

NAUJŲ MEDŽIAGŲ PANAUDOJIMAS LAIVŲ SISTEMŲ VAMZDYNAMS LIETUVOJE

Diana Šateikienė, Lukas Kulevičius

Klaipėdos universitetas

Įvadas

Laivų sistema – tai specializuoti vamzdiniai su mechanizmais, prietaisais, armatūra, talpų visuma ir įtaisais atliekančiais nustatytas funkcijas. Laivo sistemos vykdo šias funkcijas: priima ir pašalina vandens balastą, padeda kovoti su gaisru, aprūpina įgulą ir keleivius maistu bei geriamuoju vandeniu, pašalina nešvarų ir užterštą vandenį, palaiko tam tikrų parametrų orą patalpose. Laivų sistemas sudaro šie elementai: vamzdžiai ir jų sujungimai, armatūra, mechanizmai ir šilumos aparatai, talpos ir kontroliniai matavimo prietaisai. Laivų vamzdynuose naudojamos medžiagos yra pagamintos iš plieno, vario, žalvario, vario-nikelio, aliuminio-magnio, titano lydinių, taip pat plastiko. Medžiagos parenkamos atsižvelgiant į terpę, kurioje bus eksploatuojamos, slėgį ir temperatūrą [1]. Tobulėjant technologijoms bei didėjant žmonių poreikiams, ieškoma naujų medžiagų, kurios atitiktų reikiamas funkcijas, ilgiau tarnautų, būtų patikimesnės ir lengvesnės.

Tikslas: Įvertinti naujų medžiagų panaudojimo galimybes laivų sistemų vamzdynuose.

Uždaviniai:

1. Apžvelgti Lietuvos laivų statyklose naudojamų vamzdžių medžiagų įvairovę.
2. Įvertinti GRE, ABS plastiko ir korzano panaudojimo galimybes laivų sistemų vamzdynų gamybai.

Laivų sistemose naudojamos medžiagos

Lietuvos laivų statyklose laivų sistemoms įrenginti daugiausia naudojami vamzdžiai, pagaminti iš plieno, vario lydinių, plastiko. Išskirtiniais atvejais naudojami ir aliuminio lydinių vamzdžiai.

Anglinio ir nerūdijančio plieno vamzdiniai naudojami daugelyje laivų sistemų. Priklausomai nuo legiruojančių elementų konsistencijos lydinyje, šie vamzdžiai gali būti naudojami karšto ir šalto vandens tiekimo, vandens gėlinimo sistemose ir daugelyje kitų. Jūros vandens vamzdynuose naudojamas nerūdijantis plienas arba cinkuoto plieno lydinio vamzdžiai.

Vario nikelio vamzdiniai naudojami jūros vandens sistemose arba kondensatorių šaldymo įrangų gamybai. Todėl dažniausiai įrenginėjami refrižeratoriuose bei žvejybiniuose laivuose, kuriuose svarbu palaikyti žemą temperatūrą ir neleisti kroviniui atšilti. Jais dažniausiai teka jūros vanduo. Paprastai jūros vandens sistemose naudojamas 5–10 % nikelio turintis lydinys, kondensatoriai gaminami iš lydinio, kuriame yra 10–30 % nikelio.

Aliuminio lydinių vamzdiniai daugiausia naudojami tanklaiviuose ir šildymo garais sistemoje. Dėl savo puikių antikoroziinių savybių gali būti naudojamas ir jūros vandens sistemose, tačiau dažniau pasirenkamos pigesnės medžiagos.

Plastikiniai vamzdžiai daug kur naudojami vandens nupylimo, šildymo, vėdinimo sistemose, geriamo, karšto bei šalto vandens sistemose [1]. Vamzdynų panaudojimo pagal perduodamą medžiagą bei sistemą pasiskirstymas parodytas 1 lentelėje [2].

