

Ekološki sustavi na velikim putničkim brodovima

Environmental Systems on Large Passenger Ships

Maro Jelić

Sveučilište u Dubrovniku
Pomorski odjel
e-mail: mjelic@unidu.hr

Damir Mage

Sveučilište u Dubrovniku
Diplomant diplomskog studija Pomorstvo
e-mail: damir.mage@gmail.com

UDK 504:629.5

Stručni članak / *Professional paper*
Rukopis primljen / *Paper accepted*: 27. 2. 2013.

Sažetak

Ovaj rad obrađuje ekološke sustave koji postoje na velikim putničkim brodovima. U današnje vrijeme zastupljen je problem onečišćenja i pod utjecajem je MARPOL konvencija – brodari primjenjuju najnovije tehnologije za obradu ekološki rizičnih tvari na brodu.

Proizvođači takve opreme stalno poboljšavaju i nadograđuju postojeće sustave s ciljem smanjenja onečišćenja s brodova i postizanja vrlo strogih propisa koje postavljaju MARPOL konvencije i nacionalni propisi pojedinih država.

U radu su obrađeni načini i sustavi postupanja s otpadnim vodama na brodu, s talozima brodskog goriva, mazivima i otpacima hrane. Na kraju rada opisan je i sustav spaljivanja otpada s kojim se zatvara ciklus uklanjanja broda kao ekološkog zagađivača na moru.

Summary

This paper describes the environmental systems on board a large passenger ships. Today, environmental problems are increasingly important and ship owners must apply the latest environmental technologies developed in compliance with MARPOL Convention requirements.

Manufacturers of the ship's environmental equipment constantly develop new technologies and upgrade the existing ones to achieve a very high standard of environmental protection set by MARPOL Convention and by national regulations from certain countries.

In this paper few ship's environmental systems have been described including ship's wastewater treatment system, sludge treatment system, food waste treatment system and finally ship's incinerator system which makes the large passenger ship an environmentally friendly vessel.

UVOD / Introduction

U današnje vrijeme problematika onečišćenja i zagađenja od strane putničkih brodova sve je više izražena što rezultira sve strožim međunarodnim propisima kojima je cilj spriječiti zagađenje i onečišćenje s brodova, a MARPOL konvencija je sa svojim priložima sveobuhvatni međunarodni pravni dokument koji propisuje visoke standarde u ekološkoj zaštiti mora i morskog okoliša.

Putnički brod je posebno u žarištu razmatranja jer se na njemu nalazi veliki broj putnika i članova posade, a tomu je posljedica velika dnevna proizvodnja svih vrsta otpada. To se pogotovo odnosi na količinu otpadne hrane, količinu otpadnih voda i na proces spaljivanja otpada.

Pravilno postupanje s otpadom bitno je zbog činjenice da putnički brodovi pretežno plove u posebno zaštićenim područjima svjetskih mora kao što su Sredozemno more, Aljaska, Baltičko more i slično.

Brodograđevna industrija i proizvođači brodske opreme razvijaju sustave i uređaje koji osiguravaju tretman svih vrsta otpada na putničkom brodu i postiže se cilj da putnički brod bude potpuno usklađen s propisima MARPOL konvencije.

Jedan od vrlo bitnih ekoloških sustava na putničkom brodu je sustav otpadnih (sanitarnih) voda.

SUSTAV OTPADNE VODE / Wastewater system

Na putničkim brodovima, a pogotovo na velikim putničkim brodovima, stvara se velika količina otpadne vode zbog izrazito velikog broja ljudi koji se nalaze na brodu. Na brodovima na krstarenje najnovijih generacija nalazi se nekoliko tisuća putnika i članova posade koji stvaraju na tisuće litara otpadne sanitarne vode dnevno.

Otpadna voda sastoji se od sivih i crnih voda. Crne otpadne vode po definiciji su vode iz WC-a i brodske bolnice, dok sive otpadne vode nastaju u umivaonicama, tuševima, kuhinjskim slivnicima, itd.

Otpadna voda ne smije se ispuštati u more nego se prethodno treba pročititi jer bi se u protivnome kršili propisi priloga 4. MARPOL konvencije.

Najmoderniji i najučinkovitiji sustav pročišćavanja otpadnih voda koji se ugrađuje na putničke brodove sastoji se od procesa

KLJUČNE RIJEČI

brodski ekološki sustavi
ekologija
putnički brod
morski okoliš

KEY WORDS

ship's environmental systems
ecology
passenger ship
sea environment

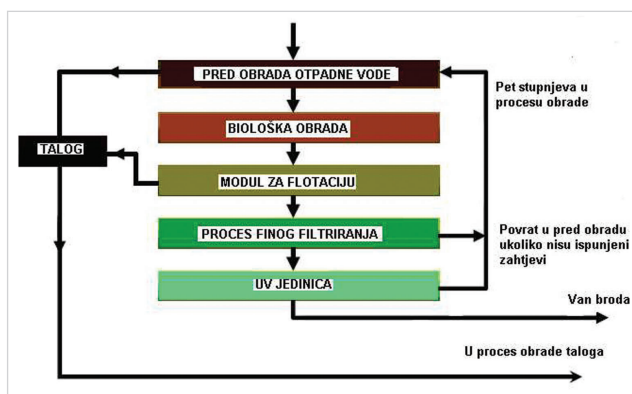


Slika 1. Pročišćavanje otpadne vode
Figure 1 Wastewater purification

koji sadrži pet faza:

