дефекти, водещи до създаване на огнище фиг.4(а,б) на корозия.

Вероятно в зоната на окръжния дефект фиг.1(а,б) и фиг.2,а е нарушен повърхностния

слой (пукнатини и пори) получени в режим изковаване на проката.

Подобни дефекти се наблюдават в края на тръбите, като в стандарта се означават с термина „слонска кожа”.

Дефекти от подобен тип се наблюдават и в други зони но те са локални фиг.2б. Окръжния дефект е опасен поради това че сечението намалява по цялата окръжност с 1mm, което води до повишаване на опъновите напрежения в тази зона. Областта се явява като шийка на цилиндричен вал натоварен на опън, място в което се концентрира опасното сечение (разрушаване). Повишаването на напрежението в тази зона предизвиква развитие на корозия от тип „корозия под напрежение”.

Литература:

- [1].ТЕХНОЛОГИЯ БУРЕНИЯ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН, Москва, 2009, стр.56.
- [2].НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ISO 11961:2008 Трубы бурильные стальные для применения в нефтяной и газовой промышленности., 2008.
- [3].ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ГОСТ Р 51245-99, ТРУБЫ БУРИЛЬНЫЕ СТАЛЬНЫЕ УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ГОС СТАНДАРТ РОССИИ, Москва
- [4].Г. А. Картель, Возможности и преимущества технологии радиальнойковки для получения высокоточных и упроченных деталей типа «цилиндр» из сталей и сплавов, ЗАО «ЭЛКАМ-НЕФТЕМАШ» 2010-2011
- [5].Certification Quality Documentation Package Drill Pipe, DP – 1202 BUL, 2011.

За контакти:

9010 Варна, ул. “Студентска”1
Технически университет -Варна

гл.ас., инж. Ярослав Аргиров,
e-mail: jaroslav.1955@abv.bg

ас, инж. Анелия Стоянова
e-mail: tatuna10@abv.bg