

Metode pregleda tubinga

Cvjetković, Pavao

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:169:241118>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-11**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering Repository, University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET

Preddiplomski studij naftnog rudarstva

METODE PREGLEDA TUBINGA

Završni rad

Pavao Cvjetković

N4316

Zagreb, 2022.

METODE PREGLEDA TUBINGA

PAVAO CVJETKOVIĆ

Završni rad je izrađen: Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za naftno-plinsko inženjerstvo i energetiku
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb

Sažetak

Tubing, zajedno s odgovarajućim spojnicama, kontinuirano je izložen raznim oblicima trošenja prilikom izvođenja postupka opremanja i održavanja bušotina te proizvodnje nafte i plina. Bilo da se radi o mehaničkom trošenju, korozivnom djelovanju fluida ili pak neadekvatnom dotezanju spojnica, svi ti faktori mogu negativno utjecati na daljnje provođenje procesa u kojima se tubing koristi, utjecati na povećanje troškova i predstavljati opasnost za osoblje i okoliš. U cilju izbjegavanja svih ovih problema, potrebno je periodički provoditi pregled zadanog niza tubinga i spojnica kako bi odredili jesu li pogodni za daljnju uporabu ili se moraju odbaciti.

Ključne riječi: tubing, pregled, oštećenja

Završni rad sadrži: 30 stranica, 3 tablice, 24 slike i 13 referenci

Jezik izvornika: Hrvatski

Završni rad pohranjen: Knjižnica Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta
Pierottijeva 6, Zagreb

Mentor: dr. sc. Borivoje Pašić, izvanredni profesor RGNF-a

Ocjenjivači: dr. sc. Borivoje Pašić, izvanredni profesor RGNF-a
dr. sc. Vladislav Brkić, izvanredni profesor RGNF-a
dr. sc. Nediljka Gaurina-Međimurec, redovita profesorica RGNF-a

Datum obrane: 21.09.2022., Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu

SADRŽAJ

POPIS SLIKA	I
POPIS TABLICA	II
1. UVOD.....	1
2. OPĆENITO O TUBINGU	2
2.1. Spojnice tubinga	3
2.2. Trošenje tubinga i spojnice	5
3. METODE PREGLEDA TUBINGA TVRTKE CROSCO.....	6
3.1. Vizualni pregled tijela tubinga	7
3.2. Pregled vanjskog promjera tijela tubinga.....	10
3.3. Popravak cijevnog alata	12
3.4. Ultrazvučno mjerenje debljine stjenke tubinga	12
3.5. Elektromagnetsko ispitivanje (EMI) tijela tubinga	14
3.6. Pregled kritičnih područja tijela tubinga magnetskim česticama	17
3.7. Mokra magnetska metoda ispitivanja	18
4. METODE PREGLEDA NAVOJNIH SPOJEVA	20
4.1. Vizualni pregled spojnice.....	20
4.2. Dimenzionalni pregled i klasifikacija spojnice	21
5. KRITERIJ PRIHVATLJIVOSTI NAVOJNIH SPOJEVA	26
6. ZAKLJUČAK	28
7. LITERATURA	29

POPIS SLIKA

Slika 2-1. Spojnice tubinga	4
Slika 2-2. Karakterističan oblik dijagrama dotezanja navojnog spoja	4
Slika 3-1. Baterija kao izvor svjetlosti.....	9
Slika 3-2. Ogledalo za pregled	9
Slika 3-3. Komparator za mjerenje dubine oštećenja	9
Slika 3-4. Video boroskop za vizualni pregled unutrašnjosti cijevi.....	10
Slika 3-5. Mjerilo za vanjski promjer 101,6 mm	11
Slika 3-6. Označavanje dijela maksimalnog odstupanja vanjskog promjera.....	11
Slika 3-7. Ultrazvučni mjerač debljine stjenke	13
Slika 3-8. Kontaktna sredstva	13
Slika 3-9. Postupak mjerenja debljine stjenke ultrazvučnim mjeračem	14
Slika 3-10. Komandna ploča	16
Slika 3-11. Ispitna glava s defektoskopskim papučama	16
Slika 3-12. Kablovi.....	17
Slika 3-13. Električni napajana magnetska potkova.....	19
Slika 4-1. Oprema za dimenzionalni pregled tubinga i spojnica	21
Slika 4-2. Provjera unutarnjeg promjera ženske spojnice	22
Slika 4-3. Provjera vanjskog promjera ženske spojnice	22
Slika 4-4. Provjera produljenja muškog navoja mjerilom uspona	23
Slika 4-5. Shematski prikaz provjere produljenja muškog navoja mjerilom uspona	24
Slika 4-6. Provjera istrošenosti navoja češljem za navoj.....	24
Slika 4-7. Shematski prikaz mjerenja duljine vrata muškog navoja	25
Slika 5-1. Kriterij prihvatljivosti muških navojnih spojeva.....	26
Slika 5-2. Kriterij prihvatljivosti ženskih navojnih spojeva	27

POPIS TABLICA

Tablica 2-1. Svojstva tubinga prema API specifikaciji 5CT	2
Tablica 2-2. Momenti navrtanja tubinga prema API specifikaciji 5CT	2
Tablica 3-1. Klasifikacija upotrebljavanog niza tubinga	8

1. UVOD

Cilj ovog završnog rada je kratki pregled osnovnih metoda pregleda tubinga u skladu sa standardom ANSI/API RP 7G-2 „Preporučena praksa za inspekciju i klasifikaciju korištenih bušaćih i proizvodnih elemenata" (*API RP 7G-2 Recommended Practice for Inspection and Classification of Used Drill Stem Elements*). Svi postupci navedeni u završnom radu su sastavni dio sustava osiguravanja kvalitete kompanije Crosco. Cilj uspostavljenog sustava upravljanja kvalitetom u kompaniji Crosco je zadovoljiti zahtjeve za postizanje pravilnog i kvalitetnog izvođenja radova na siguran i učinkovit način, u konkretnom slučaju inspekcije cijevnog alata. Svi postupci namijenjeni su za korištenje od strane inženjera i tehničara koji vrše pregled, klasifikaciju i popravke korištenog niza tubinga bilo u radionici ili na polju.

Pregled se provodi kako bi se utvrdilo stanje i cjelovitost korištenog tubinga, drugim riječima, kako bi se pronašle i identificirale nesavršenosti koje treba ukloniti kako bi se određeni cijevni alat, ako je moguće, vratio u upotrebu nakon pregleda. U slučaju kada popravak nije moguć, rabljeni element mora se klasificirati kao otpad i povući iz upotrebe. U tom smislu provodi se temeljit postupak pregleda tubinga kako bi se osiguralo da on zadovoljava kriterije iz standarda, odnosno da je u skladu s preporukama i dobrom inženjerskom praksom. Inspekcija može pomoći u predviđanju budućih problema prije nego što oštećenje cijevnih alatki postane kritično, čime se sprječavaju skupi popravci, šteta za okoliš i, što je najvažnije, ozljede osoblja ili smrtni slučajevi. Opseg pregleda određen je razinom (kategorijom) pregleda koju zahtijeva kupac, kao i potrebnom opremom i njezinom standardizacijom, postupcima i metodama pregleda, uvjetima pregleda, vrednovanjem indikacija, popravkom nedostataka na terenu te završnim izvještajima o provedenom pregledu. Učestalost pregleda utvrđuje se dogovorom između tvrtke koja pruža usluge pregleda i kupca.

2. OPĆENITO O TUBINGU

Tubing je niz cijevi kroz koji teče fluid od ležišta do površine, ili obrnuto. Najčešća izvedba tubinga je u obliku čeličnih bešavnih cijevi s navojnim spojevima, međutim u uporabi su još cijevi od kompozitnih materijala i tzv. savitljivi tubing (od čelika ili kompozitnih materijala). Prema API standardu cijevne alatke moraju biti određenih težina po dužnom metru, duljina, vanjskih promjera, debljina stjenki, kalibriranog unutarnjeg promjera, kvalitete materijala, udovoljiti zahtjevima pri hidrostatičkim tlačnim probama i biti izrađene na odgovarajući način. U tablicama 2-1 i 2-2 navedeni su podaci za tubing prema API specifikaciji 5CT. Prema API standardu tubing se svrstava u dvije kategorije (R-1 i R-2) duljina (Pašić, 2021):

(R-1) je od 6,10 do 7,32 m, a

(R-2) je od 8,53 do 10,36 m (najčešće se primjenjuje zbog radova u pasovima).

Tablica 2-1. Svojstva tubinga prema API specifikaciji 5CT (Matanović i Moslavac, 2011)

NOM. PROMJER	VANJSKI PROMJER	DEBLJINA STIENKE	KVALITETA ČELIKA	UNUTARNJI PROMJER	TEŽINA CIJEVI			SPOJNICA S NAVOJEM			
					SA SPOJNICOM I NAVOJEM		S INTEG. SPOJNICOM	PROMJER KALIBRA	PROMJER SPOJNICE		
					BEZ ODEBLJ.	S ODEBLJ.			NU ¹⁾	UR ²⁾	US ³⁾
					N m ¹⁾	N m ²⁾	N m ³⁾	mm	mm	mm	mm
3 1/8	26,67 (1,059)	2,87	H-40 J-55 C-75 N-80	20,93	30,5	34,3	-	18,54	33,35	42,16	-
1	33,4	3,38	H-40 J-55 C-75 N-80	26,64	125,6	127,1	-	24,26	42,16	48,26	-
1 1/4	42,16 (1,66)	3,17	H-40 J-55 C-75 N-80	35,81	112,5	-	-	-	-	-	-
		3,56	J-55	35,06	134,4	135,8	-	32,66	52,17	55,88	-
		3,56	C-75	35,06	112,5	-	-	32,66	52,17	55,88	-
		3,56	N-80	35,06	134,4	135,8	-	-	-	-	-
1 1/2	48,26 (1,9)	3,17	H-40 J-55 C-75 N-80	41,91	112,5	-	-	-	-	-	-
		3,68	J-55	40,89	134,4	135,8	-	38,51	55,88	63,5	-
		3,68	C-75	40,89	112,5	-	-	38,51	55,88	63,5	-
		3,68	N-80	40,89	134,4	135,8	-	-	-	-	-
2 1/16	52,4 (2,063)	3,96	H-40 J-55 C-75 N-80	44,48	112,5	-	-	-	-	-	-
		4,24	J-55	41,91	134,4	135,8	-	44,9	189,2	-	-
		4,24	C-75	41,91	112,5	-	-	44,9	189,2	-	-
		4,24	N-80	41,91	134,4	135,8	-	-	-	-	-
2 3/8	60,33 (2,375)	4,24	H-40 J-55 C-75 N-80 P-105	51,84	138,8	-	-	49,45	73,83	-	-
		4,83	J-55	50,67	-	160,7	-	48,29	-	77,8	73,91
		4,83	C-75	50,67	138,8	-	-	49,45	-	-	-
		4,83	N-80	50,67	-	160,7	-	48,29	-	77,8	73,91
		6,45	P-105	47,42	138,8	-	-	49,45	-	-	-
		4,24	H-40	51,84	138,8	-	-	48,29	-	-	-
		4,83	J-55	50,67	-	160,7	-	49,45	-	-	-
		6,45	P-105	47,42	164,1	166,2	-	48,29	-	77,8	73,91
		4,83	C-75	50,67	164,1	166,2	-	45,03	-	-	-
		6,45	N-80	47,42	164,1	166,2	-	48,29	-	-	-
		4,83	J-55	50,67	164,1	166,2	-	45,03	-	-	-
		6,45	P-105	47,42	164,1	166,2	-	45,03	-	-	-

NU - spojnica bez ojačanja
UR - spojnica s ojačanjem; standardna
US - spojnica s ojačanjem; posebne zračnosti

Tablica 2-2. Momenti navrtanja tubinga prema API specifikaciji 5CT (Matanović i Moslavac, 2011)

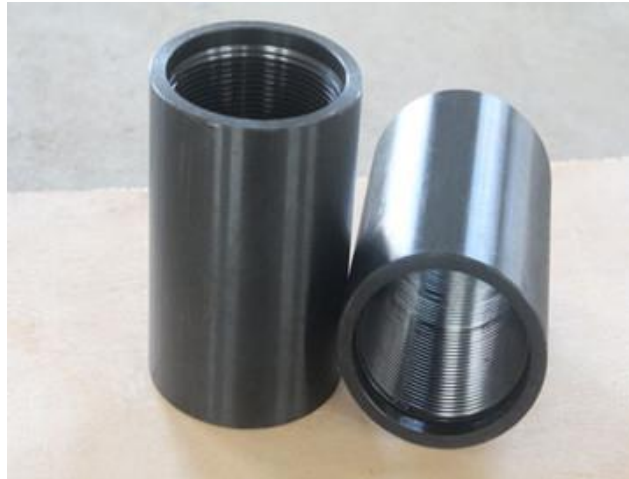
VANJSKI PROMJER	DEBLJINA STIJENKE	KVALITETA ČELIKA	MOMENT NAVRTANJA			VANJSKI PROMJER	MOMENT NAVRTANJA					
			BEZ ODEBLJANJA KRAJEVA				S ODEBLJANIM KRAJEVIMA			S INTEGRALNOM SPOJNICOM		
			OPT.	MIN.	MAKS.		OPT.	MIN.	MAKS.	OPT.	MIN.	MAKS.
mm (in.)	mm		Nm	Nm	Nm	mm (in.)	Nm	Nm	Nm	Nm	Nm	Nm
73,03 (2 7/8)	5,51	H-40	1084,6	813,5	1355,8	73,03 (2 7/8)	1634,7	1274,4	2115	-	-	-
		J-55	1423,5	1071	1776		2237	1681,1	2792,8	-	-	-
		C-75	1870,9	1410	2345,5		2942	2209,8	3674,1	-	-	-
	7,82	C-75	2633,5	2128,5	3525		3863,9	2991,3	4826,5	-	-	-
		N-80	1932,9	1491,3	2434,6		3118,2	2345,9	3904,6	-	-	-
		N-80	2596,2	2250,5	3742		4094,4	3077,5	5124,8	-	-	-
5,51	P-105	2508,1	1884,4	3131,8	3945,2	2955,5	4305	-	-	-		
	P-105	3782,5	2833,5	4730,7	5165,5	3877,5	6453,5	-	-	-		
88,9 (3 1/2)	5,49	H-40	1247,3	935,5	1559,1	88,9 (3 1/2)	-	-	-	-	-	-
		H-40	1518,5	1138,8	1898,1		2345,5	1762,5	2828,5	-	-	-
		H-40	1776	1331,5	2223,5		-	-	-	-	-	-
	7,34	J-55	1640,5	1233,7	2047,1		-	-	-	-	-	-
		J-55	2006,5	1504,8	2508,1		3091,2	2318,3	3863,9	-	-	-
		J-55	2331,9	1748,9	2914,8		-	-	-	-	-	-
	5,49	C-75	2169,2	1618,1	2711,5		-	-	-	-	-	-
		C-75	2643,7	1979,4	3308,1		4080,8	3064	5097,7	-	-	-
		C-75	3077,5	2304,8	3850,4		-	-	-	-	-	-
	9,52	C-75	4107,9	3077,5	5138,3		5477,3	4108	6846,6	-	-	-
		N-80	2304,8	1735,4	2887,8		-	-	-	-	-	-
		N-80	2806,4	2101,4	3511,4		4338,5	3253,8	5423,1	-	-	-
	7,34	N-80	3267,4	2453,9	4080,8		-	-	-	-	-	-
		N-80	4352	3267,4	5436,6		5816,2	4365,5	7266,9	-	-	-
		P-105	3552,1	2670,8	4447		5490,8	4121,5	6860,1	-	-	-
9,52	P-105	5404,4	4046,6	6087,3	7361,8	5518	9205,6	-	-	-		
	H-40	1274,4	962,5	1599,8	-	-	-	-	-	-		
101,6 (4)	5,74	H-40	-	-	-	101,6 (4)	2630,1	1979,4	3294,4	-	-	-
		J-55	1681,2	1260,8	2101,4		-	-	-	-	-	-
	5,65	J-55	-	-	-		3470,8	2603,1	4338,5	-	-	-
		C-75	2223,5	1667,5	2779,3		-	-	-	-	-	-
	5,65	C-75	-	-	-		4596	3443,6	5748,5	-	-	-
		N-80	2359	1776	2955,5		-	-	-	-	-	-
	5,74	N-80	-	-	-		-	-	-	-	-	-
		N-80	-	-	-		6182,3	4636,7	7727,8	-	-	-
114,3 (4 1/2)	5,88	H-40	1789,6	1342,1	2237	114,3 (4 1/2)	2928,5	2196,3	3660,5	-	-	-
		J-55	2359	1776	2955,5		3877,5	2914,8	4311,3	-	-	-
	5,65	C-75	3118,2	2345,5	3904,6		5124,8	3890,4	6412,8	-	-	-
		N-80	3308,1	2481	4135,1		5490,1	4094,4	6819,4	-	-	-

2.1. Spojnice tubinga

Prema API standardu postoje dva osnovna tipa spojnice (Pašić, 2021) :

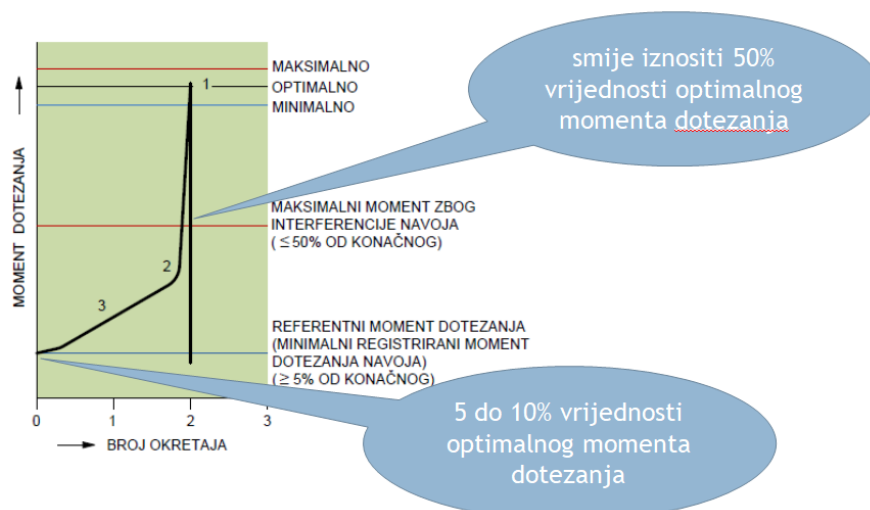
- **NU** spojnice bez ojačanja koja ima deset koraka okruglog navoja na 25,4 mm, a istovremeno je čvrstoća spojnice manja od čvrstoće tijela cijevi
- **EUE** tip spojnice s vanjskim ojačanjem i osam okruglih navoja na 25,4 mm, gdje je spojnice veće čvrstoće od tijela cijevi.

Na slici 2-1 prikazane su spojnice tubinga bez vanjskog ojačanja.



Slika 2-1. Spojnice tubinga (Pašić, 2021)

Pri postavljanju navoja u navoj, odnosno navrtanju navoja, posljednji obrađeni dio navoja mora biti prekriven rubom spojnice te se prilikom dotezanja obavezno treba pridržavati definiranih vrijednosti za minimalan, optimalan i maksimalan moment dotezanja. Optimalan moment dotezanja predstavlja moment pri kojem je ostvareno naprezanje uslijed torzije 50% od minimalnog naprezanja uslijed torzije do granice tečenja. Minimalan moment dotezanja je za 25% manji od optimalnog dok je maksimalan moment dotezanja za 25% veći od optimalnog (slika 2-2.).



- Zapisivanje počinja u trenutku ostvarivanja referentnog momenta dotezanja!

Slika 2-2. Karakterističan oblik dijagrama dotezanja navojnog spoja (Matanović i Moslavac, 2011)

2.2 . Trošenje tubinga i spojnica

Postoje dvije vrste trošenja tubinga. Prva je mehaničko trošenje i ono je uzrokovano trenjem površina materijala u kontaktu što je u pravilu kontakt tubinga i klipnih šipki (spojnica) tijekom eksploatacije ugljikovodika dubinskim sisaljka. Najčešće oštećenje do kojeg dolazi prilikom mehaničkog trošenja je naprsina na tubingu (Hart, 2003).

Druga vrsta trošenja tubinga je korozijsko trošenje (McCaslin, 1987). Korozijsko trošenje tubinga nastaje tijekom struganja spojnica klipnih šipki po površini unutarnje stjenke tubinga, čime dolazi do gubitka inhibitora korozije na mjestu kontakta. Na otpornost čeličnih materijala na koroziju mogu utjecati pridobiveni slojni ili utisnuti fluidi, paker fluidi, remontni fluidi, kisele tvari kao i njihova kombinacija s drugim materijalima. Korozija se može pojaviti kao općenita, galvanska, bimetalna, pukotinska te druge vrste korozije. U svrhu sprečavanja nastanka korozije prije ugradnje dubinske opreme potrebno je provjeriti sve mogućnosti u kojima bi niz mogao biti izložen nastanku korozije (Matekalo i Gredelj, 2016). Zbog izostajanja sidrenja kod nekih bušotina može doći i do trošenja vanjske površine tubinga koja je u kontaktu s ugrađenim zaštitnim cijevima (Hart, 2003).

Trošenje i oštećenja na spojnicama najčešće nastaju prilikom neadekvatnog dotezanja navojnih spojeva. Za spojnicu se kaže da je slabo dotegnuta ako je moguće bilo kakvo kretanje između dodirnih površina muškog i ženskog dijela spojnice. Ako je spojnica klimava čak i vrlo kratko vrijeme, navoji i dosjedna ramena bit će oštećeni. Trajniji rad takvom spojnicom obično rezultira lomom (Matanović, 2006).

Pravilnim pregledom tubinga i spojnica, inženjer mora jasno detektirati sva oštećenja ili promjene u materijalu koje su nastale trošenjem, razloge zašto je došlo do njih i na odgovarajući način riješiti problem, bilo s popravcima, obradom ili zamjenom ukoliko tubing više nije uporabljiv za sigurnu daljnju primjenu u bušotini.

3. METODE PREGLEDA TUBINGA TVRTKE CROSCO

Metode koje su obrađene u ovom završnom radu su tzv. metode bez razaranja (Crosco, 2008) tj. metode pomoću kojih se utvrđuju nepravilnosti na objektu ispitivanja, u konkretnom slučaju tubinga, a da se pritom ne utječe na oblik, svojstva ili funkcionalnost elementa koji se ispituje. Odgovorna osoba za provođenje pregleda je šef odjela za cijevni alat. Organizacijska shema odjela te opisi radnih mjesta djelatnika definirani su organizacijskom strukturom kompanije CROSCO.

Alati koji se prate u odjelu za cijevni alat su sljedeći :

- radne šipke,
- bušaće šipke,
- teške šipke ,
- teške bušaće šipke,
- tubing,
- prijelazi,
- stabilizatori,
- proširivači.

Tubing se zbog svojih specifičnosti i mogućih negativnih popratnih pojava ne obilježava utiskivanjem oznaka na tijelo ili spojnicu kao što je slučaj kod drugog cijevnog alata. Tijekom pregleda samo se neispravan tubing označava bojom, upisujući redni broj koji označava ukupnu količinu neispravnog tubinga.

Podaci koji su sadržani u matičnom listu za pojedinu cijev su :

- vanjski promjer,
- težina po dužnom metru,
- vrsta spoja,
- plastificirane "da" ili "ne",
- klasa cijevi prema API RP-7G,
- datum zadnjeg pregleda,
- lokacija na kojoj se cijev nalazi.