- faza predobrade otpadne vode
- faza biološkog tretmana mikro-organizmima
- flokulacija i flotacija
- faza završnog filtriranja
- završna obrada s ultraljubičastim zrakama

Ovakvim procesom dobiva se potpuno pročišćena otpadna voda koja udovoljava svim propisima i može biti ispuštena izvan broda. Shema jednog takvog sustava prikazana je na slici 2.



Slika 2. Sustav obrade otpadne vode
Figure 2 Wastewater treatment system

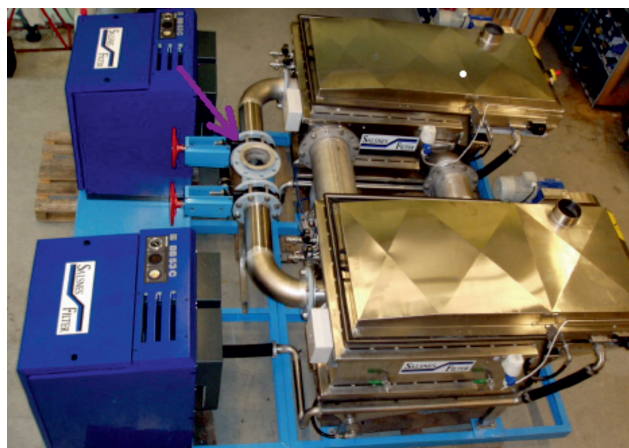
Modul za predobradu otpadne vode / Pretreatment module

Sanitarna otpadna voda prvo dolazi do modula za predobradu. Svrha ovoga modula je mehaničko pročišćavanje i filtriranje tako da se odstranjuju krupnije čestice i tvrde masnoće. Odstranjuju se krupnije čestice kao što su papirići, opušci, komadići plastike itd.

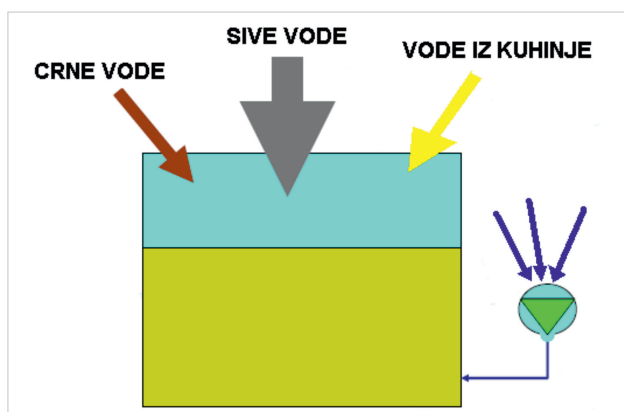
Glavni razlog predobrade otpadne vode je da se spriječi mehaničko oštećenje opreme u sljedećim jedinicama obradnog procesa i da se izbjegne začepljenje i blokada u cijevnim sustavima. Proces predobrade temelji se na grubim filter mrežicama koje neprestano rotiraju. Otpadna voda dolazi na mrežicu na kojoj ostaju krupne čestice i tvrde masnoće, a prolazi samo tekući dio otpadne vode. Čestice prikupljene na mrežici skidaju se strugačem i automatski vode do spremnika za talog.

Biološki tretman / Biology treatment

Nakon modula za predobradu, otpadna voda ulazi u spremnik za miješanje gdje se obavlja biološka razgradnja organske tvari. U spremniku za miješanje nalaze se mikroorganizmi



Slika 3. Modul za predobradu
Figure 3 Pretreatment module



Slika 4. Spremnik za miješanje otpadne vode
Figure 4 Wastewater mixing tank

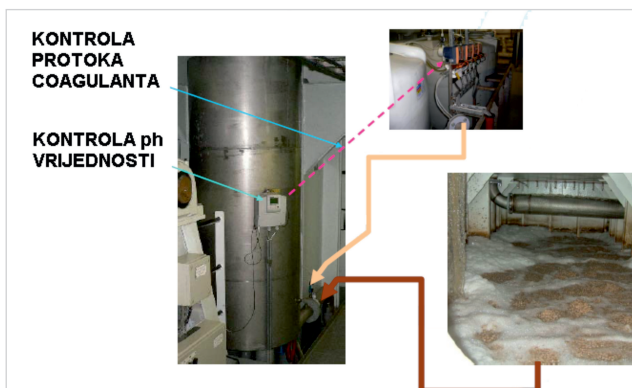
koji razgrađuju organsku tvar uz pomoć kisika. Uz pomoć kompresora upuhuje se neprestano zrak u spremnik kako bi se osiguralo dostatno kisika za mikroorganizme izazvalo vrtloženje otpadne vode u spremniku koje onemogućuje taloženje organskih tvari na dnu spremniku. U spremniku za miješanje razgradi se velika većina organske tvari koju sadrže otpadne vode.

