



НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

Конструкції будинків і споруд
**НАСТАНОВА З ПРОЕКТУВАННЯ ТА ВИГОТОВЛЕННЯ БЕТОННИХ
ВИРОБІВ І КОНСТРУКЦІЙ З НЕМЕТАЛЕВОЮ КОМПОЗИТНОЮ
АРМАТУРОЮ НА ОСНОВІ БАЗАЛЬТОВОГО І СКЛО РОВІНГІВ**

ДСТУ-Н Б В.2.6-XXXX:2011

Видання офіційне

Київ
Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства
України

ПЕРЕДМОВА

- 1 РОЗРОБЛЕНО: Товариство з обмеженою відповідальністю
“Науково-виробниче підприємство “БудКонструкція”
РОЗРОБНИКИ: Ю.Климов, д-р. техн. наук (науковий керівник),
Р.Піскун, О.Солдатченко
За участю: ТОВ «Технобазальт-Інвест»
Васильчишина С.А.
ТОВ «Технологічна група «Екіпаж»
Дмитрієва І., Орешкін Д., Чемуранов В.
- 2 ВНЕСЕНО:
3 ПОГОДЖЕНО:
4 ЗАТВЕРДЖЕНО: наказ Міністерства регіонального розвитку України від
“ ___ ” _____ 20__ р. № _____
- НАДАНО
ЧИННОСТІ: “ ___ ” _____ 20__ р.
- 5 УВЕДЕНО ВПЕРШЕ

**Право власності на цей документ належить державі.
Цей документ не може бути повністю чи частково відтворений, тиражований і розповсюджений як офіційне видання без дозволу Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України.**

©Мінрегіонбуд України, 2011

1	СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ.....	1
2	НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ.....	2
3	ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ.....	3
4	ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ.....	4
	4.1 Основні положення.....	4
	4.2 Основні розрахункові вимоги.....	5
5	МАТЕРІАЛИ ДЛЯ КОНСТРУКЦІЙ З НЕМЕТАЛЕВОЮ КОМПОЗИТНОЮ АРМАТУРОЮ.....	7
	5.1 Бетон.....	7
	5.2 Неметалева композитна арматура.....	10
	5.3 Арматура.....	14
6	РОЗРАХУНОК ЕЛЕМЕНТІВ З НЕМЕТАЛЕВОЮ КОМПОЗИТНОЮ АРМАТУРОЮ ЗА ГРАНИЧНИМИ СТАНАМИ ПЕРШОЇ ГРУПИ.....	14
	6.1 Загальні положення.....	14
	6.2 Розрахунок елементів за несучою здатністю нормальних перерізів при дії згинальних моментів і поздовжніх сил.....	14
	6.3 Розрахунок елементів за несучою здатністю похилих перерізів при дії поперечних сил.....	15
	6.4 Розрахунок елементів за несучою здатністю при крутінні.....	16
	6.5 Розрахунок елементів за несучою здатністю при продавлюванні.....	16
7	РОЗРАХУНОК ЕЛЕМЕНТІВ З НЕМЕТАЛЕВОЮ КОМПОЗИТНОЮ АРМАТУРОЮ ЗА ГРАНИЧНИМИ СТАНАМИ ДРУГОЇ ГРУПИ.....	17
	7.1 Загальні положення.....	17
	7.2 Розрахунок за утворенням тріщин.....	17
	7.3 Обмеження розкриття тріщин.....	18
	7.4 Обмеження прогинів.....	19
8	КОНСТРУКТИВНІ ВИМОГИ.....	20
	8.1 Загальні положення.....	20

8.2	Анкерування поздовжньої арматури.....	21
8.3	З'єднання стрижнів арматури в напуск.....	24
8.4	З'єднання в'язаних сіток в напуск.....	27
9	ДОДАТКОВІ ПРАВИЛА КОНСТРУЮВАННЯ БЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ З КОМПОЗИТНОЮ АРМАТУРОЮ.....	29
9.1	Загальні положення.....	29
9.2	Балки.....	29
9.3	Суцільні плити.....	31
9.4	Плоскі плити.....	31
9.5	Колони.....	32
9.6	Стіни.....	32
10	ВИГОТОВЛЕННЯ БЕТОННИХ ВИРОБІВ І КОНСТРУКЦІЙ З НЕМЕТАЛЕВОЮ КОМПОЗИТНОЮ АРМАТУРОЮ.....	32
10.1	Загальні положення.....	32
10.2	Вхідний контроль якості неметалевої композитної арматури.....	33
10.3	Арматурні вироби з неметалевою композитною арматурою.....	34

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАДАРТ УКРАЇНИ

Конструкції будинків і споруд

НАСТАНОВА

**З ПРОЕКТУВАННЯ ТА ВИГОТОВЛЕННЯ БЕТОННИХ ВИРОБІВ І
КОНСТРУКЦІЙ З НЕМЕТАЛЕВОЮ КОМПОЗИТНОЮ АРМАТУРОЮ НА
ОСНОВІ БАЗАЛЬТОВОГО І СКЛО РОВІНГІВ**

Конструкции зданий и сооружений

РУКОВОДСТВО

**ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И ИЗГОТОВЛЕНИЮ БЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ С
НЕМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ КОМПОЗИТНОЙ АРМАТУРОЙ НА ОСНОВЕ
БАЗАЛЬТОВОГО И СТЕКЛЯНОГО РОВИНГОВ**

Structures of building and erections

INSTRUCTION

**OF APPLICATION AND PRODUCTION OF CONCRERE CONSTRUCTION
WITH NONMETALLIC COMPOSIT REINFORCEMENT BASED ON BASALT
AND GLASS ROVING**

Чинний від 20__-__-__

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

Цей стандарт розповсюджується на проектування та виготовлення бетонних виробів і конструкцій з неметалевою композитною арматурою на основі базальтового і скло ровінгів, в тому числі разом з металевою арматурою згідно з ДСТУ 3760 і ГОСТ 5781.

Стандарт розповсюджується на конструкції, що застосовуються у промисловому, цивільному, транспортному та інших галузях будівництва при всіх видах навантажень і впливів, в тому числі і у оточуючому середовищі з агресивним ступенем впливу.

Стандарт не розповсюджується на конструкції, що розраховуються на витривалість і вогнестійкість.

