****

|  |
| --- |
| НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ |

# ДСТУ Б В.2.7-ХХХ:2018

**Будівельні матеріали**

**БЕТОН СУДНОБУДІВНИЙ.**

**ТЕХНІЧНІ УМОВИ ТА ТЕХНОЛОГІЯ ПРИГОТУВАННЯ**

# Частина 2. Бетон суднобудівний легкий

(проект, перша редакція)

-

Київ

ДП «УкрНДНЦ»

2018

1 **РОЗРОБЛЕНО:** Робоча група, створена наказом Державного підприємства «Український науково-дослідний і проектно-конструкторський інститут будівельних матеріалів та виробів «НДІБМВ» від «…» …. 2017 р.

2 Технічний комітет, відповідальний за цей стандарт: ТК 305 «Будівельні вироби і матеріали».

3 Цей стандарт оформлено згідно з вимогами національної стандартизації України.

4 **ПРИЙНЯТО ТА НАДАНО ЧИННОСТІ:** наказ ДП «УкрНДНЦ» від «\_\_» \_\_\_\_\_\_201\_ р. № \_\_\_ з \_\_\_.\_\_\_.201\_\_\_.

5 **УВЕДЕНО ВПЕРШЕ**

**Право власності на цей національний стандарт належить державі. Забороняється повністю чи частково видавати, відтворювати з метою розповсюдження і розповсюджувати як офіційне видання цей національний стандарт або його частину на будь-яких носіях інформації без ДП «УкрНДНЦ» чи уповноваженої ним особи.**

 **ДП «УкрНДНЦ», 2018**

# ЗМІСТ

|  |  |
| --- | --- |
|  | **С.** |
| Вступ …………………………………………………………………………….. | **1** |
| 1 Сфера застосування …………………………………………………………... | **1** |
| 2 Нормативні посилання ……………………………………………………….. | **1** |
| 3 Терміни та визначення понять ………………………………………………. | **4** |
| 4 Класифікація …………………………………………………………………... | **4** |
| 5 Технічні вимоги ……………………………………………………………….. | **5** |
| 6 Маркування ……………………………………………………………………. | **11** |
| 7 Методи контролювання ………………………………………………………. | **11** |
| 8 Вимоги щодо безпеки та збереження навколишнього природного середовища ……………………………………………………………………… | **12** |
| 9 Правила приймання, транспортування, зберігання ………………………… | **13** |
| 10 Технологія приготування …………………………………………………… | **13** |
| Додаток А (обов’язковий)Вимоги до складів легких суднобудівних бетонів …………………………… | **14** |
| Додаток Б (обов’язковий) Технологія приготування, транспортування, укладання і твердіння керамзитобетонної суміші ……………………………………………………… | **16** |

**ВСТУП**

Цей стандарт розроблено у зв’язку з відсутністю в Україні національного нормативного документу, що встановлює та узагальнює технічні вимоги до суднобудівного бетону, який укладається в конструкції корпусів суден і плавзасобів та технології його приготування.

Стандарт входить до групи стандартів ДСТУ Б В.2.7-ХХХ:2018 Будівельні матеріали. Бетон суднобудівний. Технічні умови та технологія приготування. Частина 1. Бетон суднобудівний важкий. Частина 2. Бетон суднобудівний легкий.

# СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

Цей стандарт поширюється на легкий суднобудівний бетон середньою густиною від 1600 кг/м3 до 2000 кг/м3, що застосовується для будівництва залізобетонних і композитних суден та плавзасобів, які мають необхідні властивості, що забезпечують тривалу і нормальну експлуатацію (довговічність) зазначених об'єктів.

Стандарт встановлює класифікацію легких суднобудівних бетонів та основні технічні вимоги до них за корозійною стійкістю, водостійкістю, водонепроникністю, морозостійкістю і міцністю.

Стандарт встановлює вимоги до матеріалів (цементу, піску, крупного заповнювача, води, добавок) і бетонних сумішей для приготування легких суднобудівних бетонів та методів їх випробувань. Стандарт також встановлює основні вимоги до технології приготування бетонних сумішей та бетону.

Стандарт не поширюється на нафтостійкі та інші спеціальні види суднобудівних бетонів.

Вимоги щодо безпечності бетону викладено в розділі 5.

**2. НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ**

У цьому стандарті є посилання на такі нормативні документи:

|  |  |
| --- | --- |
| ДСТУ 3594-97 | Будування і ремонт кораблів і суден. Вимоги безпеки |
| ДСТУ Б В.2.7-17-95 | Будівельні матеріали. Гравій, щебінь і пісок штучні пористі. Технічні умови |
| ДСТУ Б В.2.7-18-95 | Будівельні матеріали. Бетони легкі. Загальні технічні умови. |
| ДСТУ Б В.2.7-32-95 | Будівельні матеріали. Пісок щільний природний для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій і робіт. Технічні умови |
| ДСТУ Б В.2.7-112-2002 | Будівельні матеріали. Цементи. Загальні технічні умови |
| ДСТУ Б В.2.7-114-2002 | Будівельні матеріали. Суміші бетонні. Методи випробувань |
| ДСТУ Б В.2.7-166:2008 | Будівельні матеріали. Щебінь і пісок із пористих гірських порід. Технічні умови |
| ДСТУ Б В.2.7-170:2008 | Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення середньої густини, вологості, водопоглинання, пористості і водонепроникності |
| ДСТУ Б В.2.7-171:2008 | Будівельні матеріали. Добавки для бетонів і будівельних розчинів. Загальні технічні умови (EN 934-2:2008, NEQ) |
| ДСТУ Б В.2.7-176:2008 | Будівельні матеріали. Суміші бетонні та бетон. Загальні технічні умови (EN 206-1:2000, NEQ) |
| ДСТУ Б В.2.7-185:2009 | Будівельні матеріали. Цементи. Методи визначення нормальної густоти, строків тужавлення та рівномірності зміни об'єму |
| ДСТУ Б В.2.7-187:2009 | Будівельні матеріали. Цементи. Методи визначення міцності на згин і стиск |
| ДСТУ Б В.2.7-188:2009 | Будівельні матеріали. Цементи. Методи визначення тонкості помелу |
| ДСТУ Б В.2.7-202:2009 | Будівельні матеріали. Цементи та матеріали цементного виробництва. Методи хімічного аналізу |
| ДСТУ Б В.2.7-214-2009 | Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення міцності за контрольними зразками |
| ДСТУ Б В.2.7-215:2009 | Будівельні матеріали. Бетони. Правила підбору складу |
| ДСТУ Б В.2.7-219:2009 | Бетони. Метод прискореного визначення міцності на стиск |
| ДСТУ Б В.2.7-220:2009 | Будівельні матеріали. Бетони. Визначення міцності механічними методами неруйнівного контролю |
| ДСТУ Б В.2.7-223:2009 | Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення міцності за зразками, відібраними з конструкцій |
| ДСТУ Б В.2.7-224:2009 | Будівельні матеріали. Бетони. Правила контролю міцності |
| ДСТУ Б В.2.7-232:2010 | Будівельні матеріали. Пісок для будівельних робіт. Методи випробувань |
| ДСТУ Б В.2.7-264:2011 | Заповнювачі пористі неорганічні для будівельних робіт. Методи випробувань |
| ДСТУ Б В.2.7-273:2011 | Вода для бетонів і розчинів. Технічні умови |
| ДСТУ Б В.2.7-278:2011 | Бетони легкі та ніздрюваті. Правила контролю середньої густини (ГОСТ 26816-86, MOD) |
| ДСТУ-Н Б А.3.1-34:2016 | Настанова з виробництва бетонних і залізобетонних виробів |
| ДСТУ-Н Б В.2.6-218:2016 | Настанова з проектування та виготовлення конструкцій з дисперсноармованого бетону |
| ДСТУ-Н Б В.2.7-175:2008 | Будівельні матеріали. Настанова щодо застосування хімічних добавок у бетонах і будівельних розчинах |
| ДСТУ Б EN 196-2:2015 | Методи випробування цементу. Частина 2. Хімічне аналізування цементу (EN 196-2:2013, IDT) |
| ДСТУ Б EN 196-3:2015 | Методи випробування цементу. Частина 3. Визначення строків тужавлення та рівномірності зміни об’єму (EN 196-3:2005+А1:2008, IDT) |
| ДСТУ Б EN 196-6:2015 | Методи випробування цементу. Частина 6. Визначення тонкості помелу (EN 196-6:2010, IDT) |
| ДСТУ Б EN 480-14:2011 | Добавки для бетонів і будівельних розчинів. Методи випробувань. Визначення корозійного впливу хімічних добавок на сталеву арматуру при потенціостатичному електрохімічному випробуванні (EN 480-14:2006, IDT) |
| ДСТУ Б EN 14216:2012 | Цемент. Склад, технічні умови та критерії відповідності спеціальних цементів з низьким тепловиділенням (EN 14216:2004, IDT) |
| ДСТУ ЕN 196-1:2007 | Методи випробування цементу. Частина 1. Визначення міцності (ЕN 196-1:2005, ІDT) |

**3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ**

**3.1 Показник морозостійкості бетону *ПF***

відношення величини границі міцності на стиск зразків після заморожування до проектної міцності бетону; визначається за методикою, що наведено у додатку А ДСТУ Б В.2.7-ХХХ-1.

**3.2 Показник корозійної стійкості бетону *Пк***

Відношення величини границі міцності при стиску зразків після корозійних випробувань до проектної міцності бетону (яка відповідає його класу); визначається за методикою, що наведено у додатку Б ДСТУ Б В.2.7-ХХХ-1.

**4 КЛАСИФІКАЦІЯ**

**4.1** Бетон суднобудівний легкий поділяється на види за наступними класифікаційними ознаками в залежності від:

**4.1.1** агресивності середовища (води), для якого проектуються судна або плавзасоби:

- бетон для морських суден;

- бетон для річкових суден;

**4.1.2** розташування в корпусі:

- бетон підводної зони, що знаходиться у воді постійно;

- бетон зони змінного рівня води, що піддається систематичному і поперемінному зволоженню і висиханню, заморожуванню і відтаванню;

- бетон надводної зони, що піддається атмосферному впливу;

- бетон внутрішніх конструкцій, що не піддається дії води і атмосферних впливів;

**4.1.3** крупності заповнювача:

- бетон дрібнозернистий при крупності заповнювача до 10 мм;

- бетон крупнозернистий при крупності заповнювача до 20 мм.

**4.2** За величиною міцності на стиск для легкого суднобудівного бетону встановлюються наступні класи:

- згідно з ДСТУ Б В.2.7-18: В20, В22,5, В25, В30, В35, В40;

- згідно з ДСТУ Б В.2.7-176: LC 20/22, LC 25/28, LC 30/33, LC 35/38.

**4.3** За морозостійкістю легкий суднобудівний бетон поділяється на марки: F50; F100; F150; F200; F300; F400.

**4.4** За водонепроникністю для важкого суднобудівного бетону встановлюються наступні класи: W4; W8; W10; W12, W14.

**4.5** За середньою густиною у повітряно-сухому стані легкий суднобудівний бетон поділяється на марки: D1600, D1700, D1800, D1900, D2000. Допускаються проміжні марки легкого суднобудівного бетону: D1650, D1750, D1850, D1950.

**5. ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ**

**5.1. Загальні положення**

**5.1.1** Бетон легкий суднобудівний за фізико-механічними та експлуатаційними показниками повинен задовольняти вимогам цього стандарту.

Технічні вимоги до легкого суднобудівного бетону повинні вказуватися в проекті в залежності від призначення, технології будівництва та умов експлуатації судна або плавзасобу.

**5.1.2** Основними технічними вимогами до легкого суднобудівного бетону є наступні:

- міцність (на стиск, на осьовий розтяг, на розтяг при розколюванні, на розтяг при згині) у віці 28 діб нормального тверднення;

- корозійна стійкість і водостійкість в агресивних середовищах;

- водонепроникність;

- морозостійкість.

Для суден і плавзасобів з тривалим циклом будівництва допускається клас суднобудівного бетону по міцності встановлювати у віці бетону 60 або 90 діб, при цьому вибір віку бетону повинен бути обґрунтований в проекті.

**5.1.3** За показником середньої густини важкі суднобудівні бетони повинні задовольняти вимогам ДСТУ Б В.2.7-18 та ДСТУ Б В.2.7-176.

**5.2 Міцність бетону**

**5.2.1** Середня міцність бетону на стиск для класів за міцністю В20, B22,5, B25, В30, В35 та B40 при нормативному коефіцієнтові варіації 13,5 % повинна задовольняти вимогам ДСТУ Б.В.2.7-18; для класів за міцністю LC 20/22, LC 25/28, LC 30/33 та LC 35/38 – вимогам ДСТУ Б В.2.7-176.

**5.2.2** Міцність бетону на осьовий розтяг та на розтяг при згині повинна бути не нижче значень, вказаних у табл.5.1.

Таблиця 5.1 ― Характеристики міцності бетону на осьовий розтяг та на розтяг при згині

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Клас бетону за міцністю на стиск | Границя міцності на осьовий розтяг, МПа, не менше | Границя міцності на розтяг при згині, МПа, не менше |
| 1 | 2 | 3 |
| В20B22,5 | LC 20/22 | 2,5 | 4,3 |
| B25В30 | LC 25/28 | 2,7 | 4,5 |
| В35 | LC 30/33 | 2,9 | 4,7 |
| B40 | LC 35/38 | 3,1 | 5,0 |

**5.2.3** За необхідності, для визначення співвідношення між класами бетону за міцністю на стиск і розтяг і марками, слід користуватись додатком А ДСТУ Б.В.2.7-18 та таблицею 5.2.

Таблиця 5.2 ― Співвідношення між класами легкого бетону за міцністю на стиск і марками

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Клас бетону за міцністю на стиск | Середня міцність бетону *fc*, МПа (*R*, кгс/см2) | Найближча марка бетону по міцності | Відхилення середньої міцності класу від найближчої марки бетону, % |
| В20 | 25,70 (261,93) | М250 | +4,5 |
| B22,5 | 28,90 (294,50) | М250М300 | +17,8–1,9 |
| B25 | 32,40 (327,42) | М300М350 | +9,1–6,9 |
| В30 | 38,54 (392,90) | М400 | –1,8 |
| В35 | 44,96 (458,39) | М450 | +1,9 |
| В40 | 51,39 (523,87) | М500М550 | +4,8–5,1 |

**5.2.3** Середня густина легкого суднобудівного бетону у повітряно-сухому стані повинна бути в межах від 1600 кг/м3 до 2000 кг/м3. Марки і класи за середньою густиною бетону встановлюють у повітряно-сухому стані. Фактична середня густина бетону залежно від марки (класу) повинна задовольняти вимогам таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 - Співвідношення між марками і класами легкого бетону за середньою густиною

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Марка за середньою густиною у повітряно-сухому стані | Середня густина бетону у повітряно-сухому стані\*, кг/м3 | Співвідношення між марками і класами легкого бетону за середньою густиною згідно з |
| ДСТУ Б В.2.7-18 | ДСТУ Б В.2.7-176 |
| Марка за середньою густиною у сухому стані | Середня густина бетону у сухому стані, кг/м3 | Клас густини | Діапазон густини, кг/м3 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| D1600 | Понад 1500 до 1600 включно | D1400 | Понад 1380 до 1480 | D1.6 | Понад 1400 до 1600 |
| D1700 | Понад 1600 до 1700 включно | D1500 | Понад 1480 до 1575 |
| D1800 | Понад 1700 до 1800 включно | D1600 | Понад 1575 до 1680 | D1.8 | Понад 1600 до 1800 |
| D1900 | Понад 1800 до 1900 включно | D1700 | Понад 1680 до 1785 |
| D2000 | Понад 1900 до 2000 включно | D1800 | Понад 1785 до 1890 | D2.0 | Понад 1800 до 2000 |
| **Примітка.** Розрахунковий вміст вологи у легкому бетоні у повітряно-сухому стані не повинен перевищувати 10% за масою. |

**5.3 Корозійна стійкість і водостійкість бетону**

**5.3.1** Корозійна стійкість і водостійкість бетону характеризують довговічність суднобудівного бетону.

**5.3.2** Легкий суднобудівний бетон повинен бути корозійностійким і водостійким проти агресивного впливу зовнішніх факторів на залізобетонні конструкції судна під час експлуатації.

**5.3.3** Для забезпечення корозійної стійкості в різних кліматичних умовах або в агресивному середовищі (воді) бетон повинен мати необхідну міцність, водонепроникність, морозостійкість, хімічну стійкість до даного агресивного середовища, мати мале водопоглинання, а захисний шар бетону - надійно захищати арматуру від корозії.

**5.3.4** Для забезпечення корозійної стійкості арматури в конструкціях з легкого суднобудівного бетону товщина захисного шару бетону для зовнішніх і всіх змочуваних поверхонь корпусу встановлюється проектом залежно від умов експлуатації судна або плавзасобу і повинна бути не менше:

20 мм ― на стапель-палубі;

15 мм ― для зовнішніх поверхонь елементів основного корпусу;

10 мм ― для внутрішніх елементів корпусу;

5 мм ― для внутрішніх поверхонь, що не піддаються впливу агресивних чинників.

**5.4 Водонепроникність бетону**

**5.4.1** Легкий суднобудівний бетон повинен мати марку за водонепроникністю не нижче W4, тобто при випробуваннях згідно з ДСТУ Б В.2.7-170 на чотирьох з шести зразків не повинно спостерігатися просочування крапель води при найбільшому тиску 0,4 МПа.

**5.5 Морозостійкість бетону**

**5.5.1** Морозостійкість легкого суднобудівного бетону характеризується найбільшим числом циклів заморожування і відтавання, яке здатні витримати зразки при показнику морозостійкості бетону *ПF* не менше 1,0 і при втраті маси зразків не більше 2,0%.

**5.5.2** Залежно від марки за морозостійкістю бетон повинен витримувати кількість циклів заморожування і відтавання, що зазначено у таблиці 5.4.

**5.5.3** Марку легкого суднобудівного бетону за морозостійкістю в залежності від умов експлуатації, числа циклів почергового заморожування і відтавання в зимовий період та агресивності води-середовища з врахуванням експлуатаційних умов призначають у проекті згідно таблиці 5.5.

При обґрунтуванні для окремих конструкцій залізобетонних і композитних суден і плавзасобів марка суднобудівного бетону може призначатися вищою, ніж вказана в таблиці 5.5.

Таблиця 5.4 ― Співвідношення між марками бетону за морозостійкістю та кількістю циклів почергового заморожування і відтавання

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка суднобудівного бетону за морозостійкістю | F50 | F100 | F150 | F200 | F300 | F400 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Кількість циклів почергового заморожування і відтавання, що витримує бетон при випробуванні згідно з Додатком А ДСТУ Б В.2.7-ХХХ-1, не менше | 50 | 100 | 150 | 200 | 300 | 400 |

Таблиця 5.5 ― Призначення марки легкого суднобудівного бетону за морозостійкістю

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Кліматичні умови\* | Кількість циклів почергового заморожування і відтавання у зимовий період | Агресивність води–середовища, вміст солей на 1 л води, г | Марка бетону за морозостійкістю, не нижче |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Помірні | До 50Понад 50 до 100Понад 100 | 00Понад 0 до 10 | F50F100F150 |
| Суворі | До 50Понад 50 до 100Понад 100 | 00Понад 0 до 20 | F100F150F200 |
| Особливо суворі | До 50Понад 50 до 100Понад 100 | 00Понад 0 до 36 | F150F200F300 |
| **Примітка.** Кліматичні умови, вказані в цій таблиці, характеризуються наступними показниками:**-** помірні – середньомісячною температурою найбільш холодного місяця від 0 °С до мінус 10 °С (від 273 К до 263 К) або агресивністю води-середовища з вмістом солей на 1 л води понад 0 г до 10 г;**-** суворі – середньомісячною температурою найбільш холодного місяця від мінус 10 °С до мінус 20 °С (від 263 К до 253 К) або агресивністю води-середовища з вмістом солей на 1 л води понад 0 г до 20 г;**-** особливо суворі – середньомісячною температурою найбільш холодного місяця від мінус 20 °С до мінус 30 °С (від 253 К до 243 К) або агресивністю води-середовища з вмістом солей на 1 л води понад 0 г до 36 г. |

**5.5.4** Для суден і плавзасобів, що перебувають у важких умовах експлуатації (число циклів заморожування і відтавання в зимовий період – понад 100, середньомісячна температура найбільш холодного місяця нижче мінус 30 °С (243 К), вміст солей на 1 л води – понад 20 г до 36 г), марка бетону за морозостійкістю повинна обґрунтовуватися і призначатися в кожному окремому випадку окремо, на основі аналізу конкретних умов експлуатації судна або плавзасобу і спеціальних досліджень, які виконуються за участю профільних науково-дослідних установ. При цьому марка бетону за морозостійкістю не повинна призначатися нижче F300.

**5.5.6** Вимоги за морозостійкістю, що викладені в цьому стандарті, повинні пред'являтися до бетонів конструкцій підводної зони, зони змінного рівня води і надводної зони.

Бетон внутрішніх конструкцій, що не зазнає дії води і атмосферного впливу, повинен мати марку по морозостійкості не нижче F50.

**5.5.7** Зимовий період і середньомісячні температури найбільш холодного місяця районів експлуатації судна або плавзасобу визначаються за даними гідрометеорологічної служби.

**5.6 Вимоги до бетонних сумішей**

**5.6.1** Бетонна суміш повинна бути однорідною і не розшаровуватися при доставці до місця укладання та задовольняти вимогам цього стандарту, ДСТУ Б В.2.7-18 і ДСТУ Б В.2.7-176.

**5.6.2** Рухомість бетонних сумішей легкого суднобудівного бетону повинна знаходитися в межах від 2 см до 10 см.

**5.6.3** Допустиме відхилення (зменшення) рухомості бетонної суміші на виході з бетонозмішувача та на місці укладання не повинно перевищувати мінус 2 см.

**5.6.4** Температура готової бетонної суміші в місці її укладання повинна бути вище 0 оС.

**5.6.5** В залежності від розташування бетону в корпусі судна або плавзасобу, кліматичних умов експлуатації, а також агресивності води-середовища водоцементне відношення бетонної суміші важких суднобудівних бетонів повинно прийматися згідно з таблицею 5.6.

Таблиця 5.6 ― Водоцементне відношення бетонної суміші легких суднобудівних бетонів

|  |  |
| --- | --- |
| Бетон конструкцій суден і плавзасобів | Кліматичні умови |
| Особливо суворі | Суворі та помірні | Особливо суворі | Суворі та помірні |
| Морські судна | Річкові судна |
| Підводної зони, зони змінного рівня води, не більше | 0,38 | 0,39 | 0,39 | 0,41 |
| Надводної зони, не більше | 0,39 | 0,40 | 0,40 | 0,43 |
| Внутрішніх конструкцій,не більше | 0,41 | 0,42 | 0,42 | 0,43 |

**5.6.6** При підборі складу легкого суднобудівного бетону витрата цементу повинна прийматися не менше 500 кг/м3 для морських суден і 450 кг/м3 – для річкових суден.

**5.6.7** Об’єм міжзернових порожнини в ущільнених сумішах щільної структури не повинен перевищувати 6%.

**5.7 Сировинні матеріали**

**5.7.1 Цемент**

**5.7.1.1** Цементи, що застосовуються для приготування легкого суднобудівного бетону відповідно до видів бетонів, що прийняті в цьому стандарті, повинні забезпечувати можливість отримання довговічного бетону необхідної міцності, водостійкості, корозійної стійкості, морозостійкості, водонепроникності та надійно захищати арматуру від корозії.

**5.7.1.2** Для приготування легкого суднобудівного бетону повинні застосовуватися цементи, що задовольняють вимогам п. 5.7.1 ДСТУ Б В.2.7-ХХХ-1.

**5.7.2. Добавки**

**5.7.2.1** Для зменшення водопотреби бетонної суміші, а також для поліпшення основних властивостей легкого суднобудівного бетону (міцності, морозостійкості, водонепроникності), згідно ДСТУ-Н Б В.2.7-175, рекомендується вводити в бетонну суміш при її приготуванні добавки, що задовольняють вимогам п.5.7.2 ДСТУ Б В.2.7-ХХХ-1.

**5.7.3** **Пісок**

**5.7.3.1** Для приготування легкого суднобудівного бетону повинні застосовуватися чисті (промиті) природні кварцові та польовошпатні піски, а також штучні піски, отримані дробленням твердих і щільних кам'яних порід з розміром зерен від 0,16 до 5 мм, що задовольняють вимогам п.5.7.3 ДСТУ Б В.2.7-ХХХ-1.

**5.7.4 Крупний заповнювач**

**5.7.4.1** Як крупний заповнювач для приготування легкого суднобудівного бетону повинен використовуватися керамзитовий гравій розміром від 5 мм до 20 мм з поділом за фракціями 5–10 мм і 10–20 мм. Замість фракції 10–20 мм може застосовуватися керамзитовий гравій фракції від 10 до 15 мм.

**5.7.4.2** Найбільша крупність зерен керамзитового гравію не повинна перевищувати 0,25 товщини конструкції, що бетонується, і повинна бути менше мінімальної відстані між стрижнями арматури в цих конструкціях. Співвідношення фракцій і максимальний розмір зерен крупного заповнювача встановлюються технологічними інструкціями.

**5.7.4.3** Керамзитовий гравій, що застосовується для приготування легкого суднобудівного бетону, повинен мати марку за насипною густиною 600, 700, 800 або 900 згідно з ДСТУ Б В.2.7-17.

**5.7.4.4** Марка керамзитовий гравію за міцністю при стисненні у циліндрі повинна бути не нижчою П 125 для бетонів класу В20, В22,5 і В25 (LC 20/22 і LC 25/28), не нижчою П 150 для бетонів класів В30, В35, В40 (LC 30/33 і LC 35/38).

**5.7.4.5** Керамзитовий гравій повинен бути однорідним. Показники неоднорідності за насипною густиною і міцністю не повинні перевищувати граничних величин, встановлених ДСТУ Б В.2.7-17.

**5.7.4.6** Водопоглинання керамзитового гравію впродовж 1 години не повинно перевищувати 20% за масою.

**5.7.4.7** Морозостійкість керамзитового гравію повинна бути не менше 15 циклів почергового заморожування і відтавання; при цьому втрата маси повинна бути не більше 8%.

**5.7.4.8** У керамзитовому гравії, що застосовується для виготовлення армованих конструкцій вміст водорозчинних сірчаних і сірчанокислих сполук у перерахунку на SO3 не повинен перевищувати 1% за масою.

**5.7.4.9** Керамзитовий гравій не повинен містити вапняних та інших включень, що викликають втрату маси при кип'ятінні проби протягом 4 годин.

**5.7.4.10** Структура керамзитового гравію повинна бути стійкою до силікатного розпаду. Втрата маси при визначенні стійкості до силікатного розпаду не повинна перевищувати 5%.

**5.7.4.11** Керамзитовий гравій повинен мати форму зерен, що наближена до кулястої. Кількість зерен керамзиту, довжина яких по витягнутій осі в два і більше разів перевищує їхній мінімальний діаметр, не повинна бути більше 15% за об’ємом.

**5.7.4.12** Поверхня зерен керамзиту повинна бути рівномірно випалена і оплавлена. У зламі зерна гравію повинні мати однорідну комірчасту структуру. Для отримання дрібної фракції керамзитового гравію (для бетонування внутрішніх елементів корпусу) допускається проводити його подрібнення.

**5.7.4.13** У керамзитовому гравії не допускається наявність сторонніх засмічувальних домішок (рослинних залишків ґрунту, цегли, металевих включень у вигляді окремих кусків тощо).

**5.7.4.14** При погоджені з науково-дослідною організацією та за наявності відповідних затверджених в установленому порядку технологічних регламентів дозволяється для підвищення міцності і довговічності легкого суднобудівного бетону застосовувати керамзитовий гравій зі спрямовано покращеними властивостями за рахунок його обробки, зокрема з гідрофобізованою поверхнею.

**5.7.5 Вода для приготування і поливу бетону**

**5.7.5.1** Для приготування та поливу легкого суднобудівного бетону слід застосовувати воду згідно з ДСТУ Б В.2.7-273.

**5.7.5.2** Вода, що застосовується для промивання заповнювачів, замішування бетонної суміші і поливу суднобудівного бетону, не повинна містити шкідливих домішок, що перешкоджають нормальному твердінню бетону.

**5.7.5.3** Застосування промислових та стічних вод для приготування і поливу бетону не допускається.

**6 МАРКУВАННЯ**

**6.1** Кожна партія бетонної суміші, що відправлена споживачеві, повинна супроводжуватись документом про якість установленого зразка згідно з ДСТУ Б В.2.7-96 та ДСТУ Б EN 176 з урахуванням вимог цього стандарту.

**6.2** Умовна познака легкого суднобудівного бетону у технічній документації повинна виконуватись з зазначенням класу та марки згідно встановленим цим стандартом вимогам щодо міцності, морозостійкості і водонепроникності у відповідності з призначенням бетону згідно його класифікації.

**7 МЕТОДИ КОНТРОЛЮВАННЯ**

**7.1** Все лабораторне обладнання та засоби вимірювальної техніки, що застосовуються для зважування, вимірювання та контролю тощо необхідно атестувати та калібрувати у встановлені інтервали часу згідно з задокументованими процедурами, методами і критеріями та регулярно контролювати їх.

**7.2** Підбір складу легкого суднобудівного бетону виконують згідно з ДСТУ Б В.2.7-215, ДСТУ Б В.2.7-176 з урахуванням рекомендацій додатку А цього стандарту.

**7.3** Визначення середньої густини легкого суднобудівного бетону виконують згідно з ДСТУ Б В.2.7-170. Контролювання середньої густини – згідно з ДСТУ Б В.2.7-278.

**7.4** Визначення міцності бетону виконується згідно з ДСТУ Б В.2.7-214; ДСТУ Б В.2.7-219, ДСТУ Б В.2.7-223; ДСТУ Б В.2.7-224. Витрату цементу на 1 м3 бетону приймають згідно з вимогами розділу 5 цього стандарту. Визначення міцності бетону в конструкціях неруйнівними методами виконується згідно з ДСТУ Б В.2.7-220.

**7.5** Визначення корозійної стійкості і водостійкості суднобудівного бетону в агресивних середовищах здійснюється згідно з Додатком Б ДСТУ Б В.2.7-ХХХ-1.

**7.6** Випробування зразків на водонепроникність здійснюється згідно з ДСТУ Б В.2.7-170 за методом «мокрої плями».

Водонепроникність легкого суднобудівного бетону визначається на зразках-циліндрах діаметром 150 мм і товщиною 50 мм для дрібнозернистого бетону і 100 або 150 мм для крупнозернистого бетону у віці 28 діб.

Допускається проводити випробування на водонепроникність у віці бетону 60 або 90 діб, при цьому вибір віку бетону повинен бути обґрунтований в проекті.

**7.7** Визначення морозостійкості суднобудівного бетону здійснюється згідно з Додатком А ДСТУ Б В.2.7-ХХХ-1.

**7.8** Фізичні та механічні випробування цементу виконують згідно з ДСТУ Б В.2.7-185, ДСТУ Б В.2.7-187, ДСТУ Б В.2.7-188, ДСТУ EN 196-1, ДСТУ Б EN 196-3; ДСТУ Б EN 196-6. Хімічний аналіз цементу – згідно з ДСТУ Б В.2.7-202, ДСТУ Б EN 196-2.

**7.9** Випробування піску і відбір проб виконують згідно з ДСТУ Б В.2.7-232.

**7.10** Випробування крупного заповнювача виконують згідно з ДСТУ Б В.2.7-264.

**7.11** Визначення придатності добавок до бетону виконують згідно з ДСТУ Б В.2.7-171 та ДСТУ Б-Н БВ.2.7-175.

**7.12** Визначення корозійного впливу добавок на металеву арматуру виконують згідно з ДСТУ Б EN 480-14.

**7.13** Відбір проб бетонної суміші для випробування бетону, визначення легкоукладальності (рухомості) та середньої густини бетонної суміші виконують згідно з ДСТУ Б В.2.7-114. Рухомість бетонної суміші повинна визначатися на виході бетону з бетонозмішувача та на місці укладання бетону.

**8 ВИМОГИ ЩОДО БЕЗПЕКИ ТА ЗБЕРЕЖЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА**

**8.1** Бетони суднобудівні легкі повинні бути безпечними для життя і здоров'я людини та не спричиняти негативного впливу на довкілля під час виробництва, транспортування, зберігання, застосування і в період експлуатації впродовж економічно розумного строку служби.

**8.2** Виробництво бетонних сумішей та бетону легкого суднобудівного необхідно виконувати з додержанням правил безпеки ДСТУ 3594, відповідних розділів ДСТУ Б В.2.7-18, ДСТУ Б В.2.7-112, ДСТУ Б В.2.7-215, ДСТУ-Н Б А.3.1-34, ДСТУ-Н Б В.2.6-218, та цього стандарту.

**8.3** Загальні вимоги пожежної безпеки, електростатичної іскробезпеки та виробничої безпеки при виробництві бетонних сумішей і важкого суднобудівного бетону повинні відповідати вимогам розділу 8 ДСТУ Б В.2.7-ХХХ-1.

**9 ПРАВИЛА ПРИЙМАННЯ, ТРАНСПОРТУВАННЯ, ЗБЕРІГАННЯ**

**9.1** Приймання, складування, зберігання та транспортування сировинних матеріалів слід виконувати згідно з вимогами чинних нормативних документів на ці матеріали з урахуванням вимог ДСТУ-Н Б А.3.1-34, розділу 9 та додатку Г ДСТУ Б В.2.7-ХХХ-1:

- цемент - згідно з ДСТУ Б В.2.7-112;

- пісок – згідно з ДСТУ Б В.2.7-32;

- крупний заповнювач – згідно з ДСТУ Б В.2.7-17;

- добавки – згідно з ДСТУ Б В.2.7-171.

**9.2** Приймання бетонних сумішей та легкого суднобудівного бетону виконують згідно з вимогами відповідних розділів ДСТУ Б В.2.7-18, ДСТУ Б В.2.7-96, ДСТУ Б В.2.7-176, ДСТУ-Н Б А.3.1-34, ДСТУ-Н Б В.2.6-218 та додатку Г ДСТУ Б В.2.7-ХХХ-1.

**10 ТЕХНОЛОГІЯ ПРИГОТУВАННЯ**

**10.1** Технологія приготування, транспортування, укладання і твердіння бетонної суміші легкого суднобудівного бетону викладена у додатку Б цього стандарту.

**10.2** При приготуванні бетонної суміші легкого суднобудівного бетону (керамзитобетонної суміші) дозування цементу, піску і добавок проводиться за масою, дозування керамзитового гравію і води – за об’ємом і масою.

**Додаток А**

(обов’язковий)

**ВИМОГИ ДО СКЛАДІВ ЛЕГКИХ СУДНОБУДІВНИХ БЕТОНІВ**

**А.1** Проектування складу легкого суднобудівного бетону проводиться для кожної конструкції, для кожного необхідного класу бетону за міцністю, морозостійкістю, водонепроникністю і середньою густиною та якщо змінюється крупність заповнювача, а також якщо необхідно виготовити бетонну суміш з різною рухомістю.

**А.2** Якщо змінився постачальник цементу, піску або гравію необхідно провести корегування складу бетонної суміші і перевірити міцність, водонепроникність, морозостійкість і середню густину бетону, який готується з використанням нових компонентів.

**А.3** Проектування складу легкого суднобудівного бетону виконується науково-дослідницькою лабораторією та корегується лабораторією заводу-виробника, де будується залізобетонне судно або плавзасіб, та містить комплекс наступних видів робіт:

- вивчення вимог до легкого бетону, до конструкцій корпусу залізобетонного судна і до технології його будування;

- випробування складових матеріалів бетону;

- розрахунок лабораторного складу бетонної суміші згідно з цим стандартом, ДСТУ Б В.2.7-215 та ДСТУ Б В.2.7-176;

- приготування бетонної суміші та виготовлення контрольних бетонних зразків для визначення міцності бетону, його водонепроникності, морозостійкості та середньої густини;

- проведення випробувань основних властивостей легкого суднобудівного бетону;

- обробка результатів випробувань і призначення виробничого складу бетонної суміші.

**А.4** Роботи з проектування складу легкого суднобудівного бетону і вибору матеріалів для його виготовлення мають бути закінчені до початку будування залізобетонного судна або плавзасобу.

**А.5** У таблиці А.1. наведено рекомендовані орієнтовні склади бетонної суміші суднобудівного бетону, які необхідно уточнювати на заводі-виробнику з врахуванням наявних матеріалів – складових для бетону.

**А.6** Витрату води у таблиці А.1. наведено з врахуванням водопоглинання керамзитового гравію.

**А.7** Вміст крупної фракції керамзитового гравію (від 10 до 20 мм) повинен складати не більше 50% від загального обсягу суміші двох фракцій керамзитового гравію, яких витрачається на 1 м3 легкого бетону.

**А.8** При проектування складу легкого бетону необхідно застосовувати пластифікуючи добавки, які дозволяють підвищити рухомість бетонної суміші та міцність, водонепроникність і морозостійкість бетону. При проектуванні складу легкого бетону для бетонування у зимовий час необхідно застосовувати протиморозні добавки, та добавки, що прискорюють тверднення.

При обґрунтуванні необхідності забезпечення додаткового підвищення водонепроникності легкого суднобудівного бетону в його склад рекомендується вводити кольматуючі добавки або мікрокремнезем.

**А.9** При виборі добавки (добавок) у процесі проектування складу легкого бетону необхідно проводити порівняльні випробування міцності, водонепроникності, морозостійкості та середньої густини бетону з добавкою (добавками) та без неї (них).

Таблиця А.1 – Рекомендовані орієнтовні склади легких суднобудівних бетонів

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Область застосування | Осадка конусу, см | Витрата матеріалів на 1 м3 бетону |
| цемент, кг | пісок, кг | керамзитовий гравій, л | вода, л | Добавка (суперпла-стифікуюча), суха речовина, кг |
| фракції 5-10 мм | фракції 10-20 мм |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Бетонування монолітних горизонтальних елементів і залізобетонних секцій товщиною 8 см і більше (для твердіння у нормальних умовах та при тепловологісній обробці)  | 2-3 | 500-525 | 620-670 | 340-375 | 340-375 | 175-210 | 3-4.5 |
| Бетонування монолітних горизонтальних елементів і залізобетонних секцій товщиною від 5 до 8 см (для твердіння у нормальних умовах та при тепловологісній обробці) | 3-5 | 525-550 | 630-690 | 670-730 | - | 185-220 | 3-5 |
| Бетонування монолітних вертикальних елементів і ребер залізобетонних секцій товщиною 8 см і більше (для твердіння у нормальних умовах та при тепловологісній обробці) | 6-8 | 525-550 | 660-720 | 320-350 | 320-350 | 185-220 | 3-5 |
| Бетонування стиків.Бетонування монолітних вертикальних елементів і ребер залізобетонних секцій товщиною не більше 8 см | 8-10 | 550-570 | 700-760 | 640-700 | - | 195-230 | 3.5-5.5 |

**Додаток Б**

(обов’язковий)

**ТЕХНОЛОГІЯ ПРИГОТУВАННЯ, ТРАНСПОРТУВАННЯ,**

**УКЛАДАННЯ І ТВЕРДІННЯ КЕРАМЗИТОБЕТОННОЇ СУМІШІ**

**Б.1** Все обладнання, що використовується у виробничому процесі, необхідно регулярно перевіряти і проводити його технічне обслуговування, щоб його застосування, зношення або помилки не викликали невідповідності процесу виробництва. Перевірки і обслуговування мають виконуватись згідно з письмовими процедурами виробника, відповідні звіти яких виробник повинен зберігати впродовж терміну, обумовленого в методичних вказівках процедури контролю виробництва.

**Б.2** Бетонні суміші легкого суднобудівного бетону повинні виготовлятися на бетонних заводах, що мають склади для цементу і заповнювачів та оснащені стаціонарними змішувальними агрегатами і ваговими дозаторами для цих матеріалів, відповідно до вимог цього стандарту за технологічними регламентами виробника, затвердженими в установленому порядку.

**Б.3** Дозування цементу, піску і добавок необхідно проводити по масі, а керамзитового гравію і води - за об’ємом або за масою.

Відхилення фактичного дозування складових легкого бетону не повинно перевищувати:

* для цементу, добавок і води ........ ± 1%;
* для піску і керамзитового гравію ......... ± 2%.

Ваги і вимірювальні прилади дозаторів повинні піддаватися перевірці при випуску, а також на місці експлуатації органами відомчого нагляду не рідше одного разу на рік.

**Б.4** Завантаження матеріалів у бетонозмішувач проводиться без його зупинки. Спочатку заливається 70% необхідного на заміс кількості води і завантажується керамзитовий гравій. Після короткочасного перемішування (1 хвилина) завантажується цемент, пісок і решта води (з водним розчином добавок, що застосовуються).

**Примітка:** для підвищення міцності суднобудівного бетону за рахунок покращення якості спільної роботи гравію і розчинової матриці можна застосовувати метод попередньої обробки керамзитового гравію цементною суспензією. В цьому випадку у бетонозмішувач одночасно завантажується 70% води і 20% цементу від необхідної на заміс кількості цих компонентів. Потім ця суспензія готується (перемішується) протягом 1 хвилини, далі в бетонозмішувач завантажується керамзитовий гравій, що обробляється суспензією (переміщується) ще приблизно 1 хвилину. Далі завантажується решта цементу, пісок і решта води (з водним розчином добавок, що застосовуються) і подальша технологія приготування не відрізняється від звичайної.

**Б.5** Тривалість перемішування керамзитобетонної суміші – не менше 3 хвилин. Час перемішування суміші з добавками – не менше 5 хв.

**Б.6** Температура готової бетонної суміші в місці її укладання повинна бути вище 5°С.

**Б.7** Приготована керамзитобетонна суміш повинна бути однорідною і мати задану легкоукладальність. Рухомість бетонної суміші повинна відповідати величинам, зазначеним у табл. А.1 додатку А цього стандарту.

**Б.8** Приготовану бетонну суміш доцільно вивантажувати з бетонозмішувача безпосередньо в роздатковий бункер або цебер. При цьому суміш повинна падати вертикально або по лотку з кутом нахилу не менше 60° до горизонту.

**Б.9** Для забезпечення високої легкоукладальності бетонної суміші та, відповідно, підвищення продуктивності праці і якості продукції доцільно укладати в конструкції свіжеприготовану бетонну суміш без витримки.

**Б.10** Допустимий час транспортування і витримки керамзитобетонної суміші з моменту вивантаження з бетонозмішувача до її укладання в конструкцію не повинен перевищувати 45 хвилин.

**Б.11** Додавання води в бетонну суміш в період її транспортування і укладання забороняється.

**Б.12** Транспортування керамзитобетонний суміші повинно проводитися в спеціальних транспортних засобах, що запобігають потраплянню в бетонну суміш атмосферних опадів, заморожуванню і висушуванню, а також витіканню цементного розчину.

**Б.13** На бетонному заводі повинен вестися журнал, затверджений в установленому порядку, в якому позмінно на кожен клас бетону реєструються наступні дані: дата, номер зміни, номер замісу, номер складу бетонної суміші, проектний клас бетону за міцністю при стиску у віці … діб, коефіцієнт варіації міцності, проектна марка (клас) бетону за середньою густиною у кг/м3, коефіцієнт варіації середньої густини, проектна марка за морозостійкістю та водонепроникністю, кількість бетонної суміші в м3; вид, марка і витрата цементу на 1 м3 бетонної суміші; витрата гравію по фракціях, найбільша крупність заповнювача, рухливість і легкоукладальність бетонної суміші, найменування та витрата добавки в процентах від маси цементу, витрата води на 1 м3 бетонної суміші, температура бетонної суміші.

**Б.14** Секції корпусу залізобетонного судна, до довговічності і чистотИ зовнішньої поверхні яких пред'являються підвищені вимоги (секції бортів, днища, верхньої палуби), необхідно виготовляти на стендах або в формах-матрицях таким чином, щоб зовнішня частина секції (тобто зовнішня поверхня майбутнього корпусу судна) була звернена до стенду.

**Б.15** Максимальна висота вільного падіння керамзитобетонний суміші при бетонуванні конструкції не повинна перевищувати 1,5 м.

**Б.16** Укладання та ущільнення бетонної суміші при будівництві корпусів залізобетонних суден і плавзасобів необхідно проводити відповідно до вимог цього стандарту.

**Б.17** Підготовку стендів або форм-матриць, а також установку контурної опалубки, арматурних сіток і каркасів, закладних деталей, прокладок захисного шару - відповідно до вимог цього стандарту

**Б.18** Установка опалубки стикових з'єднань і розпалубка - згідно цього стандарту.

**Б.19** Твердіння легкого суднобудівного бетону в природних умовах має проходити при температурі зовнішнього повітря вище 0°С і при регулярному зволоженні бетону водою згідно технологічних інструкцій і цього стандарту.

**Б.20** У нормально-вологих умовах при температурі від 15 оС до 25 °С (від 288 К до 298 К) і відносній вологості повітря від 90 % до 100% легкий суднобудівний бетон інтенсивно твердіє і у віці 28 днів досягає проектної міцності, необхідної водонепроникності і морозостійкості.

**Б.21** З огляду на інтенсивне зростання міцності легкого бетону протягом року і більше, доцільно клас бетону встановлювати у віці 60 або 90 днів в залежності від терміну здачі судна в експлуатацію.

**Б.22** Для прискорення твердіння легкого суднобудівного бетону секцій, а також в стикових з'єднаннях, можливо застосовувати його тепло-вологу обробку (пропарювання) відповідно до вимог технологічних інструкцій. При цьому величина ізотермічного прогріву бетону повинна бути не більше 80 °С (353 К).

**Б.23** Знімання пропарених залізобетонних секцій з легкого бетону, а також їх монтаж на стапелі проводиться після випробування контрольних зразків, що показують міцність бетону горизонтальної частини секції, яка має бути не менше 18,0 МПа.

**Б.24** Догляд за легким бетоном залізобетонних конструкцій і стикових з'єднань повинен здійснюватись до набуття бетоном 100% проектної міцності. Бетонні поверхні необхідно поливати водою через проміжки часу, які визначаються лабораторією заводу-виготовлювача в залежності від кліматичних умов, згідно з вимогами технологічних інструкцій і цього стандарту.

**Б.25** Приготування і транспортування бетонної суміші в зимових умовах необхідно проводити з підігрівом матеріалів і з застосуванням протиморозних добавок згідно відповідних технологічних регламентів і цього стандарту.

**УКНД: 47.020.10; 91.100.30**

Ключові слова: бетон, бетонна суміш, водонепроникність, добавка, керамзит, корозійна стійкість, маса, міцність на стиск, морозостійкість, рухомість, склад, суднобудівний бетон.

Директор ДП «НДІБМВ»,

канд. техн. наук Н. Дюжилова

Голова ТК 305,

заступник директора з наукової роботи

ДП «НДІБМВ»,

доктор техн. наук С. Лаповська

Ректор ОДАБА

канд. техн. наук, професор А.Ковров

Завідувач кафедри Автомобільних доріг

і аеродромів ОДАБА,

науковий керівник,

доктор техн. наук, професор А. Мішутін

Провідний науковий консультант,

відповідальний виконавець,

начальник науково-дослідної

частини ОДАБА,

канд. техн. наук, доцент С. Кровяков

Старший науковий

співробітник ОДАБА,

канд. техн. наук М. Мішутін

Відповідальний

виконавець,

старший науковий співробітник

ДП «НДІБМВ» Т. Демченко

Науковий

співробітник

ДП «НДІБМВ» Т. Ліхвар