

**РЕГІСТР СУДНОПЛАВСТВА УКРАЇНИ**

---

**ПРАВИЛА  
КЛАСИФІКАЦІЇ ТА ПОБУДОВИ  
МАЛИХ СУДЕН**

**ЧАСТИНА XII  
МАТЕРІАЛИ**



**Київ 2024**

## **Регістр судноплавства України. Правила класифікації та побудови малих суден.**

Це видання Правил класифікації та побудови малих суден підготовлене на основі їх четвертого видання 2015 р., з урахуванням змін і доповнень, включених у Бюлетені змін і доповнень №1 (2016 р.) і №2 (2020р.), та оновлених міжнародних стандартів ДСТУ EN ISO групи 13.340.70 Індивідуальні плавзасоби (рятувальні жилети), групи 47.080 Малі судна згідно з національним класифікатором НК 004:2020, гармонізованого з ICS, а також інших оновлених стандартів ДСТУ EN ISO, ДСТУ ISO (див. Додаток 1 до частини I «Класифікація» Правил класифікації та побудови суден), вимог до поліетиленів високої (HDPE), середньої (MDPE) та низької (LDPE) щільності і акрилонітрил бутадієн стиролів (ABS) згідно зі стандартами інших класифікаційних товариств. При підготовці цього видання враховано зміни, внесені циркулярними листами Регістру судноплавства України №211.1.4-1181Ц від 29.05.2017р., №28.8-47 від 10.01.2024р., №28.8-70 від 17.01.2024р., №28.8-306 від 01.03.2024р., №28.8-334 від 06.03.2024р., №34.8-680 від 03.06.2024р., №111/34-24 від 03.07.2024р., №125/34-24 від 17.07.2024р., вимоги застосовних Міжнародних конвенцій та кодексів, прийнятих відповідними резолюціями Міжнародної морської організації (ІМО), вимоги застосовних документів Європейської економічної комісії ООН, Дунайської Комісії та директив Європейського Парламенту і Ради, змін і доповнень, прийнятих за результатами аналізу досвіду застосування Правил класифікації та побудови малих суден попередніх видань та Правил інших класифікаційних товариств.

При розробленні цих Правил також враховані:

Закон України «Про внутрішній водний транспорт» №1054-ІХ від 03.12.2020, у редакції від 13 грудня 2022 року № 2849-ІХ;

Наказ Міністерства розвитку громад, територій та інфраструктури України від 30.05.2023 року за № 462 «Про затвердження Положення про річкову інформаційну службу»;

Наказ Регістру судноплавства України від 02.02.2024р., №13 «Про впровадження нової торговельної марки Регістру судноплавства України».

Перелік частин, що увійшли до цих Правил:

Частина II Корпус

Частина III Пристрої, обладнання та забезпечення

Частина IV Остійність, непотоплюваність та надводний борт

Частина V Механічні установки. Механізми. Системи та трубопроводи.

Частина VI Автоматизація

Частина VII Електричне обладнання

Частина VIII Радіо - та навігаційне обладнання

Частина IX Рятувальні засоби

Частина X Протипожежний захист

Частина XI Випробування суден

**Частина XII Матеріали**

Частина XIII Особливі вимоги до суден для комерційного перевезення пасажирів

Частина XIV Засоби щодо запобігання забрудненню з суден.

Частина XV Зварювання

Правила класифікації та побудови малих суден Регістру судноплавства України затверджені згідно з діючим положенням і вступають у силу 0X.0X.2024 року.

Правила публікуються українською та англійською мовами. У разі розбіжностей між текстами українською та англійською мовами та сумнівів щодо тлумачення Правил текст українською мовою переважатиме.

**Офіційне видання  
Регістр судноплавства України**

© Регістр судноплавства України, 2024



### Зміни

Частина XII Правил класифікації та побудови малих суден видання 2024 року, порівняно з її виданням 2015 року, містить нижчезазначені зміни та доповнення.

<b>Розділи\підрозділи\пункти, що змінюються</b>	<b>Інформація про зміни</b>	<b>Підстава для внесення змін</b>	<b>Дата вступу у силу</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Розділ 4	Уточнено посилання на частину VI «Протипожежний захист» Правил класифікації та побудови морських суден.	Аналіз застосування Правил у наглядовій діяльності	Дата затвердження Правил
Розділ 9	Прибрано індексацію п. 9.2.2.	Аналіз застосування Правил у наглядовій діяльності	Дата затвердження Правил

## 1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

### 1.1 ОБЛАСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ

**1.1.1** Вимоги цієї частини Правил поширюються на матеріали, які застосовуються для виготовлення елементів корпусу, пристроїв та обладнання.

Вимоги до матеріалів, що застосовуються для виготовлення елементів механізмів, систем і трубопроводів, у тому числі для зварювання, викладено у частинах XIII «Матеріали» та XIV «Зварювання» Правил класифікації та побудови морських суден.

Вимоги до матеріалів, які застосовуються для виготовлення елементів електрообладнання суден, викладено у 2.3 частини VII «Електричне обладнання» цих Правил.

**1.1.2** В якості альтернативи матеріали, що застосовуються для побудови корпусу, можуть відповідати вимогам стандартів ДСТУ EN ISO 12215 «Малі судна. Конструкція і набір корпусу – частини 1÷6».

**1.1.3** Матеріали, що застосовуються для побудови суден змішаних прибережних районів плавання, повинні задовольняти вимогам до матеріалів для суден відповідних морських прибережних районів плавання.

**1.1.4** Матеріали, що застосовуються для побудови суден необмеженого, морських обмежених **R1, R2** та прибережних **1 і 2** районів плавання, вимоги до яких не наведені в цій частині, повинні відповідати частині XIII «Матеріали» Правил класифікації та побудови морських суден.

**1.1.5** Матеріали, які застосовуються для побудови суден із залізобетону, повинні відповідати вимогам Правил побудови корпусів морських суден та плавучих споруд із застосуванням залізобетону.

**1.1.6** Матеріали, до яких пред'являються вимоги, не передбачені цією частиною, а також не регламентовані цією частиною матеріали, хімічний склад, механічні і експлуатаційні властивості яких не розглядалися Регістром для цього призначення, підлягають спеціальному розгляду Регістром.

Матеріали, що виготовляються відповідно до міжнародних, національних стандартів або за специфікаціями чи іншою технічною документацією, можуть бути допущені Регістром для конкретного призначення за умови виконання вимог цих Правил.

Регістр може допустити постачання матеріалів та виробів лише за стандартами, специфікацією або спеціальною технічною документацією.

За наявності відмінностей між зазначеною вище документацією та Правилами випробування матеріалів та їх оцінка повинні здійснюватися з урахуванням найбільш жорстких вимог.

**1.1.7** Матеріали та вироби, що підлягають технічному нагляду Регістром, повинні поставлятися з Сертифікатами Регістру та повинні виготовлятися підприємствами, що мають Свідоцтво про визнання виробника (СВВ), (див. 1.1.4 частини XIII «Матеріали» Правил класифікації та побудови морських суден).

**1.1.8** Наведені нижче матеріали та вироби, що підлягають технічному нагляду Регістром, можуть поставлятися з сертифікатами виробника за умови наявності у підприємства системи якості, сертифікованої Регістром, та Свідоцтва про типове схвалення (СТС) на вид продукції:

- 1 матеріали для армованих пластмасових конструкцій;
- 2 шаруваті текстильні матеріали;
- 3 світлоповертаючі матеріали;
- 4 пінопласти;
- 5 арматура та трубопроводи з пластмаси;
- 6 антикорозійні покриття.

**1.1.9** Ця частина містить додатки, позначені латинськими літерами **A, B, C, D**.

Посилання в основному тексті цих Правил на пункти додатків містить літерний код, що свідчить про належність до того чи іншого додатку.

### 1.2 ОБСЯГ ТЕХНІЧНОГО НАГЛЯДУ. МЕТОДИ ВИПРОБУВАНЬ, МАРКУВАННЯ ТА ДОКУМЕНТИ

Ця частина визначає вимоги до:

- обсягу технічного нагляду та випробувань під час первісного огляду виробництва матеріалів та виробів, до лабораторій, що виконують випробування матеріалів, а також під час здійснення технічного нагляду Регістром у процесі виготовлення матеріалів та виробів;

- до видів і методів випробувань, типів і розмірів зразків, до їх виготовлення (з металу, пластику, армованого волокном\*, поліетилену і матеріалів органічного походження - за відсутності таких у цій частині), і які підлягають технічному нагляду під час виготовлення.

\* *Примітка:* Далі по тексту – АВ-пластику.

Маркування та документи матеріалів, виробів або напівфабрикатів повинні відповідати вимогам частини XIII «Матеріали» Правил класифікації та побудови морських суден.

## 2 МЕТАЛЕВІ МАТЕРІАЛИ

### 2.1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

**2.1.1** У разі застосування металів та сплавів для виготовлення елементів корпусу та обладнання судна повинні бути передбачені заходи, що виключають виникнення електрохімічної та контактної корозії, наприклад, підбір сумісних матеріалів та застосування ізоляційних прокладок, покриттів та протекторного захисту.

**2.1.2** У разі виготовленні елементів корпусу або обладнання з матеріалів, що значно відрізняються за механічними властивостями, повинні бути передбачені відповідні конструктивні та технологічні рішення для запобігання виникненню напруги, тріщин та розшарування.

**2.1.3** Зниження маси сталевих корпусу можливе за рахунок використання для навантажених елементів корпусу сталей підвищеної міцності, а також зменшення або виключення запасів на корозійний знос за умови, що корпус буде мати стійке лакофарбове або інше захисне покриття.

З цією ж метою можуть використовуватися нержавіючі та плаковані сталі або цинкове покриття.

**2.1.4** У разі використанні комбінації металів різного типу або складу гальванічна різниця потенціалів повинна розглядатися для того, щоб уникнути контактної корозії.

*Примітка:* середня швидкість корозії сталі у воді залежить від якості захисного покриття, району плавання та умов експлуатації. На швидкість корозії впливає вибір електродів для зварювання або матеріалу заклепок.

**2.1.5** Зниження негативного впливу металу та неметалічних матеріалів один на одного при контакті повинно бути враховано під час вибору матеріалів або повинні бути вжиті заходи щодо нейтралізації такого впливу, наприклад, шляхом екранування або ізоляції.

Такими матеріалами можуть бути породи дерева, що містять певні хімічні речовини або композити з використанням електропровідного матеріалу, наприклад, волокна з високоміцного вуглецю.

**2.1.6** Застосування АВ-пластику у якості захисного покриття для металу можливе за погодженою Регістром технологією.

### 2.2 СТАЛЬ ТА ЧАВУН

#### 2.2.1 Використання сталі.

**2.2.1.1** За хімічним складом сталь, що використовується для виготовлення сталевих корпусів, поділяється на звичайну вуглецеву сталь, низьколеговану сталь підвищеної міцності і аустенітну нержавіючу сталь.

За ступенем розкислення в процесі плавки сталь розподіляється на киплячу, напівспокійну та спокійну.

Для корпусів суден рекомендується використовувати спокійну сталь.

**2.2.1.2** Мінімальні механічні властивості звичайної вуглецевої сталі повинні бути не меншими:

- границя плинності  $R_{eH}=235\text{Н/мм}^2$ , та
- границя міцності на розтягування  $R_m=400\text{Н/мм}^2$ .

Використання звичайної вуглецевої сталі рекомендується для побудови суден через її пластичність, хорошу зварюваність і малу ймовірність зниження або втрати механічних властивостей після зварювання.

**2.2.1.3** Сталі підвищеної міцності, крім цілей, зазначених у **2.1.3**, можуть використовуватися для елементів корпусу у випадках, коли мають місце втомні навантаження, але втомна міцність зварного з'єднання може бути менше, ніж у зварного з'єднання зі звичайних сталей.

Перш ніж піддавати сталь під час виготовлення термомеханічній обробці з подальшим нагріванням для прокатки чи зняття напруги або піддавати термічному впливу при зварюванні (HAZ) повинен враховуватися ступінь втрати механічних властивостей та подальше їх відновлення.

Механічні властивості сталей підвищеної міцності повинні бути не меншими:

- границя плинності:  $R_{eH}$  від 315 до 390Н/мм<sup>2</sup>, та
- границя міцності на розтягування  $R_m=440/570\div 510/660\text{Н/мм}^2$ .

**2.2.1.4** Нержавіючі сталі можуть застосовуватися при побудові суден, враховуючи:

- умови, у яких судно експлуатуватиметься;
- заходи щодо ізоляції один від одного та щодо захисту поверхні або покриття будь-якого поєднання різних металів; і

- конструкцію деталей, щоб зменшити можливість точкової та/або щілинної корозії.

**2.2.1.5** Деталі сталевих корпусу, що виготовляються за допомогою відливки, вільного кування або пресового штампування (форштовні, ахтерштовні, кронштейни та ін.), повинні виготовлятися зі сталі, що зварюється.

У разі відсутності інформації щодо дійсного значення міцності на розтягування даного матеріалу, для розрахунків слід приймати:

$R_m=400\text{Н/мм}^2$  – для конструкційних сталей;

$R_m=550\text{Н/мм}^2$  – для хромонікелевих сталей.

### **2.2.2 Застосування чавуну.**

**2.2.2.1** Допускається застосування для елементів корпусу, виробів та деталей суднових пристроїв та суднового машинобудування виливків із чавуну з кулястим графітом, сірого чавуну або ковкого чавуну.

**2.2.2.2** Застосування чавуну для побудови суден необмеженого, морських обмежених, прибережних 1 і 2 районів плавання проводиться відповідно до вимог розділу 3 частини XIII «Матеріали» Правил класифікації та побудови морських суден.

Для суден прибережних 3÷5 районів плавання допускається застосування чавунів, виготовлених відповідно до національних чи міжнародних стандартів.

## **2.3 АЛЮМІНІЄВІ СПЛАВИ**

### **2.3.1 Сфера застосування.**

**2.3.1.1** Вимоги цього розділу поширюються на здеформовані алюмінієві сплави, виливки з алюмінієвих сплавів, заклепки, перехідні з'єднання, що використовуються для побудови корпусів суден, надбудов та інших конструкцій.

**2.3.1.2** Для здеформованих алюмінієвих сплавів ці вимоги поширюються на вироби в діапазоні товщини від 3мм до 50мм включно.

**2.3.1.3** Застосування цих положень до виробів зі здеформованих алюмінієвих сплавів за межами цього діапазону товщини вимагає попереднього узгодження з Регістром.

### **2.3.2 Загальні положення**

**2.3.2.1** Усі алюмінієві сплави повинні виготовлятися під технічним наглядом Регістру підприємствами, визнаними відповідно до вимог **1.3.1** частини XIII «Матеріали» Правил класифікації та побудови морських суден.

Матеріал, що відповідає вимогам Регістру, постачається зі свідоцтвами та тавром Регістру.

**2.3.2.2** Продукція прокату, продукція виеструдована, продукція волочіння, ливарна продукція та стан їхньої поставки повинні відповідати вимогам **5.1, 5.2** частини XIII «Матеріали» Правил класифікації та побудови морських суден.

**2.3.2.3** Позначення здеформованих алюмінієвих сплавів відповідає ДСТУ EN 573-1:2022. У цих Правилах прийнято скорочене позначення, яке складається з чотирьох цифр, і яке застосовується при маркуванні продукції.

Позначення ливарних алюмінієвих сплавів відповідає ДСТУ EN 1780-2:2003.

Позначення термічної обробки при постачанні (стан постачання) відповідає ДСТУ EN 515:2018.

### **2.3.3 Здеформовані алюмінієві сплави.**

**2.3.3.1** Для виготовлення конструкцій суден (корпус, надбудови) рекомендується використовувати здеформовані алюмінієві сплави серій 5xxx (Al-Mg) та 6xxx (Al-Si-Mg), хімічний склад яких повинен відповідати вимогам, наведеним у таблиці 2.3.3.1.

При цьому необхідно враховувати, що для контакту з морською водою або при використанні в умовах морського середовища слід використовувати сплави з вмістом магнію менше 3% як такі, що здатні протистояти міжкристалічній та відшаровуючій формам корозії. Також у цих сплавах повинен бути обмежений вміст міді (до 0,10%).

**2.3.3.2** Механічні властивості здеформованих алюмінієвих сплавів, залежно від стану постачання, повинні відповідати вимогам, наведеним у таблицях 2.3.3.2-1 та 2.3.3.2-2.

Слід враховувати, що механічні властивості зварного з'єднання є нижчими для деформаційно зміцнених або термічно оброблених сплавів порівняно з властивостями основного матеріалу в цілому.

Таблиця 2.3.3.1. Хімічний склад здеформованих алюмінієвих сплавів<sup>1)</sup>.