1 lentelė. *Vamzdžių parinkimas pagal laivo sistemą*

Perduodama medžiaga	Laivų sistemos ir vamzdiniai	Vamzdžiai
Užbortinis vanduo	Aušinimo sistemos (guolių, pagalbinių variklių, kondensatorių, pavaros ir kt.), triumų sistemos (balastinė drenažo, kreno, diferento ir nusausinimo), priešgaisrinės sistemos	Variniai vamzdžiai (kai vidutinis vandens greitis iki 1,2m/s), vario nikelio vamzdžiai (kai vidutinis vandens greitis 1,2–3,0 m/s), plieniniai besiūliai, suvirinti cinkuoto plieno vamzdžiai
Nuotekų vanduo	Sanitarinės nuotekų sistemos	Plieniniai cinkuoti, plieniniai besiūliai, variniai
Gėlas vanduo	Aušinimo vamzdiniai, geriamo ir prausimosi vandens vamzdiniai	Plieniniai besiūliai, ir cinkuoti. Aliuminio lydinių, variniai
Naftos produktai	Kuro tiekimo, pašalinimo vamzdiniai, kanalizacijos vamzdiniai, dyzelino ir lengvojo kuro (žibalo, benzino) katilai	Plieniniai besiūliai nerūdijančio plieno, vario bimetaliniai vamzdžiai
Nafta	Kuro tiekimo, šalinimo, cirkuliaciniai, hidraulinio vairavimo įrangos vamzdiniai	Plieniniai besiūliai, vario ir vario bimetaliniai vamzdžiai
Oras	Aukšto bei žemo slėgio oro padavimo vamzdiniai	Plieniniai cinkuoti vamzdžiai be siūlių, vario bei jo lydinių

1 lentelės tęsinys

Garas	Garų vamzdiniai: šviežio, panaudoto garo, šildymo vamzdiniai, gyvatukai, garo perkaitinimo sistemos	Plieniniai besiūliai, legiruoto plieno ir variniai vamzdžiai
Anglies dioksidas	Garų perkaitinimo sistema, šaldymo sistemos	Plieniniai cinkuoti arba besiūliai vamzdžiai
Freonas, amonias	Šaldymo sistemos	Plieniniai besiūliai ir variniai vamzdžiai

Plieno ir vario, naudojamų laivų sistemose, parametrai pagal atsparumą korozijai ir perduodama

medžiagą pateikti 2-oje lentelėje [1].

2 lentelė. *Plieninių ir varinių sistemų vertinimas pagal atsparumą korozijai (1 – aukščiausias patvarumo laipsnis; 2 – patvarus; 3 – sąlyginai patvarus; 4 – nepatvarus; 5 – netinkamas, paprastai nenaudojamas)*

Transportuojama medžiaga	Plienas				Varis
	Be padengimo	Cinkuotas	Padengtas guma	Su polichlorido viniline danga	
Šaltas švarus vanduo	2	2	1	1	1–2
Šiltas švarus vanduo (45°C)	3–4	3–4	2 (< 75°C)	2 (< 70°C)	2
Karštas vanduo	2	5	5	5	2
Šaltas jūros vanduo	3–4	3	1	1	3
Šiltas jūros vanduo	4	4	2 (< 75°C)	2 (< 70°C)	3–4
Garas (drėgnas)	2	5	5	5	1–2

Naudojant šias medžiagas, susiduriama su tokiais trūkumais: didelė medžiagų kaina, dažnu remonto poreikiu, sudėtingu ir brangiu įrengimu ir kt.

Taigi, laivų vamzdynuose daugiausia naudojami plieno, vario bei jo lydinių, aliuminio ir plastikiniai vamzdžiai. Plačiausiai panaudojami plieniniai (sanitarinėse, jūros vandens vamzdiniai) ir variniai (kondensatorių gamyboje, jūros vandens vamzdynuose). Naudojamos medžiagos turi trūkumų, todėl ieškoma alternatyvų.

Alternatyvios laivų sistemų vamzdynų medžiagos

Didėjantys žmonių poreikiai ir noras įrengti kuo patikimesnius, lengvesnius bei pigesnius vamzdynus privertė ieškoti pranašesnių medžiagų.

Chloruoto polivinilo chlorido (C-PVC) plastikas buvo išrastas 1958 m. Ši medžiaga turi puikias antikoroazines savybes, pasižymi stiprumu bei nekenksmingomis aplinkai savybėmis. C-PVC plastiko vamzdžiai yra paklausūs visame pasaulyje ir naudojami karštam bei šaltam vandeniui tiekti nuo 1960 m.

