

1. Увод

Израда заварених спојева топљењем је једини начин да се постигне чврстоћа споја нивоа основног материјала, али при томе низ металуршких и термичких појава и других проблема често условљава појаву различитих грешака. У реалним условима не сме да се искључи могућност појаве грешака у завареном споју, нити је економски оправдано правити спојеве без грешака. Под појмом грешке завареног споја, у најопштијем смислу, се подразумева свако одступање од захтева дефинисаног техничком документацијом. Оптимално техно-економско решење је у производњи довољно квалитетних заварених спојева по што мањој цени, при чему се под појмом „квалитет“ подразумева способност да се задовоље потребе купца.

Проблемом квалитета заварених спојева се баве многи стандарди, како у области заваривања, тако и у области заварених конструкција, као што су посуде под притиском, котлови и металне конструкције. У овом извештају ће бити приказане уочене грешке заварених спојева, узроци њиховог настајања, као и предлози за њихово уклањање.

2. Плоча заварена TIG поступком са сетом грешака

а) Предња страна плоче



б) Полеђина плоче



Грешке уочене на предњој страни плоче:



„G”- уочене грешке:

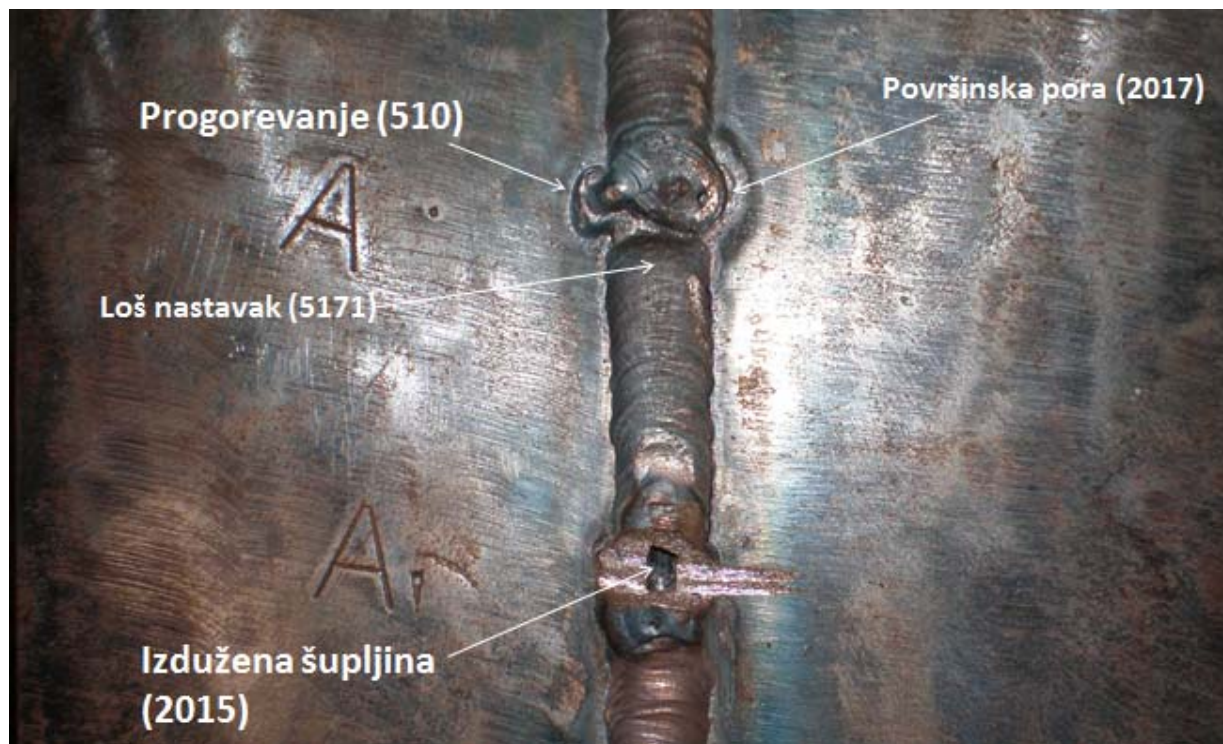
- 1) „Шупљин а”(200), тип грешке „Површинска пора” (2017):
Узрок: Неадекватан прекид процеса заваривања.
Мере за избегавање/уклањање грешке: Исправан прекид електричног лука, тј. превођење електроде пар милиметара уназад уз истовремено повећавање растојања од зоне заваривања.
- 2) „Грешке облика и мера” (500), тип грешке „Превелико надвишење” (502):
Узрок: Неодговарајући параметри (велика јачина струје, мала брзина заваривања), технологија (превелик пречник додатног материјала, превелик број слојева) и техника заваривања.
Мере за избегавање/уклањање грешке: Прописивање адекватне технологије заваривања уз бољу контролу самог процеса заваривања.

