

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: 2000-4153
(22) Přihlášeno: 06.05.1999
(30) Právo přednosti: 08.05.1998 US 09/075108
(40) Zveřejněno: 11.07.2001
(Věstník č. 7/2001)
(47) Uděleno: 01.10.2009
(24) Oznámení o udělení ve Věstníku: 11.11.2009
(Věstník č. 45/2009)
(86) PCT číslo: PCT/GB1999/001416
(87) PCT číslo zveřejnění: WO 1999/058333

(13) Druh dokumentu: B6

(51) Int. Cl.:
B32B 15/08 (2006.01)
B32B 7/02 (2006.01)
B63B 3/68 (2006.01)

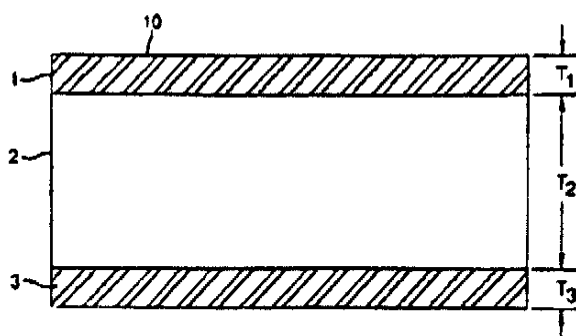
(56) Relevantní dokumenty:
WO 9821029 A; DE 3005015 A; US 3732138.

(73) Majitel patentu:
FERN INVESTMENTS LIMITED, Jersey, GB
(72) Původce:
Kennedy Stephen J., Ottawa, CA
(74) Zástupce:
JUDr. Petr Kalenský, Hálkova 2, Praha 2, 12000

(54) Název vynálezu:
Kompozitní strukturální laminát a způsob jeho výroby

(57) Anotace:
Kompozitní strukturální laminát sestává ze dvou vnějších kovových, např. ocelových, vrstev a mezilehlého elastomerového jádra, například z nepénového polyuretanu. Elastomer má modul pružnosti větší než 250 MPa a pevnost v tahu a tlaku nejméně 20 MPa. Pevnost spoje mezi kovem a elastomerem je nejméně 3 MPa. Člen z kompozitního strukturálního laminátu představuje samostatně zatížený člen, namáhaný globálně, nikoli asymetricky. Způsob výroby členu ze strukturálního materiálu zahrnuje vytvoření první a druhé vrstvy oddělené tak, že je mezi nimi vytvořena jádrová dutina. Tato dutina se vyplní nevulkanizovaným elastomerem, který má po vulkanizaci modul pružnosti E větší nebo roven 250 MPa a tažnost větší než kovové vrstvy. Následuje vulkanizace elastomeru, který tak přilne ke kovovým vrstvám.

CZ 301106 B6



Kompozitní strukturální laminát a způsob jeho výroby

Oblast techniky

5

Předložený vynález se týká strukturálních členů majících sendvičovou strukturu a zvláště členů, které mohou být použity v aplikacích pro nesení nákladů, např. jako náhrada vyztužených ocelových plátů.

10

Dosavadní stav techniky

Pro aplikace jako jsou trupy lodí nebo paluby můstků byly pro zvýšení tuhosti ocelových plátů používány podlouhlé výztuže, které jsou tvořeny množstvím ocelových nosníků, při vařených kolmo ke hlavnímu plátu. Výztuže mohou probíhat jedním směrem, nebo dvěma kolmými směry v závislosti na silách vyvíjených plátem. Použití výztuží komplikuje výrobní proces, významně zvyšuje hmotnost a ztěžuje prevenci před korozí a údržbu celé struktury.

Dokument „Strength Evaluation of Novel Unidirectional-Girder-System Product Oil Carrier by Reliability Analysis“, SNAME Transactions V93 1985, str. 55 až 77, popisuje pokus redukovat nevýhody použití výztuží trupu lodí jejich použitím pouze v jednom směru. To v určité míře pomáhá při výrobě a údržbě lodí, avšak neodstraňuje další nevýhody použití výztuží.

Metaloplastické lamináty s vylepšenými zvukově či tepelně izolačními vlastnostmi jsou používány pro opláštění či zastřešení budov, viz např. patent US 4 698 278. Takové lamináty obvykle využívají pěnových či vláknitých materiálů a nejsou určeny ani schopny nést velké náklady, tj. významně větší než je vlastní hmotnost a malé zatížení v podobě větru či sněhu.

Patent US 4 851 271 popisuje použití metaloplastických laminátů pro obalení olejových pánví za účelem poskytnutí zvukově izolačních vlastností. V případě takového použití jako obalu laminát jako takový nenese zatížení větší než vlastní hmotnost a obsah obalu. Obalové vrstvy navíc nepřispívají významně ke strukturální pevnosti laminátu.

Patent US 5 219 629 popisuje hliníkové sendviče s množstvím různých materiálů jádra pro konstrukci karoserií návěsů kamionů. Hliníkové vrstvy jsou však příliš tenké a materiály jádra nedostatečně pevné pro nesení vyšších zatížení ve větších strukturách.

Disertační práce Josefa Lindera „Behaviour of Advanced Double Hull Sandwich Plate Systems: Experimental Investigation“ předložená jako součást řešení M. Eng. na Carleton University, Ottawa, Kanada, uvažuje použití ocelopolyuretanového pěnoocelového sendviče pro konstrukci lodí, avšak závěrem bylo, že nemá dostatečnou pevnost v ohybu, pevnost spoje ani dostatečnou absorpci energie.

Podstata vynálezu

Předložený vynález vytváří člen z kompozitního strukturálního laminátu, zahrnující:

první kovovou vrstvu mající první vnitřní povrch a první vnější povrch;

druhou kovovou vrstvu mající druhý vnitřní povrch a druhý vnější povrch, přičemž druhá kovová vrstva je vzdálena od zmíněné první kovové vrstvy; a

mezilehlou vrstvu sestávající z eleastomeru umístěného mezi a přilnutou ke zmíněnému prvnímu a druhému vnitřnímu povrchu, kde zmíněný elastomer má modul pružnosti E větší nebo roven 250 MPa a tažnost větší než kovové vrstvy.

Předložený vynález se dále týká způsobu vytváření členu ze strukturálního laminátu, který sestává z následujících kroků: vytvoření první a druhé kovové vrstvy, které jsou od sebe vzdáleny, takže mezi nimi je vytvořena dutina jádra; vyplnění uvedené dutiny jádra nevulkanizovaným elastomerem, který po vulkanizaci bude mít modul pružnosti E větší nebo roven 250 MPa a tažnost větší než kovové vrstvy; a vulkanizaci zmíněného druhého elastomeru, takže přilne ke zmíněným kovovým vrstvám.