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

У цьому стандарті є посилання на такі нормативні документи:

ДБН В.1.2-2:2006 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування

ДБН В.1.2.-14:2009 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ

ДБН В.2.6-98:2009 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення проектування

ДСТУ 3760:2006 Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови (ISO 6935-2:1991, NEQ)

ДСТУ Б В.1.2-3:2006 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Прогини і переміщення. Прогини і переміщення. Вимоги проектування

ДСТУ Б В.2.6-156:2010 Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування

СНиП 2.03.11-85 Защита строительных конструкций от коррозии (Захист будівельних конструкцій від корозії)

ГОСТ 166-89 Штангенциркули. Технические условия (Штангенциркулі. Технічні умови)

ГОСТ 3282-74 Проволока стальная низкоуглеродистая общего назначения. Технические условия. (Проволока стальна низьковуглицева загального призначення. Технічні умови.)

ГОСТ 5781-82 Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций. Технические условия (Сталь гарячекатана для армування залізобетонних конструкцій. Технічні умови)

ГОСТ 10110-87 Круги алмазные отрезные формы 1А1R. Технические условия (Круги алмазні відрізні форми 1А1R. Технічні вимоги)

ГОСТ 12004-81 Сталь арматурная. Методы испытаний на растяжение (Сталь арматурна. Методи випробувань на розтяг)

ГОСТ 17007-80 Круги алмазные плоские формы 6А2Т и 1А2Т. Технические условия (Круги алмазні плоскі форми 6А2Т та 1А2Т. Технічні вимоги)

«Технічний регламент будівельних виробів, будівель і споруд», затверджене Постановою Кабінету Міністрів України від 20 грудня 2006 р. № 1764.

ТУ У В.2.7-26.8-34323267-002:2009 Ровінг з базальтових волокон. Технічні умови

ТУ У В.2.7-25.2-34323267-001:2009 Арматура неметалева композитна базальтова періодичного профілю. Технічні умови

ТУ У В.2.7-25.2-21191464-XXX:2011 Арматура композитна «ЕКІБАР»

3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

Нижче подано терміни, вжиті в цьому стандарті, та визначення позначених ними понять.

3.1 неметалева композитна арматура

Стрижні періодичного профілю виготовлені з безперервного армуючого волокна (ровінгу) і термореактивного сполучника

3.2 ровінг

матеріал одержаний суцанням декількох первинних склониток (п.3.13 ДСТУ 2241)

3.3 термореактивний сполучник

сполучник на основі синтетичних смол, твердіння яких супроводжується необоротною хімічною реакцією, що спричиняє до утворення неплавкого та негорючого матеріалу (п.4.1 ДСТУ 2241)

3.4 базальтопластикова арматура

Композитна арматура виготовлена на основі безперервного базальтового ровінгу

3.5 склопластикова арматура

Композитна арматура виготовлена на основі безперервного скляного ровінгу.

4 ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ

4.1 Основні положення

4.1.1 Бетонні вироби і конструкції з неметалевою композитною арматурою повинні задовольняти основним вимогам безпеки, які визначені у «Технічному регламенті будівельних виробів, будівель і споруд», затвердженому Постановою Кабінету Міністрів України від 20 грудня 2006 р. № 1764.

4.1.2 Для забезпечення вимог безпеки вироби і конструкції повинні мати такі початкові властивості, щоб з необхідним ступенем надійності для різних розрахункових ситуацій у процесі будівництва і експлуатації будівель та споруд була виключена можливість руйнування будь-якого характеру або порушення експлуатаційної придатності, пов'язаного із спричиненням шкоди для життя або здоров'я людини, майна або навколишнього середовища.

4.1.3 Для забезпечення вимог експлуатаційної придатності вироби і конструкції повинні мати такі початкові властивості, щоб з належним ступенем надійності для різних розрахункових впливів не утворювалися або надмірно розкривалися тріщини, а також не виникали надмірні переміщення, коливання та інші пошкодження, які ускладнюють нормальну експлуатацію (порушення вимог комфорту щодо перебування людей, до зовнішнього вигляду виробу та конструкції, технологічних вимог за умов нормальної роботи обладнання, механізмів, конструктивних вимог щодо сумісної роботи елементів та інших вимог, встановлених для проектування).

4.1.4 Для забезпечення вимог довговічності вироби і конструкції повинні мати такі початкові властивості, щоб у встановлений термін експлуатації вона задовольняла вимогам з безпеки та експлуатаційної придатності з урахуванням впливу на геометричні характеристики конструкцій та механічні властивості матеріалів різних розрахункових впливів (тривала дія навантаження, несприятливі кліматичні, технологічні, впливи зміни температури та вологості, змінне заморожування та відтавання, агресивні впливи тощо).

4.1.5 Безпека, експлуатаційна придатність, довговічність виробів і конструкцій з неметалевою композитною арматурою та інші вимоги, що

встановлені завданням на проектування, повинні бути забезпечені дотриманням:

- вимог до бетону та його складових;
- вимог до неметалевої композитної і сталеві арматури;
- вимог до розрахунків конструкцій;
- технологічних вимог;
- вимог до експлуатації.

4.1.6 Вибір конструктивних рішень виробів і конструкцій з неметалевою композитною арматурою слід здійснювати, виходячи з техніко-економічної доцільності їх застосування з урахуванням довговічності, максимального зниження матеріалоемності, трудомісткості, енергоемності і вартості будівництва.

4.1.7 Неметалеву композитну арматуру рекомендується застосовувати в виробках і конструкціях, що працюють в умовах агресивного середовища (слабоагресивного, середньо агресивного і сильно агресивного) згідно з СНиП 2.03.11 у якості поздовжньої робочої арматури розтягнутої зони згинальних, позцентрово стиснутих і розтягнутих елементів, а також поперечної арматури, що встановлюється за конструктивними вимогами.

При забезпеченні міцності, тріщиностійкості і деформативності, неметалева композитна арматура може встановлюватися у стиснутій зоні згинальних, позцентрово стиснутих і розтягнутих елементів.

4.1.8 Для армування стиснутої зони, а також поперечного армування у випадках, коли останнє є розрахунковим, в елементах з неметалевою композитною арматурою може застосовуватися сталеві арматура згідно з ДСТУ 3760 і ГОСТ 5781.

4.2 Основні розрахункові вимоги

4.2.1 Розрахунок бетонних елементів з неметалевою композитною слід виконувати за граничними станами першої і другої груп згідно з ДБН В.2.6-98, ДСТУ Б В.2.6-156 і додаткових положень, які наведені у розділах 6 і 7 цього стандарту.

4.2.2 При розрахунках елементів слід керуватися вимогами ДБН В.1.2.-14, навантаження, впливи та їх сполучення слід приймати згідно з ДБН В. 1.2-2.