„F“ – уочене грешке:

- 1) „Грешке облика и мера“ (500), тип грешке „Непопуњеност жлеба“ (511): Узрок: Недовољна количина нанетог додатног материјала услед грешке заваривача и/или прописане технологије заваривања.
Мере за избегавање/уклањање грешке: Корекција технологије заваривања и боља контрола рада заваривача.

„E“ – уочене грешке:

- 1) „Грешке облика и мера“ (500), тип грешке „Локални зајед“ (5015): Узрок: Лоша техника заваривања (превелик нагиб електроде, предугачак електрични лук), неодговарајући параметри заваривања (велика струја, мала брзина), топљење оксида са површине у околини жлеба.
Мере за избегавање/уклањање грешке: Кориговање параметара заваривања и квалитетно чишћење.



„A“ – уочене грешке:

- 1) „Шупљин а“ (200), тип грешке „Површинска пора“ (2017):

Узрок: Неадекватан прекид процеса заваривања.

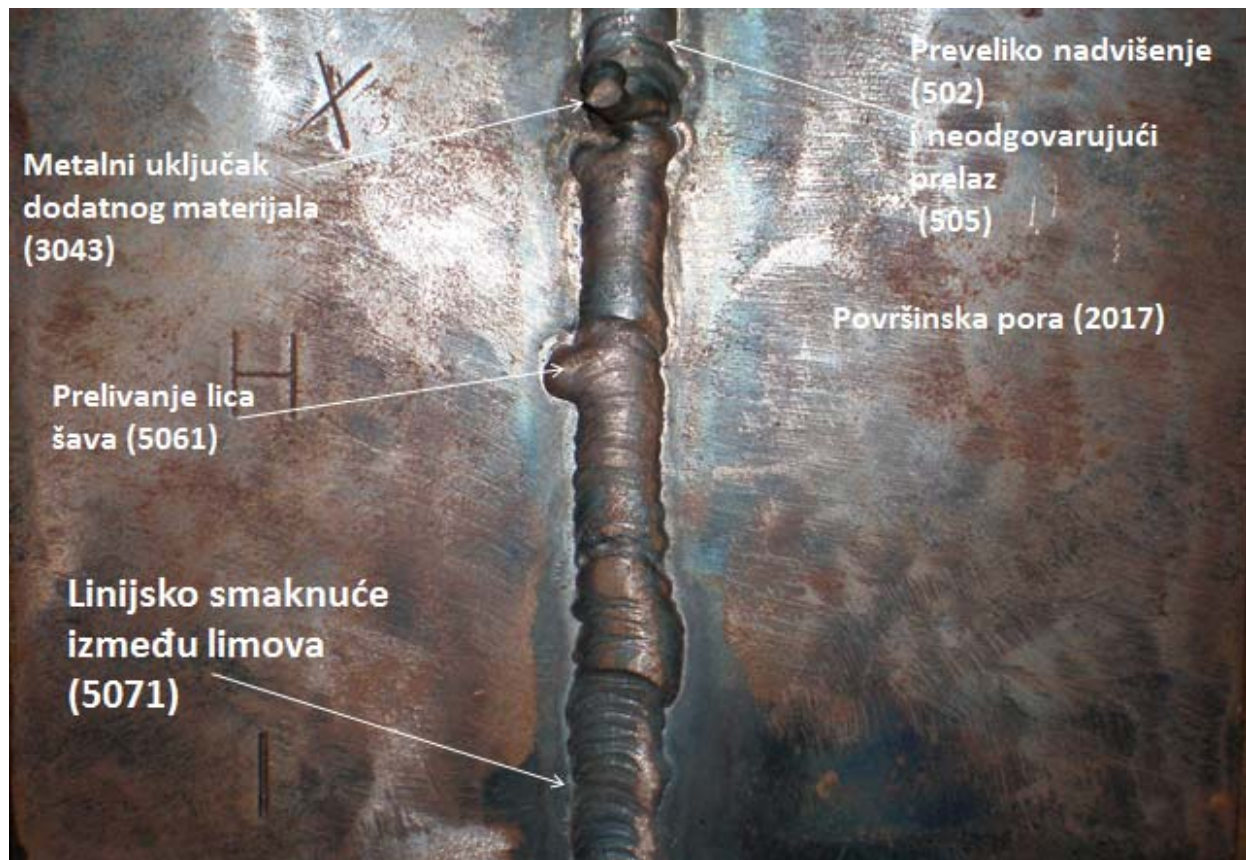
Мере за избегавање/уклањање грешке: Исправан прекид електричног лука, тј. превођење електроде пар милиметара уназад уз истовремено повећавање растојања од зоне заваривања.

