

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS IR GAMTOS MOKSLŲ FAKULTETAS
MECHANIKOS IR STATYBOS INŽINERIJOS KATEDRA

Airidas Vaitekūnas

VAGONŲ AŠIRAČIŲ PLOVIMO MAŠINOS NAŠUMO TYRIMAS

Magistro baigiamasis darbas

Šiauliai, 2015

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS IR GAMTOS MOKSLŲ FAKULTETAS
MECHANIKOS IR STATYBOS INŽINERIJOS KATEDRA

VAGONŲ AŠIRAČIŲ PLOVIMO MAŠINOS NAŠUMO TYRIMAS

Magistro baigiamasis darbas

Autorius – Airidas Vaitekūnas (MM-13 gr.)

Vadovas – prof. habil. dr. J. Bareišis

Recenzentė – doc. dr. D.Čikotienė

Katedros vedėja – doc. dr. Loreta Kelpšienė

Šiauliai, 2015

TVIRTINU

Mechanikos inžinerijos katedros vedėjas

2013 m. rugsėjo mėn. 27 d.

MAGISTRO DARBO UŽDUOTIS

Išduota magistrantui Airidui Vaitekūnui

Darbo tema VAGONŲ AŠIRAČIŲ PLOVIMO MAŠINOS NAŠUMO TYRIMAS

Patvirtinta 2015 m. kovo mėn. 20 d. fakulteto dekanų potvarkiu Nr. TGMDP-02.

1. Darbo tikslas

Išanalizuoti aširačių plovimo mašinos našumo didinimo galimybes. Ir nustatyti ar geriau modifikuoti senas sistemas ar tiesiog pirkti naują aširačių plovimo mašiną.

2. Darbo struktūra

1. VALYMO IR DEFECTŲ NUSTATYMO SVARBA
2. AŠIRAČIŲ PLOVIMO MAŠINOS VARIANTŲ APŽVALGA
3. AŠIRAČIŲ PLOVIMO MAŠINOS NAŠUMO DIDINIMAS IR EKONOMINIŲ IŠTEKLIŲ SUMAŽINIMO SKAIČIAVIMAI
4. IŠVADOS

Darbo pateikimo terminas 2015 m. birželio mėn. 9 d.

Užduotį gavau Airidas Vaitekūnas

(magistranto vardas, pavardė)

2013-09-27

(parašas, data)

Vadovas prof. habil. dr. J. Bareišis

(pareigos, vardas, pavardė)

2013-09-27

(parašas, data)

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS IR GAMTOS MOKSLŲ FAKULTETAS
MECHANIKOS IR STATYBOS INŽINERIJOS KATEDRA

Airidas Vaitekūnas. VAGONŲ AŠIRAČIŲ PLOVIMO MAŠINOS NAŠUMO TYRIMAS.
Magistranto baigiamasis darbas / **vadovas prof. habil. dr. J.Bareišis.**

SANTRAUKA

Šiame darbe atlikta analizė ir tyrimas perkamos traukinių vagonų aširačių plovimo mašinos. Pagrindinis dėmesys skirtas šio įrenginio efektyvumo, našumo didinimui. Todėl paliečiamos trys pagrindinės sritys našumui padidinti: valymo šepėčių, sunaudojamo vandens kiekio ir sueikvoto laiko. Kiekvieno parametro skaičiavimo rezultatai yra lyginami tarp esamos ir perkamos aširačių plovimo mašinos.

Reikšminiai žodžiai: vagonų aširačiai, valymas, našumo didinimas.

ŠIAULIAI UNIVERSITY
FACULTY OF TECHNOLOGY AND NATURAL SCIENCES
DEPARTMENT OF MECHANICAL AND STRUCTURAL ENGINEERING

Airidas Vaitekūnas. PRODUCTIVITY INVESTIGATION OF WAGON WHEELSET CLEANING MACHINE. Master thesis of mechanical engineer / **research advisor Assoc. Dr. J.Bareišis.**

SUMMERY

In this project a research will be carried out for the wheelset cleaning station. The main attention will be given to the enlargement to the machines efficiency. For that reason three main areas will be analyzed. Main cleaning brushes, the consumption of water and the time which it takes for cleaning a wheelset. Every calculation will be compared between the old and the new wheelset cleaning station.

Keywords: wheelset, cleaning, efficiency enlargement.

TURINYS

SANTRAUKA	4
SUMMERY	5
ĮVADAS	9
1. VALYMO IR DEFEKTŲ NUSTATYMO SVARBA.....	10
1.1 Procesai dėl kurių mašinos netenka darbingumo	10
1.2 Valymo svarba	12
1.2.1 Valymo tipai.....	12
1.3 Defektavimas.....	13
1.4 Defektoskopija.....	14
1.4.1 Ultragarsinė defektoskopija	14
1.4.2 Kapiliarinė defektoskopija	14
1.4.3 Magnetinė defektoskopija	14
2. AŠIRAČIŲ PLOVIMO MAŠINOS VARIANTŲ APŽVALGA	15
2.1 Italų gamybos aširačių plovimo mašina	15
2.2 Amerikiečių aširačių valymo mašina	19
2.3 AP valymo mašina	21
2.4 Naujoji AP1 mašina.....	24
3. AŠIRAČIŲ PLOVIMO MAŠINOS NAŠUMO DIDINIMAS IR EKONOMINIŲ IŠTEKLIŲ SUMAŽINIMO SKAIČIAVIMAI	27
3.1 Troso skaičiavimai	27
3.1.1 Šepečių skaičiavimai.....	30
3.2 Sunaudojamo vandens išlaidų mažinimas ir našumo didinimas.....	36
3.3 Valymo proceso našumo didinimas keičiant valymo proceso laikus	42
3.4 AP1 mašinos atsipirkimo skaičiavimai.....	48
IŠVADOS.....	49
LITERATŪRA	50

LENTELĖS

1.1 lentelė. Senėjimo klasifikacija	11
3.1 lentelė. Žinomi AP mašinos duomenys	28
3.2 lentelė. Troso parametro reikšmės ir skaičiavimo rezultatai	30
3.3 lentelė. Perdavimo mechanizmo parametrai	30
3.4 lentelė. „Osborn“ apvaliojo šepetio parametrai	33
3.5 lentelė. „Karcher K 7 Premium“ techniniai parametrai	38
3.6 lentelė. Aširačių plovimo mašinų AP ir AP1 procesų laikais suvestinė	43
3.7 lentelė. Procentaliai išreikšti laiko rezultatai AP1 mašinos	45
3.8 lentelė. Rezultatų suvestinė AP mašinos ir AP1 mašinos su skirtingomis programomis nuvalytų aširačių	46

PAVEIKSLĖLIAI

2.1 pav. Itališka aširačių plovimo mašina.....	15
2.2 pav. Automatinis aširačio išridenimas.....	16
2.3 pav. Purškimo sistema.....	17
2.4 pav. Vandens skalavimo etapas	18
2.5 pav. Amerikietiška aširačių valymo mašina.....	19
2.6 pav. Aširačio valymo procesas.....	20
2.4 pav. AP mašina X miesto vagonų depe	21
2.5 pav. Valymo šepetų pastūma.....	22
2.6 pav. Išvertimo mechanizmas.....	22
2.10 pav. Naujoji AP1 mašina.....	24
2.11 pav. Aširačio išvertimo mechanizmas izometrinis vaizdas.....	25
2.12 pav. Aširačio išvertimo mechanizmas vaizdas iš šono	26
3.1 pav. Durų kilnojimo mechanizmas ir trosas	27
3.2 pav. 5 mm skersmens troso rezultatai	29
3.3 pav. Naujosios AP1 mašinos valymo mechanizmas	31
3.4 pav. Perdavimo mechanizmo schema.....	31
3.5 pav. „Osborn“ apvalusis šepetys	32
3.6 pav. AP mašinos valymo šepėčiai, vaizdas iš priekio.....	33
3.7 pav. AP mašinos valymo šepėčiai, vaizdas iš šono	34
3.8 pav. Išlaidos valymo šepėčiams.....	36
3.9 pav. Skaičiuoklės pateikti rezultatai prie 16 barų slėgio	37
3.10 pav. Karcher K 7 Premium	38
3.11 pav. vandens debito rezultatas prie 25 barų slėgio	40
3.12 pav. Sunaudoti vandens kiekis litrais vienam aširačiui nuplauti	41
3.13 pav. Sunaudotas vandens kiekis, kai AP mašina turi 14 vnt. purkštukų.....	42
3.14 pav. Naujosios mašinos AP1 ir senosios mašinos AP procesų trukmės palyginimas	44
3.15 pav. Aširačių plovimo mašinų sugaištas laikas valymo procesui išreikštas procentais	45
3.16 pav. Aširačiai nuvalyti per vieną pamainą.....	46
3.17 pav. Senosios ir naujosios plovimo mašinų plovimo procedūros laikai	47

ĮVADAS

Ar tai būtų keleivinis vagonas ar krovininis visi jie naudoja aširačius judesiui suteikti. Aširačiu vadiname du ratus nejudamai užmautus ant ašies. Jį eksploatuojant, keičiasi geometrinės ir mechaninės charakteristikos. To priežastis gali būti nelygumai ant bėgių, apkrova gaunama nuo vagono, terminiai aplinkos veiksniai. Todėl po tam tikro laiko visiems vagonams turi būti atlikti remonto darbai. Atitinkamai nuo vagono tipo priklauso kas kiek laiko tas vagonas turi būti remontuojamas. Pavyzdžiui cisterniniam vagonui remonto darbai turi būti atlikti kas vienerius metus, o cementovežiui kas trejus metus. Kiekvienas vagono mazgas yra remontuojamas atskirai. Todėl jis yra išardomas ir skirtingi jo komponentai išsiuntinėjami į atskirus remonto barus.

Aširačio remontas prasideda nuo jo būklės nustatymo. Tai atliekama su defektoskopu. Tačiau, kad defektoskopas tiksliai galėtų nustatyti aširačio būklę, jis turi būti švariai nuvalytas. Tam darbui atlikti yra naudojama aširačių plovimo mašina. Tokią aširačių plovimo mašiną turi X miesto vagonų depas. Ši mašina eksploatuojama jau daugiau nei dvidešimt metų. Todėl jos konstrukcija ir ją sudarančios sistemos yra jau pasenusios ir smarkiai susidėvėjusios. Dėl šios priežasties nuvalomų aširačių kiekis vis mažėja. Norint šios mašinos našumą padidinti reikalingas sistemų atnaujinimas.

DARBO TIKSLAS: Išanalizuoti aširačių plovimo mašinos našumo didinimo galimybes. Ir nustatyti ar geriau modifikuoti senas sistemas ar tiesiog pirkti naują aširačių plovimo mašiną.

DARBO UŽDAVINIAI:

1. Apžvelgti valymo svarbą.
2. Išnagrinėti skirtingus aširačių plovimo mašinos variantus.
3. Išnagrinėti aširačių plovimo mašinos sistemas ir nustatyti našumo didinimo vietas.
4. Atlikti našumo didinimo tyrimą.
5. Apskaičiuoti AP1 mašinos atsipirkimo trukmę.

1. VALYMO IR DEFEKTŲ NUSTATYMO SVARBA

1.1 Procesai dėl kurių mašinos netenka darbingumo

Darbingumas – tai tokia objekto būseną, kai jis atlieka savo funkcijas, t.y. išlaikyti normatyvinėje techninėje arba konstrukcinėje dokumentacijoje nurodytus eksploatacinius parametrus. Kai objektas netenka darbingumo, jis sugenda. Gedimas gali būti visiškas arba dalinis.

Eksploatuojamose objektuose vyksta sudėtingi fizikiniai ir cheminiai procesai, dėl kurių detalės deformuojasi, dyla, lūžta, koroduoja ir t.t. Mašinos pradiniai parametrai keičiasi tol, kol ji sugenda. Šie procesai skirstomi į grįžtamuosius (tamprioji deformacija, kaitinimas ir aušinimas) ir negrįžtamuosius (plastinė deformacija, dilimas, korozija).

Šie procesai skirstomi į tris grupes pagal tai kaip greitai jie vyksta. Sparčiai vykstantys procesai yra periodiški. Vienas periodas trunka dalį sekundės. Tai mašinos mazgų vibracijos, trinties jėgos kitimas judamuosiuose sujungimuose, darbinių apkrovų kitimas. Vidutinio spartumo procesai trunka minutes arba valandas, dėl to monotoniškai kinta pradiniai mašinų parametrai. Tai mašinos temperatūros kitimas bei dilimas, aplinkos drėgmės bei temperatūros kitimas ir kt. Lėtieji procesai vyksta tuomet, kai mašina dirba tarp periodinių apžiūrų ir remontų. Tai svarbiausiųjų jos mazgų dilimas, medžiagos nuovargio, detalių vidinių įtempių persiskirstymas, metalo tankumas, trinties paviršių užsiteršimas, korozija, sezoninis temperatūros keitimas. Vykstant šiems procesams, kinta detalių medžiagų pradinės ypatybės ir būseną. Tai reiškia, kad jos senėja, yra pažeidžiamos ir pagaliau išskyla gedimo pavojus. Pažeidimui pasiekus tam tikrą vertę, objektas sugenda.

Senėjimas skirstomas pagal tai, koks jis yra iš išorės. 1.1 lentelėje pateikta klasifikacija.