4.2.3 При проектуванні елементів збірних конструкцій з неметалевою композитною арматурою на вплив зусиль, які виникають при їх підйомі, транспортуванні і монтажі, навантаження від всіх елементів слід приймати з коефіцієнтом динамічності, рівним: 1,60 – при транспортуванні, 1,40 – при підйомі та монтажу.

4.2.4 Гранична ширина розкриття тріщин в бетонних елементах з неметалевою композитною арматурою повинна призначатися з естетично-психологічних вимог згідно з ДСТУ Б В.1.2-3 і не перевищувати 0,4 мм, якщо встановлюються вимоги прийнятного зовнішнього вигляду, і 0,8 мм в інших випадках.

4.2.5 Граничні прогини бетонних елементів з неметалевою композитною арматурою слід приймати згідно з ДСТУ Б В.1.2-3 з урахуванням наступних положень.

4.2.5.1 Для запобігання несприятливого впливу деформацій елемента або конструкції на їх належне функціонування і зовнішній вигляд, необхідно повинні бути встановлені відповідні граничні величини прогинів з урахуванням характеру конструкції, оздоблення, перегородок і закріплень, а також функціонального призначення.

4.2.5.2 З огляду на зовнішній вид та загальне використання конструкції, прогин балки, плити або консолі відносно опор при основному сполученні навантажень не повинен перевищувати 1/250 прольоту. При застосовуванні «будівельного підйому», зворотній вигин, сформований опалубкою, зазвичай, не повинен перевищувати 1/250 прольоту

4.2.5.3 З огляду на пошкодження прилеглих частин конструкції, після завершення будівництва при основному сполученні навантажень прогини не повинні перевищувати 1/500 прольоту. При цьому, у залежності від чутливості прилеглих частин, можуть розглядатись також і інші допустимі значення.

4.2.6 Мінімальний клас бетону за міцністю на стиск в елементах з неметалевою композитною арматурою слід приймати у залежності від характеристики оточуючого середовища згідно з ДБН В.2.6-98.

4.2.7 Марки бетону за морозостійкістю та водонепроникністю бетонних елементів з неметалевою композитною арматурою в залежності від режиму експлуатації та розрахункових зимових температур зовнішнього повітря у районі будівництва слід приймати згідно з ДБН В.2.6-98.

4.2.8 Товщину захисного шару і марку бетону за водонепроникністю елементів з неметалевою композитною арматурою, що експлуатуються в умовах агресивного оточуючого середовища згідно з СНиП 2.03.11 слід приймати не менше 25 мм і W6.

5 МАТЕРІАЛИ ДЛЯ КОНСТРУКЦІЙ З НЕМЕТАЛЕВОЮ КОМПОЗИТНОЮ АРМАТУРОЮ

5.1 Бетон

5.1.1 Показники якості

5.1.1.1 Для виготовлення бетонних конструкцій з неметалевою композитною арматурою слід використовувати важкий конструкційний бетон з середньою густиною від 2000 кг/м³ до 2500 кг/м³ включно.

5.1.1.2 Основні показники якості бетону клас бетону на міцність на стиск С, марка бетону за морозостійкістю F, марка бетону за водонепроникністю W приймаються згідно з ДБН В.2.6-98.

5.1.1.3 Клас бетону за міцністю на стиск призначається з таких класів С12/15; С16/20; С20/25; С25/30; С30/35; С32/40; С35/45; С40/50; С45/55; С50/60.

5.1.1.4 Марку бетону за морозостійкістю призначають в залежності від вимог, яким повинні відповідати конструкції, класу умов їх експлуатації (табл. 4.1 ДБН В.2.6-98) та діапазону зміни температури навколишнього середовища в холодний період.

Для надземних конструкцій, які піддаються впливу навколишнього середовища при розрахунковій температурі зовнішнього повітря в холодний період від мінус 5°С до мінус 40°С приймають марку бетону за морозостійкістю не нижче F75, а при розрахунковій температурі зовнішнього повітря вище мінус 5°С у вказаних конструкціях марку бетон за морозостійкістю не нормують.

5.1.1.5 Марку бетону за водонепроникністю призначають в залежності від вимог, яким повинні відповідати конструкції та класу умов їх експлуатації (табл. 4.1 ДБН В.2.6-98).

Для надземних конструкцій, які піддаються впливу навколишнього середовища при розрахунковій температурі повітря вище мінус 40°C, а також для зовнішніх стін опалюваних будівель марку бетону за водонепроникністю не нормують.

В інших випадках необхідна марка бетону за водонепроникністю призначають відповідно до спеціальних вказівок.

5.1.2 Характеристичні і розрахункові значення

5.1.2.1 Базовими міцністними характеристиками бетону при розрахунку конструкцій з неметалевою композитною арматурою є характеристичні значення:

- опору бетону на осьовий стиск $f_{ck,prism}$;
- опору бетону осьовому розтягу $f_{ctk,0,05}$.

Характеристичні значення опору бетону осьовому стиску (призмова міцність) та осьовому розтягу слід приймати в залежності від класу бетону на стиск *C* згідно табл 5.1.

5.1.2.2 Розрахункове значення міцності бетону на стиск слід визначати як:

$$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c, \quad (5.1)$$

де

γ_c - коефіцієнт надійності для бетону, який дорівнює 1,3;

α_{cc} - коефіцієнт, що ураховує вплив тривалості дій та несприятливих впливів, що викликані способом прикладання навантаження, на міцність бетону при стиску.

Величина α_{cc} може змінюватися в межах від 0,8 до 1,0. Конкретна величина коефіцієнта α_{cc} у вказаних межах, в залежності від призначення конструкції і тривалості впливу несприятливих дій призначається проектувальником з погодженням з Замовником. Рекомендованим є значення $\alpha_{cc} = 1,0$.

5.1.2.3 Коефіцієнт надійності γ_c може застосовуватись із меншим значенням, в разі якщо доказано, що система контролю якості на виробництві забезпечує в

конструкції коефіцієнт варіації міцності бетону, що не перевищує 10%. В такому разі коефіцієнт надійності $\gamma_c = 1,22$.

5.1.2.4 Розрахункове значення міцності бетону на розтяг визначається як

$$f_{ctd} = \alpha_{ct} f_{ctk, 0,05} / \gamma_{ct}, \quad (5.2)$$

де

γ_{ct} - коефіцієнт надійності для бетону, який дорівнює 1,5;

α_{ct} - коефіцієнт, що ураховує вплив на міцність бетону при розтягу тривалості дій та несприятливих впливів, що викликані способом прикладання навантаження. Якщо немає інших вказівок то рекомендованим є значення $\alpha_{ct} = 1,0$.