- 2) „Грешке облика и мера“ (500), тип грешке „Прогоривање“ (510):
Узрок: Превелика струја заваривања, мала брзина заваривања и кратак електрични лук.
Мере за избегавање/уклањање грешке: Регулисање параметара заваривања и адекватна техника заваривања.

- 3) „Грешке облика и мера“ (500), тип грешке „Лош наставак у завршном завару“ (5171):
Узрок: Лоша техника заваривања, односно успостављање електричног лука.
Мере за избегавање/уклањање грешке: Кориговање технике заваривања.

„А1“ – уочене грешке:

- 1) „Шупљин а“ (200), тип грешке „Издужена шупљина“ (2015):
Узрок: Настаје приликом кореног заваза чији узроци настајања нису у потпуности утврђени. Експериментална истраживања су указала на следеће могуће узрочнике: превелика струја заваривања, превелика брзина заваривања.
Мере за избегавање/уклањање грешке: Регулисање параметара заваривања.



„X“ – уочене грешке:

- 1) „Укључци у чврстом стању“ (300), тип грешке „Метални укључак додатног материјала“ (3043)
Узрок: Уроњавање додатног материјала у метално купатило (утицај заваривача).
Мере за избегавање/уклањање грешке: Боље извођење прописане технике заваривања.
- 2) „Шупљина“ (200), тип грешке „Површинска пора“ (2017):
Узрок: Неадекватан прекид процеса заваривања.
Мере за избегавање/уклањање грешке: Исправан прекид електричног лука, тј. превођење електроде пар милиметара уназад уз истовремено повећавање растојања од зоне заваривања.
- 3) „Грешке облика и мера“ (500), тип грешке „Превелико надвишење“ (502):
Узрок: Неодговарајући параметри (велика јачина струје, мала брзина заваривања), технологија (превелик пречник додатног материјала, превелик број слојева) и техника заваривања.
Мере за избегавање/уклањање грешке: Прописивање адекватне технологије заваривања уз бољу контролу самог процеса заваривања.
- 4) „Грешке облика и мера“ (500), тип грешке „Неодговарајући прелаз“ (505):



Узрок: Неодговарајући параметри (велика јачина струје, мала брзина заваривања), технологија (превелик пречник додатног материјала, превелик број слојева) и техника заваривања.

Мере за избегавање/уклањање грешке: Прописивање адекватне технологије заваривања уз бољу контролу самог процеса заваривања.

„Н“ – уочене грешке:

- 1) „Грешке
мера и облика“(500), тип грешке „Преливање лица шави“(5061):
Узрок: Вишак додатног материјала који се разлива по површини основног материјала без спајања са њим, услед лоше технике и параметара заваривања.
Мере за избегавање/уклањање грешке: Оптимизација параметара заваривања и нагиба електроде.

„Л“ – уочене грешке:

- 1) „Грешке
мера и облика“(500), тип грешке „Линијско смакнуће између лимова“(5071)
Узрок: Лоше позиционирање делова који се заварују.
Мере за избегавање/уклањање грешке: Боља припрема за заваривање.

Грешке уочене на полеђини плоче:



„B“ – уочене грешке:

- 1) „Недоста
так стапања и уваривања“(400), тип грешке „Недовољно проваривање корена“(4021)
Узрок: Неодговарајућа припрема за заваривање(превелики или премали тазмак у корену
жлеба, велико затупљење у корену жлеба, мали угао отвора жлеба, итд).
Мере за избегавање/уклањање грешке: Боља припрема за заваривање.

„C“ – уочене грешке:

- 1) „Грешке
мера и облика“ (500), тип грешке „Прокапљина у корену“(504):
Узрок: Превелики размак у корену жлеба, превелика струја заваривања, угао електроде,
неодговарајући пречник додатног материјала.
Мере за избегавање/уклањање грешке: Боља припрема за заваривање, и регулисање
параметара заваривања.