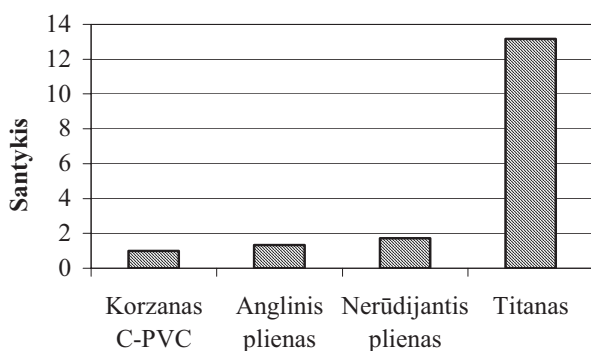
Korporacija „Lubrizol“ sukūrė naują medžiagą iš C-PVC plastiko ir pavadino korzanu C-PVC (angl. Corzan C-PVC). Korzano C-PVC vamzdžiai išsiskiria iš kitų savo geromis antikorozinėmis savybėmis prie aukštų temperatūrų. Priklausomai nuo cheminės sudėties, jie gali būti naudojami aplinkose, kurių temperatūra siekia iki 95°C. Šios medžiagos sukūrimu siekta sumažinti eksploatacinių išlaidas bei pailginti tarnavimo laiką.

Viena iš savybių, kuriomis korzanas C-PVC pranoksta metalinius vamzdžius, yra ilgaamžiškumas.

Jei sistema veiks aplinkoje, kurios temperatūra nuo 20 iki 60°C, ir nebus viršytas instrukcijose nurodytas slėgis, vamzdis gali tarnauti iki 50 metų. Pavyzdžiui, prie 20°C temperatūros ir veikiant 10 barų slėgiui toks vamzdis tarnauja 50 metų. Kita savybė – puikus atsparumas esdinančioms, korozinėms medžiagoms. Atsparus tiek silpnoms, tiek ir stiprioms neorganinėms rūgštims (fosforo, sieros, azoto), natrio šarmui, druskoms. Tai labai svarbu jūrų vandens vamzdynų sistemose.

Kitos korzano vamzdžių charakteristikos:

- Korzano C-PVC vamzdžiai yra atsparūs įbrėžimams bei erozijai, kuriuos sukelia agresyvios suspensijos, galinčios lengvai pažeisti plieninių vamzdžių paviršių.
- Mažesnė skysčio trintis į vamzdžių paviršių leidžia skysčiui tekėti didesniais greičiais nei metaliniuose vamzdžiuose, lygesnis paviršius savaime kliudo nuosėdoms kauptis vamzdžio vidiniame paviršiuje bei mažina energijos sunaudojimą dėl mažėjančių slėgio nuostolių.
- Vamzdžiams sujungti nereikalinga suvirinimo įranga.
- Dvigubai mažesnė nei ekvivalentiško varinio bei šešiskart mažesnė nei plieninio vamzdžio masė.
- Neturi toksinių savybių, medžiagų ir įrengimo kaina žemesnė, lyginant su įprastai naudojamomis. Kainų palyginimas [3, 4] pateiktas 1 pav.



1 pav. Korzano C-PVC sistemos kainos palyginimas su kitomis medžiagomis

Korzanas C-PVC laivuose gali būti pritaikytas geriamo, šalto, karšto, gėlo, nuotekų bei balasto vamzdynų sistemose. Jo panaudojimas padėtų sumažinti bendrą laivo svorį, įrengimo bei priežiūros kainą.

Įprastas vamzdynų medžiagas gali pakeisti ir ABS plastikas. Tai azoto junginio akrilonitrilo, teikiančio atsparumą cheminiam ir temperatūriniam poveikiui, butadieno, kietinančio ir atsparinančio medžiagą smūginėms deformacijoms, bei styreno, kuris teikia medžiagai stiprumo, palengvina apdirbimą bei suteikia medžiagai blizgesį [5].