5.1.2.5 Розрахункові значення опору бетону осьовому стиску та осьовому розтягу в залежності від класу бетону на стиск C наведені табл. 5.1.

В необхідних випадках розрахункові значення міцнісних характеристик бетону перемножують на наступні коефіцієнти умов роботи γ_{ci} , які враховують особливості роботи бетону в конструкції:

а) γ_{c1} - коефіцієнт, який враховує тривалість впливу статичного навантаження:

$\gamma_{c1} = 1$ - при нетривалій (короткочасній) дії навантаження;

$\gamma_{c1} = 0,9$ - при тривалій дії навантаження;

б) γ_{c2} - коефіцієнт, який враховує характер руйнування бетонних конструкцій, $\gamma_{c2} = 0,9$;

в) γ_{c3} - для бетонних і залізобетонних конструкцій, які бетонуються в вертикальному положенні при висоті шару бетонування більше 1,5 м, $\gamma_{c3} = 0,85$.

5.1.3 Деформаційні характеристики і діаграма механічного стану бетону

5.1.3.1 У якості основних деформаційних характеристик бетону слід приймати:

- граничні відносні деформації бетону при осьовому стиску і розтягу (при однорідному напруженому стані бетону) ε_{cu1} , ε_{ctu1} ;

- початковий модуль пружності E_c ;

- коефіцієнт (характеристика) повзучості $\varphi(t, t_0)$;

- коефіцієнт поперечної деформації бетону (коефіцієнт Пуассона) ν ;

- коефіцієнт лінійної температурної деформації $\alpha_{c(t)}$.

Значення граничних відносних деформацій бетону при осьовому стиску і початкового модуля пружності наведені в табл. 5.1. Значення граничних відносних деформацій бетону при осьовому розтягу, коефіцієнтів (характеристика) повзучості, поперечної деформації бетону та лінійної температурної деформації слід приймати згідно з ДБН В.2.6-98.

5.1.3.2 Діаграми механічного стану бетону, які визначають зв'язок між напруженнями і відносними деформаціями бетону, при розрахунках конструкцій з неметалевою композитною арматурою слід приймати згідно з (рис. 3.1 і 3.2 ДБН В.2.6-98).

5.1.3.3 При застосуванні діаграм механічного стану бетону слід керуватися положеннями ДСТУ Б В.2.6-156.

5.2 Неметалева композитна арматура

5.2.1 Для армування бетонних конструкцій слід використовувати неметалеву композитну арматуру діаметрів 4, 6, 8, 10, 12 мм згідно з ТУ У В.2.7-25.2-34323267-001 і діаметрів 3, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32 мм згідно з ТУ У В.2.7-25.2-21191464-XXX.

5.2.2 Основною характеристикою міцності композитної неметалевої арматури є характеристичне значення опору на розтяг, що встановлено у ТУ У В.2.7-25.2-34323267-001 і ТУ У В.2.7-25.2-21191464-XXX;

5.2.3 Розрахункові значення опору неметалевої композитної арматури на розтяг f_{fd} визначається за формулою:

$$f_{fd} = \frac{f_{fk}}{\gamma_f}, \quad (5.3)$$

де

γ_f - коефіцієнт надійності для неметалевої композитної арматури.

5.2.4 Розрахункові значення опору неметалевої композитної арматури на стиск слід приймати рівними:

$$f_{fdc} = 0,2 f_{fd}, \quad (5.4)$$

5.2.5 Основними деформаційними характеристикам неметалевої композитної арматури є значення:

- модуля пружності арматури E_f ;
- відносних деформацій видовження арматури ε_{f0} при досягненні напружень розрахункового опору f_{fd} ;
- граничних відносних деформації видовження арматури ε_{ud} .

5.2.6 Граничні відносні деформації видовження арматури приймаються за ТУ У В.2.7-25.2-34323267-001 і ТУ У В.2.7-25.2-21191464-XXX, а відносні деформацій видовження арматури ε_{f0} при досягненні напружень розрахункового опору f_{fd} визначаються за формулою:

$$\varepsilon_{f0} = \frac{f_{fd}}{E_f}, \quad (5.5)$$

5.2.7 Характеристичні, розрахункові значення опору на розтяг, розрахункові значення опору на стиск, значення модуля пружності, відносних деформацій видовження арматури при досягненні напружень розрахункового опору і граничних відносних деформації видовження неметалевої композитної арматури наведені у таблиці 5.2.

Таблиця 5.1 - Характеристики міцності і деформативності бетону

Показник	Клас міцності бетону									
	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/35	C32/40	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
$f_{ck,prism}$ (МПа)	11	15	18,5	22	25,5	29	32	36	39,5	43
f_{cd} (МПа)	8,5	11,5	14,5	17	19,5	22	25	27,5	30	33
f_{ctm} (МПа)	1,6	1,9	2,2	2,6	2,8	3,0	3,2	3,5	3,8	4,1
$f_{ctk,0,05}$ (МПа)	1,1	1,3	1,5	1,8	2,0	2,1	2,2	2,5	2,7	3,0
E_{cm} (ГПа)	23	27	30	32,5	34,5	36	37,5	39	39,5	40
E_{ck} (ГПа)	20	23	26	29	31	32	34	35	36	37
E_{cd} (ГПа)	16,3	20	23	25	27	28,5	30,5	32	33	34
$\varepsilon_{c1,ck}$ (‰)	1,61	1,66	1,71	1,76	1,81	1,86	1,90	1,94	1,98	2,02
$\varepsilon_{c1,cd}$ (‰)	1,58	1,62	1,65	1,69	1,72	1,76	1,80	1,84	1,87	1,91
$\varepsilon_{cu1,ck}$ (‰)	4,4	4,15	3,85	3,55	3,25	3,00	2,83	2,63	2,50	2,4
$\varepsilon_{cu1,cd}$ (‰)	3,70	3,59	3,44	3,28	3,10	2,93	2,72	2,57	2,43	2,29
$\varepsilon_{c3,ck}$ (‰)	0,55	0,65	0,71	0,76	0,82	0,91	0,94	1,03	1,10	1,16
$\varepsilon_{c3,cd}$ (‰)	0,52	0,58	0,63	0,68	0,72	0,77	0,83	0,86	0,91	0,97
$\varepsilon_{cu3,ck}$ (‰)	3,96	3,73	3,46	3,20	2,93	2,70	2,55	2,37	2,25	2,16
$\varepsilon_{cu3,cd}$ (‰)	3,33	3,23	3,10	3,00	2,8	2,64	2,45	2,31	2,19	2,06

Таблиця 5.2 – Механічні характеристики композитної арматури

Нормативний документ	Матеріал ровінгу	Механічні характеристики				
		f_{fk} , Н/мм ²	f_{fd} , Н/мм ²	f_{fc} , Н/мм ²	$E_f * 10^{-4}$, Н/мм ²	$\epsilon_{f0} (\epsilon_{fu})$, %
ТУ У В.2.7-25.2-34323267-001:2009	Базальт	800	640	130	43	2,2
ТУ У В.2.7- 25.2-21191464– :20	Базальт	600	500	100	40	2,0
	Скло	600	500	100	40	2,0

5.2.8 При розрахунку конструкцій з неметалевою композитною арматурою в якості розрахункової діаграм стану деформування арматури, приймають діаграму, що наведена на рис. 5.1.