Základním požadavkem vynálezu je skutečnost, že laminát se chová při zatížení jako samostatný člen, namísto tří samostatných součástí a mechanické vlastnosti mezilehlé vrstvy a její spojení s vrstvami vnějšími musí být voleny tak, aby tento požadavek splňovaly. Mezilehlá vrstva musí tedy mít dostatečný modul pružnosti a tažnost, aby byla schopna přenášet příčné síly, které se střetávají či jsou očekávány při používání mezi dvěma kovovými vrstvami. Dále je požadována dostatečná pevnost spoje pro přenos smykových sil.

Pro aplikace, kde je důležitá schopnost odolávat nárazům, např. při stavbě lodí, musí mezilehlá vrstva navíc mít dostatečnou mez pružnosti, aby nedošlo ke vzniku trhlin pro navržené nárazové zatížení. Při extrémním zatížení člen absorbuje větší množství energie než srovnatelné kovové členy z jediného plátu díky rozložení napětí, zvýšené odolnosti vůči průrazu a celkového působení členu jako neelastické membrány.

Přednostně jsou relativní pevnosti a poměry dvou kovových vrstev a mezilehlé vrstvy, zejména tuhost mezilehlé vrstvy, voleny tak, že člen, vystavený extrémním bortivým zátěžím, se prohne globálně (jako celek) spíše než antisymetricky či lokálně.

Přednostně by rovněž měla mezilehlá vrstva mít tažnost a modul pružnosti dostatečný pro rozložení koncentrace zátěže na konci trhliny v jedné kovové vrstvě jejím přenosem do druhé, takže je zabráněno šíření trhliny mezi vrstvami. Mezilehlá vrstva zároveň má zpomalující efekt na šíření trhliny ve vrstvě, ve které vznikla.

Kovové vrstvy jsou přednostně vyráběny z oceli, přičemž každá z nich má tloušťku v rozmezí od 3,5 do 25 mm. Minimální tloušťka představuje nejtěsnější plát, který je možné efektivně svařit na tupo, což je zapotřebí z hlediska pevnosti. Pro horní mez dochází ke snížení výhod vynálezu. Není nezbytně nutné, aby dvě kovové vrstvy měly stejnou tloušťku. Zejména je možné použít nadbytečné tloušťky na té straně, která bude při použití vystavena korozivnímu prostředí.

Plastický materiál se přednostně při předpokládaném zatížení chová jako elastomer a má tloušťku v rozmezí od 25 do 100 mm. Tloušťka mezilehlé vrstvy se může v rámci členu pro některé aplikace měnit. Materiál je přednostně kompaktní, tj. nepěnový, přesto se mohou vyskytnout prázdné prostory, ať již záměrně či jako vedlejší efekt použitého způsobu zpracování, zajišťující, že požadované vlastnosti kompozitu nejsou omezeny. Má se za to, že maximální přípustný podíl volného prostoru v mezilehlé vrstvě je mezi 10 a 20 %.

Předložený vynález se také týká způsobu spojování strukturálního laminátového členu, zahrnujícího první a druhou kovovou vrstvu a mezilehlou vrstvu, vytvořenou z prvního elastomeru, k jinému členu, přičemž tento způsob zahrnuje následující kroky: vytvoření svářecího lemu, přilehlého k části zmíněného členu ze strukturálního laminátu, přičemž zmíněná mezilehlá vrstva je zapuštěna pod první a druhou kovovou vrstvu; svaření zmíněné části se zmíněným dalším členem; vyplnění zmíněného svářecího lemu nevulkanizovaným druhým elastomerem, který po vulkanizaci bude mít modul pružnosti E větší nebo roven 250 MPa a tažnost větší než kovové vrstvy; a vulkanizaci zmíněného nevulkanizovaného druhého elastomeru, takže přilne ke zmíněné první a druhé kovové vrstvě a k mezilehlé vrstvě.

Využití vynálezu v komplexní struktuře, jako např. pro konstrukci lodí, dovoluje snížení komplexnosti, hmotnosti a ceny vyloučením nutnosti použití některých nebo všech výztuží, vylouče-

ním či zvětšením rozteče podélných a příčných nosníků, snížením povrchových ploch, vyžadujících nátěr a snížením počtu oblastí, náchylných ke korozi.

Přehled obrázků na výkresech

5

Příklady provedení předloženého vynálezu budou dále popsány s odkazem na následující obrázky, kde:

obr. 1 představuje příčný řez laminátovým členem podle předloženého vynálezu;

10 obr. 2 představuje perspektivní pohled v řezu na laminátový člen podle předloženého vynálezu včetně rozpěr;

obr. 3 představuje pohled v řezu na dvojvrstvý trup plavidla, konstruovaný s použitím laminátového členu podle předloženého vynálezu;

obr. 4 představuje graf, znázorňující axiální zkrácení laminátového členu podle předloženého vynálezu vlivem zatížení v rovině;

15 obr. 5 představuje perspektivní pohled na testovací vzorek využívající desku podle předloženého vynálezu;

obr. 6 představuje graf, znázorňující chování testovacího vzorku při příčném zatížení; a

obr. 7 představuje perspektivní pohled na poklop kontejnerového plavidla, konstruovaný s použitím laminátových členů podle předloženého vynálezu.

20 Na obrázcích jsou shodné části označeny shodnými vztahovými značkami.

Příklady provedení

25 Obr. 1 představuje příčný řez laminátovým členem 10 podle předloženého vynálezu. Laminátový člen 10 obsahuje první vnější vrstvu 1, mezilehlou či jádrovou vrstvu 2 a druhou vnější vrstvu 3. Mezilehlá vrstva 2 je spojena s první i druhou vnější vrstvou 1, 3 dostatečně pevně pro přenos smykových zatížení mezi vnějšími vrstvami za účelem vytvoření kompozitního strukturálního členu schopného nést zatížení výrazně větší než je vlastní hmotnost.

30 Přesné zatížení, únosné pro laminátový člen bude záviset na jeho použití. Například pokud bude laminátový člen použit pro plát trupu 40 000 DWT ropného tankeru, měl by vydržet zatížení v rovině alespoň 10 000 až 12 000 kN při šířce 2 m bez deformace nebo příčné zatížení alespoň 100 kPa, přednostně 1000 kPa nebo větší, bez vzniku trhlin. Pro menší plavidla, zejména jachty, nemusí být pevnost laminátu tak vysoká.

35 Obr. 4 znázorňuje typickou zátěžovou křivku axiálního zkrácení pro 2 000 mm široký plát z kompozitního laminátu podle předloženého vynálezu. Je zde patrné téměř lineární zkrácení až do zatížení 12 075 kN.

40 První a druhá vnější vrstva 1, 3 jsou vyrobeny z kovu a mezilehlá vrstva 2 je vyrobena z elastomerového materiálu. Absolutní a relativní rozměry členu a přesné použití materiálů závisí na způsobu použití členu. První a druhá vnější vrstva bude mít minimální tloušťku 3 mm a mezilehlá vrstva 20 mm. Mezilehlá vrstva musí zároveň mít modul pružnosti E nejméně 250 MPa, přednostně 275 MPa při maximální uvažované teplotě prostředí, ve kterém bude člen
45 použit. V případě aplikací jako je konstrukce lodí to může být 100 °C. Elastomer zároveň nesmí být příliš tuhý, tj. musím mít modul pružnosti E nižší než 2 500 MPa při nejnižší uvažované teplotě, tj. -40 nebo -45 °C pro konstrukci lodí.