ABS vamzdžiai yra ekonomiškai ir technologiškai naudinga alternatyva metaliniams vamzdžiams. Ši medžiaga buvo išrasta šeštajame XX a. dešimtmetyje. 1959 m. žymus JAV statytojas John F. Long eksperimentiniais tikslais ABS vamzdžius užkasė po žeme. Po 25 metų, atkasus ir ištyrus jų sistemą, nepastebėta korozijos poveikio. Pastaruoju metu ši medžiaga vis dažniau naudojama nutekamosiose bei vėdinimo sistemose dėl savo žemos kainos ir gerų charakteristikų. Kiekviena JAV ar Kanados aukštus reikalavimus sau kelianti statybų organizacija pripažįsta ABS efektyvumą [6].

ABS plastiko vamzdynams būdingos šios savybės:

- Vamzdžiai yra atsparūs korozijai ir kalkių nuosėdoms. Tai padeda jiems funkcionuoti ilgiau ir efektyviau už metalinius vamzdžius.
- Ilgas tarnavimo laikas (apie 50 metų).
- Įrengimo kaina mažesnė nei plieninių ar vario-nikelio lydinių vamzdynų.
- Gali būti eksploatuojami dideliame temperatūrų diapazone: nuo -40 iki 70°C.
- Nedidelis vamzdžių svoris (maždaug 1/6 anglinio plieno svorio), dėl to juos lengviau prižiūrėti, remontuoti bei transportuoti.
- Šioje medžiagoje esantis butadienas suteikia medžiagai atsparumo smūgiams prie neigiamų temperatūrų. Dauguma kitų plastiko rūšių kaip, pavyzdžiui, PVC-C ar PVC-U, iš kurių gamina-

mi vamzdžiai, geriausias savybes palaiko prie aukštesnės nei 5°C temperatūros [5, 7].

ABS vamzdynai skirstomi pagal klases. Kiekviena klasė skiriasi jai būdingomis savybėmis. Esant tai pačiai temperatūrai, sistemos gali funkcionuoti esant 6 arba 15 barų slėgiui, priklausomai nuo klasės. Pavyzdžiui, B klasės vamzdynas prie 20°C temperatūros gali nepertraukiamai dirbti su 6 barų slėgiu, o E klasės – 15 barų slėgiu [5].

ABS plastiko vamzdžiai yra jungiami cementinio klijavimo principu. Toks jungimas nesumažina konstrukcijos stiprumo sujungimo vietoje, nereikia suvirinimo įrangos, darbuotojai neturi būti baigę specialių mokslų. Lyginant su metalinių vamzdžių virinimo procesu, toks jungimo būdas turi šių privalumų [8]:

- Nereikalauja elektros energijos.
- Nenutrūksta darbai dėl elektros energijos tiekimo gedimų.
- Nereikalauja specialių atestatų darbininkams.
- Ilgalaikė ir saugi jungtis.
- Trumpesnis instaliacijos laikas.
- Mažesnė įrengimo kaina.

ABS plastikas naudojamas daugelyje sričių: vandens, atliekų perdirbimo pramonėje, elektronikoje, farmacijoje, maisto ir gėrimų pramonėje, elektrinėse, chemijos inžinerijoje, laivų, uostų ir kitose statybos srityse.

Įprastai šie vamzdynai naudojami šiose laivų sistemose:

- Šalto vandens.
- Didelio slėgio šalto vandens.
- Geriamo vandens.
- Aušinimo, kai aušinama žemos temperatūros skysčiais.
- Nutekamosiose.
- Vakuuminėse.

Vandens ir atliekų apdorojimo vamzdynuose ši medžiaga naudojama dėl jos mažo svorio ir nedidelio priežiūros poreikio. Perdirbimo pramonėje ABS vamzdynai naudojami užterštam vandeniui transportuoti bei puikiai tinka jau išvalytam, švariam vandeniui transportuoti. Statyboje – dažnai rengiamos oro kondicionavimo sistemos. Dėl savo puikių savybių prie žemų temperatūrų laivų statyboje ABS vamzdynai naudojami vandens gėlinimo įrenginiuose, kruiziniuose ir kituose keleiviniuose laivuose – kondicionavimo sistemose [5].

Oro kondicionavimas – plačiausia ABS vamzdynų pritaikymo sritis dėl labai gero skysčio pratekėjimo ir žemos jų kainos. Plieniniai ir variniai vamzdžiai šiose sistemose nenaudojami dėl prastų antikoroziinių savybių bei jautrumo temperatūros poveikiui ir didesnės kainos. Laivuose, įrengus šias sistemas naudojant ABS plastiką, būtų sutaupyta ne tik

įrengimo kainos atžvilgiu, bet sumažėtų ir bendras laivo svoris [7].

Atsparumas žemoms temperatūroms leidžia įrengti juos žvejybinių laivų, žuvų šaldymo freonu sistemose, taip pat aušinimo žemos temperatūros skysčiais vamzdynuose.

Laivuose naudojami vamzdžiai, pagaminti iš stiklo pluoštu armuotos epoksidinės dervos – GRE (angl. *Glassfibre reinforced epoxy*). Šie vamzdynai atitinka visas tarptautinės jūrų organizacijos IMO taisykles ir specializuotai gaminami laivų vamzdynams įrengti.

Lyginant su plieno ir vario lydiniais, GRE vamzdžiai yra pranašesni dėl savo žemesnės įrengimo kainos, mažesnio svorio bei paprastesnės priežiūros.

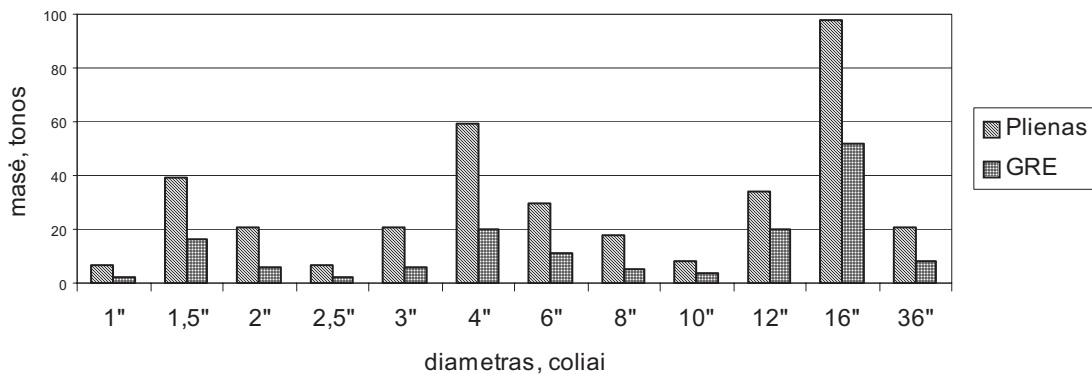
Jeigu laive įrengtos plieninės vamzdynų sistemos, per visą laivo gyvavimą jas reikia keisti 2–3 kartus. GRE vamzdynai tarnaus visą laivo eksploatacijos laiką ir tai sumažins savininko išlaidas, vamzdynų keitimui ar remontavimui [9].

GRE gali būti pritaikyti šiose sistemose: oro ir įrenginių aušinimo cirkuliuojančiu vandeniu, balastinėse, jūros vandens, žalios naftos plovimo, denio džiovinimo karštu oru, nutekamojo vandens ir sanitarinėse, čiurkšlinių siurblių sistemose, išmetimo vamzdynuose, gesinimo ir sprinklerinėse sistemose,

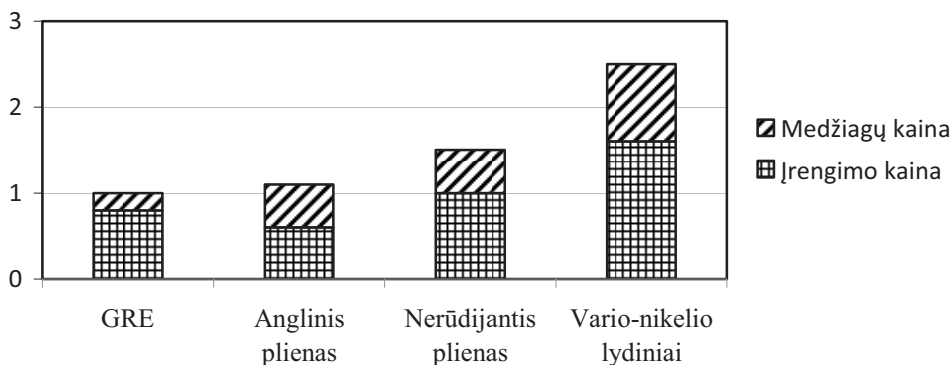
gėlo vandens sistemose, inertinių dujų tiekimo, pagrindinio variklio aušinimo sistemoje, naftos krovinių linijose (cisternose), garo kondensavimo, cisternų plovimo jūros vandeniu, užtvindymo vandeniu sistemose [10].

GRE vamzdynų savybės:

1. GRE vamzdynai yra atsparūs vidinei korozijai, kurią sukelia chemikalai, žalia nafta, nuosėdos, vanduo ir bakterijos. Panašios yra ir šių vamzdynų išorinės dalies savybės, dėl to nereikia naudoti apsauginių dažų.
2. Iš stiklo pluoštu armuotos dervos vamzdynų pagaminta sistema gali būti du ar tris kartus lengvesnė [11] už plieninę (2 pav.). Tai supaprastina jos įrengimą.
3. GRE sistemos įrengiamos nenaudojant suvirinimo. Vamzdžiai jungiami klįjavimo, laminavimo principu arba mechaniškai.
4. GRE vamzdynų sistemų įrengimas yra pigesnis nei plieninių ar vario-nikelio lydinių vamzdynų (3 pav).
5. Dėl lygaus paviršiaus tekantys skysčiai patiria mažesnius kelio nuostolius, o tai leidžia taupyti sunaudojamą energiją.
6. Galimybė pritaikyti medžiagą įvairiems atsparumo ugniai lygmenims.



2 pav. Plienių ir GRE vamzdynų svorio palyginimas pagal diametrą



3 pav. GRE sistemų kainų palyginimas su kitų medžiagų sistemomis

GRE yra viena universaliausių alternatyvų plieninėms ir varinėms sistemoms. Šie vamzdžiai gali būti naudojami neribotai [9].

Laivų statyklose naudojamus vario, plieno ir kitų medžiagų lydinius pakeitus GRE, ABS plastiką, korzanu C-PVC, sumažėtų vamzdinių svoris bei padidėtų patikimumas, būtų mažesnės išlaidos.

Išvados

1. Lietuvoje, laivų vamzdinams, dažniausiai naudojamas plienas, varis ir plastikas. Plienas naudojamas plačiausiai sanitarinėse, nuotekų, gėlo, jūros vandens sistemose ir kt. Vario lydinių vamzdžių naudojami, kai vamzdžiai dirba agresyvesnėse terpėse: aušinimo užbortiniu vandeniu, priešgaisrinėse sistemose, taip pat tiekiant naftą ir jos produktus. Plastikiniai vamzdžiai diegiami šildymo, vėdinimo, geriamo ir prausimosi vandens sistemose.
2. Korzanas C-PVC ir ABS plastikas gali pakeisti dažniausiai naudojamus metalinius vamzdžius sanitarinių, nuotekų sistemų vamzdiniuose. Medžiagos gali tarnauti iki 50 metų, išsiskiria labai dideliu atsparumu korozijai, dėl to yra tinkamos jūros vandens sistemose. GRE vamzdžiai yra viena universaliausių alternatyvų variniams ir plieniniams vamzdinams. Laivo vamzdinams naudojant GRE, ABS plastiką ir korzaną C-PVC, pa-

didėtų jų patikimumas bei sumažėtų vamzdinių svoris ir kaina.