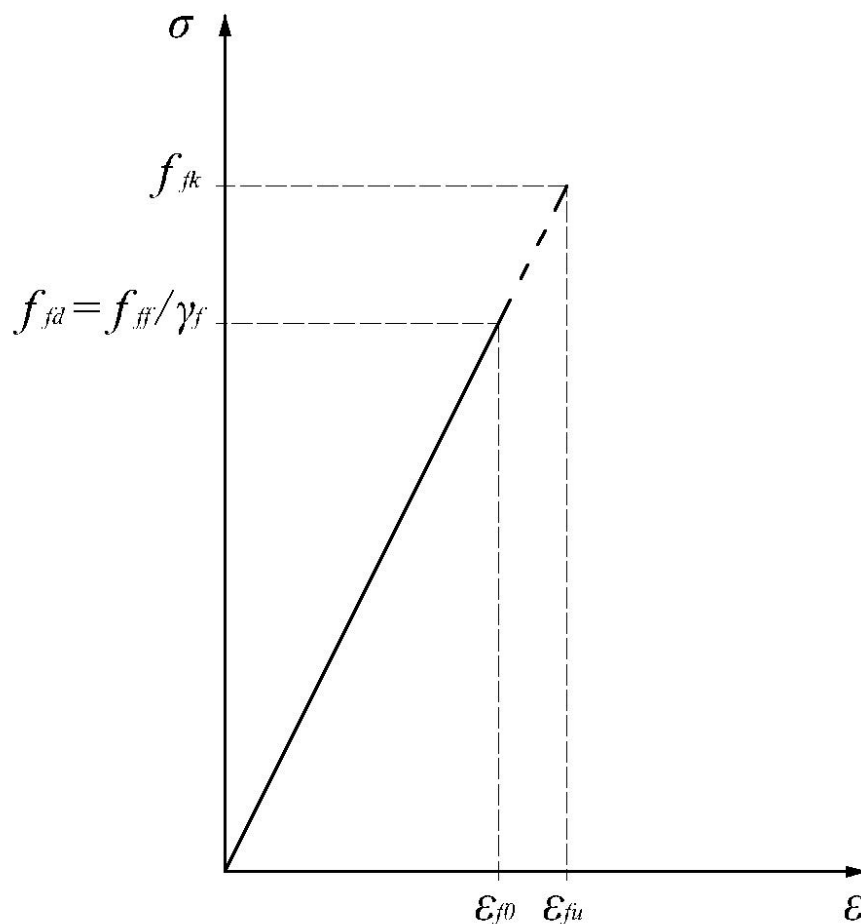


Рисунок 5.1 – Діаграма «напруження-деформації» розтягу композитної арматури

5.35 Арматура

5.5.1 При застосуванні разом з неметалевою композитною арматурою за 4.1.8, сталевій арматури згідно з ДСТУ 3760 і ГОСТ 5781, міцнісні і деформативні характеристики якої слід приймати за ДСТУ Б В.2.6 - 156.

6 РОЗРАХУНОК ЕЛЕМЕНТІВ З НЕМЕТАЛЕВОЮ КОМПОЗИТНОЮ АРМАТУРОЮ ЗА ГРАНИЧНИМИ СТАНАМИ ПЕРШОЇ ГРУПИ

6.1 Загальні положення

6.1.1 Елементи з неметалевою композитною арматурою в рамках першої групи граничних станів слід розраховувати за несучою здатністю у відповідності з ДБН В.2.6-98 і ДСТУ Б В.2.6-156 з урахуванням додаткових положень, що наведені нижче.

6.2 Розрахунок елементів за несучою здатністю нормальних перерізів при дії згинальних моментів і поздовжніх сил

6.2.1 Несучу здатність залізобетонних елементів на дію згинальних моментів та поздовжніх сил слід, як правило, визначати за деформаційною методикою. При цьому, зусилля та деформації у перерізі, нормальному до поздовжньої осі елемента, визначають виходячи з передумов 6.2.1 ДБН В.2.6-98, приймаючи зв'язок між напруженнями та деформаціями у композитній арматурі у вигляді діаграми, яка наведена на рис. 5.1.

6.2.2 При розташуванні неметалевої композитної арматури у стиснутій зоні бетону розрахунковий опір такої арматури на стиск слід приймати за (5.4). В елементах з неметалевою композитною арматурою в розтягнутій зоні і сталевію арматурою у стиснутій зоні бетону, розрахунковий опір сталевію арматури на стиск слід приймати згідно з ДСТУ Б В.2.6- 156.

6.2.3 При виконанні розрахунку дозволяється використовувати спрощені залежності напруження-деформації для бетону і рівномірний характер розподілу нормальних стискаючих напружень в стиснутій зоні, згідно з 3.1.7.1 і 3.1.7.2 ДБН В.2.6-98, відповідно.

6.2.4 Для слабо армованих елементів, в яких несуча здатність виявляється менше зусилля утворення тріщин, площа перерізу поздовжньої неметалевої композитної арматури повинна бути збільшена в порівнянні з тією, що вимагається з розрахунку за міцністю не менше ніж на 15 % або відповідати зусиллю за утворенням тріщин.

6.3 Розрахунок елементів за несучою здатністю похилих перерізів при дії поперечних сил

6.3.1 Неметалева композитна арматура може застосовуватися у якості поздовжньої арматури в елементах, що не потребують, або потребують розрахункового поперечного армування. При цьому, в обох випадках, поздовжня неметалева композитна розтягнута арматура повинна сприймати додаткове зусилля розтягу спричинене зсувом згідно з 4.6.3.8 ДСТУ Б В.2.6-156.

6.3.2 Несучу здатність елементів з поздовжньою неметалевою композитною арматурою, які не потребують розрахункового поперечного армування, слід визначати згідно з 4.6.2 ДСТУ Б В.2.6-156.