Сплав	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Інші елементи <sup>2)</sup>	
									кожен	разом
5083	0.40	0.40	0.10	0.4÷1.0	4.0÷4.9	0.05÷0.25	0.25	0.15	0.05	0.15
5383	0.25	0.25	0.20	0.7÷1.0	4.0÷5.2	0.25	0.4	0.15	0.05 <sup>5)</sup>	0.15 <sup>5)</sup>
5059	0.45	0.50	0.25	0.6÷1.2	5.0÷6.0	0.25	0.4÷0.9	0.20	0.05 <sup>6)</sup>	0.15 <sup>6)</sup>
5086	0.40	0.50	0.10	0.2÷0.7	3.5÷4.5	0.05÷0.25	0.25	0.15	0.05	0.15
5754	0.40	0.40	0.10	0.50 <sup>3)</sup>	2.6÷3.6	0.3 <sup>3)</sup>	0.20	0.15	0.05	0.15
5456	0.25	0.40	0.10	0.5÷1.0	4.7÷5.5	0.05÷0.20	0.25	0.20	0.05	0.15
6005A	0.5÷0.9	0.35	0.30	0.050 <sup>4)</sup>	0.4÷0.7	0.30 <sup>4)</sup>	0.20	0.10	0.05	0.15
6061	0.4÷0.8	0.70	0.15÷0.4	0.15	0.8÷1.2	0.04÷0.35	0.25	0.15	0.05	0.15
6082	0.7÷1.3	0.50	0.10	0.4÷1.0	0.6÷1.2	0.25	0.20	0.10	0.05	0.15

<sup>1)</sup> Склад у відсотках від маси до максимуму, якщо не показано як діапазон.

<sup>2)</sup> Включає Ni, Ga, V та перелічені елементи, для яких не вказано конкретне обмеження.

<sup>3)</sup> Mn + Cr : 0.10÷0.60.

<sup>4)</sup> Mn + Cr : 0.12÷0.50.

<sup>5)</sup> Zr<sub>max</sub> = 0,20%. Загальна кількість інших елементів не включає цирконій.

<sup>6)</sup> Zr = 0,05÷0,25%. Загальна кількість інших елементів не включає цирконій.

Таблиця 2.3.3.2-1. Механічні властивості для прокату товщиною 3мм≤t≤50мм.

Сплав	Стан постачання	Товщина t, мм	Мінімальна границя плинності R <sub>p0.2</sub> , Н/мм <sup>2</sup>	Мінімальна гранична міцність на розрив R <sub>m</sub> або діапазон Н/мм <sup>2</sup>	Подовження min, % <sup>1)</sup>	
					A <sub>50мм</sub>	A <sub>5d</sub>
5083	O	3≤t≤50	125	275-350	16	14
	H111	3≤t≤50	125	275-350	16	14
	H112	3≤t≤50	125	275	12	10
	H116	3≤t≤50	215	305	10	10
	H321	3≤t≤50	215-295	305-385	12	10
5383	O	3≤t≤50	145	290		17
	H111	3≤t≤50	145	290		17
	H116	3≤t≤50	220	305	10	10
	H321	3≤t≤50	220	305	10	10
5059	O	3≤t≤50	160	330		24
	H111	3≤t≤50	160	330	24	24
	H116	3≤t≤20	270	370	10	10
		20<t≤50	260	360	10	10
	H321	3≤t≤20	270	370	10	10
		20<t≤50	260	360	10	10
5086	O	3≤t≤50	95	240-305	16	14
	H111	3≤t≤50	95	240-305	16	14
	H112	3≤t≤12.5	125	250	8	
		12.5<t≤50	105	240		9
H116	3≤t≤50	195	275	10 <sup>2)</sup>	9	
5754	O	3≤t≤50	80	190-240	18	17
	H111	3≤t≤50	80	190-240	18	17
5456	O	3≤t≤6.3	130-205	290-365	16	
		6.3<t≤50	125-205	285-360	16	14
	H116	3≤t≤30	230	315	10	10
		30<t≤40	215	305		10
		40<t≤50	200	385		10
	H321	3≤t≤12.5	230-315	315-405	12	
		12.5<t≤40	215-305	305-385		10
	40<t≤50	200-295	285-370		10	

<sup>1)</sup> Подовження в 50мм застосовується для товщини до 12,5мм включно і в 5d для товщини понад 12,5мм.

<sup>2)</sup> 8% для товщини до 6,3мм включно.



Таблиця 2.3.3.2-2. Механічні властивості для екструдованих виробів товщиною  $3\text{мм} \leq t \leq 50\text{мм}$ .

Сплав	Стан постачання	Товщина $t$ , мм	Мінімальна границя плинності $R_{p0.2}$ , Н/мм <sup>2</sup>	Мінімальна гранична міцність на розрив $R_m$ або діапазон Н/мм <sup>2</sup>	Подовження min, % <sup>1)2)</sup>	
					$A_{50\text{мм}}$	$A_{5d}$
5083	О	$3 \leq t \leq 50$	110	270-350	14	12
	H111	$3 \leq t \leq 50$	165	275	12	10
	H112	$3 \leq t \leq 50$	110	270	12	10
5383	О	$3 \leq t \leq 50$	145	290	17	17
	H111	$3 \leq t \leq 50$	145	290	17	17
	H112	$3 \leq t \leq 50$	190	310		13
5059	H112	$3 \leq t \leq 50$	200	330		10
5086	О	$3 \leq t \leq 50$	95	240-315	14	12
	H111	$3 \leq t \leq 50$	145	250	12	10
	H112	$3 \leq t \leq 50$	95	240	12	10
6005A	T5	$3 \leq t \leq 50$	215	260	9	8
	T6	$3 \leq t \leq 10$	215	260	8	6
		$10 < t \leq 50$	200	250	8	6
6061	T6	$3 \leq t \leq 50$	240	260	10	8
6082	T5	$3 \leq t \leq 50$	230	270	8	6
	T6	$3 \leq t \leq 5$	250	290	6	
		$5 < t \leq 50$	260	310	10	8

<sup>1)</sup> Значення застосовні як для зразків для випробувань на поздовжній, так і для поперечний розтяг.

<sup>2)</sup> Подовження в 50мм застосовується для товщини до 12,5мм включно, а в 5d - для товщини понад 12,5мм.

**2.3.3.3** Сплави 6005A і 6061 серії бxxx не можна використовувати в безпосередньому контакті з морською водою, якщо вони не захищені анодами та/або лакофарбовим покриттям.

#### 2.3.4 Виливки з алюмінієвих сплавів

**2.3.4.1** Хімічний склад і механічні властивості виливків з алюмінієвих сплавів повинні відповідати вимогам таблиці 2.3.4.1.

**2.3.4.2** Значення механічних властивостей, наведені в таблиці 2.3.4.1, стосуються піщаних виливків. У разі використання металевих форм або лиття під тиском значення механічних властивостей можуть бути більш високими.

**2.3.4.3** Використання сплавів з хімічним складом і механічними властивостями, що відрізняються від наведених у таблиці 2.3.4.1, повинно бути узгоджене з Регістром.

Таблиця 18.2.2.1. Хімічний склад і механічні властивості виливків з алюмінієвих сплавів

Сплав	Хімічний склад <sup>1)</sup> (основні елементи) [%]	Стан постачання	Механічні властивості <sup>2)</sup>			
			Мінімальна границя плинності $R_{p0.2}$ <sup>3)</sup> , Н/мм <sup>2</sup>	Мінімальна гранична міцність на розрив $R_m$ , Н/мм <sup>2</sup>	Подовження $A$ , %	Твердість за Брінеллем, НВ (приблизні значення)
AlMg5(Si) (EN AC-51400)	Mg = 4.5-6.5 Si ≤ 1.5 Mn ≤ 0.45 Все інше	F	100	160	3	60
AlMg9 (EN AC-51200)	Mg = 8-10,5 Si ≤ 2.5 Fe ≤ 1 Все інше	T4	170	280	8	70
AlSi9Mg (EN AC-43300)	Si = 9-10 Mg = 0.25-0.45 Mn ≤ 0,1 Все інше	F	90	170	2	55
		T6	190	230	2	75
AlSi11 (EN AC-44000)	Si = 10-11.8 Mg ≤ 0.45 Mn ≤ 0.1 Все інше	F	70	150	6	45
		T6	-	180	6	50

**Примітки:**

<sup>1)</sup> Допустимий вміст домішок береться відповідно до ДСТУ-EN 1706:2006.

<sup>2)</sup> Механічні властивості, визначені на окремо відлитих зразках.

<sup>3)</sup> Для інформації

**2.3.4.4** Як правило, вимогами цих Правил є тільки значення міцності на розрив і відносного подовження, значення границі плинності наведені для інформації.

### 2.3.5 Заклепки

**2.3.5.1** Для заклепок або прутків, виготовлених із магнієвих сплавів, вміст магнію не повинен перевищувати 3,9%.

Хімічний склад прутків, що використовуються для виготовлення заклепок, повинен відповідати вимогам таблиці 2.3.5.1.

**Таблиця 2.3.5.1.** Хімічний склад прутків, що використовуються для виготовлення заклепок, у відсотках.

Елемент	Сплав	
	5154A	6082
Cu	0.10 max	0.10 max
Mg	3.10-3.90	0.60-1.20
Si	0.50 max	0.70-1.30
Fe	0.50 max	0.50 max
Mn	0.10-0.50	0.40-1.00
Zn	0.20 max	0.20 max
Cr	0.25 max	0.25 max
Ti	0.20 max	0.10 max
Інші елементи	кожного	0.05 max
	усього	0.15 max
Al	решта	решта
Стан постачання	О	T5, T6

**2.3.5.2** Механічні властивості прутків, що використовуються для виготовлення заклепок, повинні відповідати вимогам таблиці 2.3.5.2.

**Таблиця 2.3.5.2.** Механічні властивості прутків, що використовуються для виготовлення заклепок.

Механічні властивості	5154A	6082
Мінімальна границя плинності $R_{p0.2}$ , Н/мм <sup>2</sup>	90	120
Мінімальна гранична міцність на розрив $R_m$ , Н/мм <sup>2</sup>	220	190
Подовження $A$ , %	18	16

### 2.3.6 Перехідні з'єднання

Біметалеві перехідні з'єднання алюміній/сталь (шаруватий композиційний матеріал) та стан їхньої поставки повинні відповідати вимогам 5.3 частини XIII «Матеріали» Правил класифікації та побудови морських суден.

## 2.4 СПЛАВИ МІДІ

**2.4.1** Для виготовлення елементів пристроїв та обладнання судна, а також засобів кріплення (заклепки, шурупи, гвинти та ін.) повинні застосовуватись сплави міді, що піддаються пластичній обробці, з механічними властивостями та хімічним складом, що відповідають вимогам національних нормативних документів, визнаних Регістром.

**2.4.2** Для лиття елементів пристроїв та обладнання судна (у т.ч. для гребних гвинтів) необхідно застосовувати сплави міді, рекомендовані розділом 4 частини XIII «Матеріали» Правил класифікації та побудови морських суден.

## 2.5 МЕТАЛЕВЕ КРІПЛЕННЯ

**2.5.1** Металеве кріплення повинне виготовлятися з наступних металів:

- мідь;
- сталь із гальванічним покриттям;

- кремніста бронза;
- алюмінієва бронза;
- нержавіюча сталь;
- мідно-нікелевий сплав.

**2.5.2** Металеве кріплення щодо механічних властивостей та хімічного складу повинне задовольняти вимоги визнаних національних нормативних документів.

**2.5.3** Сталеve кріплення повинне мати гальванічне покриття.

Гвинти та саморізи малих розмірів, для яких не застосовується гарячий спосіб цинкування, можуть бути оцинковані методом гальванізації за умови отримання покриття товщиною не менше 24мк.

**2.5.4** Нержавіюче сталеve кріплення повинно бути з відповідного сорту аустенітної сталі.

**2.5.5** Латунне кріплення не повинно застосовуватися для конструкційних цілей.

**2.5.6** Алюмінієва бронза може застосовуватися для болтів великих розмірів там, де потрібна підвищена міцність.

**2.5.7** Деталі кріплення баластного кіля повинні виготовлятися з наступних металів: вуглецева сталь, нержавіюча сталь, титанові сплави або кольорові мідно-нікелеві сплави.

Допускається застосування кріплення із алюмінієвих сплавів, дозволених стандартом ДСТУ EN ISO 12215 «Малі судна. Конструкція і набір корпусу. частина 9: Баластні кілі вітрильних суден».

## 2.6 МАТЕРІАЛ МЕТАЛЕВОГО БАЛЕРУ

### 2.6.1 Загальні відомості.

Балери стерна можуть бути виготовлені із металів, описаних нижче. Інші метали або сплави також можуть застосовуватися за умови, що вони підходять для використання у морській воді.

### 2.6.2 Корозійностійка (нержавіюча) та звичайна сталь.

**2.6.2.1** Корозійностійкі (нержавіючі) сталі повинні відповідати визнаним національним стандартам і належати до сталі мартенситного (M), мартенситно-феритного (MF), феритного (F), аустенітно-мартенситного (AM), аустенітного (A), аустенітно-феритного (AF) та дисперсійно-твердіючих (загартованих, PH) класів.

Умовну класифікацію корозійностійкої сталі залежно від хімічного складу та структури наведено в **3.16.1.1** та **3.16.1.5** частини XIII «Матеріали» Правил класифікації та побудови морських суден.

**2.6.2.2** Дисперсійно-твердіючі нержавіючі сталі повинні піддаватися термічній обробці, щоб знизити їхню крихкість, зберігши міцність.

Для з'єднання загартованих сталей зварювання повинне застосовуватися тільки для точкових або прихватних швів, і не повинно використовуватися в з'єднаннях, що піддаються значному механічному впливу, та в районах з високими напруженнями. Ці сталі мають нижчу корозійну стійкість.

**2.6.2.2** Сталь з низьким вмістом вуглецю, має кращу корозійну стійкість у порівнянні з іншими.

Холоднокатані, штамповані або ковани вироби з цих сталей мають високі механічні властивості (болти, прутки і т.і.), але важко піддаються механічній обробці.

### 2.6.3 Алюмінієві сплави.

Алюмінієві сплави, що допускаються для використання як матеріал металевого балеру, вказані в стандарті ДСТУ EN ISO 12215.

Деякі з них можуть піддаватися термообробці. Їх корозійна стійкість у воді невелика.

У Керівництво для власника судна повинна включатися інформація про ризик корозії та про періодичність технічного огляду та обслуговування.

Використання сплавів, що містять мідь, не допускається.

### 2.6.4 Титанові сплави.

Титанові сплави мають високі механічні властивості, що дозволяє виготовляти з них балери малого діаметра.

Невисоке значення модуля пружності ( $45000\text{Н/мм}^2$ ) титанового сплаву може викликати деформацію балеру під впливом бічної сили.

## 3 ДЕРЕВИНА

## 3.1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Для виготовлення корпусних конструкцій та обладнання повинні застосовуватись сорти суцільної деревини та фанери, зазначені у таблицях 3.1-1 та 3.1-2, з дотриманням відповідності характеристик вимогам національних стандартів.

Застосування інших сортів деревини, фанери чи шпону можливе за погодженням Регістру.

Під час вибору матеріалу необхідно враховувати загальноприйняті характеристики для конкретних порід деревини, такі як міцність, щільність, гнучкість, легкість обробки.

Таблиця 3.1-1. Властивості базової деревини.

№№ п/п	Торгівельна назва	Стійкість до гниття	Здатність до просочування	Здатність до склеювання	Середня щільність, кг/м <sup>3</sup>	Міцність при згині, Н/мм <sup>2</sup>	Міцність при розтягуванні, Н/мм <sup>2</sup>	Міцність при стисканні, Н/мм <sup>2</sup>	Модуль пружності при згині, Н/мм <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Береза	Н	Л	Л	650	120	137	43	15000
2	Вільха чорна	Н	Л	Л	550	90	90	40	9000
3	Бук	Н	Л	Л	690	120	135	60	14000
4	Дуб скельовий (дурмаст)	Т	В	Л	670	95	90	52	11000
5	Дуб	Т	В	Л	720	110	90	60	13000
6	Ясен	Н	Л	Л	680	120	130	52	13400
7	Ведьомський в'яз	Н	Д	Л	680	80	80	56	11000
8	В'яз	Н	Д	Л	680	80	80	56	11000
9	Ялиця	Д	Л	Л	450	68	84	40	10000
10	Модрина	Д	Д	Л	590	93	107	53	12000
11	Ялина	Н	Л	Л	470	68	80	43	10000
12	Сосна звичайна	Д	Л	Л	520	82	104	47	12000
13	Сосна смолиста	Д	Д	Д	670	102		50	12000
14	Ялиця Дугласа	Д	Д	Л	510	82	105	47	12000
15	Пероба	Т	В	Д	700	108		63	12500
16	Тіама, Геду нохор	Д	Д	Л	550	78		48	10000
17	Сапеле	Д	Д	Л	640	69	85	57	9800
18	Сіпо, Утіле	Т	Д	Л	630	100	110	58	11000
19	Гуареа, Боссе	Т	В	Л	600	94	52		11000
20	Африканське червоне дерево	Д	В	Л	500	75	75	43	9500
21	Американське червоне дерево	Т	В	Л	540	82	90	45	9500
22	Тік	В	В	В	670	100	115	60	13000
23	Окуме, Габон	Н			430	72	58	39	3000
24	Магоре	В	В	Л	620	103	85	53	11000
25	Агба, Ігола	Т	Д	Л	490	62	52	40	6500
26	Афрормозія, Кокродуа	В	В	Л	700	120	60		11600
27	Ідігбо, Фраміре	Т	Д	Л	550	74	42		8000
28	Мерангі	Т	Д	Л	560	105	129	53	12000
29	Янг	Д	Д	Л	760	125	140	28	16000
30	Кедр червоний	Т	Д	Л	390	53	50	32	7500
31	Іроко, Кампала	В	Д		620	95	79	55	11000
32	Бальза	Н			160	19	40	10	2600

**Примітки:**

1. Стійкість до гниття деревини визначається як:

Н – нестійка;

Д – достатньо стійка;

Т – стійка;

В – винятково стійка.

2. Ступінь, з якою деревина піддається просочуванню (імпрегнації), визначається як:

Л – легко поглинає імпрегнант;

Д – достатньо легко поглинає імпрегнант;

В – важко поглинає імпрегнант.

3. Ступінь зчеплення з синтетичними клеями, визначається як:

**Л** – легке отримання стійкого з'єднання клеєм;

**Д** – достатньо легке отримання з'єднання клеєм;

**В** – важке отримання стійкого з'єднання клеєм.

**Таблиця 3.1-2. Застосовність порід деревини для корпусу.**

№ за табл. 3.1-1	кіль, пластичний кіль	лейвуд	штевні	стрингери	флори	Шпангоут		Обшивка			бімси	Книпі		стрингери палуб	стілки рубок	Фанера	
						клеєний	гнутий	нижче ВЛ	вище ВЛ	настил палуб		вертикальні	горизонтальні			звичайна	формована
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	С	С	-	-	В	В
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	В	-
3	-	-	-	-	-	-	В	-	-	-	-	С	С	-	-	В	-
4	В+	В	В	В	В	В+	А	В	С	-	В+	В	А	В	В	-	-
5	В+	В	В	В	В	В+	А	В	В	-	В+	В	А	В	В	-	-
6	-	-	-	-	-	-	В	-	-	-	В	-	-	-	-	-	-
7	В++	В	В	С	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	В	-	-	А+	-	-	-	-	С	С	-	-	-	-
9	-	-	-	С	-	-	-	В	С	В	В++	-	-	-	-	-	-
10	С++	-	-	В	-	В++	-	-	С	-	В++	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	С	-	-	-	-	С	-	С++	-	-	-	-	-	-
12	С++	С	С	В	-	-	-	В	В	В	В++	-	-	С	-	С	-
13	-	-	-	В	-	-	-	А	В	В	В++	-	-	-	-	-	-
14	С++	С	С	В	-	-	-	В	В	В	В++	-	В	С	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-	-	В	В	А	-	В	-	В	-	-	-
16	-	-	-	-	-	-	-	В	В	В	-	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	В	-
18	-	-	-	-	-	-	-	В	В	В	-	-	-	-	-	А	В
19	-	-	-	-	-	-	В	-	-	-	-	-	-	-	-	А	В
20	С+	С	С	С	С	В++	-	С	В	В	В++	-	-	С	В	А	А
21	В+	В	В	-	В	-	-	В	В	-	В++	-	-	В	А	А	А
22	А+	А	А	А	А	А+	-	А	А	А	А+	А	А	А	А	-	-
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	В	-
24	-	-	-	-	-	-	-	-	В	В	В	-	-	В	В	А	В
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	В	-
26	В+	В	В	В	В	В+	В	В	В	В	В	В	В	В	В	А	В
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	А	В
28	С+	С	С	-	В	С	-	В	С	-	В+	В	В	-	В	А	В
29	С+	С	С	-	С	-	-	В	С	-	-	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-	-	-	С	С	-	-	-	-	-	-	В	А
31	-	-	-	В	А	А	-	А	А	А	-	-	-	А	-	-	-
32	Використовується тільки для заповнювача тришарових панелей (сендвіч-ламінат).																

**Примітки:**

1. Придатність деревини визначається як:

**А** – найкраще;

**В** – відповідає;

**С** – допускається.

2. Деталі з порід, що позначені знаком «+» виготовляються з суцільної деревини або можуть бути клеєної конструкції. Деталі з порід, що позначені знаком «++» повинні бути виключно клеєними.

3. Середня щільність, наведена в таблиці, відноситься до деревини, висушеної до вологи 15÷20%.

4. Застосування фанери для елементів корпусу описано у 3.4

### 3.2 БАЛЬЗА

**3.2.1** Як заповнювач тришарових панелей допускається використовувати деревину бальза, розрізану поперек волокон. Вологість цієї деревини перед використанням не повинна перевищувати 12%.

**2** Матеріал оболонки, який служить для двостороннього покриття наповнювача з бальзи, повинен мати міцність, достатню для сприйняття навантажень, а клей, що їх з'єднує, повинен бути на поліестеровій основі.

Бальза повинна мати міцність при зрізі згідно з таблицею 3.2.2.

**Таблиця 3.2.2. Значення міцності при зрізі бальзи.**

Щільність, кг/м <sup>3</sup>	Міцність при зрізі, Н/мм <sup>2</sup>
95	1,10
130	1,80
175	2,00

### 3.3 ЯКІСТЬ БАЗОВОЇ ДЕРЕВИНИ

**3.3.1** Деревина повинна бути хорошої якості та належним чином витримана, не мати деревної серцевини, заболоні, гнилі, уражень комахами, розшарування, поздовжніх тріщин та інших дефектів, які можуть несприятливо впливати на придатність матеріалу. Вона також повинна бути, як правило, без сучків.

**3.3.2** Деревина для елементів закладки повинна бути помірно витримана, а там, де існує ризик надмірного пересихання, повинна бути просочена гарячою лляною олією або оліфою відразу після встановлення, щоб запобігти розтріскуванню.

**3.3.3** Матеріал для обшивки корпусу та настилу палуби повинен бути, як правило, прямошаровим і, для настилу палуби, четвертинного розпилування.

**3.3.4** Деревина повинна зберігатися в сухому місці та перед використанням повинна мати вологість не більше 20%. Необхідно не допускати надмірного пересихання протягом побудови.

**3.3.5** Вологість матеріалів, призначених для склеювання, повинна складати близько 15%. Для матеріалу ламінованих деталей рекомендується штучне сушіння приблизно до 15% вологості.

**3.3.6** Вологість матеріалу обшивки корпусу та настилу палуби, які повинні покриватися захисним покриттям із використанням синтетичних смол, не повинна впливати на міцність зчеплення обшивки та покриття.

### 3.4 ЯКІСТЬ ФАНЕРИ

Фанера, призначена для конструктивних елементів набору корпусу, зовнішньої обшивки корпусу та настилу палуби, повинна бути виготовлена з елементів гарної якості як для зовнішніх, так і для внутрішніх шарів.

Деревина, що використовується для шпону, повинна бути твердих порід.

Шари шпону повинні з'єднуватися клеючими речовинами фенольного типу (водотермостійкими).

Породи деревини, придатні для виготовлення фанери - див. таблицю 3.1-1 та 3.1-2. Застосування інших порід деревини повинно бути узгодженим із Регістром.

Фанеру, виготовлену з менш твердих порід деревини, допускається застосовувати за умови посилення стійкості цієї деревини до гниття застосуванням відповідних засобів, наприклад, обробкою деревними консервантами.

Консервант повинен бути водовідштовхувального або іншого відповідного типу, повинен застосовуватись на стадії одержання шпону або після виготовлення фанери.

Фанера, призначена для елементів набору корпусу, зовнішньої обшивки та/або настилу палуби, повинна мати документ, що підтверджує відповідність вимогам Регістру.

### 3.5 ЗДАТНІСТЬ ДЕРЕВИНИ ДО ПРОСОЧУВАННЯ (ІМПРЕГНАЦІЇ)

**3.5.1** Поверхні конструктивних елементів, що стикаються, таких як шпангоути, бімси, поздовжні елементи та флори, повинні бути просочені протигрибковими засобами та засобами проти черв'яків.

**3.5.2** Усі поверхні конструктивних елементів, виготовлених із порід деревини, які наведені у таблиці 3.1-1 як:

**Н** – нестійка або

**Д** – достатньо стійка,

повинні бути просякнуті засобами захисту від грибка та комах.

Рекомендується просочення всіх поверхонь елементів, виготовлених навіть із порід деревини, позначених як:

**Т** – стійка або

**В** – винятково стійка.

**3.5.3** Засоби захисту від грибка та комах повинні відноситися до однієї з двох груп:

- водні розчини хромомідних або мідно-хромоарсенових солей;

- металоорганічні та органічні розчини.

Під час вибору засобів захисту від грибка повинна враховуватися їхня сумісність із засобами захисту поверхні (фарби або ламінат).

Застосування інших засобів захисту від грибка та комах повинно розглядатися та погоджуватися Регістром.

### 3.6 КЛЕЇ ДЛЯ ДЕРЕВЕИНИ

**3.6.1** Клей, що застосовується для з'єднання між собою дерев'яних елементів корпусу або шарів клеєних конструкцій, повинен бути резорцинового, фенолового, епоксидного або іншого подібного типу, повинен мати властивість заповнення щілин і забезпечувати стійкість з'єднання до впливу води.

**3.6.2** Клеї повинні готуватися та наноситися згідно з рекомендаціями виробника, дотримуючись вимог щодо температури та вологості навколишнього середовища.

## 4 ПЛАСТМАСИ І МАТЕРІАЛИ ОРГАНІЧНОГО ПОХОДЖЕННЯ

### 4.1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

**4.1.1** Усі пластмаси і матеріали органічного походження повинні відповідати наступним умовам, якщо тільки у підрозділах цього розділу відсутні спеціальні вимоги:

**.1** оцінюватися за горючістю, поширенням полум'я і займистістю, а також за кількістю диму і токсичних речовин відповідно до **1.6** частини VI «Протипожежний захист» Правил класифікації та побудови морських суден;

**.2** забезпечувати надійну роботу конструкцій і виробів на відкритій палубі при температурі від - 40 до +70°C, а у внутрішніх приміщеннях судна при температурі від -10 до +70°C, якщо умови експлуатації не передбачають нижчих або вищих робочих температур;

**.3** не ставати крихкими в процесі експлуатації і не знижувати своїх механічних властивостей більше ніж на 30% порівняно з початковими значеннями;

**.4** бути стійкими проти гниття і ураження грибками, а також негативно не впливати на матеріали, з якими вони стикаються.

### 4.2 ПЛАСТМАСИ

**4.2.1** Пластмаси і матеріали органічного походження, що застосовуються для побудови суден, повинні відповідати застосовним вимогам розділу **6**. «Пластмаси і матеріали органічного походження» частини XIII «Матеріали» Правил класифікації та побудови морських суден.

**4.2.2** Пластмаса, що застосовується у виробках, схильних до впливу сонця, повинна бути стійкою до ультрафіолетового випромінювання. При виборі виробів слід враховувати, що пластмаса темного кольору меншою мірою схильна до руйнування під впливом ультрафіолетового випромінювання, ніж пластмаса світлих тонів.

Застосування інших матеріалів повинно розглядатися та погоджуватися Регістром.

### 4.3 ПІНОПЛАСТИ

#### 4.3.1 Загальні вимоги.

**4.3.1.1** Вимоги підрозділу поширюються на пінопласти, що застосовуються для виготовлення виробів, які підлягають технічному нагляду Регістром.

**4.3.1.2** Пінопласти за властивостями та умовами застосування поділяються на три категорії:

категорія 1 - жорсткі пінопласти для заповнення просторів між поверхнями тришарових конструкцій, що несуть навантаження;

категорія 2 - жорсткі пінопласти для заповнення повітряних ящиків рятувальних шлюпок та інших аналогічних порожнистих просторів;

категорія 3 - еластичні пінопласти для виготовлення плавучого матеріалу рятувальних жилетів.

**4.3.1.3** Фізико-механічні властивості пінопластів категорії 1 повинні відповідати вимогам таблиці 4.3.1.3.

**Таблиця 4.3.1.3. Фізико-механічні властивості пінопластів категорії I.**

Уявна щільність	Границя міцності при згині	Модуль пружності при згині	Границя міцності при стисканні	Модуль пружності при стисканні	Водопоглинання за 24 г.
min, г/см <sup>3</sup>	min, МПа	min, МПа	min, МПа	min, МПа	max, кг/м <sup>3</sup>
0,8	0,3	12	0,7	30	0,2

**4.3.1.4** Фізико-механічні властивості пінопластів категорій 2 і 3 повинні відповідати вимогам схваленої Регістром технічної документації.

**4.3.1.5** Усадочні деформації пінопластів категорій 1 і 2 не повинні призводити до порушення адгезії з поверхнями, що обмежують.

**4.3.1.6** Пінопласт повинен бути стійким до дії нафтопродуктів та води, включаючи морську воду.

**4.3.1.7** Пінопласт повинен мати структуру, що складається головним чином із замкнутих комірок, і не повинен допускати деформацій та усадки, що перевищують величини допусків лінійних розмірів з часом або під впливом температур до +65°C.

**4.3.1.8** Заповнювачі (пінопласт, стільники), що використовуються в тришарових конструкціях, повинні бути стійкими до дії води, олії, рідкого палива.

Заповнювачі не повинні підтримувати горіння, руйнуватися у разі контакту з поліефірним або епоксидним зв'язуючим та ушкоджуватися гризунами.

#### **4.3.2 Конструкційний пінопласт.**

**4.3.2.1** Конструкційні пінопласти, що застосовуються у тришарових конструкціях, повинні мати щільність не нижче 40кг/м<sup>3</sup>.

Насичення вологи (за об'ємом) не повинно бути більшим:

- після однієї доби – 0,6%;
- після 7 діб – 1,0%.

**4.3.2.2** Конструкційні пінопласти повинні мати механічні властивості не нижче наведених у таблиці С.1 (пінопласти) Додатку С.

**4.3.2.3** Конструкційні пінопласти повинні мати міцність при зрізі та при стисканні не менше, ніж зазначено у таблиці 4.3.2.3.

**Таблиця 4.3.2.3. Механічні властивості пінопластів.**

Матеріал	Щільність, кг/м <sup>3</sup>	Орієнтовна міцність при зрізі, Н/мм <sup>2</sup>	Орієнтовна міцність при стисненні, Н/мм <sup>2</sup>
Поліхлорвініл, модифікований ізоціаном	50	0,65	0,60÷1,20
	60	0,95	
	70	1,30	
	80	1,50	
Поліхлорвініл термопластичний	80	0,70	0,58÷1,0
	100	1,60	

#### **4.3.3 Пінопласт для елементів плавучості.**

**4.3.3.1** Пінопласт для елементів плавучості може застосовуватися у формі готових елементів, таких як блоки та плити.

Відсіки плавучості можна також заповнювати двокомпонентним поліуретановим матеріалом, що самовспінюється, який утворюється безпосередньо всередині цих відсіків, за умови повного заповнення порожнин.

**4.3.3.2** Вимоги до пінопласту, що використовується для елементів плавучості суден, крім надувних та водних мотоциклів, викладено у 3.4 частини IV «Остійність, непотоплюваність і надводний борт» цих Правил (таблиця 3.4.1 «матеріал малої щільності»).

#### **4.3.4 Випробування пінопласту для водних мотоциклів.**

**4.3.4.1** Залежно від розташування матеріалу застосовуються такі види випробувань (див. таблицю 4.3.4.1):

- 1 випробування парами - перебування в атмосфері, насиченої парами бензину протягом 30 днів;



**2** добове випробування бензином - занурення на 24 години до еталонного палива В згідно з таблицею А.1 стандарту ДСТУ ISO 1817 «Гума вулканізована або термопластична. Визначення стійкості до дії рідин» або еквівалентне паливо, яке застосовується для двигуна водного мотоциклу;

**3** тридцятиденне випробування бензином - занурення протягом 30 днів до еталонного палива В згідно з таблицею А.1 стандарту ДСТУ ISO 1817 або паливо, яке застосовується для двигуна водного мотоциклу;

**4** добове випробування олією - занурення на 24 години до еталонної олії № 2 згідно з таблицею А.2.1.2 стандарту ДСТУ ISO 1817 або масло, що застосовується у водному мотоциклі;

**5** тридцятиденне випробування олією - занурення протягом 30 днів у еталонну олію № 2 за таблицею А.2.1.2 стандарту ДСТУ ISO 1817 або масло, що застосовується у водному мотоциклі;

**6** добове випробування нафтовмісними водами - занурення на 24 години в 5% розчин тринатрійфосфату у воді;

**7** тридцятиденне випробування нафтовмісними водами - занурення протягом 30 днів у 5%-ний розчин тринатрійфосфату у воді.

**Таблиця 4.3.4.1. Застосовність випробувань до матеріалу малої щільності водного мотоциклу в залежності від розташування.**

Вид випробування	Відсіки*		
	Моторний відсік	Моторне приміщення, окрім відкритого	Дно
Парами бензину	–	О	–
Добове бензином	–	–	О
30-денне бензином	О	–	–
Добове маслом	–	–	О
30-денне маслом	О	–	–
Добове нафтовмісними водами	–	–	О
30-денне нафтовмісними водами	О	–	–

\* - Визначення відсіків - див. 6.8.1 частин IV «Остійність, непотоплюваність і надводний борт» цих Правил.

О – випробування проводиться.

**4.3.4.2** Температура парів або рідини, що оточують матеріал, повинна перебувати в межах: при випробуванні парама – не нижче +38°C, при випробуванні зануренням у агресивні рідини – +23±2°C.

**4.3.4.3** Матеріали, що забезпечують плавучість, після завершення випробування не повинні втрачати більш як 5% своєї сили плавучості, тобто, збільшувати свою вагу лише на 5%.

Вимірювання втрати сили плавучості проводиться згідно ASTM D 2842 «Стандартний метод випробування водопоглинання твердих пористих пластмас».

**4.3.5 Випробування пінопласту суден із надувним корпусом.**

**4.3.5.1 Загальні положення.**

Десять зразків пінопласту, що використовується для матеріалу малої щільності, повинні піддаватися випробуванням, наведеним у **4.3.5.2÷4.3.5.4**. Вони повинні мати щонайменше форму квадрата зі стороною 300мм і бути такою ж товщиною, як на реальному судні.

Розміри зразків повинні фіксуватися наприкінці 10-денного циклу випробувань.

Зразки не повинні мати жодних ознак зовнішньої зміни структури чи механічних властивостей. Два зразки повинні бути розрізані і їхня внутрішня структура не повинна містити жодних ознак зміни.

Шість зразків повинні використовуватися для випробування на водопоглинання згідно з **4.3.5.3**, два з яких після цього повинні бути випробувані на стійкість до дії палива згідно з **4.3.5.4**.

У протоколах записується маса кожного зразку у кілограмах до початку випробування і після семи днів занурення у воду. Зменшення об'єму не повинно перевищувати 16% для зразків, які зазнали впливу дизельного палива та 5% для всіх інших зразків. Зразки не повинні мати таких пошкоджень, як усадка, розтріскування, здуття, розшарування або зміна механічних властивостей.

**4.3.5.2 Випробування на циклічну термостійкість.**

Шість зразків повинні поперемінно піддаватися охолодженню та нагріванню протягом 8 годин у діапазоні температур від –30 до +65°C. Ці цикли не повинні безперервно повторюватися один за одним. Застосовується така процедура:

а) У перший день зразки поміщаються в камеру на 8 годин за температури +65°C.

б) Зразки виймаються з теплової камери того ж дня і залишаються у приміщенні за кімнатної температури до наступного дня.

в) На другий день зразки поміщаються в морозильну камеру на 8 годин при температурі –30°C.

г) Зразки виймаються з морозильної камери того ж дня і залишаються у приміщенні за кімнатної температури до третього дня.

Процедура повторюється до виконання 10 циклів (а, б, в, г).

#### **4.3.5.3 Випробування на водопоглинання.**

Випробування повинно проводитися у прісній воді.

Зразок занурюється у воду на сім днів на глибину 1,25м. Випробування проводиться:

а) на двох нових зразках, та

б) на двох зразках, підданих випробуванню на циклічну термостійкість згідно з **4.3.5.2**, та

в) на шести зразках, підданих випробуванню на циклічну термостійкість згідно з **4.3.5.2**, та після цього, які пройшли випробування на стійкість до дії палива згідно з **4.3.5.4**.

#### **4.3.5.4 Випробування на стійкість до дії палива.**

Шість зразків повинні бути занурені горизонтально на 24 години за нормальної кімнатної температури на глибину 100мм у такі види палива:

- два зразки – у дизельне паливо;

- два зразки – у бензин;

- два зразки – у біопаливо.

Після завершення випробування зразки не повинні мати ознак пошкоджень, таких як усадка, розтріскування, здуття, розшарування або зміна механічних властивостей.

## **5 ПЛАСТИКИ, АРМОВАНІ ВОЛОКНОМ**

### **5.1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ**

**5.1.1** Пластик, армований волокном, далі - АВ-пластик, що застосовується в корпусних конструкціях, виготовляється з армуючого матеріалу, скріпленого зв'язувальною речовиною.

**5.1.2** Панелі на основі АВ-пластиків, які застосовуються в корпусних конструкціях, повинні виготовлятися з АВ-пластиків та заповнювачів, склеєних зв'язувальною речовиною або клеєм.

Панелі на основі АВ-пластиків, як правило, повинні мати тришарову конструкцію.

**5.1.3** Для позначення матеріалів та їх комбінацій, що застосовуються у АВ-пластиках, використовуються скорочення та визначення, наведені далі.

**5.1.3.1** Скорочення, що застосовуються для шарів одношарової обшивки, оболонок тришарових панелей з АВ-пластику та посилення армуванням:

**CSM** – мат із рубаних волокон;

**WR** – ровінгова тканина;

**CP** – перехресне армування;

**UD** – односпрямована тканина.

**5.1.3.2** Скорочення, які застосовуються для заповнювачів тришарових панелей:

**PBX** – полівінілхлоридний пінопласт;

**SAN A** – стиролакрилонітрильний пінопласт.

**5.1.3.3** Визначення:

*Гелькоут* – гелеве покриття зовнішньої поверхні сформованого ламінату.

*Топкоут* - покриття для негелевої (внутрішньої) поверхні ламінату.

**5.1.3.4** Інші визначення, що стосуються АВ-пластику, наведено у **1.2.2** та **5.2.2** частини II «Корпус» цих Правил.

**5.1.4** Використання АВ - пластику, з іншим, ніж передбачено в цих Правилах, з'єднанням армуючих матеріалів і схем армування, а також виготовленого з використанням епоксидних та інших смол як зв'язувальної речовини, може бути допущено Регістром за умови подання Регістру вичерпних даних щодо механічних властивостей такого АВ - пластика та схвалення його типу, а також урахування його механічних характеристик при встановленні розмірів в'язей (конструкцій корпусу).

### **5.2 МАТЕРІАЛИ, ЩО ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ПЛАСТИКІВ, АРМОВАНИХ ВОЛОКНОМ**

**5.2.1** Для виготовлення АВ-пластиків повинні застосовуватися наступні армуючі матеріали:

*Мат із рубаних волокон* – хаотично розташовані рубані волокна, що з'єднуються зв'язувальною речовиною. Мати можуть бути заводського виробництва або виготовлятися на місці ручним укладанням чи напиленням.

*Рівниця (ровінг)* – товсті нитки, отримані шляхом легкого скручування армуючих волокон.

*Ровінгова тканина* – одношарова тканина, виткана з рівниці. Для цілей армування застосовується тканина сатинового переплетення.

*Мультиаксіальна тканина* – тканина з кількох різноспрямованих шарів армуючої тканини – див.

### 5.2.3.

*Однонаправлена тканина* – тканина з рівницею по основі (орієнтація під кутом  $0^\circ$ ) та нитками по утку (орієнтація під кутом  $90^\circ$ ), що має високі механічні властивості вздовж основи.

*Скlostітка* - тонка тканина, зіткана з волокон на основі Е-скла (полотняного або сатинового переплетення).

**5.2.2** Волокна, що застосовуються для армування, повинні виготовлятися на основі Е-скла, високоміцного вуглецю або арамідів.

Матеріал на основі Е-скла повинен відповідати вимогам стандарту ISO 2078 «Скловолокно-Нитки-Позначення».

Матеріали, що підлягають обробці та/або просоченню зв'язувальною речовиною, повинні бути сумісні з ним.

### 5.2.3 Мультиаксіальні тканини.

Мультиаксіальні тканини поділяються на такі види:

*Біаксіальна (двошарова) тканина ( $\pm 45^\circ$ )* – тканина з діагональною орієнтацією шарів з напрямком по основі під кутами  $+45^\circ$  та  $-45^\circ$  до основного напрямку укладання.

*Біаксіальна (двошарова) тканина ( $0/90^\circ$ )* – тканина з орієнтацією шарів по основі під кутами  $0^\circ$  та  $90^\circ$ .

*Збалансована квадроаксіальна (чотиришарова) тканина ( $0/90^\circ/+45^\circ/-45^\circ$ )* – тканина з орієнтацією шарів по основі у чотирьох напрямках:  $0^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $+45^\circ$ ,  $-45^\circ$ .

#### **Примітка:**

Біаксіальна (двошарова) тканина з орієнтацією шарів по основі під кутами  $0^\circ$  та  $90^\circ$  з нерівномірним розподілом щільності по шарах у співвідношенні: 80% - по основі, 20% - по утку, може бути різновидом односпрямованої тканини.

### 5.2.4 Зв'язуюче (зв'язувальна речовина).

**5.2.4.1** Зв'язуюче має різне призначення та відповідний йому склад. Зв'язуючі можуть використовуватися:

- як гелькоут, який дає гладку, еластичну та водостійку зовнішню поверхню ламінату;

- як зв'язуючий матеріал (смоли) для армуючих волокон ламінату;

- як топкоут для досягнення еластичності, водостійкості внутрішньої поверхні ламінату та покриття заклепок, головок болтів;

- як зв'язуючий матеріал для наповнювачів та шпаклівки.

**5.2.4.2** Властивості рідких зв'язуючих для ламінату (гелькоути, топкоути, смоли) повинні відповідати вимогам таблиці А.1 Додатку А.

**5.2.4.3** Властивості зв'язуючих для ламінату, включаючи суміші з допустимою кількістю наповнювача та інших добавок, при затвердінні повинні відповідати вимогам таблиці А.2 Додатку А.

**5.2.4.4** Базовий гелькоут після затвердіння повинен відповідати вимогам до зв'язуючого типу А згідно з таблицею А.2 Додатку А.

При конкретному застосуванні, для досягнення кращих властивостей з подовження та/або зниження водопоглинання, мінімальні значення властивостей зв'язуючого, що використовується для гелькоутів та топкоутів, можуть відхилятися від вимог для сполучних типу А у таблиці А.2 Додатку А.

**5.2.4.5** Властивості топкоуту повинні відповідати вимогам для зв'язуючих типу А, В або С згідно з таблицею А.2 Додатку А та вимогам при конкретному застосуванні, наприклад, забезпечувати:

- запобігання вивітрюванню;

- стійкість до впливу нафтовмісних вод;

- застосування для покриття головок заклепок, болтів тощо;

- використання в якості фарби.

**5.2.4.6** Кількість та типи наповнювачів та/або добавок повинні забезпечувати достатнє змочування армуючих волокон протягом часу гелеутворення, зазначеного виробником.

**5.2.4.7** Застосування каталізаторів і прискорювачів повинно відповідати приписам або рекомендаціям виробника зв'язуючого.

### 5.3 МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ АВ-ПЛАСТИКІВ

**5.3.1** Пластики, що застосовуються в корпусних конструкціях як одношаровий ламінат або оболонки тришарових панелей, повинні бути виготовлені як АВ-пластики на основі:

- Е-скла (склопластик);
- високоміцного вуглецю;
- арамиду.

**5.3.2** Механічні властивості АВ-пластиків повинні відповідати значенням, що визначаються і зазначаються у Додатку В.

### 5.4 МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗАПОНЮВАЧІВ ПАНЕЛЕЙ

**5.4.1** Як заповнювач тришарових панелей повинні застосовуватися пінопласти, бальза або стільники.

**5.4.2** Механічні властивості матеріалу заповнювача тришарових панелей повинні розраховуватися згідно з таблицею С 1 Додатку С.

Для полегшення користування цими Правилами розрахункові значення механічних властивостей типових матеріалів заповнювача наведено у таблиці С.2 Додатку С.

## 6 ЕЛАСТИЧНІ МАТЕРІАЛИ

### 6.1 ОСНОВНІ МАТЕРІАЛИ

#### 6.1.1 Загальні відомості.

**6.1.1.1** Дані вимоги поширюються на текстильні матеріали, що підлягають технічному нагляду Регістром, які мають гумове або полімерне водонепроникні покриття, призначені для виготовлення надувного корпусу.

**6.1.1.2** Для виготовлення надувного корпусу повинні застосовуватись високоеластичні полімерні матеріали – гуми (еластомери), а також термопласти та термоеластоласти (пластоміри).

**6.1.1.3** Гумові матеріали виготовляються з каучуків загального призначення – природного, ізопренового, бутадієнового, або з каучуків спеціального призначення – хлоропренового, бутилкаучуку, уретанового.

**6.1.1.4** Термопласти виготовляються на основі полівінілхлориду, поліуретану та інших матеріалів.

**6.1.1.5** Еластичні матеріали, які застосовуються при виготовленні надувного корпусу, повинні мати такі загальні властивості (див. також **6.3**):

- високу міцність при розриві та роздиранні;
- низьке подовження при розриві;
- герметичність та водонепроникність;
- високу стійкість до атмосферного впливу;
- міцність зчеплення (адгезії) полімерного покриття з армуючим текстилем;
- еластичність;
- невелику масу;
- великий термін служби;
- стійкість до стирання;
- стійкість до дії нафтопродуктів;
- стійкість до дії холоду.

**6.1.1.6** Як армуючий шар використовують текстильні матеріали, виготовлені на основі природних та синтетичних волокон.

Використовуються тканини з переплетенням ниток: простим (полотняне, суворе), дрібноузорчастим (рогожка, посилена саржа, складна саржа) та складним переплетенням.

Полотняне переплетення забезпечує найбільшу щільність та найбільшу міцність зв'язку між нитками основи та утку, що дозволяє зменшити масу прогумованої тканини, яка використовується для надувного корпусу.

#### 6.1.2 Застосування еластичних матеріалів.

**6.1.2.1** Властивості матеріалів визначаються їх складовими елементами – армуючим текстилем та полімерним покриттям.

Неармовані матеріали, що мають меншу міцність, повинні застосовуватися тільки для надувних корпусів човнів масою до 1223кг у стані водотоннажності у повному вантажі, довжиною менше 8м та потужністю двигуна не більше 15кВт. Для цих суден також можливе застосування армованих матеріалів.

Для інших суден повинні застосовуватися тільки армовані матеріали. Застосування матеріалів надувних корпусів представлено на рис. 6.1.2.1.

Маса, $m_{LDC}$	Тип I, II, IV	Тип V і VI	Тип VII і VIII	Тип IX і X
		При $m_{LDC} > 1223$ кг - армований матеріал	тільки армований матеріал	тільки армований матеріал довжина $L_H \geq 8$ м
1223 кг	армований або неармований матеріал	При $m_{LDC} < 1223$ кг - армований або неармований матеріал		
183 кг	Судна масою $m_{LDC}$ менше 183 кг не розглядаються			
0	4,5 кВт	15 кВт	75 кВт (тільки тип X)	Потужність двигунів

Рис. 6.1.2.1. Ілюстрація застосування матеріалів надувного корпусу в залежності від довжини, водотоннажності та потужності двигунів.

**6.1.2.2** Армовані матеріали мають у своїй основі текстильні тканини, що покриваються полімерними матеріалами. Для кращого зчеплення з полімерними матеріалами тканини підлягають спеціальній обробці.

Як армуючий шар використовуються:

- тканини ПВХ (полівінілхлорид), одношарові неармовані;
- три- та п'ятишарові тканини ПВХ, армовані поліестером;
- семишарові тканини, армовані ПВХ;
- синтетичний матеріал, отриманий на основі синтетичного каучуку (довговічніший у порівнянні з ПВХ).

**6.1.2.3** Усі матеріали, що забезпечують цілісність надувного корпусу, повинні відповідати вимогам **6.3** та повністю зберігати працездатність у діапазоні робочих температур:

- на суднах типів I, II і IV: від  $-5^{\circ}\text{C}$  до  $+60^{\circ}\text{C}$ ;
- на суднах типів V і VI: від  $-15^{\circ}\text{C}$  до  $+60^{\circ}\text{C}$ ;
- на суднах типів VII-X: від  $-20^{\circ}\text{C}$  до  $+60^{\circ}\text{C}$ .

### 6.1.3 Механічні властивості.

**6.1.3.1** Міцність тканини визначається як розривне зусилля при розтягуванні смужки тканини шириною 5 см та повинна становити не менше:

- 784,8Н/5 см - для суден I-II і IV÷VI типів;
- 1471,5Н/5 см - для суден VII і VIII типів з двигунами потужністю  $N_e \leq 45$ кВт;
- 2000,0Н/5 см - для суден VII÷VIII типів з двигунами потужністю  $45 < N_e \leq 75$ кВт та суден IX÷X типів.

**6.1.3.2** Відносне подовження при розриві повинне становити не менше 35% по основі та по утку.

## 6.2 ПРОСОЧЕННЯ І КЛЕЇ ДЛЯ НАДУВНОГО КОРПУСУ

**6.2.1** Для просочення тканин використовують гумові клеї (конструкційні клеї), які також придатні для герметичного і міцного з'єднання деталей конструкції (конфекційні клеї).

Гумові клеї є розчинами каучуків або вулканізованих гумових сумішей в органічних розчинниках.

**6.2.2** Як розчинники використовують бензин, етилацетат та їх суміші. Найбільш активними розчинниками каучуку є бензол, толуол, канпол, дихлоретан.

**6.2.3** Клеї поділяються за консистенцією: густі, рідкі та середньої концентрації.

Густими вважаються клеї з концентрацією від 1:1 до 1:5 (на 1кг гумової суміші припадає від 1 до 5л розчинника).

Клеї середньої концентрації мають співвідношення від 1:5 до 1:10, а рідкі – від 1:10 до 1:20.

**6.2.4** Прогумовані тканини перед впровадженням у виробництво повинні випробовуватися на: міцність на розрив; роздирання; герметичність, міцність адгезії покриття.

**6.2.5** Конфекційні клеї, як правило, є дисперсією полімерів в органічних розчинниках.

**6.2.6** Клеї розподіляються на дві групи:

- вулканізовані при кімнатній температурі (клеї холодного затвердіння);
- вулканізовані при підвищеній температурі (клеї гарячого затвердіння).

Термін придатності клею, що вулканізується при кімнатній температурі, становить 4÷8 годин. Вулканізація такого клею повинна проходити за температури 25÷30°C.

Вулканізація клею гарячої вулканізації повинна відбуватися за температури 140÷150°C.

## 6.3 ВИПРОБУВАННЯ МАТЕРІАЛІВ НАДУВНОГО КОРПУСУ

### 6.3.1 Вибір зразків.

Зразки для випробувань вибираються із партії матеріалів, поставлених для виготовлення суден.

Якщо матеріал вулканізується в процесі виготовлення суден, зразки для випробувань повинні бути вулканізовані одночасно з виготовленням корпусу.

### 6.3.2 Стійкість до дії рідин.

**6.3.2.1** Випробування проводиться для матеріалу надувного корпусу всіх типів суден.

**6.3.2.2** Перевірка проводиться шляхом витримки у рідинах зразків з розмірами не менше ніж 300×300мм.

Температура рідини повинна становити 70±2°C. Тип рідини та час витримки вказані у таблиці 6.3.2.2.

В обох випадках, зазначених у таблиці 6.3.2.2, після проведення випробувань зміна маси на одиницю площі зразку не повинна перевищувати 100г/м<sup>2</sup>.

**Таблиця 6.3.2.2. Перевірка на вплив рідин**

Рідина для перевірки	Період контакту
Нафта	22±0,15 год.
Солона вода: дистильована вода + 30 г хлористого натрію на 1 літр	не менше 336 год. (14 діб)

**6.3.2.3** Після закінчення випробування зразки не повинні забруднювати пальці при дотику, а при докладанні зусиль пальцями не повинно бути ніяких зрушень між шарами. Складений вдвічі змоченою поверхнею всередину зразок, після застосування стискаючого зусилля, не повинен злипатися.

**6.3.2.4** Після висихання з матеріалу вирізуються зразки і проводяться випробування при розтягуванні (див. 6.3.7) і на стійкість до холоду (див. 6.3.4).

### 6.3.3 Стійкість до дії озону.

**6.3.3.1** Випробування проводять на зовнішній стороні матеріалу суден всіх типів.

**6.3.3.2** Зразок згинається на 180° навколо оправки, діаметр якої дорівнює п'яти товщинам зразку, і піддається протягом 72 годин дії атмосфери з концентрацією озону 50мм рт. ст. при температурі 30+2°C та відносній вологості повітря 26%.

**6.3.3.3** Не повинно бути ознак розтріскування зразку після завершення випробування при розгляді його з 10-кратним збільшенням.

### 6.3.4 Стійкість до дії холоду.

Випробування проводяться відповідно до вимог частини XIII «Матеріали» Правил класифікації та побудови морських суден.

Температура охолодження матеріалів надувного корпусу в залежності від типу суден:

- 5°C для типів I, II, IV і відповідних несамохідних надувних суден, що буксируються;
- 15°C для типів V, VI і відповідних несамохідних надувних суден, що буксируються;
- 20°C для типів VII÷X.

#### Примітка:

Визначення типів самохідних та несамохідних надувних суден, що буксируються, наведено у 10.1.3 частини II «Корпус» цих Правил.

### 6.3.5 Випробування на розрив за надрином (роздирання).

**6.3.5.1** Випробування проводиться відповідно до вимог частини XIII «Матеріали» Правил класифікації та побудови морських суден.

Мінімальне значення опору на розрив за надрином (середнє значення 5 мінімумів у середині графіку)  $F_{\text{tear}}$  повинно становити не менше, ніж визначається за формулою, Н:

$$F_{\text{tear}}=0,375d \times (1,14P+0,14) \quad (6.3.5.1)$$

де:

$d$  – максимальний діаметр у межах прямих ділянок надувного відсіку, мм;

$P$  – рекомендований тиск у надувному відсіку при 20°C, МПа.

**6.3.5.2** У всіх випадках мінімальне значення опору на розрив за надривом  $F_{\text{tear}}$  повинно становити не менше 75Н для армованого і 40Н для неармованого матеріалу.

### 6.3.6 Міцність адгезії покриття армованого матеріалу.

**6.3.6.1** Випробування проводиться для матеріалу суден типів V÷X.

**6.3.6.2** Випробування проводиться на зразку розмірами 50×200мм при кімнатній температурі та швидкості випробувальної машини 100±10мм/хв. Відхилення розмірів не повинно перевищувати 5мм.

Армоване покриття зразку прорізається і відокремлюється ножем від еластичного матеріалу з боку косоного надрізу (відшарована ділянка заштрихована), як показано на рис. 6.3.6.2.

Кінці зразку затискаються у випробувальній машині. Розшарування проводиться при подовженні зразку на 100мм із реєстрацією зусилля на графіку.

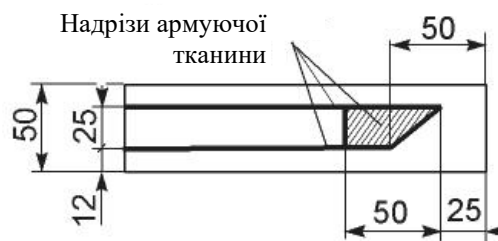


Рис. 6.3.6.2. Зразок для випробування міцності адгезії покриття

**6.3.6.3** Міцність зв'язку шарів визначають як середньоарифметичне значення 50% мінімальних піків на графіку, на центральній ділянці довжини зразку, що становить половину загальної довжини розшарування.

Мінімальне значення зусилля розшарування  $F_{\text{adh}}$  повинне становити 40Н на ширині відриву 25мм.

**6.3.6.4** В якості альтернативи допускається проводити випробування на зразку розміром 25×200мм.

На одному кінці за допомогою ножа проводиться відділення матеріалу покриття з одного боку від тканини, що армується, на довжині 50мм (відшарована ділянка заштрихована), як показано на рис. 6.3.6.4.

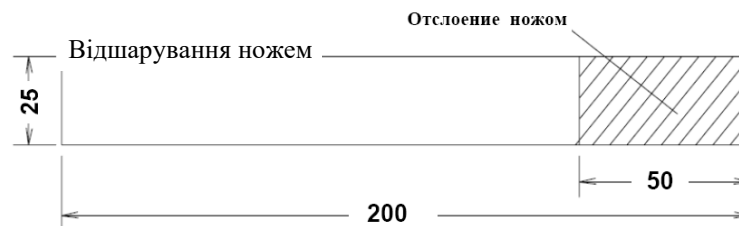


Рис. 6.3.6.4. Зразок для альтернативного випробування міцності адгезії покриття

Кінці зразку закріплюються в затискачі випробувальної машини та розшаровуються зі швидкістю 100±10мм/хв. Розшарування виконується при подовженні зразку на 100мм.

Зусилля розшарування  $F_{\text{adh}}$  визначене на 50% середньої частини графіка як середнє арифметичне мінімумів, повинно бути не менше ніж 40Н на ширині відриву 25мм.

### 6.3.7 Випробування при розтягуванні.

**6.3.7.1** Випробування проводиться для матеріалу суден типів VII-X.

**6.3.7.2** Відбираються зразки із сполучним швом розміром  $(200 \pm 5) \times (50 \pm 1)$  мм. Шви розташовуються посередині довгої сторони, перпендикулярно до неї. Зразок навантажується статичним навантаженням протягом 4 годин при температурі 60°C. Величина зусилля, що розтягує  $F_{\text{tens}}$ , визначається за формулою, Н:

$$F_{\text{tens}}=3,75d \times (1,14P+0,14) \quad (6.3.7.1)$$

де:

$d$  – максимальний діаметр у межах прямих ділянок надувного відсіку, мм;

$P$  – рекомендований тиск у надувному відсіку при 20°C, МПа.

**6.3.7.3** Не повинно бути жодних ковзань чи інших деформацій чи пошкоджень у будь-якій частині шва.

**6.3.7.4** Зразки без швів, виготовлені з матеріалів, що пройшли випробування на опір дії рідин (див. **6.3.2**), перевіряються аналогічно.

## 7 АРМОЦЕМЕНТ ТА ЙОГО СКЛАДОВІ

### 7.1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

**7.1.1** Армоцементом є дисперсно-армований залізобетон, що складається із сталевих тканих сіток, пов'язаних у єдиний пакет, і цементного дрібнозернистого (цементно-піщаного) розчину.

Ці Правила передбачають включення між сітками стрижневої арматури лише в окремих частинах корпусу та як закладні деталі.

**7.1.2** Вагове співвідношення арматури до обсягу армоцементу повинно бути в межах 300÷470кг/м<sup>3</sup>.

**7.1.3** Для омоноличування сіток повинен застосовуватися цементно-піщаний розчин бетону класу В30 і вище за міцністю.

**Примітка:**

Під класом бетону розуміється клас за міцністю при стисканні.

Клас міцності при стисканні бетону приймається умовно і характеризується границею міцності при стисканні кубика зі стороною, що дорівнює 7см, виготовленого з бетону робочого складу, витриманого при відносній вологості атмосфери 100% і температурі від +15° до +18°C, випробуваного у віці 28 днів.

Нормовані характеристики міцності бетону на осьовий стиск (призматична міцність  $R_b$ ) в залежності від класу позначаються: В22,5÷В45.

**7.1.4** Марку бетону по морозостійкості для елементів корпусу, що змочуються (днище, борти, відкриті ділянки палуби, непроникні перебирання і т.і.) слід призначати за таблицею 7.1.4. залежно від кліматичних умов району плавання судна.

Бетон для незмочуваних елементів корпусу, а також надбудов, у всіх випадках повинен бути марки морозостійкості F 25 і вище.

**Таблиця 7.1.4. Вибір марки бетону по морозостійкості**

Кліматичні умови району плавання	Марка морозостійкості суднобудівного бетону при числі циклів поперемінного заморожування та відтавання за зимовий період		
	до 50	від 50 до 100	понад 100
Помірні (0°÷-10°C)	F 50	F 100	F 150
Суворі (-10°÷-20°C)	F 100	F 150	F 200
Дуже суворі (-20°÷-30°C)	F 150	F 200	F 300

**Примітка:**

Кліматичні умови характеризуються середньомісячною температурою найхолоднішого місяця.

**7.1.5** Для армування застосовуються сталеві сітки та сталевий низьковуглецевий дріт.

**7.1.6** Для додаткового армування зони корпусу, яка піддається зусиллям, що розтягують, частина тканих сіток повинна замінюватися сталевим низьковуглецевим дротом.

**7.1.7** Для ув'язування тканих сіток у пакет та інших арматурних робіт використовується в'язальний дріт, що застосовується для цих же цілей при виробництві залізобетонних конструкцій у суднобудуванні та будівництві.

### 7.2 СКЛАДОВІ БЕТОННОГО РОЗЧИНУ

**7.2.1** Ці Правила передбачають використання цементів таких видів, що відповідають нормативним документам:

- портландцементи та шлакопортландцементи;
- цементи сульфатостійкі;
- портландцемент для виробництва азбоцементних виробів.

**7.2.2** Показники цементів повинні забезпечувати отримання суднобудівного бетону необхідної марки.



Для приготування бетону слід застосовувати портландцемент (звичайний, швидкотверднучий, сульфатостійкий) марки не нижче 400.

Для бетонування стиків і закладення наскрізних отворів допускається також застосовувати глиноземистий гіпс, цемент, що розширює, марки не нижче 400.

Для суден, що експлуатуються в морській воді, бетон слід готувати тільки на сульфатостійкому портландцементі марки не нижче 400.

**7.2.3** Вміст цементу в бетоні повинен бути не менше  $450\text{кг/м}^3$ .

У бетоні для закритих палуб та перегоронок вміст цементу може бути знижено на 15% порівняно із зазначеним за умови, що одержуваний бетон задовольнятиме вимогам **7.1.3, 7.1.4**.

**7.2.4** Цемент дозволяється використовувати після перевірки його механічних властивостей відповідно до чинних стандартів.

Час між зазначеною перевіркою та вживанням цементу не повинен перевищувати 2 місяці для звичайного цементу та 1 місяць для швидкотверднучого.

**7.2.5** Цемент слід зберігати відповідно до вимог нормативних документів у спеціальних закритих складах.

**7.2.6** Як дрібний заповнювач суднобудівного бетону слід застосовувати великі та середні природні кварцові або польовошпатні піски та висівки із щебеню або гравію, що задовольняють вимогам чинних нормативних документів на матеріали для суднобудівного бетону.

**7.2.8** Для приготування цементно-піщаного бетону повинні застосовуватися природні кварцові піски з відсіванням фракції більше 2,5мм, без домішок пилу, глинистих та органічних включень.

Великі промиті річкові піски є найкращими для цієї мети.

**7.2.9** Великі та дрібні заповнювачі при зберіганні не можна забруднювати та змішувати. Керамзитовий гравій під час зберігання повинен бути захищений від зволоження.

**7.2.10** Вода, що застосовується для приготування суднобудівного бетону та поливання бетону в процесі його затвердіння, повинна задовольняти вимогам нормативних документів на матеріали для суднобудівного бетону.

Для приготування бетону повинна застосовуватися вода, якість якої за вмістом солей, каламутності, водневого показника рН та забрудненості відповідають вимогам до питної води.

Промислова, а також морська вода для цих цілей не повинна використовуватися.

Мінералізовані природні води можна використовувати за умови, що їхній показник рН менше 4, загальний вміст солей не перевищує  $5000\text{мг/л}$ , а кількість сульфатів не перевищує  $2700\text{мг/л}$ .

Вода не повинна містити глинистих та мулистих домішок, жирів, нафтопродуктів та цукристих речовин.

**7.2.11** Для підвищення морозостійкості, непроникності, поліпшення технічних якостей бетонної суміші, зниження витрати цементу, а також для можливості ведення бетонних робіт за негативних температур навколишнього середовища допускається вводити в бетонну суміш спеціальні добавки відповідно до нормативно-технічної документації, погодженої з Регістром.

**7.2.12** Для усунення невеликих дефектів допускається застосування склопластику та пластобетонів на основі епоксидної смоли, а також цементних колоїдних клеїв відповідно до інструкцій, погоджених з Регістром.

### 7.3 СТАЛЬ ДЛЯ АРМУВАННЯ

**7.3.1** Для арматури корпусів залізобетонних суден слід застосовувати арматурну гарячекатану сталь, що відповідає вимогам відповідних нормативних документів і належить до одного з таких класів:

- гладку з вуглецевої сталі класу А-I (А-240);
- періодичного профілю із вуглецевої сталі класу А-II (А-300);
- періодичного профілю з низьколегованої сталі класу А-III (А-400).

Механічні властивості гарячекатаної сталі для армування залізобетонних конструкцій наведені у таблиці 7.3.1.

**Таблиця 7.3.1. Механічні властивості арматурної сталі**

Механічні властивості	Клас арматурної сталі			
	А-I	А-II	Ас-II	А-III
	спокійна або напівспокійна		спокійна	
Границя плинності, $R_{eH}$ , Н/мм <sup>2</sup>	235	295	295	390
Тимчасовий спротив розриву, $R_m$ , Н/мм <sup>2</sup>	373	490	426	560

Відносне подовження, $\delta$ , %	25	19	25	14
Початковий модуль пружності, $E_a \times 10^{-3}$ , Н/мм <sup>2</sup>	206	206	206	196
Випробування на згин у холодному стані, де: $c$ - товщина оправки; $d$ - діаметр стрижня.	180°; $c=d$	180°; $c=3d$	180°; $c=d$	180°; $c=3d$

**7.3.2** Арматуру сталь, що зазнала зміцнення або профілювання шляхом холодної обробки, а також термозміцнення, не дозволяється застосовувати у звичайному (попередньо ненапруженому) залізобетоні.

**7.3.3** Для суден, що експлуатуються в суворих кліматичних умовах (див. таблицю 7.1.4), застосовувати арматуру з напівспокійної сталі не допускається.

**7.3.4** Арматуру зі слабологваної сталі класу А-III (А-400), якщо вміст в ній вуглецю перевищує 0,3%, забороняється використовувати в конструкціях, що зазнають змінних або знакозмінних навантажень (фундаменти під двигуни та ін.).

**7.3.5** В одному перерізі можна застосовувати арматуру різних марок за умови, що їхні границі плинності відрізнятимуться не більше ніж на 30%.

**7.3.6** Закладні деталі необхідно виготовляти зі спокійної та напівспокійної сталі, яка відповідає вимогам стандарту на зварювану сталь для суднобудування, а анкери закладних деталей - зі сталі, яка відповідає вимогам **7.3.1÷7.3.4**.

## 8 МАТЕРІАЛИ НЕМЕТАЛЕВИХ ТРОСІВ

### 8.1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

**8.1.1** Вимоги цього розділу поширюються на троси, що використовуються у швартовному та буксирному пристроях, для леєрів огорож, такелажу парусного озброєння, штормового леєра тощо.

Троси можуть застосовуватись у якірному пристрої згідно з вказівками **3.4** частини III «Пристрої, обладнання і забезпечення» цих Правил.

**8.1.2** Троси повинні виготовлятися із синтетичних волокон.

Троси також можуть виготовлятися із рослинних волокон. Їх діаметр повинен підбиратися за розривним зусиллям, зазначеним у відповідних частинах цих Правил.

**8.1.3** Розривне зусилля визначається випробуванням троса загалом.

### 8.2 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

**8.2.1** Розривне зусилля трипрядних тросів залежно від номінального діаметру та виду синтетичних волокон наведено у таблиці 4.5.1 частини III «Пристрої, обладнання і забезпечення» цих Правил.

Інші характеристики синтетичних тросів наведено у таблиці 8.2.1.

**Таблиця 8.2.1. Характеристики тросів з синтетичних волокон**

Назва, позначення	Поліамід PA	Полієфір PES	Поліпропілен PP
Торгова назва	Perlon, Nylon	Trevira, Diolen, Terylene	Poly, Polyprop, Hostalen
Щільність, кг/дм <sup>3</sup>	1,14	1,38	0,19
Подовження при розриві, %	35÷50	20÷40	20÷40
Точка плавлення, °C	225÷250	260	163÷174
Стійкість до сонця	гарна*	відмінна	гарна*

\* Гарна стійкість до дії сонця забезпечується після ультрафіолетової стабілізації.

**8.2.2** За необхідності троси в залежності від виду штучних волокон можуть містити покриття, стійке до дії сонця.

**8.2.4** Обробка, спрямована на запобігання гниття рослинних тросів або така, що забезпечує водовідштовхування, не повинна погіршувати інші характеристики, знижувати міцність або збільшувати масу.

Відповідність конструкції, кола та інших параметрів тросу стандарту повинна бути підтверджена зовнішнім оглядом та вимірюванням.

На поверхні готового троса не повинно бути бурих плям, плісняви, підплавлених ділянок, а також запаху гнилі та гару.

Колір троса повинен бути рівномірним по всій довжині і відповідати кольору пряжі або синтетичного волокна, з яких він виготовлений.

## 9 МАТЕРІАЛИ ЗАСКЛЕННЯ

### 9.1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

**9.1.1** Вимоги до засклення вікон, ілюмінаторів, дверей, люків та інших виробів, у тому числі обмеження щодо застосування на судні матеріалів засклення, описані у розділі 9 частини III «Пристрої, обладнання і забезпечення» цих Правил.

Як матеріал засклення можуть використовуватися акрилові листові матеріали та скло.

### 9.2 АКРИЛОВІ ЛИСТОВІ МАТЕРІАЛИ

Використовується прозорий глясовий матеріал типу поліметилметакрилату (PMMA) або полікарбонату (PC).

Листи поліметилметакрилату, виготовлені іншою технікою, ніж лиття, повинен мати механічні властивості (див. таблицю 9.4.1) і стійкість до старіння, принаймні, рівні литому поліметилметакрилату.

### 9.3 СКЛО

**9.3.1** Для пластин виробів допускається використовувати такий матеріал скла:

**1 Відпалене скло (AG)** - скло, що поставляється безпосередньо після циклу виготовлення без подальшого зміцнення.

**2 Загартоване скло (TG)** – скло, покращення механічних властивостей якого досягається шляхом термічної обробки.

**3 Хімічно зміцнене скло (CG)** - скло, покращення механічних властивостей якого досягається шляхом хімічної обробки.

**9.3.2** Типи ударостійкого скла, що застосовуються у виробках, та інші відомості наведено у таблиці 9.3.2.

**Таблиця 9.3.2. Типи ударостійкого скла**

Тип скла	Вимоги
Багатошарове скло (лицьові поверхні AG, TG або CG)	мінімальна товщина лицьових шарів - 4мм, мінімальна товщина проміжних шарів - 2,3мм.
Куленепробивне скло	класи з FB2 по FB7 з випробуваннями згідно CSN EN 1063 Скло в будівництві - Засклення для забезпечення безпеки - Випробування та класифікація куленепробивності.
Ударостійке скло	клас 4 з випробуваннями згідно CSN EN 356 Скло в будівництві - Засклення для забезпечення безпеки - Випробування та класифікація ударостійкості.

**Примітка:**

Можуть бути допущені інші типи скла, якщо плоска пластина 400×400мм витримає енергію дії 300Дж, отриману в результаті падіння твердого предмета (сталевий шар) і забезпечить під час випробування ступінь водонепроникності 1, 2 або 3.

**9.3.3** Пластини, що використовують скло як матеріал засклення, можуть бути виконані з:

- монолітного скла – що складається з одного шару скла;

- багатошарового скла - є багатошаровим листом, зовнішні шари якого складаються зі скла, а внутрішні шари можуть бути виконані з акрилового матеріалу, скла або іншого матеріалу засклення.

### 9.4 МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МАТЕРІАЛІВ ЗАСКЛЕННЯ

**9.4.1** Механічні властивості листових матеріалів засклення наведено у таблиці 9.4.1.

**Таблиця 9.4.1. Середні значення механічних властивостей основних прозорих матеріалів**

Матеріал	Позначення	Границя міцності при згині $\sigma_{uf}$ , Н/мм <sup>2</sup>	Модуль пружності $E$ , Н/мм <sup>2</sup>
Поліметилметакрилат	PMMA	110	3000
Полікарбонат	PC	90	2400
Відпалене скло	AG	40	72600
Загартоване скло	TG	200	72600
Хімічно зміцнене скло	CG	300*	72600

\* Значення дійсне при глибині хімічного зміцнення 30 мк.

## 10 ТЕРМОПЛАСТИКИ

### 10.1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

**10.1.1** Цей розділ містить вимоги до термопластиків, які використовуються у суднобудуванні і судновому машинобудуванні для виготовлення конструкцій і деталей, що підлягають нагляду Регістру.

**10.1.2** Термопластики, які використовуються у суднобудуванні, повинні відповідати вимогам підрозділу **6.11** «Термопластики» частини XIII Правил класифікації та побудови морських суден.

**10.1.3** Скорочення, які застосовуються для термопластиків у цьому підрозділі:

**PE** – поліетилен;

**HDPE** - поліетилен високої щільності;

**MDPE** - поліетилен середньої щільності;

**LDPE** - поліетилен низької щільності;

**ABS** - акрилонітрил бутадієн стирол.

### 10.2 ВЛАСТИВОСТІ

**10.2.1** Загальні властивості, методи випробувань і документація для поліетиленів **LDPE**, **MDPE** і **ABS**, наведені в таблиці 6.11.2.4 підрозділу **6.11** «Термопластики» частини XIII Правил класифікації та побудови морських суден.

**10.2.2** Механічні властивості поліетиленів **MDPE** та **LDPE** повинні відповідати вимогам таблиці 6.11.2.5-1, **HDPE** вимогам табл. 6.11.2.5-2, а акрилонітрил бутадієн стиролу **ABS** вимогам **6.11.2.6** підрозділу **6.11** «Термопластики» частини XIII Правил класифікації та побудови морських суден.

**10.2.3** Для зручності користування цими Правилами, з урахуванням особливостей позначень границь плинності та міцності для поліетиленів **PE**, в Додатку **D** цієї частини Правил наведені вимоги до механічних властивостей для поліетиленів **PE**.

## ДОДАТОК А

### ВЛАСТИВОСТІ ЗВ'ЯЗУЮЧИХ, ЩО ВХОДЯТЬ ДО СКЛАДУ ПЛАСТИКІВ, АРМОВАНИХ ВОЛОКНОМ

Таблиця А.1. Властивості рідкого зв'язуючого

Властивості	Метод випробувань	Вимоги, %*
В'язкість	(1) за Брукфільдом згідно з ДСТУ ISO 2555 «Пластмаси. Смоли в рідкому стані або у вигляді емульсій чи дисперсій. Визначення умовної в'язкості ротаційним віскозиметром з циліндричним шпінделем» або (2) на конус/пластину згідно з ДСТУ ISO 2884-1 «Фарби та лаки. Визначення в'язкості ротаційними віскозиметрами. Частина 1. Віскозиметр конус-пластина, що працює за високої швидкості зсуву».	±20
Вміст мономеру	за ISO 4901 «Армовані пластмаси на основі ненасичених полієфірних смол. Визначення вмісту залишкового мономеру стиролу, а також вмісту інших летких ароматичних вуглеводнів методом газової хроматографії».	±5
Час гелеутворення **	за ДСТУ ISO 2535 «Пластмаси. Ненасичені складні полієфірні смоли. Метод визначення часу гелеутворення за температури навколишнього середовища».	±20
Щільність	за ISO 1675 «Пластмаси - Смоли рідкі - Визначення густини методом пікнометра». або за ДСТУ ISO 2811-1 «Фарби та лаки. Визначення густини. Частина 1. Пікнометричний метод».	±5
Мінеральний склад (тільки для смоли)	за DIN 16945 «Випробування смол, отверджувачів, прискорювачів і смол, що каталізуються».	±5

\* Допуск від номінального значення, встановленого виробником. Слід розуміти його як відсоток від встановленої границі.

\*\* Час гелеутворення визначається стосовно активатора та ініціатора у % від кожного, і до температури навколишнього середовища.

Таблиця А.2. Механічні властивості зв'язуючих (після затвердіння протягом 24 годин при 50°

С)

Властивості	Метод випробувань	Вимоги. Типи зв'язуючого		
		А	В*	С*
Мінімальна границя міцності при розтягуванні, Н/мм <sup>2</sup>	ДСТУ ISO 527-1 «Пластмаси. Визначення властивостей під час розтягування. Частина 1. Загальні принципи». ДСТУ ISO 527-4 «Пластмаси. Визначення властивостей під час розтягування. Частина 4. Умови випробування для ізотропних та ортотропних армованих волоконном пластмасових композитів».	55	45	45
Мінімальне подовження до розриву, %	ДСТУ ISO 527-1, ДСТУ ISO 527-4	2,5	1,5	1,2
Мінімальна границя міцності при згині, Н/мм <sup>2</sup>	ДСТУ ISO 178 «Пластмаси. Визначення властивостей у разі згинання».	100	80	80
Мінімальний модуль пружності при згині, Н/мм <sup>2</sup>	ДСТУ ISO 178	2700	2700	2700
Мінімальна температура теплової деформації, °С (Метод А)	ДСТУ ISO 75-1 «Пластмаси. Визначення температури прогину під навантаженням. Частина 1. Загальний спосіб випробування». ISO 75-2 «Пластмаси. Визначення температури прогину під навантаженням. Частина 2. Пластмаси та ебоніт».	60	60	53
Максимальне водопоглинання, мг	ISO 62 «Пластмаси. Визначення водопоглинання».**	80	100	100
Загальний об'єм усадки	ISO 3521 «Пластмаси. Ненасичені полієфірні та	Номінальне значення від		

	епоксидні смоли. Визначення загальної об'ємної усадки.	виробника +5%		
Мінімальна твердість за Barcol (виміряна приладом 934-1)***	EN 59 «Склопластик. Вимірювання твердості за допомогою твердоміру Barcol».	35	35	35

**Примітки:**

1. Вимоги не застосовні до зв'язуючих у разі використання в їхньому складі наповнювачів та шпаклівки.
2. Допуски, указані у % - відсоток від граничного значення.

\* Вимоги до смол, що зв'язують, типу В та С є мінімальними, які використовуються для визначення розмірів елементів корпусу судна.

\*\* Час витримки у дистильованій воді 28 днів при 23° С. Дослідний зразок: 50мм<sup>+1</sup><sub>0</sub>мм × 50мм<sup>+1</sup><sub>0</sub>мм × 4мм<sup>+0,2</sup><sub>0</sub>мм.

\*\*\* Для різних систем зв'язуючих значення можуть відрізнятися від наведених, за умови мінімального значення твердості, що дорівнює 30, яке досягається після адекватного затвердіння і може бути доведено виробником.

## ДОДАТОК В

## МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПЛАСТИКІВ, АРМОВАНИХ ВОЛОКНОМ

## В.1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

**В.1.1** Пластики, армовані волокном (АВ-пластики), що застосовуються в корпусних конструкціях, є композитними матеріалами, виготовленими з армуючого матеріалу, скріпленого зв'язуючим.

**В.1.2** Механічні властивості АВ-пластиків залежать від армуючого матеріалу, як безпосередньо від матеріалу волокон, так і від укладання армуючих тканин (по основі) та волокон у тілі ламінату

**В.1.3** АВ-пластики в залежності від армуючого матеріалу поділяються на:

- АВ-пластик на основі Е-скла (склопластик);
- АВ-пластик на основі волокна із високоміцного вуглецю;
- АВ-пластик на основі волокна з арамідю.

**В.1.4** Механічні властивості АВ-пластиків, що визначаються згідно В.2.1÷В.2.4, відповідають, в основному, одношаровим ламінатам відкритого або вакуумного формування та ламінату оболонки тришарових панелей.

Значення механічних властивостей АВ-пластику, які визначаються згідно з цими Правилами, не є абсолютними мінімумами. Ці значення служать меті визначення нижньої границі властивостей АВ-пластику, досяжної у процесі виготовлення на високотехнологічному виробництві з належним контролем якості.

Механічні властивості АВ-пластика, що визначаються, не підходять для гібридних шарів, тобто, для шарів, що містять різні типи волокон. Однак вони можуть бути використані для аналізу таких шарів за допомогою методів, описаних у Додатку Е до частини II «Корпус» цих Правил.

## В.2 ЗНАЧЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ

## В.2.1 Склопластик.

**В.2.1.1** Механічні властивості склопластику, виготовленого із застосуванням:

- мату з рубаних волокон ручного укладання (CSM);
- комбінації мату та ровінгової тканини (CSM/WR);
- ровінгової тканини (WR) та перехресного армування (CP-0/90), повинні відповідати значенням, наведеним у таблиці В.2.1.1.

**Таблиця В.2.1.1. Механічні властивості склопластику (мат з рубаних волокон ручного укладання; ровінгова тканина; комбінація CSM/WR; CP-0/90)\***

Властивості	Значення, Н/мм <sup>2</sup>
Границя міцності при розтягуванні, $\sigma_{ut}$	$800\psi^2 - 80\psi + 37$
Границя міцності при стиканні, $\sigma_{uc}$	$150\psi + 72$
Границя міцності при згині, $\sigma_{uf}$	$502\psi^2 + 107$
Границя міцності при зсуві, $\tau_u$	$80\psi + 38$
Модуль нормальної пружності, $E$	$38000\psi - 5000$
Модуль пружності при зсуві, $G$ (у площині шару)	$1700\psi + 2240$
Границя міцності при зсуві (поза площиною шару)***, $\tau_{u\ inter}$	$22,5 - 17,5\psi$

\* Для комбінації мат/ровінгова тканина може використовуватися загальне значення  $\psi$ .

\*\* Значення границі міцності при зсуві (поза площиною шару),  $\tau_{u\ inter}$ , для CSM-мату ручного укладання та WR-тканини, що дорівнює  $22,5 - 17,5\psi$ , може використовуватися для мату, що напильється, та UD-тканини.

**В.2.1.2** Механічні властивості склопластику у вигляді мату, що напильється, з рубаних волокон CSM, повинні відповідати значенням, наведеним у таблиці В.2.1.2.

**В.2.1.3** Механічні властивості склопластику, армованого односпрямованою склотканиною UD, повинні відповідати значенням, наведеним у таблиці В.2.1.3.

**В.2.1.4** Розрахункові значення механічних властивостей склопластику, визначені згідно з формулами таблиці В.2.1.1÷В.2.1.3 і В.2.4.1, залежно від виду армування, наведені у таблиці В.2.1.4.

**Примітки:**

1. Значення, наведені у таблиці В.2.1.1÷В.2.1.3, відповідають тільки АВ-пластикам на основі Е-скла у поліефірному зв'язуючому.

2. У таблиці В.2.1.1÷В.2.1.3 « $\psi$ » позначає вміст скла у масі ламінату.

**Таблиця В.2.1.2. Механічні властивості склопластику (мат, що напиляється, з рублених волокон CSM)**

Властивості*	Значення, Н/мм <sup>2</sup>
Границя міцності при розтягуванні, $\sigma_{ut}$	150 $\psi$ +25
Границя міцності при згині, $\sigma_{uf}$	300 $\psi^2$ +107

\* Інші властивості CSM-матів приймаються за формулами для CSM, наведеними у таблиці В.2.1.1.

**Таблиця В.2.1.3. Механічні властивості склопластику, армованого UD-тканиною**

Властивості	Паралельно волокнам (по основі UD-тканини)	Перпендикулярно волокнам
Границя міцності при розтягуванні, $\sigma_{ut}$	880 $\psi^2$ -140 $\psi$ +140	42
Границя міцності при стисканні, $\sigma_{uc}$	250 $\psi$ +190	105
Модуль нормальної пружності у площині шару, $E$	46600 $\psi^2$ -7200 $\psi$ +7250	48600 $\psi^2$ -39000 $\psi$ +12500
Модуль пружності при зсуві у площині шару, $G$	14380 $\psi^2$ -10560 $\psi$ +3840	
Границя пружності при зсуві у площині шару, $\tau_u$	50	
Основний коефіцієнт Пуассона $\nu_{12}$	0,3	

**Таблиця В.2.1.4. Розрахункові значення механічних властивостей склопластику**

Вміст		Комбінація: мат(CSM)/ ровінгова тканина (WR)						Мат, що напиляється		Односпрямована тканина (UD)			
$\psi$ (за масою)	$\theta$ (за об'ємом)	$\sigma_{ut}$	$\sigma_{uc}$	$\sigma_{uf}$	$\tau_u$	$E$	$G$	$\sigma_{ut}$	$\sigma_{uc}$	$\sigma_{ut}$	$\sigma_{uc}$	$\tau_u$	$E$
Н/мм <sup>2</sup>													
0,250	0,135	67	110	138	58	4500	2665	63	126				
0,275	0,151	76	113	145	60	5450	2708	66	130				
0,300	0,167	85	117	152	62	6400	2750	70	134				
0,325	0,184	96	121	160	64	7350	2793	74	139				
0,350	0,202	107	125	168	66	8300	2835	78	144	279	278	50	15479
0,375	0,220	120	128	178	68	9250	2878			316	284	50	16503
0,400	0,238	133	132	187	70	10200	2920			337	290	50	17586
0,425	0,257	148	136	198	72	11150	2963			358	296	50	18727
0,450	0,277	163	140	209	74	12100	3005			381	303	50	19927
0,480	0,302	183	144	223	76	13240	3056			405	309	50	21184
0,500	0,319	197	147	233	78	14000	3090			430	315	50	22500
0,525	0,341	216	151	245	80	14950	3133			456	321	50	23874
0,550	0,364	235	155	259	82	15900	3175			483	328	50	25307
0,575	0,388	256	158	273	84	16850	3218			511	334	50	26797
0,600	0,413	277	162	288	86	17800	3260			541	340	50	28346

**В.2.1.5** Біаксіальні двошарові тканини ( $\pm 45^\circ$ ) і збалансовані квадроаксіальні ( $0^\circ/90^\circ/+45^\circ/-45^\circ$ ) на основі Е-скла мають низькі значення  $\sigma$  і високі значення  $\tau$  у напрямках  $0^\circ/90^\circ$ .

Використання суто біаксіальної двошарової тканини рекомендується обмежити елементами, які переважно навантажуються дотичними зусиллями (стілки високих ребер жорсткості, стінки бімсів з'єднувальних мостів багатокорпусних суден).

Розрахункові значення механічних властивостей склопластику, які визначаються за формулами таблиці В.2.4.1, залежно від форми матеріалу наповнювача, наведено у таблиці В.2.1.5.



**Таблиця В.2.1.5. Розрахункові значення механічних властивостей склопластику з мультіаксіальних тканин\***

Вміст скла		Біаксіальна двошарова тканина $\pm 45^\circ$ **				Збалансована квадроксіальна тканина $0^\circ/90^\circ/+45^\circ/-45^\circ$ **			
$\psi$ (за масою)	$\theta$ (за об'ємом)	$\sigma_{ut}$	$\sigma_{uc}$	$\tau_u$	$E$	$\sigma_{ut}$	$\sigma_{uc}$	$\tau_u$	$E$
		Н/мм <sup>2</sup>							
0,500	0,139	95	95	140	6300	148	147	86	10500
0,525	0,341	95	95	144	6728	162	151	88	11210
0,550	0,364	95	95	148	7155	176	155	90	11920
0,575	0,388	95	95	151	7583	192	158	92	12640
0,600	0,413	95	95	155	8010	208	162	95	13350

\* Дані для біаксіальних двошарових та квадроксіальних тканин носять інформативний характер. Для точного визначення значень потрібно проведення випробувань зразків.

\*\* Позначення  $\pm 45^\circ$  та  $0^\circ/90^\circ/+45^\circ/-45^\circ$  вказують напрямок шарів тканини по основі – див. 5.2.3.

## В.2.2 АВ-пластики на основі волокна із високоміцного вуглецю.

**В.2.2.1** Механічні властивості АВ-пластиків на основі волокна із високоміцного вуглецю, із застосуванням:

- ручного укладання ровінгової тканини (WR);

- перехресного армування (CP) –  $0^\circ/90^\circ$  волокном із високоміцного вуглецю з відповідним зв'язуючим,

повинні відповідати значенням, наведеним у таблиці В.2.2.1.

У таблиці В.2.2.1÷В.2.2.4 « $\psi$ » означає вміст волокон вуглецю в масі ламінату.

**Таблиця В.2.2.1. Механічні властивості АВ-пластику на основі волокна з високоміцного вуглецю (ручне укладання ровінгової тканини WR та перехресне армування CP –  $0/90$  високоміцним вуглецем у відповідному зв'язуючому)**

Властивості*	Значення, Н/мм <sup>2</sup>
Границя міцності при розтягуванні, $\sigma_{ut}$ (напрямок $0^\circ$ або $90^\circ$ )	990 $\psi$ -90
Границя міцності при стисканні, $\sigma_{uc}$ (напрямок $0^\circ$ або $90^\circ$ )	610 $\psi$ -55
Модуль нормальної пружності у площині шару, $E$	100000 $\psi$ -9000
Границі міцності при зсуві у площині шару, $\tau_u$	40 $\psi$ +31
Модуль пружності при зсуві у площині шару, $G$	5100
Коефіцієнт Пуассона	0,05

\*Наведено нижні границі можливого діапазону значень механічних властивостей.

**В.2.2.2** Механічні властивості АВ-пластиків на основі волокна з високоміцного вуглецю, армованого односпрямованою тканиною (UD), повинні відповідати значенням, наведеним у таблиці В.2.2.2.

**Таблиця В.2.2.2. Механічні властивості АВ-пластику на основі волокна з високоміцного вуглецю (армування односпрямованою тканиною UD)**

Властивості*	Паралельно волокнам (основі)	Перпендикулярно волокнам
Границя міцності при розтягуванні, $\sigma_{ut}$	2000 $\psi$ -200	50 $\psi^2$ -20 $\psi$ +20
Границя міцності при стисканні, $\sigma_{uc}$	1100 $\psi$ -110	150 $\psi^2$ -60 $\psi$ +60
Модуль нормальної пружності, $E$	202000 $\psi$ -21000	10700 $\psi^2$ -4200 $\psi$ +4400
Модуль пружності при зсуві, $G$	22000 $\psi^2$ -17300 $\psi$ +5700	
Границя міцності при зсуві у площині шару, $\tau_u$	310 $\psi^2$ -240 $\psi$ +80	
Основний коефіцієнт Пуассона $\nu_{12}$	0,32	
Границя міцності при згині, $\sigma_{uf} = 2,5 \sigma_{ut}/(1 + \sigma_{ut}/\sigma_{uc})$		

\*Наведено нижні границі можливого діапазону значень механічних властивостей.

**В.2.2.3** Розрахункові значення механічних властивостей АВ-пластику на основі волокна із високоміцного вуглецю, визначені згідно з формулами таблиці В.2.2.1 та таблиці В.2.2.2, залежно від форми матеріалу наповнювача, наведено у таблиці В.2.2.3.

**Таблиця В.2.2.3. Розрахункові значення механічних властивостей АВ-пластику на основі тканин із високоміцного вуглецю**

Вміст		Ровінгова тканина та перехресне армування					Односпрямована UD тканина							
$\psi$ (за масою)	$\theta$ (за об'ємом)	$\sigma_{ut}$	$\sigma_{uc}$	$\tau_u$	$E$	$G$	$\sigma_{ut}$	$\sigma_{uc}$	$E$	$\sigma_{ut \perp}$	$\sigma_{uc \perp}$	$E_{\perp}$	$G$	$\tau_u$
Розмірність		Н/мм <sup>2</sup>												
0,400	0,308	306	189	47	31000	5100	600	330	59800	20	60	4432	2300	34
0,425	0,330	331	204	48	33500	5100	650	358	64850	21	62	4548	2321	34
0,450	0,353	356	220	49	36000	5100	700	385	69900	21	63	4677	2370	35
0,475	0,376	380	238	50	38500	5100	750	413	47950	22	65	4819	2446	36
0,500	0,400	405	250	51	41000	5100	800	440	80000	23	68	4975	2550	38

**В.2.2.4** Біаксіальні двошарові тканини ( $\pm 45^\circ$ ) і збалансовані квадроаксіальні тканини ( $0^\circ/90^\circ/+45^\circ/-45^\circ$ ) на основі волокна з високоміцного вуглецю мають низькі значення  $\sigma$  та високі значення  $\tau_u$  напрямках  $0^\circ/90^\circ$ .

Використання суто біаксіальної двошарової тканини рекомендується обмежити елементами, які переважно навантажуються дотичними зусиллями (стілки високих ребер жорсткості, стінки бімсів з'єднувальних мостів багатокорпусних суден).

Розрахункові значення механічних властивостей АВ-пластику на основі волокна із високоміцного вуглецю, визначені згідно з формулами таблиці В.2.4.1, залежно від форми матеріалу наповнювача, наведено у таблиці В.2.2.4.

**Таблиця В.2.2.4. Розрахункові значення механічних властивостей АВ-пластику на основі волокна з високоміцного вуглецю**

Вміст		Біаксіальна двошарова тканина $\pm 45^\circ$				Збалансована квадроаксіальна тканина $0^\circ/90^\circ/+45^\circ/-45^\circ$			
$\psi$ (за масою)	$\theta$ (за об'ємом)	$\sigma_{ut}$	$\sigma_{uc}$	$\tau_u$	$E$	$\sigma_{ut}$	$\sigma_{uc}$	$\tau_u$	$E$
Розмірність		Н/мм <sup>2</sup>							
0,400	0,308	61	57	188	7750	184	113	118	21700
0,425	0,330	66	61	192	8370	199	123	120	23400
0,450	0,353	71	66	196	9000	214	132	123	25200
0,475	0,376	76	70	200	9620	228	141	125	26900
0,500	0,400	81	75	204	10250	243	150	128	28700

**Примітка:**

Дані для біаксіальних двошарових та квадроаксіальних тканин носять інформативний характер, для більш точного визначення значень потрібно проведення випробувань зразків.

**В.2.2.5** Високий або проміжний модуль нормальної пружності волокна з міцного вуглецю тут не розглядається.

Передбачається, що система зв'язуючих, що додаються, повністю сумісна з волокнами і забезпечує адгезію і розподіл навантаження.

Волокно, як правило, використовується для оболонок тришарових панелей, для яких застосовні властивості у площині шару (тобто модуль нормальної пружності, границі міцності при розтягуванні та стисканні).

У тих випадках, коли повинен розраховуватись шар тільки з вуглеволокна одношарової пластини з АВ-пластику, можна зробити лише приблизну оцінку властивостей при згині з використанням таблиць В.2.2.1, В.2.2.2 та В.2.2.3.

Рекомендується проведення випробувань з більш точного визначення механічних властивостей зразка такого ламінату.

**В.2.3 АВ-пластики на основі волокна з арамідю.**

**В.2.3.1** Механічні властивості АВ-пластиків на основі волокна з арамідю, виготовлених із застосуванням:

- ручного укладання ровінгової тканини (WR);

- перехресного армування (CP-0/90) волокном з арамідом у відповідному зв'язуючому, повинні відповідати значенням, наведеним у таблиці. В.2.3.1.

У таблиці В.2.3.1÷В.2.3.2 « $\psi$ » означає вміст волокон арамідом в масі ламінату.

**Таблиця В.2.3.1. Механічні властивості АВ-пластику на основі волокна з арамідом (ручне укладання ровінгової тканини WR та перехресне армування CP – 0/90 волокном з арамідом у відповідній смолі)**

Властивості*	Значення, Н/мм <sup>2</sup>
Границя міцності при розтягуванні, $\sigma_{ut}$ (напрямок від 0 до 90°)	720 $\psi$ -10
Границя міцності при стисканні, $\sigma_{uc}$ (напрямок від 0 до 90°)	250 $\psi$
Границя міцності при зсуві у площині шару, $\tau_u$	45
Модуль нормальної пружності у площині шару, $E$	50 000 $\psi$ +750
Модуль пружності при зсуві у площині шару, $G$	3400
Коефіцієнт Пуассона	0,05

\*Наведено нижні границі можливого діапазону значень механічних властивостей.

**В.2.3.2** Механічні властивості АВ-пластику на основі волокна з арамідом, армованого односпрямованою тканиною (UD), повинні відповідати значенням, наведеним у таблиці. В.2.3.2.

**Таблиця В.2.3.2. Механічні властивості АВ-пластику на основі волокна з арамідом (армування односпрямованою тканиною UD)**

Властивості	Паралельно волокнам (основі)	Перпендикулярно волокнам
Модуль нормальної пружності у площині шару, $E$	103000 $\psi$ -1400	1500 $\psi$ +2600
Границя міцності при розтягуванні, $\sigma_{ut}$	1400 $\psi$ -20	12 $\psi$ +20
Границя міцності при стисканні, $\sigma_{uc}$	340 $\psi$	30 $\psi$ +50
Модуль пружності при зсуві у площині шару, $G$	6900 $\psi^2$ -2250 $\psi$ +1800	
Границя міцності при зсуві у площині шару, $\tau_u$	100 $\psi^2$ -32 $\psi$ +25	
Основний коефіцієнт Пуассона $\nu_{12}$	0,40	
Границя міцності при згині, $\sigma_{uf} = 2,5 \sigma_{ut}/(1+\sigma_{ut}/\sigma_{uc})$		

**В.2.3.3** Значення, одержувані згідно з таблицею В.2.3.1 та таблицею В.2.3.2, відповідають типу тканин з арамідом, які зазвичай використовуються для виготовлення корпусів морських суден. Передбачається, що система сполучних смол, що додається, повністю сумісна з волокнами і забезпечує адгезію і розподіл навантаження.

Тканини з арамідом, як правило, використовуються для оболонок тришарових панелей, для яких застосовні властивості оболонки у площині шару (тобто модуль нормальної пружності, границі міцності при розтягуванні та стисканні).

У тих випадках, коли в одношаровій пластині з АВ-пластику необхідно зробити розрахунок шару, що складається повністю з арамідом, можна виконати лише наближену оцінку згинальних властивостей з використанням таблиці В.2.3.1 і таблиці В.2.3.2.

Рекомендується проведення випробувань з метою точнішого визначення механічних властивостей зразка такого ламінату.

**В.2.4 Пластики з біаксіальної двошарової або квадроаксіальної тканини на основі Е-скла або високоміцного вуглецю.**

**В.2.4.1** Механічні властивості таких АВ-пластиків повинні відповідати значенням, наведеним у таблиці В.2.4.1.

**В.2.4.2** Напрямки 0°, 90°, +45°, -45° тощо для різноспрямованих шарів мультиаксіальних тканин відповідають кутам розташування волокон на основі щодо напрямку сторони  $b$  прямокутної пластини розмірами  $l \times b$  (див. малюнок Е.1 Додатку Е до частини II «Корпус» цих Правил).

Застосування (0/90°/+45°/-45°) збалансованих квадроаксіальних тканин є ефективним в оболонках тришарових панелей. Ламінат з них, як правило, має властивості, середні між ровінговою та біаксіальною двошаровою тканиною.

Рекомендується проведення випробувань з метою більш точного визначення механічних властивостей ламінату з біаксіальної двошарової тканини або, за відсутності значень, отриманих випробувальним шляхом, можуть застосовуватися значення для ламінатів при  $0,5 < \psi < 0,6$  для пластику на основі Е- скла або при  $0,4 < \psi < 0,5$  для пластику на основі волокна з високоміцного вуглецю.

**Таблиця В.2.4.1. Механічні властивості АВ-пластику з біаксіальної двошарової або квадроаксіальної тканини на основі Е-скла або високоміцного вуглецю**

Механічні властивості	Е-стекло**	Високоміцний вуглець**
Рівень застосовності $\psi$	$0,5 < \psi < 0,6$	$0,4 < \psi < 0,5$
<b>Біаксіальна двошарова тканина (<math>\pm 45^\circ</math>) у порівнянні з WR с CP <math>0^\circ/90^\circ</math></b>		
Границя міцності при розтягуванні, $\sigma_{ut}$ (напрямок від 0 до $90^\circ$ )	$95 \text{ Н/мм}^2$	$0,20 \sigma_{ut}^*$
Границя міцності при стискання, $\sigma_{uc}$ (напрямок від 0 до $90^\circ$ )	$95 \text{ Н/мм}^2$	$0,30 \sigma_{uc}^*$
Границя міцності при зсуві у площині шару, $\tau_u$	$1,8 \tau_u^*$	$4,0 \tau_u^*$
Модуль нормальної пружності у площині шару, $E_t$ (напрямок від 0 до $90^\circ$ )	$0,45 E_t^*$	$0,25 E_t^*$
<b>Квадроаксіальна тканина (<math>0^\circ/45^\circ/90^\circ/-45^\circ</math>) у порівнянні з WR с CP <math>0^\circ/90^\circ</math></b>		
Границя міцності при розтягуванні, $\sigma_{ut}$ (напрямок від 0 до $90^\circ$ )	$0,75 \sigma_{ut}^*$	$0,6 \sigma_{ut}^*$
Границя міцності при стискання, $\sigma_{uc}$ (напрямок від 0 до $90^\circ$ )	$1,0 \sigma_{uc}^*$	$0,6 \sigma_{uc}^*$
Границя міцності при зсуві у площині шару, $\tau_u$	$1,1 \tau_u^*$	$2,5 \tau_u^*$
Модуль нормальної пружності у площині шару, $E_t$ (напрямок від 0 до $90^\circ$ )	$0,75 E_t^*$	$0,7 E_t^*$

\*Поправочні коефіцієнти коригують механічні властивості ламінату порівняно з ровінговою або біаксіальною тканиною.

\*\*На поправочні коефіцієнти множаться значення механічних властивостей для того самого матеріалу (Е-скло або високоміцний вуглець), але самі значення залежать від значення  $\psi$  у границях, обмежених таблицею.

## В.3 ПРИКЛАДИ

### В.3.1 Визначення вмісту волокон у масі ламінату шляхом прямого виміру.

#### Процедура:

- 1) вимірюють довжину і ширину у метрах п'яти представлених зразків, для яких фактична маса використаних волокон,  $\text{кг/м}^2$ , відома;
- 2) зважують кожен зразок на вагах, що мають похибку вимірювання не більше 1% від маси зразка;
- 3) ділять масу, отриману на кроці 2) у кг, на добуток довжини і ширини,  $\text{м}^2$ ;
- 4) ділять відому фактичну масу волокон на масу, отриману на кроці 3).

#### Практичний приклад:

Початкові дані: розміри зразку:  $100 \times 100$  мм, маса зразку 0,131 кг;

Щільність зразку:  $0,131 / (0,1 \times 0,1) = 13,1 \text{ кг/м}^2$ ;

Склад ламінату (у  $\text{г/м}^2$ ): 300CSM+4\*(450CSM+850WR). Усього вміст скла складає  $5,5 \text{ кг/м}^2$ ;

Загальний вміст сухих волокон за масою:  $\psi = 5,5 / 13,1 = 0,42$ .

Повторюють дії чотирьох інших зразків.

### В.3.2 Визначення розрахунком вмісту армуючих волокон у масі ламінату.

Початкові дані: днище судна формується відкритим способом із наступного ламінату: гелеве покриття +2 мата по 225г+3 (ровінгових мата по 500/300г)+500г ровінгової тканини.

Загальний вміст армуючих волокон у масі ламінату:

$$2 \times 0,225 + 3 \times 0,8 + 0,5 = 3,35 \text{ кг/м}^2.$$

З таблиці 11.4.1.3-1 частини II «Корпус» визначається: для мата  $\psi_1 = 0,30$  (проста поверхня) і  $w_1 = 0,450 \text{ кг/м}^2$ .

Для ровінгового мата  $R = 0,9/2,4 = 0,375$ , (проста поверхня),

$$\psi_2 = (0,46 - 0,18 \times 0,375) = 0,39 \text{ і } w_2 = 2,4 \text{ кг/м}^2.$$

Для ровінгової тканини  $\psi_3 = 0,48$  (проста поверхня) і  $w_3 = 0,5 \text{ кг/м}^2$ .

Загальний вміст скла:

$$\psi = \frac{\frac{w_1 + w_2 + w_3}{\psi_1 + \psi_2 + \psi_3}}{\frac{0,450}{0,30} + \frac{2,4}{0,39} + \frac{0,5}{0,48}} = \frac{3,35}{8,7} = 0,39$$

За формулою (11.4.1-1) з частини II «Корпус» визначається товщина:

$$t = \frac{w}{3,072 \left( \frac{2,56}{\psi} - 1,36 \right)} = \frac{3,35}{3,072 \left( \frac{2,56}{0,39} - 1,36 \right)} = 5,68 \text{ мм}$$

### В.3.3 Визначення вмісту волокон, інших ніж Е-скло, у масі ламінату з таблиці 11.4.1.3-2 частини II «Корпус» цих Правил.

Початкові дані: спосіб формування корпусу – вакуумний, односпрямована склотканина. Вміст волокна за масою становить 0,66 для скла.

Для вуглеволокна еквівалентний обсяг вмісту волокон складатиме:

$$\psi_{\text{carbon}} = 0,99 \psi_{\text{glass}} \text{ (з таблиці 11.4.1.3-1 частини II «Корпус» цих Правил)} - 0,08 = 0,99 \times 0,66 - 0,08 = 0,57.$$

**В.3.4 Властивості ламінатів на згин на іншій основі, ніж Е-скло.**

Розрахунок механічних властивостей у площині шару для відповідного вмісту волокон за масою.

Для ровінгової тканини з таблиці 11.4.1.3-1 частини II «Корпус» цих Правил:

$$\psi_{\text{glass}}=0,58.$$

$$\psi_{\text{carbon}}=0,99\psi_{\text{glass}} \text{ (з таблиці 11.4.1.3-1 частини II «Корпус» цих Правил)}-0,08=0,99\times 0,58-0,08=0,49.$$

$E=(100000\psi-9000)=40000\text{Н/мм}^2$  (див. також таблицю В.2.2.1 для розрахункових значень властивостей).

$$\sigma_{\text{ut}}=(990\psi-90)=395\text{Н/мм}^2; \sigma_{\text{uc}}=(610\psi-55)=244\text{Н/мм}^2.$$

Оцінка властивостей при згині, границя міцності при згині:

$$\sigma_{\text{uf}}=2,5\sigma_{\text{ut}}/(1+\sigma_{\text{ut}}/\sigma_{\text{uc}})=2,5\times 395/(1+395/244)=377\text{Н/мм}^2.$$

**Примітка:**

Наполегливо рекомендується проводити механічні випробування зразків ламінату.

**В.3.5 Міцність при згині комбінації з CSM-мату, що напиляється, та ровінгової тканини WR.**

Міцність при згині CSM-мату, що напиляється, нижча, ніж у CSM-мату ручного укладання, зазвичай на 12%.

Для звичайних комбінацій CSM/WR ручного укладання формула визначення  $\sigma_{\text{uf}}$  така ж, яка необхідна для звичайного розрахунку ламінату на основі Е-скла.

Для всіх CSM-матів, що напиляються, повинна використовуватися формула з таблиці В.2.1.2, тобто  $\sigma_{\text{uf}}=300\psi^2+107$ .

Для комбінації CSM-мату, що напиляється, та ровінгової тканини WR, за відсутності даних випробувань (хоча випробування – це кращий метод), може використовуватися така наближена формула:

$$\sigma_{\text{uf}}=(502-202R_{\text{spray}})\psi^2+107$$

де  $R_{\text{spray}}$  – відношення маси волокон, що напиляються, до маси усього скла в CSM-маті.

Приклад: для CSM-мату 50%-го напилення,  $R_{\text{spray}}=0,5$ ;  $\sigma_{\text{uf}}=401\psi^2+107$ .

## ДОДАТОК С

МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МАТЕРІАЛІВ ЗАПОВНЮВАЧУ  
ТРИШАРОВИХ ПАНЕЛЕЙ

Таблиця С.1. Формули для розрахунку механічних властивостей матеріалів заповнювачу тришарових панелей

Тип матеріалу заповнювачу	Щільність $\rho_c$ , кг/м <sup>3</sup>	Подовження при розриві	Границя міцності при зсуві $\tau_u$ , Н/мм <sup>2</sup>	Модуль пружності при зсуві $G_c$ , Н/мм <sup>2</sup>	Границя міцності при стисканні $\sigma_{uc}$ , Н/мм <sup>2</sup>	Модуль пружності при стисканні** $E_{co}$ , Н/мм <sup>2</sup>
<b>Деревина</b>						
Бальза, поперек волокон	90÷220	-	$0,0178\rho_c-0,34$	$0,868\rho_c-1,43$	$0,102\rho_c-5$	$30,7\rho_c-1350$
<b>Пінопласти</b>						
<b>Основний тип – перехресно з'єднаний ПВХ</b>						
Жорсткий ПВХ I	36-250	30%	$0,0024\rho_c^{1,334}$	$0,0163\rho_c^{1,136}$	$0,0014\rho_c^{1,487}$	$0,1138\rho_c^{1,449}$
Жорсткий ПВХ II	33-250	20%	$0,017\rho_c-0,29$	$0,33\rho_c-1$	$0,025\rho_c-0,24$	$1,2\rho_c-18$
<b>Основний тип - лінійний ПВХ* або SAN*</b>						
Лінійний ПВХ	50-140*	55%	$0,014\rho_c-0,33$	$0,29\rho_c-5,3$	$0,012\rho_c-0,24$	$0,84\rho_c-19$
SAN A	60-210*	40%	$0,017\rho_c-2\times 10^5\rho_c^2-0,613$	$0,46\rho_c-20$	$6,7\times 10^4\rho_c^{1,59}$	$0,024\rho_c^{1,75}$

\*  $\rho_c$  - середня щільність матеріалу заповнювачу. Зміни щільності враховані у коефіцієнтах.

\*\* модуль нормальної пружності у напрямку товщини панелі. Це значення не може бути використане для бальзи при розрахунку жорсткості при згині.

Таблиця С.2. Значення механічних властивостей для типових матеріалів заповнювачу, розраховані за формулами таблиці С.1

Бальза поперек волокон					Жорсткий ПВХ I					Жорсткий ПВХ II				
$\rho_c$	$\tau_u$	$G_c$	$\sigma_{uc}$	$E_{co}$	$\rho_c$	$\tau_u$	$G_c$	$\sigma_{uc}$	$E_{co}$	$\rho_c$	$\tau_u$	$G_c$	$\sigma_{uc}$	$E_{co}$
кг/м <sup>3</sup>	Н/мм <sup>2</sup>				кг/м <sup>3</sup>	Н/мм <sup>2</sup>				кг/м <sup>3</sup>	Н/мм <sup>2</sup>			
90	1,26	77	4,2	1413	50	0,44	14	0,47	33	33	0,27	10,2	0,14	22
100	1,44	85	5,2	1720	75	0,76	22	0,86	59	43	0,44	13,5	0,39	34
120	1,80	103	7,2	2334	100	1,12	31	1,32	90	54	0,63	17,1	0,66	47
150	2,33	129	10,3	3255	130	1,59	41	1,95	132	72	0,93	23,1	1,11	68
180	2,86	155	13,4	4176	150	1,92	48	2,41	162	90	1,24	29,0	1,56	90
200	3,22	172	15,4	4790	200	2,82	67	3,70	246	120	1,75	38,9	2,31	126
220	3,58	190	17,4	5404	250	3,79	87	5,15	339	145	2,18	47,2	2,94	156
221	3,59	190	17,5	5435	250	3,79	87	5,15	339	180	2,77	58,7	3,81	198
<b>Лінійний ПВХ</b>					<b>SAN</b>									
$\rho_c$	$\tau_u$	$G_c$	$\sigma_{uc}$	$E_{co}$	$\rho_c$	$\tau_u$	$G_c$	$\sigma_{uc}$	$E_{co}$					
кг/м <sup>3</sup>	Н/мм <sup>2</sup>				кг/м <sup>3</sup>	Н/мм <sup>2</sup>								
60	0,51	12	0,48	31	60	0,34	8	0,45	31					
70	0,65	15	0,60	40	70	0,48	12	0,58	41					
80	0,79	18	0,72	48	80	0,62	17	0,71	51					
100	1,07	24	0,96	65	100	0,89	26	0,01	76					
140	1,63	35	1,44	99	130	1,26	40	0,54	120					
					150	1,49	49	1,93	154					
					200	1,99	72	3,05	255					

## ДОДАТОК D

## МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПОЛІЕТИЛЕНІВ РЕ

Таблиця D.1. Властивості поліетиленів (PE) середньої (MDPE) та низької (LDPE) щільності

Властивості	Вимоги LDPE	Вимоги MDPE	Одиниця виміру	Примітки
1	2	3	4	5
Щільність	<0,93	0,93-0,945	г/см <sup>3</sup>	
Швидкість плинності розплаву	Заявлене значення ±1,0 (макс. 3,5)	Заявлене значення ±1,0 (макс. 3,5)	г/10хв	
Границя плинності при розтягуванні ( $\sigma_{ut}$ )	мін. 7,5 мін. 4,5	мін. 13,8 мін. 8,0	Н/мм <sup>2</sup> Н/мм <sup>2</sup>	При 20°C При 65°C
Модуль пружності при розтягуванні ( $E_{tc}$ )	мін. 180	мін. 350	Н/мм <sup>2</sup>	При 20°C
Деформація під навантаженням (повзучість при розтягуванні)	макс. 2,5 при навантаженні 2,0	2,0 при навантаженні 3,0	% Н/мм <sup>2</sup>	Деформація через 100 годин при 20°C
Твердість	Заявлене значення ±3,0	Заявлене значення ±3,0	За Шором з дюрометром типу D	Випробовується при 20°C, зчитується через 15сек.
Ударна в'язкість (зразок без надрізу)	мін. 15	мін. 15	Дж/мм товщини	Вільно підтримуваний зразок для випробувань при 0°C
Ударна в'язкість (зразок з надрізом, випробування на маятникових копрах)	Не крихкий злам	Не крихкий злам	Візуально	Необхідне випробування для суден з одинарною обшивкою при 0°
Вміст пор (пористість)	макс. 15	макс. 15	% товщини	В конструктивних частинах судна
	макс. 20	макс. 20	% товщини	В інших місцях судна
Ударна в'язкість на розрив зістареного матеріалу	Не крихкий злам мін. енергія руйнування 1,0Дж/см <sup>2</sup>	Не крихкий злам мін. енергія руйнування 1,0Дж/см <sup>2</sup>	Візуально	Зістарений матеріал, що відповідає чотирьом рокам природного старіння, випробуваний при 0°C зі швидкістю випробування $2 \times 10^5$ %/мм
Границя міцності при згині ( $\sigma_{uf}$ )	8 ÷ 15	20	Н/мм <sup>2</sup>	
Модуль пружності при згині ( $E_{tc}$ )	250	500	Н/мм <sup>2</sup>	
Границя міцності при стисненні ( $\sigma_{uc}$ )	9,6	15	Н/мм <sup>2</sup>	
Границя міцності при зсуві ( $\tau_u$ )	8	12	Н/мм <sup>2</sup>	

Таблиця D.2. Властивості поліетиленів (PE) високої (HDPE) щільності

Властивості	Вимоги HDPE	Одиниця виміру	Метод випробувань
1	2	3	4
Щільність	0,946-0,972	г/см <sup>3</sup>	ASTM D-792
Витрата розплаву маси	Від 0,030 до 10 (190°C/2,16кг)	г/10хв	ISO 1133
Границя плинності при розтягуванні ( $\sigma_{ut}$ )	мін. 17	Н/мм <sup>2</sup>	ASTM D-638
Розтягуюче напруження на розрив	мін. 14	Н/мм <sup>2</sup>	ASTM D-638
Границя міцності при розтягуванні	Мін. 24	Н/мм <sup>2</sup>	ASTM D-638
Відносне подовження при розтягуванні	Від 1 до 27	%	ASTM D-638
Відносне подовження при розриві	Від 10 до 1500	%	ASTM D-638
Модуль пружності при розтягуванні ( $E_{tc}$ )	292 (після 1000 годин)	Н/мм <sup>2</sup>	ISO 899-1
Границя міцності при стисненні ( $\sigma_{uc}$ )	20	Н/мм <sup>2</sup>	ASTM D-695
Границя міцності при зсуві ( $\tau_u$ )	18	Н/мм <sup>2</sup>	ASTM D-792
Границя міцності при згині ( $\sigma_{uf}$ )	40	Н/мм <sup>2</sup>	ASTM D-790
Модуль пружності при згині ( $E_{tc}$ )	750	Н/мм <sup>2</sup>	ASTM D-790
Твердість	Заявлене значення $\pm 3,0$	За Шором з дюрометром типу D	Випробовується при 20°C, зчитується через 15сек.
Ударна в'язкість (зразок без надрізу) <sup>1</sup>	мін. 15	Дж/мм товщини	Вільно підтримуваний зразок для випробувань при 0°C
Ударна в'язкість (зразок з надрізом, випробування на маятникових копрах) <sup>1</sup>	Не крихкий злам	Візуально	Необхідне випробування для суден з одинарною обшивкою при 0°
Вміст пор (пористість) <sup>1</sup>	макс. 15	% товщини	В конструктивних частинах судна
	макс. 20	% товщини	В інших місцях судна
Ударна в'язкість на розрив зістареного матеріалу <sup>1</sup>	Не крихкий злам мін. енергія руйнування 1,0 Дж/см <sup>2</sup>	Візуально	Зістарений матеріал, що відповідає чотирьом рокам природного старіння, випробуваний при 0°C зі швидкістю випробування $2 \times 10^5$ %/мм
Число в'язкості (знижена в'язкість)	Від 157,8 до 398,3	мл/г	ISO 1628
Водопоглинання	Від 0,010 до 0,017% (24години)		ASTM D-570

<sup>1</sup> Метод випробування, результати та коментарі до зазначеного матеріалу повинні застосовуватися, як зазначено в таблиці D.1 цього Додатку та таблиці 6.11.2.4 підрозділу 6.11 «Термопластики» частини XIII цих Правил класифікації та побудови морських суден.

**Примітка.** Інформація, яка надається в цій таблиці при 23°C, містить типові значення, призначені лише для довідки та порівнювання.

Зазначені вище значення, які будуть використовуватися для проектних розрахунків, також повинні бути погоджені з РУ.