Literatūra

1. Corzan Technical Brochure. <<http://www.durapipe.co.uk/PDF/8/Corzan%20technical%20D0414.pdf>>. [2011 03 20].
2. IPEX, 2006, PLANT. *Canada's Industry Newspaper*. Vol. 65. Nr.10. P.11
3. ABS Technical Brochure. <<http://www.durapipe.co.uk/PDF/1/ABS%20technical%20%28March%202010%29.pdf>>. [2011 03 21].
4. ABS Green Brochure <http://www.ppfahome.org/pdf/abs_green_brochure.pdf>. [2011 03 25].
5. Hebei Hengshui Jinlun Plastic Co. Ltd., 2008, *China chemical reporter*. Vol. 19. Nr. 16. P. 27.
6. GreenWorks kompanijos ABS plastiko vamzdinių techninė specifikacija. <<http://www.greenworks.lt/info/produktai/plastikiniai-vamzdiniai/abs-vamzdynas#self>>. [2010 03 21].
7. ABS Overview. <<http://www.durapipe.co.uk/PDF/1/ABS%20promotional.pdf>>. [2011 03 21].
8. FPI Marine Brochure. <<http://www.futurepipe.com/downloads/FPIMarineBrochure.pdf>>. [2011 04 10].
9. Bondstrand. Glassfiber Reinforced Epoxy (GRE) Pipe Systems For Marine Applications. <<http://www.ameron-fpg.com/files/pdf/FP845A.pdf>>. [2011 04 10].
10. Судовые системы и механизмы. <<http://www.engineerclub.ru/sistemi1.html>> [2011 04 28].
11. Манна Х., 1976, *Судовые трубопроводы*. Ленинград: судостроение.

THE APPLICATION OF NEW MATERIAL IN SHIP SYSTEM PIPING

Diana Šateikienė, Lukas Kulevičius

Summary

A ship system includes specialized piping with mechanisms, armature/fitting, and equipment, where all elements perform certain functions. In laying ship piping steel, copper and plastic are used most often. Steel is used most widely – in systems of sanitation, waste water, fresh water and sea water. Pipes of copper alloys are used when pipes function in more aggressive environments: for cooling using outboard water, fire extinguishing systems, also supply of oil and its products. Plastic pipes are installed in heating, ventilation, drinking and washing water systems.

Developing technologies and growing demands require new materials which satisfy necessary functions, serve longer and are more reliable and easier to use.

Corzan C-PVC and ABS plastic can replace the most widely used steel pipes in sanitation and waste water systems. Materials can serve for about 50 years, they are very corrosion proof, therefore they are suitable in sea water systems. GRE pipes are one of the most universal alternatives to copper and steel pipes. These pipes can be used in the largest variety of systems. Upon installation of piping using GRE, ABS plastic and corzan C-PVC, its reliability would increase and price and weight would decrease.

Keywords: corzan C-PVC, GRE, ABS, plastic, steel, copper, ship system, piping.

NAUJŲ MEDŽIAGŲ PANAUDOJIMAS LAIVŲ SISTEMŲ VAMZDYNAMS LIETUVOJE*Diana Šateikienė, Lukas Kulevičius***Santrauka**

Laivų sistema – tai specializuoti vamzdynai su mechanizmais, armatūra, prietaisais, talpų visuma ir įtaisais, atliekančiais nustatytas funkcijas. Lietuvoje laivų vamzdynų tiesimui dažniausiai naudojamas plienas, varis ir plastikas. Plienas pritaikomas plačiausiai – sanitarinėse, nuotekų, gėlo, jūros vandens sistemose ir kt. Vario lydinių vamzdžiai naudojami darbui agresyvesnėse terpėse: aušinimui užbortiniu vandeniu, priešgaisrinėse sistemose, naftai ir jos produktams tiekti. Plastikiniai vamzdžiai diegiami šildymo, vėdinimo, geriamo ir prausimosi vandens sistemose.

Tobulėjant technologijoms bei didėjant žmonių poreikiams, ieškoma naujų medžiagų, kurios atitiktų reikiamas funkcijas, ilgiau tarnautų, būtų patikimesnės ir lengvesnės.

Koranas C-PVC ir ABS plastikas gali pakeisti dažniausiai naudojamus metalinius vamzdžius sanitarinių, nuotekų sistemų vamzdynuose. Medžiagos gali tarnauti iki 50 metų, išsiskiria labai dideliu atsparumu korozijai, dėl to yra tinkamos jūros vandens sistemose. GRE vamzdžiai yra viena universaliausių alternatyvų variniams ir plieniniams vamzdynams. Šie vamzdžiai gali būti naudojami neribotai. Laivo vamzdynams įrengti naudojant GRE, ABS plastiką ir korzaną, padidėtų jų patikimumas bei sumažėtų vamzdynų svoris ir kaina.

Prasminiai žodžiai: korzanas C-PVC, ABS, GRE, plastikas, plienas, varis, laivo sistema, vamzdynas.

Įteikta 2011-06-02