„D“ – уочене грешке:

- 1) „Шупљин
е“(200), тип грешке „Крај шупљине у кратеру“(2025):
Узрок: Прекинут процес заваривања пре времена, и на неадекватан начин.
Мере за избегавање/уклањање грешке: Корекција технике и параметара заваривања.



„А“ – уочене грешке:

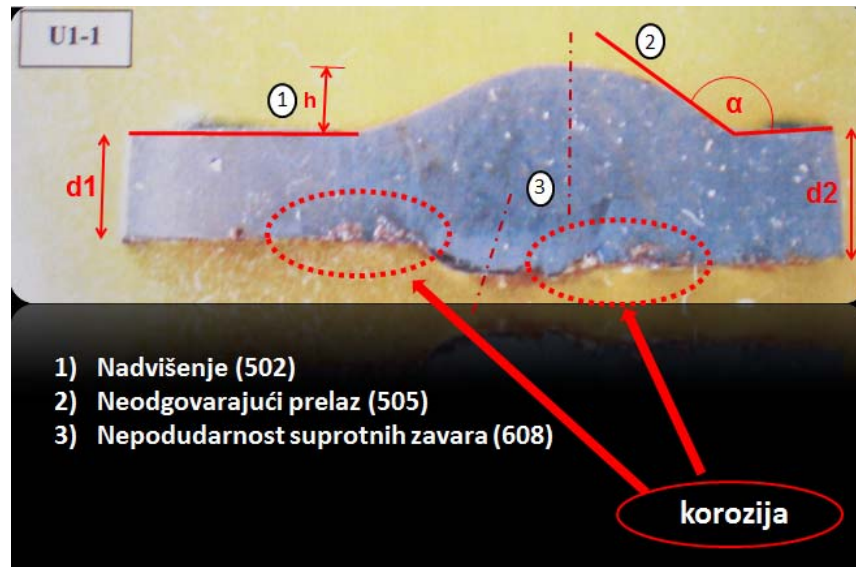
- 1) „Шупљин
е“(200), типе грешке „Гнездо порозности на површини“(2013)
Узрок: Недовољна заштита услед неодговарајућег протока заштитног гаса, и/или присуства нечистоћа на месту заваривања.
Мере за избегавање/уклањање грешке: Боље припрема површина које се заварују, боље регулисање протока заштитног гаса.

„С1“ – уочене грешке:

- 1) „Укључци
чврстом стању“(300), тип грешке „Метални укључак додатног материјала“(3043):
Узрок: Уроњавање додатног материјала у метално купатило(утицај заваривача).
Мере за избегавање/уклањање грешке: Боље извођење прописане технике заваривања.

3. Узорци котловских цеви са грешкама

„U 1-1“ – уочене грешке:

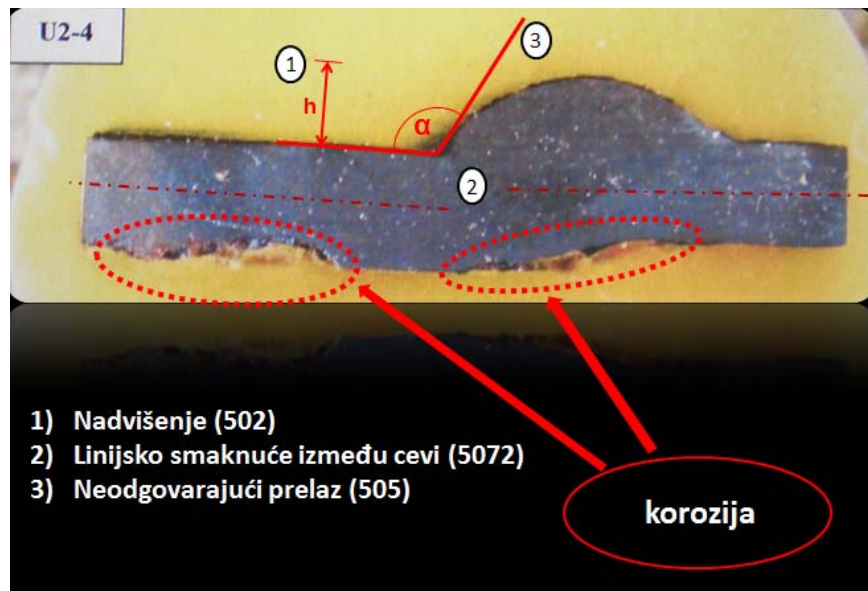


- a) „Остале неправилности“ (600), тип грешке „Неподударност супротних завара“ (608)
Узрок: Лоша припрема делова који се заварују.
Корекционе мере: Адекватна израда жлеба и позиционирање.
- b) „Грешке облика и мера“ (500), тип грешке „Превелико надвишење“ (502):
Узрок: Неодговарајући параметри (велика јачина струје, мала брзина заваривања), технологија (превелик пречник додатног материјала, превелик број слојева) и техника заваривања.
Мере за избегавање/уклањање грешке: Прописивање адекватне технологије заваривања уз бољу контролу самог процеса заваривања.
- c) „Грешке облика и мера“ (500), тип грешке „Неодговарајући прелаз“ (505):
Узрок: Неодговарајући параметри (велика јачина струје, мала брзина заваривања), технологија (превелик пречник додатног материјала, превелик број слојева) и техника заваривања.
Мере за избегавање/уклањање грешке: Прописивање адекватне технологије заваривања уз бољу контролу самог процеса заваривања.
- d) „Корозија“
Узрок: Вртложење које настаје непосредно из корена метала шави услед нарушавања континуалности геометрије, односно унутрашњег пречника цеви. На том месту долази то

таложена честица из радног флуида као и до повећања киселости који стварају услове за развој корозије.

Корекционе мере: Извођење завареног споја који по свом облику што мање нарушава континуалност геометрије делова који се заварују (добро позиционирање, минимум материјала у корену,...).

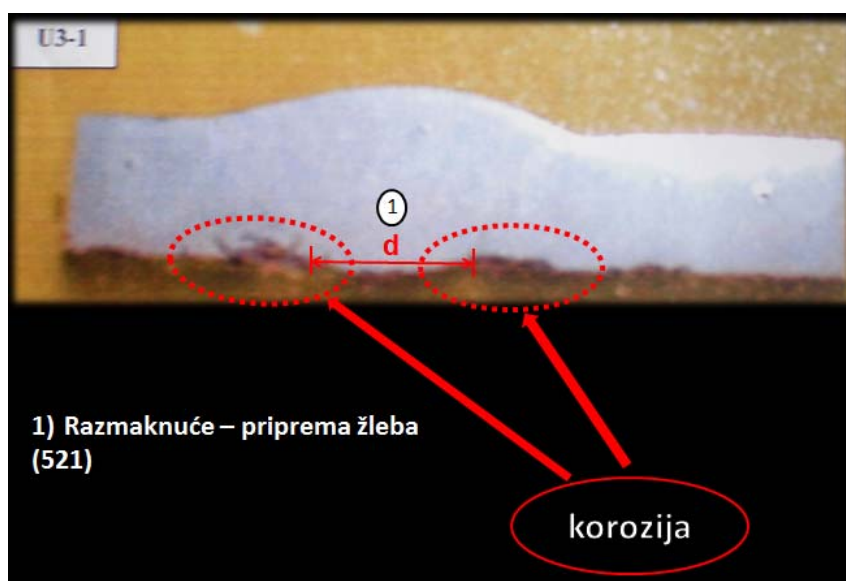
„U 2-4“ – уочене грешке:



- a) „Грешке мера и облика“ (500), тип грешке „Линијско смакнуће између цеви“ (5072)
Узрок: Лоше позиционирање делова који се заварују.
Мере за избегавање/уклањање грешке: Боља припрема за заваривање.
- b) „Грешке облика и мера“ (500), тип грешке „Превелико надвишење“ (502):
Узрок: Неодговарајући параметри (велика јачина струје, мала брзина заваривања), технологија (превелик пречник додатног материјала, превелик број слојева) и техника заваривања.
Мере за избегавање/уклањање грешке: Прописивање адекватне технологије заваривања уз бољу контролу самог процеса заваривања.
- c) „Грешке облика и мера“ (500), тип грешке „Неодговарајући прелаз“ (505):
Узрок: Неодговарајући параметри (велика јачина струје, мала брзина заваривања), технологија (превелик пречник додатног материјала, превелик број слојева) и техника заваривања.
Мере за избегавање/уклањање грешке: Прописивање адекватне технологије заваривања уз бољу контролу самог процеса заваривања.
- d) „Корозија“

Узрок: Вртложење које настаје непосредно иза корена метала шави (место линијског смакнућа), услед нарушавања континуалности геометрије, односно унутрашњег пречника цеви. На том месту долази до таложења честица из радног флуида као и до повећања киселости који стварају услове за развој корозије.
Корекционе мере: Извођење завареног споја који по свом облику што мање нарушава континуалност геометрије делова који се заварују (добро позиционирање, минимум материјала у корену,...).