1.1 lentelė. Senėjimo klasifikacija

Objektas	Išoriniai procesai (pažeidimo rūšis)	Proceso rūšis
Detalės forma ir savybės	Irimas	Trapusis irimas, tąsusis irimas
	Deformacija	Plastinė deformacija, valkšnumas susikraipymas
	Medžiagų savybių kitimas	Medžiagos struktūros, mechaninių savybių (plastiškumo), cheminės sudėties, magnetinių savybių, skysčių (tepalo, degalų) užterštumo kitiems
Detalės paviršius	Ėsdinimas	Korozija, erozija, kavitacija, išdegimas, įtrūkimas
	Prieauga	Aplipimas (adhezija, kohezija, adsorbacija, difuzija), pridegimas, obliteracija (užaugimas)
	Paviršiaus sluoksnių savybių kitimas	Šiurkštumo, kietumo, įtempimo kitimas
Trinties poros paviršius	Dilimas	Trynimasis, nuovargis glemžimas, medžiagos, pernešimas
	Kontakto (sąlyčio) sąlygų kitimas	Kontakto (sąlyčio) paviršiaus, jo mikroiškyšų skverbimosi, tepimo vientisumo kitimas

Greičiausiai pradeda senėti ir senėja paviršinis medžiagos sluoksnis. Detalių paviršius, veikiamas temperatūros, cheminių, mechaninių ir kitų išorinių veiksnių, netenka dalies medžiagos, kitaip tariant vyksta išėsdinimo procesas. Vykstant detalių paviršiaus adhezijai, absorbcijai, kaupiasi šalutinės medžiagos. Šis procesas vadinamas prieauga. Dėl išorinių veiksnių gali pakisti paviršinių sluoksnių ypatybės, mikrogeometrija, kietumas [1].

1.2 Valymo svarba

Eksploatuojamų mašinų paviršiai aplimpa augalų liekanomis, trąšomis, apsitaško purvu ir pan. Jei paviršius tepaluotas, susidaro sunkiai nuvalomas sluoksnius. Netinkamai prižiūrėtų mašinų paviršiai dažniausiai padengia korozijos produktai – rūdys. Ant variklių karterių vidinių paviršių, korpuso ertmėse su tepalais, visose tepimo sistemose kaupiasi chemiškai pakitusios sutirštėjusios alyvos ar tepalų nuosėdos, kurios kartu su dilimo produktais ir į vidų patekusiomis dulkėmis sudaro dervingą apnašą. Teršalai ne tik trukdo diagnozuoti, ardyti, defektuoti remonto objektus, bet ir prastina remonto kokybę, apsunkina remontininkų darbą ir kt. Be to, remontuoti trukdo ir ankstesnės mašinų apsaugos nuo korozijos dangos, apdailos dažai, gruntai, hermetizavimo pastos, prikepę tarpikliai ir jų liekanos. Technologiniai teršalai – drožlės, abrazyvinės šlifavimo įrankių, pritrynimo ar poliravimo pastų detalės, tepalai, dulkės ir kt. – susidaro remontuojant detales, remonto objektus surenkant nepakankamai švarioje aplinkoje. Valymas – tai paruošiamasis technologinis procesas, kurio metu nuo detalių surinkimo vienetų išorinių ir vidinių paviršių pašalinami teršalai [7].

1.2.1 Valymo tipai

Pagal tikslingumą valymas skirstomas į makrovalymą, mikrovalymą ir ėsdinimą. Makrovalymu nuo detalių paviršiaus pašalinama didžioji dalis teršalų, leistinas teršalų likutis priklauso nuo paviršiaus glotnumo R_z : kai $R_z = 20 \mu\text{m}$, teršalų gali likti $1,25 \text{ mg/cm}^2$; kai $R_z = 20 - 6,3 \mu\text{m}$, $- 0,70 \text{ mg/cm}^2$; kai $R_z = 6,3 - 0,8 \mu\text{m}$, teršalų turi būti ne daugiau kaip $0,25 \text{ mg/cm}^2$ [2].

Makrovalymu pašalinami teršalai iš mikronelygumų. Tam dažniausiai naudojami tirpikliai, sintetinės plovimo medžiagos. Leistinas teršalų kiekis šiuo atveju – $0,05 \text{ mg/cm}^2$. Tokį paviršių jau galima dažyti. Jei paviršių dengia tepalo plėvelė, leistinas jo kiekis – $0,01-0,15 \text{ mg/cm}^2$.

Ėsdinimas – tai paviršinio $2-15 \mu\text{m}$ storio detalės sluoksnio pašalinimas kartu ir teršalų, apsauginės ar riebalų plėvelės likučiais tirpalais ar elektrolize. Pagal vartojamas priemones skiriamas mechaninis valymas, plovimas ir cheminis valymas.

Mechaninis valymas – paviršių valymas skudurais, šepėčiais grandikliais, mechanine vandens ar oro srauto energija, abrazyvais. Šepėčiai būna rankiniai arba mechaniniai. Valant skudurais, šepėčiais ar grandikliais, reikia daug rankų darbo ir fizinės jėgos. Šiek tiek mažiau reikia fizinės jėgos valant mechanine vandens ar oro srauto energija. Didinant slėgį, valymo efektyvumas didėja.

Į srautą įmaišius abrazyvinių dalelių (dažniausiai kvarcinio smėlio), galima pašalinti netik teršalus, rūdis, bet ir ploną metalo sluoksnį.

Plovimas – sudėtingas fizinis ir cheminis procesas, vykstantis tarp plovimo skysčio, teršalo ir detalės paviršiaus.

Plaunant vandeniu ir kartu mechaniškai (skudurais, šepėčiais) suardant teršalų sluoksnį pašalinami vandenyje suyrantys teršalai. Valant skudurais ar šepėčiais, išjudinamos adhezijos jėgų laikomos mikrodalės (jų nepašalinus lieka pilkšvas apnašas).

Organiniais tirpikliais (benzinu, žibalu, dyzeliniais degalais, benzolu, acetonu) nuo detalių pašalinami juose tirpstantys teršalai. Tačiau visi šie tirpikliai yra degūs, toksiški ir nepakankamai efektyvūs. Todėl į juos paprastai įmaišoma specialių plovimą aktyvinančių medžiagų. Dažniausiai naudojami emulsikliai, kurie 50-78% sudaro organinis tirpalas. Jie efektyvūs, mažiau degūs, tačiau toksiški. Be to emulsikliais galima plauti, kai jų temperatūra ne aukštesnė kaip 20-30°C.

1.3 Defektavimas

Defektavimas – tai visų remontuojamo objekto detalių techninės būklės patikrinimas ir jų suskirstymas į tinkamumo grupes. Defektuojamos detalės matuojamos, apžiūrimos, nustatoma jų techninė būklė ir tinkamumas toliau eksploatuoti arba atnaujinti. Defektų nustatymo būdų yra ne vienas. Tačiau šie yra pagrindiniai, kai detalės, mazgai ar junginiai yra apžiūrimi vizualiai, apčiupinėjami, matuojami prietaisais.

Apčiupinėjant yra nustatomi išdilę ir sugadinti sriegiai, dėl nuovargio išdubusios ir išdrožtos vietos.

Beldžiant nustatomas korpusų, smeigių, kaiščių, įvorių suleidimo tvirtumas. Kai yra beldžiama, normaliai suleistų įvorių skambesys būna metalinis. Tokiu būdu randami įtrūkimai, kurių negalima nustatyti apžiūrinėjant. Dažniausiai detalių su įtrūkimais skambesys yra drebančias. Šis metodas buvo naudojamas senovėje, kai buvo norima patikrinti vagonų ašis ir jų ratus ar jie turi įtrūkimų. Ir jei skambesys būdavo metalinis, tas aširatis inspekciją praeidavo. Žinoma, šis būdas nebuvo tikslus ir pasitaikydavo avarių dėl aširatyje esančių įtrūkimų. Todėl 1950 metais testavimo įrankiai tapo elektriniai. Kas priveda prie trečiojo tikrinimo būdo. O tai yra universalūs matavimo prietaisai [2].

1.4 Defektoskopija

1.4.1 Ultragarsinė defektoskopija

Ultragarsinė defektoskopija pagrįsta ultragarso bangų gebėjimu skverbtis į metalus ir kitas medžiagas kryptingu srautu ir atsispindėti nuo įvairių defektų paviršiaus. Plačiausiai paplitę impulsiniai defektoskopai. Impulsinis generatorius sužadina pjezoelektrinį spindulių šaltinį, kuris aukšto dažnio elektrinius virpesius paverčia to paties dažnio mechaniniais virpesiais. Pasiekę priešingą detalės paviršių, impulsai nuo jo atsispindi ir grįžta į priimtuvą. Atsispindėję impulsai sužadina priimtuve mechaninius impulsus, kuriuos pjezoelektrinė plokštelė paverčia elektriniais signalais. Stiprintuvo sustiprinti elektriniai signalai patenka į katodinį vamzdį. Atstumas tarp iškilimų rodo detalės storį. Esant detalėje defektui matomas trečias iškilimas, kurio gylį parodo atstumas o dydį – piko amplitudė [3].

1.4.2 Kapiliarinė defektoskopija

Kapiliarinės defektoskopijos metodu tikrinamos detalės pagamintos iš juodųjų, spalvotų metalų, plastmasių, kietlydinių ir t.t.

Tikrinant šiuo metodu švariai nuvalyta ir nuriebalinta detalė ar kontroliuojamojoje zonoje 10–15 min. laikoma apipūsta su skvarbiuoju skysčiu. Vėliau nuplaunama vandeniu, nuriebalinama ir išdžiovinama, bei apipurškiama ryškalu.

Mikroskopiniai defektai nustatomi praėjus 10–15 min. po nupūtimo ryškalu, apžiūrint detalę. Defekto buvimo vietoje skvarbiuoju skysčiu suvilgyti milteliai nusidažo ryškiai raudona spalva.

Kapiliarinės defektoskopijos metodais nustatomi įtrūkimai, nevientisumai, išsisluoksniavimai, tuštumos ir kiti atviri paviršiniai defektai [4].

1.4.3 Magnetinė defektoskopija

Magnetinis metodas taikomas įvairios konfigūracijos ir matmenų detalių iš feromagnetinių medžiagų gaminio paviršiuje arba negiliai (0,01-0,08 mm gylyje) esantiems defektams nustatyti.

Tikrinama detalė įmagnetinama tiek, kad ties defektais susidarytų magnetiniai išsklaidymo laukai, galintys pritraukti ir sulaikyti magnetinių miltelių daleles, o magnetinių laukų linijos būtų statmenos defekto kryptčiai arba eitų nors 20° – 30° kampu į defektą. Todėl norint nustatyti defektus,

išsidėsčiusius įvairiais kampais detalės ašies atžvilgiu, reikia detalę įmagnetinti dviem statmenomis kryptimis [5].

2. AŠIRAČIŲ PLOVIMO MAŠINOS VARIANTŲ APŽVALGA

Geras paviršiaus paruošimas yra kritiškai svarbus aširačio būklės nustatymui. Ultragarsoniniai defektoskopijai reikalingas paviršiaus švarumas, kuris neviršytų $20-15 \text{ mg/m}^2$. Todėl jį reikia gerai nuvalyti. Tai galima atlikti keliais būdais. Ir šiame skyriuje bus apžvelgiamos aširačių valymo mašinos, naudojančios skirtingas valymo procedūras. Kreipiamas bus dėmesys į mašinos nuvalymo kokybę.



2.1 pav. Itališka aširačių plovimo mašina

2.1 Italų gamybos aširačių plovimo mašina

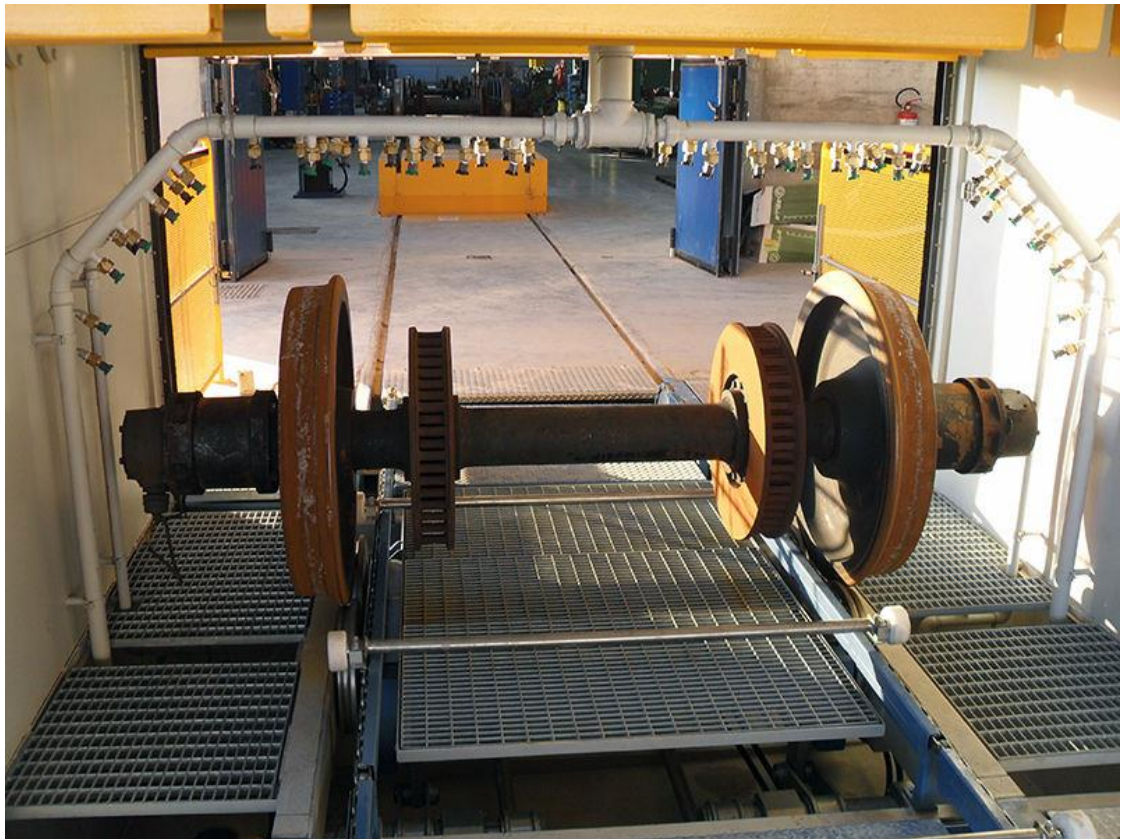
Aširačių plovimo mašina buvo sukurta su tikslu nuvalyti ir paruošti traukinių aširačius inspekcijai. Mašina pavaizduota 2.1 paveikslėlyje yra italų gamybos. Ji turi įdiegtą purškimo sistemą, kurios pagalba yra nuvalomas aširatis [6].