Modul za flokulaciju / Flocculation module

Iz spremnika za miješanje otpadna voda ide u modul za flokulaciju. Flokulacija je proces u kojemu se dodaje kemikalija (npr. Coagulant – željezni klorid ili aluminijski sulfat) za povezivanje i zgrušavanje sitnijih čestica organske tvari i masnoća u veće čestice koje će se u procesu flotacije ukloniti iz otpadne vode.

Također u ovome modulu kontrolira se i vrijednost pH otpadne vode te se po potrebi dodavaju kemikalije za povećanje pH vrijednosti otpadne vode. pH vrijednost mora biti između 6 i 9, tj. blago lužnata da bi se otpadna voda mogla ispustiti izvan broda nakon pročišćavanja

Problematika niske vrijednosti pH izražena je kod sive otpadne vode iz brodske kuhinje koja, zbog prokuhavanja, ima nisku pH vrijednost te se stvara potreba za podizanjem pH vrijednosti. Na spremniku za flotaciju postavljen je uređaj za kontrolu pH vrijednosti koji je povezan s pumpama koje doziraju kemikalije. Uređaj očitava vrijednosti i šalje signal na pumpe koje automatski doziraju ispravnu količinu.

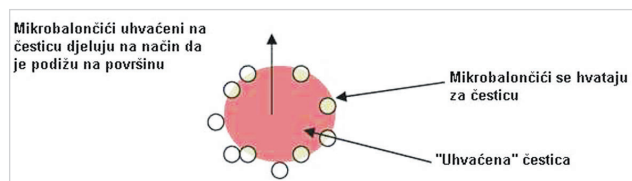


Slika 5. Modul za flokulaciju
Figure 5 Flocculation module

Modul za flotaciju / Flotation module

Otpadna voda dalje ide u modul za flotaciju. Flotacija je čisto fizikalni tretman za uklanjanje krutih čestica i masti. Odavde se dio vode odvodi u uređaj koji se zove zračni bubanj i u njemu se upuhuje u vodu zrak pod tlakom od četiri do šest bara tj. stvara se vodena disperzija.

Nakon što je voda zasićena mjehurićima zraka ponovno dolazi do redukcijskog ventila na ulazu u modul za flotaciju gdje se tlak naglo smanjuje što rezultira stvaranjem mikrobalončića zraka koji su se uhvatili za prethodno zgusnute čestice organske tvari i masnoće u flokulacijskoj komori. Budući da su čestice okružene ovim mikrobalončićima one isplutavaju na površinu komore za flotaciju i mogu se ukloniti s površine kao talog.



Slika 6. Čestice u modulu za flotaciju
Figure 6 Particles in flotation module

Vrlo važan element u modulu za flotaciju je brisač taloga. Na lijevoj strani slike 7. vidi se brisač koji kruži i odnosi zgrušane nečistoće koje su isplivale na površinu.



Slika 7. Brisač taloga
Figure 7 Sludge wiper

Brzina brisača u flotacijskom modulu je također bitna. Ako brisač ide prebrzo, sa zgrušanim nečistoćama pokupit će dosta vode, a to će stvarati problem prilikom izgaranja u spalionici otpada, gdje se transportira talog iz flotacijskog modula. A ako brisač ide presporo pokupljeni sadržaj će biti gust i to će stvarati problem za rad vijčanih pumpa koje transportiraju talog do spalionice.

Proces završnog filtriranja / Final filtering process

Nakon modula za flotaciju, otpadna voda ide u proces za završno, odnosno fino filtriranje. U procesu finog filtriranja iz vode se uklanjaju zaostale čestice uz pomoć filtera u obliku bubnja finoće mrežice od 40 do 60 μm . Čestice i masnoće koje ostanu na ovom filteru automatski se uklanjaju uz pomoć uređaja koji je postavljen unutar bubnja i djeluje na način da struže po mrežici filtera. U svrhu poboljšanja cijelog procesa, s vanjske strane filtera postavljena je mlaznica koja neprestano polijeva mrežicu filtera čistom vodom.

Proces finog filtriranja također može uključivati i dodatni kemijski tretman otpadne vode. Dodatni kemijski tretman uključuje dodavanje klora kao dezinfekcijskog sredstva, ali s upotrebom UV modula u procesu obrade otpadne vode dodatno dodavanje klora se može izbjeći.

U procesu finog filtriranja također se automatski mjeri zamućenost vode. Ako nije postignuta zadana razina čistoće tretmanom, otpadna voda vraća se natrag u proces.

UV modul / UV module

Na kraju procesa pročišćena voda dolazi do UV lampi. Ovo je jedinica za dezinfekciju vode s ciljem da se uklone zaostale bakterije i virusi. Postoje tri jedinice koje rade u seriji. Učinkovitost uklanjanja zaostalih bakterija i virusa je 99,9%.

Ovaj način pročišćavanja ekološki je prihvatljiv jer nema dodatnog dodavanja kemikalija kao npr. klora i nema opasnosti od dodatnog zagađenja vode. Također ne mijenja se sastav vode. UV lampe imaju malu potrošnju energije i jednostavne su za održavanje.

TSS modul / TSS module

Prije samog ispuštanja pročišćene otpadne vode izvan broda, voda prolazi kroz TSS (*Total suspended solids*) modul. TSS modul mjeri broj nečistoća u vodi koje su izražene kao TSS indeks.

Nečistoće su organske i anorganske materije koje umanjuju kvalitetu vode upijajući svjetlost. Samim time voda postaje toplija i smanjuje se sposobnost vode da zadrži količinu kisika neophodnu za život u njoj.

Da bi se voda mogla ispustiti izvan broda TSS indeks mora biti manji od 30 mg/l. Ako je TSS veći od 30 mg/l voda se ponovno vraća u proces pročišćavanja.



Slika 8. TSS modul
Figure 8 TSS module

OBRADA TALOGA / Sludge treatment

Talog na brodu nastaje prvenstveno kao posljedica pročišćavanja brodskog goriva i maziva u brodskim separatorima. Talog nastaje i kao ostatni dio prilikom procesa obrade brodskih otpadnih voda.

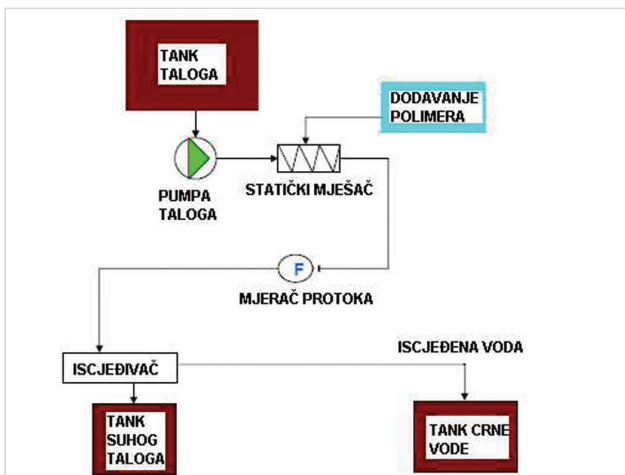
Da bi se talog mogao spaliti u spalionici otpada potrebno ga je pravilno obraditi. Pod pojmom obrade taloga misli se na izdvajanje vode iz taloga da bi se omogućilo njegovo lakše izgaranje.

Talog se obrađuje u dvije osnovne faze:

- odvlaživanje i
- sušenje taloga.

Odvlaživanje taloga / Sludge demoisturising

Talog se iz spremnika taloga uz pomoć pumpe prebacuje do iscjeđivača taloga. Na putu od spremnika do iscjeđivača talog polazi kroz statički mješač gdje se dodaje kemikalija u obliku polimera koja dovodi do stvrdnjavanja krutih čestica i do odvajanja krutih čestica od vode. Nakon iscjeđivača izdvojeni talog ide u spremnik za suhi talog a iscijeđena (odvojena) voda u spremnik za prikupljanje crne otpadne vode.



Slika 9. Sustav za odvlaživanje taloga
Figure 9 Sludge demoisturising system

U stanici za dodavanje polimera nalazi se već spomenuta kemikalija u obliku polimera koja se automatski dozira u talog, a pumpa ga dobavlja iz spremnika taloga prema iscjeđivaču. U statičkom mješaču dolazi do miješanja taloga i te kemikalije.

Iscjeđivač (dekanter), koji radi na principu odvajanja krutih čestica od tekućih uz pomoć centrifugalne sile, koristi se za odvlaživanje taloga. Tri čaše na slici 10. prikazuju kako izgleda talog koji ulazi u iscjeđivač i kako izlazi iz iscjeđivača iscijeđena voda i odvlaženi talog.