„U 3-1“ – уочене грешке:



- a) „Грешке облика и мера“ (500), тип грешке „Нетачне мере шави“ (521):
Узрок: Превелик размак између делова који се заварују.
Корекционе мере: Боља припрема жлеба и позиционирање.
- b) „Корозија“
“
Узрок: Вртложење које настаје непосредно иза корена метала шави услед нарушавања континуалности геометрије, односно унутрашњег пречника цеви. На том месту долази до таложења честица из радног флуида као и до повећања киселости који стварају услове за развој корозије.
Корекционе мере: Извођење завареног споја који по свом облику што мање нарушава континуалност геометрије делова који се заварују (добро позиционирање, минимум материјала у корену,...).

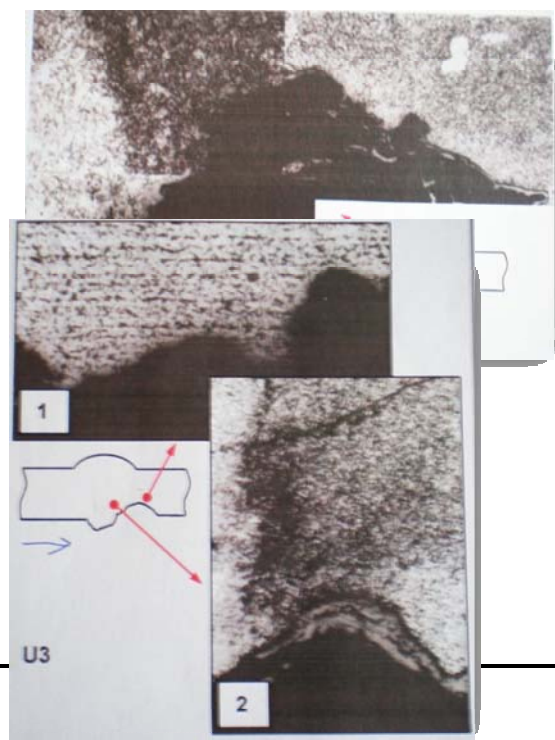
„U 1-5“ – уочене грешке:



- а) „Грешке мера и облика“ (500), тип грешке „Преливање лица шави“ (5061): Узрок: Вишак додатног материјала који се разлива по површини основног материјала без спајања са њим, услед лоше технике и параметара заваривања. Мере за избегавање/уклањање грешке: Оптимизација параметара заваривања и нагиба електроде.

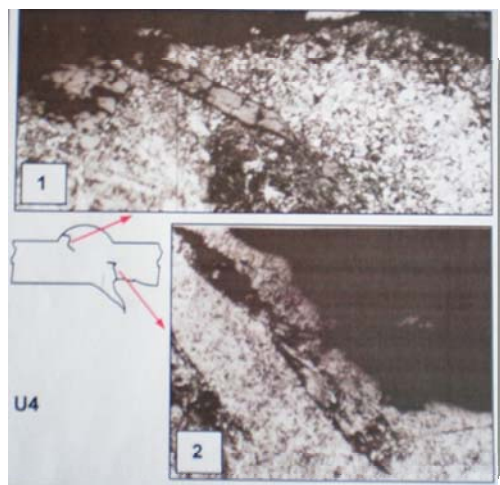
4. Експлоатациона оштећења цеви

U1, U2, U3



На овим узорцима, као главни проблеми у експлоатацији, се истичу: појава корозије и корозијом поспешено хабање. Долази до вртложења радног флуида непосредно након дисконтинуитета, односно вишка материјала у корену метала шави. На том месту долази до повећаног таложења механичких и колоидних честица из радног флуида, као и до повећања киселости, што доводи до појаве корозије као и до њеног убрзаног ширења.

Као превентивну меру треба истаћи захтев за извођењем завареног споја који по свом облику што мање нарушава континуалност геометрије делова који се заварују (добро позиционирање, минимум материјала у корену,...).



U4

Код овог узорка се, поред проблема који постоје на претходна три, јављају и уздужне прслине типа (1011) и (1013), дуж којих се јавила и корозија. Чиниоци који утичу на иницијацију ових прслина су:

а) концентрација напона услед губитка материјала (корозија + корозијом поспешено хабање) и неповољна структура и/или структурни прелаз који се умеју јавити у зони утицаја топлоте, за прслину (1013),

б) концентрација напона услед неодговарајућег прелаза (грешка 505) и потенцијални заостали напона ако термичка обрада није изведена на адекватан начин.