3.1. Vizualni pregled tijela tubinga

Vizualnim pregledom tijela cijevi mogu se golim okom uočiti različiti oblici trošenja kao što su ogrebotine, udubljenja, ispupčenja, savijenost itd. Vizualno se pregledava unutrašnja i vanjska površina. Svi dijelovi koji će se pregledati moraju biti na adekvatan način očišćeni od bilo kakvih vanjskih nečistoća koje mogu negativno utjecati na sam vizualni pregled (American Petroleum Institute, 2008). Prilikom pregleda, potrebno je koristiti određenu opremu koja obuhvaća izvor svjetlosti (slika 3-1.), ogledalo za pregled (slika 3-2.), mjerač dubine oštećenja (komparator) (slika 3-3.), uređaj koji omogućava vizualni pregled unutrašnje površine cijevi (boroskop) (slika 3-4.), flomaster ili kredu (jer se oznake nakon daljnjeg pregleda s lakoćom uklanjaju) (slika 3-6.). Tijekom pregledavanja, cijev se okreće i vizualno pregledava vanjska površina cijevi ne bi li se uočile vidljive anomalije. Korištenjem izvora svjetlosti pregledava se unutrašnja površina cijevi te se obavezno obilježavaju pronađene anomalije.

Da bi se cijev smatrala prihvatljivom oštećenja površine ne smiju prelaziti vrijednosti dane u tablici 3-1.

Tablica 3-1. Klasifikacija upotrebljavanog niza tubinga (American Petroleum Institute, 2008)

(1)	(2)	(3)	(4)
Stanje tijela cijevi	Klasa kritične upotrebe ¹ Jedna bijela traka	Premium Klasa Dvije bijele trake	Klasa 2 Plava traka
I VANJSKA STRANA CJEVI	(Samo Cijev)	Preostala stijenka ne manja od 80 %	Preostala stijenka ne manja od 70 %
B. Trošenje vanjske strane stijenke cijevi	Preostala stijenka ne manja od 87 %		
B. Ulegnuća	Smanjenje promjera ne veće od 2 % od nominalnog promjera	Smanjenje promjera ne veće od 3 % od nominalnog promjera	Smanjenje promjera ne veće od 4 % od nominalnog promjera
C. Područje zahvat klinova i klješta	Smanjenje promjera ne veće od 2 % od nominalnog promjera	Smanjenje promjera ne veće od 3 % od nominalnog promjera	Smanjenje promjera ne veće od 4 % od nominalnog promjera
3. Mehanička oštećenja	Dubina ne prelazi 10 % prosječne debljine u području oštećenja ⁶	Dubina ne prelazi 10 % prosječne debljine u području oštećenja ⁶	Dubina ne prelazi 20 % prosječne debljine u području oštećenja ⁶
4. Urezi ⁴ , Risevi ⁴			
D. Izazvano opterećenjem	Smanjenje promjera ne preko 2 % od nominalnog promjera	Smanjenje promjera ne preko 3 % od nominalnog promjera	Smanjenje promjera ne preko 4 % od nominalnog promjera
3. Promjene promjera	Povećanje promjera ne preko 2 % od nominalnog promjera	Povećanje promjera ne preko 3 % od nominalnog promjera	Povećanje promjera ne preko 4 % od nominalnog promjera
4. Istezanjem			
4. Padom niza			
E. Korozija, Urezi i Zarezi	<i>Preostala stijenka ne manja od 87 %</i>	<i>Preostala stijenka ne manja od 80 %</i>	<i>Preostala stijenka ne manja od 70 %</i>
3. Korozija			
4. Urezi i Zarezi			
Longitudinalni	Preostala stijenka ne manja od 87 %	Preostala stijenka ne manja od 80 %	Preostala stijenka ne manja od 70 %
Transverzalni	Preostala stijenka ne manja od 87 %	Preostala stijenka ne manja od 80 %	Preostala stijenka ne manja od 80 %
F. Pukotine ⁵	Bez	Bez	Bez
II UNUTRASNJA STRANA CJEVI	<i>Preostala stijenka ne manja od 87 %</i>	<i>Preostala stijenka ne manja od 80 %</i>	<i>Preostala stijenka ne manja od 70 %</i>
(Tijelo i Ojačanje)			
D. Korozija u obliku pištinga (točkasta korozija) Stijenke	<i>Mjereno od dna najdubljeg kratera</i>	<i>Mjereno od dna najdubljeg kratera</i>	<i>Mjereno od dna najdubljeg kratera</i>
E. Erozijska i Istrošenost Stijenke	<i>Preostala stijenka ne manja od 87 %</i>	<i>Preostala stijenka ne manja od 80 %</i>	<i>Preostala stijenka ne manja od 70 %</i>
F. Kalibar	SI dimenzije	SI dimenzije	SI dimenzije
Vanjsko ojačanje	0,16 mm manje nego specificirani unutarnji promjer	0,16 mm manje nego specificirani unutarnji promjer	0,16 mm manje nego specificirani unutarnji promjer
Unutarnje ojačanje			
G. Pukotine ⁵	Bez	Bez	Bez

¹ CRITICAL SERVICE CLASSIFICATION preporuča se tamo gdje su zahtjevi blizu vrijednosti koje može zadovoljiti samo novo ili gotovo kao novo (?). Označuje se sa jednom bijelom trakom.

² Premium klasa se preporuča tamo gdje se očekuje da će torziona i vlačna ograničenja za Klasu 2 biti prekoračena. Označuje se sa dvije bijele trake.

³ Ispitivanje ovakvih oštećenja treba izvršiti da bi se eventualno ustanovila prisutnost pukotina sa vanjske i unutrašnje strane.

⁴ Preostala stijenka ne smije biti manja od vrijednosti u IE 2. ove tablice. Nepravilnost može biti izbrušena, ali samo toliko da preostala stijenka ne bude ispod vrijednosti u IE 1. ove tablice. Brušenje izvesti tako da se zadrži vanjska kontura cijevi.

⁵ U svakoj klasifikaciji gdje se javlja pukotina, cijev se označava trakom crvene boje i smatra se neprikladnom za daljnju upotrebu.

⁶ "Prosječna debljina" određuje se kao srednja vrijednost debljine dobivene mjerenjem na svakoj strani neposredno uz najdublje oštećenje.



Slika 3-1. Baterija kao izvor svjetlosti (Crosco, 2008)



Slika 3-2. Ogledalo za pregled (Crosco, 2008)



Slika 3-3. Komparator za mjerenje dubine oštećenja (<https://www.alatimilic.hr/>, 2022)



Slika 3-4. Video boroskop za vizualni pregled unutrašnjosti cijevi (Crosco, 2008)

3.2. Pregled vanjskog promjera tijela tubinga

Prilikom provjere vanjskog promjera, potrebno je koristiti odgovarajuće mjerilo (slika 3-5). Kao i kod vizualnog pregleda, cijev je potrebno rotirati, a mjerilo se povlači duž tijela cijevi. Za adekvatni pregled važno je da je površina tijela cijevi očišćena od nečistoća, nastalih djelovanjem vanjskih utjecaja kojima je cijev bila izložena, budući da iste negativno utječu na sami pregled. Podešavanje mjerila se provodi na način određen uputom proizvođača. Izmjerene vrijednosti uspoređuju se s vrijednostima utvrđenim u tablici 3-1.

Provjera mjerila obavlja se :

- na početku pregleda (kalibrom predviđenim za dotično mjerilo),
- kada vrijednost vanjskog promjera prelazi zadane limite,
- u slučaju sumnje na oštećenje mjerila i
- po završetku pregleda.

Nakon pregleda, u izvješću o pregledu ne navode se izmjerene veličine, već samo razlog zbog kojeg se cijev odbacuje.



Slika 3-5. Mjerilo za vanjski promjer 101,6 mm (Crosco, 2008)



Slika 3-6. Označavanje dijela maksimalnog odstupanja vanjskog promjera (Crosco, 2008)

3.3. Popravak cijevnog alata

Tijekom vizualnog pregleda i klasifikacije cijevnog alata tj. tijela i spojnice alata na kome postoje nepravilnosti, potrebno je izvršiti selekciju i to na način da se odvoji :

1. alat na kojem je moguće izvršiti popravak na terenu priručnim specijaliziranim alatom,
2. alat koji je moguće popraviti samo u specijaliziranim radionicama,
3. alat koji više nije moguće popraviti tj. koji je neupotrebljiv.

Nepravilnosti koje je moguće odstraniti priručnim i specijaliziranim alatom na terenu ili radionici za servisiranje cijevnog alata, smatraju se one koje određivanjem parametra nepravilnosti i klasifikacijom ne prekoračuju tolerancije preporučene API preporukom.

3.4. Ultrazvučno mjerenje debljine stjenke tubinga

Postupak podrazumijeva ultrazvučno mjerenje debljine stjenke cijevi u točkama vidljivog trošenja, mjesta udubljenja te za kontrolu ekscentričnosti. Ultrazvučno mjerenje se izvodi kako bi se odredila minimalna debljina stjenke u središtu cijevi ili na mjestu gdje mjerilo za vanjski promjer ili neki drugi instrumenti pokazuju smanjenje stjenke. Uređaj koji se koristi za mjerenje debljine stjenke je ultrazvučni mjerač koji se sastoji od transformatora ultrazvuka, žice i uređaja s digitalnim očitanjem rezultata mjerenja (slika 3-7.). Prilikom mjerenja, na tijelu cijevi mora biti nanešeno kontaktno sredstvo koje omogućava prijenos UV signala iz transformatora u cijev (slika 3-8.). Kontaktnom sredstvu mogu se dodati različiti aditivi kao što su inhibitori korozije ili omekšivači pod uvjetom da oni nemaju nikakav utjecaj na kvalitetu i točnost mjerenja.

Za kvalitetan pregled, potrebno je obaviti dovoljan broj mjerenja na tijelu cijevi (slika 3-9.) ne bi li locirali minimalnu debljinu stjenke u područjima smanjenja stjenke proračunatih pomoću mjerača za mjerenje vanjskog promjera ili pomoću nekih drugih metoda.



Slika 3-7. Ultrazvučni mjerac debljine stjenke (Crosco, 2008)



Slika 3-8. Kontaktna sredstva (Crosco, 2008)



Slika 3-9. Postupak mjerenja debljine stijenke ultrazvučnim mjeračem (Crosco, 2008)

3.5. Elektromagnetsko ispitivanje (EMI) tijela tubinga

Postupak podrazumijeva kontinuirano skeniranje tijela tubinga od ojačanja do ojačanja u cilju utvrđivanja varijacija magnetskog toka kao posljedice nepravilnosti u materijalu. Aparatura koja se koristi tijekom ispitivanja namijenjena je za feromagnetske materijale tj. bazira se na otkrivanju transverzalno orijentiranih defekata na vanjskoj i unutarnjoj površini cijevi uz pomoć elektromagnetskih silnica.

Kada se koristi elektroinduktivni senzor (engl. *vetroscope*) potrebna je konstantna brzina duž osi cijevi ne bi li se ostvarile odgovarajuće indikacije defekata. Tijekom ispitivanja, vanjski šumovi mogu izazvati stvaranje elektromagnetskog polja (radiostanice, visokovoltažne struje, agregati za zavarivanje i sl.) te s lakoćom mogu stvoriti sličnu voltažu koja može izazvati signale defekta.

Standardnu opremu *vetroscope* aparature čine :

- KOMANDNA PLOČA koja sadrži ulazni transformator za pretvaranje ulazne struje na nižu, za život bezopasnu struju od 50 V, kontrolirani dobavljač struje za magnetnu zavojnicu, dobavljač struje za pogonske motore glave, pojačala, pisac i pokretač papira (slika 3-10);
- ISPITNA GLAVA koja je sastavljena od sljedećih osnovnih dijelova :

- **Struktura (postolje):** Sadrži okvir za vješanje papuča (slika 3-11). Uređaj za vješanje papuča je tako izrađen da se može koristiti i povratna vožnja glave. Za što praktičnije ispitivanje, glava se može otvarati. Vijci za pokretanje su predviđeni za zamjenu u slučaju istrošenja.
- **Motor za glavu:** Kombiniran je s valjkom za pokretanje glave kako bi se mogla izvršiti vrlo brza zamjena. Jačina motora je 50-60 V.
- **Uređaj za registriranje signala:** Predstavlja magnetnu zavojnicu umetnutu u dvije udubine u metaliziranim defektoskopskim papučama, koje prekrivaju kompletnu površinu cijevi u preklapajućem smislu.
- **Zavojnica za magnetiziranje:** Anodizirana aluminijska zavojnica je konstruirana kao nisko energetska svitak s manjim zagrijavanjem od drugih i boljim punjenjem da se izbjegne težina.
- **Kablovi:** Dva kabla s po četiri žice trebaju snabdijevati motore glave i magnetski svitak. Ispitni kabel sa 17 žica je pričvršćen uz energetska kabel i na taj način se pokreće zajedno s ispitnom glavom. Ispitni kabel je sastavljen iz sitnih bakrenih žica i ne smije se savijati u sitnim lukovima (slika 3-12).

Prilikom pregleda, cijev koja se ispituje mora biti čista i ne smije biti ljepljiva na dodir. Bilo kakav oblik nepravilnosti koji bi mogao negativno utjecati na klizanje papuče detektora po cijevi trebaju se odstraniti brušenjem. Tijekom rada kontinuirano se mora provjeravati intenzitet magnetskog polja koji je u pravilu 8400 A/zavoja.



Slika 3-10. Komandna ploča (Crosco, 2008)



Slika 3-11. Ispitna glava s defektoskopskim papučama (Crosco, 2008)



Slika 3-12. Kablovi (Crosco, 2008)

3.6. Pregled kritičnih područja tijela tubinga magnetskim česticama

Postupak podrazumijeva pregled vanjske površine rabljene cijevi na prisutnost poprečnih pukotina ili volumnih nepravilnosti, koristeći metodu posipavanja suhim željeznim česticama prethodno magnetiziranog područja koje se ispituje (American Petroleum Institute, 2008). Pregledom treba obuhvatiti prvih 900mm, mjereno od ramena muškog spoja i 1200 mm od ramena ženskog spoja. Sve cijevi trebaju biti označene, a površina koja se pregledava treba biti suha i očišćena od svih nečistoća koje mogu ometati kretanje čestica i uočavanje pukotine. Potrebno je osigurati nesmetano vođenje ispitivanja tj. ne smiju se obavljati radovi koji bi izazivali vibracije tubinga. Ovaj pregled se provodi u svrhu detektiranja pukotina, oštećenja i površinskih nepravilnosti. Metoda magnetske kontrole podrazumijeva cirkuliranu ili longitudinalnu magnetizaciju koja se postiže uz pomoć zavojnica s izmjeničnom ili istosmjernom strujom ili s elektromagnetom. Minimalna dozvoljena jakost magnetskog polja je 24 A/cm. Za detekciju pukotina koriste se suhe čestice veličine 0,1-0,2 mm sivo srebrnaste boje. Nanose se tako da na površinu pristizu s minimalnom brzinom tj. kao oblak. Najprikladniji način raspršivanja je pomoću gumenih raspršivača. Nije preporučljivo posipavanje čestica po cijevnoj alatki koja se ispituje. Također, regeneracija ili višestruka upotreba čestica nije dozvoljena. Suhe čestice se pod utjecajem magnetskog polja koncentriraju na poprečnim pukotinama, ukoliko one postoje, te ih je tada lakše uočiti.

Opremu za provođenje ispitivanja čine:

- uređaj za magnetizaciju s pratećom opremom,
- uređaj za mjerenje intenziteta magnetskog polja te
- test uzorak za provjeru i određivanje smjera magnetskog polja.

Prije ispitivanja potrebno je izvršiti provjeru svih faktora koji imaju utjecaj na pouzdanost i kvalitetu mjerenja kao što su: jakost magnetskog polja, smjer magnetskog polja, ispravnost opreme za ispitivanje.

Elektrode se postavljaju na pripremljenu kontaktnu površinu oko 30 mm od kraja muškog navoja i 20 mm od početka ženskog navoja nakon čega se obavlja magnetizacija te nanošenje sredstva za detekciju nepravilnosti i oštećenja.