50 Pevnost v trhání, tlaku a tahu, stejně jako tažnost by měly být maximalizovány za účelem umožnění absorpce energie kompozitním laminátem při náhlých změnách zatížení, jako jsou

nárazy. Zejména pevnosti elastomeru v tlaku a tahu by měly být nejméně 20 MPa a přednostně 40 MPa. Pevnost v tlaku může být samozřejmě podstatně vyšší než jsou tato minima.

- 5 Kovové vrstvy jsou přednostně ze strukturální oceli, ale mohou být rovněž z hliníkové nerezavějící oceli nebo jiné strukturální slitiny pro zvláštní aplikace, kde jsou nejdůležitější odlehčení, odolnost vůči korozi či jiné specifické vlastnosti. Kov by přednostně měl mít mez průtažnosti 240 MPa a tažnost nejméně 20%. Pro množství aplikací, zejména pro konstrukci lodí, je nezbytné, aby kov byl svařitelný.
- 10 Tažnost elastomeru při nejnižší pracovní teplotě musí být vyšší než tažnost kovových vrstev, která je kolem 20%. Přednostní hodnota tažnosti elastomeru při nejnižší pracovní teplotě je 50%. Tepelný součinitel elastomeru musí být rovněž dostatečně blízký koeficientu oceli, takže teplotní změna napříč pracovního rozsahu a během svařování nezapříčiní delaminaci. Míra o kterou se mohou tepelné součinitele dvou materiálů lišit závisí částečně na pružnosti elastomeru, avšak předpokládá se, že součinitel teplotní roztažnosti může být desetnásobný ve srovnání s kovovými vrstvami. Součinitel teplotní roztažnosti může být upraven přidáním plnidel do elastomeru.
- 20 Pevnost spoje mezi elastomerem a kovovými vrstvami musí být nejméně 3 MPa, přednostně 6 MPa v celém pracovním rozsahu. Toho je přednostně dosaženo díky vlastní přilnavosti elastomeru k oceli, mohou však být přidána další adheziva.
- 25 Další požadavky při použití členu pro konstrukci lodí jsou na pevnost v tahu napříč styčnou plochou, která musí být dostatečná, aby vydržela očekávaný negativní hydrostatický tlak a delaminující síly od ocelových spojů. Elastomer musí být hydrolyticky stabilní vůči mořské i sladké vodě a pokud je člen použit pro konstrukci tankeru, musí být odolný vůči olejům.
- 30 Základem elastomeru je tedy vícemocný alkohol (např. polyester či polyether) a dále isokyanatan či diisokyanatan, prodlužovač řetězce a plnidlo. Plnidlo je přidáváno, pokud je to zapotřebí, za účelem snížení tepelného součinitele mezilehlé vrstvy, její ceny či za účelem jiného ovlivnění fyzikálních vlastností elastomeru. Rovněž mohou být přidána další aditiva např. pro ovlivnění vodní odpudivosti či přilnavosti, nebo je možné přidat zpomalovače hoření.
- 35 Poměr celkové tloušťky vnějších vrstev ku tloušťce elastomeru, $(T_1 + T_3)/T_2$, je v rozmezí od 0,1 do 2,5.
- 40 Nátěry z důvodů kosmetických či za účelem ochrany proti korozi mohou být provedeny na vnějších površích kovových vrstev před či po zpracování laminátu.
- 45 Člen podle předloženého vynálezu je výrazně pevnější a tužší než člen stejné tloušťky vyrobený z kovu bez mezilehlé vrstvy. Je to z toho důvodu, že člen se chová podobně jako skříňový nosník nebo nosník s průřezem I s mezilehlou vrstvou, plnící funkci výztužných žebér. Pro zajištění této funkčnosti je zapotřebí, aby samotná mezilehlá vrstva a její spoje s vnějšími vrstvami byly dostatečně pevné pro přenos sil, které vznikají při použití členu.
- 50 Další výhodou předloženého vynálezu, zejména při konstrukci lodí, je skutečnost, že mezilehlá vrstva zamezuje šíření trhlin mezi vnější a vnitřní vrstvou. Pružnost mezilehlé vrstvy zabraňuje koncentraci napětí na počátku trhliny ve vnější vrstvě, přenášené do druhé vrstvy v případě tuhého spojení obou, namísto toho je zatížení rozloženo.
- 50 Obr. 3 znázorňuje částečně v řezu trup ropného tankeru 30 navržený s využitím výhod členu ze strukturálního laminátu podle předloženého vynálezu. Vnější trup 32 a vnitřní trup 31 plavidla jsou konstruovány z členů ze strukturálního laminátu podle předloženého vynálezu s 10 mm ocelovými vnějšími vrstvami a 50 mm polyuretanovým elastomerovým jádrem. Dva trupy jsou vzájemně spojeny pomocí jednoduchých podélných ocelových nosníků 33 a příčných žebér 35 ve

dvojstěnných nákladových přepážkách 36 s přidavnými ocelovými pláty 38 v oblastech okrajnice a otvoru. Potřeba použití podélných či příčných výztuží pro oba trupy je vyloučena.

5 Dvojstěnné příčné nákladové přepážky 36, paluba a podélné palubní nosníky 37 jsou rovněž konstruovány z členů ze strukturálního laminátu podle předloženého vynálezu. To vylučuje nutnost použití dalších výztuží. Podélné palubní nosníky 37 mohou být nahrazeny příčnými nosníky.

10 Přednostní způsob výroby laminátového členu podle předloženého vynálezu je litím či vstřikováním elastomeru přímo do dutiny tvořené dvěma kovovými vrstvami. Pokud je toto prováděno v horizontální poloze, kovové pláty jsou přednostně vzájemně oddáleny pomocí rozpěr, které mohou být z kovu či z elastomeru. Pokud jsou rozpěry z elastomeru, pak musí být slučitelný s materiálem, tvořícím objem mezilehlé vrstvy a mírně vyšší než požadovaná rozteč, takže jsou stlačeny na správný rozměr tíhou horního plátu. Rozpěry mohou být podlouhlé, takže dělí dutinu na prostory, které mohou být vyplněny odděleně, nebo pouze čepy, kolem kterých elastomer 15 protéká. V případě podlouhlých rozpěr mohou tyto mít pravoúhlý či lichoběžníkový průřez a mohou měnit v průběhu jejich délky výšku, čímž jsou vytvořeny členy s různou tloušťkou elastomeru. Rozpěry musejí být spojeny s ocelovými pláty pomocí spojovacích činidel nebo sloučenin slučitelných s elastomerem dostatečně pevně za účelem pevného přidržení plátů ve správné poloze během procesu vstřikování až do dostatečné vulkanizace elastomeru.