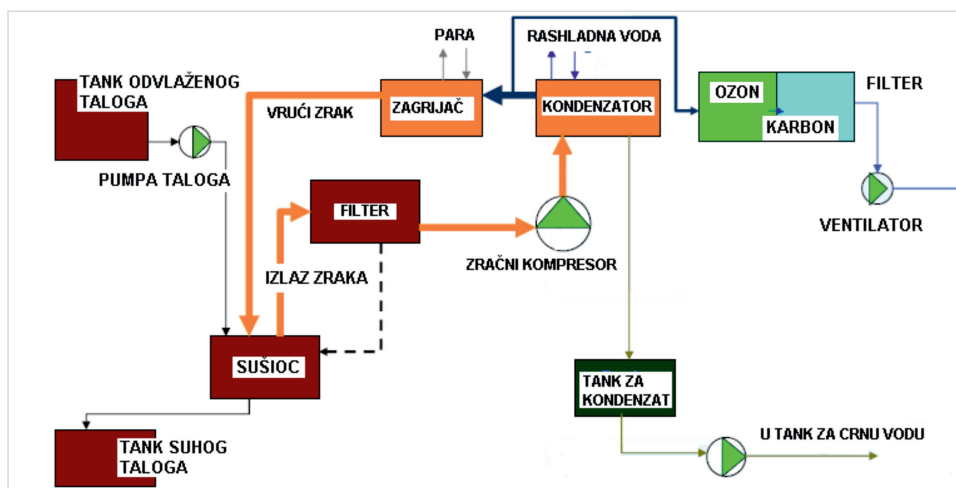


Slika 10. Rezultat procesa u iscjeđivaču
Figure 10 Decanter process result

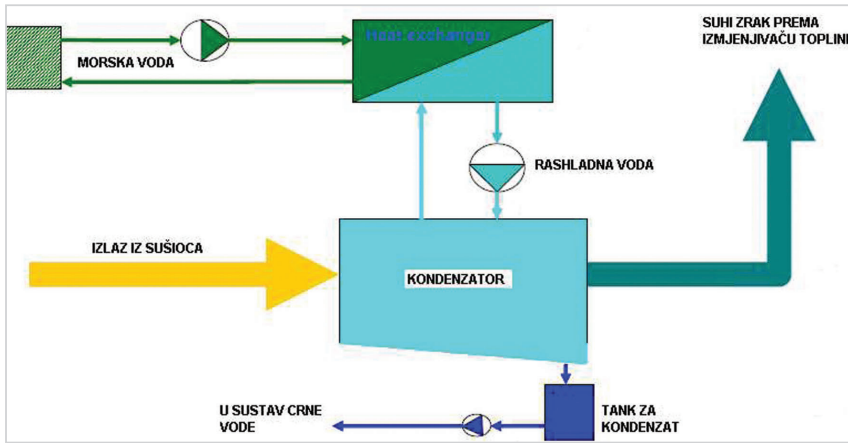
Sušenje taloga / Sludge drying

Talog se nakon tretmana u iscjeđivaču prebacuje u spremnik za odvlaženi talog. U donjem desnom kutu na slici 11. vide se lopatice koje se neprestano vrte i drže talog u homogenom stanju. Iz spremnika za odvlaženi talog, talog se uz pomoć pumpe prebacuje u postrojenje za sušenje taloga. Talog se u sušari suši uz pomoć parnih grijača. Proces sušenja je zatvoreni krug zbog neugodnih mirisa.

Talog koji je u sušari suši se uz pomoć vrućeg zraka iz zagrijača koji je grijan uz pomoć pare. Zrak koji grije talog prilikom napuštanja sušitelja zasićen je vlagom i prvo prolazi kroz filter te se uz pomoć kompresora potiskuje u kondenzator. Vлага se iz vrućeg zasićenog zraka u kondenzatoru kondenzira, a ostatak zraka ponovno ide u zagrijač. Dio zraka koji se ispušta



Slika 11. Sustav za sušenje taloga
Figure 11 Sludge drying system



Slika 12. Kondenzator
Figure 12 Condenser

ozon, a drugi karbon. Ozon služi da bi se uklonili neugodni mirisi, a karbonom se koristi da bi mu osigurao duži vijek. Dva dijela filtera spojena su uz pomoć cijevi na kojoj postoji odvod za sakupljeni kondenzat.

SUSTAV ZA TRETIRANJE OTPADNE HRANE / Food waste treatment system

Kao što se stvara velika količina otpadne vode na velikim putničkim brodovima tako se stvaraju i velike količine otpadne hrane. I s otpadnom hranom se treba pravilno postupati da bi na kraju procesa mogla biti uklonjena s broda, ne kršeći

u atmosferu prolazi kroz filter za uklanjanje neugodnih mirisa
Nakon što je obavljen postupak sušenja, talog se prebacuje u spremnik za suhi talog iz kojeg se dozira i ubacuje u brodsku spalionicu otpada.

Kondenzat od vlage iz vrućeg zraka prikuplja se u spremnik za kondenzat i potom se uz pomoć pumpi prebacuje u sustav za prikupljanje crne vode. Kao rashladno sredstvo u kondenzatoru koristi se rashladna slatka voda koja cirkulira i koja je u izmjenjivaču topline hlađena morskom vodom. Nakon procesa kondenzacije suhi zrak ide prema grijaču gdje se ponovno zagrijava uz pomoć pare, a dio suhog zraka izdvaja se i ispušta u atmosferu.

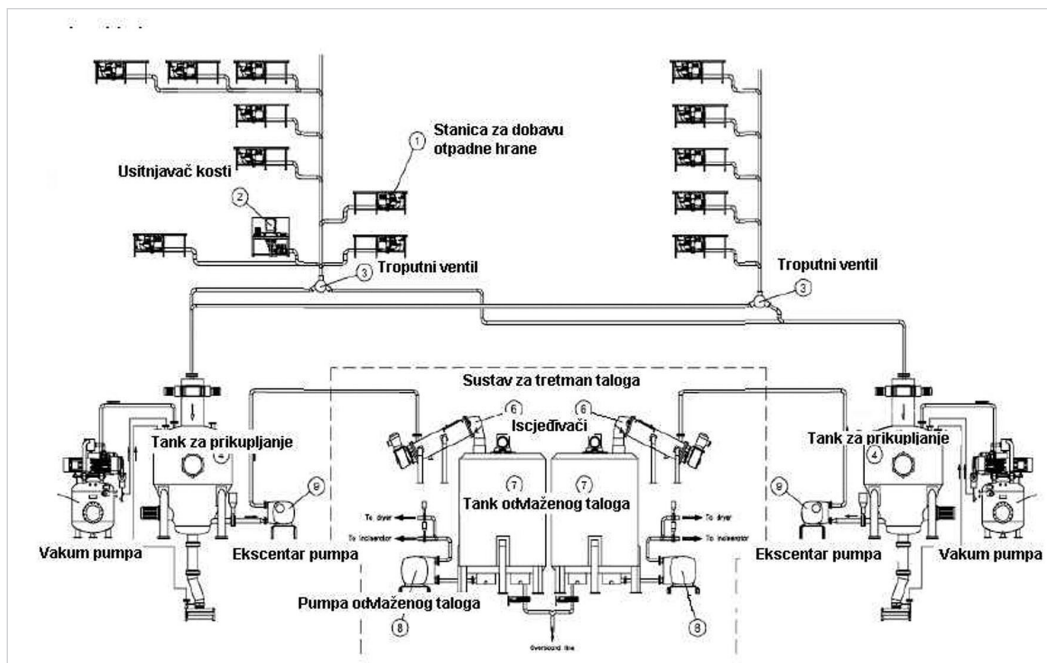
Kako talog ima poprilično neprijatan miris, takav neugodan miris imaju i njegove pare koje nastaju prilikom sušenja. Da bi ove pare mogle biti ispuštene kako je to prethodno opisano potrebno je ukloniti ove neugodne mirise. Uklanjanje istih rješava se uz pomoć posebno izvedenih filtera koji sadrže ozon i karbon. Ovaj filter sastoji se od dva dijela gdje prvi dio sadrži

pri tom nikakve propise MARPOL-a.

Na obje strane slike 13. pri vrhu shematski su prikazani brodski katovi. Sa svih katova otpadna hrana se prikuplja u stanici za dobavu otpadne hrane, gdje se prethodno treba razvrstati. Sve kosti iz otpadne hrane moraju biti posebno izdvojene, jer kosti kao takve ne bi mogle ući u sustav, zapinjale bi u cjevovodima. Zato se moraju usitnjavati. Usitnjavanje kostiju obavlja se uz pomoć posebnog uređaja tzv. usitnjivača kostiju.

Nakon razvrstavanja i ubacivanja u uređaje za dobavu otpadne hrane, otpadna hrana dolazi do trosmjernog ventila. Uz pomoć trosmjernog ventila odabire se jedna od linija kojima ide otpadna hrana, ovisno o količini. Sva otpadna hrana iz stanice za prikupljanje putuje cjevovodima u spremnik za prikupljanje, a stiže na način da je povlači vakuum koji stvara vakuum pumpa, a koja se nalazi uz spremnik za prikupljanje.

Iz spremnika za prikupljanje, otpadna hrana dalje se prebacuje do iscjeđivača (dekantera). Prebacivanje se obavlja



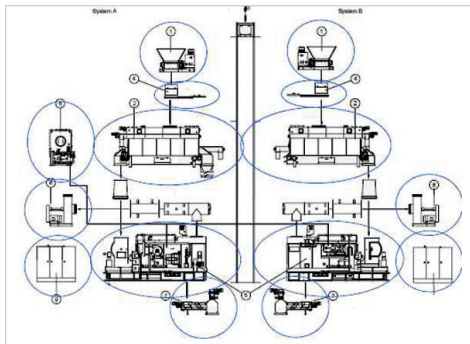
Slika 13. Postrojenje za tretiranje otpadne hrane
Figure 13 Food waste treatment plant

uz pomoć pumpe s ekscentrom. Pumpom s ekscentrom se koristi jer je smjesa otpadne hrane jako gusta pa se ne bi mogla prebacivati drugim pumpama, npr. vijčanim pumpama, koje se inače koriste. Iscjedivači (dekanteri) dio su sustava za tretman otpada hrane i služe da se ukloni vlaga iz otpada hrane tj. da se otpad hrane potpuno osuši.

Nakon tretmana u iscjedivačima osušeni otpad hrane prebacuje se u spremnike odvlaženog taloga hrane odakle se uz pomoć pumpe odvlaženog taloga prebacuje dalje do brodske spalionice ili do dodatnog tretmana sušenja u sušionici ako je otpad još previše vlažan.

SUSTAV ZA SPALJIVANJE OTPADA / *Incenerating system*

Za spaljivanje otpada na brodu služi brodska spalionica (incenerator). Namjena spalionice je spaljivanje otpada, ušteda prostora potrebnog za skladištenje otpada i ušteda finansijskih troškova koji bi bili potrebni za predaju otpada na kopnu.



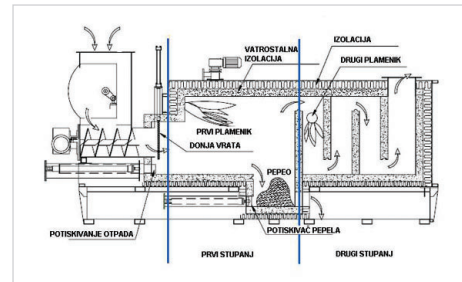
Slika 14. Sustav brodske spalionice
Figure 14 Ship's incenerating system

Na vrhu slike 14. brojem 1 označen je usitnivač otpada. Usitnjeni otpad prolazi kroz posebna vrata označena s brojem 4 i dolazi u spremnik za usitnjeni otpad, označen s brojem 2. S brojem 6 označen je spremnik taloga, a brojem 5 spaljivač otpada. Talog i usitnjeni otpad pristižu u spaljivač, ali na način da se automatski dozira količina jednog i drugog otpada koji treba izgorjeti. Ispod spaljivača nalazi se traka za uklanjanje pepela koja je označena brojem 7. Brojem 8 označeni su ventilatori koji uklanjaju plinove nastale izgaranjem u spaljivaču, a brojem 9 kontrolni kabinet iz kojih se uz pomoć računala nadgleda cijeli proces.

Rad brodske spalionice otpada temelji se na izgaranju otpada u dva stupnja tj. u dvije međusobno povezane komore. U prvoj komori dolazi do grubog izgaranja otpada i pretvaranja u pepeo, dok dim prelazi u drugu komoru koja je spiralno izvedena. U drugoj komori dolazi do potpunog izgaranja neizgorenih čestica koje se nalaze u dimu. Spiralna izvedba druge komore omogućava duži put dima do napuštanja spalionice i samim time omogućava bolje izgaranje i pročišćavanje dima prije ispuštanja u atmosferu.

Prije ulaska u prvu komoru spalionice otpad dolazi do potiskivača otpada koji je tempiran da dozira ravnomjerne količine otpada u spalionicu i da spriječi da dođe do nagomilavanja otpada u prvoj komori. Nagomilavanje otpada dovelo bi do nepotpunog izgaranja i mogućnosti požara ispred donjih vrata spalionice.

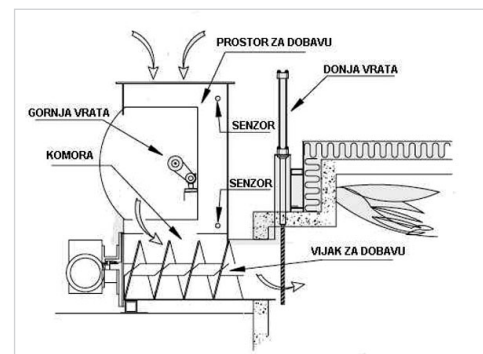
Isto kao i s dobavom otpada stvara se problem i s nagomilavanjem pepela. Ovaj problem također je riješen tempiranim potiskivačem pepela koji konstatno uklanja proizvedeni pepeo u spalionici.



Slika 15. Spalionica otpada
Figure 15 Incenerator

Za vrijeme dobave otpada u spaljivač donja vrata su otvorena, a gornja moraju biti zatvorena zbog mogućnosti zapaljenja otpada koji se nalazi između dvaju vrata. Zapaljenje otpada između dvaju vrata moglo bi dovesti do požara u strojarnici ako bi se plamen proširio izvan spaljivača. Da se izbjegne ovakva situacija postoji senzor koji onemogućava otvaranje donjih vrata ukoliko gornja nisu zatvorena.

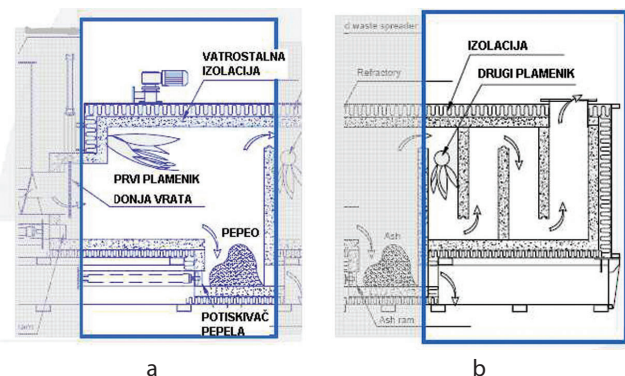
Kada otpad uđe u prostor za dobavu i prođe kroz gornja vrata, ona se zatvaraju i nakon što to senzor registrira otvaraju se donja vrata. Dobava u prvu komoru izvedena je uz pomoć vijka za dobavu. Kada prođe kroz gornja vrata otpad pada na vijak i tako popunjava spirale na vijku. Rotiranjem vijka otpad prelazi iz jedne spirale vijka u drugu sve dok ne napusti vijak i uđe u prvu komoru spaljivača otpada.



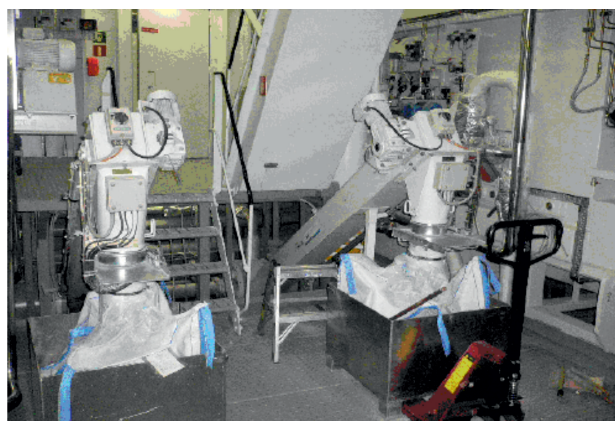
Slika 16. Dobava otpada u spalionicu
Figure 16 Incenerator waste supply line

Nakon što je otpad pretvoren u pepeo u prvoj komori, dim prelazi u drugu komoru tj. u drugi stupanj spaljivača. U drugoj komori dolazi do potpunog izgaranja svih neizgorenih čestica koje sadrže dim koji je prešao iz prve komore. Na ovakav način spaljivanja, u prvoj komori spaljivanje otpada, a u drugoj potpuno spaljivanje dima tj. čestica koje sadrži dim, udovoljava se zahtjevima za ispuštanje dima u atmosferu.

Spomenuto je već da je nagomilavanje pepela riješeno uz pomoć tempiranog potiskivača. Kako potiskivač potiskuje pepeo, tako on pada na traku za uklanjanje pepela. Pokretanjem trake automatski se pune vreće za pepeo. Na slici 18. prikazana je izvedba s dvije trake za uklanjanje pepela. U kosoj bijeloj cijevi kvadratnog profila smještena je traka za pepeo. Cijev je posebnim



Slika 17 a i b. Prvi i drugi stupanj spalionice
Figure 17 a and b First and second incinerator's level



Slika 18. Uklanjanje pepela
Figure 18 Ash disposal

mehanizmom spojena za vreću tako da se ona automatski puni pepelom čim se pokrene traka. Traka mora biti smještena unutar zaštitne cijevi jer bi pojava bilo kakvog vjetera ili propuha raznijela pepeo s trake.

Vreće koje se pune pepelom smještene su u posebno oblikovane metalne kutije tako da se nakon punjenja odmah mogu ukrcati na ručni hidraulički podizač tereta i prebaciti u prostoriju za daljnji transport pepela.

ZAKLJUČAK / Conclusion

Veliki dio onečišćenja morskog okoliša čine brodovi i zato su međunarodni propisi, pogotovo MARPOL konvencija s priložima, usredotočeni na smanjenje ekoloških rizika brodova, pogotovo velikih putničkih brodova. Putnički brodovi su posebno važni u nastojanju da se smanje ekološki rizici jer se na njima nalazi u pravilu više tisuća osoba, bilo da su putnici ili posada, te takvi brodovi često borave u posebno zaštićenim morskim predjelima.

U radu su obrađeni pojedini sustavi za postupanje s različitim vrstama otpada koji se pojavljuju na putničkim brodovima. Također su opisana kvalitetna rješenja za smanjivanje i uklanjanje

ekoloških rizika. Rješenja navedena u radu predstavljaju najmodernije sustave za postupanje s brodskim otpadom i pridonose tome da se veliki putnički brodovi smatraju ekološki čistim brodovima s minimalnim utjecajem na morski okoliš.

Uz već postojeće, visoko postignute standarde u načinima postupanja s različitim otpadom na putničkim brodovima, brodograđevna industrija i proizvođači brodske opreme usavršavaju postojeće sustave tretiranja otpada i razvijaju nove u svrhu daljnjih smanjivanja ekoloških rizika putničkih brodova.

LITERATURA / References

- [1] Scan ship AWP training documents, Ship's manual, Liberty of the seas, 2007.
- [2] Incinerator system manuals, Liberty of the seas, 2007.
- [3] Garbage room equipment, Ship's manuals, Liberty of the seas, 2007.
- [4] <http://www-old.pbf.hr/hr/tekuće-kruto, ožujak 2012.>
- [5] Wastewater treatment plant, Ship's manuals, Liberty of the seas, 2007.
- [6] <http://www.aquapur.hr/tehnologije/UV-sterilizatori, travanj 2010.>
- [7] <http://www.ndhealth.gov/TSS, travanj 2010.>
- [8] Kurtela, Ž.: Osnove brodograđarstva, Dubrovnik, 2000.
- [9] Antes, T., Szudyga, M., Śliwiski, L., Jaworek A., Krupa A., Balachandran, W. & all, Future needs for ship emission abatement and technical measures, Transport problems, Gliwice, Poland, Vol. 8. No. 3. 2013, pp.101-107