В таких елементах повинна встановлюватися конструктивна поперечна сталевая арматура, мінімальний відсоток якої слід визначати за формулою:

$$\rho_{\min} = 0.08 \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}}, \quad (6.1)$$

Мінімальне поперечне армування в елементах з поздовжньою неметалевою композитною арматурою, при відповідному обґрунтуванні, може не встановлюватись у таких елементах, як плити (суцільні, ребристі або пустотні), де можливий перерозподіл поперечних навантажень.

6.3.3 В елементах з поздовжньою неметалевою композитною арматурою, які потребують розрахункового поперечного армування, у якості поперечної арматури слід приймати сталеву арматуру згідно з ДСТУ 3760 і ГОСТ 5781.

Несучу здатність елементів з поздовжньою неметалевою композитною арматурою і розрахунковою сталевною поперечною арматурою слід визначати згідно з 4.6.3 ДСТУ Б В.2.6-156.

6.4 Розрахунок елементів за несучою здатністю при крутінні

6.4.1 Розрахунок елементів з поздовжньою неметалевою арматурою при крутінні слід виконувати згідно з 4.7 ДСТУ Б В.2.6-156, приймаючи у якості поперечної сталеву арматуру згідно з ДСТУ 3760 і ГОСТ 5781.

Мінімальну кількість поздовжньої неметалевої арматури, а також конструкцію і мінімальну кількість поперечної арматури слід приймати, відповідно, згідно з 5.3 і 8.2 ДСТУ Б В.2.6-156.

6.4.2 Необхідну площу поперечного перерізу поздовжньої неметалевої композитної арматури при крученні ΣA_{fl} слід визначати з залежності :

$$\frac{\sum A_{fl} f_{fd}}{u_k} = \frac{T_{Ed}}{2A_k} \cot \theta, \quad (6.2)$$

де

u_k - периметр площі A_k ;

T_{Ed} - прикладене розрахункове крутіння;

A_k - площа, охоплена осьюовою лінією з'єднаних стінок, включно із площею внутрішньої пустотної області

θ - кут нахилу стиснутих умовних елементів.

У стиснутих поясах кількість поздовжньої неметалевої композитної арматури можна зменшити пропорційно діючому зусиллю стиску. У розтягнутих поясах кількість поздовжньої неметалевої композитної арматури для сприйняття крутіння повинна додаватись до іншої арматури.

6.5 Розрахунок елементів за несучою здатністю при продавлюванні

6.5.1 Розрахунок елементів з поздовжньою неметалевою арматурою при продавлюванні слід виконувати згідно з 4.8 ДСТУ Б В.2.6-156, приймаючи, у разі необхідності, в якості поперечної сталеву арматуру згідно з ДСТУ 3760 і ГОСТ 5781. Конструкцію мінімальну кількість поперечної арматури у відповідних елементах слід приймати згідно з 7.3 і 7.4 контролі прогинів

7 РОЗРАХУНОК ЕЛЕМЕНТІВ З НЕМЕТАЛЕВОЮ КОМПОЗИТНОЮ АРМАТУРОЮ ЗА ГРАНИЧНИМИ СТАНАМИ ДРУГОЇ ГРУПИ

7.1 Загальні положення

7.1.1 При розрахунку бетонних елементів з неметалевою композитною арматурою за другою групою граничних станів слід керуватися вимогами 7.1 ДБН В.2.6-98 з обмеження рівня напружень в бетоні, контролю тріщиноутворення та ширини розкриття тріщин, контролю прогинів.

7.1.2 При обмеженні рівня напружень в бетоні слід керуватися вимогами 4.2 ДСТУ Б В.2.6-156.

7.1.3 При контролі тріщиноутворення та ширини розкриття тріщин, а також контролі прогинів слід керуватися, відповідно, 4.3 і 4.4 ДСТУ Б В.2.6-156 з урахуванням нижче наведених положень.

7.2 Розрахунок за утворенням тріщин

7.2.1 Для елементів з неметалевою композитною арматурою слід виконувати розрахунок за утворенням нормальних і похилих тріщин до поздовжньої осі елемента.

Розрахунок за утворенням нормальних і похилих тріщин слід виконувати згідно з 7.3.3 ДБН В.2.6-98 за граничними зусиллями або за нелінійною деформаційною моделлю.

7.2.2 При розрахунку за утворенням нормальних тріщин за граничними зусиллями, останні слід визначати, виходячи із розрахунку елемента як суцільного тіла з урахуванням пружних деформацій і відповідного модулю пружності неметалевої композитної арматури та непружних деформацій у розтягнутому і стиснутому бетоні при досягненні деформацій розтягу граничних значень $\varepsilon_{ctu} = -2f_{ctm} / E_{ck}$.

7.2.3 Розрахунок за утворенням нормальних тріщин за нелінійною деформаційною моделлю слід виконувати на основі діаграми стану неметалевої композитної арматури (див. рис.5.1), розтягнутого та стисненого бетону, а також гіпотези плоских перерізів. Критерієм утворення тріщин є досягнення граничних відносних деформацій у розтягнутому бетоні на рівні нижнього шару робочої

арматури.

7.2.4 Розрахунок за утворенням похилих тріщин за нелінійною деформаційною моделлю слід виконувати на основі діаграми стану неметалевої композитної арматури (див. рис.5.1), розтягнутого та стисненого бетону як суцільного тіла та при плоскому напруженому стані "стиск-розтяг". Критерієм утворення похилих тріщин є досягнення граничних відносних деформацій в розтягнутому бетоні.

7.3 Обмеження розкриття тріщин

7.3.1 Гранична ширина розкриття тріщин в елементах з неметалевою композитною арматурою обмежується значеннями, що наведені у 4.2.4.

7.3.2 Мінімальну площу неметалевої композитної арматури у розтягнутій зоні елемента слід визначати за формулою (5.1) ДСТУ Б В.2.6-156, приймаючи у якості σ_s значення розрахункового опору композитної арматури f_{fd} за (5.3). Значення f_{fd} слід також використовувати замість σ_s при визначенні площі перерізу поверхневої арматури у балках із загальною висотою 1000 мм і більше згідно з 4.3.3.3 ДСТУ Б В.2.6-156.

