

KLAIPĖDOS UNIVERSITETAS
JŪROS TECHNOLOGIJŲ IR GAMTOS MOKSLŲ FAKULTETAS
INŽINERIJOS KATEDRA

Lina Glinskienė

**AGRESYVIŲ TERPIŲ POVEIKIS AB „ORLEN LIETUVA“
KONDENSATO VALYMO BLOKO ĮRENGINIAMS**

Naftos technologinių procesų studijų programos
magistro baigiamasis darbas

Darbo vadovas: prof. dr. V. Kvedaras

KLAIPĖDA, 2019

Klaipėdos Universitetas

Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakultetas

Inžinerijos katedra

Naftos technologinių procesų studijų programos magistro baigiamasis darbas

AGRESYVIŲ TERPIŲ POVEIKIS AB „ORLEN LIETUVA“ KONDENSATO VALYMO BLOKO ĮRENGINIAMS

Autorė: Lina Glinskienė

Darbo vadovas: prof. dr. Valdas Kvedaras

ANOTACIJA

Magistro baigiamajame darbe buvo analizuojami korozijos pažeidimai, susidarantys naftos perdirbimo įmonės AB „ORLEN Lietuva“ kondensato valymo bloko (KVB), elektrinio druskų ir vandens šalinimo bei atmosferinės rektifikacijos įrengimų kombinuoto įrenginio LK-2 komplekso, 100-osios sekcijos įrenginiuose. Įrenginiai analizei pasirinkti, atsižvelgiant į įmonės siekius modernizuoti kondensato valymo bloką. Išanalizuoti korozijos procesui įtakos turintys veiksniai, būdingos korozijos rūšys ir nustatytos labiausiai korozijos pažeidžiamos įrengimų vietos.

Eksperimentinėje dalyje buvo tiriamas anglinio plieno S235 atsparumas korozijai technologinio kondensato, druskingo vandens, sieringo ir druskingo vandens mišinio terpėse. Atsparumas korozijai buvo vertinamas pagal jo masės praradimą per laiką ir naudojant linijinės poliarizacijos varžos metodą. Tyrimo metu buvo panaudotos koroziją mažinančios apsaugos priemonės. Druskingo vandens ir druskingo ir sieringo vandens mišinio terpių agresyvumas buvo mažinamas naudojant inhibitorių CHIMEC 1839. Siekiant sustiprinti paviršinį plieno S235 sluoksnį, bandiniai buvo skirtingai termochemiškai apdoroti - įzotinti ir įanglinti-grūdinti. Po to pamatuotas bandinių kietumas Vikerso metodu, ištirtas jų atsparumas korozijai sieringo vandens ir druskingo vandens terpėse.

Baigiamąjį darbą sudaro: 91 puslapis (59 puslapiai be priedų), 15 lentelių, 24 paveikslai.

Raktiniai žodžiai: plienas S235, kondensato valymo blokas, korozijos inhibitorius, įanglinimas-grūdinimas, įzotinimas.

TURINYS

ANOTACIJA.....	2
IVADAS.....	4
I. LITERATŪROS APŽVALGA	5
1.1. Korozijos rūšys naftos perdirbimo įrenginiuose	5
1.2. Korozijos proceso stebėjimas ir nustatymo metodai.....	9
1.2.1. Svorio metodas	11
1.2.2. Linijinės poliarizacijos varžos metodas	12
1.3. Korozijos problemos AB „ORLEN Lietuva“	15
1.4. Apsaugos priemonės nuo korozijos naftos pramonėje.....	19
1.4.1. Termocheminis paviršiaus apdorojimas	19
1.4.2. Inhibitorių naudojimas.....	21
II. TYRIMO METODAI.....	23
2.1. Tyrimo objektas.....	23
2.1.1. Technologinio kondensato valymo technologija.....	23
2.1.2. Elektrinio nudruskinimo procesas	26
2.1.3. Atmosferinės rektifikacijos procesas.....	27
2.1.4. Kondensato valymo bloko modernizacija	29
2.2. AB „ORLEN Lietuva“ korozijos kontrolė	30
2.2.1. Slėginių indų korozijos kontrolė	30
2.2.2. Slėginių vamzdynų korozijos kontrolė.....	31
2.3. AB“ORLEN LIETUVA“ korozijos tyrimų analizė	33
2.4. Eksperimento atlikimo metodika.....	39
III. TYRIMO REZULTATAI IR JŲ APTARIMASANDREJA1128.....	44
3.1. Plieno S235 atsparumo korozijai agresyviose terpėse tyrimo rezultatai.....	44
3.2. Termochemiškai apdoroto plieno atsparumo korozijai tyrimo rezultatai.	47
3.3. Agresyvių terpių lyginamoji analizė	50
IŠVADOS.....	52
LITERATŪRA.....	53
SUMMARY	59
PRIEDAI	60

ĮVADAS

Korozija neigiamai veikia beveik kiekvieną civilinę ir pramoninę infrastruktūrą, kuri yra sukurta siekiant paremti ekonomiką arba užtikrinti visuomenės saugumą. Šiandienos sparčiai besivystančiame pasaulyje, besikeičiant gyvenimo būdai, gamybos pramonė priversta padidinti didžiausią savo produkcijos kiekį, kad išliktų konkurencinga. Didėjant gamybai, įmonės dažnai patiria papildomų išlaidų, susijusių su padidėjusia medžiagų degradacijos sparta ir korozijos lygiu (Javaherdashti *et al.*, 2013).

Nepaisant ryškios pažangos korozijos mokslo ir technologijų srityje, korozijos reiškiniai išlieka pagrindine kliūtimi pramonės šakose visame pasaulyje. Pasak neseniai paskelbtos Nacionalinės korozijos inžinierių asociacijos ataskaitos (NACE), metinės pasaulinės korozijos išlaidos viršija 2,5 trilijoną JAV dolerių, kas sudaro apie 4,2% bendrojo vidaus produkto (BVP) (Salim *et al.*, 2018).

Korozijos problemos aktualios naftos gavybos ir perdirbimo įmonėse dėl fizikinių sąlygų, naftos ir jos produktų cheminės sudėties (Groysman, 2017; Ropital 2009; Zaki *et al.*, 2011). Ekologinė žala ir ekonominiai nuostoliai, kuriuos patiria naftos perdirbimo pramonė, atsiranda dėl to, kad labai daug metalinės įrangos ir konstrukcijų liečiasi su labai agresyvia aplinka. Koroziją sukeliančių komponentų buvimas technologinėje terpėje yra vienas iš pagrindinių veiksnių, lemiančių avarinius gedimus ir pirmalaikį įrangos nusidėvėjimą (Vagapov 2008).

Taigi svarbu suvokti korozijos principus, kad efektyviai būtų galima parinkti medžiagas projektuojant, gaminant ir naudojant metalines konstrukcijas optimaliam, ekonomiškai naudingam įrenginių eksploatavimo laikotarpiui ir saugumo operacijoms užtikrinti. (Chilingar 2008).

Darbo tikslas: Įvertinti agresyvių terpių poveikį korozijos procesui technologinio kondensato valymo bloke AB „Orlen Lietuva“.

Darbo uždaviniai:

1. Atlikti literatūros apžvalgą apie korozijos pažeidimus naftos perdirbimo įmonėse-korozijos rūšis, korozijos greičio įvertinimo metodus, apsaugos būdus.
2. Pagal vamzdynų ir slėginių indų sienelių storių matavimo duomenis AB „ORLEN Lietuva“ palyginti korozijos greitį, nustatyti labiausiai korozijos pažeidžiamas įrenginių vietas ir įvertinti technologinių parametrų (temperatūros, slėgio) įtaką korozijos procesui.
3. Nustatyti plieno S235 atsparumą korozijai technologinio kondensato terpėje, druskingo vandens terpėje su inhibitoriumi ir be jo, sieringo ir druskingo vandens mišinio terpėje su inhibitoriumi ir be jo.
4. Nustatyti termochemiškai apdoroto plieno korozijos greitį technologinio kondensato ir druskingo vandens terpėse.
5. Atlikti plieno S235 agresyvių terpių poveikio plienui S235 lyginamąją analizę siekiant modernizuoti AB „ORLEN Lietuva“ kondensato valymo bloką.

I. LITERATŪROS APŽVALGA

1.1. Korozijos rūšys naftos perdirbimo įrenginiuose

Kaip teigia Groysman (2017) korozijos reiškiniai atsiranda bet kurioje pramonės šakoje ir bet kurioje vietoje: korozija vandenyje, atmosferoje, dirvožemyje, esant aukštai temperatūrai, rūgštinė korozija, šilumos izoliacijos korozija. Autorius išskiria šias korozijos rūšis: taškinė, plyšinė, galvaninė, tarpkristalinė, tarpgrūdėlinė korozija, selektyvaus išplovimo, korozijos įtrūkimų, mikroorganizmų sukelta korozija, erozija, kavitacinė ir mechaninė korozijos. Tuo tarpu Sastri (2011) išskiria aštuonias korozijos formas - bendroji, taškinė, tarpkristalinė, vietinė, galvaninė, įtrūkimų, įtempių (SCC) ir erozija- korozija.

Visi šie reiškiniai skirtingu dažniu vyksta naftos perdirbimo įrenginiuose. Tačiau dėl specifinių medžiagų ir sąlygų naftos perdirbimo bei naftos chemijos pramonės šakose yra ypatingos korozijos problemos, būdingos tik joms. Tai yra: korozija žalios naftos aplinkoje, korozija naftos produktų ir degalų aplinkoje, korozija sieros junginių aplinkoje, vandenilio trapumas, korozija nafteno rūgšties aplinkoje, korozija rūgštaus vandens aplinkoje, korozija amino tirpalų aplinkoje. (Groysman, 2017)

Pagal aplinką, kurioje atsiranda korozija, poveikį ir prevenciją korozinę aplinką galima suskirstyti į dvi pagrindines kategorijas:

- skystis ir tirpalai,
- dujos.

Kai korozinę aplinką sudaro vanduo su ištirpusiomis medžiagomis (druskomis ir (arba) rūgštimis ir (arba) bazėmis), skystis yra elektrolitas, o procesas paprastai yra elektrocheminis. Kai korozinė aplinka yra sausos dujos, aplinka nėra laidži elektros srovei, ir procesas vadinamas chemine metalų korozija. Didžioji dalis išlaidų naftos pramonėje, susijusių su korozija, atsiranda dėl elektrolitų korozijos arba šlapios korozijos. (Javaherdashti *et al.*, 2013; Bardal, 2003; Kaesche, 2003; Groysman, 2017).

Naftos perdirbimo gamyklose ir naftos chemijos padaliniuose koroziją galima suskirstyti į penkias grupes (Groysman, 2017):

1. Korozija žemoje temperatūroje ($T < 100\text{ }^{\circ}\text{C}$) esant elektrolitams, paprastai vandeniui ir vandeniniams elektrolitų tirpalams (su ištirpusiomis dujomis (pvz., HCl ir H₂S) arba ištirpintomis druskomis (pvz., NaCl ir Na₂SO₄). Korozijos greitis priklauso nuo ištirpusių medžiagų koncentracijos ir darbinių sąlygų. Esant tam tikrai koncentracijai ir sąlygoms, H₂S gali sudaryti apsauginę pasyvią plėvelę ant anglinio plieno paviršiaus. NaCl ir Na₂SO₄ druskos, kurių koncentracija iki 3 % masės, paspartina anglies plieno koroziją, tačiau, pridėdant labai didelių koncentracijų (> 26 % masės), jie išskiria ištirpusį deguonį ir anglinio plieno korozija lygi nuliui.

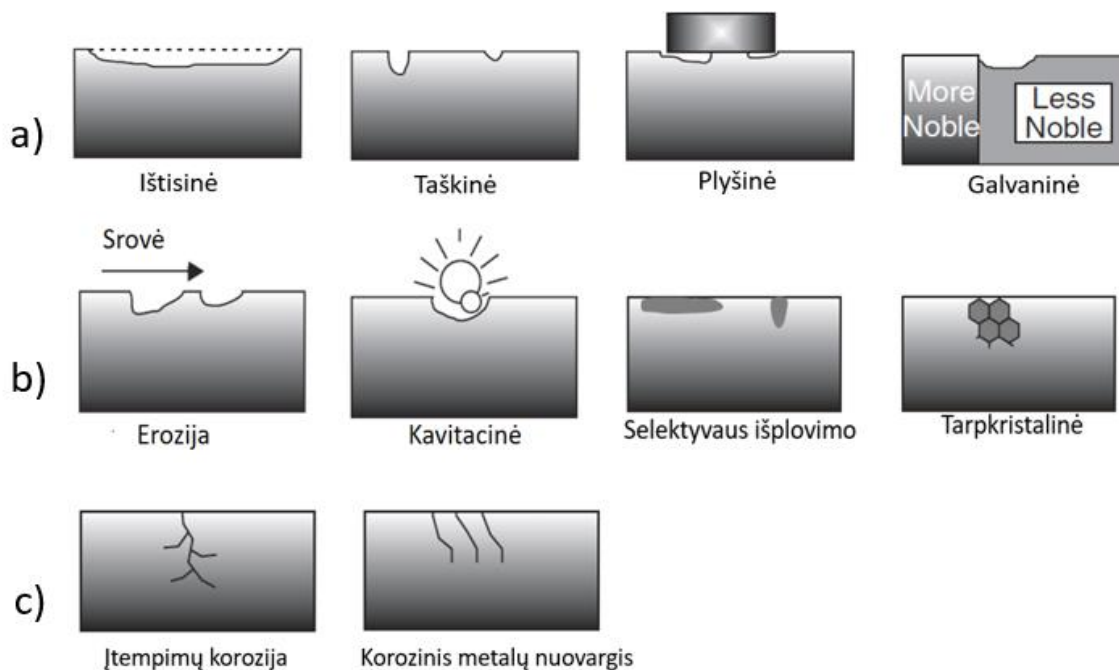
2. Aukštos temperatūros ($T > 200\text{ }^{\circ}\text{C}$) korozija veikiant neelektrolitais (paprastai dujomis H_2S ir H_2 ; nafteno rūgšties korozija; karštoji pelenų korozija; oksidacija deguonies krosnyse).
3. Vidutinės temperatūros ($100\text{ }^{\circ}\text{C} < T < 200\text{ }^{\circ}\text{C}$) korozija, kuri gali būti sukelta elektrolitų arba neelektrolitų priklausomai nuo medžiagų ir sąlygų.
4. Korozija natūralioje aplinkoje: atmosferoje, dirvožemyje ir gamtiniuose vandenyse, kai naftos perdirbimo gamyklų įrenginiai ir konstrukcijos susisiekiama su aplinka.
5. specifiniai korozijos reiškiniai: rūgštinė korozija, korozija dėl šilumos izoliacijos, garų kondensato sukeliama korozija.

Roberge ir kiti (2008) minėtas korozijos formas, kurios būdingos naftos pramonei, suskirstė į tris grupes pagal jų atpažinimo būdą (grafiškai pavaizduota 1 pav.):

a) korozijos pažeidimai, kuriuos galima lengvai aptikti vizualiai apžiūrėjus. Tai ištisinė, taškinė, plyšinė, galvaninė korozija;

b) korozijos pažeidimai, kuriems nustatyti gali prireikti papildomų tyrimų. Tai korozija-erozija, selektyvaus išplovimo korozija, tarpkristalinė korozija, kavitacinė korozija;

c) korozija, kuri turėtų būti aptikta vienos ar kitos rūšies mikroskopu. Tai įtempimų korozija, korozinis metalų nuovargis.



1 pav. Pagrindinės korozijos rūšys, sugrupuotos pagal jų atpažinimo būdą: a)-korozija nustatoma vizualaus patikrinimo metu; b)- korozija, nustatoma naudojant specialias tikrinimo priemones; c)-korozija nustatoma mikroskopu (Roberge *et al.*, 2008)

Pagal metalo pažeidimo pobūdį Kačerauskas (2006) koroziją suskirstė į ištisinę ir vietinę. Ištisinė korozija pasireiškia tada, kai veikiamas agresyvios aplinkos metalas rūdija visame metalo paviršiaus plote vienodai. Ši korozija dažnai pasitaiko naftos pramonės vamzdynuose, bet

paprastai yra mažiausiai žalingas korozijos tipas. (Chilingar, 2008; Nasirpouri *et al.*, 2014). Anodinė ir katodinė sritis nuolat keičiasi, todėl korozija daugiau ar mažiau vienodai vyksta per visą metalo paviršių. Laikui bėgant metalas tampa plonesnis ir silpnėja. Ši korozijos forma lemia didžiąją metalų naikinimo dalį. Tačiau techniniu požiūriu, tai vienintelis korozijos tipas, kuris kelia mažiausiai susirūpinimą, daugiausia todėl, kad metalo tarnavimo laikas dažnai gali būti pakankamai tiksliai įvertintas remiantis palyginti paprastais korozijos bandymais. (Javaherdashti *et al.*, 2013).

Vietinė korozija apima tik kai kuriuos metalo paviršiaus plotus (Kačerauskas, 2006).

Taškinė korozija - tai viena iš vietinės korozijos formų, kai ant metalo paviršiaus veikiant aplinkai susidaro įdaubos, grioveliai. Šio tipo korozija dažnai pasireiškia mažo pH druskų tirpaluose. Susiformavus taškinei korozijai, toliau korozija tęsiasi kaip plyšinė, bet dažniausiai didesniu greičiu. (Chilingar, 2008). Kaip teigia Kaesche (2003) skirtingai nei ištisinė korozija, kurios greitį galima nuspėti, taškinė korozija paprastai metalą paveikia netikėtai ir dideliu greičiu. Mai ir kiti (2018) ši vietinės korozijos reiškinį priskyrė galvaninei korozijai, kur aktyviai nykstanti (koroduoianti) sritis yra anodas ir pasyvioji sritis – katodas.

Plyšinė korozija- vietinė korozija, kuri susidaro metalinių įrengimų, vamzdžių ir apykaklių jungimo srityse, strypų kojose ir dėžėse, vamzdynuose ir gręžimo vamzdžiuose. Plyšinė korozija atsiranda dėl koncentracijų skirtumo tarp metalo ir jungimo medžiagos. Elektrocheminio potencialo skirtumai lemia plyšinės korozijos intensyvumą. Plyšinė korozija (kontaktinė korozija) dažniausiai pasireiškia metalo sąlytyje su nemetaline medžiaga (Chilingar 2008).

Tarpkristalinė korozija –tai korozija, kuri vyksta metalo grūdelių ribose, be pastebimos korozijos ant pačių grūdelių. Ji taip pat apibūdinama kaip vietinė metalo ar lydinio korozija grūdelių sąlyčio ribose. Grūdelių sąlyčio ribos visada yra anodinės, o grūdeliai yra katodiniai. (Javaherdashti *et al.*, 2013). Zhou ir kiti (2016) teigia, kad sąlyčio jėga tarp grūdelių susilpnėja tarpkristalinės korozijos metu, ir tai pablogina mechanines plieno savybes. Neteisingas metalo lydinių terminis apdorojimas ar aukštos temperatūros poveikis gali sukelti medžiagų nusidėvėjimą arba nehomogeniškumą metalo struktūros grūdelių ribose, dėl ko sukeliama tarpkristalinė korozija. Tarpkristalinė korozija pasireiškia suvirinimo vietose. Pažeidimai atsiranda siaurame ruože, kiekvienoje suvirinimo pusėje, dėl suspaudimui jautrių grūdelių struktūros pokyčių. Tinkamas terminis apdorojimas arba metalo pasirinkimas gali užkirsti kelią suvirinimo sukeliams korozijos pažeidimams (Chilingar, 2008). Kaip teigia Javaherdashti ir kiti (2013) šios korozijos formos nerūdijančio plieno gaminiuose galima išvengti atkaitinant įrangą po suvirinimo operacijų ir taip stabilizuojant nerūdijantį plieną arba, labiau pageidautina, naudojant mažai anglies ($\leq 0,03\%$) turinčias nerūdijančio plieno klases.

Galvaninė arba dviejų metalo korozija gali atsirasti tada, kai korozijos aplinkoje liečiasi du skirtingi metalai. Paprastai tai vietinė korozija, vykstanti netoli metalų sąlyčio vietos. (Chilingar,

2008). Galvaninė korozija dažnai atsiranda tada, kai du skirtingi metalai yra veikiami elektrolitinio tirpalo. Vienas iš metalų būna aktyvesnis, turi mažesnę potencialą, todėl galvaninės korozijos metu oksiduosi, irsta. Tuo tarpu mažiau aktyvus, brangesnis metalas yra apsaugotas. (Javaherdashti *et al.*, 2013).

Selektyvus išplovimas įvyksta, kai vienas lydinio komponentas pašalinamas korozijos procese. Šio tipo korozijos pavyzdys yra selektyvi cinko korozija žalvaryje. (Chilingar, 2008).

Kavitacijos korozijos sukelta žala- kempinės išvaizda su giliomis duobėmis metalo paviršiuje. Pažeidimai gali atsirasti dėl mechaninio poveikio, kai išgarinimo metu pulsuojuantis slėgis sukelia garavimą su burbuliukų susidarymu ir suirimu metalo paviršiuje. Mechaninis metalinio paviršiaus apdorojimas sukelia pažeidimus, kurie didėja korozinėje aplinkoje. (Chilingar, 2008).

Erozijos ir korozijos derinys padaro didžiulę žalą metalo paviršiuje, veikiant dviems skirtingiems procesams - elektrocheminei korozijai ir mechaninei erozijai. Bendras masės praradimas paprastai yra didesnis negu vien korozijos ar vien erozijos sukeltų masės praradimų suma (Zheng *et al.* 2015). Proceso rezultatas- griovelis arba skylė gręžimo vamzdžiuose, išsiurbimo vamzdžiuose, korpusuose ar vamzdynuose. Užbaigiamas erozijos ir korozijos procesas metalo sunaikinimu. Erozijos procesas pašalina apsaugines plėveles metalo paviršiuje ir tai leidžia korozinei aplinkai paveikti svarų metalų paviršių, kas pagreitina korozijos procesą. (Chilingar, 2008).

Korozinis metalų nuovargis – tai laipsniškas metalo patvarumo mažėjimas dėl įtrūkimų tarp kristalų, veikiant ciklinei apkrovai ir nepalankiai aplinkai. Nepalankioje aplinkoje korozinio metalo nuovargio procesą pagreitina elektrocheminė korozija. Įtrūkliai (mikroplyšiai) atsiranda metalo paviršiuje ir plinta gilyn (Kačerauskas, 2006; Roberge *et al.*, 2008). Korozinio proceso greitį įtakoja deguonies kiekis, pH, temperatūra ir tirpalo sudėtis. Korozinio proceso greitį įtakoja deguonies kiekis, pH, temperatūra ir tirpalo sudėtis. Korozijos nuovargis gali būti pašalintas arba sumažintas termiškai apdorojus konstrukcijas, naudojant korozijos inhibitorius, taip pat naudojant cinko, chromo, nikelio, vario ar azotines dangas. (Sastri, 2011).

Įtempimų korozija susidaro vienu metu kartu veikiant įtempimui ir nepalankiai aplinkai metalų paviršiuje. Įtempimų korozijos pavyzdys yra vamzdis, kurio viena dalis susideda iš metalo paveikto įtempimų (anodas), o šalia esantis metalas nėra paveiktas įtempimų (katodas). Įtempimų korozijos laipsnis vamzdynuose kinta priklausomai nuo metalurgijos savybių, šaltojo apdirbimo, vamzdžio svorio, įrankių smūgio poveikio sąvaržose ir H₂S dujų buvimo. (Chilingar, 2008). Gamybos metu susidarantis terminis įtempimas dėl atliekamo suvirinimo, yra dažniausia įtempimų korozijos priežastis. Reikalinga teisingai parinkti įtempimų šalinimo ar atkaitinimo būdus po gaminimo, atsižvelgiant į tai kokioje aplinkoje šios medžiagos bus naudojamos. Visais atvejais svarbūs veiksniai yra temperatūra ir koncentracija. (Javaherdashti *et al.*, 2013).

Vandenilio sukelti pažeidimai (vandenilio trapumas) yra labai svarbūs naftos perdirbimo pramonei dėl aukštos temperatūros hidroprocesų (Speight, 2006). Korozija sumažina gaminio stiprumą, didžiausią stiprį ir plastiškumą dėl vandenilio kaupimosi pliene, kuris yra žinomas kaip vandenilio trapumas (Le *et al.*, 2018; Eggum, 2013). Korozijos procesas yra deguonies redukcijos ir vandenilio išsiskyrimo reakcijų derinys. Šių reakcijų metu išsiskiria atominis vandenilis. Tada jis kaupiasi plieno tuštumose ar defektuose, susiformuoja molekulinis vandenilis. Dėl molekulinio vandenilio padidėja vidinis slėgis ir mikro įtrūkimų tikimybė, dėl ko pablogėja mechaninės metalo savybės. (Groysman, 2017; Javaherdashti *et al.* 2013; Le *et al.*, 2018).

1.2. Korozijos proceso stebėjimas ir nustatymo metodai

Korozijos sukeltų defektų aptikimas ir jų pokyčių įvertinimas yra itin svarbus naftos ir chemijos pramonėje. Siekiant užtikrinti aukštą saugumo lygį bei patikimumą, vamzdynai, talpyklos ir jų dugnas turi būti periodiškai tikrinami, kad būtų išvengta korozijos pasekmių, kai pavojingos cheminės medžiagos patenka į aplinką.

Korozijos gali būti išvengta arba ji sumažinama, jei yra atpažįstama koroziją sukelianti aplinka. Greitas aktyviosios korozijos nustatymas leidžia pradėti kontrolės priemones ir užkirs kelią rimtai žalai. Labai svarbu atpažinti aktyvią koroziją kol neįvyko avarinis pažeidimas. Dėl šių aplinkybių, turėtų būti matuojamas korozijos greitis (Sastri, 2011; Chilingar, 2008). Tačiau Chilingar (2008) teigia, jog jei metalo nuostolis nėra reikšmingas, pigiau leisti korozijai tęstis, nei kovoti su ja.

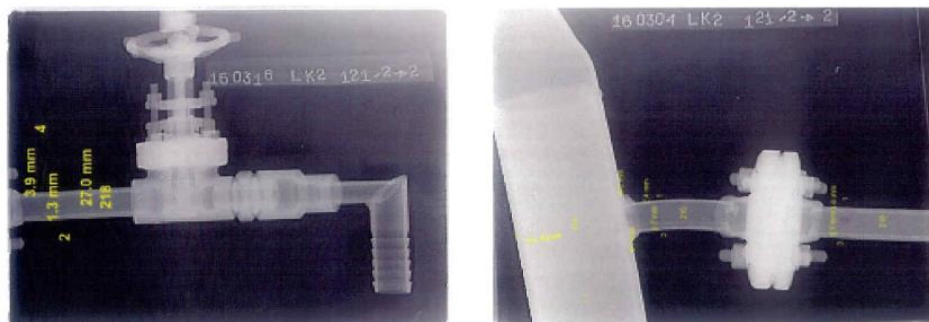
Korozijos stebėjimo sistemomis gali būti įprastas bandinių stebėjimas, nešiojamų duomenų įrašymo įrenginių naudojimas arba visiškai integruotų įrenginių proceso stebėjimo sistemos su nuotolinės prieigos prie duomenų ir jų valdymu. (Sastri, 2011; Honarvar *et al.*, 2013).

Neardomieji bandymo metodai, skirti įvertinti paviršinius ar vidinius metalo pažeidimus neardant ir nestabdant įrangos eksploatavimo (Dwivedi *et al.*, 2018).

Tradiciniai neardomieji bandymo metodai, tokie kaip ultragarsinis vamzdyno ar slėginio indo sienelės storio matavimas, matavimai atliekami taikant impulsinį sūkurinių srovių ir magnetinio srauto nuotėkio tyrimo metodus buvo plačiai naudojami vertinant likutinį sienelių storį. Tokie matavimai atliekami periodiškai techninės priežiūros atlikimo metu, paprastai kartą per 1-2 metus (Honarvar *et al.*, 2013). Ultragarso sienelių storio matavimų veikimo principas- paprastai aktyvaus elemento daviklio tikslas yra paversti aukšto dažnio elektros energiją į mechaninę energiją, t. y. ultragarso į virpesius (Dwivedi *et al.*, 2018).

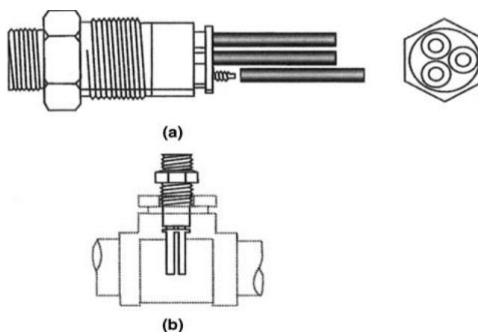
Radiografijos technika turi pranašumų prieš kai kuriuos kitus neardomuosius metodus, nes rentgenografija suteikia ilgalaikę informaciją apie rentgenografinį objektą. Dėl didelio skvarbumo dažniausiai naudojama gama arba rentgeno spinduliuotė. Rentgeno spinduliai turi galimybę skverbti į metalus. Jei rentgenografuojamame objekte yra defektų ar nelygumų, tokių kaip tuštumos, toje

sistemoje bus daugiau rentgeno spindulių, tos dalies plotas savo ruožtu turės daugiau ekspozicijos ar taškinės šviesos, nei neegzistuojančiuose plotuose (Dwivedi *et al.*, 2018). Radiografiniu metodu padaryta vamzdžių nuotrauka pateikiama 2 paveiksle:



2 pav. Vamzdžių, atvamzdžių radiografiniu metodu padaryta nuotrauka (AB „ORLEN Lietuva“ techninio patikrinimo aktas, 2016)

Taip pat yra integruotų metodų, naudojamų ilgalaikiam vamzdyno korozijos stebėjimui, kai jutiklinis įtaisas yra įkišamas į vamzdį, kur jis yra veikiamas koroziją sukeliančios aplinkos. Tokioms technologijoms naudojami įvairūs jutiklių tipai: bandiniai, elektrinio pasipriešinimo, linijinės poliarizacijos ir galvaniniai jutikliniai įtaisai (Roberge *et al.*, 2008). Vienas iš jų, linijinės poliarizacijos varžos jutiklis, pavaizduotas 3 paveiksle.



3 pav. Linijinės poliarizacijos varžos jutiklinis įtaisas: a) Linijinis poliarizacijos varžos jutiklinis; b) LPR jutiklinis vamzdyje. (Roberge *et al.*, 2008)

Šių metodų duomenų rinkimas atliekamas neprisijungus ir proceso stebėjimui reikalinga papildoma darbo jėga (Roberge *et al.*, 2008, Sastri, 2011).

Dauguma korozijos reiškinių yra elektrocheminio pobūdžio ir susideda iš reakcijų ant koroduojančio metalo paviršiaus, todėl korozijos mechanizmų charakterizavimui ir korozijos greičio prognozavimui gali būti naudojami elektrocheminiai nustatymo metodai. Maitinimo šaltinis poliarizuoja bandinį korozijos potencialu ir susidariusi srovė yra lygi korozijos greičiui (Sastri, 2011).

Korozijos greitis dažniausiai išreiškiamas vienu iš šių būdų:

- Svorio netekimu viename ploto vienetu per laiko vienetą;
- Skvarbumo sparta, tai yra, prarasto metalo storiumi;

- Korozijos srovės tankiu. Korozijos greitis lygus metalo jonų pašalinimui iš metalo ploto vieneto per laiko vienetą. Šis jonų transportavimas gali būti išreiškiamas I_a , elektros srovė ploto vienetu, t. y. anodinis srovės tankis i_a lygus korozijos srovės tankiui i_{corr} . ($i_{corr} = i_a = I_a/A_a$, kur A_a – anodinis plotas), (Javaherdashti *et al*, 2013; Bardal, 2003).

Siekiant paskaičiuoti likutinį slėginio indo ar vamzdyno elemento darbo laiką (T, metais) AB „ORLEN Lietuva“ yra naudojama (1) formulė (AB „ORLEN Lietuva“)

$$T = \frac{t_f - t_{sk}}{KG}, \text{ metai} \quad (1)$$

čia: t_f – tikrinimo metu nustatytas faktinis minimalus sienelės storis, mm;

t_{sk} – skaičiuotinas reikiamas ribinis dalies ar zonos storis, mm;

KG – priimtas korozijos greitis, mm/ metai.

Atlikus ultragarsinio tyrimo matavimus paskaičiuojamas korozijos greitis KG bei likutinis slėginio indo ar vamzdyno elemento eksploatavimo laikas.

1.2.1. Svorio metodas

Svorio netekimo metodas yra dažniausiai naudojamas siekiant nustatyti korozijos greitį. Svorio netekimo indeksas nenurodo gravimetrinių rodiklių, nes nėra žinoma tiksli korozijos produktų cheminė sudėtis. Todėl naudojamas indeksas atitinka svorio kritimą, kurio tikslumas priklauso nuo korozijos produktų pašalinimo. Į skystį, kuriame gali vykti aktyvi korozija yra panardinamas nedidelis metalinis bandinys (dažniausiai mažanglis plienas). Bandinys paliekamas reikiamą laiko tarpą, tada ištraukiamas, nuvalomas ir pasveriamas, kad nustatyti metalo nuostolių sumą. Apskaičiuojant naudojami svorio, bandinio ploto ir įmerkimo laiko rodikliai (Chilingar, 2008; Ciubotariu *et al*, 2016).

Korozijos greitis pagal masės praradimą kvadratiniam metre per valandą nustatomas naudojant formulę (Standartas GOST 6032-2003)

$$K_1 = \frac{87600 \cdot m}{S \cdot \rho \cdot t}, \text{ g/(m}^2 \cdot \text{val)}, \quad (2)$$

korozijos greitis milimetrais per metus (mm/metus) buvo nustatomas naudojant formulę (Standartas GOST 6032-2003)

$$K_2 = \frac{10000}{S \cdot \rho \cdot t}, \text{ mm/metai}, \quad (3)$$

čia: m – masės praradimo vidurkis po kiekvieno ciklo arba po visų bandymo ciklų, g;

S – pradinis bandinio paviršiaus plotas, cm^2 ;

ρ – tiriamojo bandinio tankis, g/cm^3 ;

t – bandinio įmerkimo laikas, val.

Svorio metodas leidžia apskaičiuoti vidutinį korozijos greitį santykinai ilgam laikotarpiui.

Norint įvertinti metalų atsparumą korozijai yra sudaryta dešimties balų skalė (1 lentelė) (Šulčius, 2006).