Valymo procedūra prasideda nuo aširačio įridenimo į kabiną. Įridenimas vyksta rankiniu arba automatinio būdu. Žemiau pavaizduotame 2.2 paveikslėlyje matoma kaip atrodo automatinis išridenimas.



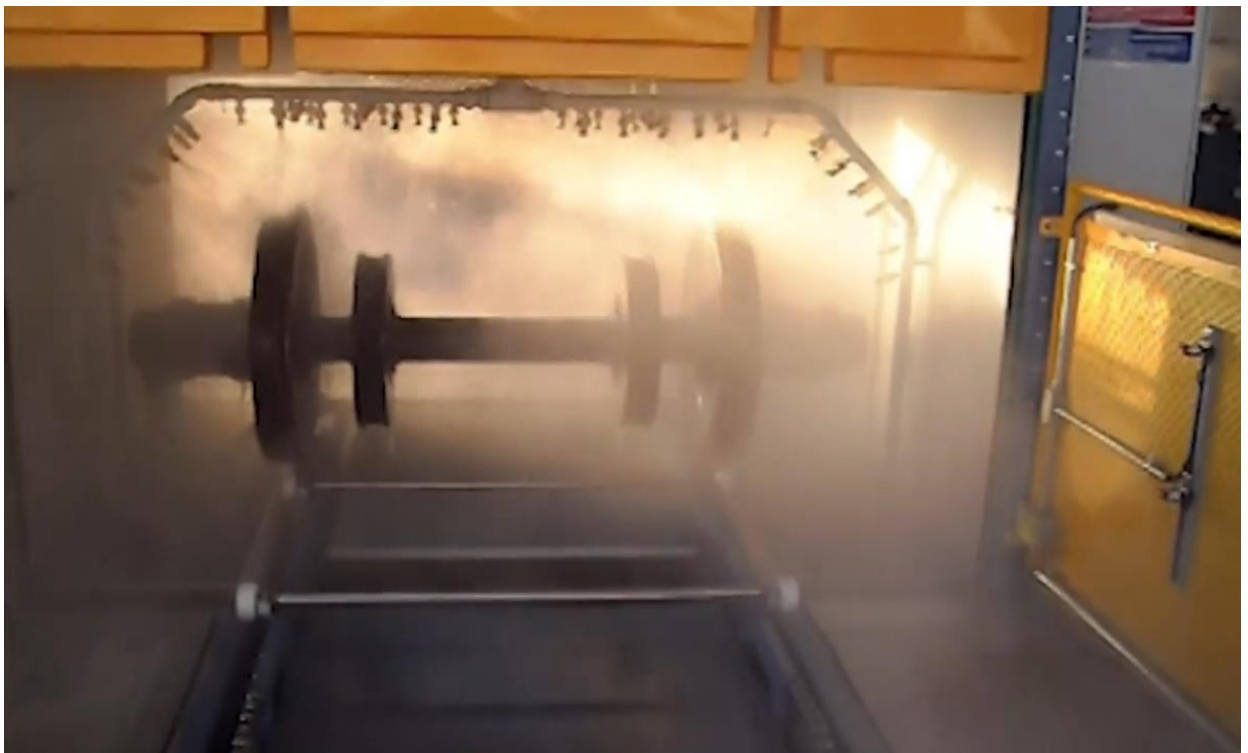
2.2 pav. Automatinis aširačio išridenimas

Aširačiui patekus į kabiną jis įkrenta į specialius ritinėlius. Jiems įsijungus aširatis pradeda sukstis vietoje. Virš aširačio yra sukonstruota stacionari purškimo sistema. Purškimo sistemos purkštukai yra išdėstyti pagal aširačio formą, kad valymo metu visi paviršiai būtų nupurkšti.



2.3 pav. Purškimo sistema

Ant aširačio yra purškiamas vandens ir chemikalų mišinys. Po cheminio valymo proceso, aširatis yra nupurškiamas dar kartą švariu vandeniu (pav 2.4). Tai užtikrina, kad naudota chemija bus pilnai panaikinta nuo paviršiaus. Visas likęs purvas šiame etape taip pat panaikinamas.

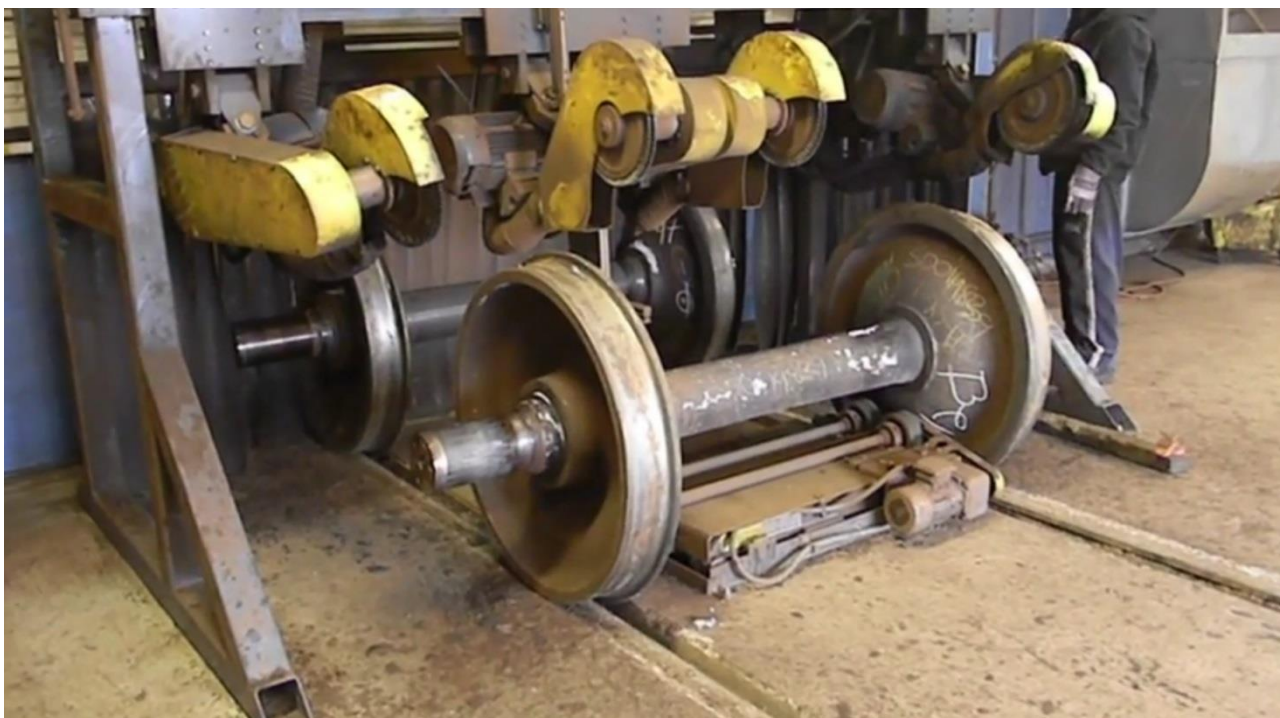


2.4 pav. Vandens skalavimo etapas

Tada aširatis yra automatiškai išstumiamas iš kabinos. Ši operacija užtrunka apie 4–5 minutes nuo pradžios iki galo. Viskas kas subėga į drenažą yra praleidžiama pro filtrus ir panaudojama kitam plovimui. Tokiu būdu yra bandoma sutaupyti ne tik valymo kaštus, bet ir sumažinti žalą aplinkai. Tačiau šis variantas turi kelis trūkumus. Kadangi naudojama tik vandens ir chemijos mišinys aširačiui nuvalyti, ji nuvalo tik riebalus ir paviršutinius nešvarumus. Nešvarumų kiekis po tokio plovimo siekia 500 mg/m^2 . Tai netenkina išskeltos sąlygos. Be to stipriai užsiteršę aširačiai turėtų būti valomi kelis kartus šiuo būdu. Ir išskirtiniais atvejais tektų vis tiek naudoti mechaninį valymą. Dėl šių priežasčių šis valymo būdas yra atmetamas.

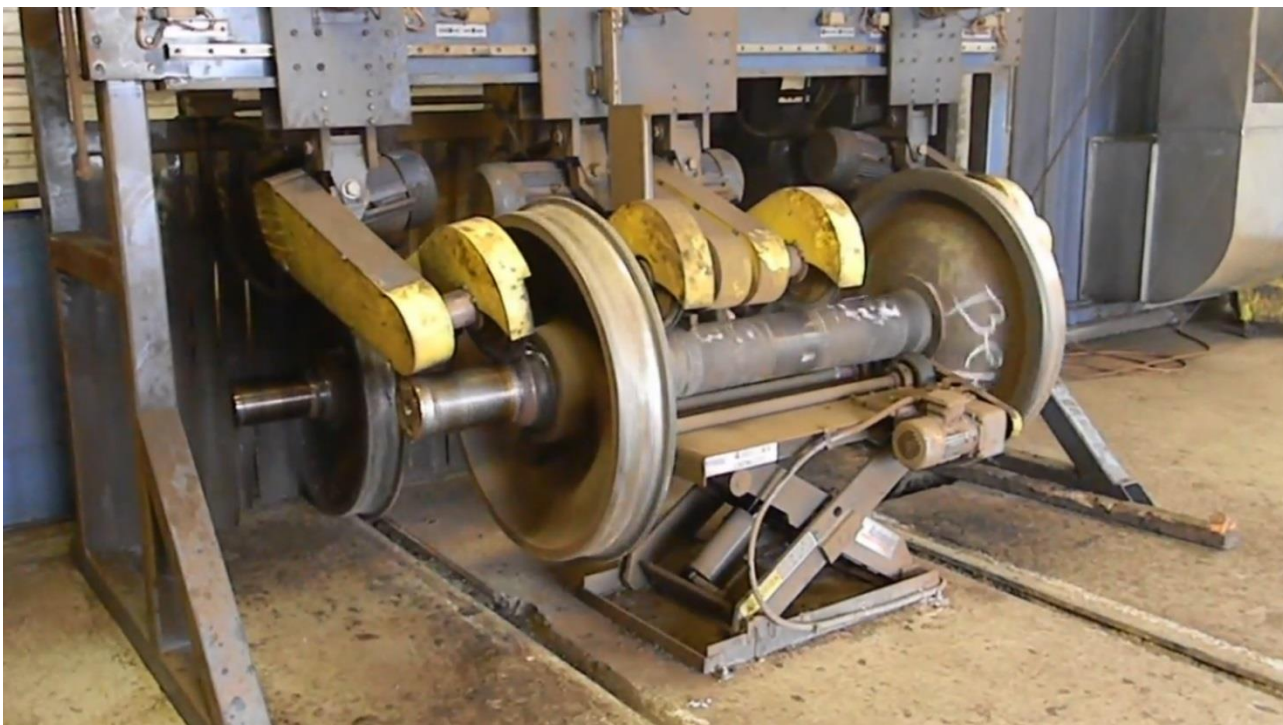
2.2 Amerikiečių aširačių valymo mašina

Jungtinėse Amerikos Valstijose vienas iš labiausiai paplitusių aširačių valymo įrenginių yra žemiau 2.5 paveikslėlyje esantis pavaizduotas mechanizmas.



2.5 pav. Amerikietiška aširačių valymo mašina

Kaip matyti iš paveikslėlio įrenginys yra pilnai atviras ir neturi jokios purškimo sistemos. Skirtingai nei itališka valymo mašina. Naudojamas sauso valymo metodas. Žirklinio keltuvo pagalba aširatis yra pakeliamas į reikiamą aukštį. Tada aširatis yra sukamas ir įjungus šepečius yra pradedamas valymo procesas.