7.3.3 Ширину розкриття тріщин в елементах з неметалевою композитною арматурою слід визначати за формулою (5.8) ДСТУ Б В.2.6-156 при різниці між середніми деформаціями арматури ε_{sm} і середніми деформаціями бетону між тріщинами ε_{cm} , що визначається за формулою:

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ct,ett}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_f} \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_f}, \quad (7.1)$$

де

σ_s - напруження у розтягнутій арматурі в перерізі з тріщинами;

α_e - відношення E_f / E_{cm} ;

$\rho_{p,eff}$ - $A_s / A_{c,eff}$;

$A_{c,eff}$ - згідно з 4.3.2.3 ДСТУ Б В.2.6-156;

ξ_1 - згідно з формулою (4.5) ДСТУ Б В.2.6-156;

k_t - коефіцієнт, що залежить від тривалості навантаження;

$k_t = 0,6$ для короткотривалого навантаження,

$k_t = 0,4$ для довготривалого навантаження.

7.4 Обмеження прогинів

7.4.1 Загальні положення

7.4.1.1 Граничний стан за деформацією елементів з неметалевою композитною арматурою слід перевіряти шляхом порівняння прогину, визначеного згідно з 7.4.2, з гранично допустимим прогином. Перевіряти граничний стан за деформаціями шляхом обмеження співвідношення прогін/висота елемента не дозволяється.

7.4.1.2 Граничні прогини бетонних елементів з неметалевою композитною арматурою слід призначати згідно з 4.2.5.

7.4.2 Розрахунок прогинів

7.4.2.1 Розрахунок прогинів елементів з неметалевою композитною арматурою слід виконувати згідно з 7.4.4 ДБН В.2.6-98 і 4.4.3 ДСТУ Б В.2.6-156 з урахуванням наступних положень.

7.4.2.2 Розрахунок прогинів елементів з неметалевою композитною арматурою слід виконувати з урахуванням можливого утворення тріщин. Наявність тріщин слід перевіряти розрахунком згідно з 7.2.

7.4.2.3 Для елементів, які переважно зазнають дію згину, жорсткість або кривизну елемента слід визначати з урахуванням деформаційної характеристики α , яка визначається за формулою:

$$\alpha = \zeta \alpha_{II} + (1 - \zeta) \alpha_I, \quad (7.2)$$

де

α - деформаційна характеристика, що розглядається, наприклад, жорсткість або кривизна;

α_{II}, α_I - параметри, обчислені для стану «без тріщин» та «з тріщинами» відповідно;

ζ - коефіцієнт розподілу (враховує зниження жорсткості у перерізі при розтягу), що визначається за формулою:

$$\zeta = 1 - \beta \frac{\sigma_{sf,r}}{\sigma_{sf}} \quad (7.3)$$

де

β - коефіцієнт, що враховує вплив тривалості навантаження або повторюваного навантаження на середню деформацію;

= 1,0 – для окремого короткотривалого навантаження;

= 0,5 – для постійних навантажень або багатьох циклів повторення навантаження;

σ_{sf} - напруження у розтягнутій арматурі;

$\sigma_{sf,r}$ - напруження у розтягнутій неметалевій композитній арматурі при умовах навантаження, що викликає появу першої тріщини.

Для перерізу без тріщин $\zeta = 0$.

7.4.2.3 Жорсткість або кривизну елементів з неметалевою композитною арматурою слід визначати при деформативних характеристиках композитної арматури згідно з таблиці 5.2.

8 КОНСТРУКТИВНІ ВИМОГИ

8.1 Загальні положення

8.1.1 При проектуванні елементів з неметалевою композитною арматурою слід керуватися конструктивними вимогами розділу 8 ДБН В.2.6-98 і розділу 6 ДСТУ Б В.2.6-156 .

8.1.2 Відстань у чистоті (горизонтальна і вертикальна) між окремими паралельними стрижнями, або горизонтальними рядами паралельних стрижнів, слід приймати згідно з 6.1.4 ДСТУ Б В.2.6-156 .

У випадках розміщення стрижнів в окремих горизонтальних шарах, стрижні кожного горизонтального шару повинні розташовуватися по вертикалі один над іншим. При цьому між вертикальними рядами стрижнів повинно бути достатньо простору, для можливості проникнення вібратора та ущільнення бетону.

8.1.3 Неметалева композитна арматура може застосовуватися тільки у вигляді прямих стрижнів без гаків та відгинів.

8.1.4 Анкерування стрижнів поздовжньої неметалевої композитної арматури в бетоні слід здійснювати згідно з 6.2 ДСТУ Б В.2.6-156 з врахуванням положень 8.2.

8.1.5 З'єднання стрижнів неметалевої композитної арматури внапуск слід здійснювати згідно з 6.3 ДСТУ Б В.2.6-156 з врахуванням положень 8.3.

8.1.6 Конструювання окремих елементів (балок, плит, колон, стін, балок-стінок, фундаментів) слід здійснювати згідно з 7 з врахуванням положень 8.4.

8.2 Анкерування поздовжньої арматури

8.2.1 Розрахункове значення граничних напружень зчеплення, f_{bd} , для стрижнів неметалевої композитної арматури слід визначати за формулою:

$$f_{bd} = 2,25 \eta_1 \eta_2 f_{ctd}, \quad (8.1)$$

де

f_{ctd} - розрахункове значення міцності бетону на розтяг, відповідно до таблиці 3.1 ДБН В.2.6-98;

η_1 - коефіцієнт, що враховує умови розташування арматури під час бетонування на зчеплення з бетоном (див. рисунок 8.1):

$\eta_1 = 1,0$ для «хороших» умов зчеплення (див. рис. 7.2), і $\eta_1 = 0,7$ – для всіх інших випадків та для арматури у конструктивних елементах зведених у «ковзаючій» опалубці, якщо тільки не показано, що мають місце «хороші» умови;

η_2 - коефіцієнт, що враховує діаметр стрижня:

$$\eta_2 = 1,0 \text{ для } \varnothing \leq 32 \text{ мм; } \eta_2 = (1,32 - \varnothing)/100 - \text{ для } \varnothing > 32 \text{ мм.}$$

8.2.2 Базова довжина анкерування прямого стрижня неметалевої композитної арматури, $l_{b,rqd}$, для анкерування зусилля $A_s \sigma_{fd}$ для при передумові постійного напруження зчеплення рівного f_{bd} , визначається за формулою:

$$l_{b,rqd} = (\varnothing/4) (\sigma_{sd}/f_{bd}), \quad (8.2)$$

де

σ_{fd} - розрахункові напруження у стрижні в місці від якого визначається довжина анкетування;

f_{bd} - граничні напруження зчеплення згідно з (8.1).