3.7. Mokra magnetska metoda ispitivanja

Postupak podrazumijeva ispitivanje navojnih spojeva na poprečne pukotine koristeći mokre fluorescentne čestice i ultra ljubičasto svjetlo (engl. *black light technique*). Površine koje se ispituju trebaju biti očišćene tako da se vidi sjajna metalna površina. Površinu koja se ispituje čini kompletan muški i ženski navoj i najmanje 25 mm iza zadnjeg navoja kod ženske spojnice. Na navoj se postavlja zavojnica tako da se narinuto polje i već eventualno postojeće polje zbrajaju. Suspenzija, koja sadrži mokre magnetske čestice, na površinu se nanosi za vrijeme dok je struja magnetiziranja uključena te ju je potrebno promiješati prije svakog nanošenja. Za vrijeme ispitivanja cijev je potrebno okretati za 360 stupnjeva kako bi se mogla osvijetliti cijela površina koja se ispituje. Posebna pažnja se posvećuje zadnjem navoju u zahvatu kod muškog i ženskog navojnog spoja. Indikacije tipa pukotine se ne smiju brusiti (u svrhu popravka) i takva cijev se odmah odbacuje kao neispravna. Ostale indikacije ne smiju prelaziti vrijednosti dane u tablici 3.1. Zapis o rezultatu ove kontrole dan je u izvještaju u prilogu samo u slučaju da je cijev odbačena kao neispravna. Prilikom izrade izvješća potrebno je navesti sve tehničke podatke o svakoj pojedinoj cijevi te izvješće mora sadržavati sve parametre korištene

tijekom ispitivanja. Potrebno je navesti sve dodatne elemente korištene prilikom ispitivanja koji nisu navedene u uputama, te navesti razloge njihove primjene te rezultate ispitivanja. Longitudinalna magnetizacija postiže se korištenjem ručne, električki napajane magnetske potkove (Perić, 2007) (slika 3-11.).



Slika 3-13. Električno napajana magnetska potkova (<https://irss.ca/>,2022)

4. METODE PREGLEDA NAVOJNIH SPOJEVA

Sljedeći postupci podrazumijevaju vizualni i dimenzionalni pregled spojnica tubinga. Spojnice tubinga su tijekom rada također izložene raznim naprezanjima te je važno redovito i ispravno njihovo pregledavanje.

4.1. Vizualni pregled spojnice

Postupak podrazumijeva vizualni pregled rabljenih navojnih spojeva u cilju utvrđivanja kvalitete materijala, procjene stanja brtvene površine, navoja, ojačanja tvrdim metalom, skošenja (engl. *bevel*) spojnice, provjere eventualnog produženja navoja (engl. *pin*) odnosno proširenja (engl. *box swell*).

Vizualna kontrola navoja i brtvenih površina na tubingu (Crosco, 2008):

- Navoj: Element spoja koji nema funkciju brtvljenja pa će korozija muškog i ženskog navoja rijetko biti razlog za odbacivanje.
- Rame: Primarno nije brtveni element, no svojom konstrukcijom i preraspodjelom sila pojačava kontakt brtvenih površina. Ukoliko korozija nije umanjila funkciju ramena, ista ne mora biti razlog za odbacivanje. U praksi radi bliskosti ramena i brtvenih površina rijetko će doći do korozije samo ramena, a da pritom brtvena površina ostaje neoštećena.
- Brtvena površina: Najvažniji element u spoju i da bi se osigurao potpuni metal na metal kontakt mora biti geometrijski besprijekoran i neoštećen udarcima ili korozijom. Ovisno o dimenzijama spoja brtvena površina može biti široka od jednog do nekoliko milimetara tako da se po postizanju momenta dotezanja ostvaruju vrlo velika naprezanja koja osiguravaju nepropusnost spoja.
- Utvrđivanje oštećenja: Pouzdana tehnika za utvrđivanje oštećenja na muškoj brtvenoj površini je da se preko nje lagano prijeđe prstima. Sumnjiva mjesta moguće je ispolirati najfinijim nauljenim brusnim papirom. Svrha postupka nije popravak oštećenja nego uklanjanje površinskih oksida kako bise razotkrila stvarna korozija i dobio uvid u njezin intenzitet i rasprostranjenost. Ovaj postupak je u

praksi nemoguće izvesti na ženskom djelu spoja tako da je jedini način vizualni pregled uz uvjet da nije prihvatljiva korozija niti u tragovima.

4.2. Dimenzionalni pregled i klasifikacija spojnice

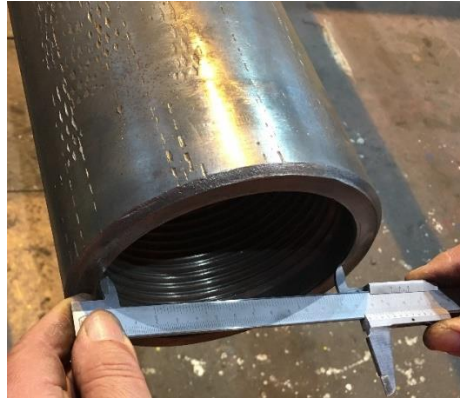
Postupak podrazumijeva mjerenje: vanjskog promjera spojnice, unutrašnjeg promjera spojnice, širine ramena, proširenja ženske spojnice (Q_c), koraka navoja i promjera skošenja (engl. *bevel*). Opremu koja se koristi pri mjerenju čine pomično mjerilo, čelični kutnik, češalj za navoj i sl. Dimenzionalni pregled provodi se s ciljem potvrđivanja dimenzija parametara korištene opreme te jesu li oni u zadovoljavajućim omjerima. Na slici 4-2. nalazi se standardna oprema za dimenzionalni pregled tubinga i spojnice.



Slika 4-1. Oprema za dimenzionalni pregled tubinga i spojnice (Crosco, 2008)

Kao i kod ostalih metoda, prije samog pregleda cijevi moraju biti očišćene kako eventualne nečistoće ne bi imale utjecaj na postupak mjerenja. Za mjerenje vanjskog promjera koristi se odgovarajući kaliper (slika 4-4.) te metalno ravnalo ili čak pomično mjerilo. Kaliperom se izmjeri najmanja vrijednost vanjskog promjera udaljenu 25 mm od brtvene površine. Kada se ustanovi najmanji vanjski promjer, uz pomoć metalnog ravnala mjeri se razmak između ticala kalipera. Kod provjere unutarnjeg promjera, utvrdi li se vizualnim pregledom da je došlo do povećanja istog, na tom mjestu potrebno je koristiti mjerilo (slika 4-3.). Ako vizualno nije bilo moguće utvrditi nikakvo povećanje promjera, ispitivanje se provodi na području posljednjeg punog navoja. Daljnji postupak

podrazumijeva korištenje ravnala za mjerenje razmaka između ticala kalipera kao i kod mjerenja vanjskog promjera.



Slika 4-2. Provjera unutarnjeg promjera ženske spojnice (Crosco, 2008)



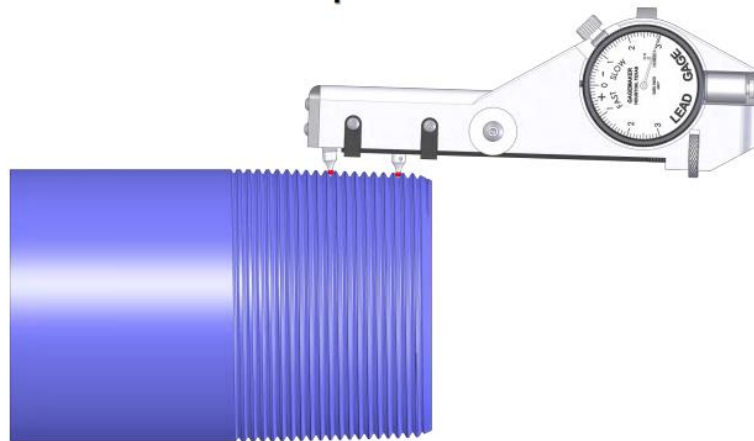
Slika 4-3. Provjera vanjskog promjera ženske spojnice (Crosco, 2008)

Ukoliko su primjenjeni preveliki momenti dotezanja, može doći do različitih komplikacija i oštećenja. Najznačajniji problemi su ti da ženska spojnica počne „bubriti“ (engl. *box swell*), a muška spojnica se produlji (engl. *pin stretch*). Za provjeru produljenja muškog navoja potrebno je koristiti odgovarajuće mjerilo koje se naziva mjerilom uspona

(slika 4-6.). Mjerilo se sastoji od pomičnog i nepomičnog ticala gdje prvi ide u zadnji puni navoj do dosjednog ramena, a drugi u utor na odgovarajućoj duljini (slika 4-5.). Naknadno mjerenje obavlja se na udaljenosti od devedeset stupnjeva. Ukoliko mjere uspona premašuju 0,152 mm na svakih 50,8 mm duljine, spojnice se odbacuju. Spojnice kojima su navoji produljeni za manje od 0,152 mm moraju se ispitati magnetskim česticama te se, ako sadrže ikakva napuknuća, također odbacuju.