20 Obr. 2 znázorňuje pro ilustraci tři různé typy rozpěr, které mohou být použity při konstrukci laminátových členů podle předloženého vynálezu. Válcový elastomerový čep 4A podpírá horní plát, aniž by rozdělil dutinu, určenou k vyplnění. Pokud je zapotřebí dutinu ohraničit či rozdělit, je možné použít podlouhlé kovové rozpěry 4B nebo podlouhlé elastomerové rozpěry 4C. Kovová rozpěra 4B může být koutově při vařena ke spodnímu plátu a může podporovat svar na tupo mezi 25 dvěma sekcemi horního plátu nebo sloužit jako krytí pro tento svar. Elastomerový čep 4A a podlouhlá elastomerová rozpěra 4C mohou být přilepeny ke kovovým plátům před litím a mohou být vyrobeny ze stejného elastomeru, který bude vstřikován nebo z jiného elastomeru slučitelného s elastomerem vstřikovaným. Výroba konkrétního laminátového členu nemusí vyžadovat 30 použití všech uvedených typů rozpěr.

Během lití mohou být pláty v nakloněné poloze napomáhající proudění elastomeru nebo svisle, nicméně hydrostatická síla během lití by neměla být nadměrná a proudění vytlačovaného vzduchu by mělo být optimalizováno. Pláty mohou rovněž být upevněny ve správné poloze 35 v konstrukci a vyplněny elastomerem na správném místě.

40 Strukturální laminátové členy mohou být připojeny k dalšímu členu následujícím způsobem: vytvoří se svářecí lem, přilehlý k části zmíněného členu ze strukturálního laminátu, přičemž zmíněná mezilehlá vrstva je zapuštěna pod první a druhou kovovou vrstvu; zmíněná část se svaří se zmíněným dalším členem; zmíněný svářecí lem se vyplní nevulkanizovaným druhým elastomerem; a zmíněný nevulkanizovaný druhý elastomer se vulkanizuje, takže přilne ke zmíněné první a druhé kovové vrstvě a k mezilehlé vrstvě.

45 Pro umožnění svařování členu s dalšími členy či existující konstrukcí je nezbytné ponechat dostatečný svářecí lem kolem okrajů pro vyloučení možnosti poškození elastomeru a jeho spoje s ocelovým plátem teplem sváření. Šířka svářecího lemu závisí na tepelném odporu elastomeru a použitým způsobu svařování a může být kolem 75 mm. Je-li elastomer odléván mezi pláty, je zapotřebí definovat svářecí lem pomocí podlouhlých rozpěr.

50 Množství potřebných vstřikovacích otvorů závisí na dostupném vybavení pro čerpání složek elastomeru a pro zajištění minimálního rozstříku (ideálně bez rozstříku) a přísunu vzduchu (pro minimalizování prázdných prostor), stejně jako na době želatinace elastomeru. Otvory musejí být umístěny na vhodných místech pro použití, do kterého má být člen vsazen. Pokud má být člen použit jako plát trupu pro dvojstěnnou loď, je vhodné vstřikovací otvory umístit tak, že směřují 55 do mezery mezi dvěma trupy, spíše než do moře či do nákladového prostoru. Vstřikovací otvory

jsou ideálně rychloodpojovací, případně s jednocestnými ventily, které mohou být po lití odbroušeny. Mohou rovněž být uzavřeny zátkami, které jsou po lití hladce zabroušeny.

5 Odvzdušňovací otvory jsou umístěny v každé dutině za účelem umožnění úniku veškerého vzduchu z dutiny, čímž je zajištěno, že nezůstane žádný volný prostor. Odvzdušňovací otvory mohou být opatřeny závitem, dovolujícím zazátkování po naplnění nebo vložení ventilů či jiných mechanických zařízení, která jsou po naplnění uzavřena. Odvzdušňovací otvory a libovolnou zátku či ventil je možné po ztuhnutí elastomeru hladce zabrousit.

10 Zátky vložené do vstřikovacích otvorů nebo odvzdušňovacích otvorů by měly mít stejné galvanické charakteristiky jako kovové vrstvy. Jsou-li kovové vrstvy z oceli, mohou být zátky mosazné.

Proces vstřikování je třeba monitorovat za účelem zajištění rovnoměrného naplnění dutiny bez zpětného tlaku, který může zapříčinit dmутí a nestejnou tloušťku plátu. Vstřikování může být 15 rovněž provedeno použitím trubek, které jsou postupně vytahovány současně se zaplňováním dutiny.

Po zpracování je nezbytné ověřit, že elastomer dokonale přilnul ke kovovým vrstvám. To může být provedeno pomocí ultrazvukových či rentgenových metod.

20 Při opravě poškozených členů nebo pokud elastomer špatně přilnul je poškozená oblast ocelového plátu odříznuta za studena nebo plamenem a elastomer je vyříznut či vydlabán např. pomocí obrysové frézky či stlačené vody (hydraulickým čištěním) až je odhalen dobrý elastomer a je vytvořen svářecí lem. Odhalený povrch zbylého elastomeru musí být dostatečně čistý pro dobré přilnutí nového elastomeru, odlitého na původní místo.

25 Alternativní způsob zpracování spočívá v přilepení předem vytvořených desek z elastomeru ke kovovým plátům.

30 Byl vytvořen testovací vzorek plátu kýlu pro nákladní dopravní plavidlo využívající kompozitní strukturální laminát podle předloženého vynálezu jako vnější trup. Vzorek 50 je znázorněn na obr. 5 a sestává z vnějšího plátu trupu 51, vnitřního plátu trupu 52, podélných nosníků 53, 54 a příčky 55. Přístupové otvory 56, sloužící pro měřicí zařízení, byly vytvořeny, ale nejsou nezbytné.

35 Vnější plát trupu 51 sestával z první a druhé kovové vrstvy z 8 mm měkké oceli a mezilehlé vrstvy polyuretanového elastomerového jádra tloušťky 50 mm, bez přítomnosti prázdných prostor.

40 Pro zjednodušení byl vnitřní trup ze samostatného 8 mm ocelového plátu, odděleného od vnějšího trupu pomocí podélných nosníků 53, 54, které byly 700 mm vysoké. U konkrétních aplikací je vnitřní trup obvykle rovněž tvořen členem podle předloženého vynálezu, avšak nikoli nutně shodných parametrů. Rovinné rozměry vzorku byly 2600 x 5000 mm.

Plát trupu byl uvnitř opatřen podélnými a příčnými rozpěrami dutiny pro zajištění správného odlití elastomeru pomocí použitého vybavení. Je možné se bez jejich použití obejít v případě, že celá dutina vnějšího plátu může být odlita během jediné operace.