1 lentelė. Metalų atsparumo korozijai skalė (Šulčius, 2006)

Atsparumo grupė	G, mm/metus	Balai
Absoliučiai atsparūs	< 0,001	1
Labai atsparūs	0,001 -0,005	2
	0,005-0,01	3
Atsparūs	0,01-0,05	4
	0,05-0,1	5
Sumažinto atsparumo	0,1-0,5	6
	0,5 - 1,0	7
Mažai atsparūs	1,0 - 5,0	8
	5,0- 10,0	9
Neatsparūs	> 10,0	10

Tetsuo ir kiti (1999) teigia, jog metodas plačiai naudojamas dėl šių privalumų :

- Paprasta išmatuoti korozijos greitį skirtingoms metalo rūšims tuo pačiu metu;
- Paprastas ir lengvai atliekamas bandymo metodas;
- Geresnis atkuriamumas;
- Nedidelės eksploatacijos ir montavimo išlaidos.

Tetsuo ir kt. (1999) įvardijo ir šio metodo trūkumus:

- korozijos greičio nustatymas užtrunka gana ilgą laiką;
- susiduriama su sunkumais atliekant matavimus aukštoje temperatūroje.

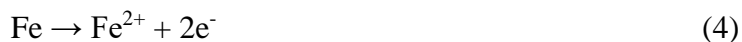
1.2.2. Linijinės poliarizacijos varžos metodas

Linijinės poliarizacijos varžos (LPR) stebėjimas yra veiksmingas elektrocheminis korozijos matavimo metodas leidžiantis tiesiogiai išmatuoti korozijos greitį, realiu laiku. Elektrocheminio potencialo ir srovės, susidariusios tarp elektra užpildytų elektrodų proceso metu, santykio stebėjimas leidžia apskaičiuoti korozijos greitį. Tarp dviejų bandinių matuojama srovė skirsis priklausomai nuo jų ar elektrolito cheminės sudėties. (Nazir 2018; Bardal 2003, Roberge *et al.*, 2008).

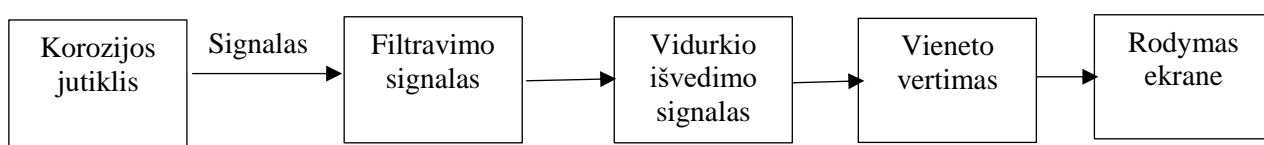
Tai vienas, iš plačiai naudojamų korozijos stebėjimo būdų, korozijos greičio dydis gaunamas prietaisu, kuris tiesiogiai paverčia duomenis į imperinius matavimo vienetus- mpy (Sastri 2011).

Linijinio poliarizacijos atsparumo jutiklinis įtaisas gali būti dviejų arba trijų elektrodų konfigūracijos su įleistais arba išsikišusiais elektrodais.

Kai metalo/lydinio elektrodas yra panardinamas į elektrolitinį skystį, turintį pakankamai oksiduojančių savybių, jis sukoroduos dėka elektrocheminio mechanizmo. Šis procesas apima dvi tuo pačiu metu vykstančias, papildančias viena kitą, reakcijas (4 ir 5lygtys):



Anodinėse vietose metalas pereina iš kieto paviršiaus į skystį. Katodinėse vietose, laisvi elektronai yra sugeriami oksiduojančios medžiagos korozinio skysčio (Zaki, 2006; Roberge *et al.*, 2008). LPR naudojimo struktūrinė schema yra pateikta 4 paveiksle:



4 pav. LPR naudojimo struktūrinė schema (Sastri, 2011).

Šis elektronų srautas arba elektros krūvio judėjimas sukuria elektros srovę I_{cor} . Kadangi elektros srovės srautas čia gali būti prilyginamas metalo masės arba storio praradimui, pagal Faradėjaus dėsnį, I_{cor} yra lygi korozijos greičiui (6 lygtis parodo elektros srovės ir korozijos greičio santykį):

$$C = \frac{I_{cor}}{A} \times \frac{t}{F} \times \frac{E}{d} \times D \quad (6)$$

čia C – korozijos greitis; mm/metus;

I_{cor} – korozijos srovė; mA;

A – metalo/lydinio paviršiaus plotas; cm^2

t – sekundžių per 1 metus skaičius, 31536000;

F – Faradėjaus konstanta, 96494;

E – metalo ekvivalentinis svoris; g;

d – metalo tankis; gm.cm^{-3}

D – konversijos koeficientas, centimetrai į mils (393,7).

Paprastai korozija yra kelių reakcijų rezultatas ir reakcijų mechanizmo nustatyti neįmanoma, anodinė ir katodinė sritis metalo paviršiuje nuolat kinta. Tokiais atvejais nustatant tiriamo metalo atsparumą korozijai gali būti naudojama poliarizacijos varža- R_p . Poliarizacijos varža R_p atvirkščiai proporcinga elektros srovei I_{cor} , išreiškiama Stern-Geary lygtimi (Okeniyi, 2014; Sastri, 2011; Zaki, 2006):

$$\frac{\Delta E}{\Delta I} = \frac{\beta_a \cdot \beta_b}{2.3 i_{corr} (\beta_a + \beta_b)}, \quad (7)$$

$$i_{corr} = \frac{\beta_a \cdot \beta_b}{2.3(\beta_a + \beta_b)} \cdot \frac{\Delta E}{\Delta I} \quad (8)$$

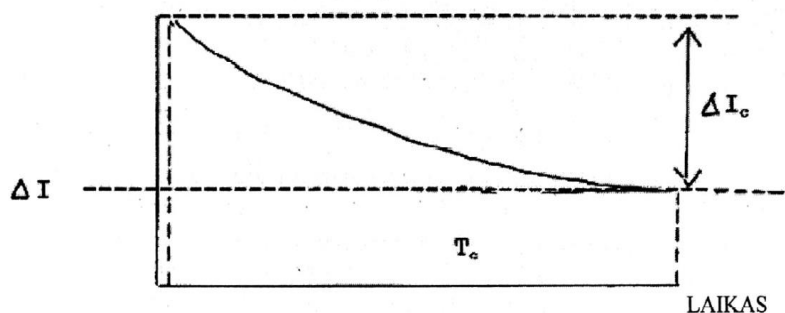
čia β_a – anodinio greičio konstanta, mV;

β_b – katodinio greičio konstanta, mV;

ΔE – potencialo pokytis;

ΔI – srovės pokytis.

Poliarizuojančios srovės tikroji vertė yra pusiausvyros vertė ΔI , kuri nusistovi po laiko intervalo T_c (5 pav.). Ši laiko delta varijuoja, priklausomai nuo specifinių metalo/aplinkos sistemos charakteristikų, nuo 30 sekundžių iki kelių valandų.



5 pav. Poliarizuojančios srovės pokyčio priklausomybė nuo laiko (MS1500L LPR data logger)

Korozijos greičio linijinės poliarizacijos varžos (LPR) metodu gauti duomenys yra pagrįsti tik tada, kai:

- viena reakcija yra katodinė, o kita anodinė;
- anodinės ir katodinės Tafel konstantos yra žinomos ir nesikeičia laikui bėgant;
- korozijos paviršius yra švarus be korozijos produktų, be nelygumų ant paviršiaus;
- korozija yra ištisinė;
- tirpalo varža yra nedidelė;
- korozijos potencialas pasiekia stabilią vertę.

Šios sąlygos retai pasiekiamos realiomis darbo sąlygoms pramonėje (Sastri, 2011).

Linijinės poliarizacijos varžos (LPR) metodas naudojamas norint įvertinti inhibitorių efektyvumą korozijos procesui. Kiekvieno tirpalo inhibitoriaus efektyvumas-veiksmingumas apskaičiuojamas naudojant formulę (Lgaz, 2018; Okeniyi, 2014; Roberge *et al.*, 2008; Sastri, 2011):

$$\text{Inhibitoriaus veiksmingumas}(\%) = 100 \frac{KG_{(be\ inhibitorių)} - KG_{(su\ inhibitoriais)}}{KG_{(be\ inhibitorių)}}, \quad (9)$$

čia $KG_{be\ inhibitorių}$ – korozijos greitis terpėje be inhibitorių;

$KG_{su\ inhibitoriais}$ – korozijos greitis terpėje su inhibitoriais.

Elektrocheminiai metodai taip pat naudojami dažytų paviršių matavimui.

Kai kurie LPR technikos apribojimai:

- aplinka turi būti mažos varžos elektrolitas ir šis reikalavimas neleidžia naudoti šios technikos mažo laidumo terpėje, tokiose kaip nafta ir dujos, naftos perdirbimo gamyklose ir cheminėse sistemose;
- bandinys ar vamzdžio sienelė turi būti panardinti, o tai gali sukelti nutekėjimą ir nesaugias sąlygas;
- gauti korozijos koeficientai yra apytiksliai, o metodas labiausiai tinka ryškių korozijos pokyčių sąlygose (Sastri, 2011).

Pažymėtina, kad vien tik vieno metodo stebėti korozijos procesą sudėtingoje pramoninėje veikloje nepakanka. Rekomenduojam, naudoti daugiau (du ar trys) stebėsenos metodus, kad būtų pagrįstas vieno metodo netikslumas kita matavimo technika (Sastri, 2011).

1.3. Korozijos problemos AB „ORLEN Lietuva“

Pasaulinė naftos ir dujų paklausa nuolat augo, todėl naujų naftos ir dujų išteklių išgavimo ir gamybos sąlygos tampa vis labiau ir labiau apsunkintos. Didėjant naftos poreikiui, didėja ir problemos susijusios su korozija tiek naujai kuriamoms naftos perdirbimo įmonėms, tiek jau dirbančioms (Groysman, 2017). Korozija yra neišvengiama naftos perdirbimo pramonėje dėl sudėtingų darbo sąlygų, tokių kaip aukšta temperatūra, didelis slėgis, daugi fazis srautas, pH vertė ir jonų koncentracijos (Nasirpouri *et al.*, 2014).

AB „ORLEN Lietuva“ susiduria su įvairiomis korozijos problemomis, paprastai kylančiomis dėl neorganinių junginių, tokių kaip H₂S, CO₂, H₂SO₄ ir NaCl sąveikos su įrenginių paviršiumi. Anglinis plienas yra dažniausiai naudojamas naftos ir dujų pramonėje vamzdinių gamybai dėl jo prieinamumo ir mažos kainos. (Fawzy *et al.*, 2018; Le *et al.*, 2018; Nasirpouri *et al.*, 2014).

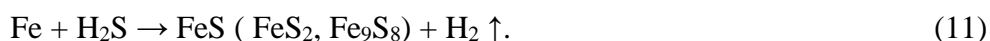
Korozijos mechanizmas yra labai skirtingas. Sieros vandenilio korozijos aplinkoje, korozijos procesas paprastai yra susijęs sieros vandenilio tirpinimu, disociacija vandenyje, ir geležies sulfidų susidarymu. (Jian *et al.*, 2018). Sieros vandenilis sukelia gamybinių įrenginių korozinius pažeidimus dėl rūgštinio poveikio ir vandenilio įsiskverbimo į metalą, dėl kurio susidaro pūslės ir įtrūkimai. Tai vietinės korozijos reiškinys ir sudariusi geležies sulfido plėvelė yra katodinė metalui (Арчаков *и др.* 1999; Chilingar, 2008; Javaherdashti *et al.* 2013). Metalo korozija dėl sąveikos su sieros vandeniliu (H₂S), ištirpusiu vandenyje, vadinama rūgščiąja korozija. Todėl H₂S tampa labai ėsdinančia medžiaga ir gali pagreitinti korozijos procesą, kas sukelia vamzdžių trapumą. Pagrindiniai rūgščiosios korozijos tipai- ištisinė, taškinė, įtempimų korozija ir korozinis metalų nuovargis. (Schvartzman *et al.* 2018).

Įvairūs organiniai junginiai, kuriuose yra azoto, aptinkami žalioje naftoje. Jie yra inertiški ir gali slopinti (piridinas, amidai) koroziją žemoje temperatūroje. Esant aukštai temperatūrai azoto

junginiai gali būti suskaidomi, sudarant amoniaką (NH₃) ir vandenilio cianidą (HCN), kurie sukelia koroziją metalo lydiniuose (Groysman 2017).

Ypač aktyvi korozija yra atmosferinės rektifikacijos kolonų K-101 ir K-102 kondensavimo įrenginiuose. Taip yra todėl, kad rektifikacijos metu per kolonos viršų kartu su lengvosiomis frakcijomis išeina vandens garai ir sieros vandenilis. Pastarasis susidaro naftos distiliacijos metu, t.y. naftoje esantys sieros junginiai skyla išsiskiriant sieros vandeniliui. Be to, naftoje yra chloridų ir laisvų chloro jonų, kurie reaguoja su vandeniu ir sudaro druskos rūgštį (AB „ORLEN Lietuva“, 2010).

Korozijos metu vyksta tokios reakcijos:



Korozijos greitis ir pobūdis priklauso nuo sieros vandenilio parcialinio (dalinio) slėgio. Kai H₂S parcialinis slėgis yra mažas, tai ant metalo paviršiaus susidaro triolitas FeS ir piritas FeS₂. Plėvelė, sudaryta iš paminėtų junginių, turi tankią struktūrą ir saugo metalo paviršių nuo tolesnės korozijos. Didėjant H₂S parcialiniam slėgiui, sulfidinė plėvelė praturtinama siera ir todėl susidaro kanzitas Fe₉S₈, kuris pasižymi netvarkinga ir reta kristaline struktūra. Tokia struktūra nesukelia jokių kliūčių difuzijai, t. y. metalo jonai lengvai pereina į skystį o skystyje esantys HCl ir H₂S lengvai reaguoja su metalu. Cirkuliuojančio vandens terpėje, esant sieros vandenilio koncentracijai iki 2 mg/l, ant metalo paviršiaus susidariusi sulfidinė plėvelė apsaugo paviršių nuo korozijos, didėjant koncentracijai, apsauga mažėja (Арчаков *u dp.*, 1999; Javaherdashti *et al*, 2013). Taip vyksta intensyvi korozija. HCl taip pat griaua apsauginę plėvelę:



Reakcijos metu susidaręs sieros vandenilis vėl reaguoja su metalu, o geležies chloridas pereina į tirpalą. Į naftos srautą prieš kolona K-101 tiekiamas 1 – 2 % vandeninis NaOH tirpalas daliai HCl neutralizacijai:



Susidaręs natrio chloridas praktiškai nesihidrolizuoja, t. y. tampa nepavojingu. Kolonų K-101 ir K-102 kondensavimo įrenginių apsaugai naudojami specialūs reagentai -inhibitoriai. Inhibitorius sudaro apsaugine plėvelę ant metalo paviršiaus ir tokiu būdu apsaugo technologinius įrengimus nuo korozijos, kurią sukelia sieros vandenilis, amoniakas, deguonis, anglies dioksidas, organinės ir neorganinės rūgštys bei druskos (AB „ORLEN Lietuva“, 2010).

Vandenilio sukelti pažeidimai (vandenilio trapumas) yra labai svarbūs naftos perdirbimo pramonei dėl aukštos temperatūros hidroprocesų (Speight, 2006). Rūgščiosios korozijos proceso metu H⁺ jonai užima geležies atomų atpalaiduotus elektronus, kad sudarytų atominį vandenilį. Du vandenilio atomai sujungiami, kad susidarytų H₂ dujos. Tačiau polinkis formuoti H₂ dujas sumažėja, jei ant metalo paviršiaus yra geležies sulfido plėvelė. Vandenilio atomai, labai mažo dydžio, yra

išsklaidomi į plieno matricą. Jei pliene yra mangano sulfido, tai ant paviršiaus vyksta atominio vandenilio adsorbcija. Vandenilio atomai, adsorbuoti mangano sulfido, jungiami į H₂ dujas. Kadangi H₂ molekulės dydis yra didesnis už atominį vandenilį, H₂ dujos negali išeiti. Tai sukelia didžiulį vietinį slėgio padidėjimą, dėl kurio įvyksta vidiniai plieno įtrūkimai (Javaherdashti *et al.*, 2013).

Chloridai ir sulfatai didina vandens tirpalų korozinį agresyvumą, adsorbuojasi ant metalo paviršiaus sudarydami gerai tirpstančius junginius. Tai padidina plieno korozijos greitį bei sukelia vietinės korozijos reiškinius, kurie pastebimi net vizualaus patikrinimo metu (Nasirpouri *et al.*, 2014).

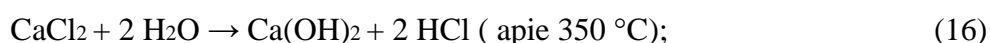
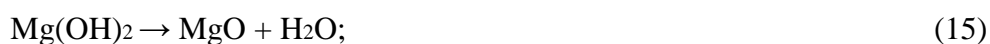
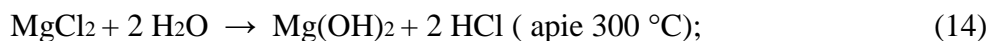
AB „ORLEN Lietuva“ ant talpos T-209, ant vamzdžio Ds 100 (KT-1/1,S-200) vizualiai pastebėtas kiauryminis defektas pavaizduotas 6 paveiksle.



6 pav. Vizualiai pastebėtas kiauryminis defektas (AB „ORLEN Lietuva“ techninio patikrinimo aktas, 2005)

Labiausiai agresyvūs yra chlorido jonai, kurie sugeba prasiskverbti pro paviršines metalo plėveles. Korozijos greitis didėja, didėjant chloridų koncentracijai, pasiekus koncentraciją 180 mg/l, korozijos greitis praktiškai nekinta. Priklausomai nuo sulfato jonų koncentracijos, ribose 50-500 mg/l, korozijos greitis didėja, po to lieka pastovus (Арчаков *и др.*, 1999).

Elektrinio druskų ir vandens šalinimo iš naftos procese pašalinus iš naftos kuo didesnę dalį vandens su jame ištirpusiomis druskomis, išvengiama nestabilaus rektifikacijos kolonų darbo atmosferinės naftos rektifikacijos įrenginyje bei dalies nepageidaujamų druskų hidrolizės reakcijų, kurių metu susidaro HCl (Nasirpouri *et al.*, 2014), (14 ir 16 lygtys):



Hidrolizės reakcijų metu susidaro HCl ir hidroksidas, kuris skyla į oksidą ir vandenį (15 ir 17 lygtys). Susidariusi HCl skiedžiasi su vandeniu ir sudaro silpną druskos rūgštį, kuri ypač pavojinga

įrengimams. HCl reaguoja su geležimi, o paskui regeneruojasi vandeniu ir toliau veikia metalą (18 ir 19 lygtys):



HCl skatina naftoje esančių naftalinių ir asfaltenu nusėdimą šilumokaičių vamzdeliuose ir kituose technologiniuose įrengimuose (AB „ORLEN Lietuva“, 2010).

Metalo cheminių elementų buvimas, pvz., kalcio, magnio, kalio, aliuminio, mangano, silicio dioksido ir cinko kiekis patvirtino galimybę korozinių junginių susidarymą ant anglinio plieno vamzdžių vidinio paviršiaus elektrinio druskų ir vandens šalinimo procece (Nasirpouri *et al.*, 2014).

Kitas korozijos aktyvatorius yra vandenilio sulfidas (H₂S). Jis dalyvauja reakcijoje, kurios metu išsiskiria HCl (AB „ORLEN Lietuva“, 2010):



Pašalinus kuo didesnę dalį vandens (su jame ištirpusiomis druskomis) išvengiama dalies nepageidaujamų hidrolizės reakcijų, kurių metu susidaro HCl. Tai sumažina įrengimų koroziją, korozijos inhibitorių sąnaudas, pagerina produktų kokybę (Nasirpouri *et al.*, 2014).

Vandens tirpalų sukeliama korozijai didelę reikšmę turi terpės pH. PH įtaka anglies plieno korozijai yra aprašyta dviem elektrocheminiais mechanizmais. Kai elektrolito pH lygus arba didesnis kaip 7 (neutralūs arba šarminiai tirpalai), didėja geležies oksidų ir hidroksidų susidarymas, pagal šią reakciją (Velazquez *et al.*, 2018):



Neutralioje ir šarminėje terpėje, kai joje yra ištirpusio deguonies, vyksta katodinė reakcijai:



Esant terpei pH 6,5-9,5, plieno korozijos greitis pastovus, korozija dažniausiai būna vietinio pobūdžio. Esant šioms sąlygoms korozijos lemiamas veiksnys yra ištirpusio deguonies difuzija į metalo paviršių. Esant žemai pH, korozijos greitis didėja dėl metalo vandenilio depoliarizacijos, išleidžiant vandenilio jonus. Terpės pH yra vienas iš svarbiausių veiksnių, lemiančių karbonato plėvelės susidarymą ant metalo paviršiaus. Esant terpei pH>10, plieno korozijos greitis yra nedidelis (Арчаков *и др.*, 1999).

Rūgštinėje terpėje anglinių plienų korozija spartėja ir dėl to, kad nesusiformuoja apsauginė plėvelė metalo paviršiuje, geležies oksidų ir hidroksidų, arba net geležies karbonatų formavimasis nėra galimas (Velazquez *et al.*, 2018). Yra žinoma, kad kai kurių neorganinių druskų, tokių kaip NaCl, KCl ir CaCl₂, buvimas turi reikšmingą įtaką vietinės korozijos susidarymui. Dėl chlorido jonų buvimo padidėja pasyvinio sluoksnio suskaidymas, dėl to padidėja tikimybė, kad laikui bėgant stabiliai didės įtrūkimai. Priešingai, karbonato jonų (CO₃²⁻) buvimas - vandens kietumo ir šarmingumo rodiklis -

padidina plieno paviršiaus apsauginius sluoksnius, dėl kurių sumažėja korozija (Velazquez *et al.*, 2018).

1.4. Apsaugos priemonės nuo korozijos naftos pramonėje

Pagrindiniai metalų apsaugos nuo korozijos būdai yra pasirinkti korozijai atsparias medžiagas gaminant įrangą ir vamzdynus; sukurti korozijai atsparias dangas, metodus ir apdorojimo technologijas paviršiams, kurie būtų atsparūs korozijai; ir sukurti bei naudoti korozijos inhibitorius (Zagidullin *et al.* 2015).

Tradicinius "kovai su korozija" metodus naftos ir dujų pramonėje Javaherdashti ir kt. (2013) suskirstytė į tris kategorijas:

- Specialios paskirties įrangos modifikavimas.
- Korozijos intensyvumo mažinimas (inhibitoriai, katodinė apsauga).
- Tarp sluoksnių sukūrimas tarp medžiagos ir agresyvios aplinkos, siekiant išvengti tiesioginio kontakto (įvairios dangos).

1.4.1. Termocheminis paviršiaus apdorojimas

Daugelio metalų ir lydinių savybės priklauso nuo jo paviršiaus sluoksnių būvio. Sustiprinus (sukietinus) šį sluoksnį, galima pagerinti medžiagos mechanines savybes.

Termocheminis apdorojimas-tai metalo gaminių paviršinių sluoksnių įsotinimas vienu ar keliais elementais, kurio metu pakeičiama paviršinio sluoksnių cheminė sudėtis ir gaunama norima paviršiaus mikrostruktūra bei savybės. Termochemiškai apdirbus metalą, padidėja jo atsparumas dilimui ir aplinkos poveikiui (korozijai, oksidacijai aukštoje temperatūroje, rūgštims)(Czerwinski 2012).

Įzotinimas ir/arba įanglinimas yra tradiciniai termocheminiai paviršiaus apdorojimo metodai, naudojami plieno paviršiams sukietinimui (Hamdy 2011).

Įzotintas nerūdijantis plienas įgyja vis daugiau ir daugiau dėmesio dėl tinkamų mechaninių ir korozinių savybių. Įvairių rūšių įzotintas plienas naudojamas daugelyje sričių, tokiose kaip, energetikos pramonė, laivų statyba, geležinkeliai, chemijos įranga, naftos ir branduolinės pramonės šakos. Azotas, kaip veiksmingas austenitą stabilizuojantis elementas, ne tik gerokai pagerina plieno stiprumą ir lūžių tvirtumą, bet ir padidina taškinės korozijos atsparumą. Įzotinimui reikalingas azotas (3 lygtis), gaunamas terminio skilimo reakcijų metu (Zhang *et al.*, 2016; Vilys *ir kt.* 2007; Shen *et al.* 2006):





Įazotavimo metu azoto atomai prasiskverbia į metalo paviršių, dėl ko padidėja metalo kietumas ir atsparumas korozijai, kas padidina detalės tarnavimo laiką. Kietumas padidėja dėl geležies nitridų susidarymo. (Prakash *et al.*, 2018; Shen *et al.* 2006).

Pagrindiniai įazotavimo metodai yra dujinis, joninis (rusenančio išlydžio) ir įazotinimas skystoje terpėje. Įazotinimas skystoje išlydytų druskų vonioje dažniausiai naudojamas mažaangliui plienų apdoroti, paprastai temperatūroje virš 550 C. (Casteletti *et al.*, 2014; Vilys *ir kt.*, 2007). Aukštos temperatūros grūdinimo terpe yra dažniausiai naudojami natrio ir kalio nitratų- nitritų mišiniai. Paprastai naudojami dviejų arba trijų komponentų šių druskų mišiniai. Lydymosi temperatūra priklauso nuo jų sudėties. (Pranesh Rao *et al.*, 2017). Įazotinto sluoksnio gylis didėja, keliant apdorojimo temperatūrą (Jing *et al.* 2017). Įazotinimas skystoje terpėje žemoje temperatūroje ($\geq 450^\circ \text{C}$) yra viena iš veiksmingiausių ir naudingiausių technologijų nerūdijančiam plieniui, kas sukietina paviršių ir padidina atsparumą erozijai (Zhang *et al.*, 2018).

Kaip teigia Saleh (2013), tarp įvairių paviršiaus apdorojimo būdų, įanglinimas yra patrauklesnis dėl daugybės jo privalumų. Naudojant įanglinimą, galima padidinti detalių naudojimo trukmę, patikimumą ir saugumą.

Įanglinimas yra termocheminis paviršiaus sukietinimo procesas, kuris prisotina medžiagos paviršių, difuzuojant anglies atomams į paviršius esant aukštai temperatūrai. Įanglinimą galima atlikti kietoje, skystoje arba dujinėje terpėje. Įsotinimo terpė vadinama karbiurizatoriumi (Saleh *et al.*, 2013; Vilys *ir kt.*, 2007). Norint pasiekti pakankamą anglies įsiskverbimo gylį, apdorojimas atliekamas 900-950 °C temperatūroje. Tokia anglis susidaro disocijuojant anglies monoksido arba metano dujoms (Czerwinski, 2016):



Įanglinimo eiga priklauso nuo įanglinančios aplinkos sudėties, įanglinimo režimo (temperatūros ir trukmės), įsotinamo metalo sudėties bei sandaros ir nuo tolesnio terminio apdorojimo. Įanglinti gaminiai ataušinami, paskui grūdinami įkaitinant iki 760-780 °C temperatūros ir atleidžiami žemoje temperatūroje (Czerwinski, 2012; Vilys *ir kt.*, 2007).

Karbonitarvimas (įanglinimas ir įazotinimas) atliekamas aukštoje temperatūroje, plieno paviršių įsotinant anglimi ir azotu tuo pačiu metu. Anglies ir azoto pasiskirstymas įsotintame sluoksnyje priklauso nuo proceso temperatūros. Žemesnėje temperatūroje daugiau įsotinama azotu,

esant aukštesnei temperatūrai, vyrauja anglies išotininimas (Czerwinski, 2012; Vilys *ir kt.*, 2007; Wang *et al.*, 2011).

1.4.2. Inhibitorių naudojimas

Organinių inhibitorių panaudojimas dėl patikimumo ir ekonomiškumo yra vienas iš labiausiai praktikoje naudojamų metodų siekiant apsaugoti metalus nuo korozijos naftos ir dujų vamzdynuose. (Askari, 2018; Solmaz, 2006).

Inhibitoriai - tai bipoliariniai organiniai junginiai (skysčiai) su įvairiais heteroatomais: N, P, S, O ir didele molekuline mase (amidai, aminai, heteroalkilinti keturvalenčiai amonio ir fosforo junginiai, didelės molekulinės masės acetiliniai alkoholiai, aldehydai ir kt.). Plėvelę sudarantys inhibitoriai turi didelį paviršinį aktyvumą ir chemiškai absorbuojasi ant visų metalinių paviršių (Esmacilia, 2014; Heydari, 2012). Inhibitoriai su metalo jonais sudaro sunkiai tirpius junginius. Šie junginiai suformuoja apsauginę plėvelę ant metalo paviršiaus ir apsaugo nuo H₂S, NH₃, O₂, CO₂, organinių bei mineralinių rūgščių ir druskų (Salim, 2018). Korozija sulėtėja todėl, kad sumažėja aktyvus metalo paviršius ir sumažėja elektrodinių reakcijų, limituojančių sudėtingą korozijos procesą, aktyvacijos energija (Fawzy *et al.*, 2018). Kaip teigia (Mehdaoui *et al.*, 2016) inhibitoriaus savybės išlieka geros net susidarius emulsijai su vandeniu. Reagento molekulės turi specialias dalis, kurios orientuotos skysčio tekėjimo kryptimi. Šios dalys pritraukia angliavandenilius ir taip sudaro dar vieną barjerą korozijai. Be to, inhibitorius pasižymi geromis plaunamosiomis savybėmis, todėl nuo įrengimu nuvalomos apnašos. (Askari, 2018; Sastri, 2011; Solmaz, 2006; Zaferani *et al.*, 2013).

Efektyvus korozijos inhibitoriai privalo turėti šias savybes (AB „ORLEN Lietuva“, 2010):

1. Maksimaliai apsaugoti nuo korozijos esant minimaliai koncentracijai;
2. Negali trikdyti normalaus technologinio režimo;
3. Negali bloginti produktų kokybės ir neigiamai veikti antrinių perdirbimo procesų metu naudojamų katalizatorių;
4. Turi būti ekologiškai švarūs.

AB „ORLEN Lietuva“ druskingų nuotekų sukeliama korozijai mažinti naudoja organinį inhibitorių CHIMEC 1839, kurio sudėtis yra 70% koncentracijos sunkaus aromatinio tirpiklio ir 15-20% alkil-imidazolino.

Imidazolinai yra dietilenetriamino (DETA) ir riebiųjų rūgščių reakcijų produktas, gaunamas dviem etapais. Riebiosios rūgštys yra veikiamos aukštos 160 °C temperatūros 1-2 valandas ir gaunami amidoamino komponentai. Kaitinant amidoaminus 240 °C temperatūroje 2-4 h gaunamas imidazolinai (Askari, 2018).

Inhibitorius CHIMEC 1839 - yra plėvelę formuojantis korozijos inhibitorius. Naudojant elektrostatinį sukibimą, sudėtingos molekulės formuoja apsauginį sluoksnį ant bet kokio įrenginio

metalinio paviršiaus. Tokios medžiagos gali atskirti metalą nuo vandens fazės ir todėl neleidžia atsirasti korozijai. Susidariusi plėvelė sulėtina korozijos procesą, nes:

- padidėja anodinė arba katodinė poliarizacija (arba abi),
- sumažinama jonų difuziją iki metalo paviršiaus;
- padidėja elektrinė varža tarp metalo ir elektrolito;
- padidinimas vandenilio viršįtampis (Roberge *et al.*, 2006).

CHIMEC 1839 apsaugo nuo korozijos (net sausose zonose), kuri atsiranda dėl HCl, H₂S, O₂, organinių rūgščių, CO₂, HCN poveikio.

CHIMEC 1839 naudojamas įvairių rūšių korozijai ir užtikrina itin mažą korozijos greitį (mažesnę nei 0,1 mm/metus), o reikalingo reagento CHIMEC 1839 kiekis yra mažas. (Шильников *u dp.*, 2016),

Didelę įtaką inhibitoriaus efektyvumui turi aplinkos pH. Kai pH = 4 - 5 (terpė rūgšti), naudojamas didesnės koncentracijos inhibitoriaus tirpalas, nes reikia neutralizuoti terpę. Todėl sumažėja apsauga nuo korozijos bei didėja reagento sąnaudos. Optimali pH reikšmė yra 5,6 – 6,5. Esant žemesnei pH reikšmei kartu su inhibitoriumi naudojamas ir terpės neutralizatorius. Neutralizatoriai - tai mažos molekulinės masės organiniai aminai skirti pH reikšmės padidinimui iki 5,6 – 6,5. Neutralizacijos metu susidarę junginiai yra lakūs, todėl turi mažiau galimybių skilti į HCl ir NH₃. Inhibitorius tiekiamas ten, kur korozija didžiausia (Askari, 2018).

Naudojant imidazoliną kartu su amoniaku pasiekiamas pH 7,5, kas užtikrina gerą žaliavos įrenginio apsaugą. Kitas naudojamas inhibitorius - amino alkil aryl fosfatai lengvųjų angliavandenilių terpėje. Pasirenkant inhibitorių reikėtų atsižvelgti ne tik į korozijos laipsnis, bet ir į kitus veiksnius, pavyzdžiui, neigiamą poveikį naftos perdirbimo įrangos katalizatoriams. (Sastri, 2011).

II. TYRIMO METODAI

2.1. Tyrimo objektas

Tyrimo objektu buvo pasirinktas anglinis S235 plienas, iš kurio gaminamos naftos perdirbimo įmonės AB „ORLEN Lietuva“ kondensato valymo bloko (KVB), elektrinio druskų ir vandens šalinimo bei atmosferinės rektifikacijos procesų įrengimų detalės. Taip pat buvo tiriamas šių procesų metu susidariusių agresyvių terpių-technologinio kondensato (sieringo vandens) ir druskingo vandens poveikis įrenginiams. Atsižvelgiant į įmonės siekius rekonstruoti kondensato valymo bloką, buvo pagamintas sieringo ir druskingo vandens srautų mišinys ir tiriamas jo poveikis plienui S235. Buvo vertinamas inhibitoriaus veiksmingumas druskingo vandens, vandens mišinio terpėse.

Kondensato valymo bloke (KVB) valomas katalizinio krekingo ir dar kai kurių kitų procesų metu susidaręs technologinis kondensatas.

Elektrinio druskų ir vandens šalinimo bei atmosferinės rektifikacijos įrengimų kombinuoto įrenginio LK-2 100-ojoje sekcijoje vykdomas elektrinis druskų ir vandens šalinimas iš naftos ir atmosferinė rektifikacija, kurios metu gaunama:

- nestabili lengvoji frakcija;
- stabili benzininė frakcija;
- žibalinė frakcija;
- dyzelinė frakcija;
- mazutas - mazuto giluminio perdirbimo įrenginio žaliava.

Elektrinio nudruskinimo procese dalis druskingo vandens iš įrenginio nukreipiama į LK-1 100-ąją sekciją naftos pašildymui, o kita dalis, po ataušinimo, į nuotėkų valymo įrenginius.

Iš atmosferinės rektifikacijos kolonų viršaus išvestas vandens garo, ir benzino frakcijų garų mišinys ataušinamas ir sukondensuojamas oriniuose bei vandeniniuose aušintuvuose. Susidaręs kondensatas surenkamas atskirose talpose, kuriose vanduo atsiskiria nuo benzinių frakcijų dėl tankių skirtumo ir iš talpos apačios drenuojamas į pramoninę kanalizaciją.

Pagrindiniai komponentai, korozijos aktyvatoriai, susidarantys šių procesų įrengimuose yra sieros vandenilis (H_2S), amoniakas (NH_3) ir vandenilio chloridas (HCl).

Buvo tiriamas šių procesų metu susidariusių agresyvių terpių-technologinio kondensato (sieringo vandens), druskingo vandens ir jų mišinio korozijos poveikis plienui S235.

2.1.1. Technologinio kondensato valymo technologija

Naftos perdirbimo įmonėje katalizinio krekingo ir dar kai kurių kitų procesų metu susidaro technologinis kondensatas (sieringas vanduo), turintis savyje H_2S ir NH_3 , iš atskirų technologinių įrenginių surenkamas buferinėje talpoje, nukreipiamas į technologinio kondensato valymo bloką

pirminiam valymui. Technologinio kondensato valymo procesas vyksta nepertraukiamai ir susideda iš dviejų stadijų:

- vandenilio sulfido (sieros vandenilio) išgarinimo iš technologinio kondensato, kuris vykdomas H₂S išgarinimo kolonoje;
- amoniako išgarinimo iš technologinio kondensato, kuris vykdomas amoniako išgarinimo kolonoje.

Išvalytas technologinis kondensatas siurbliais per orinius aušintuvus išvedamas iš įrenginio į naftos elektrinio nudruskinimo procesą, kuriame panaudojamas žaliai naftai praplauti arba į vandens valymo įrengimų vandens valymo sistemą, drauge su druskingomis nuotekomis iš atmosferinės rektifikacijos įrenginio elektronų-druskinimo bloko.

Kondensato valymo bloko (KVB) žaliava yra technologinis kondensatas tiekiamas iš komplekso KT-1/1 sekcijų S-001, S-100, S-200/300 (įrenginių Nr. 1, Nr. 2, Nr. 3) bei iš kompleksų LK-1 ir LK-2 sekcijų S-300. Technologinio kondensato srautų šaltiniai, kiekiai ir savybės pateiktos 5 priede.

Technologinio kondensato srautai surenkami buferinėje talpoje T-209. Be šių nurodytų srautų į talpą T-209 patenka recikliniai kondensato valymo bloko srautai iš talpos T-210, kolonos SP-205/2 ir separatorių SP-205/3, SP-205/4. (žr. schemą 6 ir 7 priede).

Talpoje T-209 nusistovėjimo būdu iš technologinio kondensato atskiriamos kietos dalelės, dujos ir naftos produktai. Kietos dalelės kaupiasi talpos T-209 dugne, susidariusių lengvųjų angliavandenilių dujinė fazė nukreipiama į mažo slėgio fakelinę sistemą, o skysti angliavandeniliai, dėl tankių skirtumo, nusistovi technologinio kondensato viršuje.

Iš talpos T-209 kondensatas patenka į siurblio S-212/1,R įvadą. Technologinis kondensatas iš siurblių S-212/1, išskirstomas į du srautus. Vienas srautas per debitmatį ir temperatūros reguliavimo vožtuvą, kuris reguliuoja temperatūrą K-204 virš 16-osios lėkštės (palaikoma 80-85°C ribose) paduodamas į koloną K-204, tarp 1-osios ir 2-isios įkrovų. Antrasis srautas per debito reguliavimo vožtuvą paduodamas į šilumokaitį TK-206, kuriame pašildomas technologiniu kondensatu iš kolonos K-203. Technologinis kondensatas iš TK-206 paduodamas į šilumokaitį TK-207, kuriame pašildomas technologiniu kondensatu iš K-204. Pašildytas technologinis kondensatas iš TK-207 paduodamas į K-204 po 2-osios įkrovos sluoksniu.

Esant 6 bar slėgiui, kolonoje K-204, turinčioje 15 vožtuvinių lėkščių ir du įkrovų sluoksnius vyksta vandenilio sulfido išgarinimas iš technologinio kondensato.

Viršutinė įkrovos sekcija kolonoje K-204 reikalinga amoniako priemaišų atskyrimui iš vandenilio sulfido srauto. Temperatūros reguliavimui iš talpos T-210 šaltas, išvalytas kondensatas, siurbliu S-212/2, paduodamas į kolonos K-204 viršutinę dalį. Kondensatas K-204 apačioje kaitinamas šilumokaičiu TK-208.

Amoniakų dujų transportavimui į K-204 gali būti paduodamas nedidelis kiekis sausų dujų iš K-203. Vandenilio sulfidas turintis iki 1 % masės vandens garo ir iki 0,1 % masės amoniako, iš kolonos K-204 viršaus per slėgio reguliavimo vožtuvą sumaišomas su sausomis dujomis iš K-305 ir patenka į separatorių SP-205/3, kuriame nuo dujų atskiriamas išneštas technologinis kondensatas.

Kolonos apsaugai nuo leistino slėgio viršijimo K-204 viršuje sumontuotas apsauginis vožtuvas, kuris nukreipia dujas į didelio slėgio fakelinę sistemą. Iki apsauginio vožtuvo sumontuota apsauginė membrana sauganti vožtuvą nuo esančios agresyvios dujinės fazės nuolatinio veikimo.

Iš separatoriaus SP-205/3 viršaus vandenilio sulfidas ir angliavandenilinės dujos patenka į koloną K-105 (dujų valymas monoetanolamino tirpalu).

Nuo vandenilio sulfido išvalytas technologinis kondensatas iš kolonos K-204 apačios patenka į šilumokaitį TK-207, kuriame aušinamas neišvalytu kondensatu ir išskirstomas į du srautus. Pirmasis srautas paduodamas į orinį aušintuvą AO-203/1, antrasis – praėjęs temperatūros reguliavimo vožtuvą TV-2011-4 susimaišo su išeinančiu iš AO-203/1 ataušintu pirmu srautu. Bendras kondensato srautas 60-70 °C temperatūros patenka į koloną K-203 ant 26-osios lėkštės. Kolonoje K-203, esant 1,9-2,1 bar slėgiui, iš technologinio kondensato išgarinamo amoniakas ir vandenilio sulfido likučiai.

Kolonos K-203 trys viršutinės lėkštės drėkinamos cirkuliaciniu srautu. Nuo 28-osios lėkštės kondensatas patenka į separatorių SP-205/1. Atsiskyrusios nuo kondensato dujos iš SP-205/1 gražinamos į K-203. Dalinis, kolonos K-203, viršutinio drėkiklio nuvedimas leidžia sumažinti vandenilio sulfido kiekį amino junginių sraute. Vandenilio sulfidas atskiriamas kolonoje K-204.

Išvalytas amoniakas ir vandens garai iš kolonos K-203 viršaus per sumontuotą slėgio reguliavimo vožtuvą, patenka į separatorių SP-205/4, kuriame nuo dujų atskiriami iš kolonos K-203 dujų srauto atnešti vandens likučiai. Kolonos K-203 viršuje, apsaugai nuo leistino slėgio viršijimo, sumontuotas apsauginis vožtuvas, kuris nukreipia dujas į didelio slėgio fakelinę sistemą. Iki apsauginio vožtuvo sumontuota apsauginė membrana, sauganti vožtuvą nuo kolonoje K-203 esančios agresyvios dujinės fazės nuolatinio poveikio.

Atsiskyręs amoniakas iš SP-205/4 paduodamas sudeginimui į krosnį KR-102. Kondensatas iš SP-205/4 per lygio reguliavimo vožtuvą gražinamas į talpą T-209.

Iš kolonos K-203 apačios išvalytas technologinis kondensatas patenka į rekuperacinį šilumokaitį TK-206, kuriame atiduoda šilumą neišvalytam kondensatui, po to papildomai aušinamas oriniuose aušintuvuose AO-203/2, 3 ir per lygio (K-203 apačioje) reguliavimo vožtuvą patenka į talpą T-210.

Į skruberio SP-205/2 apatinę dalį patenka dalis garų srauto iš šilumokaičio TK-210. Taip vyksta amoniako ir sieros junginių išgarinimas iš į skruberį tiekiamo technologinio kondensato.

Vandens garų, amoniako, vandenilio sulfido srautas iš skruberio SP-205/2 viršaus per slėgio reguliavimo vožtuvą patenka į orinį aušintuvą AO-203/1, kuriame ataušta, kondensuojasi ir po to nuvedamas į talpą T-209 arba į siurblio S-212/1, R įvadą.

Iš skruberio SP-205/2 apačios išvalytas technologinis kondensatas su nedideliu kiekiu amoniako bei vandenilio sulfido nuvedamas į orinį aušintuvą AO-203/1 ir po to į talpą T-210. Čia jis susimaišo su labiau išvalytu kondensato srautu iš kolonos K-203 (AB „ORLEN Lietuva“, 2012).

Vamzdynai daugiausia gaminami iš paprasto, kokybiško anglinio konstrukcinio plieno.

2.1.2. Elektrinio nudruskinimo procesas

Naftoje, kuri tiekiamą į naftos perdirbimo produktų gamyklą, yra:

1. Vandens su jame ištirpusiomis druskomis (natrio, kalcio, magnio chloridai; kalcio, magnio karbonatai);
2. Kietųjų medžiagų: geležies oksido, geležies sulfido, vandenyje netirpių kalcio druskų ir kiti;
3. Deguonies, sieros ir azoto junginių.

Elektrinis druskų ir vandens šalinimo iš naftos (elektrinio nudruskinimo) procesas vykdomas pagal dviejų pakopų schemą (žr. 8 ir 9 schemą priede) ir skirtas pašalinti kuo didesnę druskų ir vandens kiekį iš naftos. Proceso esmė ta, kad klampos sumažinimui pašildyta, iki 140 °C, nafta sumaišoma su vandeniu iš talpos T-127 druskų plovimui. Gėlo vandens taupymo tikslais procese naudojamas technologinis kondensatas ir/arba išvalytos pramoninės-lietaus nuotekos. Emulsijos suardymas ir vandens atskyrimas vykdomas pirmos pakopos ED-101 ÷ 105 ir antros pakopos ED-106 ÷ 110 elektrodehidratoriuose (žr. 8 ir 9 schemą priede), kuriuose veikiant aukštos įtampos elektriniu lauku, temperatūra ir deemulsikliu smulkūs vandens lašeliai susijungia į didesnius, o pastarieji sunkio jėgos veikiami leidžiasi žemyn.

Vanduo su ištirpusiomis druskomis nusėda apatinėje elektrodehidratoriaus dalyje, o nudruskinta nafta lieka viršuje. Druskingas vanduo iš ED-106÷110 apačios tiekiamas į talpos T-127 apačią. Šioje talpoje atskiriama plovimo vandenyje likusi nafta. Atskirta nafta per talpos T-127 viršų nukreipiama į naftos srautą iš elektrodehidratoriaus ED-103.

Druskingas vanduo iš ED-101÷105 apačios nukreipiama į talpos T-109 apačią. Ši talpa veikia kaip separatorius, t. y. joje atskiriamos fazės vanduo ir nafta. Nafta per talpos viršų tiekiamą į elektrodehidratoriaus ED-103 apačią. Čia vyksta papildomas naftos atskyrimas nuo vandens (kaip ir T-109). Atsiskyres vanduo iš elektrodehidratoriaus ED-103 apačios savitaka nukreipiama į kanalizaciją. Į naftos srautą iš T-109 į ED-103 tiekiamą nafta iš naftos tiekimo į ED-101 vamzdžio. Nafta iš ED-103 kartu su nafta iš T-127 ataušinta vandens aušintuve AV-105 nukreipiama į siurblių S-101÷103a įvadą.

Dalis druskingų nuotėkų (105÷115° C) iš T-109 nukreipiama į LK-1 100-ąją sekciją gaudyklinės naftos pašildymui, o kita dalis - į orinius aušintuvus AO-113÷116a. Ataušintos druskingos nuotėkos išvedamos iš įrenginio į nuotėkų valymo įrenginius.

Kad greičiau vyktų emulsijos suardymo procesas ir būtų geresnis fazių atskyrimas, naudojami specialūs reagentai, deemulsikliai.

Nudruskinta ir nuvandeninta nafta išvedama į atmosferinės rektifikacijos procesą (AB „ORLEN Lietuva“, 2010).

2.1.3. Atmosferinės rektifikacijos procesas

Nafta iš elektrinio nudruskinimo bloko dviem srautais tiekama į antrosios grupės šilumokaičių vamzdinę ertmę. Pirmasis srautas teka šilumokaičių TK-108, 109, o antrasis - TK-107, 101 vamzdine ertme. Vėliau dalis naftos nukreipiama trečiu srautu, kuris sudarytas iš dalies pirmo srauto naftos ir iš dalies antro srauto naftos teka TK-111/1 ir TK-111/2 vamzdine ertme. Pašildyta nafta nukreipiama į benzino išgarinimo koloną K-101, kur išgarinama didžioji dalis benzino frakcijos (žr. 10 schemą priede). Į naftos srautą iš antrosios grupės šilumokaičių tiekiamas 1÷2% NaOH tirpalas dalinei HCl neutralizacijai. Šviežio šarmo taupymo tikslais procese naudojamas jau naudotas šarmas iš kitų gamyklos įrenginių.

Iš nubenzininimo kolonos kubo, nubenzininta nafta krosnyse įkaitinama iki 365°C ir paduodama į atmosferinės rektifikacijos koloną K-102 ant 5-osios lėkštės (žr. 11 schemą priede).

Galimi du atmosferinės rektifikacijos bloko darbo būdai: sumaišymo būdas, kai žibalo hidrovalymo proceso žaliava gaunama sumaišant frakcijas 140-180°C ir 180-230°C; ir frakcinis būdas, kai žibalo hidrovalymo proceso žaliava gaunama pirmajame stripinge.

Kolonai dirbant frakciniu būdu, mazutas – atmosferinės kolonos K-102 apatinis produktas – trimis srautais tiekiamas į antrosios grupės šilumokaičių TK-111, TK-110, TK-112, TK-102, TK-111/2, TK-111/1 tarpvamzdinę ertmę. Mazuto srautai susijungia į vieną, kuris ataušintas aušintuvuose AO-119÷123a iki 120°C nukreipiamas į vakuuminės rektifikacijos įrenginį kaip žaliava, minimalus mazuto kiekis nukreipiamas cirkuliacijai į prekių-žaliavų cecho tarpinius rezervuarus. Žibalo frakcija (230-290) °C ir frakcija (290-380) °C iš pagrindinės rektifikacijos kolonos išvedamos į tris stripingo sekcijas lengvųjų frakcijų nugarinimui. Mazutu pašildyta nafta, iš kurios dalinai išvalyti druska ir vanduo, tiekama į K-101.

340 °C temperatūros sunkaus dyzelino frakcijos 300-420 °C srautas iš kolonos K-102 nuo 12-tos lėkštės tiekiamas į sunkaus dyzelino stripingo kolonos K-105 viršutinę dalį, virš paskirstymo lėkštės. Iš apatinės stripingo kolonos K-105 dalies stabilus sunkus dyzelinas tiekiamas į siurblius S-183, 184. Siurbliais S-183, 184 stabilus sunkus dyzelinas tiekiamas į šilumokaičio TK-106/1 tarpvamzdinę ertmę, kur yra atšaldomas naftos srautu iš S-101-103a iki 35-40 °C temperatūros.

Dyzelino frakcija 290-350 °C nuo kolonos K-102 16-tos lėkštės tiekama į stripingo koloną K-103/3 lengvųjų frakcijų išgarinimui. Lengvoji frakcija išvedama per kolonos K-103/3 viršų į oro aušintuvą AK-119.

Dyzelino frakcija 290-350 °C iš kolonos K-103/3 apačios siurbliais S-122, 123 tiekama į šilumokaičių TK-107 ir TK-106/2 tarpvamzdinę ertmę. Toliau frakcija 290-350 °C per filtrus F-103 ir F-103/1 nukreipiama į sumaišymo mazgą maišymui su frakcija 230-290 °C.

Dyzelinė frakcija 230-290 °C išvedama iš kolonos K-102 nuo 24, 26 ir 28 lėkščių į kolona K-103/2 lengvųjų frakcijų išgarinimui. Dalis stripingo kolonoje K-103/2 išgarintos lengvosios frakcijos per kolonos viršų nukreipiama į K-102 ant 29 lėkštės, o kita dalis į aušintuvą kondensatorių AK-119.

Dyzelinė frakcija 230-290 °C iš kolonos K-103/2 apačios siurbliais S-120 (S-121) per TK-104 tiekama į orinius aušintuvus AO-112 ir AO-111.

Po sumaišymo gauta pirminės distiliacijos dyzelino frakcija 230-350 °C gali būti tiekama į rezervuarus RZ-88, 89. Frakcija 140-230 °C išvedama iš kolonos K-102 nuo 38, 40, 42 lėkščių į stripingo koloną K-103/1 lengvųjų frakcijų išgarinimui.

Dalis stripingo kolonoje K-103/1 išgarintos lengvosios frakcijos per kolonos viršų nukreipiama į aušintuvą kondensatorių AK-119, o kita dalis į kolona K-102 ant 43 lėkštės. Žibalinė frakcija iš kolonos K-103/1 apačios siurbliais S-114 (S-121) nukreipiama į šilumokaičio TK-104/1 tarpvamzdinę ertmę, o vėliau į orini aušintuvą AO-101 ir AO-111, kur ataušinama iki 60 °C ir pumpuojama iš įrenginio į tarpinius rezervuarus PŽC arba (ir) LK-2 S-300/2.

Per kolonos K-102 viršų išvedami vandens, nestabilios benzino frakcijos garai ir AVD. Į distiliato išvedimo vamzdį tiekiami: siurbliu S-6 iš T-12 inhibitoriaus benzino tirpalas ir siurbliu S-4 iš T-11 neutralizatoriaus benzino tirpalas. Reagentai skirti kondensavimo įrengimų apsaugai nuo korozijos.

AVD, vandens ir nestabilios benzino frakcijos garų mišinys patenka į aušintuvus kondensatorius AK-106÷110, 109a ir 110a, AO-129/1,2.

Nestabili benzino frakcija, vandens garų ir AVD mišinys iš aušintuvų kondensatorių nukreipiamas per vandens aušintuvą AV-104 ir ataušintas iki 70 °C patenka į talpa T-102. Talpa T-102 skirta nestabilios benzino frakcijos atskyrimui nuo vandens ir AVD. Vanduo iš talpos apačios drenuojamas į pramoninę kanalizaciją.

Dalis nestabilios benzino frakcijos iš talpos T-102 siurbliais S-112, 112a ir 113 tiekama į T-103 (per AV-118), o kita dalis į koloną K-102 ant 51-osios lėkštės kolonos drėkinimui.

Dirbant kolonai K-102 sumaišymo būdu apatinio ir viršutinio produktu srautų schemos yra tokios pačios, kaip ir dirbant frakciniu būdu. Gaminant produktus sumaišymo būdu gaunamos tokios K-102 šoninės frakcijos:

1. Iš K-102 nuo 38, 40, 42 lėkščių į stripingo koloną K-103/1 išvedama frakcija 140-180 °C.

2. Iš K-102 nuo 24, 26, 28 lėkščių į stripingo koloną K-103/2 išvedama frakcija 180-230 °C

3. Iš K-102 nuo 12, 16 lėkščių į stripingo koloną K-103/3 išvedama frakcija 230-350 °C.

Garų srautai išvedami iš trijų stripingo sekcijų ir sukondensuojami oriniame aušintuve. Kondensatas surenkamas talpoje ir siurbliu gražinamas į pagrindinę rektifikacijos koloną.

Žibalinė frakcija iš stripingo kolonos apačios siurbliais per aušintuvus ir filtrus tiekama į žibalo hidrovalymo įrenginį arba tarpinius rezervuarus.

Benzino frakcija iš nubenzininimo kolonos tiekama į LK2 komplekso benzino hidrovalymo talpą N-101, o benzinas iš atmosferinės kolonos gali būti nukreiptas į N-101 arba į tarpinį benzino rezervuarą Rz-84.

Į atmosferinės ir nubenzininimo kolonų viršutinio nuvedimo vamzdynus tiekiami inhibitoriaus ir neutralizatoriaus benzininiai tirpalai. Reagentai yra skirti vamzdynų metalo ir kondensatorių - aušintuvų apsaugai nuo korozijos (AB „ORLEN Lietuva“, 2010).

2.1.4. Kondensato valymo bloko modernizacija

Naftos perdirbimo versle – modernizacija yra vienas iš svarbiausių dalykų, kuri leidžia pasiekti aukščiausią gaminamų produktų kokybę, išlaikyti milžinišką konkurenciją ir užtikrinti esamo verslo perspektyvą.

Pagrindinės AB “ORLEN Lietuva” technologinės plėtros kryptys yra šios:

1. Šviesių naftos produktų išeigos didinimas.
2. Žaliavų naftos chemijai gamyba.
3. Energijos efektyvumo gerinimas.
4. Maržos didinimas.
5. Atitikimas produktų kokybės ir aplinkosaugos reikalavimams (Modernizacija...2018).

Padidinus technologinio kondensato valymo bloko našumą, į kurį, be technologinio kondensato (sieringo vandens), papildomai būtų tiekiami druskingi vandens srautai (pateikiami.5 priede), būtų panaudojamas didesnis kiekis vandens technologiniams procesams, neišleidžiant jo į nuotekas. Šiuo metu išvalytos gamybinės nuotekos saugomos naftos perdirbimo produktų gamyklos atviruose tvenkiniuose-sukauptuvuose, kuriuose vyksta savaiminis apsivalymas ir iš jų, periodiškai, nukreipiami į paviršinius vandens telkinius. Numatomi ir esami technologinio vandens srautai kondensato valymo bloke pavaizduoti 12 priede. Dabartinis kondensato valymo bloko našumas yra 58,7 m³/h, numatomas – 139,1 m³/h.

2.2. AB „ORLEN Lietuva“ korozijos kontrolė

AB „ORLEN Lietuva“ vamzdynai, talpyklos ir jų dugnas yra periodiškai tikrinami, kad būtų išvengta korozijos pasekmių, pavojingos cheminės medžiagos nepatektų į aplinką.

2.2.1. Slėginių indų korozijos kontrolė

Slėginiams indams pagal nustatytus reikalavimus, turi būti atlikti tokie periodiniai techninės būklės tikrinimai:

- veikiančio indo patikrinimas;
- naudojant ARL QuantoDesk optinį spektrometrą hidraulinis bandymas.

Indų techninės būklės tikrinimo tikslas - nustatyti, ar indai gali iki kito patikrinimo patikimai veikti esamomis jų naudojimo sąlygomis, atsižvelgiant į jų korozinio bei mechaninio dėvėjimosi laipsnį, darbo valandų (ciklų) skaičių, nustatyti kito patikrinimo terminus.

Indų išorinės ir vidaus apžiūros metu turi būti nustatyti ir įvertinti visi neleistini defektai, mažinantys indo stiprumą. Ypatingas dėmesys turi būti atkreiptas į šiuos galimus defektus:

- indo paviršiuose - į plyšius, įtrūkius, sienelių koroziją (ypač užlenkimo ir išpjovimo vietose), išpūtimus, pūpsnius (dažniausiai induose su gaubtu, taip pat ugnimi arba elektra kaitinamuose induose), tuštumas (lietuose induose):

- suvirinimo siūlėse - į suvirinimo defektus, įtrūkimus, išsėdinimus;
- induose su apsaugotais nuo korozijos paviršiais - į išklojos suirimus, jos plytelių sluoksnių nesandarumus, gumuotos, švininės arba kitokios dangos įtrūkius, emalio nuskilimus, metalinių interpų įtrūkius ir pūpsnius. indo sienelių metalo defektus pažeistose apsauginės dangos vietose.

Registruojamų indų periodiniai techninės būklės tikrinimai atliekami indų gamintojo nustatytais terminais arba terminais, nurodytais 2 lentelėje.

2 lentelė. Slėginių indų techninės būklės tikrinimo periodiškumas (AB "ORLEN Lietuva" 2010).

Indų klasė	Didžiausia leidžiamojo slėgio ir tūrio sandauga, bar x l	Talpa, l	Periodinis veikiančio indo patikrinimas	Periodinė vidaus ir išorės apžiūra
Pirmoji	$P(s) \times V > 500$	$V > 25$	kas 2 metai	kas 4 metai
Antroji	$P(s) \times V > 10000$	$V > 1000$	kas 2 metai	kas 8 metai

Indo elementų sienelių korozijos (storių) kontrolė vykdoma kartu su indo vidaus apžiūra. Sienelės storis matuojamas visiems slėgio veikiamiems elementams ir plakiruojančiam sluoksniui (jeigu indas tokį turi), kaip nurodyta indo korozinės kortelės schemoje. Papildomai gali būti kontroliuojamas sienelės storis vidaus apžiūros metu pastebėtose labiausiai korozijos paveiktose

vietose. Jeigu indui reikalinga atlikti stipruminį skaičiavimą ar techninį įvertinimą, matavimai atliekami ir kitose vietose:

- numanomose terpės fazių skaidymosi ir agresyvosios terpės kontakto su sienele vietose;
- induose su vientisa terpės faze - apatinėje korpuso dalyje;
- korpuso labiausiai įtemptose vietose (atvamzdžių sustiprinimo zonoje, zonoje virš atramų, dugnų didžiausio išlinkimo zonoje, horizontalių indų vidurinėje juostoje).

Pagal gautus kiekvieno elemento storių matavimo rezultatus nustatomas kiekvieno elemento korozijos greitis ir apskaičiuojamas eksploatacijos resursas, įvertinant tik elementų suplonėjimą dėl korozijos. Sielės storio matavimo rezultatai ir apskaičiuotas resursas su taškų išdėstymo schemomis pateikiami korozinėje kortelėje ir saugomi kartu su indo techniniais dokumentais (pasu) visą indo naudojimo laiką.

Indo elementų sielės storio matavimai atliekami pagal įgaliotos įstaigos parengtą indų techninės būklės vertinimo metodiką, ultragarsiniu ir radiografiniu metodu.

2.2.2. Slėginių vamzdynų korozijos kontrolė

Vamzdynų techninės būklės tikrinimų apimtys, metodai ir periodiškumas yra nustatomi pagal slėginių vamzdynų naudojimo taisykles ir vamzdynų naudojimo paskirtį.

AB „Orlen Lietuva“ vamzdyno techninės būklės patikrinimai yra atliekami:

1. sumontavus naują vamzdyną – tikrinama techninė dokumentacija, atliekama išorinė apžiūra, bandymas stiprumui, nustatoma terpės cheminė sudėtis, ultragarsiniu metodu atliekami visų naujai sumontuotų elementų sielės storio matavimai;
2. neeilinis tikrinimas – po avarių, rekonstravimo ar remonto, ilgalaikių (daugiau kaip 12 mėnesių) prastovų – atliekama išorinė apžiūra, bandymas stiprumui ir nustatoma cheminė sudėtis ;
3. periodiškai – atliekamas, išsamus techninis patikrinimas.

Slėginių vamzdynų periodiniai techninės būklės tikrinimai atliekami vamzdynų gamintojo nustatytais terminais arba terminais, nurodytais 3 lentelėje. (AB "ORLEN Lietuva" 2010).

Veikiančio vamzdyno tikrinimas (VVT) – vamzdyno sandarumo tikrinimas atliekamas vamzdyno darbo metu, siekiant nustatyti saugos ir reguliavimo įtaisų, kontrolės-matavimo prietaisų veikimą, bendrą vamzdyno, armatūros, dangų ir izoliacijos būklę, kontroliuoti naudojimo instrukcijų laikymąsi ir kitus su vamzdyno naudojimu susijusius klausimus.

Išsamus vamzdyno techninės būklės tikrinimas (IVT) – vamzdyno patikrinimas atliekamas panaudojant vizualines bei kitas neardomosios kontrolės priemones, atliekamas siekiant nustatyti vamzdyno bei jo elementų techninę būklę, elementų charakteristikų kitimą ilgalaikės eksploatacijos

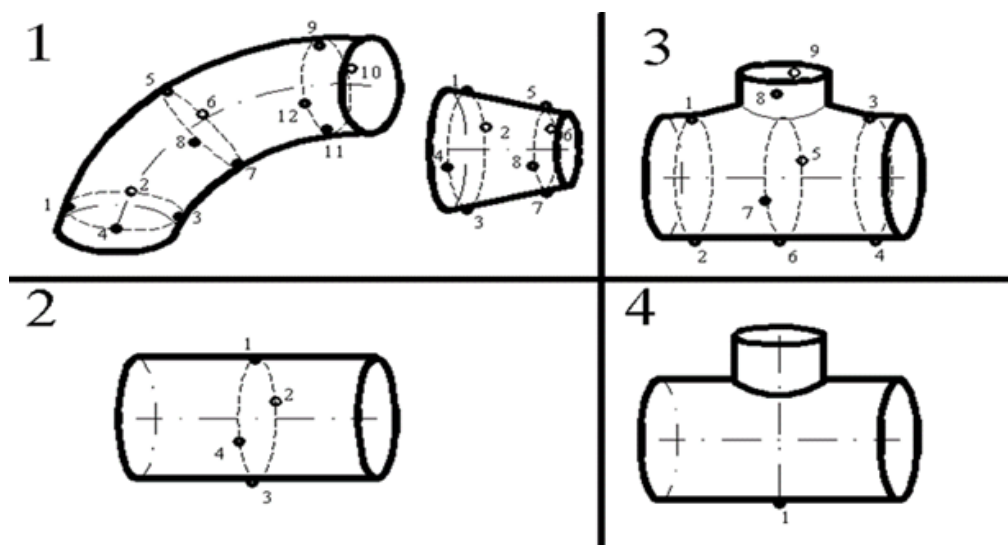
metu (AB „ORLEN Lietuva“ 2010). Pagrindiniai IVT neardomosios kontrolės metodai yra ultragarsinis ir radiografinis profilineis vamzdyno elementų sienelių storių matavimas.

3 lentelė. Vamzdynų techninės būklės tikrinimų periodiškumas (AB "ORLEN Lietuva" 2010)

Medžiagų grupė	Parametrai $P_d \times DN$	Veikiančio vamzdyno tikrinimas		Išsamus vamzdynų techninės būklės tikrinimas	
		Korozijos greitis > 0,5mm/metus	Korozijos greitis ≤ 0,5mm/metus	Korozijos greitis > 0,5mm/metus	Korozijos greitis ≤ 0,5mm/metus
1	$P_d > 1000$	1 kartą per metus	1 kartą per 2 metus	1 kartą per 2 metus	1 kartą per 4 metus
1	$P_d \leq 1000$	1 kartą per 2 metus	1 kartą per 4 metus	1 kartą per 4 metus	1 kartą per 6 metus
2	neatsižvelgiant į parametrus	1 kartą per 4 metus		1 kartą per 6 metus	

Atliekant vamzdynų ultragarsinius sienelių storio matavimus būtina atsižvelgti į galimą intensyvesnę korozinį susidėvėjimą tam tikrose vamzdyno zonose ir patikrinti sudėtingiausiomis sąlygomis eksploatuojamas detales ar mazgus (AB „ORLEN Lietuva“ 2010).

Matavimai turi būti atliekami vamzdyno elementų tam tikrose vietose, kaip parodyta 7 paveiksle:



7 pav. Vamzdynų taškai, kuriuose atliekami reguliarūs matavimai. 1 – alkūniniam 90° ir perėjimo sujungimui, 2 – paprastam vamzdžiui, 3 – trišakiui, 4 – atvamzdžiui (AB "ORLEN Lietuva" 2010)

Nustačius ribines sienelės storio reikšmes, kurios turi įtakos vamzdyno saugiai eksploatacijai, viename ar keliuose to paties elemento matavimo taškuose, turi būti padidintas (du kart) tų pačių elementų ar tam tikrų mazgų/zonų sienelės storio matavimų skaičius. Pakartotinai aptikus ribines sienelės storio reikšmes, kai sienelės suplonėjimui įtakos turėjo korozinė/erozinė vamzdyno vidaus ir (arba) išorės aplinka, tikrinami visi nematuoti elementai ar jų mazgai/zonos.

Atlikus sienelės storio matavimus, gauti rezultatai suvedami į vamzdynų techninės dokumentacijos bylą. Jei paaiškėja, kad sienelės suplonėjimo priežastis yra mechaninio pobūdžio, t. y. valcavimo, šlifavimo, lenkimo ar kito mechaninio apdorojimo metu susidarę defektai ar trūkumai, matavimų skaičius nedvigubinamas. Šiuo atveju tikrinami visi tapatūs bei panašūs elementai ar jų mazgai/zonos, kuriose galimi pasikartojantys defektai. Matavimai atliekami jautriose vamzdynų vietose – ties vamzdžių alkūnėmis, suvirinimo vietose, perėjimuose (AB „ORLEN Lietuva“ 2010).

2.3. AB“ORLEN LIETUVA“ korozijos tyrimų analizė

AB „ORLEN Lietuva“ sienelių storio matavimų analizei buvo pasirinkti vamzdynai ir slėginiai indai pagaminti iš anglinio plieno:

1. Naftos atmosferinės rektifikacijos technologinio proceso slėginio indo T-102 sienelės storio matavimai;
2. Kondensato buferinės talpos T-209 sienelės storio matavimai;
3. GP-1, LK-2, S-100-osios sekcijos slėginio vamzdyno Nr. v.121/7 detalių sienelės storio matavimai;
4. GP-1, LK-2, S-100-osios sekcijos slėginio vamzdyno Nr. v.121/2 detalių sienelės storio matavimai;
5. GP-1, LK-2, S-100-osios sekcijos slėginio vamzdyno nr.v.121/3 detalių sienelės storio matavimai;
6. GP-1, LK-2, S-100-osios sekcijos slėginio vamzdyno Nr. v.121/8 detalių sienelės storio matavimai;

Vamzdyno detalių sienelės storio matavimai atlikti ultragarsiniu ir radiografiniu metodu.

1. Naftos atmosferinės rektifikacijos technologinio proceso slėginio indo T-102 techninė charakteristika:

Talpa T-102 skirta nestabilios benzino frakcijos atskyrimui nuo vandens ir angliavandenilinių dujų mišinio. Druskingas vanduo iš talpos apačios drenuojamas į pramoninę kanalizaciją. Talpos tūris 172 m³, skersmuo 3800 mm, ilgis 14770 mm. Talpos korpusas pagamintas iš anglinio plieno R52, kurio cheminė sudėtis procentais pateikta 4 lentelėje.

4 lentelė. Plieno R52 cheminė sudėtis.

C%	Si%	Mn%	P%	S%	Cr%	V%	Cu%	Al%
>0,18	0,17-0,45	1,05-1,65	0,035	0,035	>0,30	>0,15	0,30	>0,025

Darbiniai parametrai: didžiausias leistinas slėgis 5,92 atm, didžiausia leistina temperatūra 45°C, pH 5,6-6,5. Apskaičiuotas bendras vidutinis korozijos greitis - 0,037 mm/metus. Tyrimui pasirinkti skirtingose korpuso vietose atlikti sienelių storio matavimai (formuliaras pateiktas 15 priede) ir pagal

apskaičiuotą korozijos greitį buvo pasirinktos matavimo vietos, kuriose korozijos greitis $KG > 0$. Slėginio indo T-102 sienelės storių matavimo schema pateikta 16 priede.

Korozijos greitis viršija korozijos greičio normą korpuso krijoje (Nr. 4, 5, 33 matavimo vietos). Didelis korozijos greitis nustatytas korpuso dugne (Nr. 8, 12, 13, 16, 17 matavimo vietos). Taip pat didelis korozijos greitis nustatytas sujungimuose su atvamzdžiais (Nr. 39, 40, 81, 91 matavimo vietos), korpuso dugno atvamzdžio susiaurėjime (Nr. 43, 44 matavimo vietos).

Korozijos greičiai ir pagal 1 formulę paskaičiuotas likęs sąlyginis T-102 indo elemento eksploataavimo laikas pateikti 5 lentelėje.

5 lentelė. Korozijos greičiai ir likęs sąlyginis indo T-102 elementų eksploataavimo laikas

Matavimo vietos Nr.	Medžiagos pavadinimas	Korozijos greitis, mm/metus	Likęs eksploataavimo laikas, metai
4	Korpuso krija	0,22	12,7
5	Korpuso krija	0,24	11,7
8	Korpuso dugnas	0,19	12,6
12	Korpuso dugnas	0,17	11,8
13	Korpuso dugnas	0,17	11,8
16	Korpuso dugnas	0,17	12,9
17	Korpuso dugnas	0,17	13,5
33	Korpuso krija	0,23	12,6
39	Korpuso atvamzdis, $D_{iš}$ -500 mm	0,13	26,2
40	Korpuso atvamzdis, $D_{iš}$ -500 mm	0,1	39,0
43	Korpuso dugno atvamzdis	0,12	22,5
44	Korpuso dugno atvamzdis	0,07	40,0
81	Korpuso atvamzdis, $D_{iš}$ -50 mm	0,13	20,8
91	Korpuso atvamzdis, $D_{iš}$ -300 mm	0,12	51,7

2. Kondensato buferinės talpos T-209 techninė charakteristika:

Talpoje tekanti terpė- technologinis kondensatas. Kondensato buferinėje talpoje T-209 nusistovėjimo būdu iš technologinio kondensato atskiriamos kietos dalelės, dujos ir naftos produktai. Talpos korpusas pagamintas iš plieno Bcm3cn, kurio cheminė sudėtis pateikta 6 lentelėje.

6 lentelė. Plieno Bcm3cn cheminė sudėtis

C%	Si%	Mn%	P%	S%	Cr%	As%	Cu%	N%	Ni%
0,14-0,22	0,40-0,65	0,40-0,65	0,040	0,050	0,30	0,08	0,30	0,010	0,30

Talpos tūris 32 m^3 , skersmuo 2400 mm, ilgis 7320 mm.

Darbiniai parametrai: didžiausias leidžiamas slėgis 0,49, didžiausia leidžiama temperatūra 100°C

Paskaičiuotas vidutinis korozijos greitis- 0,06 mm/metus. Tyrimui pasirinkti skirtingose korpuso vietose atlikti sienelių storio matavimai (formuliaras pateiktas 13 priede) ir pagal apskaičiuotą korozijos greitį pasirinktos matavimo vietos, kur korozijos greitis $KG > 0$. GP-2, S-200 slėginio indo T-209 sienelių storių matavimo schema pateikta 14 priede. Korozijos greičiai matavimo vietose ir pagal 1 formulę paskaičiuotas likęs sąlyginis indo elemento eksploatavimo laikas pateikti 7 lentelėje. Korozijos greitis viršija korozijos greičio normą korpuso apatinės dalies atvamzdyje 24-oje ir 25-oje matavimo vietose.

7 lentelė. Korozijos greičiai ir likęs sąlyginis indo T-209 elementų eksploatavimo laikas

Matavimo vietos Nr.	Medžiagos pavadinimas	Korozijos greitis, mm/metus	Likęs eksploatavimo laikas, metai
5	Korpuso dugnas	0,14	61,4
7	Korpuso krija	0,16	52,5
24	Atvamzdis, $D_{i\dot{s}}-50$ mm	0,28	11,1
25	Atvamzdis, $D_{i\dot{s}}-50$ mm	0,30	10,0
31	Korpuso viršutinės dalies atvamzdis $D_{i\dot{s}}-150$ mm	0,20	11,0
38	Korpuso anga su dangčiu, $D_{i\dot{s}}-500$ mm	0,14	29,3

Didelis korozijos greitis nustatytas 31-oje matavimo vietoje-korpuso viršutinės dalies atvamzdyje, 7-oje matavimo vietoje-korpuso krijoje, 38-oje matavimo vietoje-korpuso angoje su dangčiu, 5-oje matavimo vietoje- korpuso dugne.

3. S-100-osios sekcijos slėginio vamzdyno Nr. 121/7 techninė charakteristika:

Vamzdynu tekanti terpė- druskingas vanduo (koncentracija 0,1%). Darbiniai parametrai: darbinis slėgis 17,76 atm, darbinė temperatūra 140°C, pH 7,2÷9,64. Vamzdyno registracijos ribos: nuo talpos T-109 iki orinių aušintuvų AO-113÷116a ir nuo talpos T-109 iki vamzdyno 121/12 LK-Slėginio vamzdyno Nr. v.121/7 schema ir sienelių storių matavimo formuliaras pateiktas 21 ir 22 priede.

Apskaičiuotas bendras vidutinis korozijos greitis - 0,039 mm/metus.

Terpėje chloridų kiekis yra iki 266 mg/l, taip pat yra sulfidų iki 162 mg/l, amonio azoto-iki 387 kg/l, naftos produktų, pH 7,2÷9,64. Vamzdyno vidinis sienelių paviršius yra pažeidžiamas ištisinės korozijos., vietomis (nr.219, 220 matavimo vietos) nustatyti vietiniai korozijos pažeidimai.

Tyrimui pasirinkti matavimo duomenys, vamzdyno elementai, kurių išorinis skersmuo 89 mm.

Korozijos greičiai skirtingose matavimo vietose ir pagal 1 formulę paskaičiuotas likęs sąlyginis vamzdyno elemento eksploatavimo laikas pateikti 8 lentelėje.

8 lentelė. Korozijos greičiai v.121/7 vamzdyne

Matavimo vietos Nr.	Medžiagos pavadinimas	Korozijos greitis, mm/metus	Likęs eksploatavimo laikas, metai
51s	Perėjimo vamzdis, D _{iš} -89 mm	0,01	30,0
52s	Perėjimo vamzdis, D _{iš} -89 mm	0,04	30,0
218s	Perėjimo vamzdis, D _{iš} -89 mm	0,01	30,0
219	Alkūnė 90°, D _{iš} -89 mm	0,11	27,0
220	Vamzdis, D _{iš} -89 mm	0,22	15,9
213	Alkūnė 90°, D _{iš} -89 mm	0,01	30,0

Didžiausias korozijos greitis nustatytas vamzdyje šalia 90° alkūnės, suvirinimo siūlėje, (nr.220 matavimo vieta) ir alkūnėje (nr.219 matavimo vieta).

4. GP-1, LK-2, S-100-osios sekcijos slėginio vamzdyno nr.v.121/2 detalių sienelės storio matavimai:

Vamzdynu tekanti terpė- druskingas vanduo (koncentracija 0,1%). Darbiniai parametrai: darbinis slėgis 13,82 atm., darbinė temperatūra 120°C. Vamzdyno registracijos ribos: nuo el. dehidratorių ED-106÷110 iki talpos T-127. Apskaičiuotas bendras vidutinis korozijos greitis – 0,105 mm/metus. Korozijos greičiai skirtingose matavimo vietose ir pagal 1 formulę paskaičiuotas likęs sąlyginis vamzdyno elemento eksploatavimo laikas pateikti 9 lentelėje.

9 lentelė. Korozijos greičiai ir likęs eksploatavimo laikas v.121/2 vamzdyne

Matavimo vietos Nr.	Medžiagos pavadinimas	Korozijos greitis, mm/metus	Likęs eksploatavimo laikas, metai
141	Vamzdis, D _{iš} -32 mm	0,02	25,0
140	Vamzdžio ir atvamzdžio sujungimo vieta, D _{iš} -108 mm	0,01	30,0
218	Atvamzdis, D _{iš} -27 mm	0,33	-0,6
214	Vamzdžio ir atvamzdžio sujungimo vieta, D _{iš} -89 mm	0,11	40,9
215	Vamzdis, D _{iš} -27 mm	0,05	18,0

Iš lentelės matyti, kad 218-joje matavimo vietoje, atvamzdyje, korozijos greitis viršija normą, čia pamatuotas sienelės storis yra mažesnis, nei leistinas ribinis vamzdžio sienelės storis. Tolimesnė eksploatacija nėra leidžiama.

Didesnis korozijos greitis nustatytas vamzdžio ir lenkto atvamzdžio sujungimo vietoje, 214-oje matavimo vietoje.

Slėginio vamzdyno Nr. v.121/2 schema ir sienelių storių matavimo formuliaras pateiktas 17 ir 18 priede.

5. GP-1, LK-2, S-100-osios sekcijos slėginio vamzdyno nr.v.121/3 detalių sienelės storio matavimai:

Vamzdynu tekanti terpė- druskingas vanduo (koncentracija 0,1%). Darbiniai parametrai: darbinis slėgis 13,82 atm., darbinė temperatūra 120°C. Vamzdyno registracijos ribos: nuo talpos T-127 iki siurblių S-170, S-171. Apskaičiuotas bendras vidutinis korozijos greitis – 0,057 mm/metus. Slėginio vamzdyno Nr. v.121/3 schema ir sienelių storių matavimo formuliaras pateikta 19 ir 20 prieduose.

Korozijos greičiai skirtingose matavimo vietose ir pagal 1 formulę paskaičiuotas likęs sąlyginis vamzdyno elemento eksploatavimo laikas pateikti 10 lentelėje.

10 lentelė. Korozijos greičiai ir likęs sąlyginis eksploatavimo laikas v.121/3 vamzdyne

Matavimo vietos Nr.	Medžiagos pavadinimas	Korozijos greitis, mm/metus	Likęs eksploatavimo laikas, metai
3	Vamzdis, D _{iš} -57 mm	0,13	13,9
5	Alkūnė 45°, D _{iš} -57 mm	0,1	23,0
6	Vamzdis, D _{iš} -57 mm	0,03	30,0
10	Vamzdis, D _{iš} -89 mm	0,07	18,6
23	Vamzdis, D _{iš} -25 mm	0,07	21,4
18	Įpjova, D _{iš} -28 mm	0,06	22,8
40	Vamzdis, D _{iš} -25 mm	0,07	23,9
42	Vamzdis, D _{iš} -28 mm	0,05	30,0

Iš pateiktos lentelės matyti, kad vamzdyne nr.v.121/3 korozijos greitis viršijantis greičio normą nėra nustatytas. Didelis korozijos greitis nustatytas matavimo vietoje Nr. 3, vamzdyje šalia sklendės ir matavimo vietoje Nr. 5, to paties vamzdžio 45° alkūnėje.

6. GP-1, LK-2, S-100-osios sekcijos slėginio vamzdyno Nr. v.121/8 charakteristika:

Vamzdynu tekanti terpė- druskingas vanduo (koncentracija 0,1%). Darbiniai parametrai: darbinis slėgis 17,76 atm., darbinė temperatūra 50°C. Vamzdyno registracijos ribos: nuo orinių aušintuvų AO-113÷116a iki vamzdyno 337/1 (iki valymo įrengimo).

Apskaičiuotas bendras vidutinis korozijos greitis – 0,047 mm/metus.

Korozijos greičiai skirtingose matavimo vietose ir pagal 1 formulę paskaičiuotas likęs sąlyginis vamzdyno elemento eksploatavimo laikas pateikti 11 lentelėje. Vamzdyno elemento vietų, kuriose būtų viršyta korozijos norma, nebuvo nustatyta. Iš lentelėje pateiktų duomenų taip pat matyti, kad vamzdyne nr.v.121/8 didesnis korozijos greitis nustatytas matavimo vietose Nr. 2, 151, vamzdžio ir sferinės aklės sujungimo vietose, matavimo vietoje nr.1, sferinėje aklėje, matavimo vietoje nr.185, 90° alkūnėje.

11 lentelė. Korozijos greičiai ir likęs eksploatavimo laikas v.121/8 vamzdyne

Matavimo vietos Nr.	Medžiagos pavadinimas	Korozijos greitis, mm/metus	Likęs eksploatavimo laikas, metai
1	Sferikas, D _{iš} -89 mm	0,12	29,2
2	Vamzdis, D _{iš} -89 mm	0,13	24,6
14	Sferikas, D _{iš} -89 mm	0,07	62,9
140	Vamzdis, D _{iš} -89 mm	0,05	98,0
151	Vamzdis, D _{iš} -89 mm	0,09	44,4
38	Vamzdis, D _{iš} -89 mm	0,06	78,3
39s	Perėjimas siauras	0,06	70,0
78	Vamzdis, D _{iš} -89 mm	0,07	65,7
185	Alkūnė 90°, D _{iš} -89 mm	0,11	31,8

Vidutinis korozijos greitis nustatytas matavimo vietose nr. 14, 38, 39s, 78, sferinėje aklėje, vamzdžių perėjimo vietose, sujungimuose. Slėginio vamzdyno Nr. v.121/8 schema ir sienelių storių matavimo formulias pateikta 26 ir 27 priede.

Atliktos analizės duomenys- cirkuliuojančios terpės pobūdis, darbiniai parametrai, pateikti palyginamojoje 12 lentelėje.

12 lentelė. Vamzdynų ir slėginių indų duomenys

Vamzdynas /slėginis indas	Terpė	Slėgis, atm	Temperatūra °C	Korozijos greitis KG, mm/metus
T-102	Druskingas vanduo iš atmosferinės rektifikacijos proceso	5,92	45	0,037
T-209	Technologinis kondensatas	0,49	100	0,06
v.121/7	Druskingas vanduo iš atmosferinės rektifikacijos proceso	17,76	140	0,039
v.121/2	Druskingas vanduo iš elektrinio nudruskinimo proceso	13,82	120	0,105
v.121/3	Druskingas vanduo iš elektrinio nudruskinimo proceso	13,82	120	0,057
v.211/7A	Technologinis kondensatas	0,49	110	0,056
v.121/8	Druskingas vanduo iš elektrinio nudruskinimo proceso	17,76	50	0,047

Iš lentelėje pateiktų duomenų matome, kad korozijos greitis priklauso nuo vamzdynu tekančios ar slėginiame inde esančios terpės, darbinės temperatūros ir darbinio slėgio. Mažiausiais korozijos

greitis nustatytas slėginiame inde T-102, kur darbinė temperatūra 45 °C, slėgis 5,92 atm, ir į kurią patenka mažiausiai agresyvi terpė-druskingas vanduo iš atmosferinės rektifikacijos proceso (cheminė sudėtis pateikta 2 priede). Vamzdynuose v.121/7 ir v.121/2 esant panašiai temperatūrai ir slėgiui korozijos greitis skiriasi 2,7 karto, nes vamzdynu v.121/2 teka agresyvesnė terpė- druskingas vanduo iš elektrinio nudruskinimo proceso (cheminė sudėtis pateikta 3 priede). Vamzdynuose v.121/2 ir v.121/8 esant panašiam slėgiui ir tekant tai pačiai terpei-druskingam vandeniui iš elektrinio nudruskinimo proceso, vamzdyne v.121/2 nustatytas 2,2 didesnis korozijos greitis, nes čia darbinė temperatūra didesnė 2,4 karto.

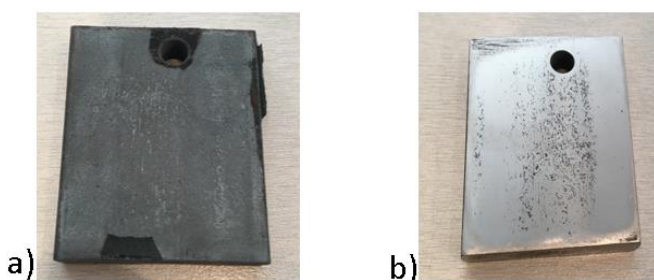
2.4. Eksperimento atlikimo metodika

Korozijos tyrimui buvo pasirinktas S235 markės anglinis konstrukcinis plienas, iš kurio buvo pagaminti stačiakampio skerspjūvio (37x6 mm) ir 47 mm ilgio bandiniai. Naudojant optinį spektrometrą ARL QuantoDesk buvo iširta cheminė bandinio plieno sudėtis (pateikta 13 lentelėje).

13 lentelė. Plieno S235 procentinė cheminė sudėtis.

C%	Si%	Mn%	P%	S%	Cr%	Co %	Cu%	Al%	Ni%	Mo%	W%	Fe%
0,24	0,26	0,52	0,00	0,06	0,13	0,01	0,69	0,00	0,32	0,03	0,00	97,64

Siekiant sugrąžinti metalui nesukietintą, stabilią, be vidinių įtempimų būseną, visi bandiniai buvo kaitinami krosnyje L5/11/B180 Nabetherm 850°C temperatūroje 2 valandas. Atvėsinus, bandiniai buvo šlifuojami ranka, naudojant skirtingo grūdėtumo šlifavimo popierių (grūdėtumas P120, P180, P240, P800, P1000, P1200), po to nuplaunami distiliuotu vandeniu, nuvalomi acetonu ir džiovinami eksikatoriuje 24 valandas. Atkaitintas ir jau paruoštas bandinys pavaizduoti 8 paveiksle.



8 pav. S235 plieno bandinys: a) atkaitintas, b) nušlifotas, paruoštas bandymui

Eksperimentas buvo atliekamas kambario temperatūroje, šiose agresyviose terpėse:

- technologinio kondensato (sieringo vandens) terpėje, paimto iš AB "ORLEN Lietuva" T-209 buferinės talpos, cheminė sudėtis pateikta 1 priede;
- druskingo vandens terpėje, paimto iš AB "ORLEN Lietuva" vamzdžio, išeinančio iš AO-113 orinio aušintuvo, cheminė sudėtis pateikta 3 priede;

- druskingo vandens terpėje su inhibitoriumi - 2 ml korozijos inhibitoriaus CHIMEC 1839 buvo ištirpinta 1 litre druskingo vandens, paimto iš AB "ORLEN Lietuva" iš AO-113 orinio aušintuvo, cheminė sudėtis pateikta 3 priede;

- sieringo ir druskingo vandens mišinio terpėje (cheminė sudėtis pateikta 4 priede), kuris buvo pagamintas pagal numatytus įeinančius kondensato srautus į modernizuotą kondensato valymo bloką (žr.5 ir 12 priedą), kuri sudarė 46% technologinio kondensato (cheminė sudėtis pateikta 1 priede), 16% druskingo vandens iš atmosferinės rektifikacijos proceso įrenginio (cheminė sudėtis pateikta 2 priede) ir 38% druskingo vandens iš elektrinio nudruskinimo proceso įrenginio (cheminė sudėtis pateikta 3) priede. Tūrių santykis - 6:2,1:5;

- sieringo ir druskingo vandens mišinio su inhibitoriumi terpėje (2 ml korozijos inhibitoriaus CHIMEC 1839 buvo ištirpinta 1 l vandens mišinio).

Naudojant pH matuoklį Inolab pH 720 buvo išmatuotas terpių pH.

Atkaitintiems bandiniams buvo matuojamas korozijos greitis skirtingais būdais:

1. paskaičiuojant pagal masės pokytį per laiko vienetą;
2. naudojant linijinės poliarizacijos varžos prietaisą LPR Data Logger R, modelis MS1500L.

MS1500L.

Prieš pamerkiant bandiniai buvo išmatuoti slankmačiu ir pasverti analitinėmis svarstyklėmis KERN ABJ 220-4M, kurių tikslumas yra 0,1 mg.

Korozijos tyrimas įvertinant plieno S235 masės pokytį skirtingose terpėse buvo vykdomas 30 dienų, pagal standartą LTS EN ISO 7384:1998. Kas 240 valandų bandiniai buvo valomi nuo korozijos produktų ir pasveriami. Korozijos produktai nuo bandinių buvo valomi išlaikant 5 min. valymo tirpale (5 % druskos rūgšties tirpale), nuplaunami šiltu vandeniu, po to distiliuotu vandeniu, išdžiovinami, ant bandinio susidariusios apnašos nutrinamos minkštu guminiu trintuku. Bandiniai buvo nuriebalinami acetonu ir džiovinami oro srautu 1 val. Svėrimui buvo naudojamos analitinės svarstyklės KERN ABJ 220-4M.

Korozijos tyrimas skirtingose agresyviose terpėse taip pat buvo atliekamas linijinės poliarizacijos varžos metodu, naudojant nešiojamą tiesioginį korozijos matavimo ir duomenų rinkimo prietaisą LPR Data Logger R, modelis MS1500 L. Korozijos greitis buvo pamatuotas ką tik pamerkus bandinius į paruoštus tirpalus ir po 48 valandų bandinių išlaikymo terpėse. Matavimai buvo atliekami kas 48 valandas tol, kol buvo gauta pusiausvyros vertė. Dviejų elektrodų prietaiso jungimo schema pavaizduota 9 paveiksle.



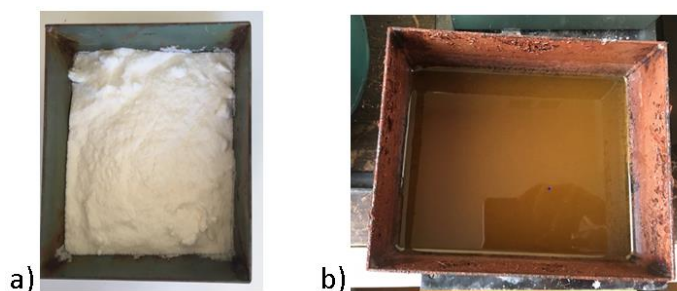
9 pav. Korozijos greičio matavimo schema: 1- prietaisas MS 1500L, 2,3 - tiriamo plieno bandiniai, 4- vonelė (indas) su korozine terpe

Tiriamojo plieno bandiniai veikė kaip pagrindiniai elektrodai, lygiagrečiai pamerkti į stiklinį indą su elektrolitiniu tirpalu-agresyvia terpe, tarp kurių palaikant vienodą - 2 cm atstumą, buvo matuojama susidariusi srovė. Korozijos greičio dydis buvo gaunamas per 2 minutes prietaiso ekrane. Matavimai kiekvienai bandinių porai skirtingose agresyviose terpėse buvo atliekami tris kartus ir registruojama gauta jų vidutinė reikšmė. Indas tiriamo elektrodo tirpalui prieš kiekvieną matavimą buvo išplaunamas distiliuotu vandeniu.

Norint pagerinti tiriamojo plieno savybes, šešiams bandiniams buvo atliktas termocheminis paviršiaus apdorojimas:

- trys bandiniai buvo įzotinti;
- trys bandiniai buvo įanglinti ir užgrūdinti.

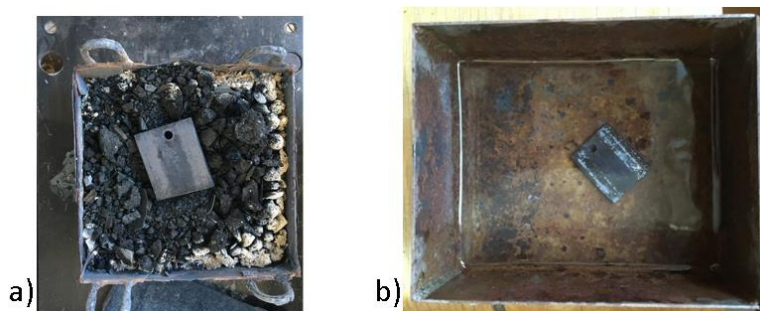
Įzotinimas buvo atliekamas plieninėje vonelėje su atviru viršumi. Vonelė buvo pripildyta druskų mišinio (KNO_3 (50%) + NaNO_3 (50%)) ir įdėta į krosnį (L5/11/B180 Nabertherm), įkaitus iki įzotinimo temperatūros (550°C) ji buvo atidaryta ir trys bandiniai buvo panardinti į išlydytą druskų terpę (10 pav.).



10 pav. Įzotinimo vonelė: a) pripildyta druskų mišinio, b) bandiniai panardinti išlydytą druskų terpėje

Azotinimo trukmė – 4 val. Atvėsinus, bandiniai buvo šlifuojami ranka, naudojant skirtingo grūdėtumo šlifavimo popierių (grūdėtumas P120, P180, P240, P800, P1000, P1200).

Įanglinimas ir grūdinimas (11 pav) buvo atliekamas bandinius sudedant į plieninę vonelę su uždaru viršumi, kuri buvo pilnai pripildyta medžio anglies gabalėlių.



11 pav. Plieno S235 termocheminis apdorojimas: a) įanglinimas, b) užgrūdinimas

Kaitinama terminėje krosnyje (L5/11/B180 Nabertherm), 900 °C temperatūroje 2 val. Po paviršinio sluoksnio įanglinimo bandiniai buvo palikti lėtai atšalti ir vėliau grūdinami-pakartotinai kaitinami 850 °C temperatūroje terminėje krosnyje 2 val., ištraukus staigiai nardinami į šalto vandens vonelę

Atvėsinus, bandiniai buvo šlifuojami ranka, naudojant skirtingo grūdėtumo šlifavimo popierių (grūdėtumas P120, P180, P240, P800, P1000, P1200).

Optiniu spektrometru ARL QuantaDesk buvo nustatyta įanglinto plieno cheminė sudėtis, pateikta 14 lentelėje:

14 lentelė. Plieno S235 procentinė cheminė sudėtis.

C%	Si%	Mn%	P%	S%	Cr%	Co %	Cu%	Al%	Ni%	Mo%	W%	Fe%
0,29	0,14	0,52	0,00	0,03	0,14	0,01	0,35	0,00	0,31	0,03	0,03	98,05

Skirtingais termocheminiais būdais apdoroto plieno korozijos tyrimas buvo atliekamas kambario temperatūros agresyvioje terpėje, naudojant nevalytą technologinį kondensatą, paimtą iš AB "ORLEN Lietuva" T-209 buferinės talpyklos. Trys bandiniai atkaitinti, trys bandiniai įzotinti, trys bandiniai įanglinti ir užgrūdinti buvo pamerkti į skirtingus stiklinius indus (buvo išdėstyti vertikaliai taip, kad vienas kito neužstotų nuo bandymo aplinkos poveikio) (12 pav.).



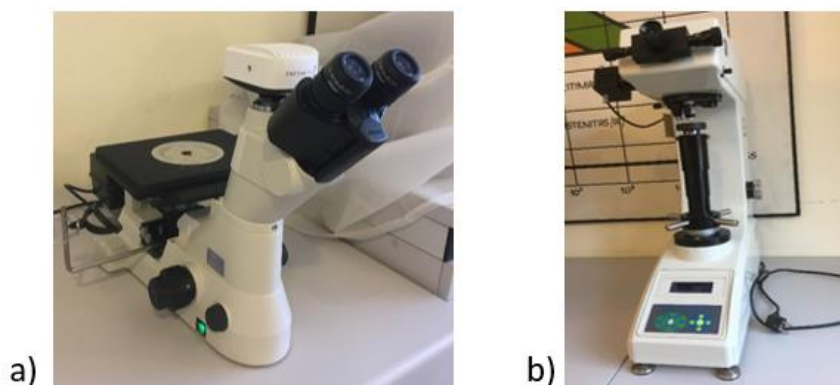
12 pav. S235 plieno bandiniai įmerkti į paruoštus indus su technologiniu kondensatu

Korozijos tyrimas termocheminiais būdais apdoroto plieno technologinio kondensato terpėje buvo vykdomas 140 dienų, pagal standartą LTS EN ISO 7384:1998.

Kas 240 valandų bandiniai buvo valomi nuo korozijos produktų ir pasveriami. Korozijos produktai nuo bandinių buvo valomi išlaikant 5 min. valymo tirpale (5 % druskos rūgšties tirpale), nuplaunami šiltu vandeniu, po to distiliuotu vandeniu, išdžiovinami, ant bandinio susidariusios apnašos nutrinamos minkštu guminiu trintuku. Bandiniai buvo nuriebalinami acetonu ir džiovinami oro srautu.

Naudojant MS1500L prietaisą buvo matuojamas korozijos greitis skirtingais termocheminiais būdais apdoroto plieno druskingo vandens terpėje (paimto iš AB "ORLEN Lietuva" AO-113 orinio aušintuvo). Korozijos greitis buvo pamatuotas ką tik pamerkus bandinius į druskingą vandens terpę ir po 48 valandų išlaikymo joje. Matavimai buvo atliekami kas 48 valandas tol, kol buvo gauta pusiausvyros vertė. Prietaiso jungimo schema aprašyta aukščiau.

Metalografiniu mikroskopu (Nikon Eclipse MA100 su kamera) buvo tiriama bandinių mikrostruktūra (13 a) paveikslas).



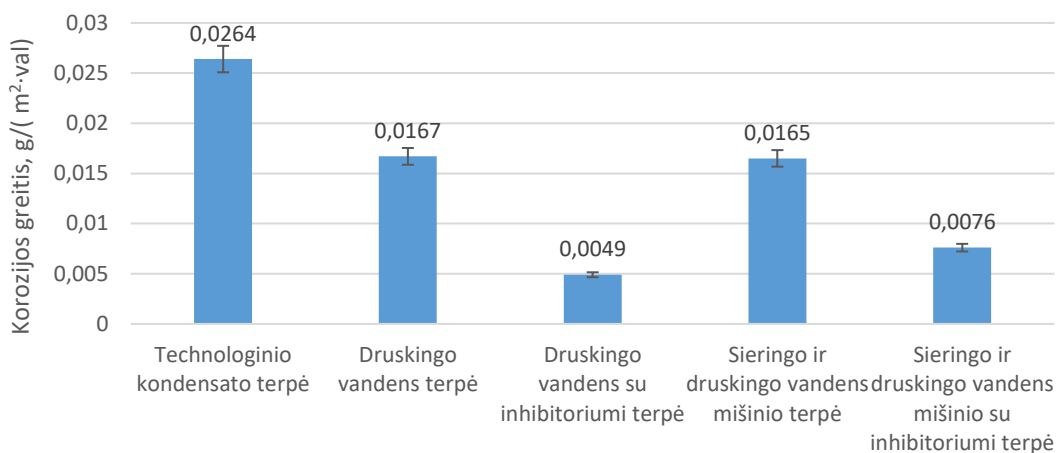
13 pav. Plieno S235 tyrimui naudoti prietaisai: a) metalografinis mikroskopas Nikon Eclipse MA100, b) kietmatis Wilson Wolpert 430SVA

Plieno bandinių kietumas prieš tyrimą ir po atlikto tyrimo buvo nustatomas Vickerso metodu (HV) panaudojant kietmatį Wilson Wolpert 430SVA (13 b) paveikslas).

III. TYRIMO REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS ANDREJA1128

3.1. Plieno S235 atsparumo korozijai agresyviose terpėse tyrimo rezultatai.

Atkaitintų bandinių atsparumas korozijai buvo vertinamas pagal jo masės praradimą per laiką. Norint įvertinti plieno gaminio eksploatacijos laiką, naudojant 2 formulę, buvo paskaičiuoti korozijos greičiai. Gauti rezultatai pavaizduoti 14 paveiksle.



14 pav. Plieno S235 korozijos greitis agresyviose terpėse

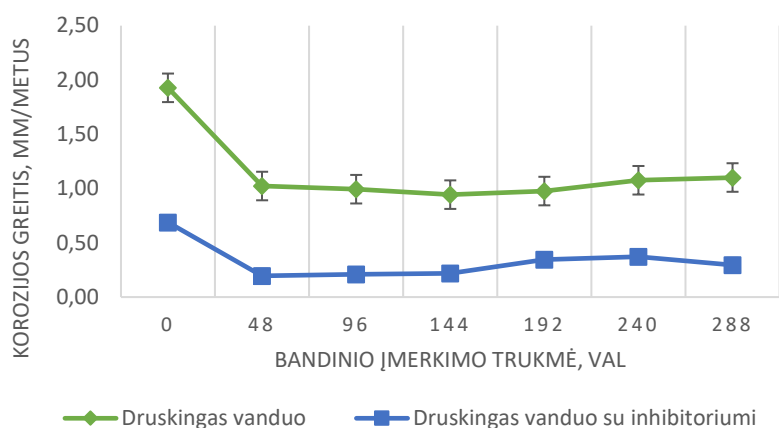
Didžiausias korozijos greitis nustatytas technologinio kondensato (sieringo vandens) terpėje - 0,0264 g/(m²·val). Druskingo vandens terpėje nustatytas korozijos greitis - 0.0167 g/(m²·val), sieringo ir druskingo vandens mišinio terpėje – 0,0165 g/(m²·val). Technologinio kondensato terpėje nustatytas korozijos greitis 1,6 karto didesnis nei druskingo vandens ar sieringo ir druskingo vandens mišinio terpėse.

Druskingo vandens su inhibitoriumi terpėje nustatytas korozijos greitis – 0,0049 g/(m²·val), sieringo ir druskingo vandens mišinio su inhibitoriumi terpėje- 0,0076 g/(m²·val).

Įvertinant inhibitorių poveikį, nustatyta, kad naudojant vienodą kiekį inhibitoriaus CHIMEC 1839 druskingo vandens terpėje korozijos greitis sumažėjo 3,4 karto, druskingo ir sieringo vandens mišinio terpėje - 2,2 karto.

Naudojant linijinės poliarizacijos varžos-LPR matavimo prietaisą MS1500 L, buvo gauti tiesioginiai korozijos greičio dydžiai. Pirmasis matavimas atliktas ką tik pamerkus bandinius, kur nustatytas didžiausias korozijos greitis abiejose terpėse: druskingo vandens terpėje - 1,93 mm/metus, druskingo vandens su inhibitoriumi terpėje - 0,69 mm/metus. Atlikus matavimą po 48 valandų plieno buvimo terpėse nustatytas korozijos greitis druskingo vandens terpėje - 1,02 mm/metus, druskingo vandens su inhibitoriumi terpėje - 0,20 mm/metus, t.y. korozijos greitis druskingo vandens terpėje sumažėjo 1,9 karto, druskingo vandens terpėje su inhibitoriumi - 3,5 karto. Korozijos greičio

matavimo rezultatai druskingo vandens terpėje ir druskingo vandens terpėje su inhibitoriumi pavaizduoti 15 paveiksle.

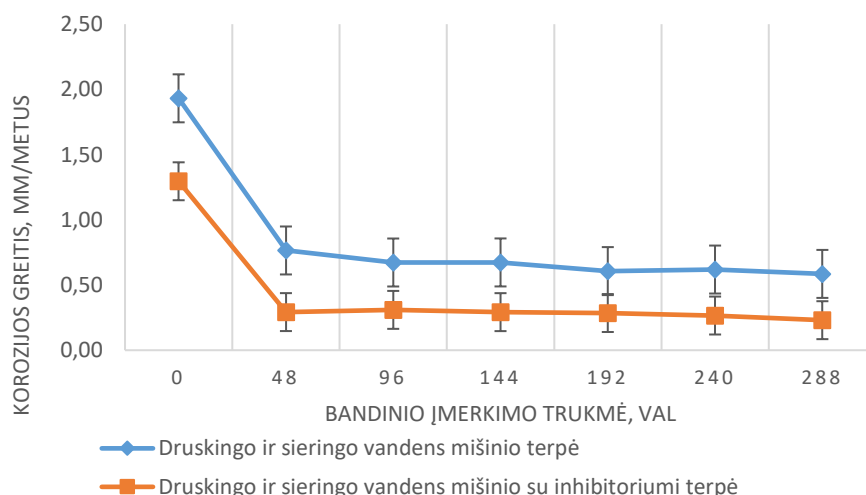


15 pav. Plieno S235 korozijos greitis druskingo vandens ir druskingo vandens su inhibitoriumi terpėse

Po tam tikro laiko bandiniui reaguojant su aplinka ant tiriamo plieno paviršiaus druskingo vandens terpėje susiformavo pasyvioji plėvelė, o druskingo vandens su inhibitoriumi terpėje inhibitorius reaguodamas su metalo jonais metalo paviršiuje suformavo apsauginę plėvelę.

Atlikus sekančius matavimus, kurie buvo atliekami kas 48 valandas, nusistovėjus pusiausvyrai, nustatytas korozijos greitis druskingo vandens terpėje yra 1,02 mm/metus ir druskingo vandens su inhibitoriumi terpėje – 0,27 mm/metus, t.y. naudojant inhibitorių korozijos greitis sumažėjo 3,7 karto.

Korozijos greitis LPR matavimo prietaisu taip pat buvo matuojamas druskingo ir sieringo vandens mišinio ir druskingo ir sieringo vandens mišinio su inhibitoriumi terpėse (16 paveikslas).



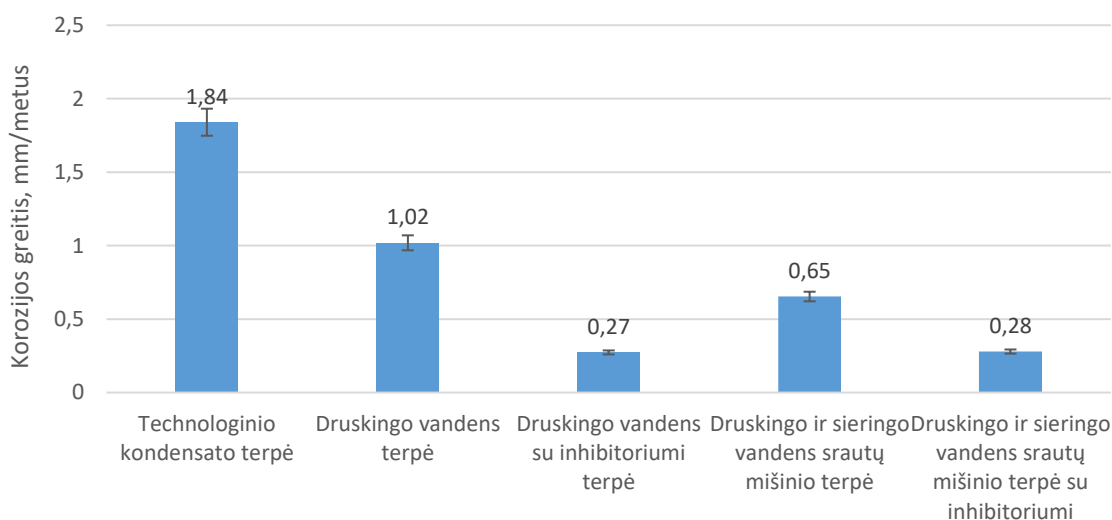
16 pav. Plieno S235 korozijos greitis druskingo ir sieringo vandens mišinio terpėje su inhibitoriumi ir be jo

LPR matavimai buvo atliekami kas 48 valandas.

Didžiausias korozijos greitis nustatytas kà tik pamerkus bandinius į paruoštus mišinius, kadangi tiriamo plieno paviršiaus dar buvo švarus, pasyvioji ir apsauginė plėvelė nebuvo susiformavusi.

LPR matavimai buvo atliekami kas 48 valandas. Nusistovėjus pusiausvyrai, nustatytas korozijos greitis druskingo ir sieringo vandens mišinio terpėje 0,65 mm/metus, o terpėje su inhibitoriumi - 0,28 mm/metus, t.y. naudojant inhibitorių korozijos greitis sumažėjo 2,3 karto.

Skirtingose terpėse LPR prietaisu gauti korozijos greičio rezultatai pavaizduoti 17 paveiksle, iš kurio matyti, kad didžiausias korozijos greitis nustatytas technologinio kondensato terpėje, kur nustatytas korozijos greitis - 1,84 mm/metus. Druskingo vandens terpėje nustatytas korozijos greitis – 1,02 mm/metus, sieringo ir druskingo vandens mišinio terpėje – 0,65 mm/metus. Technologinio kondensato terpėje nustatytas korozijos greitis yra 1,8 karto didesnis nei druskingo vandens terpėje ir 2,8 karto didesnis nei sieringo ir druskingo vandens mišinio terpėje.



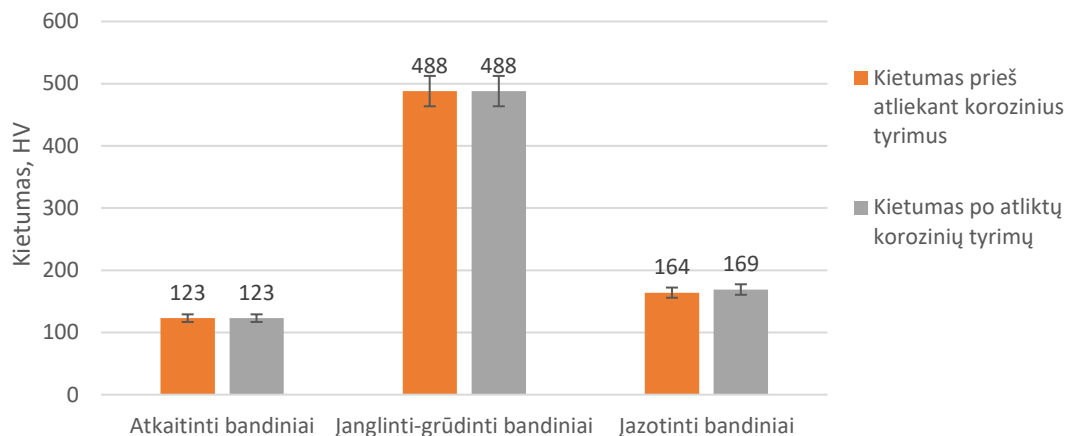
17 pav. Plieno S235 korozijos greitis, pamatuotas LPR prietaisu skirtingose agresyviose terpėse su inhibitoriais ir be jų.

Naudojant inhibitorių druskingo vandens terpėje nustatytas korozijos greitis-1,02 mm/metus, t.y. 3,8 karto mažesnis nei tos pačios terpės be inhibitoriaus. Druskingo ir sieringo vandens mišinio su inhibitoriumi terpėje nustatytas korozijos greitis – 0,28 mm/metus, t.y. 2,3 karto mažesnis nei be inhibitoriaus.

Paskaičiuotas inhibitoriaus veiksmingumas pagal (9) formulę druskingo vandens terpėje yra 71%, druskingo ir sieringo vandens mišinio terpėje - 54%.

3.2. Termochemiškai apdoroto plieno atsparumo korozijai tyrimo rezultatai.

Tyrimui buvo pasirinktas S235 markės anglinis plienas, kuris naudojamas AB „ORLEN Lietuva“ vamzdžių ir kitų įrenginių gamybai. Po termocheminio apdorojimo buvo pamatuotas plieno kietumas.



18 pav. Plieno S235 bandinių vidutinis paviršiaus kietumas

Kietumo matavimo rezultatai (18 pav.) parodė, kad įzotinto plieno paviršinis sluoksnio kietis padidėja 1,4 karto, o įnglinto-grūdinto plieno paviršinis sluoksnio kietis padidėjo 4 kartus. Kietumo matavimo rezultatai, atlikti prieš eksperimentą ir po jo, nesikeitė.

Padaryta tiriamo plieno S235 mikrostruktūros nuotrauka, pateikta 19 paveiksle, kurią sudaro ferito (šviesūs grūdėliai) ir perlito (tamsūs grūdėliai) mišinys.

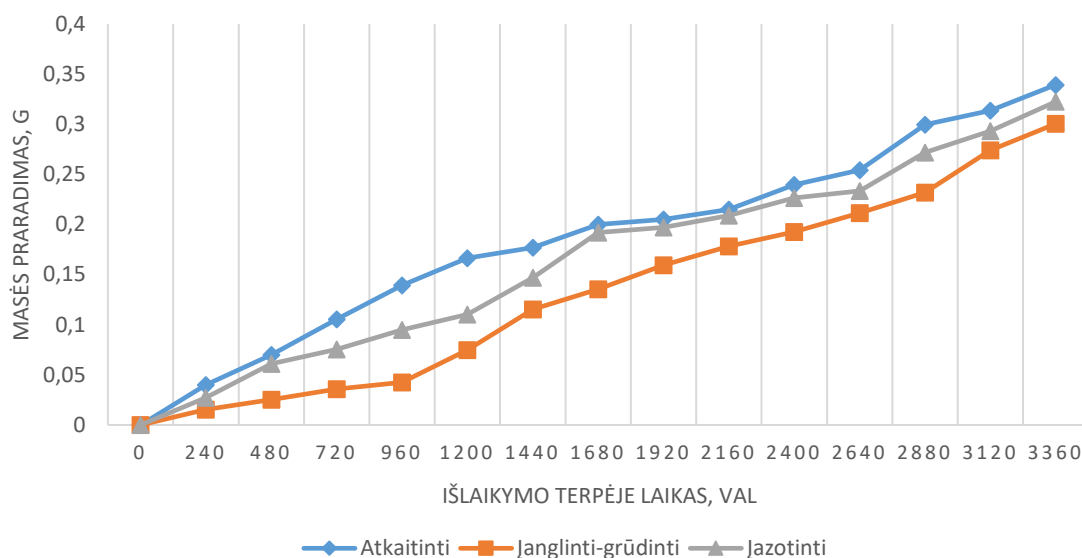


19 pav. Tiriamo plieno S235 bandinio paviršiaus mikrostruktūra (×200)

Iš mikrostruktūros nuotraukos galime matyti, kad tiriamas plienas atitinka anglinio plieno cheminę sudėtį, kuri pateikta 4 lentelėje.

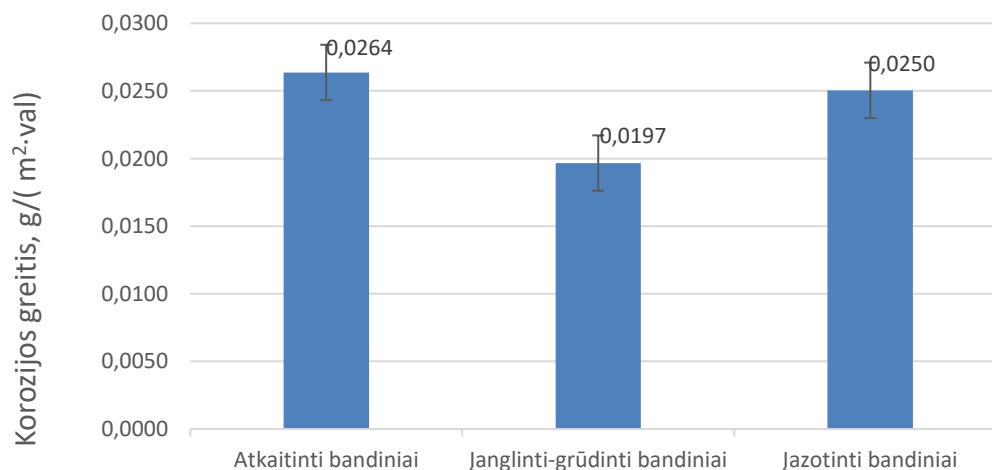
Skirtingais termocheminiais būdais apdoroto plieno atsparumas korozijai buvo vertinamas pagal jo masės praradimą per laiką technologinio kondensato terpėje. Tyrimo rezultatai pateikti 20 paveiksle, parodė, kad mažiausiai masės per tą patį laiką (140 dienų) prarado įnglinti-grūdinti

bandiniai. Bendras masės praradimas per visą įmerkimo laiką atkaitintų bandinių sudarė 0,33939 g, įanglintų-grūdintų bandinių-0,30047 g, įzotintų bandinių-0,32249 g atitinkamai.



20 pav. Skirtingai apdorotų S235 plieno bandinių masės praradimo priklausomybė nuo laiko technologinio kondensato terpėje

Tam, kad įvertinti termochemiškai apdorotų plienų eksploatacijos laiką, pagal 2 formulę buvo paskaičiuoti korozijos greičiai. Gauti rezultatai pateikti 21 paveiksle. Mažiausias korozijos greitis technologinio kondensato terpėje nustatytas įanglintų-grūdintų bandinių - 0,0197 g/(m²·val), didžiausias -0,0264 g/(m²·val) atkaitintų bandinių.

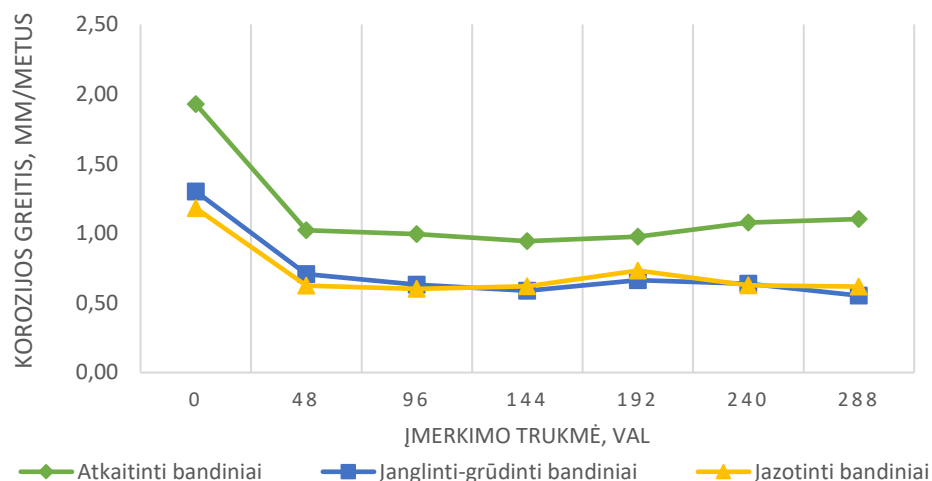


21 pav. Korozijos greitis skirtingai apdorotų S235 plieno bandinių technologinio kondensato terpėje.

Įanglintų-grūdintų bandinių apskaičiuotas korozijos greitis yra 1,34 karto mažesnis nei atkaitintų bandinių, t.y. eksploatacijos laikas pailgėja 1,34 karto.

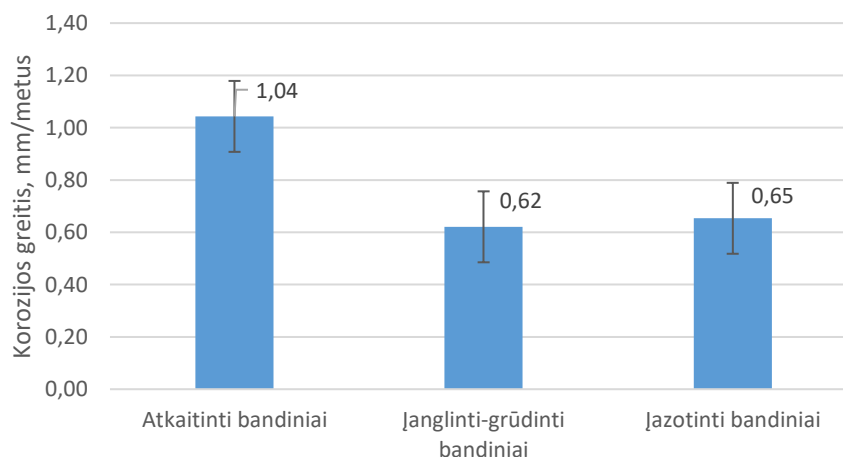
Įzotintų bandinių apskaičiuotas korozijos greitis nežymiai skyrėsi nuo atkaitintų bandinių korozijos greičio.

Termocheminiais būdais apdoroto plieno atsaprumas korozijai taip pat buvo vertinamas naudojantis linijinės poliarizacijos varžos prietaisu MS1500 L druskingo vandens terpėje. Buvo tiriama matuojamo korozijos greičio priklausomybė nuo laiko (22 pav).



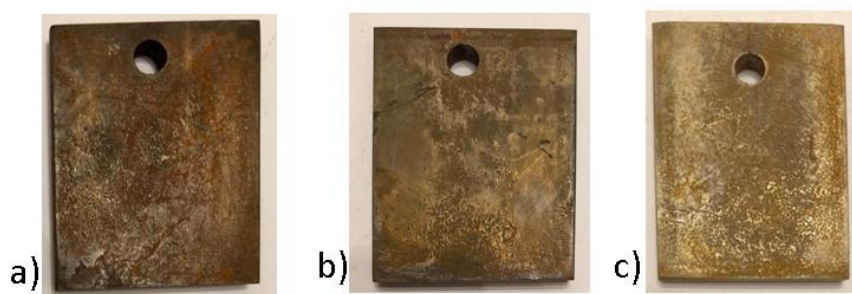
22 pav. Skirtingai apdorotų bandinių korozijos greičio priklausomybė nuo laiko druskingo vandens terpėje

Didžiausias korozijos greitis nustatytas ką tik pamerkus bandinius į druskingą vandens terpę. Per 48 valandas druskingo vandens terpėje ant visų plieno bandinių (atkaitintų, įanglintų-grūdintų ir įzotintų) susiformavo pasyvioji plėvelė, kuri apsaugo plieno paviršių. Tolimesni LPR matavimai buvo atliekami kas 48 valandas, kol nusistovėjo pusiausvyra ir buvo nustatytas skirtingai apdoroto plieno korozijos greitis (23 pav.)



23 pav. Korozijos greitis skirtingai apdorotų S235 plieno bandinių druskingo vandens terpėje

Didžiausias korozijos greitis nustatytas atkaitintų bandinių - 0,65 mm/metus, įanglintų-grūdintų bandinių pamatuotas korozijos greitis 1,7 karto mažesnis, nei atkaitintų, įzotintų - 1,6 karto mažesnis nei atkaitintų.



24 pav. Bandiniai po 140 dienų technologinio kondensato terpėje: a) atkaitinti, b) įanglinti ir grūdinti, c) įazotinti

Išlaikius bandinius technologinio kondensato terpėje 140 dienų (24 paveikslas), vizualiai yra matomas susiformavęs rūdžių sluoksnis ant visų, skirtingai apdorotų plieno bandinių paviršių.

3.3. Agresyvių terpių lyginamoji analizė

Vandens srautų korozinis terpės agresyvumas priklauso nuo tirpalo pH, ištirpusio deguonies kiekio, anglies dioksido kiekio, sieros vandenilio ir sulfidų, chloridų, naftos produktų koncentracijų tirpale (Арчаков *u dp.*, 1999). Agresyvių terpių, kuriose buvo atliekami korozijos proceso tyrimai, cheminė sudėtis pateikiama priede, 1÷4 lentelėse. Iš lentelėse išvardintų cheminių elementų didžiausią įtaką korozijos procesui daro sieros vandenilio ir sulfidų, chloridų, naftos produktų kiekiai. Įvertinant atsaprumą korozijai skirtingais metodais- svorio, ($g/(m^2 \cdot val)$) ir linijinės poliarizacijos varžos (mm/metus), didžiausias plieno S235 korozijos greitis nustatytas technologinio kondensato terpėje. Šioje terpėje yra didelis sieros vandenilio ir sulfidų kiekis-10258 mg/l. Anglinis plienas šarminėje terpėje nėra atsparus sieros vandenilio sukeliama vietinei korozijai (Nasirpouri *et al.*, 2014). Taip pat technologiniame kondensate-sieringame vandenyje yra didelė koncentracija amonio azoto, kuris reaguodamas su sieros vandeniliu, esant terpės pH~9, sudaro amonio bisulfidą (NH_4HS), kuris gali būti korozijos priežastimi.

Didelis korozijos greitis nustatytas druskingo vandens terpėje. Čia labiausiai agresyvūs yra chlorido jonai, kurie sugeba prasiskverbti pro paviršines metalo plėveles (Esmailzadeh *et al.* 2018). Korozijos greitis didėja, didėjant chloridų koncentracijai, pasiekus koncentraciją 180 mg/l, korozijos greitis praktiškai nekinta (Арчаков *u dp.*, 1999).

Sieringo ir druskingo vandens mišinio terpėje chloridų, sieros vandenilio ir sulfidų kiekiai daugiau nei dvigubai mažesni, nei druskingo vandens ar technologinio kondensato terpėje, todėl nustatytas korozijos greitis yra mažesnis atitinkamai.

Agresyvių terpių pH svyruoja nuo 8,04 iki 9,51 - visos terpės yra šarminės. Esant terpei pH 6,5-9,5, plieno korozijos greitis pastovus, korozija dažniausiai būna vietinio pobūdžio (Арчаков *u dp.*, 1999). Mažiausias pH nustatytas druskingo vandens terpėje, tam įtakos galėjo turėti didelis naftos produktų kiekis.

Inhibitoriaus CHIMEC 1839 naudojimas sulėtino korozijos procesą abiejose korozinėse terpėse. Druskingo vandens terpėje korozijos greitis sumažėjo 3,7 karto, sieringo ir druskingo vandens mišinio terpėje korozijos greitis sumažėjo 2,3 karto.

Agresyvių terpių cheminė sudėtis, pamatuotas pH ir nustatyti korozijos greičiai plieno S235 šiose terpėse pateikti 15 lentelėje.

15 lentelė. Agresyvių terpių lyginamoji analizė

Agresyvi terpė	pH	Sieros vandenilio ir sulfidų kiekis, mg·l ⁻¹	Chloridų kiekis, mg·l ⁻¹	NH ⁺ kiekis mg N/l	Naftos produktų kiekis, mg·l ⁻¹	Korozijos greitis, g/(m ² ·val)	Korozijos greitis, mm/metus
Technologinis kondensatas	9,51	10258	0	11409	882	0,0264	1,84
Druskingas vanduo	8,04	155	266	352	53403	0,0167	1,02
Druskingas vanduo su inhibitoriumi	8,19	155	266	352	53403	0,0049	0,27
Sieringo ir druskingo vandens mišinys	9,41	4790	102	5384	953	0,0165	0,65
Sieringo ir druskingo vandens mišinys su inhibitoriumi	9,24	4790	102	5384	953	0,0076	0,28

LPR matavimo duomenys gauti didesni, nei paskaičiuotas korozijos greitis pagal svorio netekimą, tačiau reikšmė gauta ta pati- naudojant inhibitorių druskingo vandens terpėje korozijos greitis sumažėja 3,4 karto paskaičiuojant pagal masės praradimą ir 3,7 karto matuojant LPR matavimo prietaisu; naudojant inhibitorių sieringo ir druskingo vandens mišinio terpėje korozijos greitis sumažėjo 2,2 karto paskaičiuojant pagal masės praradimą ir 2,3 karto matuojant LPR matavimo prietaisu. Yra tikimybė, kad dėl LPR matavimo atlikimo nestabiliomis sistemos sąlygomis, nepakankamai įvertinta poliarizacijos varža, taigi ir masės praradimas gali būti pervertinamas (Cuevas-Arteaga, 2004). Naudojant abu korozijos greičio matavimo metodus inhibitoriaus poveikis pasireiškė sumažėjusiu svorio praradimu.

Korozijos greičio stebėjimas, naudojant linijinės poliarizacijos varžos matavimo techniką, yra veiksminga priemonė norint nustatyti inhibitorių poveikį korozijos procesui, t. y. ar inhibitorius sumažina ar skatina koroziją metalo ir elektrolito tirpalo bandymo sistemoje.

IŠVADOS

Atsižvelgiant į darbo pradžioje išskeltus tyrimo uždavinius ir tyrimo rezultatus galima padaryti tokias išvadas:

1. Naftos perdirbimo įmonėse didžiausią žalą įrangai daro vietinio pobūdžio korozijos pažeidimai- taškinė, plyšinė, kavitacinė, galvaninė, tarpkristalinė, įtempimų korozija, erozija, korozinis metalų nuovargis. Korozijos greitis dažniausiai nustatomas naudojant svorio ir slėginių indų, vamzdynų sienelių storių matavimo metodus. Apsaugai nuo korozijos naudojami korozijos inhibitoriai, apsauginės dangos, gaminant įrangą pasirenkamas korozijai atsparesnis plienas.

2. AB „ORLEN Lietuva“ duomenimis, pagal vamzdynų ir slėginių indų sienelių storių matavimus, nustatyta, kad didelę įtaką korozijos procesui daro agresyvios terpės pobūdis, temperatūra ir slėgis. Esant aukštesnei tos pačios terpės temperatūrai ir slėgiui korozijos greitis didėja. Labiausiai agresyvių terpių pažeidžiamos vamzdynų vietos yra 90° alkūnės, suvirinimo sujungimai, perėjimai, kur nustatomi vietinės korozijos pažeidimai. Slėginiuose induose agresyvių terpių pažeidžiamos vietos yra korpuso dugnas, krijos, atvamzdžiai.

3. Plieno S235 atsparumo korozijai druskingo, sieringo, sieringo ir druskingo vandens mišinio terpėse su inhibitoriais ir be jų skirtingais metodais atliktų tyrimų rezultatai parodė, kad kad plieno atsparumas korozijai priklauso nuo agresyvių terpių pobūdžio. Technologinio kondensato terpėje plienui nustatytas didžiausias korozijos greitis - 1,84 mm/metus, druskingo vandens terpėje- 1,02 mm/metus, mišinyje-0,65 mm/metus. Inhibitorius CHIMEC 1839 sulėtino korozijos procesą druskingo vandens terpėje daugiau nei tris kartus ir druskingo ir sieringo vandens mišinio terpėje daugiau nei du kartus. Paskaičiuotas inhibitoriaus veiksmingumas pagal (9) formulę druskingo vandens terpėje yra 71%, druskingo ir sieringo vandens mišinio terpėje - 54%.

4. Nustatytas korozijos greitis termochemiškai apdorotų-įjazotintų bandinių technologinio kondensato terpėje - 0,0250 g/(m²·val), druskingo vandens terpėje-0,65 mm/metus. Įanglintų-grūdintų bandinių nustatytas korozijos greitis technologinio kondensato terpėje - 0,0197 g/(m²·val), druskingo vandens terpėje-0,62 mm/metus. Įanglinimas-grūdinimas labiau padidina plieno S235 atsparumą korozijai tiek technologinio kondensato terpėje, tiek druskingo vandens terpėje, nei įjazotinimas.

5. Atlikus plieno S235 agresyvių terpių poveikio lyginamąją analizę pagal paskaičiuotą korozijos greitį jose, nustatyta, kad technologinio kondensato terpė yra labiausiai agresyvi, dėl joje esančios didelės sieros vandenilio ir sulfidų (10258 mg·l⁻¹), amonio azoto (11409 mg·l⁻¹) jonų koncentracijos. Nustatyta, kad siekiant modernizuoti AB „ORLEN Lietuva kondensato valymo bloką, įeinančių vandens srautų terpė nebūtų agresyvesnė, todėl parenkant įrangą gali būti naudojamas tos pačios arba panašios markės plienas.

LITERATŪRA

AB „ORLEN Lietuva“. 2012, Katalizinio krekingo proceso laikinasis technologinis reglamentas LTR-2.01-200-12, 207 p.

AB „ORLEN Lietuva“. 2010, Naftos elektrinio nudruskinimo ir atmosferinės rektifikacijos procesas. Technologinis reglamentas TR-1.02-100-10.

AB „ORLEN Lietuva“. 2010, Slėginių indų naudojimo instrukcija BM-2, 13 p.

AB „ORLEN Lietuva“. 2010, Slėginių vamzdynų naudojimo instrukcija BM-4, 26 p.

AB „ORLEN Lietuva“. 2005. techninio patikrinimo aktas Nr. 23010007/2/4-455. 5 p.

Арчаков Ю.И., Сухотин А.М., Тесля Б. М. и др. 1999. Коррозионная стойкость оборудования химических производств. Нефтеперерабатывающая промышленность. Справочное руководство. Химия, Лен. отделение, 1990, 399 с.

Askari M., Aliofkhazraei M., Ghaffari S. et al. 2018. Film former corrosion inhibitors for oil and gas pipelines - A technical review. *Journal of Natural Gas Science and Engineering* 58 (2018) 92–114.

Bardal E. 2003. *Corrosion and Protection. Engineering materials and processes.* 2003.

Casteletti L. C., Neto A. L., Totten G. E. Nitriding of Stainless Steels. *Metallography, Microstructure, and Analysis* 6 (2014),447-508.

Chilingar G. V., Mourhatch, R., Al-Qahtani G.D. 2008. *Fundamentals of Corrosion & Scaling for Petroleum & Environmental Engineers.* 276 p.

Ciubotariu A. C., Istrate G.G. 2016. Corrosion rate of steel DX51D and S220GD in different corrosion environment. *Scientific Bulletin of Naval Academy.*19(1) (2016), 166-172.

Cuevas-Arteaga C., Uruchurtu-Chavarin J., Porcayo-Calderon J. et al. 2004. Study of molten salt corrosion of HK-40m alloy applying linear polarization resistance and conventional weight loss techniques. *Corrosion Science* 46 (2004) 2663–2679.

Czerwinski F. 2012. *Heat Treatment - Conventional and Novel Applications. Thermochemical Treatment of Metals.*

Dwivedia S. K., Vishwakarmab M., Soni A. 2018. Advances and Researches on Non Destructive Testing: A Review. *Materials Today: Proceedings* 5 (2018) 3690–3698.

Esmaeilia N., Neshatib J., Yavari I. 2014. Corrosion inhibition of new thiocarbohydrazides on the carbon steel in hydrochloric acid solution. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry* 22 (2015) 159–163.

Esmailzadeh S., Aliofkhaezraeia M., Sarlak H. 2018. Interpretation of Cyclic Potentiodynamic Polarization Test Results for Study of Corrosion Behavior of Metals: A Review. *Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces*, 2018, Vol. 54, No. 5, p. 976–989.

Fawzy A.; Abdallah M., Zaafarany I.A. et al. 2018. Thermodynamic, kinetic and mechanistic approach to the corrosion inhibition of carbon steel by new synthesized amino acids-based surfactants as green inhibitors in neutral and alkaline aqueous media. *Journal of Molecular Liquids* 265 (2018) 276–291.

Groysman A. 2017. *Corrosion Problems and Solutions in Oil Refining and Petrochemical Industry*. 2017. 369 p. (222 p.)

Hamdy A.S., Marx B., Butt D. 2011. Corrosion behavior of nitride layer obtained on AISI 316L stainless steel via simple direct nitridation route at low temperature. *Materials Chemistry and Physics* 126 (2011) 507–514.

Heydari M., Javidi M. 2012. Corrosion inhibition and adsorption behaviour of an amido-imidazoline derivative on API 5L X52 steel in CO₂-saturated solution and synergistic effect of iodide ions. *Corrosion Science* 61 (2012) 148–155.

Honarvar F., Salehi F., Safavi V. et al. 2013. Ultrasonic monitoring of erosion/corrosion thinning rates in industrial piping systems. *Ultrasonics* 53 (2013) 1251–1258.

Javaherdashti, R., Nwaoha, Ch , Tan, H. 2013. *Corrosion and materials in the oil and gas industries*. p. 701.

Jian M., Juntao Y., Yan H. Et al. 2018. Corrosion behavior of P110 tubing steel in the CO₂-saturated simulated Oilfield Formation water with Element Sulfur addition. *Rare Metal Materials and Engineering*. 47 (2018), 1965-1972.

Jing Y., Jun W., Tan G. Et al. 2017. Effect of liquid nitriding at 400–670 °C on microstructure and properties of C110 steel. *Journal of Central South University*. 2 (2017), 325-334.

Kačerauskas J. 2006. Kad metalai ilgiau tarnautų. Vilnius: 143 p

Kaesche H. 2003. Corrosion of metals. Physicochemical principles and current problems. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 594 p.

Le L., Mojtaba M., Chun-Qing L., Dilan R. 2018. Effect of corrosion and hydrogen embrittlement on microstructure and mechanical properties of mild steel. Construction and Building Materials. 170 78-90.

Lgaz H., Chung I., Albayati M.R. et al. 2018. Improved corrosion resistance of mild steel in acidic solution by hydrazone derivatives: An experimental and computational study. Arabian Journal of Chemistry.

Linear Polarization Resistance (LPR) General Information. 2018. [interaktyvus]. [žiūrėta 2018 m. spalio 15 d.]. Prieiga per internetą: < <http://www.caproco.com/catalog/pdf/Probes-Instruments/Linear-Polarization-Resistance/LPR-General-Information.pdf>>.

Mai W., Soghrati S. 2018. New phase field model for simulating galvanic and pitting corrosion processes. Electrochimica Acta. 260 (2018), 290-304.

Mehdaoui R., Khelifa A., Khadraou A. et al. 2016. Corrosion inhibition of carbon steel in hydrochloric acid solution by some synthesized surfactants from petroleum fractions. Research on Chemical Intermediates, 2016, Vol.42(6), pp.5509-5526.

Modernizacija ir investicijos. 2018. [interaktyvus]. [žiūrėta 2018 m. Lapkričio 15 d.]. Prieiga per internetą: < <http://www.orlenlietuva.lt/LT/Company/ModernizationAndInvestments/Puslapiai/default.aspx>>.

MS1500L LPR data logger. [interaktyvus]. [žiūrėta 2018 m. spalio 02 d.] <<http://www.metalsamples.com>>

Nasirpouri F., Mostafaei A., Fathyunes L. et al. 2014. Assessment of localized corrosion in carbon steel tube-grade AISI 1045 used in output oil–gas separator vessel of desalination unit in oil refinery industry. Engineering Failure Analysis. 40, 75–88.

Nazir M.H., Saeed A., Z.A. Khan. 2018. Electrochemical corrosion failure analysis of large complex engineering structures by using micro-LPR sensors. Sensors and Actuators B. 268 (2018), 232–244.

Okeniyi J., O., Ambrose I., J., Okpala S., O. et al. 2014. Probability density fittings of corrosion test-data: Implications on $C_6H_{15}NO_3$ effectiveness on concrete steel-rebar corrosion. *Sadhana*. 39, Part 3, 731–764.

Prakash G., Nath S. K. 2018. Studies on Enhancement of Silt Erosion Resistance of 13/4 Martensitic Stainless Steel by Low-Temperature Salt Bath Nitriding. *Journal of Materials Engineering and Performance*. 7 (2018), 3206-3216.

Pranesh Rao K.M., Narayan Prabhu K. 2017. Effect of bath temperature on cooling performance of molten eutectic $NaNO_3$ - KNO_3 quench medium for martempering of steels. *Metallurgical and Materials Transactions*. 48A. 4895-4904.

Roberge P.R., Ph.D., P.Eng. 2008. *Corrosion Engineering Principles and Practice*. New York: Mc Graw Hill. 2008, 770 p.

Zhang H., Wang D., Xue P. Et al. 2016. Microstructural evolution and pitting corrosion behavior of friction stir welded joint of high nitrogen stainless steel. *Materials and Design*. 110 (2016), 802-810.

Saleh B., Ahmed S. M. Slurry. 2013. Erosion–Corrosion of Carburized AISI 5117 Steel. *Tribology Letters*. 1 (2013), 135-142.

Salim R., Ech-chihbi E., Oudda H. 2018. A Review on the Assessment of imidazo[1,2-a]pyridines as corrosion inhibitor of metals. *Journal of Bio- and Tribo-Corrosion* (2019) 5-14.

Sastri V. S. 2011. *Green corrosion inhibitors: Theory and practice*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc, 2011, 329 p., 56, 75 p.

Schvartzman M.M., Lopes D.R., Esteves L. et al. 2018. Pitting Corrosion of Supermartensitic Stainless Steel in Chloride Solutions Containing Thiosulfate or H_2S . *Journal of Materials Engineering and Performance*, 27, 3723-3730.

Shen Y.Z., Oh K.H., Lee D. N. 2006. Nitrogen strengthening of interstitial-free steel by nitriding in potassium nitrate bath. *Materials Science and Engineering: A*, 434, 314-318.

Solmaz R., Karda G., Yazıcı B. Et al. 2007. The Rhodanine Inhibition Effect on the Corrosion of a Mild Steel in Acid Along the Exposure Time. *Protection of Metals*. 43 (2007), 476–482.

Speight J. G. 2006. *The Chemistry and Technology of Petroleum*. 955 p.

Standartas ГОСТ 6032-2003 Стали и сплавы коррозионно-стойкие. Методы испытаний на стойкость к межкристаллической коррозии.

Standartas LTS EN ISO 7384:1998. Korozijos bandymai dirbtinėje atmosferoje. Bendrieji reikalavimai. Vilnius. Lietuvos standartizacijos departamentas, 1998.

Шильников Д.А., Сафаров Э.Р. 2016. Решения компании Chimes для защиты от коррозии установок производства этилена. Химическая техника №11.

Šulčius, A. 2006. Metalų korozija ir sauga. Kaunas: Technologija. 298 p.

Vagapov R. K. 2008. Increasing the Corrosion Resistance of Oil Production Equipment and Pipelines. Protection of Metals, 2008, Vol. 44, No. 7, p. 667–672.

Vilys J., Tamulevičius, S., Grigaliūnas V. ir kiti. 2007. Paviršiaus inžinerija ir nanotechnologijos. Kaunas: Vitae Litera, 225 p.

Tetsuo H., Masaji I., Hidehisa K. et al., 1999. Kurita handbook of water treatment. Second English edition. 501 p.

Velázquez J.C., Cruz-Ramirez J.C., Valorc A. et al. 2018. Modeling localized corrosion of pipeline steels in oilfield produced water environments. Engineering Failure Analysis, 79, 216-231.

Wang J, Lin Y., Yan J. Et al. 2012. Influence of time on the microstructure of AISI 321 austenitic stainless steel in salt bath nitrocarburizing. Surface and Coatings Technology, 206: 3399–3404.

Zaferani S. H., Sharifi M., Zaarei D. et al. 2013. Application of eco-friendly products as corrosion inhibitors for metals in acid pickling processes – A review. Journal of Environmental Chemical Engineering 1 (2013) 652–657.

Zagidullin R. N., Zagidullin S. N., Yamaleev R. F., Gil'mutdinov A. T. 2015. Composition for corrosion protection if chemical, petrochemical, and oil-and –gas equipment and pipelines. Chemical and Petroleum Engineering, Vol. 51, N. 5–6

Zaki A. 2006. Principles of Corrosion Engineering and Corrosion Control, Elsevier Science & Technology, 2006. ProQuest Ebook Central.

Zhang X., Wang J., Fan H., Pan D. 2018. Erosion–corrosion resistance properties of 316L austenitic stainless steels after low-temperature liquid nitriding. *Applied Surface Science*, 440 (2018), 755-762.

Zheng Z.B., Zheng Y.G. 2015. Erosion-enhanced corrosion of stainless steel and carbon steel measured electrochemically under liquid and slurry impingement. *Corrosion Science* 102 (2016) 259–268.

Zhou Y., Fu an Yan. 2016. The Relation between Intergranular Corrosion and Electrochemical Characteristic of Carbon Steel in Carbonic Acid and Sodium Nitrite Solutions. *International Journal of electrochemical science*. 11 (2016), 3976 – 3986.

EFFECT OF AGGRESSIVE MEDIA ON THE EQUIPMENT OF CONDENSATE TREATMENT BLOCK IN SC"ORLEN LIETUVA"

L. Glinskienė

SUMMARY

Corrosion as a natural phenomenon is the material destructive chemical and electrochemical reaction with its surrounding environment. Corrosion is an unavoidable problem in petroleum oil refinery industries due to the complicated work conditions such as high temperature, high pressure, pH value and ion concentrations in aggressive media. As the main construction material for equipment in oil, gas and petroleum industries is steel due to his availability, and low cost. Steel is affected by corrosion.

In the present research, analyses were made on the carbon steel used in the condensate treatment block (CTB) at SC "ORLEN Lietuva" and on an effect on the equipment of aggressive media in the absence and the presence of the inhibitors. To quantify corrosion rate a weigh loss method and linear polarization resistance technique (LPR) were used. The experimental results have shown that the technological condensate (sour water) from CTB is more corrosive media than the salt water from desalination unit or mixed water stream which will feed CTB after reconstruction. Inhibitor CHIMEC 1839 slowed down the corrosion process in the salt water media more than three times and in the mixed water stream more than twice.

To increase the corrosion resistance of steel was chosen thermal-chemical surface hardening - nitriding and carburizing –hardening. The experimental results from weigh loss method and linear polarization resistance technique have shown that corrosion resistance provided by carburizing –hardening is better than that provided by nitriding.

Keywords: steel S235, corrosion inhibitor, linear polarization resistance technique, condensate treatment block, carburizing–hardening, nitriding .

PRIEDAI

1 priedas. Technologinio kondensato cheminė sudėtis

Eil. Nr.	Rodiklis	Reikšmės	Mat. vnt.	Vidurkis	Min.	Maks.	Produktas	Paėmi mo vieta
1	Sieros vandenilio ir sulfidų kiekis	10258	mg/l	12562,29	882	109832	Technologinis kondensatas	Iš T-209
2	Amoniakinio azoto koncentracija	6237	mg N/l	5822	5407	6237	Technologinis kondensatas	Iš T-209
3	Amonio azotas (NH ₄ -N)	5172	mg N/l	5989,23	245	16484	Technologinis kondensatas	Iš T-209
4	Naftos produktų kiekis	300	mg/l	204,55	100	1000	Technologinis kondensatas	Iš T-209
5	Naftos produktai	582	mg/l	272,94	6,8	3270	Technologinis kondensatas	Iš T-209
6	pH rodiklis	8,18	x	8,64	6,84	224	Technologinis kondensatas	Iš T-209

2 priedas. S-100 sekcijos, vamzdyno iš T-102, druskingo vandens cheminė sudėtis

Eil. Nr.	Rodiklis	Reikšmės	Mat. vnt.	Metodika	Vidurkis	Min.	Maks.	Produktas	Paėmimo vieta
1	pH rodiklis	5,87	x	LST ISO 10523	6,12	2,7	125	Druskingas vanduo	Vamzdynas iš T-102
2	Chloridų kiekis	2,75	mg/l	SVP V T 30	7,406	0,09	133	Druskingas vanduo	Vamzdynas iš T-102
3	Geležies koncentracija	0,391	mg/l	SVP V SF 21	0,33	0,006	5,5	Druskingas vanduo	Vamzdynas iš T-102
4	Chloridų kiekis	2,6	mg/l	LAND 63	5,55	0,21	27	Druskingas vanduo	Vamzdynas iš T-102
5	Sieros vandenilio ir sulfidų kiekis	62	mg/l	SVP V SF 04	133,92	5,38	985	Druskingas vanduo	Vamzdynas iš T-102
6	Metalu kiekis								
6.1	Cu kiekis1	0,1	mg/l	AAS metodus	0,16	0,05	0,35	Druskingas vanduo	Vamzdynas iš T-102
6.2	Cu kiekis	< 0,05 mg/l		AAS metodus				Druskingas vanduo	Vamzdynas iš T-102
7	Amoniakinio azoto koncentracija	11	mg N/l	LAND 38	11	11	11	Druskingas vanduo	Vamzdynas iš T-102

3 priedas. LK-2 S-100-osios sekcijos druskingo vandens cheminė sudėtis

Eil. Nr.	Rodiklis	Reikšmės	Mat. vnt.	Vidurkis	Min.	Maks.	Produktas	Paėmimo vieta
1	Naftos produktai	1803	mg/l	95,14	3,6	17200	LK-2 S-100-osios druskingos nuotekos	Vamzdynas AO-113, 116a
2	Naftos produktų kiekis	51600	mg/l	258296,22	8600	825600	LK-2 S-100-osios druskingos nuotekos	Vamzdynas AO-113, 116a
3	pH rodiklis	7,78	x	7,88	5,39	12,2	LK-2 S-100-osios druskingos nuotekos	Vamzdynas AO-113, 116a
4	Ištirpusio deguonies kiekis	0	mg O ₂ /l	0,03	0,03	0,03	LK-2 S-100-osios druskingos nuotekos	Vamzdynas AO-113, 116a
5	Sieros vandenilio ir sulfidų kiekis	155	mg/l	64	25	155	LK-2 S-100-osios druskingos nuotekos	Vamzdynas AO-113, 116a
6	Fenolų indeksas	3,1	mg/l	7,6	1,8	19	LK-2 S-100-osios druskingos nuotekos	Vamzdynas AO-113, 116a
7	Amonio azotas (NH ₄ -N)	292	mg N/l	154,2	20	343	LK-2 S-100-osios druskingos nuotekos	Vamzdynas AO-113, 116a
8	Amonio azotas (NH ₄ -N)	60	mg N/l	60	60	60	LK-2 S-100-osios druskingos nuotekos	Vamzdynas AO-113, 116a
9	Chloridų kiekis	266	mg/l	266	266	266	LK-2 S-100-osios druskingos nuotekos	Vamzdynas AO-113, 116a
10	Sieros vandenilio ir sulfidų kiekis	7,76	mg/l	7,76	7,76	7,76	LK-2 S-100-osios druskingos nuotekos	Vamzdynas AO-113, 116a

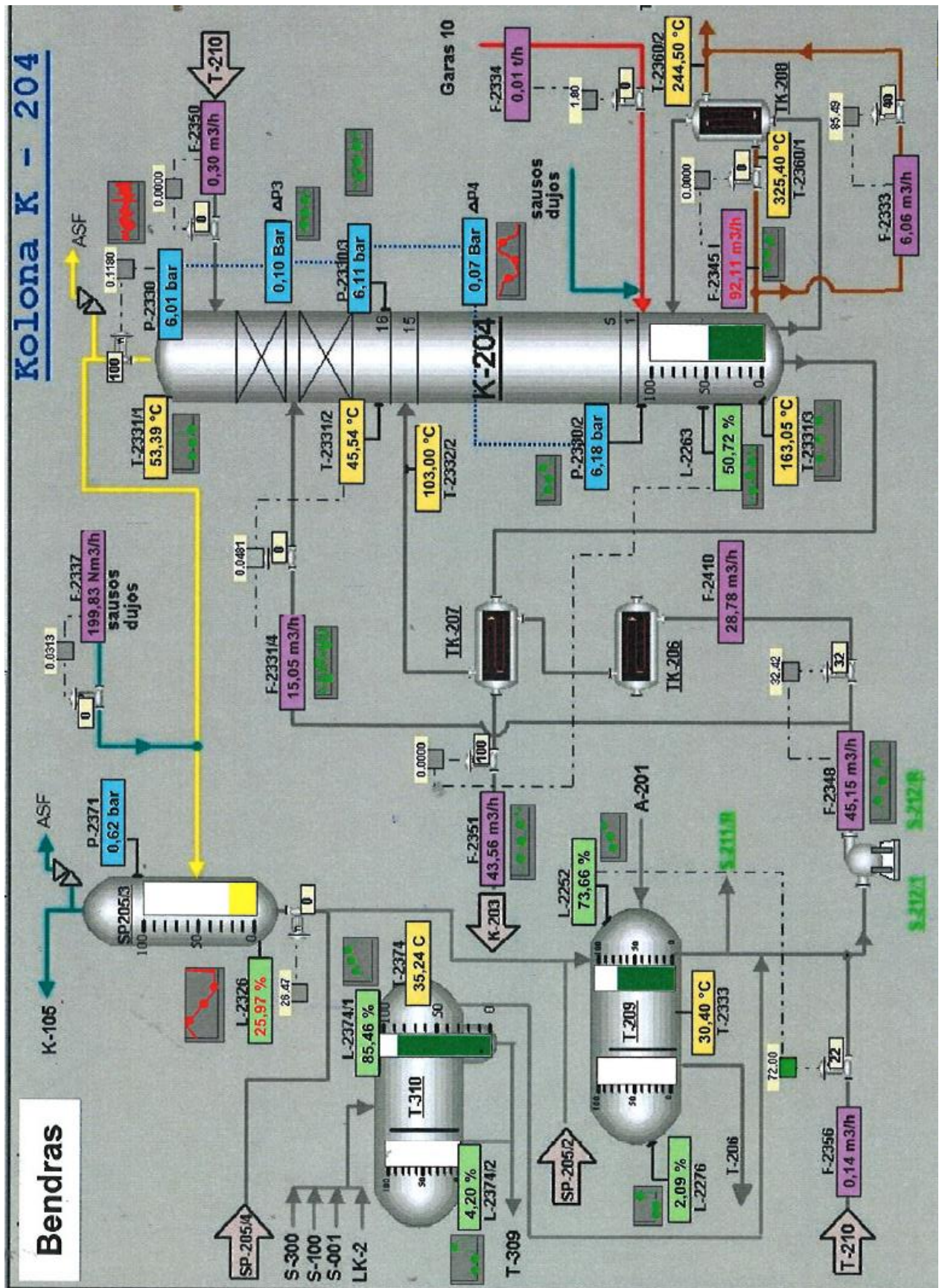
4 priedas. Sieringo ir druskingo vandens mišinio cheminė sudėtis

Eil. Nr.	Rodiklis	Reikšmės	Mat. vnt.	Produktas
1	pH rodiklis	7,9	x	Technologinio kondensato mišinys į KVB
2	Naftos produktų kiekis	953	mg/l	Technologinio kondensato mišinys į KVB
3	NH ⁺ ₄ kiekis	5384	mg N/l	Technologinio kondensato mišinys į KVB
4	Sieros vandenilio ir sulfidų kiekis	4790	mg/l	Technologinio kondensato mišinys į KVB
5	Fenolių indeksas	1,2	mg/l	Technologinio kondensato mišinys į KVB
6	Chloridų kiekis	102	mg/l	Technologinio kondensato mišinys į KVB
7	Geležies koncentracija	0,063	mg/l	Technologinio kondensato mišinys į KVB
8	Cu kiekis	0,016	mg/l	Technologinio kondensato mišinys į KVB

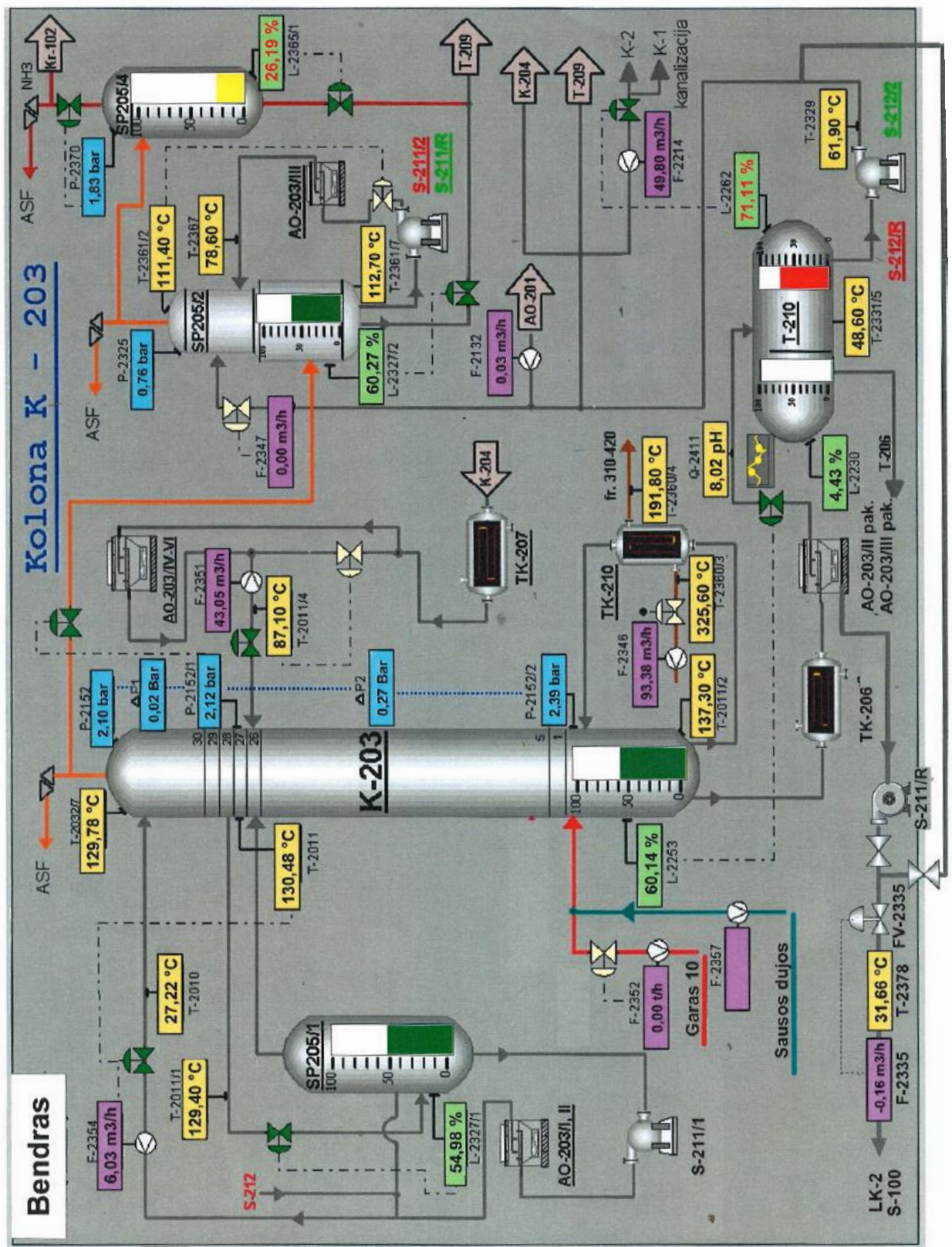
5 priedas. Numatomi technologinio kondensato srautai į kondensato valymo bloką po rekonstrukcijos

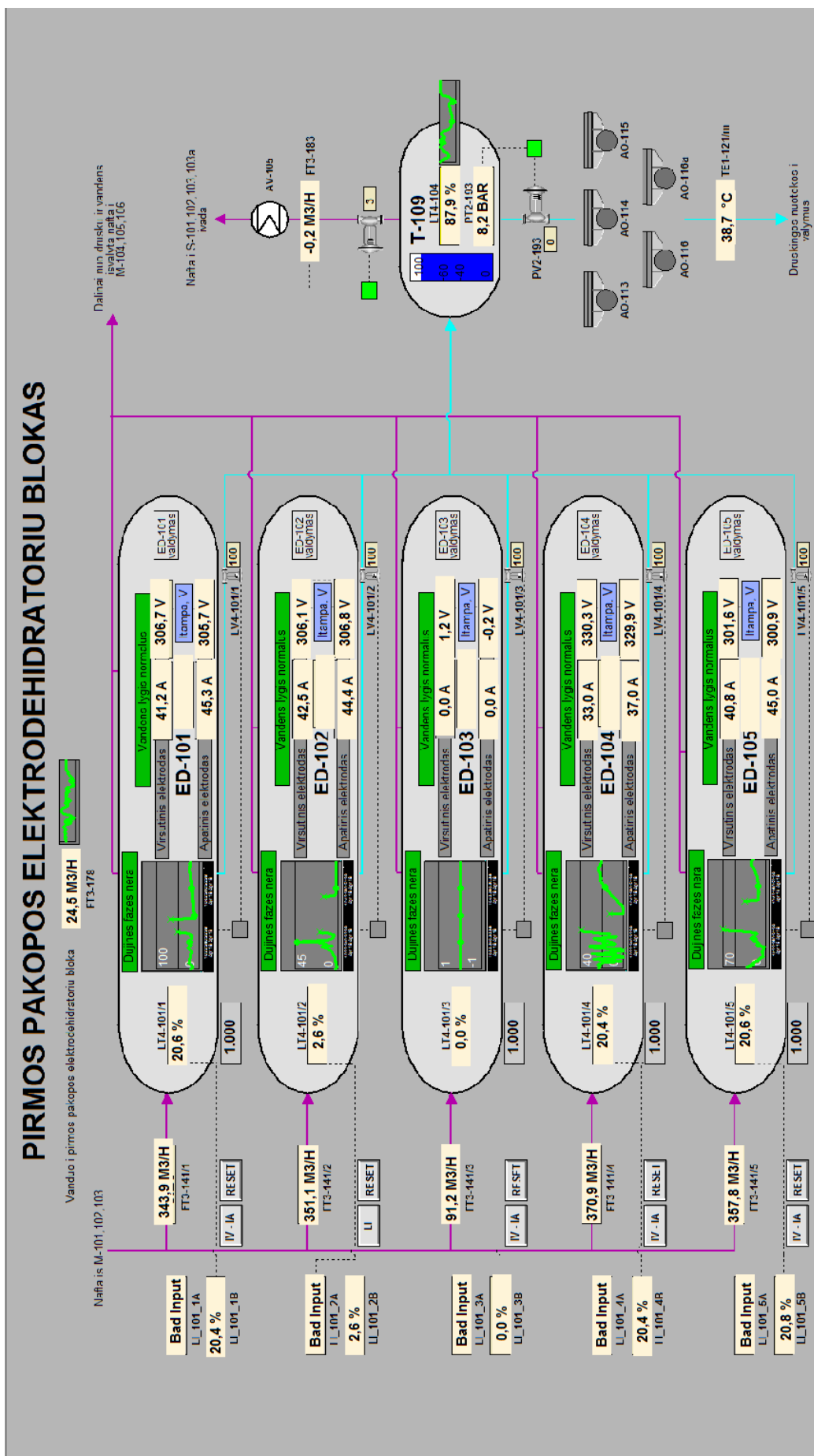
Eil. Nr.	Mėginio pavadinimas (Šaltinis)	Kiekis, m ³ /h	pH	H ₂ S kiekis, mg/l	NH ₄ kiekis, mgN/l	Naftos produktų kiekis mg/l	Chloridų kiekis mg/l
1	KT-1/1 S-001/1 T-603	2,5	6,46	109,5	65	300	32
2	KT-1/1 S-001/2 T-701	2,5	6,85	82,5	249	500	15
3	KT-1/1 S-001/2 T-703	1,5	5,66	1116	216	300	97
4	KT-1/1 S-100 SP-102	5,0	8,63	40113	35139	2000	-
5	KT-1/1 S-100 SP-103	6,0	8,53	2421	1514	1000	45
6	KT-1/1 S-200 A-201	21	8,96	1625	1613	200	26
7	KT-1/1 S-300 T-307	2,0	8,37	6644	11263	200	3,8
8	LK-1 K-304 (SP-301, SP-302, SP-306, SP-201, T-201)	8,2	8,90	9831	5469	500	30
9	LK-1 T-307, T-308	0,2	7,63	Negalina nustatyti	103	500	317
10	LK-2 ED-105 (periodiškai)	2,0	-	-	-	-	-
11	LK-2 N-102 (periodiškai)	1,0	-	-	-	-	-
12	LK-2 N-103, N-104	0,2	7,26	19,4	87	2000	328
13	LK-2 K-304 (SP-301, SP-302, SP-306, SP-201, T-201)	10,0	8,54	22329	11056	200	39
14	LK-2 T-101	-	7,52	136	243	600	13
15	LK-2 T-102	21	6,92	75,5	28	790	28
16	LK-2 T-104 (periodiškai)	-	-	-	-	-	-
17	LK-2 ED bloko AO-113,116a	50,0	9,31	36	92	468	364
18	S-500 SP-501 (periodiškai)	3,0	9,40	1610	1446	300	24
19	VVF (vakuuminės sistemos)	3,0	-	-	-	-	-
	VISO:	139,1					
	VIDUTINIŠKAI:		7,9	6206	4572	657	164

6 priedas. Technologinio kondensato valymo bloko technologinė schema

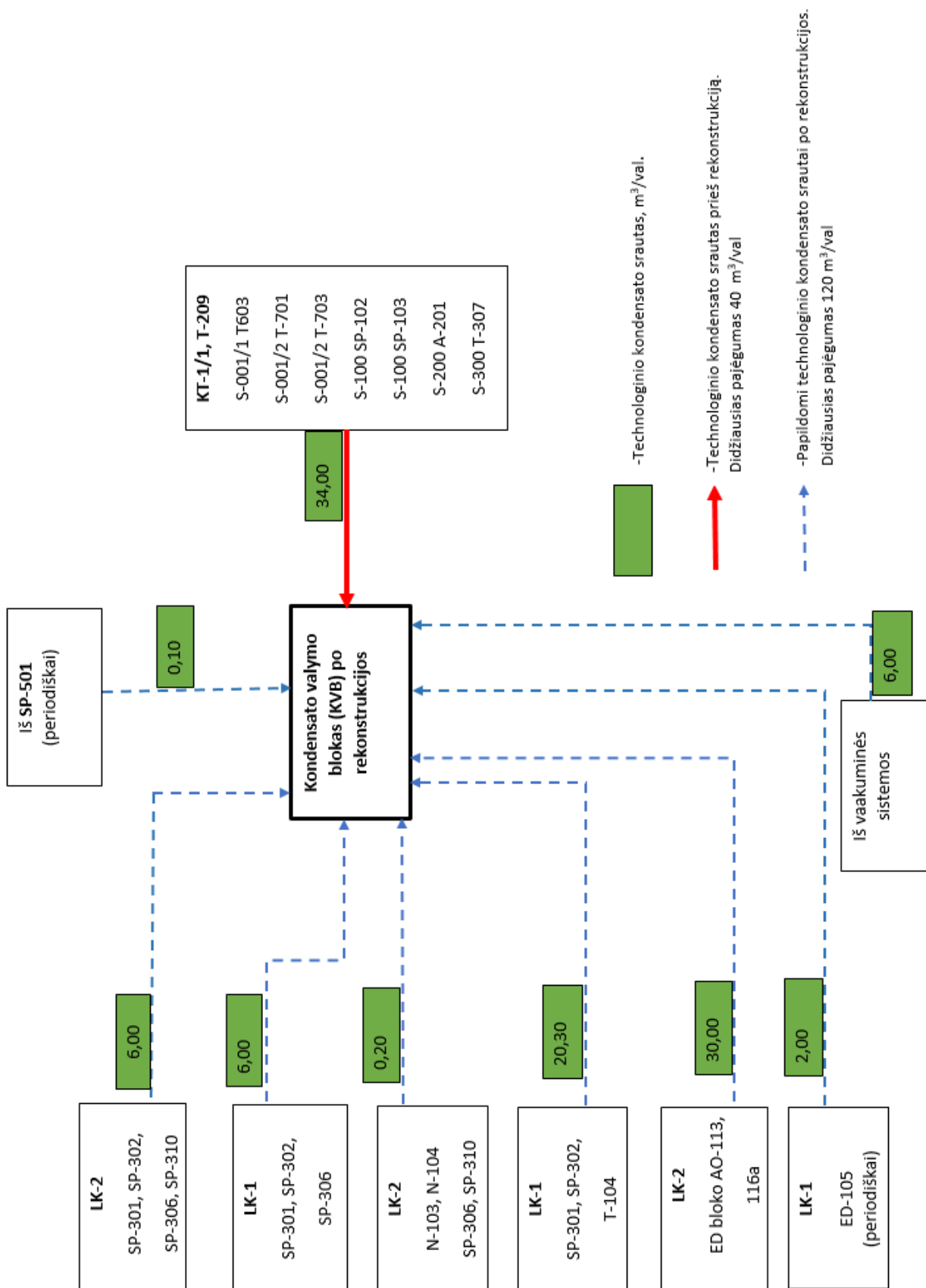


7 priedas. Technologinio kondensato valymo bloko technologinė schema





12 priedas. Technologinio kondensato srautai prieš ir po rekonstrukcijos



13 priedas. Slėginio indo T-209 korozinė kortelė

Slėginio indo korozinė kortelė

Technologinis Nr. **T-209**

Gamyklinis Nr. **740748**

Ident. kodas **43-19**

Gamybinio padalinio Nr. **GP-2**

Įrenginio Nr. **S-200**

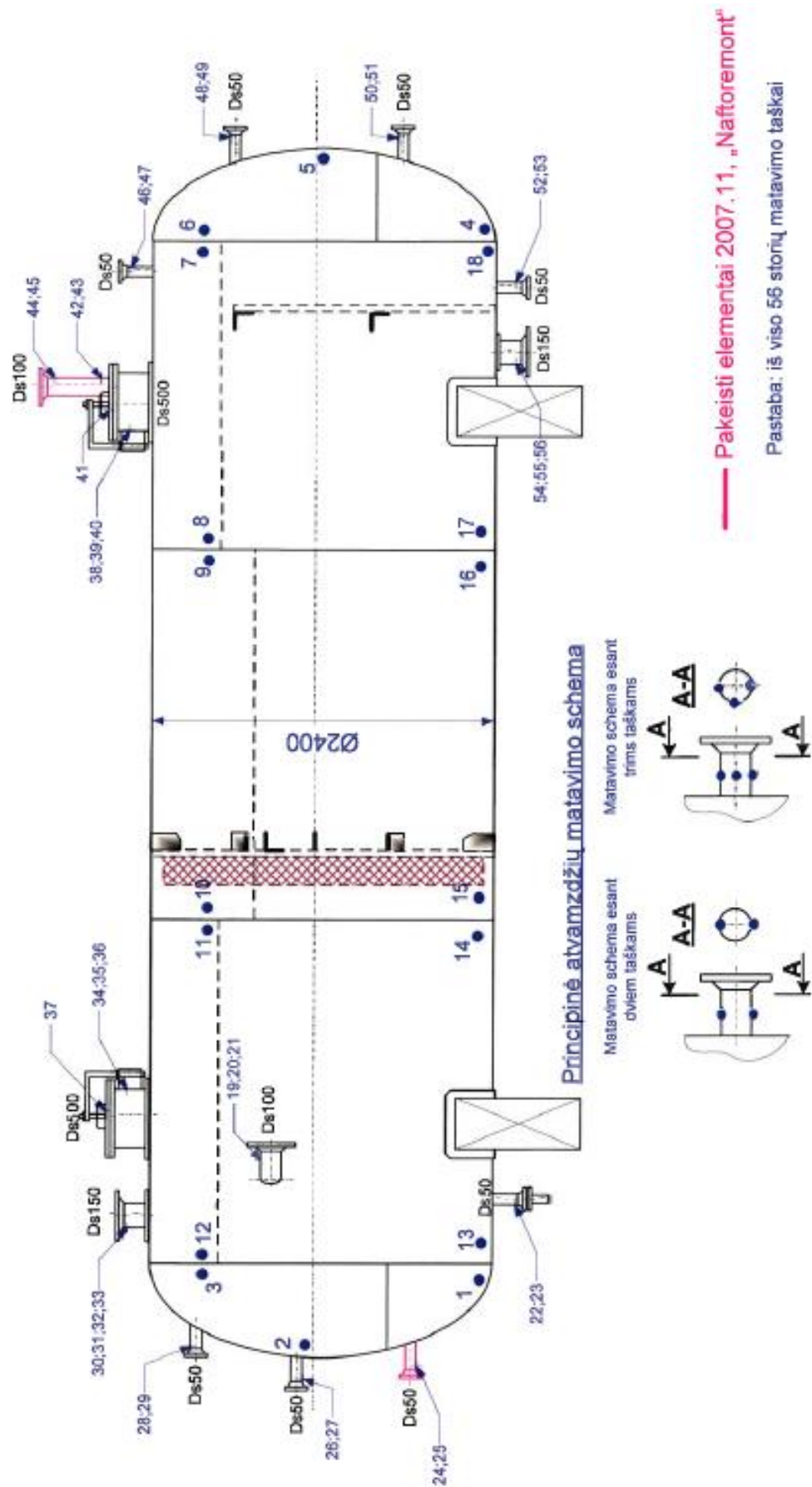
Eksploatacijos pradžia:

1989 m.

Indo elemento pavadinimas	Sienelės storis, mm		Matavimų rezultatai						Resurso ir korozijos greičio skaičiavimo metai		
	Projektinis storis, mm	Brokavimo storis, mm	Data: 2007.10.19		Data: 2012.05.12		Data:		2012		
			Parašas	Parašas	Parašas	Parašas	Parašas	Parašas	Paskaič. kor. greitis, mm/m.	Primtas kor. greitis, mm/m.	Resursas, metais
1	2	3	Taško Nr.	Faktinis storis, mm	Taško Nr.	Faktinis storis, mm	Taško Nr.	Faktinis storis, mm	10	11	12
Dugnas	16,0	5,0	1	14,9	1	14,6	1		0,06	0,10	>20metų
-----//-----	16,0	5,0	2	14,2	2	13,6	2		0,12	0,10	>20metų
-----//-----	16,0	5,0	3	14,8	3	14,2	3		0,12	0,10	>20metų
Dugnas	16,0	5,0	4	14,9	4	14,4	4		0,10	0,10	>20metų
-----//-----	16,0	5,0	5	14,3	5	13,6	5		0,14	0,10	>20metų
-----//-----	16,0	5,0	6	14,0	6	13,7	6		0,06	0,10	>20metų
Korp. krija Ø2400	16,0	5,0	7	14,2	7	13,4	7		0,16	0,10	>20metų
-----//-----	16,0	5,0	8	13,9	8	13,5	8		0,08	0,10	>20metų
-----//-----	16,0	5,0	9	14,0	9	13,7	9		0,06	0,10	>20metų
-----//-----	16,0	5,0	10	14,4	10	14,2	10		0,04	0,10	>20metų
-----//-----	16,0	5,0	11	14,8	11	14,5	11		0,06	0,10	>20metų
-----//-----	16,0	5,0	12	14,8	12	14,3	12		0,10	0,10	>20metų
-----//-----	16,0	5,0	13	15,0	13	14,7	13		0,06	0,10	>20metų
-----//-----	16,0	5,0	14	14,5	14	14,3	14		0,04	0,10	>20metų
-----//-----	16,0	5,0	15	14,6	15	14,4	15		0,04	0,10	>20metų
-----//-----	16,0	5,0	16	14,4	16	13,9	16		0,10	0,10	>20metų
-----//-----	16,0	5,0	17	14,5	17	13,9	17		0,12	0,10	>20metų
-----//-----	16,0	5,0	18	14,8	18	14,5	18		0,06	0,10	>20metų
Atvamzdis Ds100	6,0	2,0	19	5,2	19	5,5	19		-0,06	0,10	>20metų
-----//-----	6,0	2,0	20	5,2	20	5,6	20		-0,08	0,10	>20metų
-----//-----	6,0	2,0	21	5,0	21	5,7	21		-0,14	0,10	>20metų
Atvamzdis Ds50	6,0	1,5	22	5,6	22	5,3	22		0,06	0,10	>20metų
-----//-----	6,0	1,5	23	5,3	23	5,7	23		-0,08	0,10	>20metų
Atvamzdis Ds50	6,0	1,5	24	2,4	24	4,6	24		0,28	0,10	>20metų
-----//-----	6,0	1,5	25	2,9	25	4,5	25		0,30	0,10	>20metų
Atvamzdis Ds50	6,0	1,5	26	4,8	26	4,6	26		0,04	0,10	>20metų
-----//-----	6,0	1,5	27	4,5	27	4,3	27		0,04	0,10	>20metų
Atvamzdis Ds50	6,0	1,5	28	4,5	28	5,0	28		-0,10	0,10	>20metų
-----//-----	6,0	1,5	29	4,9	29	5,2	29		-0,06	0,10	>20metų
Atvamzdis Ds150	8,0	2,5	30	5,5	30	5,7	30		-0,04	0,10	>20metų
-----//-----	8,0	2,5	31	5,7	31	4,7	31		0,20	0,10	>20metų
-----//-----	8,0	2,5	32	5,0	32	4,8	32		0,04	0,10	>20metų
-----//-----	8,0	2,5	33	5,1	33	5,0	33		0,02	0,10	>20metų
Liukas Ds500	10,0	4,0	34	7,8	34	7,7	34		0,02	0,10	>20metų
-----//-----	10,0	4,0	35	7,8	35	8,1	35		-0,06	0,10	>20metų
-----//-----	10,0	4,0	36	8,1	36	8,1	36		0,00	0,10	>20metų
Dangtis Ds500	32,0	16,0	37	30,7	37	30,6	37		0,02	0,10	>20metų
Liukas Ds500	10,0	4,0	38	8,8	38	8,1	38		0,14	0,10	>20metų
-----//-----	10,0	4,0	39	8,2	39	8,1	39		0,02	0,10	>20metų
-----//-----	10,0	4,0	40	8,3	40	8,2	40		0,02	0,10	>20metų
Dangtis Ds500	32,0	16,0	41	30,7	41	30,8	41		-0,02	0,10	>20metų
Vamzdis Ds100	6,0	2,0	42	2,4	42	5,8	42		0,04	0,10	>20metų
-----//-----	6,0	2,0	43	2,6	43	6,0	43		0,00	0,10	>20metų
-----//-----	6,0	2,0	44	2,6	44	5,9	44		0,02	0,10	>20metų
-----//-----	6,0	2,0	45	2,6	45	5,5	45		0,10	0,10	>20metų
Atvamzdis Ds50	6,0	1,5	46	4,6	46	5,2	46		-0,12	0,10	>20metų
-----//-----	6,0	1,5	47	4,8	47	5,3	47		-0,10	0,10	>20metų
Atvamzdis Ds50	6,0	1,5	48	4,4	48	5,1	48		-0,14	0,10	>20metų
-----//-----	6,0	1,5	49	3,7	49	3,1	49		0,12	0,10	16,0
Atvamzdis Ds50	6,0	1,5	50	4,8	50	5,0	50		-0,04	0,10	>20metų

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
-----//-----	6,0	1,5	51	4,7	51	5,0	51		-0,06	0,10	>20metų
Atvamzdis Ds50	6,0	1,5	52	5,3	52	5,2	52		0,02	0,10	>20metų
-----//-----	6,0	1,5	53	5,0	53	5,5	53		-0,10	0,10	>20metų
Atvamzdis Ds150	8,0	2,5	54	6,4	54	6,3	54		0,02	0,10	>20metų
-----//-----	8,0	2,5	55	6,5	55	6,9	55		-0,08	0,10	>20metų
-----//-----	8,0	2,5	56	7,0	56	7,2	56		-0,04	0,10	>20metų
Paskaičiuotas vidutinis korozijos greitis, mm/m									0,06		

Pastaba: Likutinio resurso skaičiavimuose priimtas korozijos greitis 0,10 mm/m.
 Taškų išdėstymą žiūrėti pridedamoje storių matavimo schemoje
 Nauji elementai sumontuoti 2007 metais



15 priedas. Slėginio indo T-102 korozinė kortelė

Slėginio indo korozinė kortelė

Technologinis Nr.: T-102

Gamybinis padalinys: Nr.: 1; LK-2; S-100

Gamyklinis Nr.: 3918

Technologinis procesas: Naftos atmosferinė rektifikacija

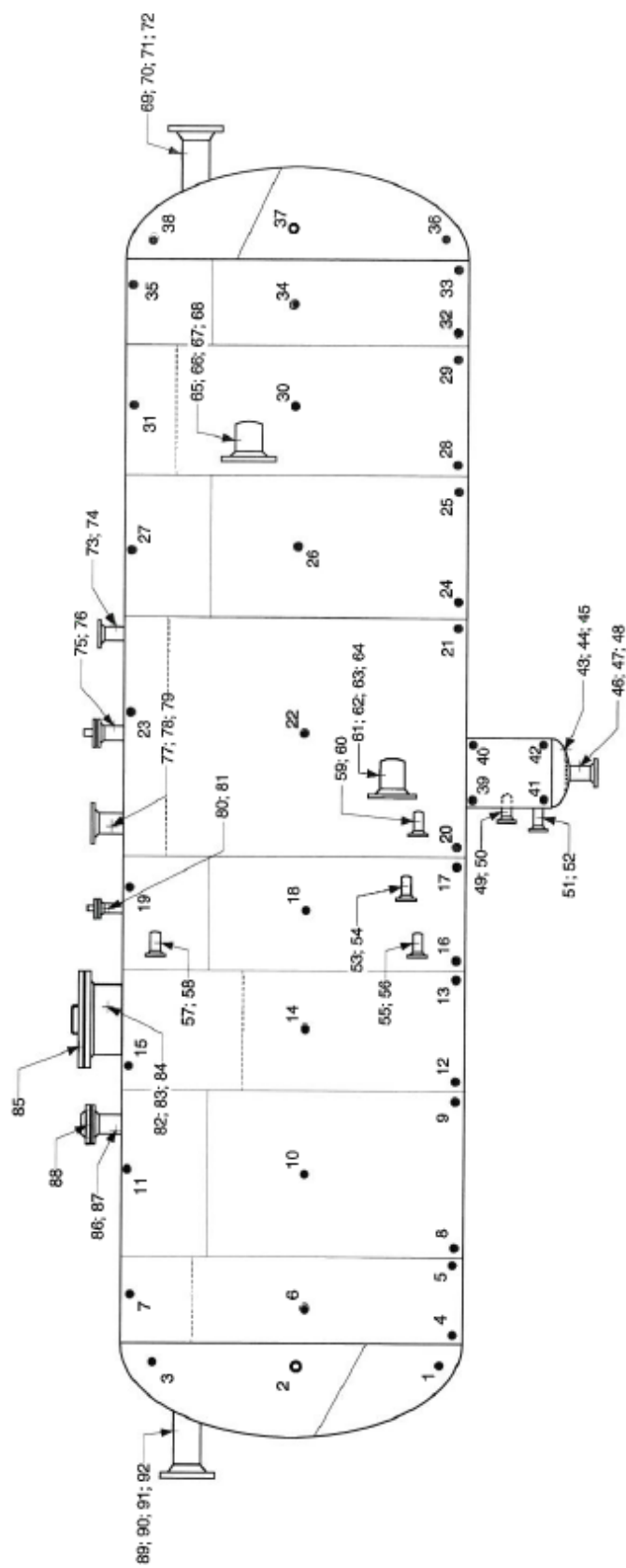
Registracijos Nr.: SI-01-04003

Eksploatacijos pradžia: 1983.12.27

Indo elemento pavadinimas	Sienelės storis; mm		Matavimų rezultatai								Korozijos greitis mm/m	Paskaičiuotas restas
	Projekcinis storis; mm	Brokavimo storis; mm	Matavimų data 2012.05.10		Matavimų data 2018.04.14		Matavimų data		Matavimų data			
			Taško Nr.:	Faktinis storis; mm	Taško Nr.:	Faktinis storis; mm	Taško Nr.:	Faktinis storis; mm	Taško Nr.:	Faktinis storis; mm		
Korpuso dugnas	16,0	10,3	1	14,5	1	14,5	1	1	0,00	>20 metų		
Korpuso dugnas	16,0	10,3	2	11,5	2	11,5	2	2	0,00	>20 metų		
Korpuso dugnas	16,0	10,3	3	12,9	3	12,9	3	3	0,00	>20 metų		
Korpuso krija	14,0	10,3	4	14,4	4	13,1	4	4	0,22	13		
Korpuso krija	14,0	10,3	5	14,5	5	13,1	5	5	0,24	12		
Korpuso krija	14,0	10,3	6	12,8	6	12,8	6	6	0,00	>20 metų		
Korpuso krija	14,0	10,3	7	12,0	7	11,5	7	7	0,08	14		
Korpuso krija	14,0	10,3	8	13,8	8	12,7	8	8	0,19	13		
Korpuso krija	14,0	10,3	9	13,2	9	12,3	9	9	0,15	13		
Korpuso krija	14,0	10,3	10	12,1	10	12,1	10	10	0,00	>20 metų		
Korpuso krija	14,0	10,3	11	11,8	11	11,8	11	11	0,00	>20 metų		
Korpuso krija	14,0	10,3	12	13,3	12	12,3	12	12	0,17	12		
Korpuso krija	14,0	10,3	13	13,3	13	12,3	13	13	0,17	12		
Korpuso krija	14,0	10,3	14	12,1	14	12,0	14	14	0,02	>20 metų		
Korpuso krija	14,0	10,3	15	11,9	15	11,9	15	15	0,00	>20 metų		
Korpuso krija	14,0	10,3	16	13,5	16	12,5	16	16	0,17	13		
Korpuso krija	14,0	10,3	17	13,6	17	12,6	17	17	0,17	14		
Korpuso krija	14,0	10,3	18	11,9	18	11,9	18	18	0,00	>20 metų		
Korpuso krija	14,0	10,3	19	11,9	19	11,9	19	19	0,00	>20 metų		
Korpuso krija	14,0	10,3	20	12,8	20	12,0	20	20	0,13	13		
Korpuso krija	14,0	10,3	21	12,0	21	12,0	21	21	0,00	>20 metų		
Korpuso krija	14,0	10,3	22	11,7	22	11,7	22	22	0,00	>20 metų		
Korpuso krija	14,0	10,3	23	11,3	23	11,3	23	23	0,00	>20 metų		
Korpuso krija	14,0	10,3	24	12,9	24	12,1	24	24	0,13	13		
Korpuso krija	14,0	10,3	25	12,8	25	12,0	25	25	0,13	13		
Korpuso krija	14,0	10,3	26	12,4	26	12,2	26	26	0,03	>20 metų		
Korpuso krija	14,0	10,3	27	11,2	27	11,2	27	27	0,00	>20 metų		
Korpuso krija	14,0	10,3	28	12,7	28	12,0	28	28	0,12	14		
Korpuso krija	14,0	10,3	29	12,7	29	12,6	29	29	0,02	>20 metų		
Korpuso krija	14,0	10,3	30	12,4	30	12,4	30	30	0,00	>20 metų		
Korpuso krija	14,0	10,3	31	11,5	31	11,5	31	31	0,00	>20 metų		
Korpuso krija	14,0	10,3	32	12,0	32	12,0	32	32	0,00	>20 metų		
Korpuso krija	14,0	10,3	33	14,6	33	13,2	33	33	0,23	12		
Korpuso krija	14,0	10,3	34	12,6	34	12,6	34	34	0,00	>20 metų		
Korpuso krija	14,0	10,3	35	12,2	35	12,2	35	35	0,00	>20 metų		
Korpuso dugnas	16,0	10,3	36	13,0	36	12,6	36	36	0,07	>20 metų		
Korpuso dugnas	16,0	10,3	37	13,5	37	13,5	37	37	0,00	>20 metų		
Korpuso dugnas	16,0	10,3	38	13,7	38	13,7	38	38	0,00	>20 metų		
Atvamzdis Ds500	11,0	7,0	39	11,2	39	10,4	39	39	0,13	>20 metų		
Atvamzdis Ds500	11,0	7,0	40	11,5	40	10,9	40	40	0,10	>20 metų		
Atvamzdis Ds500	11,0	7,0	41	10,2	41	10,2	41	41	0,00	>20 metų		
Atvamzdis Ds500	11,0	7,0	42	10,9	42	10,9	42	42	0,00	>20 metų		
Dugnas Ds500	11,0	7,0	43	10,4	43	9,7	43	43	0,12	>20 metų		
Dugnas Ds500	11,0	7,0	44	10,2	44	9,8	44	44	0,07	>20 metų		
Dugnas Ds500	11,0	7,0	45	10,6	45	10,6	45	45	0,00	>20 metų		
Atvamzdis Ds100	6,0	2,5	46	5,9	46	5,9	46	46	0,00	>20 metų		
Atvamzdis Ds100	6,0	2,5	47	5,8	47	5,8	47	47	0,00	>20 metų		
Atvamzdis Ds100	6,0	2,5	48	5,7	48	5,3	48	48	0,07	>20 metų		
Atvamzdis Ds50	6,0	2,0	49	5,3	49	5,3	49	49	0,00	>20 metų		
Atvamzdis Ds50	6,0	2,0	50	5,0	50	5,0	50	50	0,00	>20 metų		
Atvamzdis Ds50	6,0	2,0	51	5,1	51	5,1	51	51	0,00	>20 metų		
Atvamzdis Ds50	6,0	2,0	52	5,2	52	5,2	52	52	0,00	>20 metų		
Atvamzdis Ds50	6,0	2,0	53	5,3	53	5,3	53	53	0,00	>20 metų		
Atvamzdis Ds50	6,0	2,0	54	5,0	54	5,0	54	54	0,00	>20 metų		
Atvamzdis Ds50	6,0	2,0	55	5,2	55	5,2	55	55	0,00	>20 metų		
Atvamzdis Ds50	6,0	2,0	56	5,1	56	5,1	56	56	0,00	>20 metų		

Indo elemento pavadinimas	Sienelės storis; mm		Matavimų rezultatai								Korozijos greitis mm/m	Pasibaigusios resursas
			Matavimų data 2012.05.10		Matavimų data 2018.04.14		Matavimų data		Matavimų data			
	Projektinis storis; mm	Brokavimo storis; mm	Taško Nr.:	Faktinis storis; mm	Taško Nr.:	Faktinis storis; mm	Taško Nr.:	Faktinis storis; mm	Taško Nr.:	Faktinis storis; mm		
Atvamzdis Ds60	6,0	2,0	57	5,5	57	5,3	57		57		0,00	>20 metų
Atvamzdis Ds60	6,0	2,0	58	5,3	58	5,3	58		58		0,00	>20 metų
Atvamzdis Ds60	6,0	2,0	59	5,5	59	5,5	59		59		0,00	>20 metų
Atvamzdis Ds60	6,0	2,0	60	5,3	60	5,3	60		60		0,00	>20 metų
Atvamzdis Ds300	12,0	5,0	61	11,4	61	11,4	61		61		0,00	>20 metų
Atvamzdis Ds300	12,0	5,0	62	11,1	62	11,1	62		62		0,00	>20 metų
Atvamzdis Ds300	12,0	5,0	63	11,8	63	11,8	63		63		0,00	>20 metų
Atvamzdis Ds300	12,0	5,0	64	11,7	64	11,7	64		64		0,00	>20 metų
Atvamzdis Ds300	12,0	5,0	65	11,3	65	11,3	65		65		0,00	>20 metų
Atvamzdis Ds300	12,0	5,0	66	11,7	66	11,2	66		66		0,08	>20 metų
Atvamzdis Ds300	12,0	5,0	67	11,3	67	11,3	67		67		0,00	>20 metų
Atvamzdis Ds300	12,0	5,0	68	11,5	68	11,5	68		68		0,00	>20 metų
Atvamzdis Ds300	12,5	5,0	69	11,5	69	11,5	69		69		0,00	>20 metų
Atvamzdis Ds300	12,5	5,0	70	11,5	70	11,5	70		70		0,00	>20 metų
Atvamzdis Ds300	12,5	5,0	71	11,5	71	11,5	71		71		0,00	>20 metų
Atvamzdis Ds300	12,5	5,0	72	11,3	72	11,3	72		72		0,00	>20 metų
Atvamzdis Ds100	6,0	2,5	73	5,5	73	5,5	73		73		0,00	>20 metų
Atvamzdis Ds100	6,0	2,5	74	5,6	74	5,6	74		74		0,00	>20 metų
Atvamzdis Ds100	6,0	2,5	75	5,6	75	5,4	75		75		0,03	>20 metų
Atvamzdis Ds100	6,0	2,5	76	5,5	76	5,5	76		76		0,00	>20 metų
Atvamzdis Ds150	6,0	3,0	77	5,2	77	5,2	77		77		0,00	>20 metų
Atvamzdis Ds150	6,0	3,0	78	4,9	78	4,9	78		78		0,00	>20 metų
Atvamzdis Ds150	6,0	3,0	79	4,6	79	4,6	79		79		0,00	>20 metų
Atvamzdis Ds50	6,0	2,0	80	3,8	80	3,8	80		80		0,00	>20 metų
Atvamzdis Ds50	6,0	2,0	81	5,5	81	4,7	81		81		0,13	>20 metų
Liukas Ds450	14,0	6,0	82	10,5	82	10,5	82		82		0,00	>20 metų
Liukas Ds450	14,0	6,0	83	10,5	83	10,5	83		83		0,00	>20 metų
Liukas Ds450	14,0	6,0	84	10,4	84	10,4	84		84		0,00	>20 metų
Liuko dangys	27,0	20,0	85	27,6	85	27,6	85		85		0,00	>20 metų
Atvamzdis Ds150	6,0	3,0	86	5,5	86	5,3	86		86		0,03	>20 metų
Atvamzdis Ds150	6,0	3,0	87	5,0	87	5,0	87		87		0,00	>20 metų
Akde Ds150	23,0	10,0	88	23,0	88	22,5	88		88		0,08	>20 metų
Atvamzdis Ds300	12,5	5,0	89	11,9	89	11,9	89		89		0,00	>20 metų
Atvamzdis Ds300	12,5	5,0	90	11,0	90	11,0	90		90		0,00	>20 metų
Atvamzdis Ds300	12,5	5,0	91	11,9	91	11,2	91		91		0,12	>20 metų
Atvamzdis Ds300	12,5	5,0	92	12,0	92	11,7	92		92		0,05	>20 metų

16 priedas. Slėginio indo T-102 sienelės storių matavimo schema



2 o. Taškas nematomoje pusėje

17 priedas. GP-1, LK-2, S-100-osios sekcijos slėginio vamzdyno Nr. v.121/2 sienelių storių
matavimo formuliaras



Prie techninio patikrinimo akto
Nr. 20160326/5

Puslapis 1/2

Mechanikos skyriaus techninės priežiūros grupė

Vamzdyno Nr.:

121/2

Lokacija:

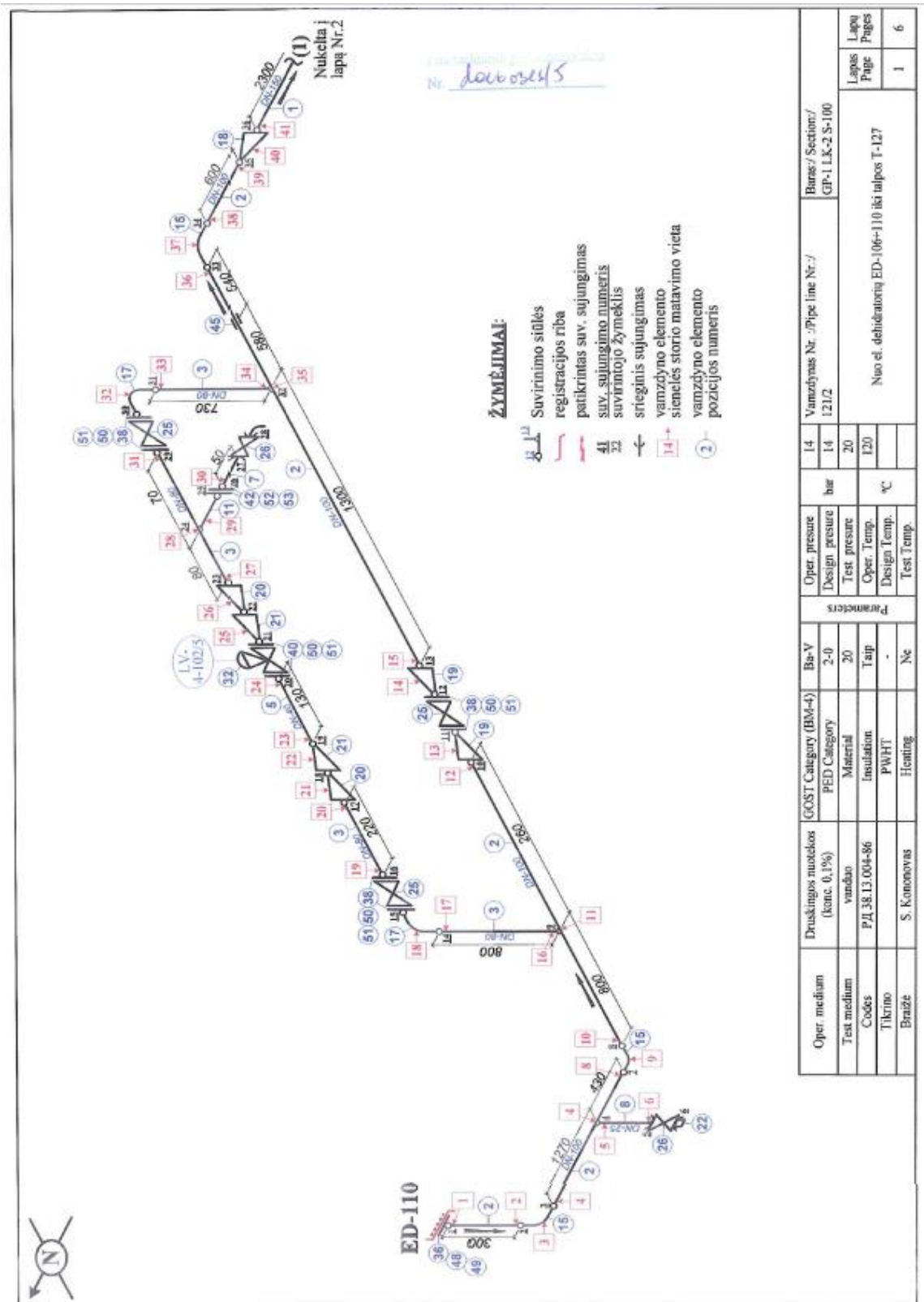
OL NPG GP-1 LK-2 S-100

FORMILIARAS

Vamzdyno detalių sienelės storio matavimai atlikti ultragarsiniu ir radiografiniu metodu pagal protokolą Nr. PR/M 832

Matavimo vietos Nr.	Diš	Ankstesnis	Pradinis	Ribinis	2016.03.15												Minimalus	Pastabos	KG, (mm/metus)	T, (metais)	Ht, (metais)	Paskutinis vid.
					Matavimo rezultatus įvedė inžinierius: Vytautas Valantis																	
Elementu tašku Nr.					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Min	Pastabos				
141	32	2,20	4,0	1,5	2,1		2,2										2,1	Vamzdis	0,02	2,8	25,0	2,15
140	108	5,57	8,0	2,0	6,5	5,1		5,1									5,1	Įpjova	0,01	2,8	30,0	5,57
218	27	2,00	4,0	1,5	3,6	1,3	3,7	3,9									1,3	Vamzdis	0,33	2,8	-0,6	3,13
214	89	7,40	8,0	2,0	8,3	6,5		6,7									6,5	Įpjova	0,11	2,8	30,0	7,17
215	27	2,65	4,0	1,5	2,4		2,7										2,4	Vamzdis	0,05	2,8	18,8	2,55
Diš - vamzdyno elemento išorinis skersmuo (mm); Ankstesnis arba Pradinis - ankstesnių matavimų sienelės storių vidutinė vertė arba pradinis (nominalus) sienelės storis (mm); Ribinis - storis nustatomas pagal PĮ 38.13.004-86 punktų 13.49-51 reikalavimus; Minimalus - paskutinio matavimo mažiausia vertė; Ht - likęs sąlyginis eksploatacavimo laikas; KG - korozijos greitis (jei neužpildyta, KG vertė yra nulinė arba neigjama. Ji neįskaičiuojama į KG vidurkį); T - laikotarpis tarp ankstesnio ir paskutinio matavimo; Paskutinis vid. - paskutinio matavimo vidutinė vertė.																	Korozijos greičio vidurkis (mm/metus)		0,105			

18 priedas. GP-1, LK-2, S-100-osios sekcijos slėginio vamzdyno Nr. v.121/2 schema



19 priedas. GP-1, LK-2, S-100-osios sekcijos slėginio vamzdyno Nr. v.121/3 sienelės storio matavimų formuliaras



Puslapis 1/2

Mechanikos skyriaus techninės priežiūros grupė

Vamzdyno Nr.: 121/3

Padalinys: GP1-LK2

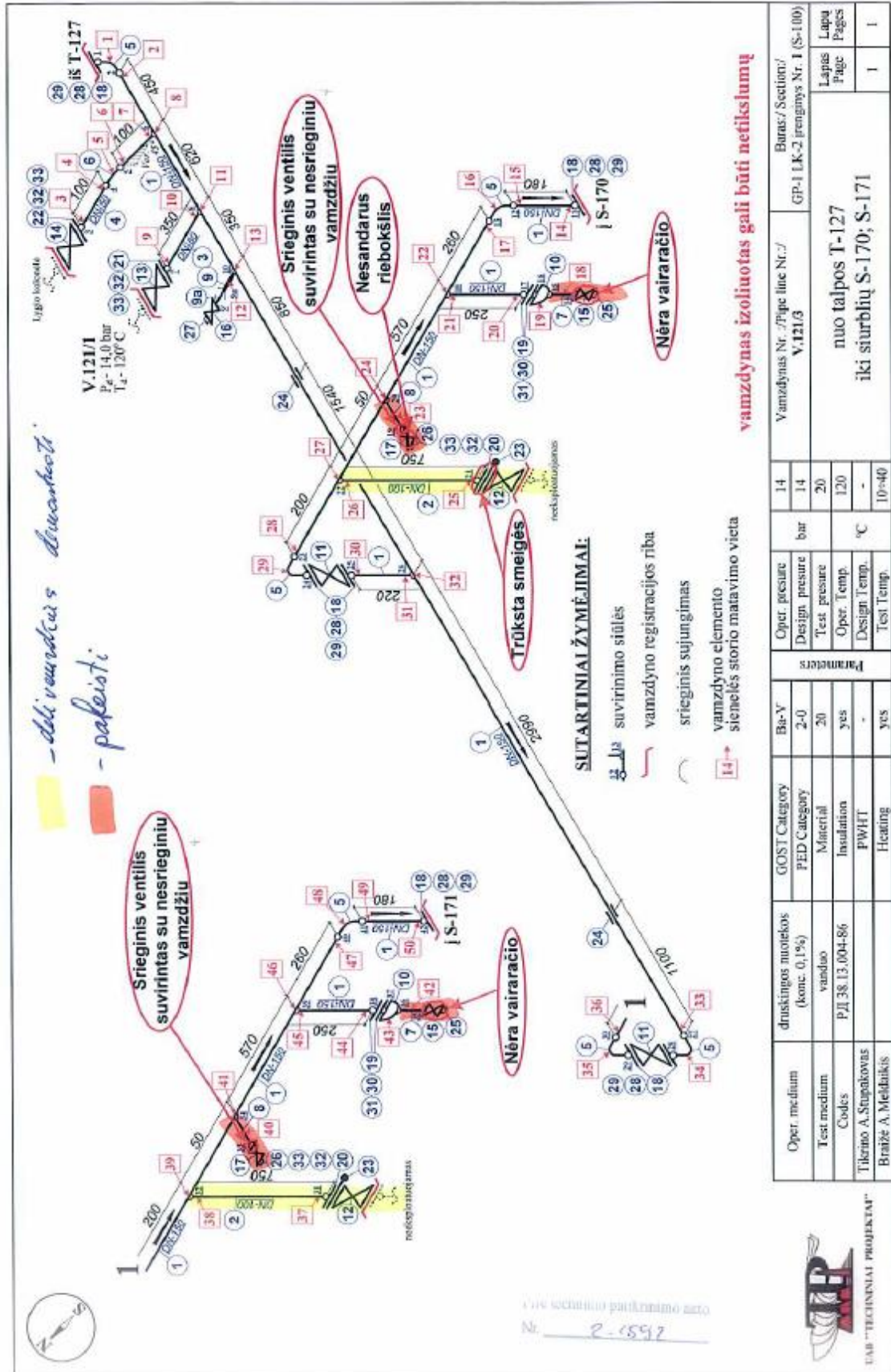
Baras: 2-100

FORMILIARAS

Vamzdyno detaliu sienelės storio matavimai atlikti ultragarsiniu ir radiografiniu metodu pagal protokolą Nr. PR/M188; 441

Matavimo vietas Nr.	Diš	Ankstesnis	Pradinis	Ribinis	2013.06.17												Minimalus	Pastabos	KG, (mm/metuis)	T, (metais)	Ht, (metais)	Paskutinis vid.
					Matavimo rezultatus įvedė inžinierius: Ramūnas Juknia																	
Elementu tašku Nr.					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Min	Pastabos				
3	57		6,0	1,5	3,3		5,5										3,3	Vamzdis	0,13	28,0	14,0	4,40
5	57		6,0	1,5	5,4	4,6	5,5	5,1	5,4	3,8							3,8	Alkūnė 45	0,10	28,0	21,9	4,97
6	57		6,0	1,5	5,5		5,2										5,2	Vamzdis	0,03	28,0	30,0	5,35
10	89		5,0	2,0						3,8		3,3					3,3	Vamzdis	0,07	28,0	18,8	3,55
11	159		8,0	2,5	6,6	7,2		7,5									6,6	Įpjova	0,04	28,0	30,0	7,10
12	21		3,0	1,0	2,5		2,5										2,5	Vamzdis	0,02	28,0	30,0	2,50
23	25		4,0	1,0	2,7		2,5										2,5	Vamzdis	0,07	28,0	22,4	2,60
15	159		8,0	2,5	7,9												7,9	Vamzdis	0,01	28,0	30,0	7,90
16	159		8,0	2,5	6,2												6,2	Alkūnė 90	0,09	28,0	30,0	6,20
18	28		4,0	1,5	2,8												2,8	Įpjova	0,06	28,0	22,8	2,80
19	159		10,0	2,5	9,9												9,9	Sferikas	0,01	28,0	30,0	9,90
25	108		8,0	2,0	6,2												6,2	Vamzdis	0,09	28,0	30,0	6,20
31	159		8,0	2,5	7,1												7,1	Vamzdis	0,04	28,0	30,0	7,10
32	159		8,0	2,5	6,9												6,9	Įpjova	0,05	28,0	30,0	6,90
37	108		8,0	2,0	6,7												6,7	Vamzdis	0,06	28,0	30,0	6,70
40	25		4,0	1,0	3,3		2,6										2,6	Vamzdis	0,07	28,0	23,9	2,95
42	28		4,0	1,5	3,0												3,0	Vamzdis	0,05	28,0	30,0	3,00
43	159		10,0	2,5	10,6												10,6	Sferikas	0,01	28,0	30,0	10,60
48	159		8,0	2,5	6,2												6,2	Alkūnė 90	0,09	28,0	30,0	6,20
49	159		8,0	2,5	7,3												7,3	Vamzdis	0,03	28,0	30,0	7,30
13	159		8,0	2,5	6,2		8,5										6,2	Įpjova	0,09	28,0	30,0	7,35
Diš - vamzdyno elemento išorinis skersmuo (mm); Ankstesnis arba Pradinis - ankstesnių matavimų sienelės storio vidutinė vertė arba pradinis (nominalus) sienelės storis (mm); Ribinis - storis nustatomas pagal PĮ 38.13.004-86 punktų 13.49-51 reikalavimus; Minimalus - paskutinio matavimo mažiausia vertė; Ht - likęs sąlyginis eksploatavimo laikas; KG - korozijos greitis (jei neužpildyta, KG vertė yra nulinė arba neigiamą. Ji neįskaičiuojama į KG vidurkį); T - laikotarpis tarp ankstesnio ir paskutinio matavimo; Paskutinis vid. - paskutinio matavimo vidutinė vertė.																	Korozijos greičio vidurkis (mm/metuis)		0,057			

20 priedas. GP-1, LK-2, S-100-osios sekcijos slėginio vamzdyno Nr. v.121/3 schema



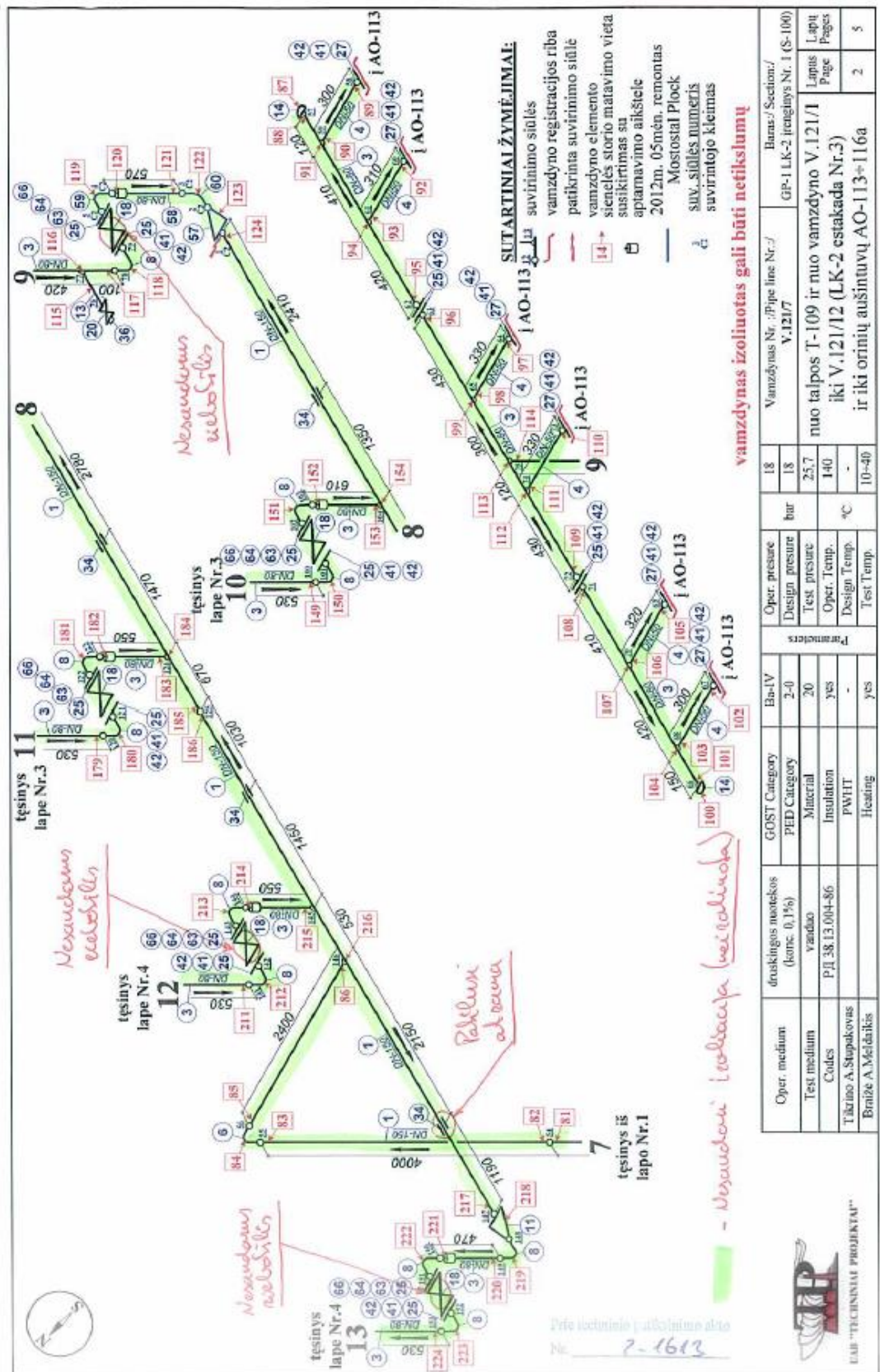
21 priedas. GP-1, LK-2, S-100-osios sekcijos slėginio vamzdyno Nr. v.121/7 detalių sienelės storio matavimų formuliaras

Matavimo vietos Nr.		Ankstesnis		Pradinis		Ribinis		2013.08.05												Matavimo rezultatus įvedė inžinierius: Ramūnas Jukna		Minimalus		K.G. (mm/metuis) T, (metais) Ht, (metais) Paskutinis vid.			
Dis		Ankstesnis		Pradinis		Ribinis		2013.08.05												Matavimo rezultatus įvedė inžinierius: Ramūnas Jukna		Minimalus		K.G. (mm/metuis) T, (metais) Ht, (metais) Paskutinis vid.			
Elementu tašku Nr.		Ankstesnis		Pradinis		Ribinis		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Min	Pastabos	K.G. (mm/metuis) T, (metais) Ht, (metais) Paskutinis vid.					
3	159			6,0	2,5	5,9													5,9	Alkūnė 90	0,01	28,4	30,0	5,90			
6	159			6,0	2,5	5,9													5,9	Alkūnė 90	0,01	28,4	30,0	5,90			
7	159			8,0	2,5	8,6													8,6	Vamzdis	0,01	28,4	30,0	8,60			
43p	159			6,0	2,5	5,0	5,3												5,0	Perėjimo plotas	0,04	28,4	30,0	5,15			
43s	108			6,0	2,5			4,4	4,2										4,2	Perėjimo siauras	0,08	28,4	21,3	4,30			
63p	159			6,0	2,5	4,7	4,9												4,7	Perėjimo plotas	0,06	28,4	30,0	4,80			
63s	108			6,0	2,5			5,6	6,0										5,6	Perėjimo siauras	0,01	28,4	30,0	5,80			
48	108			6,0	2,0	6,1	5,2	5,8	5,4	5,6	5,3								5,2	Alkūnė 90	0,02	28,4	30,0	5,57			
50	108			6,0	2,0	5,9		5,7											5,7	Vamzdis	0,01	28,4	30,0	5,80			
51p	108			6,0	2,0	5,8	6,0												5,8	Perėjimo plotas	0,01	28,4	30,0	5,90			
51s	89			6,0	2,0			6,1	6,6										6,1	Perėjimo siauras	0,01	28,4	30,0	6,35			
52p	108			6,0	2,0	5,1	4,7												4,7	Perėjimo plotas	0,05	28,4	30,0	4,90			
52s	89			6,0	2,0			5,1	5,3										5,1	Perėjimo siauras	0,04	28,4	30,0	5,20			
53	108			6,0	2,0	3,9		4,1											3,9	Vamzdis	0,09	28,4	20,2	4,00			
56	57			5,0	1,5	3,4	3,9	3,6	3,4	3,3	3,6								3,3	Alkūnė 90	0,07	28,4	26,1	3,53			
55	57			6,0	1,5	3,6		3,8											3,6	Vamzdis	0,11	28,4	19,4	3,70			
69	159			8,0	2,5	7,5													7,5	Vamzdis	0,02	28,4	30,0	7,50			
72p	159			6,0	2,5	16,6													16,6	Trišakio pagrindas	0,01	12,8	30,0	16,60			
71	159			8,0	2,5	7,4													7,4	Vamzdis	0,06	12,8	30,0	7,40			
73	159			8,0	2,5	7,5													7,5	Vamzdis	0,05	12,8	30,0	7,50			
76	159			8,0	2,5	7,9													7,9	Vamzdis	0,01	12,8	30,0	7,90			
79p	159			6,0	2,5	15,8													15,8	Trišakio pagrindas	0,01	12,8	30,0	15,80			
78	159			8,0	2,5	7,4													7,4	Vamzdis	0,06	12,8	30,0	7,40			
80	159			8,0	2,5	7,2													7,2	Vamzdis	0,04	28,4	30,0	7,20			
218p	159			6,0	2,5	5,0													5,0	Perėjimo plotas	0,05	28,4	30,0	5,00			
218s	89			6,0	2,5		7,0												7,0	Perėjimo siauras	0,01	28,4	30,0	7,00			
219	89	5,10		6,0	2,0	5,0													5,0	Alkūnė 90	0,11	1,2	27,0	5,00			
220	89	5,70		6,0	2,0	5,5													5,5	Vamzdis	0,22	1,2	15,8	5,50			
213	89			6,0	2,0	5,9													5,9	Alkūnė 90	0,01	28,4	30,0	5,90			
100	89			6,0	2,0	5,7													5,7	Sferikas	0,01	28,4	30,0	5,70			
101	89			6,0	2,0	5,8													5,8	Vamzdis	0,01	28,4	30,0	5,80			
102	57			6,0	1,5	5,2													5,2	Vamzdis	0,04	28,4	30,0	5,20			
113	89			6,0	2,0	5,5													5,5	Įpjova	0,02	28,4	30,0	5,50			
114	57			6,0	1,5	5,9													5,9	Vamzdis	0,01	28,4	30,0	5,90			
115	27				1,5	4,9													4,9	Vamzdis	0,01	28,4	30,0	4,90			
89	57			6,0	1,5	5,5													5,5	Vamzdis	0,02	28,4	30,0	5,50			
88	89			6,0	2,0	5,9													5,9	Vamzdis	0,01	28,4	30,0	5,90			
87	89			6,0	2,0	5,6													5,6	Sferikas	0,02	28,4	30,0	5,60			
198	89			10,0	2,0	12,8													12,8	Sferikas	0,01	28,4	30,0	12,80			
199	89			6,0	2,0	6,9													6,9	Vamzdis	0,01	28,4	30,0	6,90			
200	57			6,0	1,5	6,1													6,1	Vamzdis	0,01	28,4	30,0	6,10			
189	57			6,0	1,5	5,9													5,9	Vamzdis	0,01	28,4	30,0	5,90			
188	89			6,0	2,0	6,6													6,6	Vamzdis	0,01	28,4	30,0	6,60			
187	89			10,0	2,0	12,7													12,7	Sferikas	0,01	28,4	30,0	12,70			
11	25			3,0	1,0	2,4													2,4	Vamzdis	0,03	28,4	30,0	2,40			
9	25			3,0	1,0	3,0													3,0	Vamzdis	0,01	28,4	30,0	3,00			

44	159	8,0	2,5	7,8		7,5									7,5	Vamzdis	0,02	28,4	30,0	7,65
64	159	8,0	2,5	6,3		6,0									6,0	Vamzdis	0,09	28,4	30,0	6,15
47	108	6,0	2,0	6,3		6,2									6,2	Vamzdis	0,01	28,4	30,0	6,25
59	108	6,0	2,0	3,9	3,8		4,0								3,8	Įpjova	0,10	28,4	18,2	3,90
58	57	6,0	1,5	3,1		3,5									3,1	Vamzdis	0,13	28,4	12,6	3,30
57	57	6,0	1,5	3,6		3,4									3,4	Vamzdis	0,12	28,4	16,2	3,50

Diš - vamzdyno elemento išorinis skersmuo (mm); Ankstesnis arba Pradinis - ankstesnių matavimų sienelės storio vidutinė vertė arba pradinis (nominalus) sienelės storis (mm); Ribinis - storis nustatomas pagal PĮ 38.13.004-86 punktų 13.49-51 reikalavimus; Minimalus - paskutinio matavimo mažiausia vertė; Ht - likęs sąlyginis eksploatavimo laikas; KG - korozijos greitis (jei neužpildyta, KG vertė yra nulinė arba neigiama. Ji neįskaičiuojama į KG vidurkį); T - laikotarpis tarp ankstesnio ir paskutinio matavimo; Paskutinis vid. - paskutinio matavimo vidutinė vertė.

Korozijos greičio vidurkis (mm/metus) 0,039



26 priedas. GP-1, LK-2, S-100-osios sekcijos slėginio vamzdyno Nr. v.121/8 sienelės storio matavimų formuliaras

Mechanikos skyriaus techninės priežiūros grupė

Vamzdyno Nr.: 121/8

Padalinys: GP1-LK2

Baras: 2-100

FORMILIARAS

Vamzdyno detaliu sienelės storio matavimai atlikti ultragarsiniu ir radiografiniu metodu pagal protokolą Nr. 565

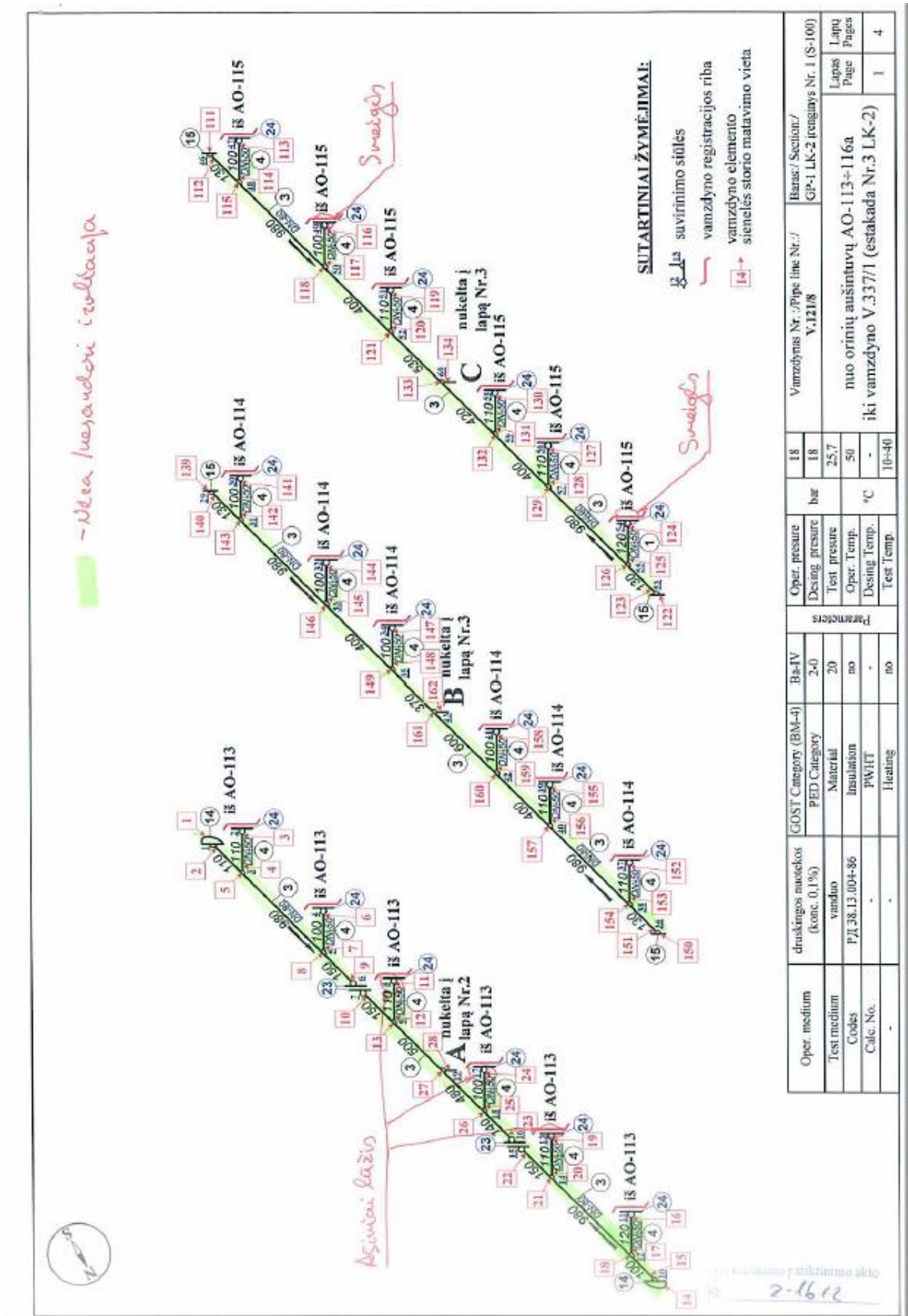
Matavimo vietos Nr.	Diš	Ankstesnis	Pradinis	Riabinis	2013.08.20												Minimalus	Pastabos	KG, (mm/metuis)	T, (metais)	Ht, (metais)	Paskutinis vid.
					Matavimo rezultatus įvede inžinierius: Ramūnas Jukna																	
Elementu tašku Nr.					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Min					
1	89		8,0	2,0	5,5												5,5	Sferikas	0,12	28,5	29,9	5,50
2	89		8,0	2,0	5,2												5,2	Vamzdis	0,13	28,5	24,4	5,20
3	57		6,0	1,5	4,6												4,6	Vamzdis	0,07	28,5	30,0	4,60
14	89		8,0	2,0	6,4												6,4	Sferikas	0,07	28,5	30,0	6,40
139	89		10,0	2,0	12,6												12,6	Sferikas	0,01	28,5	30,0	12,60
140	89		8,0	2,0	6,9												6,9	Vamzdis	0,05	28,5	30,0	6,90
141	57		6,0	1,5	5,8												5,8	Vamzdis	0,01	28,5	30,0	5,80
152	57		6,0	1,5	6,0												6,0	Vamzdis	0,01	28,5	30,0	6,00
151	89		8,0	2,0	6,0												6,0	Vamzdis	0,09	28,5	30,0	6,00
150	89		10,0	2,0	13,7												13,7	Sferikas	0,01	28,5	30,0	13,70
34	89		6,0	2,0	5,8												5,8	Alkūnė 90	0,01	28,5	30,0	5,80
36	21		6,0	1,0	5,2												5,2	Vamzdis	0,04	28,5	30,0	5,20
38	89		8,0	2,0	6,7												6,7	Vamzdis	0,06	28,5	30,0	6,70
39p	159		8,0	2,5	5,7												5,7	Perėjimo platus	0,11	28,5	29,6	5,70
39s	89		8,0	2,5	6,7												6,7	Perėjimo siauras	0,06	28,5	30,0	6,70
167	159		8,0	2,5	7,5												7,5	Įpjova	0,02	28,5	30,0	7,50
168	159		8,0	2,5	7,4												7,4	Vamzdis	0,03	28,5	30,0	7,40
70	34		4,0	1,5	7,1												7,1	Vamzdis	0,01	8,6	30,0	7,10
74	21		6,0	1,0	5,3												5,3	Vamzdis	0,03	28,5	30,0	5,30
77	89		6,0	2,0	5,3												5,3	Alkūnė 90	0,03	28,5	30,0	5,30
78	89		8,0	2,0	6,6												6,6	Vamzdis	0,07	28,5	30,0	6,60
81p	159		8,0	2,5	8,9												8,9	Perėjimo platus	0,01	28,5	30,0	8,90
81s	89		8,0	2,5	12,5												12,5	Perėjimo siauras	0,01	28,5	30,0	12,50
82	159		8,0	2,5	8,1												8,1	Vamzdis	0,01	28,5	30,0	8,10
185	89		6,0	2,0	5,5												5,5	Alkūnė 90	0,11	5,8	30,0	5,50
186	89		6,0	2,0	5,9												5,9	Vamzdis	0,02	5,8	30,0	5,90
187	89		6,0	2,0	5,9												5,9	Vamzdis	0,02	5,8	30,0	5,90
188p	159		6,0	2,5	6,2												6,2	Trišakio pagrindas	0,01	5,8	30,0	6,20
172	159		8,0	2,5	7,1												7,1	Vamzdis	0,04	28,5	30,0	7,10
170	159		6,0	2,5	5,1												5,1	Alkūnė 90	0,04	28,5	30,0	5,10
189	159		8,0	2,5	7,5												7,5	Vamzdis	0,02	28,5	30,0	7,50
190	32		7,0	1,5	6,6												6,6	Vamzdis	0,02	28,5	30,0	6,60
193	159		6,0	2,5	5,6												5,6	Alkūnė 45	0,02	28,5	30,0	5,60
194	159		8,0	2,5	6,8												6,8	Vamzdis	0,06	28,5	30,0	6,80
196	159		6,0	2,5	4,8												4,8	Alkūnė 90	0,06	28,5	30,0	4,80
197	159		8,0	2,5	9,4												9,4	Vamzdis	0,01	28,5	30,0	9,40
199	108		6,0	2,0	3,5												3,5	Vamzdis	0,12	28,5	12,8	3,50
198	108		8,0	2,0	5,3												5,3	Sferikas	0,13	28,5	26,2	5,30
210	34		5,0	1,5	3,7												3,7	Vamzdis	0,06	28,5	30,0	3,70
209	34		5,0	1,5	4,4												4,4	Vamzdis	0,03	28,5	30,0	4,40
212	159		8,0	2,5	6,6												6,6	Vamzdis	0,07	28,5	30,0	6,60
40	159		8,0	2,5	8,6												8,6	Vamzdis	0,01	28,5	30,0	8,60
80	159		8,0	2,5	6,0												6,0	Vamzdis	0,09	28,5	30,0	6,00

Diš - vamzdyno elemento išorinis skersmuo (mm); Ankstesnis arba Pradinis - ankstesnių matavimų sienelės storio vidutinė vertė arba pradinis (nominalus) sienelės storis (mm); Riabinis - storis nustatomas pagal PDI 38.13.004-86 punktų 13.49-51 reikalavimus; Minimalus - paskutinio matavimo mažiausia vertė; Ht - likęs sąlyginis eksploataavimo laikas; KG - korozijos greitis (jei neužpildyta, KG

Korozijos greičio vidurkis (mm/metuis) 0,047

Ramūnas Jukna
Mechanikos skyriaus Techninės priežiūros grupės inžinierius
2-1612

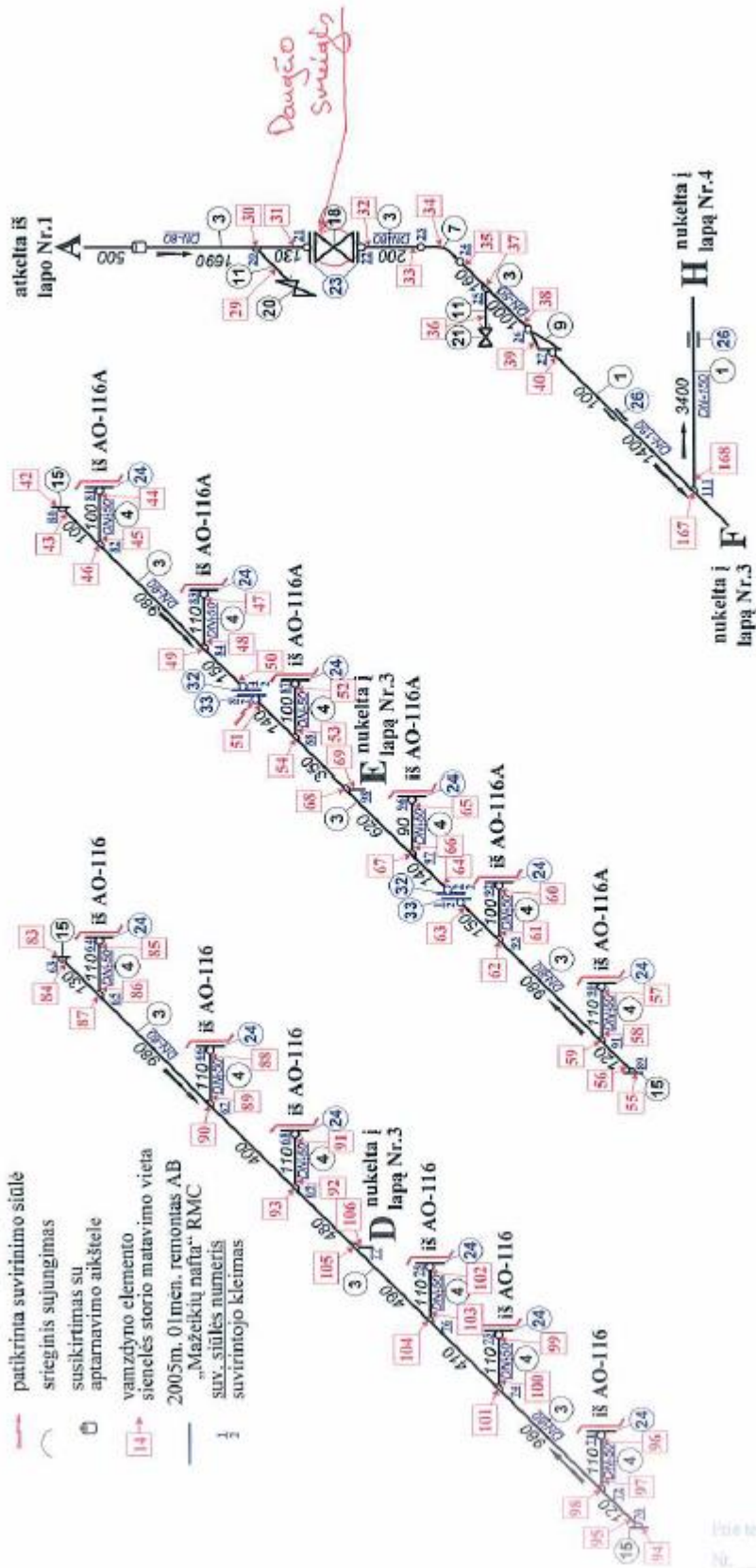
27 priedas. GP-1, LK-2, S-100-osios sekcijos slėginio vamzdyno Nr. v.121/8 schema



SUTARTINIAI ŽYMĖJIMAI:

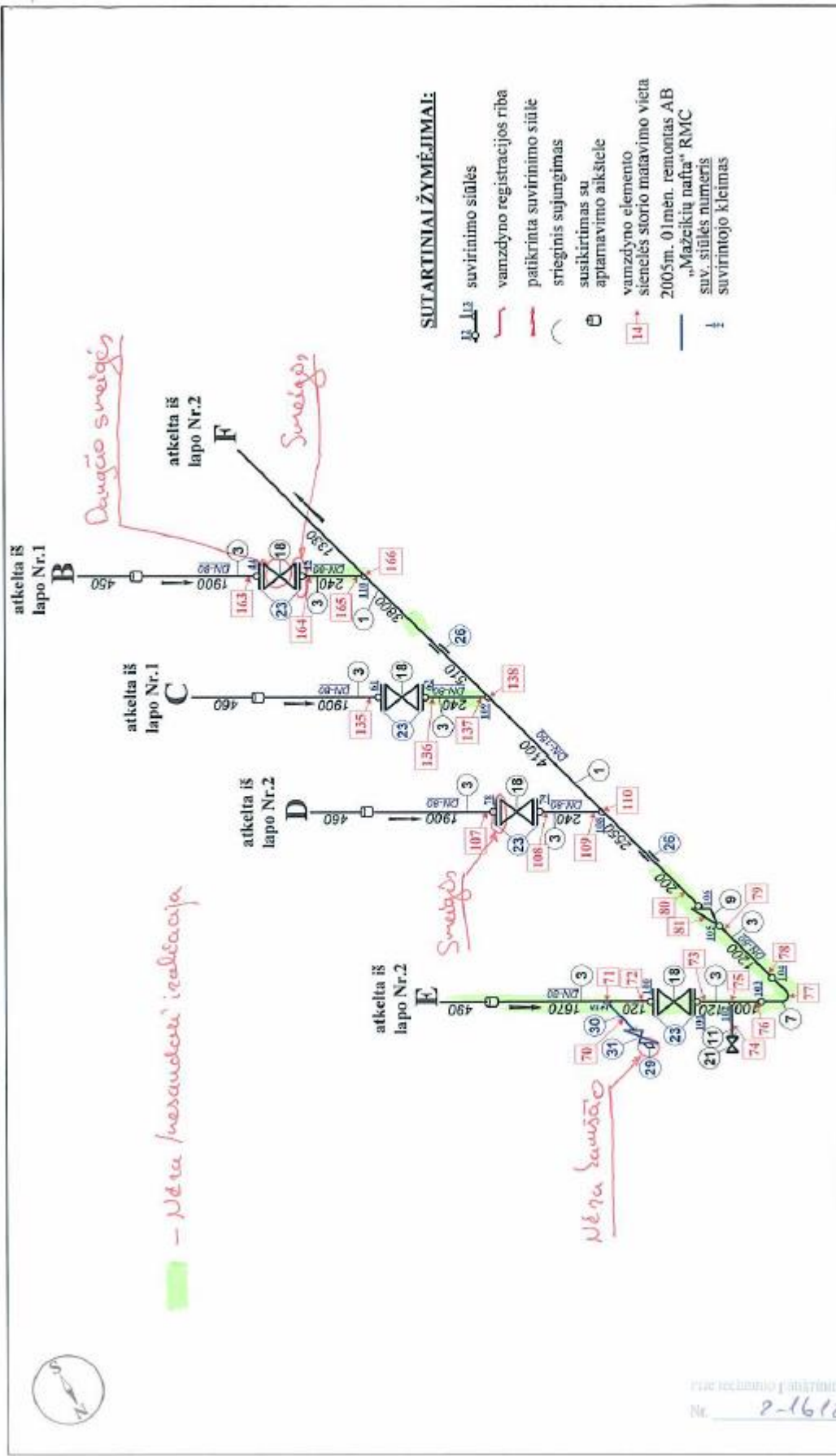


-  suvirinimo siūlės
-  vamzdyno registracijos riba
-  patikrinta suvirinimo siūlė
-  srieginis sujungimas
-  susikirtimas su
-  aparnavimo aikštele
-  vamzdyno elemento
-  sienelės storio matavimo vieta
-  2005m. 01 men. remontas AB
-  „Mazelkių nafta“ RMC
-  suv. siūlės numeris
-  suvirinimo kleimas



Šio techninio patikrinimo akto
 Nr. 2-1612

Oper. mediam	druskingos nuotekos (konc. 0,1%)	GOST Category (BM-4)	Ba-IV	Parameters		18	Barnas/ Section/ GP-1 LK-2 įrenginys Nr. 1 (S-100)
				Oper. pressure	bar		
Test mediam	vanduo	Material	20	Parameters		25,7	nuo orinių ausintuvų AO-113-116a iki vamzdyno V.337/1 (estakada Nr.3 LK-2)
				Test pressure	bar		
Codes	P/I 38.13.004-86	Insulation	no	Parameters		-	Lapas Page
				Oper. Temp.	°C		
Cable No.	-	PWHT	-	Parameters		10-40	Pages Page
				Test Temp.	°C		



proj. techninio patvirtinimo akto
 Nr. 2-1612

SUTARTINIAI ŽYMĖJIMAI:

- suvirinimo siūlės
- vamzdžio registracijos riba
- patikrinta suvirinimo siūlė
- () srieginis sujungimas
- ⊖ susikirtimas su aptarnavimo aikštele
- vamzdžio elemento sienelės storio matavimo vieta
- 2005m. 01 mėn. remontas AB „Mažeikių nafta“ RMC
- suv. siūlės numeris
- suvirintojo klotimas

Oper. medium	druskingsis nautkelis (kons. 0,1%)	GOST Category (BM-4)	Ba-IV	Ba-IV	Oper. pressure	18	Baras / Section: / GP-1 LK-2 įrenginys Nr. 1 (S-100)
						bar	
Test medium	vanduo	Material	PED Category	2-0	Desing. pressure	18	Vamzdžio Nr.: Pipe line Nr.: / V.12118
						no	
Codes	P21.38.13.004-86	Insulation	PWHT	no	Test pressure	25,7	nuo orinių ausintuvų AO-113+116a iki vamzdžio V.337/1 (estakada Nr.3 LK-2)
						no	
Calc. No.	-	-	-	-	Oper. Temp.	50	Lapas / Page
						no	
-	-	-	-	-	Desing. Temp.	10-40	Pages
						no	
							3
							4



atleista iš
lapo Nr. 2

H

1700

112

110

110

110

110

110

110

110

110

110

110

110

110

110

110

110

110

110

110

110

110

110

110

110

110

110

110

110

110

110

110

110

110

110

110

110

110

110

110

110

110

110

110

110

110

110

110

110

110

110











110

110

110

110

SUTARTINIAI ŽYMĖJIMAI:

-  suvirinimo siūlės
-  vamzdžio registracijos riba
-  patikrinta suvirinimo siūlė
-  srieginiai sujungimai
-  termopora
-  vamzdžio elemento sienelės storio matavimo vieta
-  2007m. 11 mėn. remontas AB „Montuotojas“
-  2012m. 12 mėn. rekonstrukcija UAB „Rudėstis“
-  SIV. siūlės numeris
-  suvirintojo kilmė

- Nėra naudojama (cauliacija)

V.337/1
P_o - 14,0 bar
T_o - 60°C
vakata NL3

V.121/10
P_o - 3,0 bar
T_o - 50°C

Oper. medium	druskingsis nuotekos (konc. 0,1%)	GOST Category (BM-4)	Bs-IV	Oper. pressure	18	Baras/ Section: / GP-1 LK-2 perėjimo Nr. 1 (S-100)
			PED Category		2-0	
Test medium	vanduo	Material	2.0	Test pressure	18	Lapas / Page
			Insulation		no	
Calc. No.	-	PWHT	-	Oper. Temp.	50	Lapas / Page
			Heating		no	
				Desing Temp.	10-40	Pages
					-	

nuo orinių aušintuvų AO-113-116a iki vamzdžio V.337/1 (estakada Nr.3 LK-2)

viešo naudojimo patikrinimo akto
Nr. 2-1612