Slika 4-4. Provjera produljenja muškog navoja mjerilom uspona (Crosco, 2008)



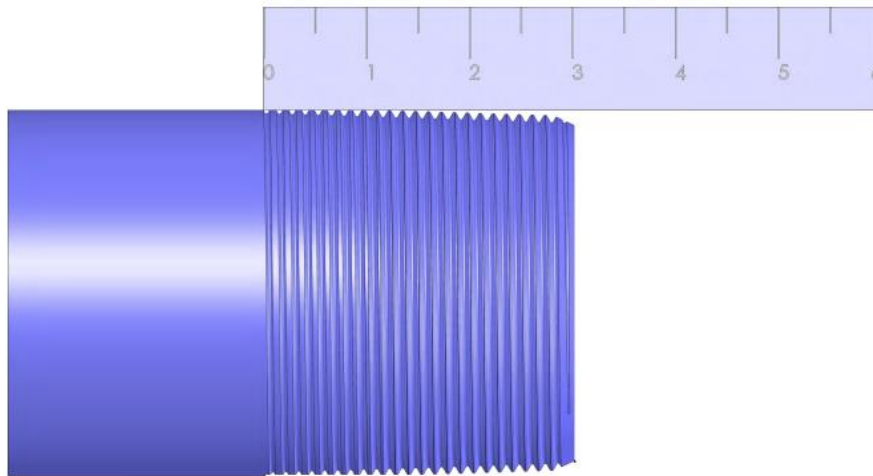
Slika 4-5. Shematski prikaz provjere produljenja muškog navoja mjerilom uspona (Gagemaker, 2014)

Istrošenost samih navoja provjerava se "češljem" za navoj (slika 4-7.) koji se postavlja preko navoja te se posebna pozornost usmjerava na detekciju svjetlosti između ticala češlja i svih dijelova navoja.



Slika 4-6. Provjera istrošenosti navoja češljem za navoj (Crosco, 2008)

Provjeravanjem skošenja dosjednog ramena može se ustanoviti postoje li dijelovi koji su uzdignutiji ili spuštenuji nego što bi trebali biti te samim time negativno utječu na brtvljenje. Također, mjerenjem širine brtvene površine provjerava se da li je ona dovoljna da pri normalnom dotezanju ne bi došlo do trošenja. Prilikom mjerenja duljine vrata muškog navoja, koristi se metalno ravnalo (slika 4-8.) čiji se kraj postavlja na brtvenu površinu te time mjeri udaljenost brtvene površine od presjecišta vrata muškog navoja i stranice prvog punog navoja (Gagemaker, 2014).

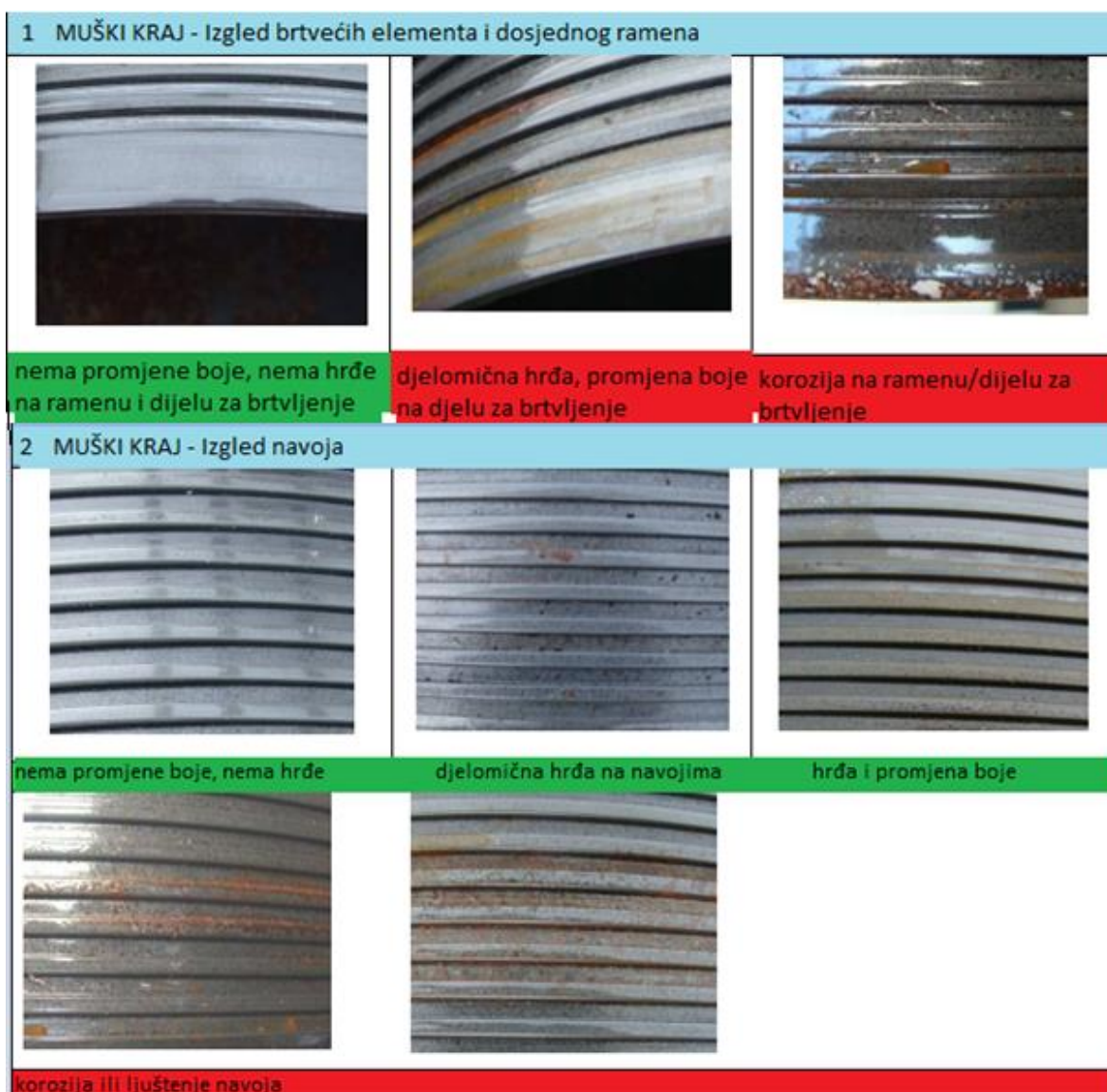


Slika 4-7. Shematski prikaz mjerenja duljine vrata muškog navoja (Gagemaker, 2014)

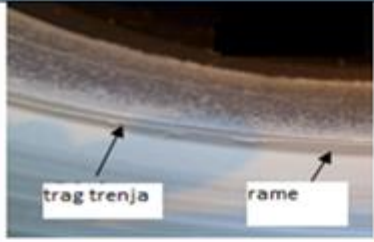

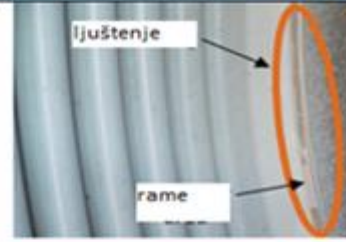
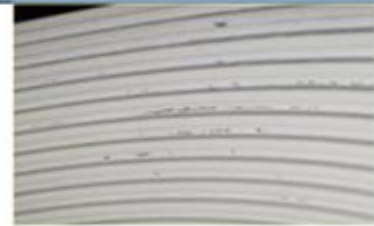