45 Testovací vzorek byl upevněn v horizontálním reakčním rámu, simulujícím tuhost okolní struktury lodi a bylo aplikováno zatížení pomocí čtyř 500 tunových hydraulických akčních členů. Chování zatěžovaného testovacího vzorku je zobrazeno na obr. 6, který znázorňuje příčnou výchylku proti aplikované zátěži.

50 Porušení vnějšího plátu vnějšího trupu smykovým napětím nastalo při aplikovaném zatížení 8201 kN.

Obr. 7 znázorňuje poklop kontejnerového plavidla splňující normu Lloyd's Register Rules and Regulations, vytvořený pomocí plátů podle předloženého vynálezu. Pláty 71 sestávají z vnější vrstvy ze 4 mm oceli a mezilehlé vrstvy tloušťky 25 mm a nevyžadují žádné výztuže. Hlavní nosníky 72 a okrajový nosník 73 jsou běžného typu, avšak je použit snížený počet sekundárních nosníků 74. Terciální nosníky 75 slouží pro zvedání poklopu a konzole 77 okrajového nosníku dovolují přímé vyjmutí nákladů z kontejneru. Zdvojení plátu 76 jsou použity v případě potřeby.

Mezilehlá vrstva byla opatřena plnidlem, upravujícím součinitel teplotní roztažnosti elastomeru tak, aby se více blížil součiniteli teplotní roztažnosti oceli ($12 \cdot 10^{-6}$ mm/mm/°C) pro prevenci delaminace, způsobené teplotními výkyvy.

Výsledný poklop se vyznačuje shodnou nebo vyšší pevností, než je tomu u běžné celooceľové konstrukce a výrazně jednodušším způsobem výroby, díky snížení délky svarů stejně jako nutného počtu výztuží a detailů.

Předložený vynález byl shora popsán ve vztahu s aplikacemi při konstrukci lodí. Vynález však je rovněž užitečný pro další aplikace, zejména tam, kde jsou očekávána vysoká zatížení v rovině i zatížení v příčném směru, tam, kde je požadována vysoká odolnost vůči průrazu nebo kde je zapotřebí zamezit šíření únavových trhlin.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Člen z kompozitního strukturálního laminátu, zahrnující:
první kovovou vrstvu mající první vnitřní povrch a první vnější povrch;
druhou kovovou vrstvu mající druhý vnitřní povrch a druhý vnější povrch, přičemž druhá kovová vrstva je vzdálena od zmíněné první kovové vrstvy; a
mezilehlou vrstvu sestávající z elastomeru umístěného mezi a přilnutou ke zmíněnému prvnímu a druhému vnitřnímu povrchu, kde zmíněný elastomer má modul pružnosti E větší nebo roven 250 MPa a tažnost větší než kovové vrstvy.
2. Člen z kompozitního strukturálního laminátu podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že zmíněný elastomer má modul pružnosti větší nebo roven 275 MPa.
3. Člen z kompozitního strukturálního laminátu podle alespoň jednoho z nároků 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že zmíněný elastomer má pevnost v tahu a tlaku nejméně 20 MPa.
4. Člen z kompozitního strukturálního laminátu podle alespoň jednoho z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že zmíněný elastomer je kompaktní.
5. Člen z kompozitního strukturálního laminátu podle nároku 4, **vyznačující se tím**, že celkový prázdný prostor v mezilehlé vrstvě je menší než 20 % celkového objemu mezilehlé vrstvy.
6. Člen z kompozitního strukturálního laminátu podle alespoň jednoho z nároků 1 až 5, **vyznačující se tím**, že zmíněným elastomerem je polyuretan.
7. Člen z kompozitního strukturálního laminátu podle alespoň jednoho z nároků 1 až 6, **vyznačující se tím**, že zmíněná mezilehlá vrstva má tloušťku od 20 do 100 mm.

8. Člen z kompozitního strukturálního laminátu podle alespoň jednoho z nároků 1 až 7, **vyznačující se tím**, že alespoň jedna ze zmíněných kovových vrstev je tvořena ocelí.
- 5 9. Člen z kompozitního strukturálního laminátu podle alespoň jednoho z nároků 1 až 8, **vyznačující se tím**, že zmíněná první a druhá kovová vrstva má tloušťku od 3,5 do 25 mm.
- 10 10. Člen z kompozitního strukturálního laminátu podle alespoň jednoho z nároků 1 až 9, **vyznačující se tím**, že poměr celkové tloušťky první a druhé kovové vrstvy ku tloušťce mezilehlé vrstvy je v rozmezí od 0,1 do 2,5.
- 15 11. Člen z kompozitního strukturálního laminátu podle alespoň jednoho z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že pevnost spoje mezi elastomerem a kovovými vrstvami je nejméně 3 MPa.
12. Loď nebo člun obsahující alespoň jeden člen ze strukturálního laminátu podle alespoň jednoho z nároků 1 až 11.
13. Způsob výroby členu ze strukturálního laminátu, zahrnující kroky:
- 20 vytvoření první a druhé kovové vrstvy odděleným způsobem tak, že je mezi nimi definována jádrová dutina;
- vyplnění zmíněné jádrové dutiny nevulkanizovaným elastomerem, který po vulkanizaci bude mít modul pružnosti E větší nebo roven 250 MPa a tažnost větší než kovové vrstvy; a
- 25 vulkanizaci zmíněného elastomeru, takže přilne ke zmíněným kovovým vrstvám.
14. Způsob podle nároku 13, **vyznačující se tím**, že krok vyplnění je proveden tak, že je minimalizováno vnikání vzduchu, takže podíl prázdného prostoru po vulkanizaci je menší než 20 %.
- 30 15. Způsob podle alespoň jednoho z nároků 13 nebo 14, **vyznačující se tím**, že dále před krokem vyplnění zahrnuje krok vytvoření alespoň jednoho odvzdušňovacího otvoru ve zmíněné dutině.
- 35 16. Způsob podle nároku 15, **vyznačující se tím**, že dále zahrnuje krok uzavření zmíněného odvzdušňovacího otvoru následně po zmíněném kroku vulkanizace.
17. Způsob podle alespoň jednoho z nároků 13 až 16, **vyznačující se tím**, že dále zahrnuje krok vytvoření rozpěr pro zachování oddělení první a druhé vrstvy během kroků vyplnění a vulkanizace.
- 40 18. Způsob podle nároku 17, **vyznačující se tím**, že zmíněné rozpěry jsou vytvořeny tak, že definují postranní okraje dutiny, takže zmíněná mezilehlá vrstva elastomeru je zapuštěna alespoň jedním okrajem od první a druhé kovové vrstvy, čímž je vytvořen svářecí lem.
- 45 19. Způsob spojování členu ze strukturálního laminátu sestávajícího z první a druhé kovové vrstvy a mezilehlé vrstvy tvořené prvním elastomerem s dalším členem, přičemž uvedený způsob zahrnuje:
- vytvoření svářecího lemu přilehlého k části zmíněného členu ze strukturálního laminátu, přičemž zmíněná mezilehlá vrstva je zapuštěna od první a druhé kovové vrstvy;
- 50 svaření zmíněné části se zmíněným dalším členem;
- vyplnění zmíněného svářecího lemu nevulkanizovaným druhým elastomerem, který po vulkanizaci bude mít modul pružnosti E větší nebo roven 250 MPa a tažnost větší než kovové vrstvy; a

vulkanizaci zmíněného nevulkanizovaného druhého elastomeru, takže přilne ke zmíněné první a druhé kovové vrstvě a k mezilehlé vrstvě.

20. Způsob podle nároku 19, **vyznačující se tím**, že zmíněná část je částí okrajovou.
- 5 21. Způsob podle alespoň jednoho z nároků 19 nebo 20, **vyznačující se tím**, že zmíněný krok vytvoření svářecího lemu je proveden během výroby zmíněného členu ze strukturálního laminátu.
- 10 22. Způsob podle alespoň jednoho z nároků 19 nebo 20, **vyznačující se tím**, že zmíněný krok vytvoření svářecího lemu zahrnuje odejmutí části zmíněné mezilehlé vrstvy přilehlé ke zmíněné části, například obrysovým frézováním či hydraulickým čištěním.
- 15 23. Způsob podle alespoň jednoho z nároků 19 až 22, **vyznačující se tím**, že zmíněným dalším členem je člen ze strukturálního laminátu sestávající z první a druhé kovové vrstvy a mezilehlé vrstvy elastomeru.
- 20 24. Způsob podle alespoň jednoho z nároků 19 až 23, **vyznačující se tím**, že zmíněný první a druhý elastomer jsou shodné.
- 25 25. Způsob podle alespoň jednoho z nároků 19 až 24, **vyznačující se tím**, že zmíněný krok vyplnění zahrnuje vytvoření alespoň jednoho plnicího otvoru skrz zmíněnou první nebo druhou kovovou vrstvu nebo zmíněnou mezilehlou vrstvu ke zmíněnému svářecímu lemu a dodává zmíněný nevulkanizovaný druhý elastomer ke zmíněnému svářecímu lemu pomocí daného či všech plnicích otvorů a zmíněný způsob dále zahrnuje krok uzavření daného či všech plnicích otvorů následující po kroku vulkanizace.
- 30 26. Způsob podle alespoň jednoho z nároků 16 až 25, **vyznačující se tím**, že zmíněný krok uzavření představuje uzavření daného či všech otvorů pomocí zátky, mající stejné galvanické charakteristiky jako zmíněné kovové vrstvy.
- 35 27. Způsob podle alespoň jednoho z nároků 18 nebo 19, nebo podle libovolného na nich závislého nároku, **vyznačující se tím**, že zmíněný svářecí lem má šířku nejméně 75 mm.
- 40 28. Způsob podle kteréhokoli z nároků 13 až 27, **vyznačující se tím**, že zmíněný elastomer bude mít po vytvrzení pevnost spoje mezi elastomerem a kovovými vrstvami nejméně 3 MPa.

4 výkresy

Fig.1.

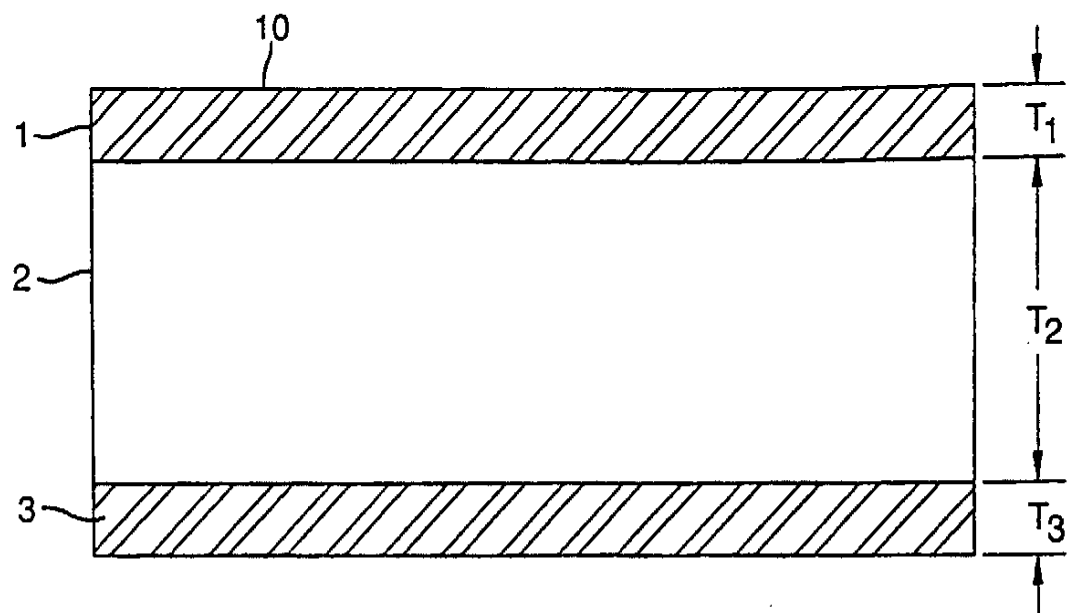


Fig.2.

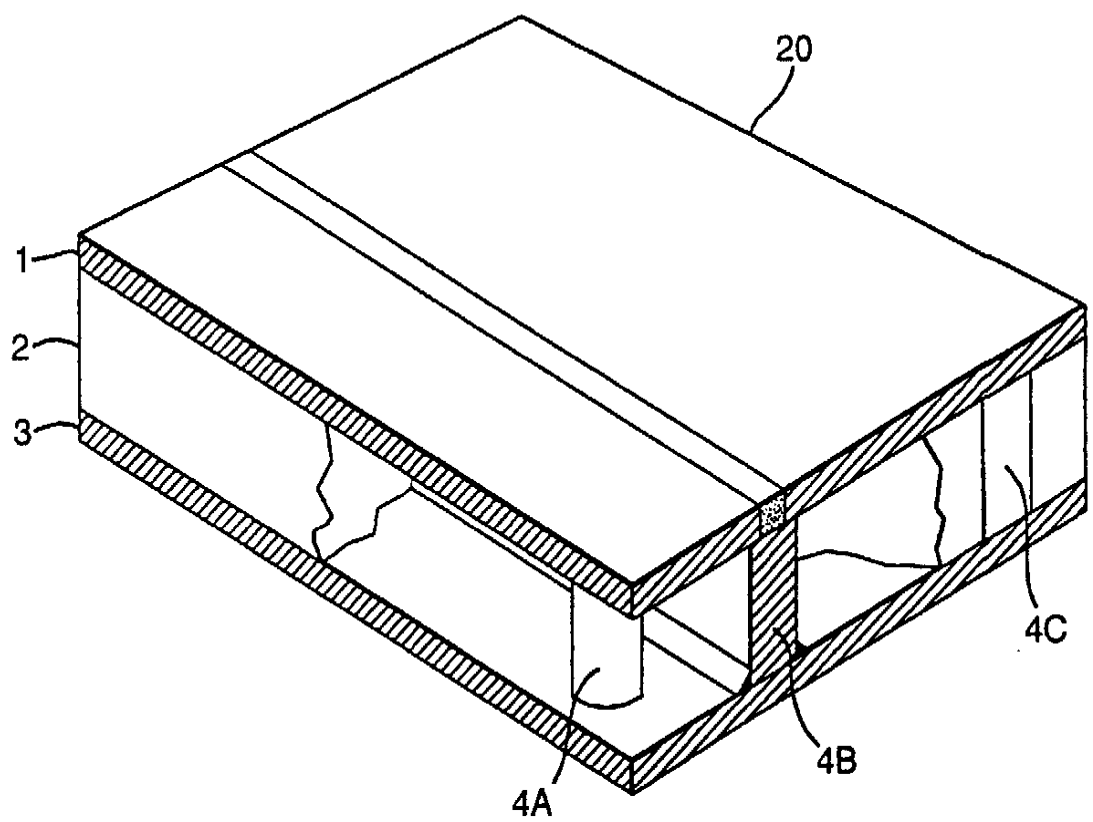


Fig.3.

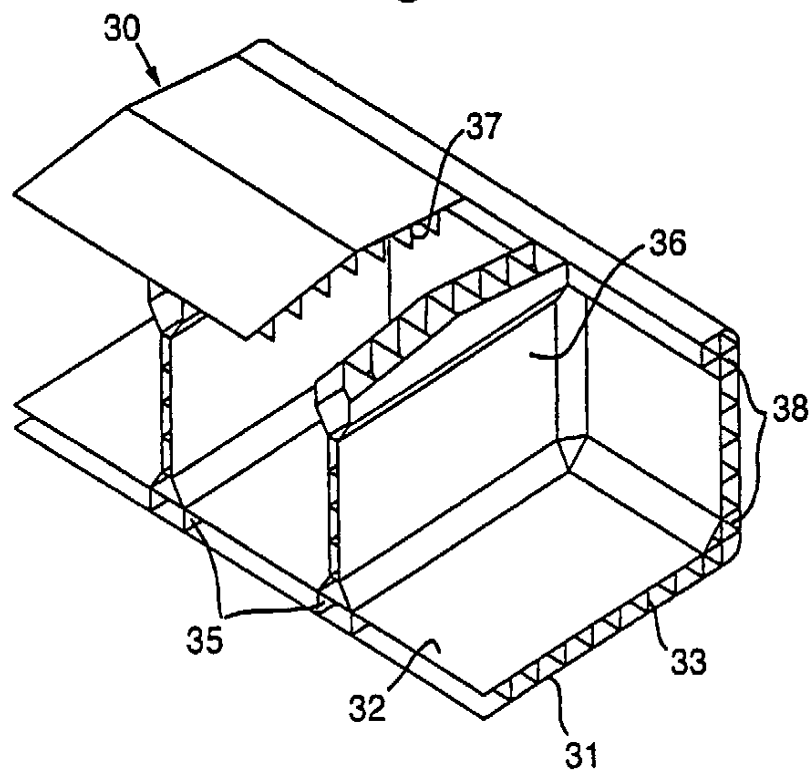


Fig.4.

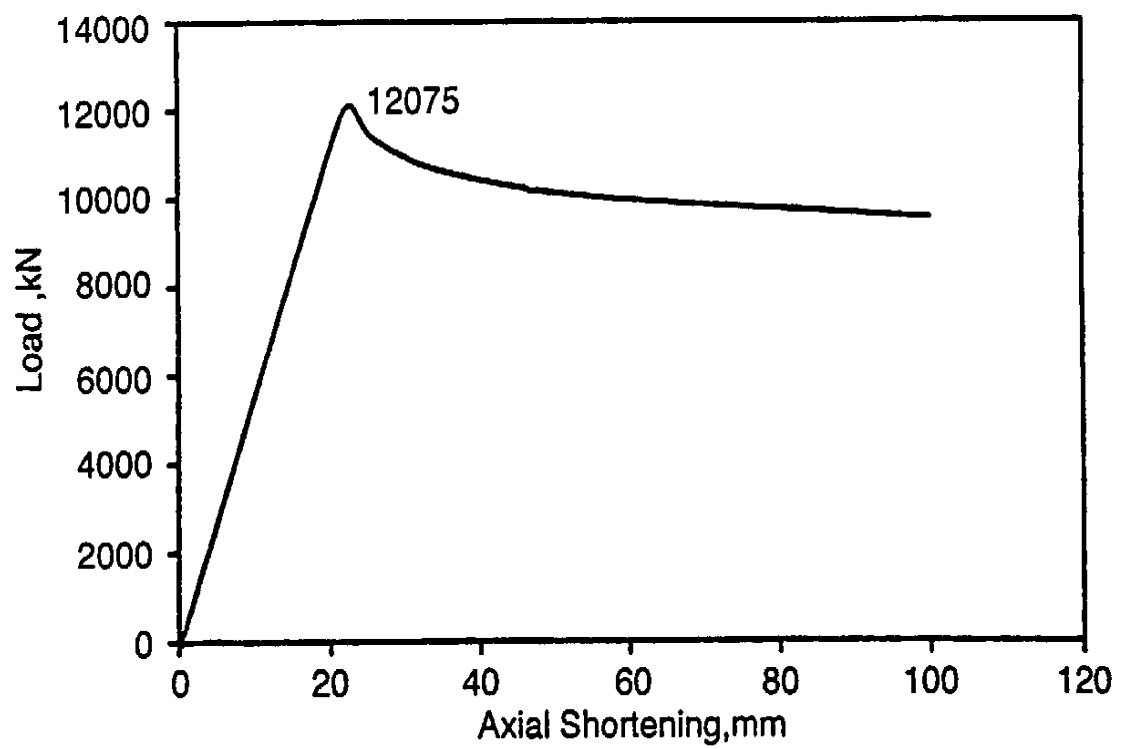


Fig.5.

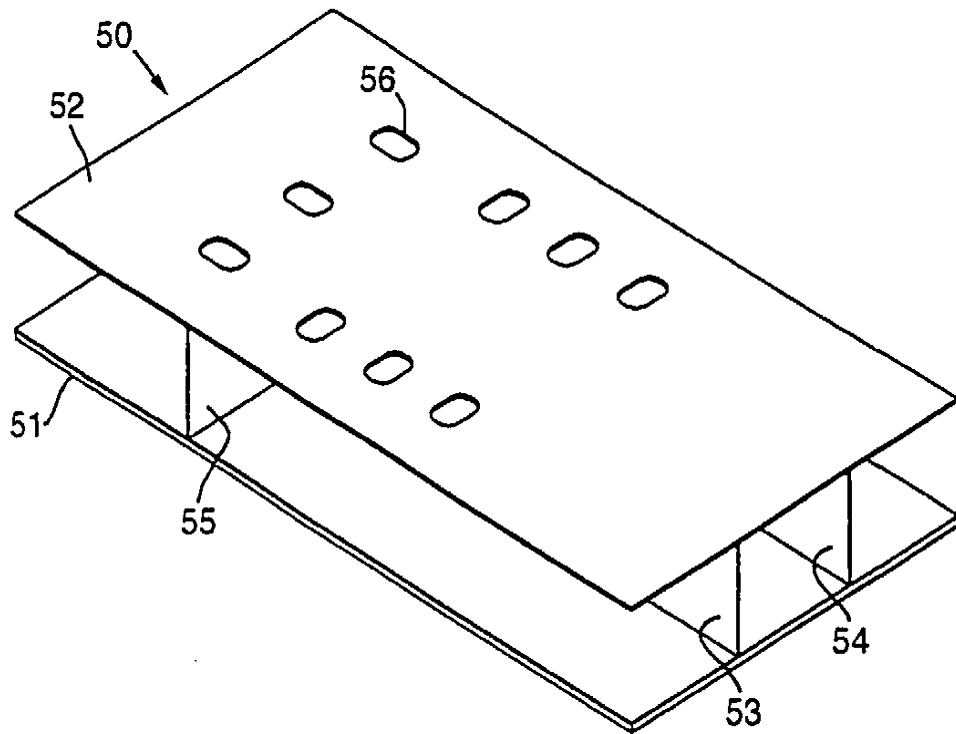


Fig.6.

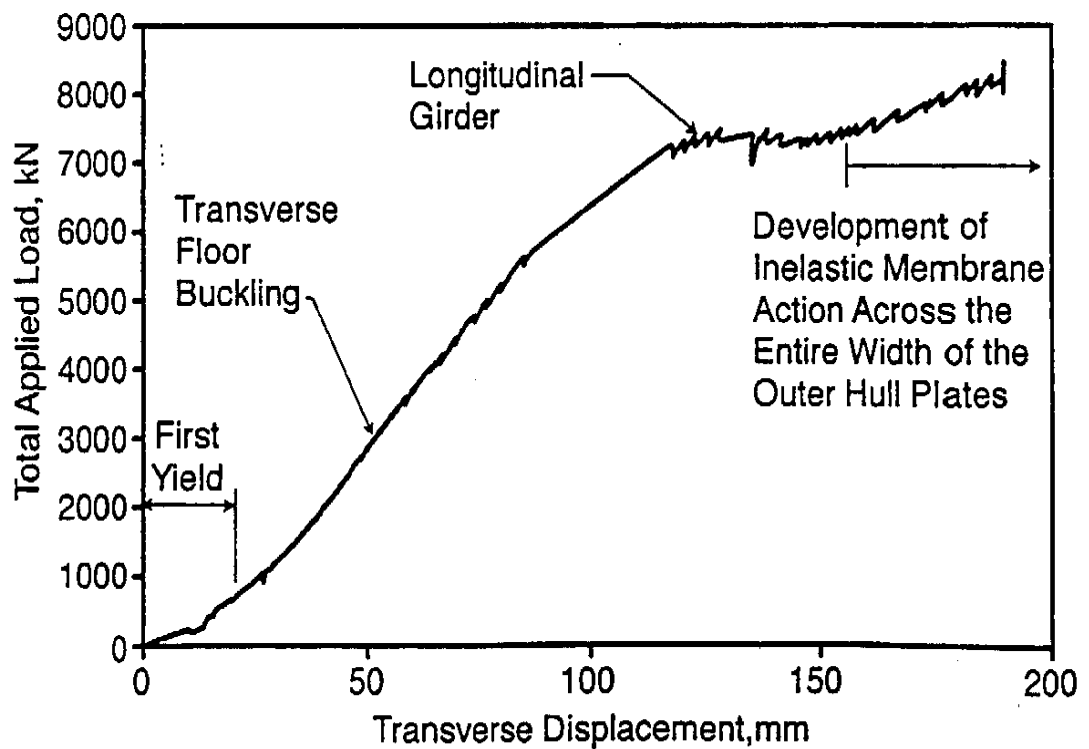
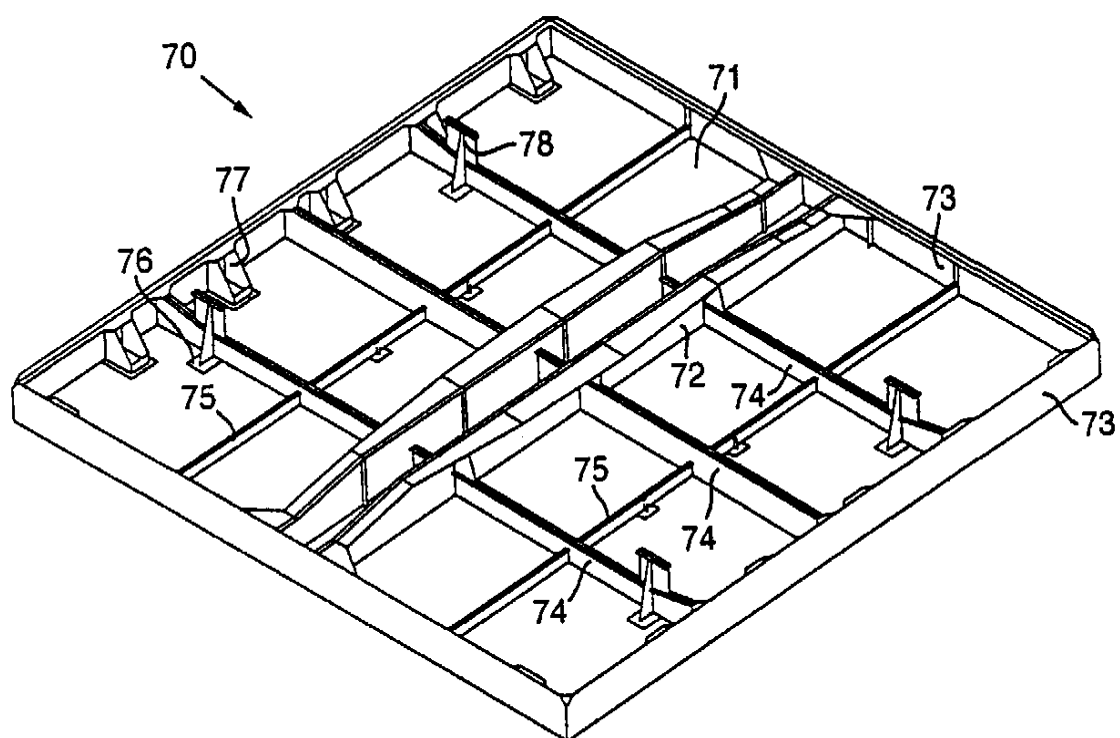


Fig.7.



Konec dokumentu