8.2.3 Розрахункову довжину анкерування l_{bd} прямих стрижнів неметалевої композитної арматури слід визначати за формулою:

$$l_{bd} = \alpha_{f1} \alpha_{f2} \alpha_{f3} l_{b,rqd} \geq l_{b,min}, \quad (8.3)$$

де

α_{f1} , α_{f2} і α_{f3} – коефіцієнти, що наведені у таблиці 8.1:

α_{f1} - вплив мінімального захисного шару бетону (див. рисунок 8.2);

α_{f2} - стримуючий вплив поперечної арматури (див. рисунок 8.3);

α_{f3} - вплив поперечного тиску на площину розколювання вдовж розрахункової довжини анкерування.

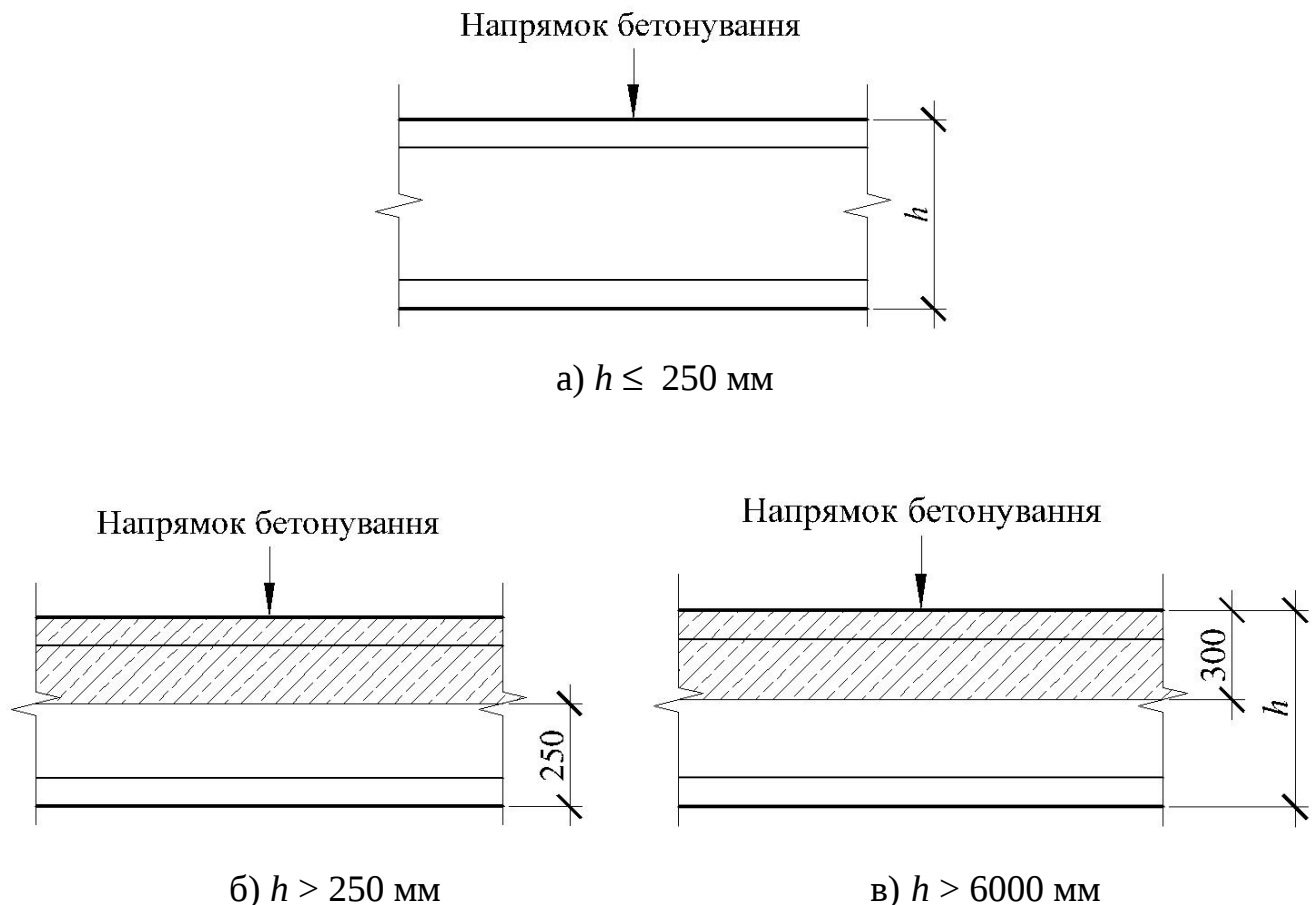


Рисунок 8.1 – Характеристика умов зчеплення:

а) «хороші» умови зчеплення для всіх стрижнів; б) і в) не заштрихована зона – «хороші» умови, заштрихована зона – «задовільні» умови зчеплення

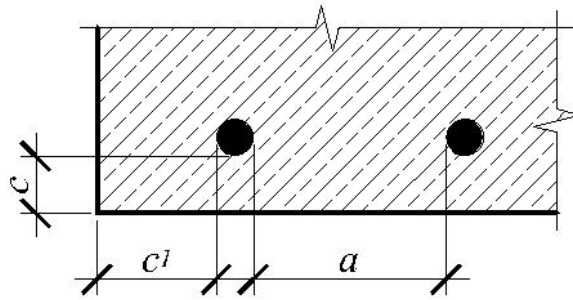


Рисунок 8.2 – До визначення коефіцієнту α_{f1}

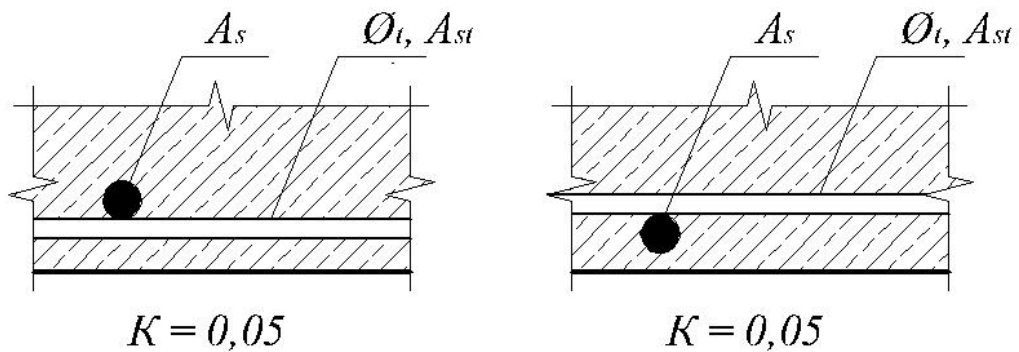


Рисунок 8.3 – