****

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

# ДСТУ Б В.2.7-ХХХ:2018

**Будівельні матеріали**

**БЕТОН СУДНОБУДІВНИЙ.**

**ТЕХНІЧНІ УМОВИ ТА ТЕХНОЛОГІЯ ПРИГОТУВАННЯ**

# Частина 1. Бетон суднобудівний важкий

(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 ……………………………………………………………………………. | **3** |
| 1 Сфера застосування ………………………………………………………….. | **3** |
| 2 Нормативні посилання ………………………………………………………. | **3** |
| 3 Терміни та визначення понять ………………………………………………. | **6** |
| 4 Класифікація …………………………………………………………………... | **6** |
| 5 Технічні вимоги ……………………………………………………………….. | **7** |
| 6 Маркування ……………………………………………………………………. | **16** |
| 7 Методи контролювання ………………………………………………………. | **16** |
| 8 Вимоги щодо безпеки та збереження навколишнього природного середовища ……………………………………………………………………… | **18** |
| 9 Правила приймання, транспортування, зберігання ………………………… | **20** |
| 10 Технологія приготування …………………………………………………… | **21** |
| 11. Контроль якості суднобудівного бетону ………………………………….. | **25** |
| Додаток А (обов’язковий)  Метод випробування бетону на морозостійкість …………………………….. | **28** |
| Додаток Б (довідковий)  Визначення корозійної стійкості бетону в лабораторних і натурних умовах | **31** |
| Додаток В (довідковий)  Прискорене визначення міцності на стиск (активності) цементу ………….. | **35** |
| Додаток Г (обов’язковий)  Проектування складу важкого суднобудівного бетону ……………………… | **38** |
| Додаток Д (довідковий)  Приклад проектування складу важкого суднобудівного бетону …………… | **43** |
| Додаток Е (довідковий)  Склади важкого суднобудівного бетону ……………………………………… | **47** |
|  |  |

**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.

# 1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

Цей стандарт поширюється на важкий суднобудівний бетон, який застосовується для будівництва залізобетонних та композитних суден і плавзасобів, що мають необхідні властивості, які забезпечують тривалу і нормальну експлуатацію (довговічність) зазначених об'єктів.

Стандарт встановлює класифікацію 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 важких 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 А.3.2-13:2011 | Будівництво. Електробезпечність. Загальні вимоги (ГОСТ 12.1.013-78, MOD) |
| ДСТУ Б А.3.2-15:2011 | Норми освітлення будівельних майданчиків (ГОСТ 12.1.046-85, MOD) |
| ДСТУ Б В.2.6-181:2011 | Захист бетонних і залізобетонних конструкцій від корозії. Методи випробувань (ГОСТ 31383:2008, NEQ) |
| ДСТУ Б В.2.7-32-95 | Будівельні матеріали. Пісок щільний природний для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій і робіт. Технічні умови |
| ДСТУ Б.В.2.7-43-96 | Будівельні матеріали. Бетони важкі. Технічні умови |
| ДСТУ Б В.2.7-71-98 | Щебінь і гравій із щільних гірських порід і відходів промислового виробництва для будівельних робіт. Методи фізико-механічних випробувань. |
| ДСТУ Б В.2.7-75-98 | Щебінь і гравій щільні природні для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій і робіт. Технічні умови |
| ДСТУ Б В.2.7-85-99 | Будівельні матеріали. Цементи сульфатостійкі. 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.2.7-170:2008 | 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.2.7-273:2011 | Вода для бетонів і розчинів. Технічні умови |
| 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-Н Б В.2.7-299:2013 | Настанова щодо визначення складу важкого бетону |
| 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 197-1:2015 | Цемент. Частина 1. Склад, технічні умови та критерії відповідності для звичайних цементів (EN 197-1:2011, 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 ЕN 196-1:2007 | Методи випробування цементу. Частина 1. Визначення міцності (ЕN 196-1:2005, ІDT) |
| ДБН А.3.2-2-2009 (НПАОП 45.2-7.02-12) | Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення |
| ДБН В.1.1-7:2016 | Пожежна безпека об`єктів будівництва. Загальні вимоги |
| ДБН В.2.2-28:2010 | Будинки адміністративного та побутового призначення |
| ДБН В.2.5-64:2012 | Внутрішній водопровід та каналізація. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво |
| ДБН В.2.5-67:2013 | Опалення, вентиляція та кондиціонування |
| ДСН 3.3.6.037-99 | Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку |
| ДСН 3.3.6.039-99 | Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації |
| ДСН 3.3.6.042-99 | Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень |
| НПАОП 0.00-4.12-05 | Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці |
| НПАОП 26.0-3.01-07 | Норми безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам, зайнятим на підприємствах промисловості будівельних матеріалів |
| НПАОП 26.6-1.02-00 | Правила охорони праці для працівників бетонних і залізобетонних заводів |
| НПАОП 35.1-1.03-17 | Правила охорони праці під час виконання суднобудівних та судноремонтних робіт |
| НПАОП 40.1-1.32-01 | (ДНАОП 0.00-1.32-01) Правила будови електроуста-новок. Електрообладнання спеціальних установок (укр) |
| EN 13263-1:2005 +A1:2009 | Silica fume for concrete - Part 1: Definitions, requirements and conformity criteria (Мікрокремнезем для бетону. Частина 1. Визначення, вимоги та критерії відповідності) |

**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 цього стандарту.

**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 цього стандарту.

**4 КЛАСИФІКАЦІЯ**

**4.1** Бетон суднобудівний важкий 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** виду застосовуваного крупного заповнювача:

- бетон на заповнювачі з щебеню;

- бетон на заповнювачі з гравію;

**4.1.4** 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 важкого суднобудівного бетону встановлюються наступні класи:

- згідно з ДСТУ Б В.2.7-43: В25, В30, В35, В40, В45, В50;

- згідно з ДСТУ Б В.2.7-176: С20/25; С25/30; С30/35; С32/40; С35/45; С40/50.

**4.3** За морозостійкістю важкий 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; W16; W18; W20.

**5. ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ**

**5.1. Загальні положення**

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

Технічні вимоги до важкого 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 важкого суднобудівного бетону є наступні:

- міцність (на стиск, на осьовий розтяг, 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.2.7-43 та ДСТУ Б В.2.7-176.

**5.2 Міцність бетону**

**5.2.1** Середня міцність бетону на стиск для кожного класу за міцністю повинна задовольняти вимогам ДСТУ Б.В.2.7-43 при нормативному коефіцієнтові варіації 13,5 %, ДСТУ Б В.2.7-176, ДСТУ-Н Б В.2.7-299.

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

**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.2.7-43 та таблицею 5.2.

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 | 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 | 4 | 5 | 6 |
| B25 | 2,5 | 4,5 | В40 | 3,4 | 5,5 |
| В30 | 3,0 | 5,0 | В45 | 3,6 | 5,8 |
| В35 | 3,2 | 5,2 | В50 | 4,2 | 6,3 |

Таблиця 5.2 ― Співвідношення між класами важкого бетону по міцності 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, % |
| B25 | С20/25 | 32,40 (327,42) | М350 | –6,9 |
| В30 | С25/30 | 38,54 (392,90) | М400 | –1,8 |
| В35 | С28/35 | 44,96 (458,39) | М450 | +1,8 |
| В40 | С32/40 | 51,39 (523,87) | М500  M550 | +4,8  –5,1 |
| В45 | С35/45 | 57,82 (589,4) | М600 | +1,8 |
| В50 | С40/50 | 64,24 (654,80 | М700 | –6,4 |

**5.3 Корозійна стійкість і водостійкість бетону**

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

**5.3.2** Важкий 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 повинен надійно захищати арматуру від корозії.

**5.3.4** Для забезпечення корозійної стійкості арматури в конструкціях з важкого 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** Важкий 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 важкого 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 5.3.

**5.5.3** Марку важкого 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 5.4.

При обґрунтуванні для окремих конструкцій залізобетонних і композитних суден і плавзасобів марка суднобудівного бетону може призначатися вищою, ніж вказана в таблиці 5.4.

Таблиця 5.3 ― 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, не менше | 50 | 100 | 150 | 200 | 300 | 400 |

Таблиця 5.4 ― Призначення марки важкого 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 50  Понад 50 до 100  Понад 100 | 0  0  Понад 0 до 10 | F50  F100  F150 |
| Суворі | До 50  Понад 50 до 100  Понад 100 | 0  0  Понад 0 до 20 | F100  F150  F200 |
| Особливо суворі | До 50  Понад 50 до 100  Понад 100 | 0  0  Понад 0 до 36 | F150  F200  F300 |
| **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.2.7-43 і ДСТУ Б В.2.7-176.

**5.6.2** Рухомість бетонних сумішей важкого суднобудівного бетону повинна знаходитися в межах, зазначених у таблиці 5.5.

**5.6.3** Допустиме відхилення (зменшення) рухомості бетонної суміші на виході з бетонозмішувача та на місці укладання не повинно перевищувати мінус 2 см для малорухливих сумішей і мінус 4 см для рухливих бетонних сумішей.

**5.6.4** Температура готової бетонної суміші в місці її укладання повинна бути вище 5 оС.

Таблиця 5.5 ― Рухомість бетонних сумішей важкого суднобудівного бетону

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Бетонна суміш | Осадка конусу, см (марка за легкоукладальністю) | Область застосування |
| Малорухлива | від 2 до 10  (П1-П2; S1-S2) | Бетонування горизонтальних ділянок корпусу при монолітному методі будування.  Виготовлення плоских і ребристих секцій.  Омонолічування плоских нижніх стиків. |
| Рухлива | від 11 до 18  (П3-П4; S3) | Бетонування вертикальних ділянок корпусу при монолітному методі будування.  Омонолічування вертикальних і горизонтальних стиків. |

**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.

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

Таблиця 5.6 ― Водоцементне відношення бетонної суміші важких суднобудівних бетонів

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Розташування бетону  в корпусі суден і плавзасобів | Водоцементне відношення, не більше | | | | |
| Морські судна | | | Річкові судна | |
| Кліматичні умови | | | | |
| Особливо суворі | Суворі та помірні | Особливо суворі | | Суворі та помірні |
| 1 | 2 | 3 | 4 | | 5 |
| Підводна зона,  зона змінного рівня води | 0,37 | 0,38 | 0,38 | | 0,40 |
| Надводна зона | 0,38 | 0,40 | 0,39 | | 0,42 |
| Внутрішні конструкції | 0,40 | 0,40 | 0,42 | | 0,42 |

**5.7 Сировинні матеріали**

**5.7.1 Цемент**

**5.7.1.1** Цементи, що застосовуються для приготування важкого 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 важкого суднобудівного бетону повинні застосовуватися:

- сульфатостійкі цементи активністю не менше 40 МПа, що задовольняють вимогам цього стандарту та ДСТУ Б В.2.7-85;

- сульфатостійкий портландцемент згідно з ДСТУ EN 197-1 класу міцності не нижче 42,5;

- пластифікований сульфатостійкий портландцемент згідно з чинною нормативною документацією;

- гідрофобний сульфатостійкий портландцемент згідно з чинною нормативною документацією.

**5.7.1.3** Сульфатостійкий портландцемент, що застосовують для будівництва морських залізобетонних суден і плавзасобів, повинен мати наступний розрахунковий мінералогічний склад:

- вміст трьохкальцієвого алюмінату С3А у % за масою, не більше 5;

- вміст трьохкальцієвого силікату С3S у % за масою, не більше 50;

- сума трьохкальцієвого алюмінату С3А і чотирьохкальцієвого алюмофериту С4АF % за масою, не більше 22;

- вміст окису магнію % за масою, не більше 5.

**5.7.1.4** Сульфатостійкий портландцемент не повинен містити активних мінеральних добавок і шлаку.

**5.7.2. Добавки**

**5.7.2.1** Для зменшення водопотреби бетонної суміші, а також для поліпшення основних властивостей важкого 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 ДСТУ Б В.2.7-171:

- регулятори реологічних властивостей бетонної суміші: пластифікуючі та водоредукуючі добавки, зокрема полікарбоксилатного і нафталінсульфонатного типу;

- добавки, що підвищують щільність бетону (після підтвердження їх ефективності науково-дослідними випробуваннями суднобудівних бетонів з визначенням всіх необхідних фізико-механічних показників);

- мікрокремнезем згідно з EN 13263 в поєднанні з пластифікуючими добавками;

- протиморозні добавки, та добавки, що прискорюють тверднення (при виконанні робіт за від’ємних температур після підтвердження їх ефективності науково-дослідними випробуваннями суднобудівних бетонів з визначенням всіх необхідних фізико-механічних показників та за відсутності корозійного впливу добавки на металеву арматуру і бетон).

**5.7.2.2** За необхідності можуть бути також застосовані інші види добавок після підтвердження їх ефективності науково-дослідними випробуваннями суднобудівних бетонів з визначенням всіх необхідних фізико-механічних показників.

**5.7.2.3** При виготовленні суднобудівного бетону для конструкцій, які піддаються динамічним навантаженням та/або стиранню, а також найбільш суворим впливам заморожування і відтавання, до складу суднобудівного бетону допускається введення не схильної до корозії фібри (дисперсної арматури), зокрема поліпропіленової і базальтової, після обґрунтування доцільності її використання.

**5.7.2.4** Застосування добавок при виготовлені суднобудівного бетону повинно встановлюватися відповідними технологічними інструкціями або регламентами.

**5.7.3. Пісок**

**5.7.3.1** Для приготування важкого 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.

**5.7.3.2** Вміст в піску шкідливих домішок не повинен перевищувати величин, зазначених у таблиці 5.7. Припустимий вміст порід та мінералів, що відносять до шкідливих домішок у піску не повинен перевищувати значень, вказаних у додатку А ДСТУ Б В.2.7-32.

**5.7.3.3** Наявність в піску забруднюючих домішок, глини у вигляді окремих грудок, суглинку, льоду, мастила та інших шкідливих домішок, а також плівки, що не відмивається і обволікає зерна піску, не допускається.

**5.7.3.4** Пісок за гранулометричним складом піску повинен задовольняти вимогам таблиці 5.8.

**5.7.3.5** Криві гранулометричного складу піску, побудовані після просіювання наважки через стандартний набір сит згідно з ДСТУ Б В.2.7-232, повинні укладатися в заштриховану область, обмежену двома граничними кривими, що зазначено на графіку на рис. 5.1.

Таблиця 5.7 ― Вміст в піску шкідливих домішок

|  |  |
| --- | --- |
| Найменування показника | Норма |
| 1 | 2 |
| Глинисті частки, мул та пилоподібні фракції розміром менше 0,05 мм, що визначаються відмулюванням або піпетковим методом, % за масою, не більше | 1 |
| В тому числі глина у грудках, % за масою, не більше | 0,9 |
| Органічні домішки | Дуже низький і низький вміст (забарвлення світліше еталону згідно з  ДСТУ Б В.2.7-232) |
| Сірчанокислі і сірчисті сполуки в перерахунку на SO3, % за масою, не більше | 1 |
| Слюда, % за масою, не більше | 1 |

Таблиця 5.8 ― Гранулометричний складу піску

|  |  |
| --- | --- |
| Розмір отворів контрольних сит, мм | Повні залишки на контрольних ситах  за масою, % |
| 5,000  2,500  1,250  0,630  0,315  0,160 | 0  від 0 до 20  від 5 до 45  від 15 до 70  від 35 до 90  від 75 до 100 |
| Прохід крізь сито 0,16 | від 0 до 15 |
| Модуль крупності | від 1,3 до 2,8 |

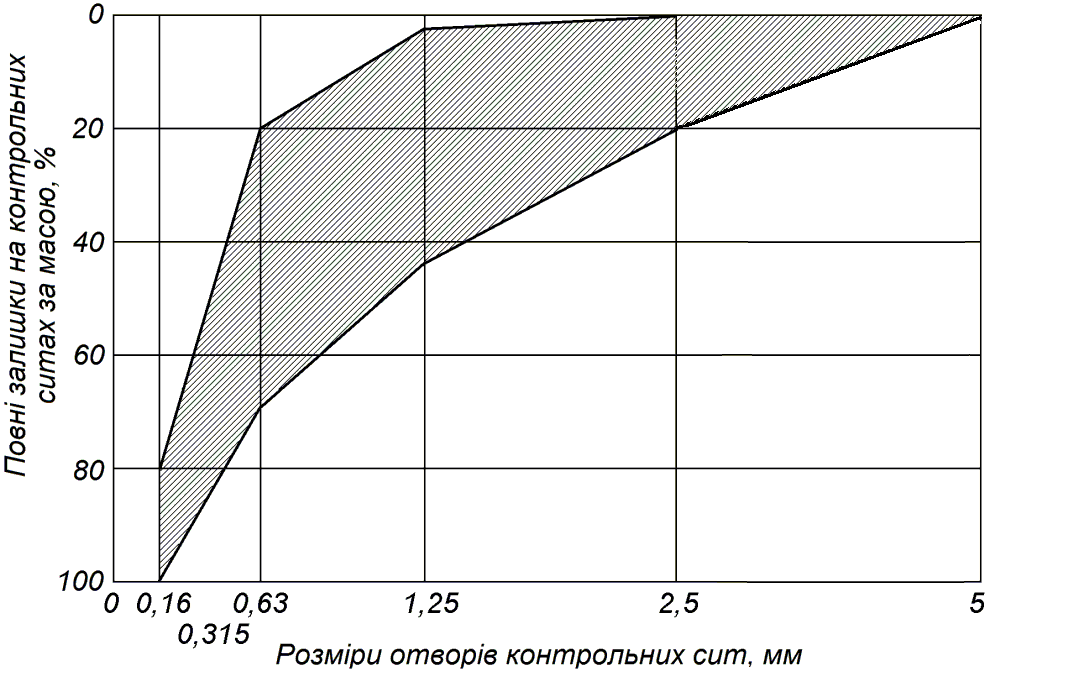


Рисунок 5.1 ― Граничні криві гранулометричного складу піску

**5.7.4 Крупний заповнювач**

**5.7.4.1** Як крупний заповнювач для приготування важкого суднобудівного бетону повинен використовуватися промитий щебінь з природного каменю, який видобувається після дроблення гірських порід, або гравій розміром понад 3 (5) мм до 20 мм з поділом по фракціях 3(5) – 10 мм і 10 – 20 мм, що задовольняє вимогам цього стандарту та ДСТУ Б В.2.7-75. Застосування гравію має враховуватися при проектуванні складу бетону.

**5.7.4.2** Залежно від крупності зерен заповнювача (щебінь або гравій), а також від товщини конструкції, що бетонується, повинен застосовуватися:

- двофракційний щебінь (або гравій) з розмірами частинок від 3(5) мм до 10 мм та від 10 до 20 мм для бетонування товстостінних конструкцій (більше 100 мм);

- однофракційний щебінь (або гравій) з розмірами частинок від 3(5) мм до 10 мм.

**5.7.4.3** Криві гранулометричного складу кожної фракції і суміші фракцій щебеню (або гравію), побудовані після просіювання через стандартний набір сит 3(5), 10 і 20 мм згідно з ДСТУ Б В.2.7-71, повинні укладатися в заштриховані області, зазначені на рис.5.2, обмежені двома граничними кривими або перебувати в межах, зазначених табл.5.9.

Для забезпечення кращого розподілу бетонної суміші у густоармованих тонкостінних конструкціях замість щебеню фракції від 10 до 20 мм можна використовувати щебінь фракції від 10 до 18 мм.

**5.7.4.4** Найбільша крупність зерен щебеню або 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 відповідними технологічними інструкціями і додатком Г цього стандарту.

**5.7.4.5** Вміст домішок в щебені (або гравії) не повинен перевищувати величин, зазначених у табл. 5.10.

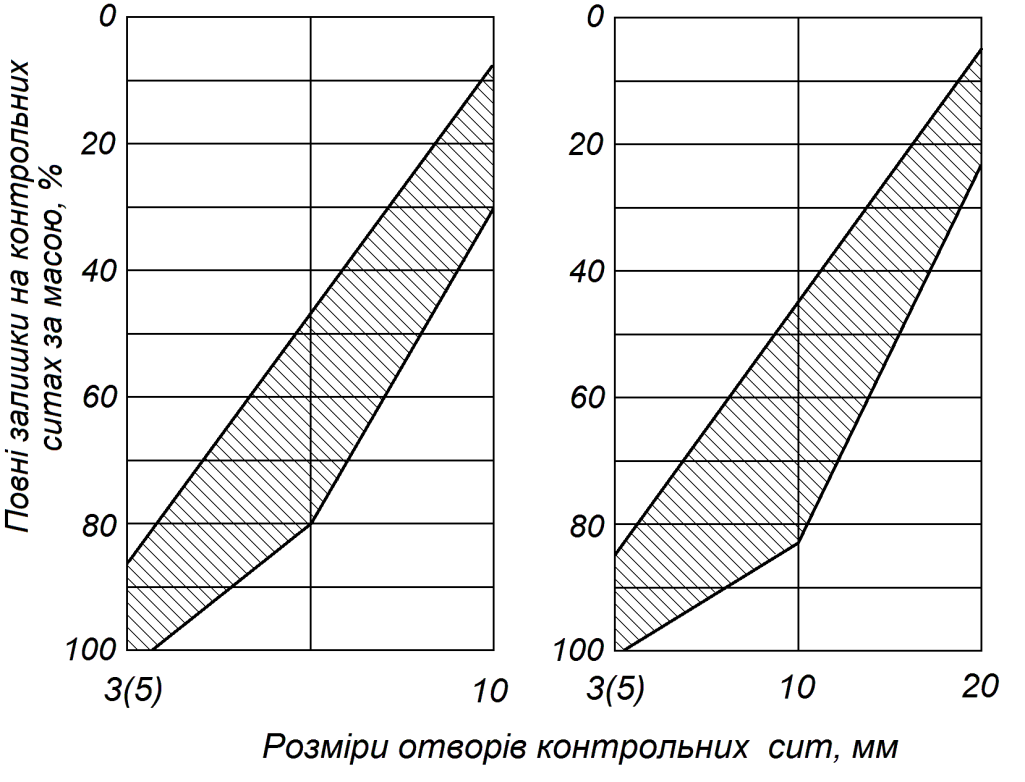


Рисунок 5.2 - Граничні криві гранулометричного складу щебеню (гравію)

Таблиця 5.9 ― Гранулометричний склад щебеню

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Розмір отворів  контрольних сит, мм | 3(5) | 0,5(3+10) 0,5(3+20) | 10  20 |
| Повний залишок на ситах, % за масою | від 80 до 100 | від 40 до 75 | від 0 до 20 |

**5.7.4.6** Наявність в крупному заповнювачі глини у вигляді окремих грудок або плівок, що огортають зерна заповнювача, а також суглинку, льоду, мастил та інших шкідливих домішок не допускається.

**5.7.4.7** Механічні і фізичні властивості крупного заповнювача повинні задовольняти вимогам, зазначеним в табл. 5.11.

Таблиця 5.10 ― Вміст домішок у щебені (або гравії)

|  |  |
| --- | --- |
| Найменування показника | Норма |
| Глинисті частки, мул і пилоподібні фракції розміром менше 0,05 мм, що визначаються відмулюванням, % за масою, не більше | 0,5 |
| Органічні домішки | Дуже низький і низький вміст (забарвлення світліше еталону згідно з  ДСТУ Б В.2.7-71) |
| Сірчанокислі і сірчисті сполуки в перерахунку на SO3, % за масою, не більше | 0,5 |
| Опал та інші аморфні різновиди кремнезему, кременисті сланці | не допускаються |

Таблиця 5.11 ― Механічні і фізичні властивості крупного заповнювача

|  |  |
| --- | --- |
| Найменування показника | Норма |
| Границя міцності при стиску в насиченому водою стані вихідної гірської породи, що підлягає дробленню, МПа, не менше | 80 при випробуванні згідно з ДСТУ Б В.2.7-71 |
| Вміст зерен слабких порід в окремих фракціях щебеню (або гравію) за масою,%, не більше | 5 при випробуванні згідно з ДСТУ Б В.2.7-71 |
| Вміст голчастих і лещадних зерен щебеню (або гравію), % за масою, не більше | 25 |
| Середня густина, кг/м3, не менше | 1300 |

**5.7.4.8** Щебінь (або гравій) при випробуванні його на морозостійкість розчином сірчанокислого натрію після 15 циклів насичення і висушування не повинен виявляти втрату в масі кожної фракції більше 3%.

**5.7.4.9** У разі отримання незадовільних результатів при випробуванні в розчині сірчанокислого натрію виконуються повторні випробування щебеню (або гравію) безпосереднім заморожуванням, при цьому після 200 циклів заморожування і відтавання втрата в масі щебеню (або гравію) не повинна перевищувати 5%.

**5.7.4.10** Якщо щебінь (або гравій) не задовольнятиме вимогам і повторних випробувань, вирішальними є результати випробувань на морозостійкість в складі важкого суднобудівного бетону за методикою, викладеною у додатку А цього стандарту.

**5.7.5 Вода для приготування і поливу бетону**

5.7.5.1 Для приготування та поливу важкого 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 важкого 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** Визначення середньої густини бетону виконують згідно з ДСТУ Б В.2.7-170.

**7.3** 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.

**7.4** Прогнозована міцність суднобудівного бетону в віці 28 днів нормального твердіння може бути обчислена за наступними залежностями:

fck.28 = 2,2×fck.3 (1);

fck.28 = 1,4×fck.7 (2);

fck.28 = 1,2×fck.14 (3);

де, fck.28 – границя міцності при стиску у віці 28 діб, МПа;

fck.3 – границя міцності при стиску у віці 3 діб, МПа;

fck.7 – границя міцності при стиску у віці 7 діб, МПа;

fck.14 – границя міцності при стиску у віці 14 діб, МПа.

7.5 Для визначення міцності важкого суднобудівного бетону у віці 60, 90, 180 або 360 днів (за результатами визначення міцності бетону у віці 28 днів) при нормальних умовах тверднення бетону можуть бути використані наступні залежності:

fck.60 = 1,20×fck.28 (4);

fck.90 = 1,40×fck.28 (5);

fck.180 = 1,45×fck.28 (6);

fck.360 = 1,55×fck.28 (7),

де, fck.60  – границя міцності при стиску у віці 60 діб, МПа;

fck.90 – границя міцності при стиску у віці 90 діб, МПа;

fck.180 – границя міцності при стиску у віці 180 діб, МПа;

fck.360 – границя міцності при стиску у віці 360 діб, МПа.

**7.5** Визначення корозійної стійкості і водостійкості суднобудівного бетону в агресивних середовищах здійснюється згідно з Додатком Б до цього стандарту.

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

Водонепроникність важкого 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 цього стандарту.

**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 щебеню і гравію виконують згідно з ДСТУ Б В.2.7-71.

**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 важкі 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 важкого суднобудівного необхідно виконувати з додержанням правил безпеки ДСТУ 3594, відповідних розділів ДСТУ Б В.2.7-43, 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 НАПБ А.01.001, НПАОП 26.6-1.02, НПАОП 35.1-1.03, НПАОП 40.1-1.32, ДСТУ 7237, ДСТУ Б А.3.2-13, ДСТУ Б А.3.2-15, ДСТУ Б В.2.2-29, ДСТУ ГОСТ 12.2.061, ДБН А.3.2-2, ДБН В.1.1-7, ПУЕ, ДСН 3.3.6.037, ДСН 3.3.6.039, ДСН 3.3.6.042 та іншими відповідними нормативними документами.

**8.4** Виробничі та складські приміщення повинні бути оснащені внутрішнім водопроводом і каналізацією відповідно до вимог ДБН В.2.5-64, а також опаленням, вентиляцією і кондиціонуванням згідно з ДБН В.2.5-67.

**8.5** Працюючі мають бути забезпечені санітарно-побутовими приміщеннями згідно з вимогами ДБН В.2.2-28.

**8.6** До робіт з приготування і застосування суднобудівного бетону допускаються особи не молодше 18 років, що пройшли медичний огляд, навчені і отримали інструктаж з техніки безпеки.

**8.7** Проводити інструктажі на робочих місцях, перевірку знань працівників з питань пожежної безпеки, охорони праці та безпечного виконання технологічних операцій необхідно відповідно до вимог НПАОП 35.1-1.03 та НПАОП 0.00-4.12.

**8.8** Рівень шуму у виробничих приміщеннях не повинен перевищувати норм ДСН 3.3.6.037.

**8.9** Суміші бетонні та бетон важкий суднобудівний за значенням радіаційних параметрів повинні відповідати І класу будівельних матеріалів (можуть використовуватись без обмежень) згідно ДГН 6.6.1.-6.5.001.

Радіаційний контроль проводиться з періодичністю 1 раз на рік згідно з чинними нормативними документами.

**8.10** Кількість шкідливих речовин, що виділяються при виробництві бетонних сумішей, не повинна перевищувати гранично допустимих концентрацій (ГДК), встановлених чинними нормативними документами.

**8.11** Допустимі метеорологічні умови в робочій зоні виробничих приміщень повинні задовольняти ДСН 3.3.6.042 та наступним вимогам:

- в холодний і перехідні періоди року:

- температура повітря – 15..20 °С (288..293 К);

- відносна вологість повітря – не більше 75%;

- швидкість руху повітря – не більше 0,5 м/с;

- у теплу пору року:

- температура повітря – не більше, ніж на 3 °С (3 К) вище середньої температури зовнішнього повітря;

- відносна вологість повітря, %:

- при температурі 25 °С (298 К) не більше 70%;

- при температурі 24 °С (297 К) і нижче не більше 80%;

- швидкість руху повітря – 0,3..0,7 м/с.

**8.12** При застосуванні добавок та інших модифікаторів необхідно дотримуватись вимог, що викладені в ДСТУ Б В.2.7-171 та чинних нормативних документах на відповідну добавку або модифікатор.

**8.13** Робітники повинні бути забезпечені спецодягом, спецвзуттям та індивідуальними засобами захисту відповідно до НПАОП 26.0-3.01 та чинних галузевих галузевих норм.

**8.14** Роботи з вібруючим обладнанням необхідно проводити з дотриманням вимог ДСН 3.3.6.039. Час роботи з вібруючим устаткуванням не повинен перевищувати 2/3 тривалості робочого дня. Проведення понаднормових робіт з вібруючим устаткуванням не допускається.

**8.15** Корпуси світильників, патронів і іншої установчої арматури повинні бути виконані з ізолюючого матеріалу, що призначений спеціально для приміщень з особливою вологістю. Арматура повинна бути закритого виконання (водонепроникна) і мати жорстке кріплення.

**8.16** Вид електропроводки і спосіб прокладки проводів та кабелів повинен відповідати вимогам «Правил улаштування електроустановок» для сирих і особливо сирих приміщень.

**8.17** Електродвигуни повинні обладнуватись крапле- та бризко- захистом з ізоляцією, що розрахована на дію підвищеної вологості.

Все обладнання повинно бути заземлено згідно з вимогами «Правил улаштування електроустановок».

**8.18** Відведення відпрацьованих технічних вод і конденсату повинно здійснюватися в спеціальні загальнозаводські очисні споруди. Заборонено скидати неочищені технічні та побутові води у річки.

**8.19** У разі невідповідності вимогам цього стандарту бетонні суміші і бетони підлягають утилізації відповідно до вимог ДСТУ 4462.3.01 та ДСТУ 4462.3.02.

**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 та додатку Г цього стандарту:

- цемент - згідно з ДСТУ Б В.2.7-112;

- пісок – згідно з ДСТУБ В.2.7-32;

- крупний заповнювач – згідно з ДСТУ Б В.2.7-75;

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

**9.2** Цемент, що надійшов, вважається придатним для застосування при наявності:

- документу про якість заводу-постачальника, що оформлено згідно з ДСТУ Б EN 197-1 із зазначенням додаткової інформації щодо мінералогічного складу цементу;

**-** задовільних результатів прискорених випробувань цементу за методикою , що наведено у додатку В цього стандарту, а також результатів рівномірності зміни об'єму і термінів тужавленнясхвачування згідно ДСТУ Б EN 196-3.

Допустимий час зберігання цементу на складі без повторних випробувань згідно з методикою додатку В цього стандарту має бути не більше двох місяців.

Забороняється застосування цементу, що не має паспорта заводу-постачальника.

**9.3** Для отримання суднобудівного бетону зі стабільними фізико-механічними властивостями необхідно, щоб вся кількість цементу даного виду, необхідна заводу-будівельнику, надходила з одного цементного заводу.

**9.4** По закінченню одного місяця після отримання цементу завод-будівельник повинен отримати від заводу-постачальника дані щодо фізико-механічних випробувань цементу у віці 28 діб.

**9.5** Під час зберігання у складах (приміщеннях) різних речовин та матеріалів повинні враховуватися їх пожежонебезпечні фізико-хімічні властивості (здатність до окислення, самонагрівання, займання в разі потрапляння вологи, взаємодії з повітрям тощо), сумісність, а також ознаки однорідності речовин, що застосовуються для гасіння.

**9.6** Приймання бетонних сумішей та бетону виконують згідно з вимогами відповідних розділів ДСТУ Б В.2.7-43, 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 цього стандарту.

**9.10** Якщо змінюється завод-постачальник цементу або кар'єр дрібного або крупного заповнювача, заводу-будівельнику необхідно провести повторні випробування основних фізико-механічних властивостей бетону (по міцності, водонепроникності, морозостійкості і середній густині) згідно з вимогами цього стандарту.

**10 ТЕХНОЛОГІЯ ПРИГОТУВАННЯ**

**10.1** 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.

**10.2** Бетонні суміші 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.

**10.3** Цементи, заповнювачі та добавки для приготування бетонної суміші повинні відповідати вимогам цього стандарту.

**10.4** Бетонну суміш необхідно готувати із заздалегідь запроектованого складу важкого суднобудівного бетону, який за своїми фізико-механічними властивостями і технологічними показниками повинен задовольняти вимогам цього стандарту в залежності від технології побудови і умов експлуатації судна або плавзасобу.

**10.5** Бетонна суміш, що призначена для монолітного і збірного зведення корпусів залізобетонних суден, суднових залізобетонних конструкцій і плавучих споруд, повинна мати легкоукладальність (рухомість) в межах, зазначених в цьому стандарті, яка забезпечує щільне укладання суміші в конструкції і отримання затверділого бетону необхідної міцності, водонепроникності і довговічності.

**10.6** Підбір складу важкого суднобудівного бетону проводять згідно з ДСТУ Б В.2.7-215 та ДСТУ-Н Б В.2.7-299 з урахуванням вимог додатку Г цього стандарту. Підбір складу важкого суднобудівного бетону з добавкою мікрокремнезему слід виконувати згідно з ДСТУ Б В.2.7-176. Приклад розрахунку складу суднобудівного бетону наведено у додатку Д цього стандарту. Рекомендовані склади важкого суднобудівного бетону наведено у додатку Е.

**10.7** Підбір складу та виготовлення бетонних сумішей дисперсноармованих важких суднобудівних бетонів рекомендовано виконувати згідно з ДСТУ-Н Б В.2.6-218.

**10.8** Дозування матеріалів для бетонної суміші повинно вестися по масі з точністю:

- цементу і води ........ ± 1%;

- дрібних і крупних заповнювачів ......... ± 2%;

* добавок – згідно з ДСТУ Б В.2.7-171.

**Примітка.** Дозування води допускається за об’ємом.

**10.9** Ваги і вимірювальні прилади дозаторів повинні піддаватися перевірці після виготовлення, а також на місці експлуатації органами відомчого нагляду не рідше одного разу на рік.

**10.10** Бетонні суміші повинні доставлятися до місця укладання в спеціальних транспортних засобах з запобіганням попаданню в бетонну суміш атмосферних опадів, заморожуванню і висиханню, а також витіканню цементного розчину.

**10.11** Для збереження легкоукладальності бетону необхідно застосовувати свіжоприготовану бетонну суміш без витримки. Час транспортування і витримки бетонної суміші від моменту її приготування до укладання в конструкцію не повинен перевищувати 60 хв. Додавання води в бетонну суміш в період її транспортування і укладання забороняється.

**10.10** Приготування і транспортування бетонної суміші в зимових умовах необхідно проводити з підігрівом матеріалів і з використанням протиморозних добавок, які мають застосовуватися згідно ДСТУ Б В.2.7-171 та відповідних технологічних регламентів, затверджених в установленому порядку

**10.11** На бетонному заводі повинен вестися журнал, в якому оператором позмінно заноситься дата, зміна, номер замісу, клас бетону, кількість бетонної суміші в м3, вид цементу, марка і витрата його на 1 м3 бетонної суміші, витрата щебеню або гравію по фракціях, рухомість і легкоукладальність бетонної суміші, добавки в процентах від маси цементу і витрата води.

**10.12 Укладання і ущільнення бетонної суміші**

**10.12.1** Укладання та ущільнення бетонної суміші при будівництві корпусів залізобетонних суден і плавучих споруд монолітним способом, а також при виготовленні збірних залізобетонних елементів судна та замоноліченні їх стикових з'єднань при збірному методі будівництва суден, необхідно проводити відповідно до вимог цього стандарту і відповідних технологічних інструкцій та регламентів заводу-будівельника, затверджених в установленому порядку.

**10.12.2** Подача бетонної суміші в корпусні конструкції слід проводити з урахуванням мінімального її горизонтального переміщення в процесі розрівнювання.

**10.12.3** Способи укладання бетонної суміші повинні виключити можливість порушення однорідності суміші або втрати цементного молока. Необхідно вживати заходи, що запобігають потраплянню в бетонну суміш атмосферних опадів і виключають шкідливий вплив вітру та сонячних променів.

**10.12.4** Для ущільнення бетонної суміші в монолітних ділянках корпусу судна, в збірних елементах і стикових з'єднаннях рекомендується застосовувати майданчикові вібратори, глибинні вібратори (ручні з гнучким валом, ручні з вбудованим електродвигуном, підвісні) електромеханічні та пневматичні, а також навісні. Ущільнення бетонної суміші вібрацією по арматурі забороняється.

**10.12.5** У процесі бетонування залізобетонних конструкцій допускаються перерви не більше, ніж 2 години. При більш тривалій перерві бетонування може бути відновлено лише після того, як раніше покладений бетон набуде не менше ніж 25% проектної міцності. При цьому необхідно попередньо видалити цементну плівку з вже укладеного бетону в місці контакту з бетоном, що знову вкладається, очистити і промити це місце водою. Контроль міцності бетону виконується згідно з розділом 7 цього стандарту.

**10.12.6** Максимальна висота вільного падіння бетонної суміші не повинна перевищувати 1,5 м.

**10.12.7** Укладання та ущільнення бетонної суміші в монолітних конструкціях та забірних елементах повинно здійснюватися у відповідності зі схемами бетонування, розробленими технологічною службою заводу-будівельника

**10.12.8** Вимоги щодо застосовуваного формувального та ущільнювального обладнання, висоти шару бетонної суміші за один прохід, напрямків бетонування, тривалості та параметрів віброущільнення, обробки поверхні свіжоукладеної бетонної суміші тощо повинні бути встановлені відповідними технологічними інструкціями і регламентами, затвердженими в установленому порядку.

10.13 Твердіння бетону

10.13.**1** Твердіння бетону в природних умовах

За нормально-вологих умов при температурі 15–25 °С (288-298 К) і відносній вологості навколишнього повітря 90–100% суднобудівний бетон інтенсивно твердне і у віці 28 днів досягає проектної міцності, необхідної водонепроникності і морозостійкості, що задовольняють вимогам цього стандарту.

При твердінні суднобудівних бетонів в природних умовах необхідно свіжоприготовлені залізобетонні конструкції захищати (в перший місяць твердіння) від висихання і безпосередньої дії вітру та сонячних променів.

Догляд за горизонтальними стиками повинен здійснюватися до набуття бетоном 100% проектної міцності.

Догляд за вертикальними стиками проводиться після зняття опалубки до набуття бетоном 100% марочної міцності. Стики необхідно поливати водою через проміжки часу, які визначаються лабораторією заводу-будівельника, в залежності від кліматичних умов.

Зняття опалубки повинно проводитися після досягнення бетоном не менше 35% проектної міцності для вертикальних стиків і не менш 50% для горизонтальних стиків.

Вивід, спуск залізобетонних суден і плавзасобів допускається проводити при досягненні бетоном збірних і монолітних елементів не менше, ніж 70% від проектної міцності для бетону класу В25 (С20/25) і не менше 23,0 МПа для бетонів класів В30, В35, В40, В45 і В50 (С25/30; С30/35; С32/40; С35/45; С40/50) за погодженням з конструкторським бюро-проектантом. До моменту здачі судна міцність бетону повинна бути не нижче проектної.

**10.13.2 Прискорені методи твердіння бетону**

Пропарювання відформованих збірних залізобетонних секцій здійснюється в пропарювальних камерах або на стендах під переносними ковпаками насиченою парою (відносною вологістю 90 % - 100%) при температурі 60 °С – 80 °С (333 К – 353 К) по режимах, які забезпечують отримання міцності бетону одразу після пропарювання не менше 21,0 МПа та проектну міцність бетону з необхідними властивостями в віці бетону 28, 60 або 90 днів.

Оптимальні режими пропарювання тонкостінних залізобетонних секцій, що забезпечують бетону високу міцність, морозостійкість і водонепроникність, повинно бути встановлено дослідним шляхом в залежності від виду цементу, що застосовано, складу бетону, температури пропарювання і навколишнього середовища.

Технологія пропарювання (тривалість стадій, швидкість підйому/зниження температури, температура, вологість тощо) відформованих збірних залізобетонних секцій і стикових з'єднань та перелік і вимоги до обладнання, що застосовується для пропарювання, повинні бути встановлені відповідною технологічною інструкцією або регламентом заводу-будівельника, затвердженими в установленому порядку.

Знімання затверділих (пропарених) залізобетонних секцій, а також їх монтаж на стапелі проводиться після випробування контрольних зразків, які показують, що бетон горизонтальної частини секцій має міцність на стиск не менше 21,0 МПа.

Для конструкцій, до яких не висуваються вимоги щодо водонепроникності, знімання і монтаж на стапелі дозволяється після випробування контрольних зразків при досягненні міцності на стиск не менше 10,0 МПа.

Для прискорення твердіння суднобудівного бетону здійснюють його пропарювання згідно з вимогами відповідної технологічної інструкції.

**10.14 Приготування, транспортування і укладання бетонної суміші в зимовий час**

**10.14.1** Бетонні роботи в зимовий час необхідно проводити на підігрітих матеріалах або вводити до складу бетону спеціальні протиморозні добавки та добавки, що прискорюють тверднення згідно з ДСТУ Б В.2.7-171.

**10.14.2** При приготуванні бетонної суміші в зимових умовах на підігрітих матеріалах необхідно, щоб температура води, піску і щебеню в момент їх завантаження в бетонозмішувач була 30 °С – 40 °С (303 К – 313 К) для забезпечення температури бетонної суміші при виході її з бетонозмішувача в межах 25°С – 35 °С (298 К – 308 К). Температура бетонної суміші при укладанні в елементи повинна бути не нижче 15 °С (288 К) і контролюватися в кожній ємності, що доставляється на стенд не менше, ніж через кожні 2 год.

**10.14.3** Будівництво суден збірним, збірно-монолітним або монолітним методами в зимових умовах на підігрітих матеріалах слід проводити з урахуванням бетонування монолітних частин корпусу і стиків в закритих опалювальних приміщеннях або тепляках при температурі повітря понад 5 °С (278 К).

**10.14.4** При догляді за бетоном, що укладено в монолітні частини корпусу, взимку повинні бути забезпечені умови для нормального тверднення і набуття ним міцності не менше 21,0 МПа, для чого застосовуються тепляки, утеплена опалубка, укриття з різних матеріалів, під які подається пара необхідних параметрів.

Забороняється заморожувати бетон до набуття ним міцності менше ніж 21,0 МПа.

**10.14.5** Збірні елементи корпусів залізобетонних суден і плавзасобів в зимових умовах можна піддавати тепло-вологій обробці (пропарюванню) відповідно до вимог цього стандарту.

**10.14.6** Додавання в суднобудівний бетон протиморозних добавок, та добавок, що прискорюють тверднення (згідно відповідних технологічних регламентів), сприяє інтенсивному росту міцності бетону при температурі від 0 °С до мінус 15 °С (від 273 К до 258 К) та забезпечує проектну міцність бетону у віці 28, 60 або 90 днів. При цьому бетон має задовольняти вимогам цього стандарту.

**10.14.8** Температура бетонної суміші з протиморозними добавками в момент укладання в конструкцію повинна бути не нижче 10 °С (283 К).

**10.14.9** Поливання водою відкритих поверхонь стиків, що омонолічени в зимовий час, повинно проводитися відразу після настання плюсової температури повітря і тривати до набуття бетоном проектної міцності.

**10.14.10** Технологія приготування, транспортування і укладання бетонної суміші в зимовий час, а також методи ущільнення і дозрівання бетону повинна здійснюватися відповідно до вимог цього стандарту і вимог відповідних технологічних інструкцій та регламентів, затверджених в установленому порядку.

**11. КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ СУДНОБУДІВНОГО БЕТОНУ**

**11.1** При виготовленні конструкцій з суднобудівного бетону необхідно контролювати якість застосованих матеріалів, бетонної суміші та бетону, а також дотримуватись вказівок по методиці проектування складів бетону, з приготування, транспортування, укладання бетонної суміші і догляду за бетоном згідно вимог цього стандарту та «Правил» Регістру судноплавства України.

**11.2** Контроль якості складових бетону, бетонної суміші і затверділого бетону здійснюється лабораторією та відділом технічного контролю заводу-будівельника і включає в себе:

- перевірку якості застосованих матеріалів (цементу, піску, крупного заповнювача, води і добавок);

- визначення вологості застосованих наповнювачів (піску і щебеню) і внесення коригування у виробничий склад бетонної суміші;

- спостереження за точністю дозування складових бетонної суміші;

- перевірку правильності завантаження бетонозмішувача, не допущення його недовантаження чи перевантаження;

- перевірку тривалості перемішування бетонної суміші;

- перевірку рухливості бетонної суміші на виході з бетонозмішувача та на місці укладання бетону;

- спостереження за укладанням бетонної суміші;

- перевірку дотримання режиму тепло-вологої обробки бетону;

- перевірку умов твердіння бетону в природних і зимових умовах, а також способу зволоження бетону;

- випробування контрольних бетонних зразків в необхідний термін.

**11.3** При проектуванні нового складу бетону якість суднобудівного бетону визначають згідно з вимогами цього стандарту, а також за результатами випробування контрольних зразків з бетонної суміші лабораторного приготування з визначенням наступних характеристик бетону:

- границі міцності на стиск;

- границі міцності при осьовому розтягу;

- границі міцності на розтяг при згині;

- водонепроникності;

- морозостійкості;

- середньої густини.

Кількість виготовлених зразків, умови твердіння, їх випробування встановлюється вимогами цього стандарту.

**11.4** Якість бетону готових секцій, монолітних частин і з'єднань корпусу судна визначає лабораторія заводу-будівельника за результатами випробувань контрольних зразків, що виготовлені з бетонної суміші, відібраної в виробничих умовах відповідно до вимог цього стандарту з визначенням наступних характеристик бетону:

- границі міцності при стиску;

- границі міцності на осьовий розтяг;

- середньої густини.

**11.5** Контроль за температурно-вологісним режимом твердіння бетону в секції, в стику, в монолітній конструкції здійснюється з моменту бетонування і до отримання бетоном проектної міцності.

**11.6** Необхідно здійснювати постійний контроль за температурою і вологістю пари в пропарювальних камерах або під ковпаком. Термометри повинні мати межу вимірювання від 0 до 100 °С (від 273 до 373 К) і ціну поділки 0,5 °С – 1,0 °С (0,5 К - 1.0 К).

**11.7** Кількість контрольних зразків, що виготовляються в зимовий час, умови їх виготовлення, зберігання і методи випробувань повинні відповідати вимогам цього стандарту, при цьому додатково повинні бути виготовлені 6 зразків-кубів для випробування їх в терміни, встановлені в залежності від умов виконання робіт і кліматичних умов. Перед початком бетонних робіт в зимовий час необхідно проаналізувати тривалий прогноз погоди.

Контроль за якістю виконання бетонних робіт в зимовий час повинен здійснюватися систематично на всіх етапах.

**11.8** При транспортуванні бетонної суміші необхідно здійснювати контроль за чистотою транспортних засобів. Не допускаються до застосування транспортні засоби, на поверхні яких є частинки затверділого бетону. Перед використанням транспортні засоби мають бути промиті водою. В зимовий час необхідно здійснювати контроль за температурою бетонної суміші, а за необхідністю і за утепленням транспортних засобів.

**11.9** Лабораторне приготування бетонної суміші, відбір проб виробничої бетонної суміші для виготовлення контрольних зразків, а також кількість виготовлених контрольних зразків, умови їх виготовлення, зберігання і методи випробувань повинні відповідати вимогам цього стандарту.

Зразки, що виготовлено для перевірки показників якості бетону, що укладено в конструкцію, необхідно витримувати в тих же умовах, що і секції та стики замонолічення. Зразки і залізобетонні секції повинні бути промарковані.

**11.10** Міцність важкого суднобудівного бетону визнається згідно з ДСТУ Б В.2.7-214. Рухомість бетонної суміші визначається конусом стандартних розмірів за методикою ДСТУ Б В.2.7-114.

**Додаток А**

(обов’язковий)

**МЕТОД ВИПРОБУВАННЯ БЕТОНУ НА МОРОЗОСТІЙКІСТЬ**

**А.1** Морозостійкість суднобудівного бетону характеризується найбільшим числом циклів заморожування і відтавання, які здатні витримати зразки-куби, виготовлені відповідно до вимог даного стандарту. При цьому міцність на стиск зразків, що піддаються заморожуванню, повинна бути не менше відповідної заданому класу міцності бетону (показник морозостійкості дорівнює 1,0 і більше), а втрата їх в масі не більше 2,0%.

**А.2** Визначення морозостійкості суднобудівного бетону проводиться на зразках-кубах розміром 100×100×100 мм.

**А.3** Кількість циклів заморожування і відтавання, а також кількість зразків, що випробовуються при досягненні бетоном міцності на стиск, відповідної заданому класу, має відповідати зазначеним табл.А.1.

Таблиця А.1 ― Кількість зразків-кубів, що виготовляються для випробування на морозостійкість

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Найменування показників | Марка бетону по морозостійкості | | | | | |
| F50 | F100 | F150 | F200 | F300 | F400 |
| Кількість циклів, після яких проводиться огляд і випробування зразків | 50 | 50  100 | 100  150 | 150  200 | 200  300 | 300  350  400 |
| Кількість основних зразків-кубів, що підлягають заморожуванню, шт. | 3 | 6 | 6 | 6 | 6 | 9 |
| Кількість контрольних зразків-кубів, що випробуються при досягненні бетоном проектної міцності, шт. | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Загальна кількість виготовлених зразків-кубів, шт. | 6 | 9 | 9 | 9 | 9 | 12 |

**А.4** Насичення бетонних зразків, що призначені для будівництва річкових суден та плавзасобів, перед випробуванням на морозостійкість і відтавання їх після кожного циклу заморожування проводиться в прісній воді. У якості прісної води використовується чиста водопровідна вода, придатна для пиття. Зміна води проводиться не рідше одного разу на три місяці.

**А.5** Насичення бетонних зразків, призначених для будівництва морських суден і плавзасобів, перед випробуванням на морозостійкість і відтавання їх після кожного циклу заморожування, проводиться в штучної морській воді, що містить 34 г солей на один літр прісної води (26,9 г NaCl + 3,4 г MgCl2 + 2,5 г MgSO4 + + 1,2 г CaSO4).

Зміна штучної морської води проводиться при зміні її концентрації більше, ніж на ± 3% і не рідше одного разу в три місяці.

**А.6** Випробування бетону на морозостійкість необхідно починати при досягненні бетоном міцності, що відповідає класу бетону, у віці бетону 28 діб (при обґрунтуванні у проекті – у віці 60 або 90 діб). Границя міцності на стиск контрольних зразків визначається згідно з ДСТУ Б В.2.7-214.

**А.7** Перед початком випробувань зразки зважують з точністю до 0,5 г і укладають у ванну з прісною або штучною морською водою, що має температуру від 15 оС до 20 °С (від 288 К до 293К), для насичення. Після чотирьох діб насичення зразки знову зважують і завантажують в морозильну камеру. За результатами обміру зразків і їх зважування визначається середня густина бетону в природному і насиченому водою стані та водопоглинання згідно з ДСТУ Б В.2.7-170.

**А.8** Насичені водою зразки слід укладати в морозильну камеру на дерев'яні підкладки з відстанню між зразками не менше 5,0 см; для збереження зразків необхідно застосовувати контейнери.

Зразки укладають в морозильну камеру після того, як температура повітря в ній знизилася не менше, ніж до мінус 15 °С (до 258К).

**А.9** Тривалість одного циклу заморожування зразків-кубів при сталій температурі мінус 17 ± 2 °С (256 ± 2К) повинна складати чотири години.

**А.10** Після закінчення заморожування зразки занурюють не менше, ніж на дві години у ванну з прісною або штучною морською водою, температура якої підтримується рівною 15 – 30°С (288 – 303 К).

**А.11** Після проведення зазначеної для даної марки бетону за морозостійкістю у таблиці А.1 кількості циклів почергового заморожування і відтавання слід проводити проміжне і остаточне випробування зразків на стиск, а також огляд (фотографування) і зважування зразків.

**А.12** Границя міцності на стиск зразків-кубів, що піддавалися циклічному заморожуванню і відтаванню, визначається згідно з ДСТУ Б В.2.7-214.

**А.13** Для визначення марки бетону за морозостійкістю розраховують показник морозостійкості суднобудівного бетону ПF за формулою (А.1):

*(А.1)*

де П*F* – показник морозостійкості суднобудівного бетону;

*fc, cube.F* – границя міцності при стиску зразків, що піддавалися заморожуванню (основних), МПа;

*fc, cube* – границя міцності при стиску контрольних зразків (відповідає класу бетону за міцністю на стиск), МПа.

Суднобудівний бетон вважається морозостійким, коли показник морозостійкості більше або дорівнює 1,0.

**А.14** Втрату маси зразків (у відсотках) після закінчення заморожування обчислюють з точністю до 0,1% за формулою (А.2):

*(А.2)*

де *А* – втрата маси зразків, %;

*m3* – маса зразка, насиченого водою, перед випробуваннями на морозостійкість, г;

*m4* – маса зразка, насиченого водою, після проведення визначеної кількості циклів почергового заморожування і відтавання при випробуванні на морозостійкість, г.

**А.15** Втрата маси зразків А повинна бути не більше 2%. Втрату маси обчислюють як середнє арифметичне результатів випробувань трьох зразків. Якщо втрата маси зразків після проміжного числа циклів заморожування і відтавання перевищує 2%, подальші випробування на морозостійкість слід припинити.

**А.16** При відповідному обґрунтуванні допускається застосовувати прискорені методи визначення морозостійкості згідно з ДСТУ Б В.2.7-47:

― для бетону, що призначено для будівництва річкових суден та плавзасобів – другий (прискорений) згідно з ДСТУ Б В.2.7-49;

― для бетону, що призначено для будівництва морських суден і плавзасобів – третій (прискорений) згідно з ДСТУ Б В.2.7-49 (як для бетону дорожніх і аеродромних покриттів).

Кількість та розміри зразків - згідно з ДСТУ Б В.2.7-47.

**А.17** Результати випробування зразків на морозостійкість заносять в таблицю за формою А.1.

Форма А.1 ― Результати випробування бетону на морозостійкість

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер серії або складу | Номер зразка | Дата вигото-влення | Вік бетону до початку випробу-вань | Дата початку випроб-увань | Дата закін-чення випро-бувань | Кількість циклів заморо-жування і відтавання | Розміри зразків, мм | | |
| *a* | *b* | *c* |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |

Кінець форми А.1

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Маса зразків, г | | | Втрата маси після закінчення заморожу-вання, % | Границя міцності при стиску контрольних зразків бетону, яка відповідає його класу,  *fc, cube* | Границя міцності при стиску основних зразків, підданих заморо-жуванню, *fc, cube.F* | Показник морозистій-кості |
| перед насиченням | після насичення | після закінчення заморо-жування |
| 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |

**Додаток Б**

(довідковий)

**ВИЗНАЧЕННЯ КОРОЗІЙНОЇ СТІЙКОСТІ БЕТОНУ**

**В ЛАБОРАТОРНИХ І НАТУРНИХ УМОВАХ**

**Б.1** Випробування на корозійну стійкість суднобудівних бетонів проводять на зразках-кубах розміром 100×100×100 мм, а також на зразках-балках розміром 100×100×400 мм, виготовлених з бетонів заданого складу і рухливості.

**Б.2** Порівняльні лабораторні випробування на корозійну стійкість дрібнозернистих бетонів (розмір заповнювача до 10 мм) при різних водоцементних відношеннях, добавках, видах цементу і режимах термовологісної обробки тощо, проводяться на зразках-балочках розміром 40×40×160 мм. Випробування балочок на розтяг при згині та їх половинок на стиск слід проводити згідно з ДСТУ Б В.2.7-187.

**Б.3** Корозійна стійкість суднобудівних бетонів характеризує ступінь довговічності бетону в різних кліматичних умовах або в агресивному середовищі – воді. Дослідження по корозійної стійкості повинні проводитися в натурних умовах передбачуваного району експлуатації залізобетонних суден (в морях, океанах, річках та інших водоймах відповідного регіону, в зоні відливу і припливу, в підводній зоні), а також прискореними методами в лабораторних умовах.

**Б.4** Випробування суднобудівних бетонів на корозійну стійкість слід починати при досягненні бетоном проектного класу за міцністю на стиск.

На кожен термін випробування слід виготовити по три зразки-куби або два зразки-балочки.

**Б.5** Залежно від поставленої мети досліджень корозійні випробування бетонів проводяться:

- в натурних умовах моря на глибині (2-5) м. Для отримання даних про кінетику міцності бетону в процесі корозійних випробувань зразки слід випробовувати через 0,5; 1; 3; 5; 7; 10; 15 і 20 років;

- в натурних умовах моря в зоні відливу і припливу, при цьому в зимовий період зразки піддаються поперемінному заморожування і відтаванню; випробування зразків слід проводити щороку після закінчення морозів; корозійна стійкість характеризується кількістю років випробувань і циклів заморожування і відтавання в зимових умовах;

- в натурних умовах моря в зоні відливу і припливу зразки піддаються поперемінному зволоженню і висиханню або штучно створеному поперемінному їх зволоженню морською водою і висиханню; випробування зразків слід проводити щорічно; корозійна стійкість характеризується кількістю років випробувань і циклів зволоження і висихання;

- на атмосферних стендах; корозійна стійкість характеризується кількістю років випробувань;

- в лабораторних умовах; корозійна стійкість характеризується кількістю циклів зволоження і висихання (100, 200, 300, 400, 500 і 600).

**Б.6** Випробування на корозійну стійкість в натурних умовах найбільш реально відображають ступінь довговічності суднобудівних бетонів, в той час як прискорені випробування в лабораторних умовах дозволяють зробити лише попередні висновки.

**Б.7** Випробування суднобудівних бетонів в натурних умовах повинні проводитися паралельно з прискореними лабораторними випробуваннями. Це дозволить отримати перехідні коефіцієнти від лабораторних випробувань до натурних і в подальшому значно скоротити терміни корозійних випробувань.

**Б.8** Для проведення прискорених лабораторних випробувань корозійної стійкості суднобудівних бетонів використовуються наступні режими:

**Б.8.1** почергове зволоження і висушування зразків при кімнатній температурі:

6 год. зразки знаходяться у воді (розчині);

1. год. зразки висихають при кімнатній температурі;

**Б.8.2** почергове зволоження і висушування зразків в натурних умовах:

6 год. зразки знаходяться у воді (розчині);

18 год. зразки висихають під дією сонячних променів, вітру або морозу;

**Б.8.3** почергове зволоження і висушування зразків в термостаті при температурі 45 °С - 50 °С (318 К – 323 К):

6 год. зразки знаходяться у воді (розчині);

18 год. зразки висихають в термостаті при температурі 45 °С - 50 °С (318 К – 323 К).

**Б.9** Температура приміщення, де проводяться випробування, підтримується в межах 15 °С - 25 °С (288 К – 298 К).

**Б.10** Залежно від мети досліджень зволоження зразків може проводитися:

- у прісній воді (водопровідна вода);

- у штучній морській воді згідно з додатком А цього стандарту;

- у штучній морській воді потрійної концентрації;

- у іншому агресивному середовищі в залежності від спеціальних цілей експерименту.

**Б.11** Для оцінки корозійної стійкості суднобудівних бетонів, що випробовуються в натурних умовах і прискореним методом у лабораторних умовах, слід використовувати кілька видів випробувань: визначення границі міцності зразків при стиску і на розтяг при згині згідно з ДСТУ Б В.2.7-214 або ДСТУ Б В.2.7-224, визначення динамічного модуля пружності згідно з ДСТУ Б В.2.7-217, зміну маси зразка згідно з додатком А цього стандарту, по зовнішньому огляду.

Основною і вирішальною оцінкою слід вважати границю міцності суднобудівельного бетону при стиску.

Динамічний модуль пружності бетону і границя міцності бетону на розтяг при згині визначаються тільки при проведенні науково-дослідних робіт.

**Б.12** Кількісна оцінка корозійної стійкості суднобудівних бетонів встановлюється порівнянням границі міцності зразків, що піддавалися корозійних випробувань, зі значенням міцності бетону, яке відповідає його класу.

**Б.13** Корозійна стійкість суднобудівних бетонів визначається як відношення границі міцності при стиску зразків після корозійних випробувань до проектної міцності суднобудівного бетону (яка відповідає його класу) і обчислюється за формулою (Б.1):

(Б.1)

де Пкс – показник корозійної стійкості бетону;

*fc,cube.КС* – границя міцності на стиск зразків, що піддавалися випробуванню на корозійну стійкість, МПа;

*fc,cube.* – проектна міцність суднобудівного бетону на стиск (відповідає його класу), МПа.

**Б.14** Суднобудівний бетон вважається таким, що витримав випробування на корозійну стійкість, якщо показник корозійної стійкості, підрахований за вказаною формулою, більше або дорівнює 1,0; тобто міцність бетону після корозійних випробувань повинна бути не нижче проектної міцності бетону корпусу залізобетонного судна.

**Б.15** Втрата маси зразків, визначена згідно з Додатком А цього стандарту, повинна бути не більше 2%.

**Б.16** Результати визначення показника корозійної стійкості суднобудівного бетону слід доповнити фотографіями зразків після багаторічних натурних або лабораторних випробувань.

**Б.18** У лабораторному журналі необхідно фіксувати зміну зовнішнього вигляду зразків: поява лущення, округлення ребер і кутів, зміна кольору, поява нальоту, тріщин тощо.

**Б.19** Результати випробувань зразків бетону на корозійну стійкість заносять в таблицю за формою Б.1.

**Б.20** Бетонні зразки, що випробовують в натурних умовах річок і морів, зазнають впливу біологічної корозії внаслідок обростання водоростями та живими організмами, які мешкають у воді. Після зняття зразків з випробування необхідно фіксувати величину обростання і стан поверхні зразків, очищених від продуктів обростання. Накопичення цих даних дозволить виявити вплив різного роду обростання на бетон, а також виявити склади бетонів, що не піддаються обростанню.

Форма Б.1 ― Результати випробувань бетонів на корозійну стійкість

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер серії або складу | Номер зразка | Дата вигото-влення | Вік бетону перед початком випробувань | Дата початку випро-бувань | Дата закінчення випро-бувань | Кількість циклів (років) корозійних випробувань | Розміри зразків, мм | | |
| *a* | *b* | *c* |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |

Кінець форми Б.1

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Маса зразків, г | | | Втрата маси після закінчення випробувань на корозійну стійкість,  % | Проектна границя міцності бетону на стиск (відповідає його класу) fc,cube | Границя міцності на стиск зразків бетону, що піддавалися випробу-ванню на корозійну стійкість fc,cube.КС | Показник корозійної стійкості |
| перед  насиченням | після  насичення | після  закінчення випробу-вань на  корозійну стійкість |
| 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |

**Б.21** При дослідженні корозійної стійкості бетону доцільно визначати глибину карбонізації бетону згідно з ДСТУ Б В.2.6-181. Глибина карбонізації бетону визначається на свіжому зламі бетону за допомогою 1%-ого спиртового розчину фенолфталеїну. Суха поверхня бетону, зволожена розчином фенолфталеїну, набуває малинового забарвлення в місцях некарбонізованого бетону, а карбонізований бетон зберігає первісний колір. Глибина карбонізації (в мм) вимірюється від поверхні зразка до межі появи забарвленої зони бетону як середнє арифметичне трьох вимірів в різних місцях розколу бетонного зразка.

**Додаток В**

(довідковий)

**ПРИСКОРЕНЕ ВИЗНАЧЕННЯ**

**МІЦНОСТІ НА СТИСК (АКТИВНОСТІ) ЦЕМЕНТУ**

**В.1** Прискорене визначення міцності на стиск (активності) цементу за даною методикою необхідно проводити в наступній послідовності.

**В.2** Визначити нормальну густоту цементного тіста згідно з ДСТУ Б В.2.7-185.

**В.3** З цементного тіста нормальної густоти слід виготовити 6 зразків-балочок розміром 40×40×160 мм згідно з ДСТУ Б В.2.7-187.

**В.4.** Виготовлені зразки слід витримати в закритих формах впродовж (24±1) годин у вологому середовищі згідно з ДСТУ Б В.2.7-187.

**В.5** Після витримки у вологому середовищі 3 зразки у формах слід витримати (пропарити) згідно з ДСТУ Б В.2.7-187.

**В.6** Пропарені зразки, а також 3 зразки, які зберігалися у вологому середовищі, після їх розпалублення слід зважити, обміряти і випробувати на згин і стиск згідно з ДСТУ Б В.2.7-187.

**В.7** Для кожної серії зразків потрібно розрахувати середню границю міцності на стиск згідно з ДСТУ Б В.2.7-187.

**В.8** Визначити величину відношення *η* середньої границі міцності пропарених зразків до зразків нормально-вологого твердіння за формулою (В.1):

(В.1)

**В.9** За величиною відношення η та за графіком (рис. В.1) визначити перехідний коефіцієнт К від прискореного методу випробування до стандартного (згідно з ДСТУ Б В.2.7‑187).

**В.10** Границю міцності на стиск (активність) цементу слід обчислити за формулою (В.2):

(В.2)

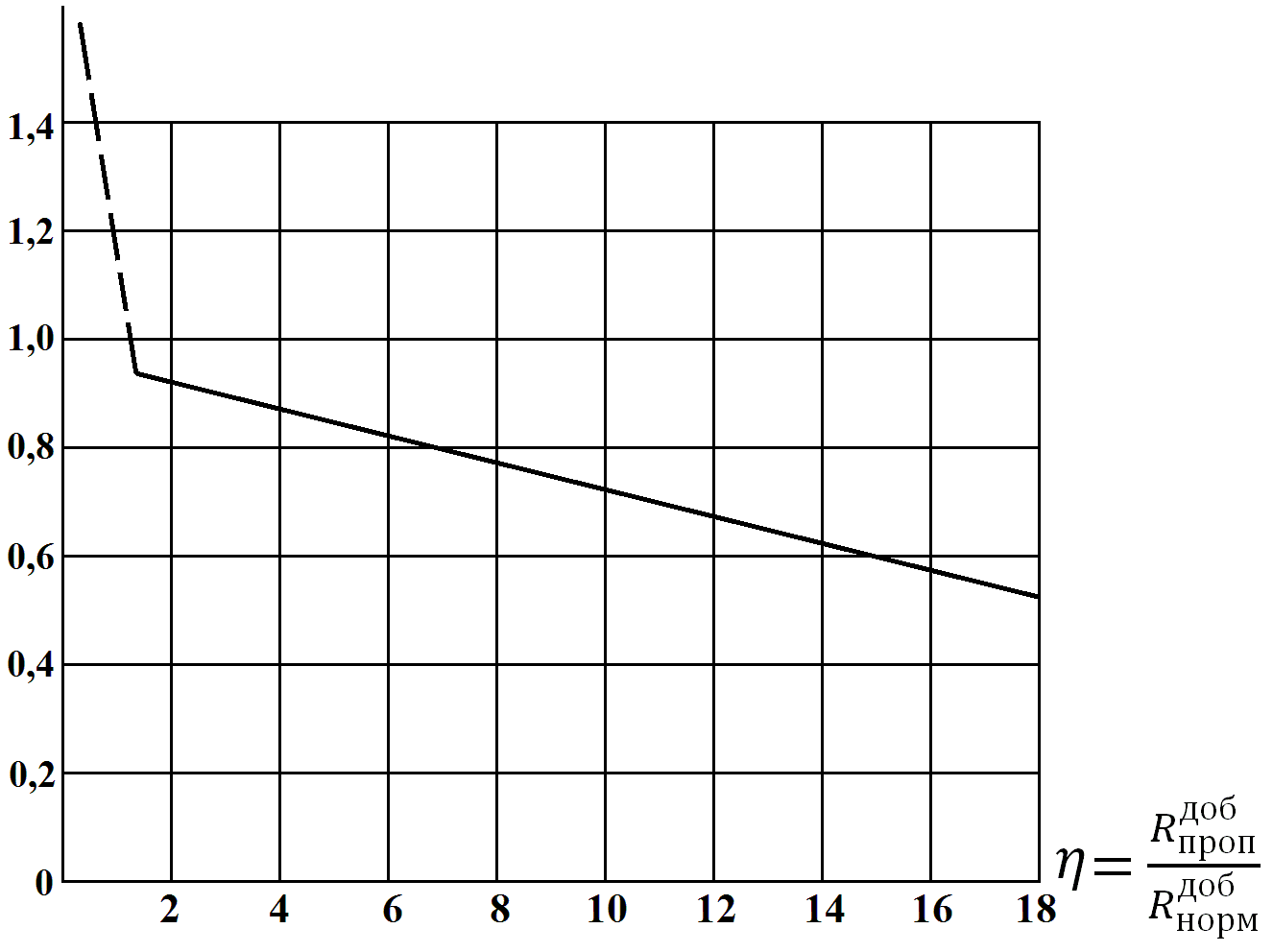


Рисунок В.1― Графік для визначення перехідного коефіцієнта

від прискореного випробування міцності (активності) цементу до стандартного

**В.11** *Приклад: Визначити (перевірити) активність цементу після зберігання його на складі впродовж 2-х місяців.*

1) З відібраної проби цементу виготовляємо 6 зразків-балочок розміром 40×40×160 мм з дотриманням вимог В.2-В.6 цього додатка.

2) Результати визначення міцності на стиск зразків заносимо в журнал:

|  |  |
| --- | --- |
| Границя міцності зразків цементу, МПа | |
| Пропарених | Нормально-вологого зберігання |
| 59,0 | 11,5 |
| 71,0 | 12,4 |
| 63,0 | 13,8 |
| 60,0 | 12,9 |
| 70,0 | 13,3 |
| 67,0 | 12,3 |

3) Обчислюємо середню границю міцності на стиск пропарених зразків цементу та зразків нормально-вологого зберігання :

,

.

4) Визначаємо відношення *η* за формулою (В.1):

5) За графіком В.1 знаходимо перехідний коефіцієнт: К = 0,83.

6) Визначаємо міцність на стиск (активність) цементу за формулою (В.2):

Тобто цемент має клас міцності 50 (активність 50 МПа).

**Додаток Г**

(обов’язковий)

**ПРОЕКТУВАННЯ СКЛАДУ ВАЖКОГО СУДНОБУДІВНОГО БЕТОНУ**

**Г.1** Проектування складу важкого суднобудівного бетону слід виконувати згідно з вимогами ДСТУ Б В.2.7-215 та ДСТУ-Н Б В.2.7-299 з доповненнями згідно цього додатка. При застосуванні добавки мікрокремнезему проектування складу важкого суднобудівного бетону слід виконувати згідно з ДСТУ Б В.2.7-176 з урахуванням k-фактора.

**Г.2** Проектування нового складу бетону – один з найбільш відповідальних процесів в технології бетонних робіт, що виконується лабораторією підприємства-будівельника за участю спеціалізованої науково-дослідної установи і включає в себе комплекс наступних видів робіт:

- вивчення вимог до бетону, до корпусу залізобетонного судна і до технології його побудови;

- випробування складових матеріалів бетону;

- розрахунок складу бетонної суміші;

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

- проведення випробувань основних властивостей суднобудівного бетону

- виконання додаткових науково-дослідних робіт (при необхідності);

- обробку результатів випробувань і призначення номінального і виробничого складу бетонної суміші.

**Г.3** Складові бетону матеріали (цемент, добавки, вода, пісок, купний заповнювач), що застосовуються при проектуванні складу бетону, повинні задовольняти вимогам цього стандарту. Проектування складу бетону з використанням матеріалів, не передбачених вказаним стандартом, проводиться спеціалізованою науково-дослідною установою.

**Г.4** Для запобігання корозії арматури, для забезпечення необхідної міцності, водонепроникності, морозостійкості, корозійної стійкості, а також для отримання бетонної суміші необхідної рухомості витрата цементу для важкого суднобудівного бетону повинна прийматися не менше 500 кг/м3 для морських судів і 450 кг/м3 – для річкових суден.

**Г.5** Розрахунок складу бетонної суміші здійснюється по середній густині щільного важкого суднобудівного бетону, що дорівнює 2400 кг/м3 (± 1 відсоток), тобто сума мас складових важкого суднобудівного бетону (цемент, вода, пісок і крупний заповнювач) в 1 м3 бетону дорівнює 2400 кг/м3 (± 24,0 кг).

Ц + В + П + Щ = 2400 кг/м3 (± 24,0 кг), (Г.1)

де Ц – витрата цементу на 1 м3 бетону, кг;

В – витрата води на 1 м3 бетону, л;

П – витрата піску на 1 м3 бетону, кг;

Щ – витрата щебеню (гравію) на 1 м3 бетону, кг.

Це також відповідає вимогам, що сума «абсолютних об’ємів» всіх складових дорівнює 1000 літрів.

 (Г.2)

де *jЦ* – істинна густина цементу, кг/дм3 (г/см3);

*jП* – істинна густина піску, кг/дм3 (г/см3);

*jЩ* – істинна густина зерен щебеню, кг/дм3 (г/см3).

**Г.6** Розрахунок складу бетонної суміші важкого суднобудівного бетону, що забезпечує необхідний клас бетону в віці 28 днів (через задану міцність), проводиться в наступній послідовності.

**Г.6.1** Визначити величину водоцементного відношення В/Ц

 (Г.3)

 (Г.4)

де *RЦ* – марка або активність цементу, МПа;

*R28* – границя міцності бетону при стиску у віці 28 діб, яка відповідає необхідному класу, МПа;

0,47 і 0,6 – коефіцієнти.

В залежності від кліматичних умов експлуатації залізобетонного судна або плавзасобу, а також агресивності води-середовища водоцементне відношення бетонної суміші повинно бути не більш за значення, вказаного в табл. 5.5 цього стандарту.

**Г.6.2** Приймаємо витрати цементу на 1 м3 бетонної суміші на перший заміс 500 кг.

**Г.6.3** Витрату води на 1 м3 бетонної суміші розраховуємо з отриманого значення водоцементного відношення або приймаємо за таблицею Г.1:

Таблиця Г.1 ― Витрата води на 1 м3 бетонної суміші

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Осадка конусу, см | Витрата води на 1 м3 бетонної суміші (л) при найбільшій крупності щебеню/гравію, мм | | |
| 10 | 15 | 20 |
| 1 – 3 | 200/190 | 190/185 | 180/175 |
| 4 – 7 | 205/195 | 195/190 | 185/180 |
| 8 – 11 | 210/200 | 200/195 | 190/185 |
| 12 – 15 | 215/205 | 205/205 | 195/190 |
| 16 – 18 | 225/215 | 215/210 | 205/200 |

 (Г.5)

**Г.6.4** Визначаємо кількість цементного тесту (*Т*) в кг, що витрачається на 1м3 бетонної суміші

 (Г.6)

**Г.6.5** Визначаємо загальну кількість заповнювачів (З) в кг, що витрачаються на 1 м3 бетонної суміші

 (Г.7)

**Г.6.6** Оптимальні значення величин *r*, відносного вмісту піску в суміші заповнювачів  важкого суднобудівного бетону в залежності від витрати цементу на 1 м3 бетону та максимального розміру крупного заповнювача наведено в таблиці Г.2.

Таблиця Г.2 ― Вміст піску в суміші заповнювачів

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Витрата цементу на 1кг3  бетону, кг | Номінальний склад бетону по масі | Вміст піску (*r*) в суміші заповнювачів бетону при найбільшому розмірі крупного заповнювача | | |
| 10 | 15 | 20 |
| 450 | 1:3,8 | 0,43  0,40 | 0,42  0,39 | 0,41  0,38 |
| 475 | 1:3,6 | 0,41  0,38 | 0,40  0,37 | 0,39  0,36 |
| 500 | 1:3,4 | 0,39  0,36 | 0,38  0,35 | 0,37  0,34 |
| 525 | 1:3,2 | 0,37  0,34 | 0,36  0,33 | 0,35  0,32 |
| 550 | 1:3,0 | 0,35  0,32 | 0,34  0,31 | 0,33  0,30 |
| 575 | 1:2,8 | 0,33  0,30 | 0,32  0,29 | 0,31  0,28 |
| 600 | 1:2,6 | 0,31  0,28 | 0,30  0,27 | 0,29  0,26 |

*Примітка: В чисельнику вказані цифри, що відносяться до бетону на щебені, в знаменнику – до бетону на гравії.*

**Г.6.7** Обчислюємо витрату піску в кг на 1 м3 бетонної суміші

 (Г.8)

**Г.6.8** Обчислюємо витрату щебеню (гравію) в кг на 1 м3 бетонної суміші

 (Г.9)

**Г.6.9** Перевіряємо отриману витрату всіх складових на 1 м3 бетонної суміші

 (Г.10)

**Г.7** Проводимо експериментальну перевірку розрахованого складу бетонної суміші, із застосуванням матеріалів, що фактично використано в розрахунку та на заводі-будівельнику.

Пробний заміс дорівнює 1/100 витрати матеріалу на 1м3 бетонної суміші

 (Г.11)

**Г.8** Виконуємо приготування бетонної суміші і визначаємо її рухомість стандартним конусом за методикою ДСТУ Б В.2.7-114.

Отриманий показник рухомості порівнюємо з заданим. При недостатній рухомості в заміс додаємо порціями цемент і воду (зі збереженням постійної величини В/Ц) до тих пір, доки не буде досягнута задана рухомість бетонної суміші. Якщо рухомість пробного замісу перевищує задану, то готуємо новий заміс з меншою кількістю води і цементу.

**Г.9** Визначаємо середню густину ущільненої бетонної суміші за методикою ДСТУ Б В.2.7-114:

 (Г.12)

де ρсум – середня густина бетонної суміші, кг/м3;

*т -* маса мірної посудини з бетонною сумішшю, г;

*m1* - маса мірної посудини без суміші, г;

*V* - місткість мірної посудини, см3.

Якщо середня густина ущільненої бетонної суміші відрізняється від розрахункової більш, ніж на **±** 1відсоток, то проводимо її корегування за фактичною середньою густиною.

**Г.10** Назначаємо витрату матеріалів на 1 м3 бетону номінального (лабораторного) складу.

**Г.11** Виготовляємо бетонну суміш в необхідній кількості та виготовляємо контрольні бетонні зразки для випробування міцності бетону, його водонепроникності, морозостійкости і середньої густини відповідно до вимог цього стандарту.

**Г.12** Призначаємо виробничий склад бетонної суміші.

**Г.13** Проектування складу важкого суднобудівного бетону проводиться: для кожного необхідного класу бетону, для кожної конструкції, якщо використовуються заповнювачі різної крупності, для кожного бетону, де потрібна різна рухомість бетонної суміші.

**Г.14** Якщо змінився завод-постачальник цементу або кар'єр, який постачає заповнювачі, необхідно провести коригування бетонної суміші і перевірку міцності, водонепроникності, морозостійкості і середньої густини бетону, з використанням нового матеріалу відповідно до вимог цього стандарту.

**Г.15** Роботи з проектування нового складу суднобудівного бетону, по вибору матеріалів мають бути закінчені заводом-будівельником і науково-дослідною установою до початку будівництва залізобетонного судна або плавзасобу.

**Г.16** На кожен клас важкого суднобудівного бетону має бути розроблена технологічна інструкція.

**Г.17** Приклад проектування складу важкого суднобудівного бетону класу В30 (С25/30) наведено в додатку Д цього стандарту.

**Г.18** Склади важкого суднобудівного бетону, що забезпечують проектний клас бетону В30 (С25/30) у віці 28 діб, а також клас В40 (С35/40) у віці 60 діб і клас В45 (С40/45) у віці 90 діб, наведено в додатку Е цього стандарту.

**Додаток Д**

(Довідковий)

**ПРИКЛАД ПРОЕКТУВАННЯ СКЛАДУ**

**ВАЖКОГО СУДНОБУДІВНОГО БЕТОНУ**

Запроектувати склад важкого суднобудівного бетону класу В30 (С25/30), що призначено для виготовлення збірних залізобетонних елементів корпусу судна (борт і днище) товщиною 80–100 мм. Район експлуатації – особливо суворі кліматичні умови. Потрібно: морозостійкість – 300 циклів в морській воді; водонепроникність – W4. Рухомість бетонної суміші – 4 см. Максимальний розмір крупного заповнювача – 20 мм.

**Д.1** Результати випробувань матеріалів заводу-будівельника.

Цемент - сульфатостійкий портландцемент активністю 42,5 МПа. Нормальна густота цементного тіста – 23,7%; початок тужавлення 2 години 30 хвилин; кінець тужавлення 4 години 30 хвилин. Середня густина 1300 кг/м3; істинна густина 3,1 г/м3. За паспортними даними заводу мінералогічний склад цементу: зміст С3S – 50%, С3А – 4,5%, С4АF – 22%, окис магнію – 5%, активні домішки і шлак відсутні.

Пісок кварцовий, насипна густина 1570 кг/м3, істинна густина 2600 кг/м3, порожнистість 39%, кількість глинистих і пилоподібних домішок – 0,6%. Модуль крупності 1,5. Крива гранулометричного складу піску укладається в заштриховану область.

Щебінь гранітний, арки щебеню за дробильністю 1200 (120 МПа), середня (насипна) густина 1410 кг/м3, істинна густина зерен 2600 кг/м3, кількість глинистих і пилоподібних домішок 0,2%, крупність 3–20 мм (фракції 3–10; 10–15; 15–20 мм).

Вода питна з міської мережі.

**Д.2** Визначаємо величину водоцементного відношення за формулою (Г.4):

 (Д.4)

Ця величина задовольняє вимогам табл. 5.5 цього стандарту

**Д.3** Витрату цементу на 1 м3 бетону приймаємо 500 кг.

**Д.4** Витрату води на 1 м3 бетону обчислюємо з величини водоцементного відношення за формулою (Г.5):

 (Д.5)

**Д.5** Кількість цементного тіста на 1 м3 бетону за формулою (Г.6):

 (Д.6)

**Д.6** Загальна кількість заповнювачів в 1 м3 бетону за формулою (Г.7):

 (Д.7)

Д.7 Визначаємо витрату піску на 1 м3 бетону, приймаючи за табл. Г.2 значення *r* = 0,37 (при витраті цементу 500 кг; щебінь крупністю 20 мм) – за формулою (Г.8):

 (Д.8)

**Д.8** Витрата щебеню на 1 м3 бетону за формулою (Г.9):

 (Д.9)

Співвідношення фракцій щебеню приймаємо в наступній кількості 5-10 мм – 178 кг; 10‑15 мм – 300 кг; 15-20 мм – 600 кг.

**Д.9** Перевіряємо витрати всіх матеріалів на 1 м3 бетону за формулою (Г.10):

цементу – 500 кг

води – 190 кг

піску – 632 кг

щебеню – 1078 кг

Р а з о м – 2400 кг

**Д.10** Виконуємо експериментальну перевірку розрахованого складу бетонної суміші на пробному замісі за формулою (Г.11):

цементу – 5 кг

води – 1,9 кг

піску – 6,32 кг

щебінь:

фракції 5-10 мм – 1,78 кг

10-15 мм – 3,0 кг

15-20 мм – 6,0 кг

Разом – 24,0 кг

**Д.11** Перемішуємо складові бетону, визначаємо рухомість бетонної суміші. Осадка конуса дорівнює 4 см, тобто отримано суміш необхідної рухомості.

**Д.12** Визначаємо середню густину ущільненої бетонної суміші за формулою (Г.12):

 (Д.12)

**Д.13** Коригування складу бетону не проводимо, тому що розбіжність між фактично визначеною і прийнятою середньою густиною бетону менше за 1%.

**Д.14** Витрата матеріалів на 1 м3 бетону номінального складу за формулою (Г.1) наступна:

цементу – 500 кг

води – 190 кг

піску – 632 кг

щебеню:

фракції 3-10 – 178 кг

фракції 10-15 – 300 кг

фракції 15-20 – 600 кг

Разом – 2400 кг

**Д.15** Перевіряємо суму абсолютних об’ємів матеріалів в 1 м3 бетонної суміші за формулою (Г.2):

 (Д.2)

**Д.16** Готуємо бетонну суміш та виготовляємо з неї контрольні бетонні зразки для твердіння в нормальних умовах (при необхідності – для пропарювання):

куби 10×10×10 см в кількості 3 шт. для випробування на стиск;

балки 10×10×40 см в кількості 3 шт. для випробування на вигин;

куби 10×10×10 см в кількості 9 штук для випробування на морозостійкість;

циліндри в кількості 6 шт. для випробування на водонепроникність.

**Д.17** Витримуємо контрольні бетонні зразки в нормально-вологих умовах і випробуємо за методиками, описаними у цьому стандарті.

**Д.18** Результати випробувань бетонних зразків в віці 28 діб:

- границя міцності на стиск – 42 МПа;

- границя міцності на осьовий розтягу – 3,0 МПа;

- границя міцності на розтяг при згині – 5,0 МПа;

- водонепроникність – 0,4 МПа;

морозостійкість в морській воді – 300 циклів при показнику морозостійкості 1,25;

- середня густина бетону в повітряно-сухому стані – 2400 кг/м3.

**Д.19** Спроектований важкий суднобудівний бетон класу В30 (С25/30) задовольняє вимогам цього стандарту і може бути використаний для побудови корпусів морських залізобетонних суден, що призначені для експлуатації в особливо суворих кліматичних умовах.

**Д.20** З огляду на необхідний тривалий період на дослідження основних фізико-механічних властивостей бетону, загальний час, що відводиться на проектування складу важкого суднобудівного бетону, становить 1 – 1,5 року.

**Д.21** Виконуємо розрахунок витрат матеріалів на 1 м3 бетону виробничого складу, якщо відомо, що пісок має вологість 4%, щебінь 2%. Щоб перейти від номінального (лабораторного) складу до виробничого, потрібно врахувати вологість наповнювачів, тому що вільна волога в заповнювачах повинна прийматися в розрахунок як частина води замішування. Коригування виконує лабораторія заводу-будівельника.

При вологості піску 4% вільної вологи в ньому знаходиться:



При вологості щебеню 2% вільної вологи в ньому знаходиться 1078 х 0,02 = 21,6 кг (у фракції 5-10 мм – 178 х 0,02 = 3,6 кг; у фракції 10-15 мм – 300 х 0,02 = 6,0 кг; у фракції 15‑20 мм – 600 х 0,02 = 12,0 кг).

Отже, кількість води (кг) в номінальному складі необхідно зменшити на 25,4 + 21,6 = 47 кг, тобто 190 – 47 = 143 кг.

Кількість піску необхідно відповідно збільшити на 25,4 кг, тобто 635+25,4=660,4 кг.

Кількість щебеню також необхідно відповідно збільшити на 21,6 кг. По фракціях: 5-10 мм – 178 + 3,6 = 181,6 кг; 10-15 мм – 300 + 6 = 306 кг; 15-20 мм – 600 + 12 = 612 кг.

Виробничий склад бетону класу В30 (С25/30) має наступні витрати матеріалів на 1 м3 бетону (з округленням до цілого кілограму): цементу – 500 кг; води – 143 л; піску – 660 кг; щебеню фракцій 5-10 мм – 181 кг; 10-15 мм – 306 кг; 15-20 мм – 612 кг. Разом: 2402 кг.

**Додаток Е**

(Довідковий)

**СКЛАДИ ВАЖКОГО СУДНОБУДІВНОГО БЕТОНУ**

**Е.1** У таблиці Е.1 наведено номінальні склади важкого суднобудівного бетону, який застосовується для побудови залізобетонних і композитних суден і плавзасобів, що забезпечують проектний клас бетону В30 (згідно з ДСТУ Б В.2.7-43) у віці 28 діб, а також проектний клас В40 у віці 90 діб.

**Е.2** Застосування цементу активністю від 50 МПа до 70 МПа дозволяє забезпечити проектний клас бетону В40 і В45 у віці 28 діб.

**Е.3** Склади важкого суднобудівного бетону проектних класів В40 і В45 у віці 28 діб з використанням цементів з активністю від 40 до 60 МПа повинні проектуватися відповідно до вимог розділу 4 додатку Г цього стандарту .

Таблиця Е.1 ― Номінальні склади важкого суднобудівного бетону

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Галузь застосування | Витрата матеріалів  на 1 м3 бетону, кг | | | | Пластифікуюча добавка, % від маси цементу | Осадка конусу, см | Витрата щебеню, кг, фракції |
| Цемент | Вода | Пісок | Щебінь |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Бетонування горизонтальних елементів залізобетонних секцій товщиною 8 см і більше | 500 | 160-170 | 654 | 1110 | 0,6-0,8 | 4-8 | 15-20 мм – 618 кг,  10-15 мм – 309 кг;  5-10 мм – 183 кг |
| Бетонування монолітних горизонтальних елементів товщиною 8 см і більше | 500 | 170-180 | 645 | 1105 | 0,7-0,9 | 8-10 | 15-20 мм – 611 кг,  10-15 мм – 307 кг;  5-10 мм – 181 кг |
| Бетонування горизонтальних елементів залізобетонних секцій товщиною від 6 см до 8 см | 525 | 180-185 | 625 | 1100 | 0,6-0,8 | 4-8 | 10-15 мм – 734 кг;  5-10 мм – 366 кг |
| Бетонування монолітних горизонтальних елементів товщиною від 6 см до 8 см  Бетонування ребер залізобетонних секцій | 525 | 185-195 | 620 | 1095 | 0,7-0,9 | 8-10 | 10-15 мм – 732 кг;  5-10 мм – 363 кг |
| Бетонування монолітних вертикальних елементів товщиною 8 см і більше  Бетонування стиків  Бетонування ребер залізобетонних секцій | 550 | 205-210 | 580 | 1070 | 0,7-0,9 | 16-18 | 10-15 мм – 720 кг;  5-10 мм – 350 кг |
| Бетонування монолітних вертикальних елементів товщиною до 8 см  Бетонування стиків  Бетонування ребер залізобетонних секцій | 550 | 210-215 | 580 | 1070 | 0,7-0,9 | 16-18 | 5-10 мм – 1070 кг |
| Бетонування вертикальних елементів і стиків з великим насиченням арматури | 570 | 210-215 | 550 | 1070 | 0,7-0,9 | 16-18 | 5-10 мм – 1070 кг |
| Бетонування стиків дрібнозернистим бетоном за допомогою розчинонасосу | 575 | 210-215 | 775 | 805 | 0,7-0,9 | 16-18 | 5-10 мм – 805 кг |

**Примітка.** Склади уточнюються на заводі-будівельнику із застосуванням наявних складових бетону матеріалів.

**УКНД: 47.020.10; 91.100.30**

Ключові слова: бетон, бетонна суміш, водонепроникність, добавка, міцність на стиск, корозійна стійкість, маса, 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