2.6 pav. Aširačio valymo procesas

Besisukantis aširatis išlieka stacionarus, kol šepečiai yra judinami horizontaliai iš kairės į dešinę. Po nuvalymo operacijos aširatis yra nuleidžiamas ant žemės ir darbuotojas jį nuridena nuo mašinos ir pakeičia kitu. Ši valymo operacija nuo pat pradžios iki galo užtrunka nuo 2,5–3,5 minutės. Tai yra ganėtinai greitas aširačio aptarnavimas. Tačiau visgi yra trūkumų su šio dizainu. Kadangi mašina atvira ir naudojamas sausas valymas, tai valomo aširačio nešvarumai pasiskleidžia į aplinką. Nors nuvalyto paviršiaus kokybė geresnė, siekianti tik 120 mg/m^2 . Tačiau didžioji dulkių dalis pasiskleidžia į aplinką. Kas vėliau vėl nusėdą ant nuvalyto aširačio. Žinoma, kenkia ir aplinkoje esantiems darbuotojams. Dėl šių priežasčių šis variantas nėra tinkamas [7].

2.3 AP valymo mašina

X miesto vagonų depas naudoja aširačio valymo mašiną, kuri turi abejas sistemas. Tai yra vandens purškimo sistema ir valymo šepečius. AP mašina buvo suprojektuota ir pagaminta šio vagonų depo darbuotojų. Taip pat matoma, kad sistema yra uždara. O tai sumažina nešvarumų išsiskyrimo kiekį į aplinką.



2.4 pav. AP mašina X miesto vagonų depe

Jos veikimo principas yra toks. Mašinos vartai pasikelia ir aširatis yra įridenamas į mašiną. Tai atliekama rankiniu būdu. Mašinoje yra padaryta įduba į kurią aširatis turi įkristi. Kai jis atsistoja į reikiamą poziciją, durys nusileidžia. Įsijungia elektrinė pavara, kuri suka aširatį vietoje. Įjungiamą ventiliacija, vandens garams bei nešvarumams ištraukti. Tada yra nuleidžiami šepečiai ir paleidžiamas vanduo. Šepečiai pradeda sukis ir prasideda valymo procesas. Žinoma, kaip ir amerikiečių aširačių valymo variante šepečiams yra suteikiama horizontali pastūma (2.8 pav.).



2.5 pav. Valymo šepečių pastūma

Tokiu būdu yra nuvalomas visas ašies paviršius. Kai valymo procesas baigiamas, šepečiai sustoja sukty ir pakeliami nuo aširačio. Nustoja bėgti vanduo ir išjungtama ventiliacija. Pakeliamos durys ir aširatis yra išridenamas iš valymo mašinos. Tai yra atliekama mechaninės sankabos pagalba. Aširatis po nuvalymo proceso nesustoja sukty ir kol jis sukasi darbuotojas patraukia svirtį, kuri įjungia išvertimo mechanizmą (2.9 pav.).



2.6 pav. Išvertimo mechanizmas

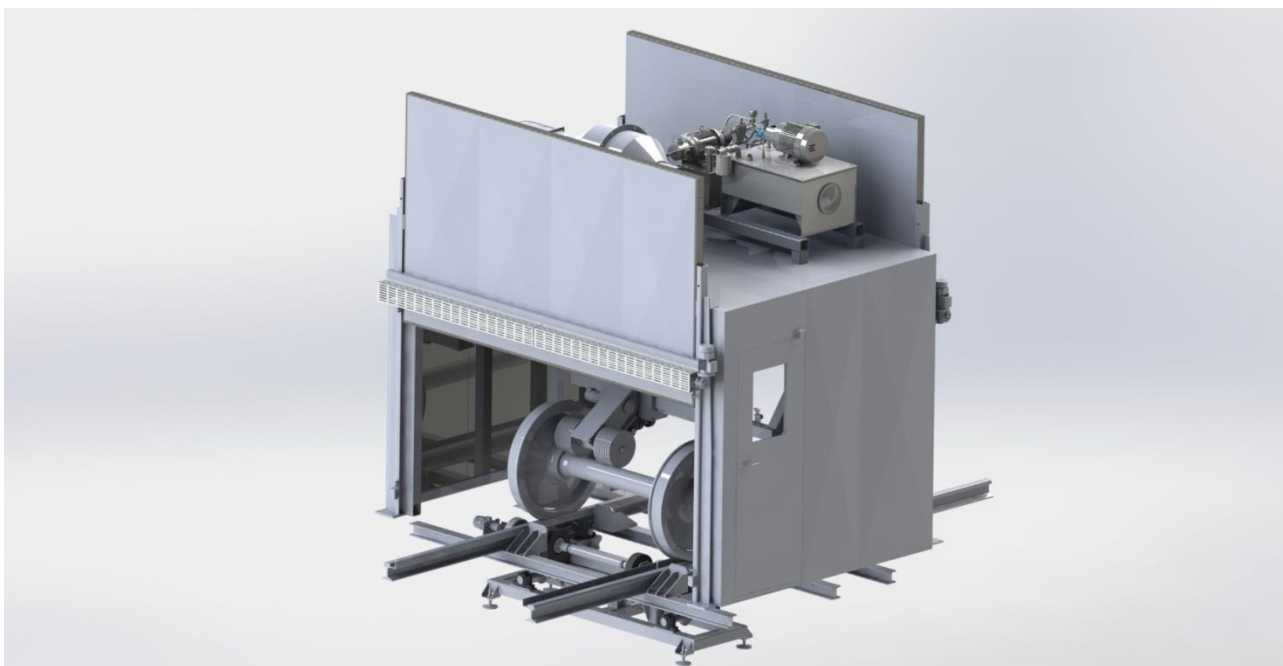
Kadangi besisukantys mechaniniai komponentai yra rankiniu būdu sujungiami, tai aširatis ganėtinai staigiai išrieda iš mašinos. Kas taip pat yra nesaugu aplink mašiną esantiems darbuotojams. Kitas trūkumas yra labai ilgas valymo procesas. Kadangi kabina yra uždara valymo metu yra sunku nustatyti aširačio nuvalymo būklę. Todėl kas dvi minutes valymo procesas yra nutraukiamas ir atliekama vizualinė inspekcija. Kad darbuotojas gerai atliktų vizualinę inspekciją jis naudoja aukšto slėgio valymo įrenginį (3.10 pav.), kuris greitai nuplauna jau nuvalytą purvą. Jei aširatis būna dar nepakankamai švarus jis paliekamas mašinoje ir valymo procedūra yra tęsiama.

Visa tai labai prailgina aširačio nuvalymo laiką. Tačiau naudojant šį valymo metodą, paviršiaus nešvarumų yra paliekama labai mažai, apie 50–25 mg/m². Beveik yra pasiekiamas norimo paviršiaus švarumas.

Taip pat ši sistema turi vietų keliančių grėsmę darbuotojams. Viena iš tokių vietų yra durų pakėlimo mechanizmas. Durys yra pakeliamos trosu pagalba. Bet trosas yra mašinos išorėje ir neapsaugotas nuo aplinkoje esančių nešvarumų. Tad po ilgesnio naudojimo trosas gali pradėti dilti ir blogiausiu atveju nutrūkti. Nėra jokio mechanizmo, kuris trosu trūkimo metu galėtų sustabdyti krentančias duris. Tai kelia darbuotojų gyvybėms didelę grėsmę. Tad kitame variante į šias pastabas yra atkreiptas ypatingas dėmesys.

2.4 Naujoji AP1 mašina

Ši valymo mašina yra suprojektuota Y įmonės. Mašinos dizainas ir veikimo principas išlaikytas toks pat kaip AP mašinos. Tik su keliais saugumą ir našumą liečiančiais pakeitimais.

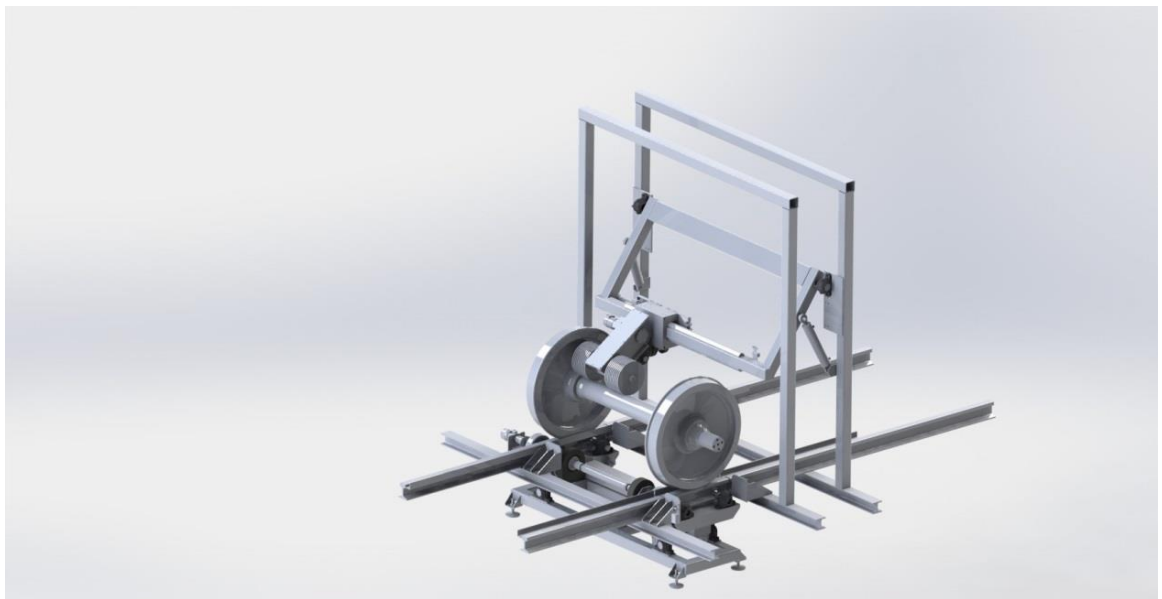


2.10 pav. Naujoji AP1 mašina

Todėl bus paminėti tik esminiai pakeitimai. Senoji AP mašina naudojo trosą, kad pakeltų duris, o naujoji naudoja elektrinį variklį su sliekiniu reduktoriumi. Šis sprendimas buvo priimtas todėl, kad esant tokiai situacijai jei dingtų elektra, durys nenusileistų ant darbuotojo, dėka sliekinės pavaros veikimo principo.

Kita vieta, kur galima pagerinti mašinos rodiklius yra sugebėjimas nuvalyti aširatį greitai. Kad aširatis būtų nuvalytas greitai, valymo šepėčiai ir vandens purškimo sistema turi atlikti savo darbą kokybiškai iš pirmo karto. Papildomai su programine įranga, tai suteiks mašinai skirtingus valymo režimus. Ir dėka šių režimų, operatoriui (darbuotojui) nereikės sustabdyti mašinos, kad atliktų vizualinę inspekciją. Tai sumažins sugaišto laiko kiekį ir padidins nuvalytų aširačių skaičių. Ko pasekoje padidės darbo našumas. Pasak Y įmonės nuvalyto aširačio paviršiaus užterštumo lygis turėtų svyruoti apie $25\text{--}5\text{ mg/m}^2$. Tai tenkina iškeltą sąlygą, kuri yra $20\text{--}15\text{ mg/m}^2$.

Ir paskutinioji vieta, kur buvo atlikti pakeitimai yra aširačio išmetimas iš valymo mašinos. Senojoje mašinoje buvo naudojama mechaninė pavara, kuri veikė rankiniu būdu ją aktyvavus. Naujoje aširačių valymo mašinoje ši sistema yra pakeista į hidraulinę ir pilnai automatizuota. Ji veikia hidrocilindro pagalba. Kai aširatį reikia išridenti iš įdubos, kurioje jis turėjo būti, kad jį nuvalytų, yra įjungiamas hidrocilindras. Jis kelia varančiuosius ratukus kurie iš lėto jį išstumia iš mašinos. Dėl šio sprendimo yra sumažinama tikimybė, kad aširatis per greitai išriedės iš mašinos ir sužalos šalia esančius darbuotojus.



2.11 pav. Aširačio išvertimo mechanizmas izometrinis vaizdas



2.12 pav. Aširačio išvertimo mechanizmas vaizdas iš šono

Todėl įvertinus visas šias modifikacijas, buvo nutarta gaminti naują aširačių plovimo mašiną. Tačiau kad sužinoti tiksliai kiek naujoji mašina yra našesnė už senąją. Yra atliekami našumo didinimo skaičiavimai. Bus aptarti pagrindiniai našumą padidinantys ir kaštus sumažinantys mazgai. Į šiuos mazgus įeis trosų išlaidų kaštai ir jiems teikiamos alternatyvos kaštai. Skaičiuojami vandens sunaudojimas senosios ir naujosios mašinos. Bei valymo procesų laikų mažinimas.

Taigi kitame skyriuje bus apžvelgti AP ir AP1 mašinos valymo šepėčių išlaidų parametrai. Taip pat sunaudojamo vandens kiekio vienam aširačiui nuvalyti. Ir galiausiai mašinų valymo laikai bus palyginami skirtingais veikimo režimais.

3. AŠIRAČIŲ PLOVIMO MAŠINOS NAŠUMO DIDINIMAS IR EKONOMINIŲ IŠTEKLIŲ SUMAŽINIMO SKAIČIAVIMAI

3.1 Trosų skaičiavimai

AP mašinoje yra naudojamas trosas. Jis atlieka dvi funkcijas. Viena iš jų – kilnoti vartus. Variklis suka ritę ir trosas pakelia arba nuleidžia duris (3.1 pav.). Šis trosas dirba labai agresyvioje aplinkoje, kadangi yra atviras ir neapsaugotas nuo aplinkoje esančių dulkių, purvo ir kitų nešvarumų. Tai patrupina jo gyvavimo laiką ir paspartina jo irimą. Trosų suirimas nėra norimas padarinys, kadangi jam trūkus nėra jokios apsaugos sulaikyti krentančias duris. Žinoma, stengiamasi jį pakeisti iki trosui pasiekus kritinę ribą. Kai ši riba yra pasiekama tas pats trosas yra naudojamas valymo šepetiams gaminti. Jie yra supjaustomi vienodo ilgio ir sumontuojami tarp dviejų plokštelių (3.7 pav.). Kadangi šie šepetiai yra išardomi, tai natūralu, kad jų šereliai lengvai ištrūksta iš suspaustų diskų. Dėl šios priežasties juos reikia dažnai gaminti iš naujo. Todėl šioje dalyje bus bandoma paskaičiuoti kokia yra kritinė trosų riba, kai jis jau yra nebesaugus eksploatuoti. O kitoje dalyje bus skaičiuojama kiek kainuotų pagaminti šiuos šepetius.



3.1 pav. Durų kilnojimo mechanizmas ir trosas

3.1 lentelė. **Žinomi AP mašinos duomenys**

Objektas	Parametras
Vienų durų svoris	250 kg
Durų kiekis	2 vnt.
Durų išmatavimai (Storis,Plotis,Aukštis)	100 mm, 2000 mm, 3500 mm
Naudojamo trosų skersmuo	5 mm
Trosų ilgis	5000 mm
Trosų tipas	1x7
Minimali trūkimo jėga	1570 N/mm ²
Trosų medžiaga	Paprastas plienas (S235)

Turint šiuos duomenis galima juos suvesti į skaičiuoklę [8], kuri pateiks prie kokios jėgos 5 mm trosas gali trūkti.

Construction	Diameter	Durability	Lenght
1x7 ▼	- 5 mm +	1570 N/mm ² ▼	- 5000 m +
>>>			
Construction :	1x7		
Diameter :	5 mm		
Durability :	1570 N/mm ²		
MBL - Minimum breaking load :	20.80 kN		
WLL - Working Load Limit with safety factor 6 :	353.7 kg		
Unit weight - 1m :	0.1222 kg/m		
Metalic cross-section :	14.72 mm ²		
Lenght:	5000 m		
Properly reel size:	Diameter 1000 mm		
Max.capacity of the reel for the rope	9107.6 m		
Weight of the rope without reel:	611.2 kg netto		
Weight of the rope on the reel (estimated):	672.3 kg brutto		
EFMETAL 2007 [last change: 28.03.2008]			

3.2 pav. 5 mm skersmens trosu rezultatai

Kaip matyt iš rezultatų penkių milimetrų trosu minimali trūkimo jėga yra 20,80 kN kas yra ekvivalentu 2120 kg. Pasiekus šią reikšmę trosas pradės trūkinėti. Kadangi AP mašinos durys sveria tik 500 kg, tai trosas tikrai atlaikys šį svorį. Tolimesniuose skaičiavimuose priartėjimo būdu bus ploninamas trosu skersmuo ir palyginama su bendru durų svoriu. Duomenys suvedami į 3.2 lentelę.

3.2 lentelė. Trosų parametrai ir skaičiavimo rezultatai.

Trosų tipas	Trosų skersmuo	Trosų ilgis (mm)	Durų bendras svoris (kg)	Trūkimo jėga (kN)
1x7	5	5000	500	20,80
1x7	4	5000	500	13,31
1x7	3	5000	500	7,48
1x7	2	5000	500	3,32

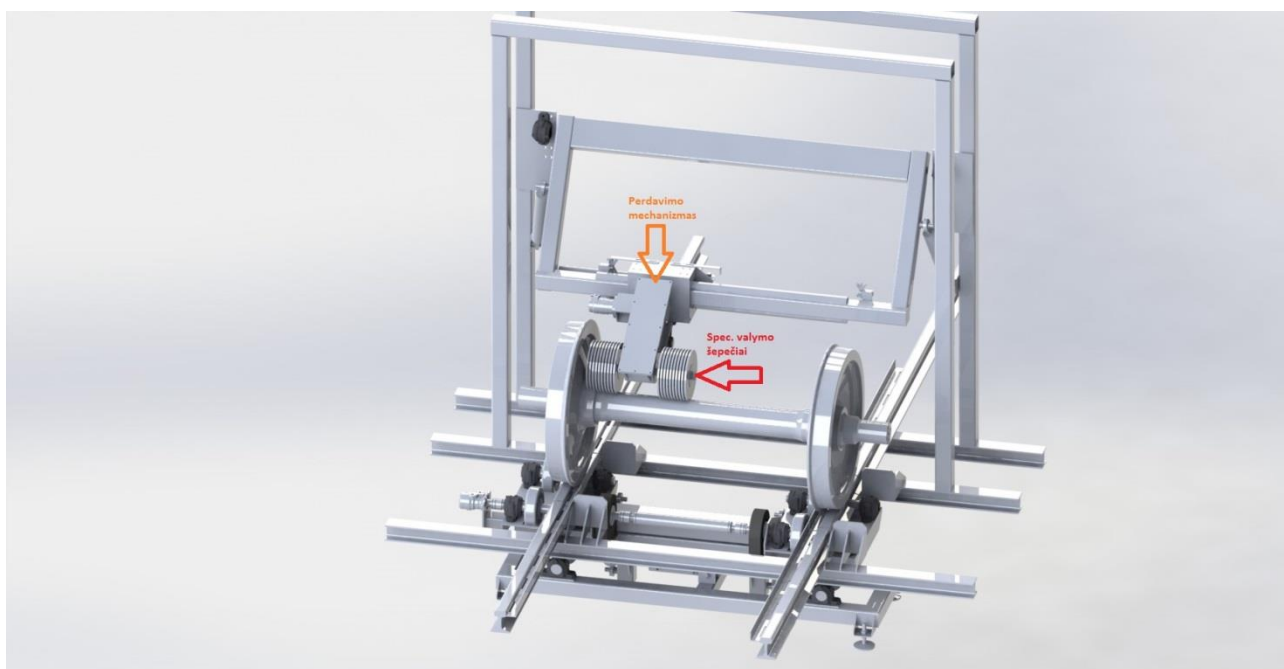
Taigi kaip matyti iš gautų duomenų pasiekus dviejų milimetrų ribą. Trosas atlaiko tik 3,32 kN iki nutrūkimo. Tai ekvivalentu 338 kg. AP mašinos durys sveria daugiau nei 338 kg tai reiškia, kad trosui pasiekus tokį skersmenį yra nebesaugu eksploatuoti AP mašinos. Kadangi trosas gali trūkti ir bekrentančios durys gali sužaloti darbuotojus. Dėl šios priežasties yra prašoma pakeisti trosą nauju. O senąjį sunaudoti valymo šepėčių gamybai. Jie bus gaminami iš penkių milimetrų skersmens trosu.

3.1.1 Šepėčių skaičiavimai

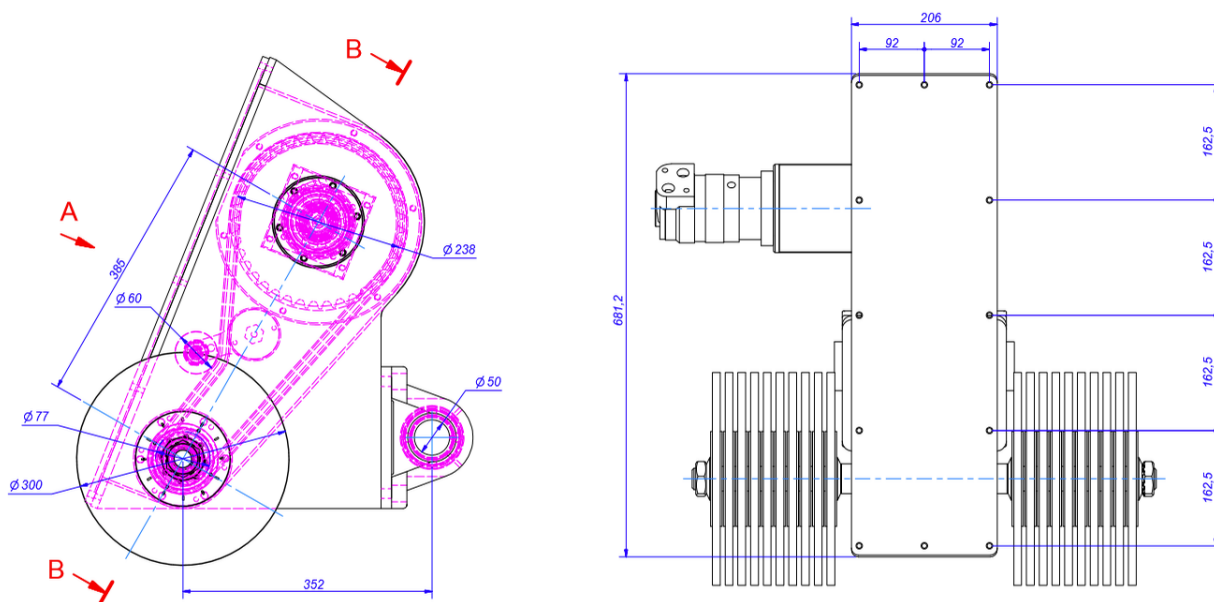
Vieta kur būtų dar galima padidinti našumą bei sutaupyti išlaidas yra valymo šepėčiai. Senajai AP mašinai šepėčiai buvo gaminami rankiniu būdu. Parenkamos trosų ritės, pjaunamos gabalais ir presuojamos tarp dviejų plokščių. Trosų kiekis reikalingas vieneriems metams yra viena tona. Projektuojamajai AP1 mašinai yra dedami specialūs šepėčiai. Bet pirmiausia jų dydį reikia paskaičiuoti. Šį skaičiavimą galima atlikti, nes yra žinomi perdavimo mechanizmo parametrai. Perdavimo mechanizmas yra grandininė pavara su žvaigždutėmis, o sukimo judesį suteikia hidrostotelė (3.3 pav. ir 3.4 pav.).

3.3 lentelė. Perdavimo mechanizmo parametrai

Parametras	Reikšmė
Z_1	25
Z_2	13
Hidrovariklio išgaunamas sukimo momentas (RPM)	746



3.3 pav. Naujosios AP1 mašinos valymo mechanizmas



3.4 pav. Perdavimo mechanizmo schema

$$I = \frac{z_1}{z_2}, \quad (3.1)$$

čia I – perdavimo skaičius, z_1 - didžiosios žvaigždutės dantų skaičius, z_2 - mažosios žvaigždutės dantų skaičius.

$$I = \frac{25}{13} = 1,923,$$

Žinant perdavimo skaičių ir hidrovarklio apsisukimus, galima sužinoti kokiais sūkais suksis šepėčiai.

$$n_2 = n_1 \cdot I, \quad (3.2)$$

čia n_2 – šepėčių apsisukimai per minutę, n_1 – hidrovarklio apsisukimai per minutę, I – pavaros mechanizmo perdavimo skaičius.

$$n_2 = 746 \cdot 1,923 = 1434,5 \text{ RPM},$$

Pagal gamintojo pateiktas rekomendacijas, bus naudojami vieliniai šepėčiai (3.5 pav.). Jų parametrai surašyti 3.4 lentelėje.



3.5 pav. „Osborn“ apvalusis šepėtis

3.4 lentelė. „Osborn“ apvaliojo šepetio parametrai

Parametrai	Dydis
Diametras	300 mm
Storis	0,8 mm
Šepelių medžiaga	Nerūdijantis plienas (AISI 316)
Maksimalus apsisukimų skaičius per minutę	1500

Pagal gamintojo pateiktus duomenis [9], vienas toks šepetys atlaiko 9 darbo dienas pastovaus darbo. Kadangi AP1 mašina naudoja 20 vnt. tai jų turėtų pakakti šešioms mėnesiams. Kadangi skaičiuojame kiek šepelių sunaudotų per metus, tai galutinis šepelių kiekis metams būtų 40 vnt. Žinant tai, bus bandoma paskaičiuoti, kuris variantas yra ekonomiškesnis. Ar naudojant savo gamybos šepelius (3.6 pav.) ar užsisakinėjant specialius šepelius. Senajai AP mašinai metams buvo reikalinga viena tona trosu. Trosai buvo tiekiami ritėse. Trosu skerspjūvis yra 5 mm. Tokio skerspjūvio trosu 100 metrų sveria 12,5 kg [10]. Kadangi ritėje yra 250 metrų, o yra žinomas tik 100 metrų svoris reikia paskaičiuoti vienos ritės svorį. Sustatoma proporcija.



3.6 pav. AP mašinos valymo šepetiai, vaizdas iš priekio.



3.7 pav. AP mašinos valymo šepėčiai, vaizdas iš šono

$$\frac{l_2 \cdot m_1}{l_1 \cdot m_2}, \quad (3.3)$$

čia m_1 – 100 metrų trosas svoris, kg, m_2 – vienos ritės svoris, l_1 – 5 mm diametro trosas ilgis, m, l_2 – vienos ritės trosas ilgis, m.

$$m_2 = \frac{250 \cdot 12,5}{100} = 31,25 \text{ kg,}$$

Reikalingas kiekis yra viena tona trosas. Todėl reikia apskaičiuoti kiek ričių trosas vienoje tonoje yra.

$$\frac{m_4 \cdot X_1}{m_3 \cdot 1}, \quad (3.4)$$

čia m_4 – reikalingas trosas svoris, kg, m_3 – vienos ritės svoris, kg, X_1 – reikalingas ričių skaičius.

$$X_1 = \frac{1000 \cdot 1}{31,25} = 32 \text{ vnt.}$$

Žinant ričių vienetų skaičių ir vieno metro trosas kainą bus apskaičiuota kiek 32 vienetai ričių kainuoja.

$$P = p_1 \cdot X_1 \cdot l_2, \tag{3.5}$$

čia P – pinigų kiekis, €, p_1 – vieno metro trosas kaina, X_1 – reikalingas ričių skaičius, l_2 – vienos ritės trosas ilgis, m.

$$P = 0,73 \cdot 32 \cdot 250 = 5840 \text{ €},$$

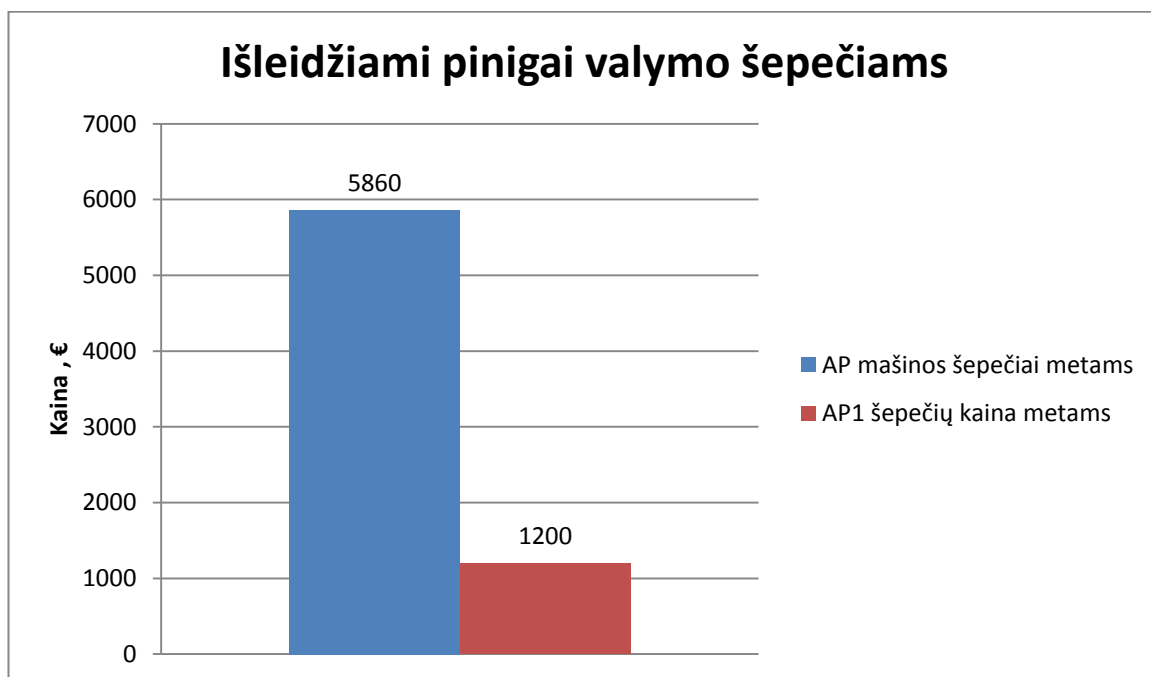
Taigi viena tona penkių milimetrų diametro trosas vieneriems metams kainuoja 5840 €. Dabar reikia paskaičiuoti kiek kainuotų AP1 mašinos šepėčių kompleksas vieneriems metams.

$$P_1 = p_2 \cdot Y_1, \tag{3.6}$$

čia P_1 – pinigų kiekis už metams reikalingą kompleksą, €, p_2 – vieno šepėčio kaina (kainos pateiktos gamintojo) [9], €, Y_1 – šepėčių kiekis.

$$P_1 = 30 \cdot 40 = 1200 \text{ €},$$

Turint abejų mašinų išlaidas valymo šepėčiams galima palyginti kuris variantas yra ekonomiškėsnis.



3.8 pav. Išlaidos valymo šepėčiams

Pagal grafiką matyti, kad senajai AP mašinai išlaidos už valymo šepėčius yra ryškiai didesnės. Lyginant su naująja AP1 mašina. Skirtumas siekia netgi keturis kartus. Todėl dėl tokio didelių išlaidų skirtumo, ekonomiškiau būtų naudoti specialius valymo šepėčius, kaip yra numatyta naujojoje AP1 mašinoje.

3.2 Sunaudojamo vandens išlaidų mažinimas ir našumo didinimas

Senojoje AP mašinoje yra įdiegta vandens purškimo sistema. Jos pagalba aširatis yra sušlapinamas ir šepėčių pagalba yra nušveičiamas. Tokiu būdu panaikinami visi nešvarumai nuo apdirbamos detalės ir paruošiama inspekcijai. Tikslas yra sužinoti kiek litrų vandens aširačių plovimo mašinai reikia norint nuplauti vieną aširatį. Sužinotus rezultatus tada lyginsiu su AP1 mašinos rezultatais. Kad apskaičiuoti sunaudojamus litrus reikia pirmiausia žinoti sistemoje esantį slėgį bei purkštukuose esančios išėjimo angos diametrą. Yra žinoma, kad vanduo AP mašinai yra tiekiamas iš centrinės vandentiekio sistemos. Tai reiškia kad slėgis sistemoje yra 16 bar. O purkštukų išėjimo angos diameteras yra 3 mm. Žinant šiuos parametrus galime paskaičiuoti koks vandens debitas yra prie šių parametrų. Duomenis suvedame į skaičiuoklę.

Vandens srautas per angą

Ivesties duomenys	matas SI(bar) ▼
pirminis slėgis	16 barG ▼
antrinis slėgis	0 barG ▼
angos skersmuo	3 mm ▼
Show Advanced Options	
<input type="button" value="Calculate"/> Clear	
Vandens srautas	933.824 l/h ▼
Rezultatas	

3.9 pav. Skaičiuoklės pateikti rezultatai prie 16 barų slėgio

Skaičiuoklė apskaičiuoja reikšmę naudodamasi šia formule [11]:

$$p_1 - p_2 < FL^2 \cdot (p_1 - FF \cdot P) \quad (3.7)$$

$$Q_w = 0,0865 \cdot C \cdot \left(\frac{d_0}{4.654}\right)^2 \cdot \sqrt{\frac{p_1 - p_2}{SG}} \quad (3.8)$$

čia: p_1 – Pagrindinis slėgis, kPa, p_2 – atgalinis slėgis, kPa, d_0 – išėjimo angos skersmuo (mm),
 C – išleidimo koeficientas, Q_w – vandens tekėjimo debitas, l/h, FL – slėgio atkūrimo veiksnys, FF – Kritinis slėgio santykinis veiksnys, P – Absoliutus garų slėgis vandens įleidimo temperatūros, kPa, SG – vandens sunkumas (kg/m^3).

Taigi pagal 3.8 formulę gavau 933,82 l/h debitą. Konvertuoju jį į litrus per minutę ir gaunu 15,56 l/min.

$$\frac{933,82 \text{ l/h}}{60 \text{ min}} = 15,56 \text{ l/min},$$

Dabar lieka suskaičiuoti kiek litrų vandens sunaudoja AP mašina norint nuplauti vieną aširatį. Tai galima gauti sudauginę debitą su valymo proceso laiku (reikšmė paimta iš 3.6 lentelės AP1* stulpelio) ir purkštukų skaičiumi.

$$15,56 \cdot 5 \cdot 20 = 1556 L,$$

Taigi gaunama, kad vienam aširačiui nuplauti mašina sunaudoja 1556 litrus vandens. Tačiau tai ne visas išseikvotas vandens kiekis. Kadangi po plovimo dar yra naudojamas aukšto slėgio plovimo įrenginys [12]. Jo pagalba yra nuplaunamos vietos kur AP mašinai nepavyko nuvalyti. Ši procedūra užtrunka 5–7 min. Šio įrenginio parametrai yra pateikti 3.5 lentelėje.



3.10 pav. Karcher K 7 Premium

3.5 lentelė. „Karcher K 7 Premium“ techniniai parametrai

Slėgis	20–160 bar
Vandens suvartojimas	600 l/h
Maksimali vandens temperatūra	60 °C
Elektros sunaudojimas	3 kW
Elektros pajungimas	220 V
Matmenys	404x461x968 mm

Kaip matyti iš techninių duomenų pateiktų 3.5 lentelėje šis įrenginys sunaudoja 600 l/h vandens. O valymo procesas užtrunka 5 min. Todėl reikia suskaičiuoti kiek litrų vandens suvartos per 5 minutes. Pirmiausia yra konvertuojami litrai per valandą į litrus per minutę.

$$\frac{600l/h}{60 min} = 10l/min,$$

Žinant debitą galima suskaičiuoti kiek litrų vandens šis įrenginys sunaudos per 5 minutes.

$$10l/h \cdot 5min = 50 l,$$

Taigi žinant AP mašinos sunaudojamą vandens kiekį valymo proceso metu ir aukšto slėgio įrenginio sunaudojamą vandens kiekį. Galima sužinoti kiek iš viso litrų vandens reikia pilnai nuvalyti vieną aširatį. Taigi tuos litrus sudedame:

$$1556 + 50 = 1606 l,$$

Ir gaunama 1606 litrų. Šis rezultatas yra palyginamas su AP1 mašina. Kad būtų galima suskaičiuoti kiek litrų vandens AP1 mašina sunaudoja vienam aširačiui nuvalyti. Reikia paskaičiuoti debitą. Yra žinomi šie duomenys:

Valymo programa užtrunka 4 min;

Skalavimo procedūra užtrunka 0,5 min;

Slėgis sistemoje 25 bar;

Purkštukų išėjimo angos diametras 2 mm;

Purkštukų sistemoje yra 14 vnt.

Kad sužinoti vandens debitą reikia žinomus duomenis suvesti į skaičiuoklę [11]. Rezultatas pateiktas 3.11 pav.

Vandens srautas per angą

Ivesties duomenys	matas SI(bar) ▼
pirminis slėgis	25 barG ▼
antrinis slėgis	0 barG ▼
angos skersmuo	2 mm ▼
Show Advanced Options	
<input type="button" value="Calculate"/> Clear	
Vandens srautas	513,23 l/h ▼
Rezultatas	

3.11 pav. vandens debito rezultatas prie 25 barų slėgio

Šį rezultatą konvertuojam iš l/h į l/min.

$$\frac{513,23 \text{ l/h}}{60 \text{ min}} = 8,55 \text{ l/min},$$

Žinant vandens debitą galima apskaičiuoti kiek litrų vandens reikalinga nuvalyti vieną aširatį.

$$8,55 \cdot 4 \cdot 14 = 478,8 \text{ l},$$

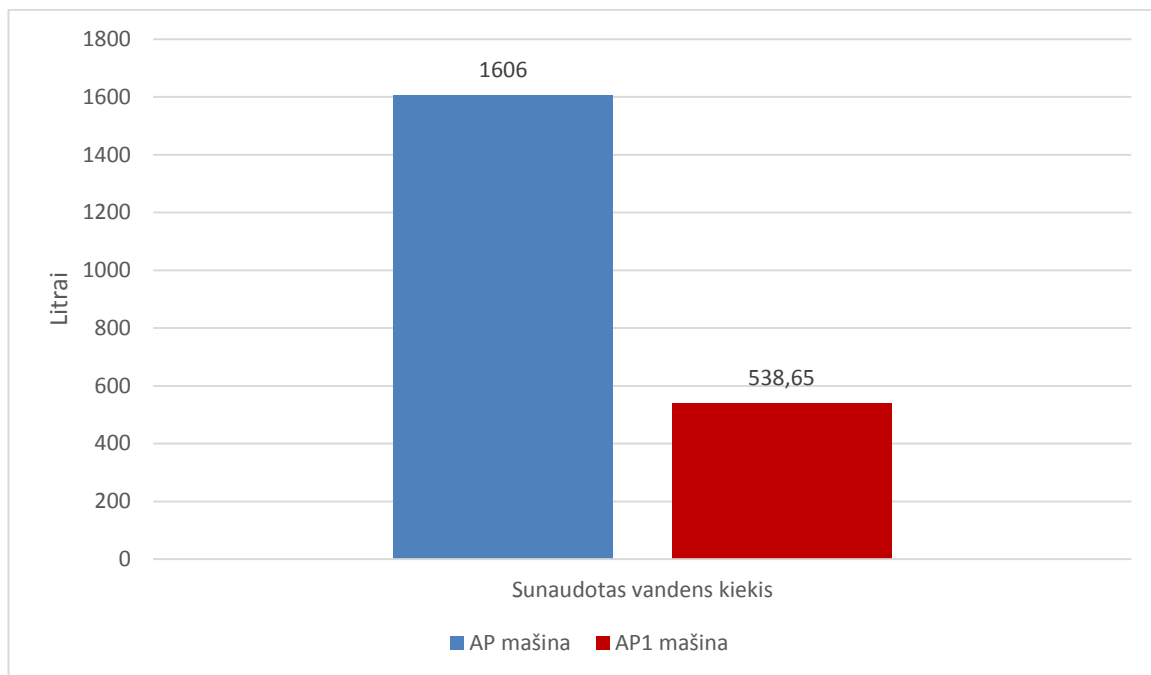
Kadangi po šios procedūros eina skalavimo procedūra, todėl skaičiuosiu kiek šiam veiksmui reikalinga vandens.

$$8,55 \cdot 0,5 \cdot 14 = 59,85 \text{ l},$$

Lieka susumuoti koks galutinis kiekis. Gaunama:

$$478,8 + 59,85 = 538,65 \text{ l,}$$

Sudarau diagramą ir sulyginu gautus rezultatus.



3.12 pav. Sunaudoti vandens kiekis litrais vienam aširačiui nuplauti

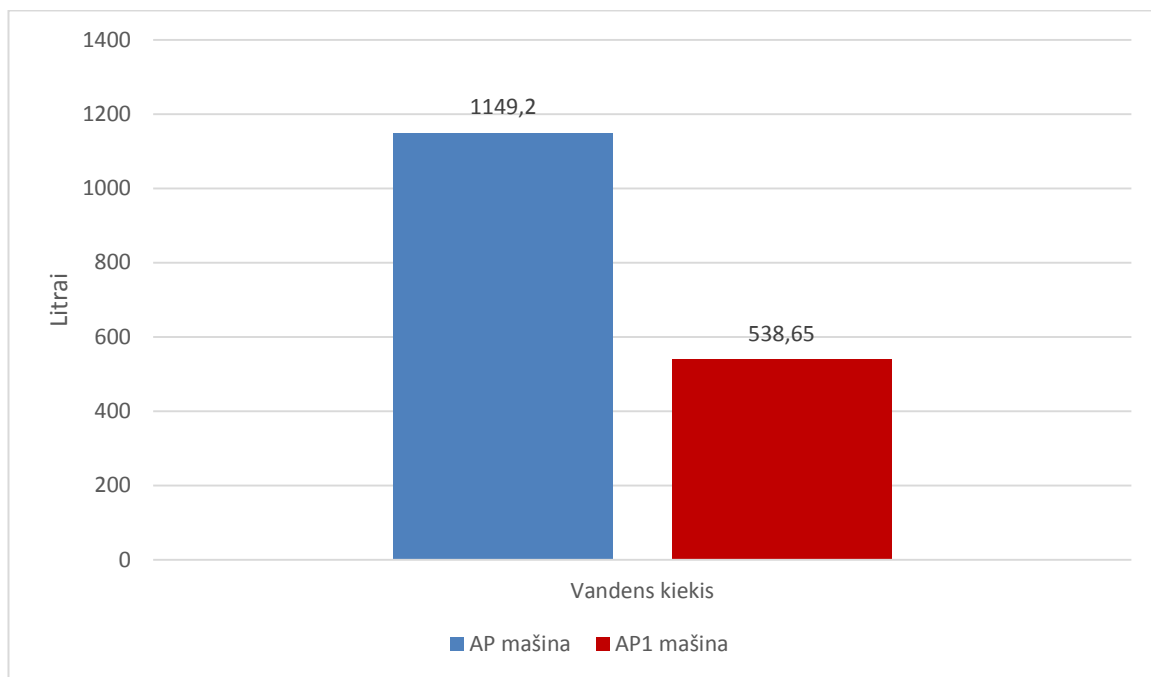
Iš diagramos matosi, kad AP mašina sunaudoja ryškiai daugiau vandens nei AP1 mašina. To priežastis galėtų būti per didelis purkštukų skaičius. Todėl skaičiavimai bus kartojami tik naudojant 14 vnt. purkštukų. Skaičiuojama kiek litrų vandens sunaudos senoji aširačių valymo mašina su 14 vienetų purkštukų.

$$15,56 \cdot 5 \cdot 14 = 1089,2 \text{ L,}$$

Ir žinoma pridedamas skalavimo procese sunaudojamas vandens kiekis. Tai iš viso gaunu:

$$1089,2 + 60 = 1149,2 \text{ l,}$$

Suvedu šiuos duomenis ir gaunu diagramą. Palyginu su kitais gautais rezultatais.



3.13 pav. Sunaudotas vandens kiekis, kai AP mašina turi 14 vnt. purkštukų

Kaip matyti iš grafiko, kad net sumažinus purkštukų kiekį AP mašinoje, ji vis vien išnaudoja daugiau litrų vandens nei naujoji AP1 mašina sunaudotą tam pačiam darbui atlikti.

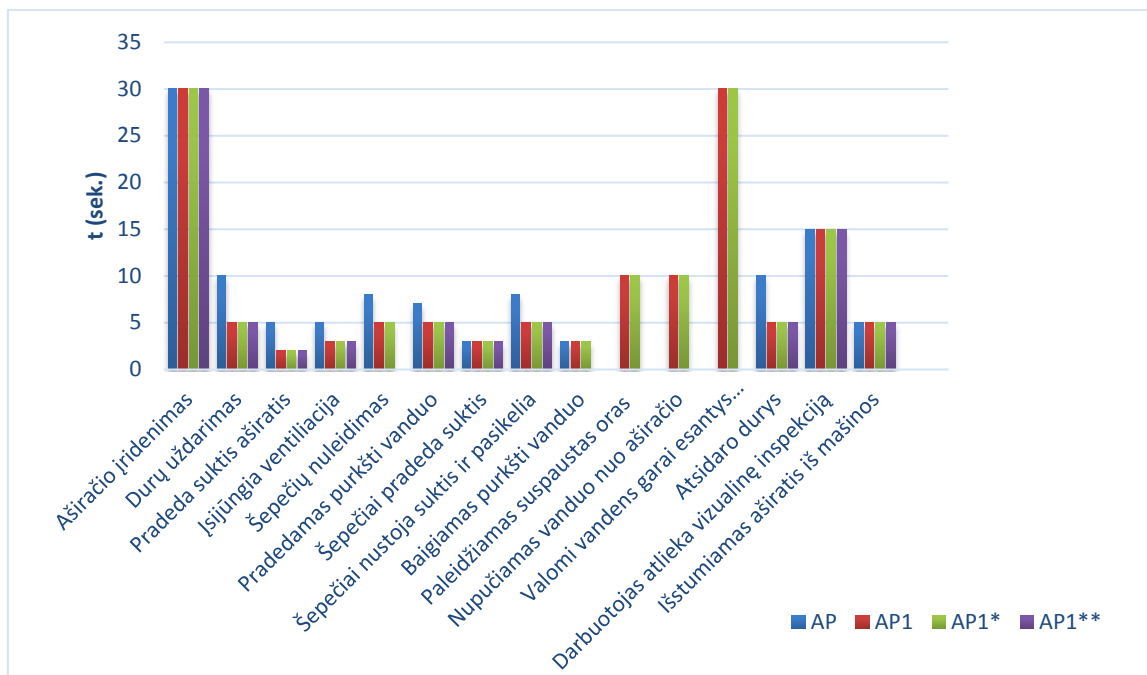
3.3 Valymo proceso našumo didinimas keičiant valymo proceso laikus

Abejos mašinos turi daug procesų, kad pilnai galėtų nuvalyti aširatį. Šie procesai yra visi svarbūs norint išgauti geriausią rezultatą. Tačiau kaip yra žinoma ne visi apdirbami aširačiai yra vienodai užteršti. Senoji AP mašina neturi jokių programos pasirinkimų, todėl visi aširačiai yra apdirbami vienodai, nepaisant jų užterštumo lygio. Ko pasekoje gali privesti prie blogai atliktos aširačio diagnostikos esančiame kitame aširačio restauravimo etape. Dėl šios priežasties, kuriant naująją AP1 mašiną buvo atsižvelgta į tai. Todėl AP1 mašina turi tris skirtingas programas. Tai būtų: pilnas valymas (AP1), greitas valymas (AP1*) ir sausas valymas (AP1**). Kiekviena iš šių programų yra sukurta įveikti vis labiau apsiteršusį aširatį. Taigi jei aširatis yra labai purvinas ir riebaluotas, tokiu atveju būtų naudojama pilno valymo programa (AP1). Ir atvirkščiai, jei aširatis yra tik purvinas ir nėra jokių tepalo ar riebalų žymių, būtų naudojama sauso valymo programa (AP1**). Žinoma kiekviena programa užtrunka skirtingą laiko kiekį, todėl šiame skyriuje bus bandoma sužinoti kurį režimą naudojant galima našiausiai nuvalyti aširatį ir didžiausią jų kiekį.

Sudaroma lentelė, kurioje išvardyti visi procesai tiek senosios AP, tiek naujosios AP1 mašinos.

3.6 lentelė. Aširačių plovimo mašiną AP ir AP1 procesų laikais suvestinė

Eil. Nr.	Procesai	Senoji AP mašina	Naujoji AP1 mašina „Pilnas plovimas“	Naujoji AP1* mašina „Greitas plovimas“	Naujoji AP1**mašina „Sausas plovimas“
1.	Aširačio įridenimas	30	30	30	30
2.	Durys užsidaro	10	5	5	5
3.	Pradedama sukintis aširatis	5	2	2	2
4.	Įsijungia ventiliacija	5	3	3	3
5.	Šepečiai nusileidžia	8	5	5	-
6.	Pradedamas purkšti vanduo	7	5	5	5
7.	Šepečiai pradeda sukintis	3	3	3	3
8.	Valymo procesas	600	240	180	120
9.	Šepečiai nustoja sukintis ir pasikelia	8	5	5	5
10.	Baigiamas purkšti vanduo	3	3	3	-
11.	Paleidžiamas suspaustas oras (išvalomi purkštukai, kad nevarvėtų ant aširačio)	-	10	10	-
12.	Nupučiamas vanduo nuo aširačio	-	10	10	-
13.	Valomi vandens garai esantys mašinos viduje	-	30	30	-
14.	Atsidaro durys	10	5	5	5
15.	Darbuotojas atlieka vizualinę inspekciją	15	15	15	15
16.	Ištumiamas aširatis iš mašinos	5	5	5	5
Iš viso sekundžių:		709	376	316	198



3.14 pav. Naujosios mašinos AP1 ir senosios mašinos AP procesų trukmės palyginimas

Iš gauto grafiko daug aiškiau matome skirtingų procesų pasiskirstymą. Tačiau vienas procesas buvo panaikintas. Tai yra valymo procesas. Kadangi jis užgoštų visus likusius rezultatus ir jie nebūtų tokie aiškūs. Dėl šios priežasties jie yra nukelti ir parodyti 3.17 lentelėje. Tad turėdamas galutinius laikus kiekvienos programos, galiu apskaičiuoti kiek greitesnis skirtingos AP1 mašinos programos lyginant su AP mašina. Kadangi aširačių dydis pastovus, tad laikoma, kad laiko našumas priklausys nuo valymo proceso. Ir kad visi aširačiai yra vienodai užteršti. Sudaroma lentelė, kurioje bus nurodyti AP1 ir AP mašinos rezultatai.

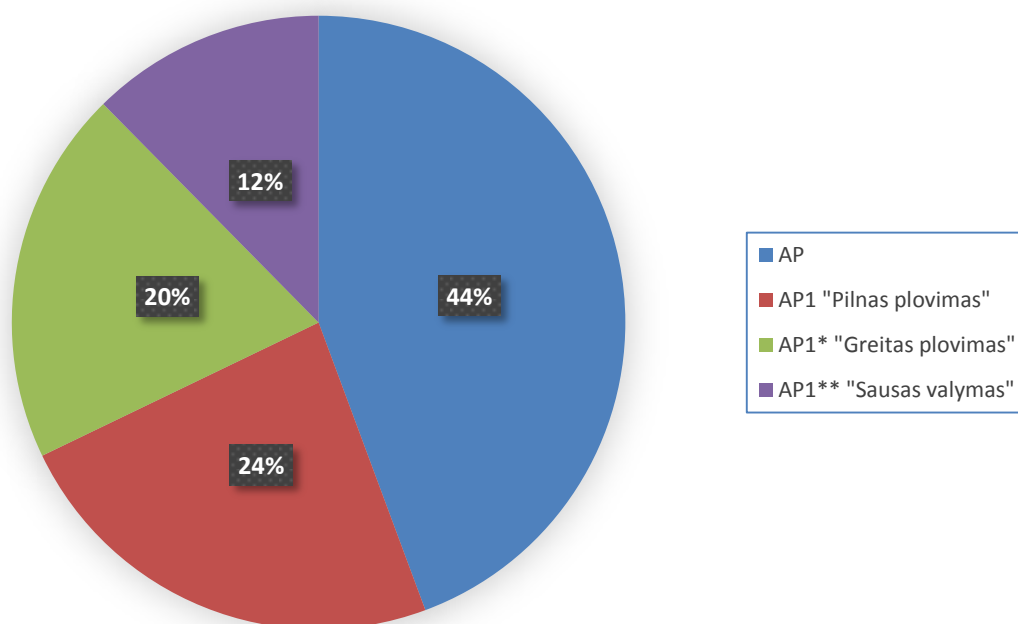
$$100\% - \frac{A \cdot 100}{B} \quad (3.9)$$

Čia A – AP1 mašinos bendras valymo laikas naudojant „Pilną plovimą“, AP1* – mašinos bendras valymo laikas naudojant „Greitą plovimą“, AP1** – mašinos bendras valymo laikas naudojant „Sausą valymą“, B – AP mašinos bendras valymo laikas.

$$100\% - \frac{376 \cdot 100}{709} = 47 \%$$

3.7 lentelė. Procentaliai išreikšti laiko rezultatai AP1 mašinos

Skirtingos AP1 plovimo programos	Rezultatas
Pilnas plovimas	47 %
Greitas plovimas	55,5 %
Sausas valymas	72,1 %



3.15 pav. Aširačių plovimo mašinų sugaištas laikas valymo procesui išreikštas procentais

Kaip matyti iš grafiko senoji AP mašina užtrunka ilgiausiai. O naujosios AP1 mašinos skirtingos programos užtrunka ryškiai mažesnį laiko kiekį. Todėl AP1 mašinoje sukurtos skirtingos programos leis pasiekti didesnį našumo rodiklį nei senosios.

Toliau apskaičiuojama koks aširačių vienetų kiekis gali būti nuvalytas per pamainą (laikome kad pamaina yra 8 val.). Rezultatai lyginami tarp senosios mašinos nuvalytų gaminių kiekio su naujosios naudojant skirtingas valymo programas.

$$\frac{c}{D} \tag{3.10}$$

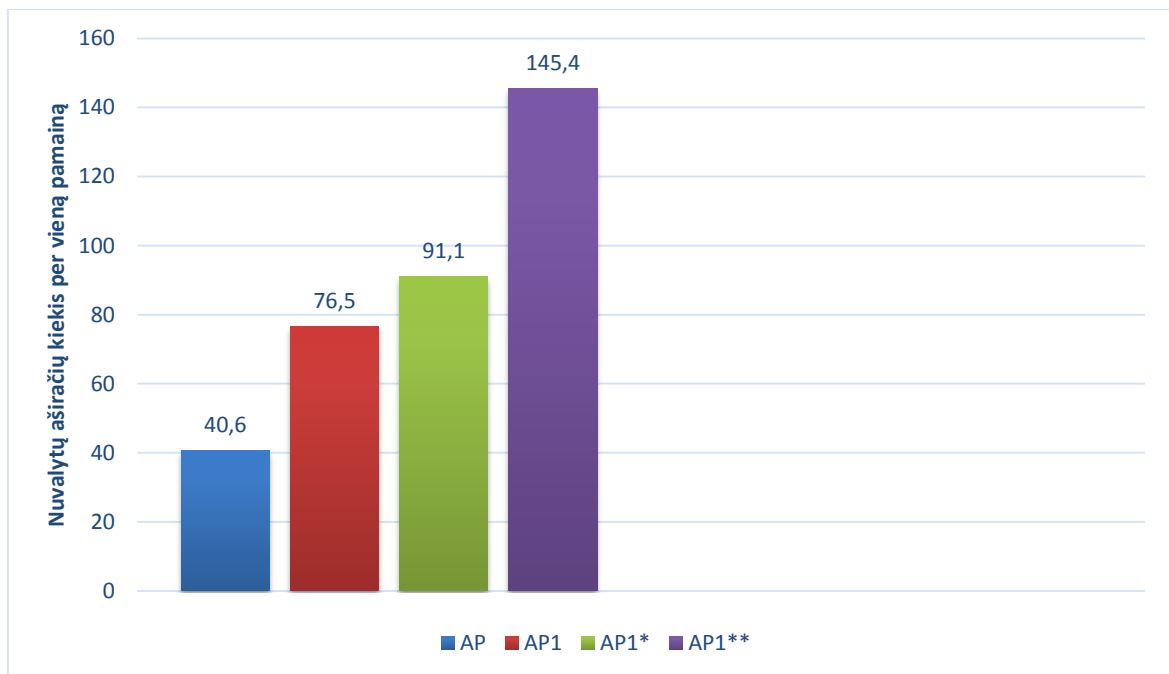
čia A – sekundžių kiekis vienoje pamainoje, B – skirtingi aširačių plovimo mašinos plovimo režimai.

Skaičiuojama kiek senoji AP mašina nuvalytų aširačių per vieną pamainą.

$$\frac{28800}{709} = 40,6 \text{ vnt.}$$

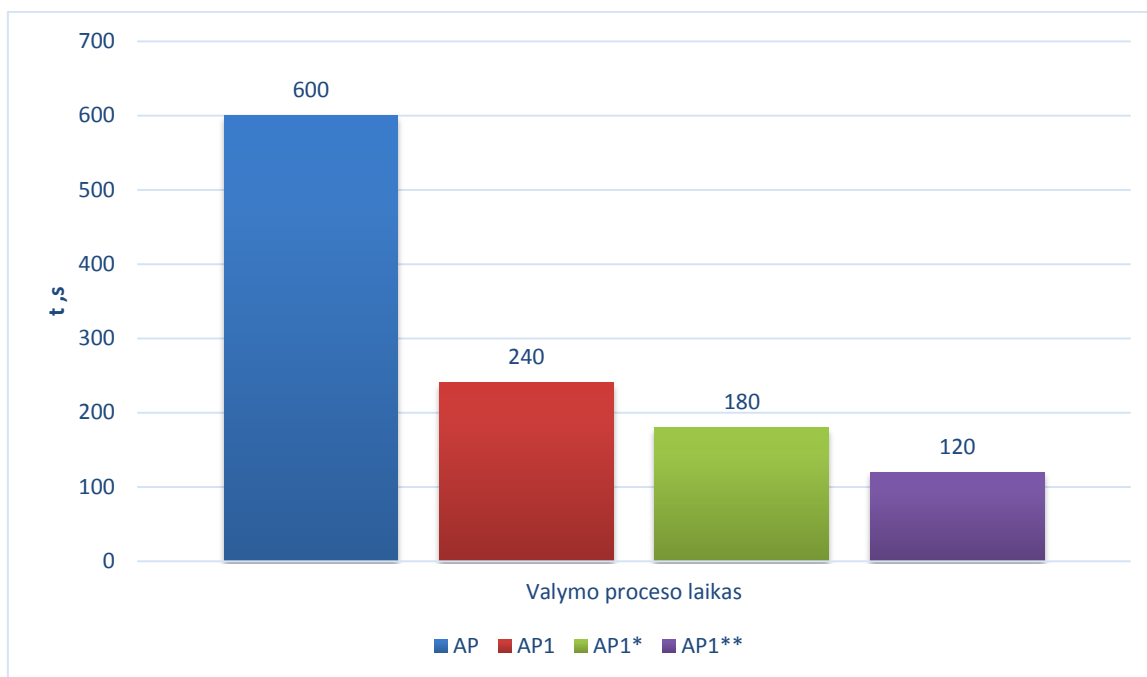
3.8 lentelė. Rezultatų suvestinė AP mašinos ir AP1 mašinos su skirtingomis programomis nuvalytų aširačių

Procesas	Nuvalyti aširačiai per pamainą (vnt.)
AP	40,6
AP1	76,5
AP1*	91,1
AP1**	145,4



3.16 pav. Aširačiai nuvalyti per vieną pamainą

Akivaizdu, kad naujosios AP1 mašinos režimai yra našiausi. Ir tai leidžia pasiekti aukštesnį našumo rodiklį. Reiškia, kad galima paruošti daugiau aširačių restauravimui. Senoji AP mašina nepasieks tokių našumo rodiklių, kadangi labai daug laiko yra sugaištama prie valymo procedūros. Žemiau esančioje diagramoje (3.15 pav.) parodyta, kiek laiko užtrunka naujosios AP1 mašinos valymo procesai ir kiek laiko senosios.



3.17 pav. Senosios ir naujosios plovimo mašinų plovimo procedūros laikai

Iš grafiko matoma, kad senosios AP mašinos valymo procedūros laikas ilgiausias. To priežastis yra tai, kad valymo komponentai neatlieka savo darbo tinkamai. Todėl darbuotojas turi kartoti valymo procedūrą. Tai ir prailgina valymo proceso laiką. Kad jį sumažinti reikėtų modernizuoti arba keisti valymo komponentus.

3.4 AP 1 mašinos atsipirkimo skaičiavimai

Žinant gaminio kainą, bei staklių kainą, galime paskaičiuoti per kiek laiko atsipirks AP1 mašina. Mašinos kaina yra 290 000 €. Vieno aširačio nuplovimo kaina yra 1 euras. Taigi jeigu įmonė dirba dvejomis pamainomis per parą. Penkias dienas per savaitę tada gauname:

$$\frac{290\,000}{1 \cdot 145 \cdot 2 \cdot 5} = 200 \text{ savaitių}$$

Kadangi metuose yra 52 savaitės paskaičiuojame:

$$\frac{200}{52} = 3,8 \approx 4 \text{ metai}$$

Taigi po keturių metų staklės pilnai atsipirktų.

IŠVADOS

1. Atlikta valymo svarbos apžvalga ir nustatyta, kad norint išgauti tiksliausius matavimus su defektoskopu, reikalingas labai švarus paviršius. Tokiu atveju ypač pavojingi mikroįtrūkimai bus aptikti.
2. Atlikta skirtingų aširačių plovimo mašinų variantų analizė. Prieita prie sprendimo, kad optimaliausias variantas yra uždara sistema su mechaniniais valymo šepečiais ir papildomai naudojant organinę valymo emulsiją.
3. Po tyrimo nustatyta, kad efektyvumą didinančios vietos susidaro iš:
 - Valymo šepečių, kuriuos pakeitus į specialius „Osborn“ šepečius išlaidos sumažėja netgi keturis kartus.
 - Vandens sunaudojimo kiekio. Dėl naudojamų specialių valymo purkštukų galinčius atlaikyti didesnę slėgį ir turinčius mažesnę purškimo angą, kuri leidžia paskleisti purškiamą vandenį platesniu plotu. Išlaidos vandeniui sumažės iki dviejų kartų.
 - Plovimo laiko. Jis gali būti sumažintas iki minimaliausios trukmės naudojant „Sauso valymo“ programą. Naudodama šią programą naujoji AP1 mašina nuvalytų 3,5 karto daugiau aširačių per tą patį laiko tarpą lyginant su esama aširačių plovimo mašina.
4. Tyrimas parodė, kad naudoti toliau esamą AP valymo mašiną yra neprasminga. Ją sudarančios sistemos yra per daug pasenusios ir bandyti jas modernizuoti būtų neracionalu. Todėl yra siūloma pirkti naują aširačių plovimo mašiną AP1.
5. Atlikti skaičiavimai parodė, kad naudojant AP1 mašiną dvi pamainasm, per penkias darbo dienas. Ji pilnai atsipirktų po 4 metų.

LITERATŪRA

1. Jonaitis L., Žeromskas R. Mašinų servizas. – K.: Smaltija, 1998. -310p.
2. JONUŠAS. Remigijus; KALPOKAS, Juozas; LAZARAVIČIUS, Petras. *Remonto technologija*. Kaunas, 2001.
3. ULTRAGARSINĖ DEFEKTOSKOPIJA [žiūrėta 2015m. balandžio 15d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.inspecta.com/lt/Ms-paslaugos/Laboratorija/Ultragarsin-defektoskopija-UT>>.
4. KAPILIARINĖ DEFEKTOSKOPIJA [žiūrėta 2015m. balandžio 15d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.inspecta.com/lt/Ms-paslaugos/Laboratorija/Kapiliarin-defektoskopija-PT/>>.
5. MAGNETINĖ DEFEKTOSKOPIJA [žiūrėta 2015m. balandžio 15d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.inspecta.com/lt/Ms-paslaugos/Laboratorija/Magnetin-defektoskopija-MT/>>.
6. RAIMONDI MACCHINE E IMPIANTI [žiūrėta 2015m. kovo 17d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.raimondiimpianti.it/en/impianti/bogies-and-wheel-set-washing/>>.
7. LOCOMOTIVE WHEELSHOP MACHINERY [žiūrėta 2015m. kovo 17 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.roboshopinc.com/LocomotiveMachines.php>>.
8. TROSO TRŪKIMO JĖGOS SKAIČIUOKLĖ [žiūrėta 2015m. vasario 10 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.efmetal.com.pl/kalkulator/kalk_en.php>.
9. OSBRON INTERNATIONAL [žiūrėta 2015m. balandžio 25d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.osborn.com/en-de/home.html>>.
10. TROSO PARAMETRAI [žiūrėta 2015m. balandžio 20 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.alibaba.com/product-detail/1X7-Stainless-steel-wire-rope-AISI304_948736893.html>.
11. VANDENS DEBITO SKAIČIUOKLĖ [žiūrėta 2015m. kovo 5d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.tlv.com/global/TI/calculator/water-flow-rate-through-orifice.html>>.
12. AUKŠTO SLĖGIO PLOVIMO ĮRANGA [žiūrėta 2015m. kovo 25 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.manoirankiai.lt/index.php?id=151&pid=20594>>.
13. SABALIAUSKAS, Artūras; MINGAILIENĖ, Aušra; ČIKOTIENĖ, Dalia. *Magistro baigiamojo darbo rengimo metodiniai nurodymai*. Šiauliai, 2010.