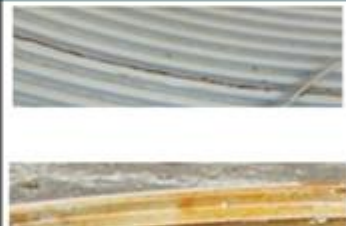

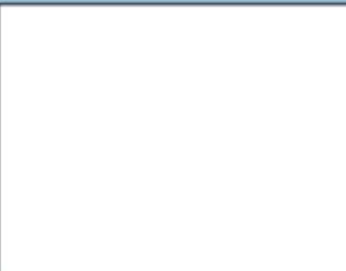
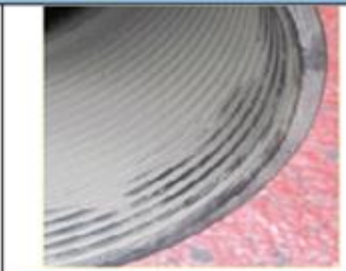
5. KRITERIJ PRIHVATLJIVOSTI NAVOJNIH SPOJEVA

Slijede fotografije tvrtke CLEANWELL DRY koje prikazuju vizualne kriterije prihvatljivosti muških (slika 5-1.) te ženskih (slika 5-2.) navojnih spojeva (Cleanwell Dry, 2014) :

- ako se tekst ispod fotografije nalazi u zelenom okviru, spojnica je prihvatljiva, a
- ako se tekst ispod fotografije nalazi u crvenom okviru, spojnica se odbacuje.



Slika 5-1. Kriterij prihvatljivosti muških navojnih spojeva

3 ŽENSKI KRAJ - razina ljuštenja na ramenu		
		
Nema ljuštenja, samo trenje	Ljuštenje na manje od 1/3 ukupnog promjera ramena: prihvatljivo, ali preporučeno je lokalni kontakt maziva	Ljuštenje na više od 1/3 ukupnog promjera ramena
4 ŽENSKI KRAJ - Razina ljuštenja na korijenu navoja		
		
Sloj premaza se odstranio sa manje od 10% površine korijenja navoja	Sloj premaza se odstranio sa 10 do 25% površine korijenja navoja	Sloj premaza se odstranio sa više od 25% površine korijenja navoja
5 ŽENSKI KRAJ - razina hrđe ili korozije na navojima		
		
nema promjene boje, nema hrđe na navojima	hrđa na navojima	korozija na navojima
6 ŽENSKI KRAJ - Kontaminacije		
		
nema vidljivih kontaminacija		Kontaminacije su vidljive na navojima : nafta, prašina, derivati

Slika 5-2. Kriterij prihvatljivosti ženskih navojnih spojeva

6. ZAKLJUČAK

Iako tubing sam po sebi nije toliko podložan trošenju kao što je to na primjer slučaj kod niza bušaćih alatki, njegov redoviti pregled i održavanje nije ništa manje važan. Rad na naftno-rudarskim postrojenjima je po svojoj prirodi opasan te je od krucijalne važnosti da je sva oprema kojom se zaposlenici koriste ispravna i sigurna za uporabu. Pravilno provedenim metodama pregleda tubinga i ostalih elemenata u nizu cijevi, osigurava se ispravno provođenje procesa te ispravan rad pojedinih elemenata s ciljem izbjegavanja dodatnih troškova , nepovoljnog utjecaja na okoliš te izbjegavanja negativnih utjecaja na zdravlje i sigurnost radnog osoblja, što je naposljetku najvažnije.

Sve metode pregleda moraju se provoditi redovito i temeljito od strane profesionalnog osoblja jer je samo na taj način moguće dobiti preciznu sliku o tome mogu li se ispitivane cijevi i njihove spojnice i dalje koristiti, trebaju li se eventualno popravljati ili se pak moraju u potpunosti odbaciti.

7. LITERATURA

1. AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE, 2008., ISO 10407-2:2008, Part 2, *API RP 7G-2 Recommended Practice for Inspection and Classification of used Drill Stem Elements*, Washington D.C., USA
2. CLEANWELL DRY, 2013., MD/13/008, *Handling and running recommendations for 3 1/2" and 4 1/2" VAM TOP-CWD with CLEANWELL DRY for PSP Croatia*, Zagreb, Hrvatska
3. CROSCO, 2008., RU119, *Kontrola elemenata niza bušaćeg i ostalog alata koji se koristi u bušotinama*, Zagreb, Hrvatska
4. GAGEMAKER, 2014., *API tubing and casing thread inspection 2014*, Texas, USA
5. HART, P.E., 2003. *Manual Tubing Rotation Reduces Rod Pumping Failures by 76%*, SPE paper 80886-MS presented at the SPE Production and Operation Symposium, 22-25 March, Oklahoma City, Oklahoma, USA; do: 10.2118/80886-MS
6. MATANOVIĆ, D, 2006. *Tehnika izrade bušotina: Priručnik s primjerima*, Zagreb: Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu
7. MATANOVIĆ, D, MOSLAVAC, B., 2011. *Opremanje i održavanje bušotina*, Zagreb : Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu
8. MATEKALO, M., GREDELJ, M., 2016. *Priručnik za rukovanje i upotrebu cijevi od visokogeliranih materijala s plinotijesnim navojima*, Crosco d.o.o., Ivanić Grad
9. MCCASLIN, K.P., 1987. *A Study of the Methods for preventing rodwear tubing leaks in sucker rod pumping wells*, SPE paper 16198-MS presented at the SPE Production and Operation Symposium, 8-10 March, Oklahoma City, USA; doi : 10.2118/16198-MS
10. PAŠIĆ, B., 2021. *Opremanje i održavanje bušotina 1 : Opremanje bušotina*, nastavni materijali ak.godine 2021./2022.
11. PERIĆ, M., 2007. *Englesko-hrvatski enciklopedijski rječnik istraživanja i proizvodnje nafte i plina*. Zagreb: INA Industrija nafte d.o.o.

Web izvori :

12. ALATIMILIC, 2022.

URL: <https://www.alatimilic.hr/shop/Komparator-Mjerni-Sat-Fervi-C023>
(12.09.2022.)

13. IRSS, 2022.

URL: <https://irss.ca/product/magnaflux-y-2-ac-electromagnetic-yoke/?wcacra=6176729> (12.09.2022.)

IZJAVA

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno temeljem znanja stečenog na Rudarsko-geološko-naftnom fakultetu služeći se navedenim referencama.

Pavao C

Pavao Cvjetković



KLASA: 602-01/22-01/125
URBROJ: 251-70-12-22-2
U Zagrebu, 19.09.2022.

Pavao Cvjetković, student

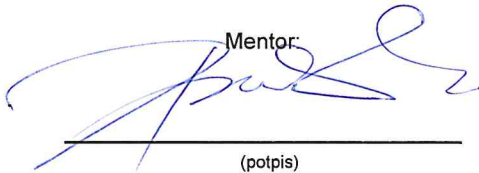
RJEŠENJE O ODOBRENJU TEME

Na temelju vašeg zahtjeva primljenog pod KLASOM 602-01/22-01/125, URBROJ: 251-70-12-22-1 od 05.05.2022. priopćujemo vam temu završnog rada koja glasi:

METODE PREGLEDA TUBINGA

Za mentora ovog završnog rada imenuje se u smislu Pravilnika o izradi i ocjeni završnog rada Izv.prof.dr.sc. Borivoje Pašić nastavnik Rudarsko-geološko-naftnog-fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Mentor:

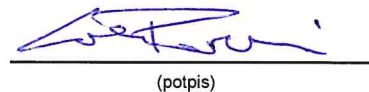


(potpis)

Izv.prof.dr.sc. Borivoje Pašić

(titula, ime i prezime)

Predsjednik povjerenstva za
završne i diplomske ispite:

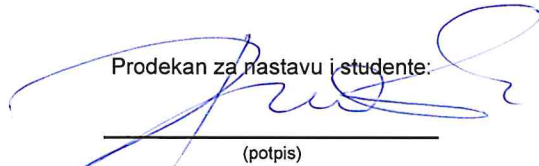


(potpis)

Izv.prof.dr.sc. Luka Perković

(titula, ime i prezime)

Prodekan za nastavu i studente:



(potpis)

Izv.prof.dr.sc. Borivoje
Pašić

(titula, ime i prezime)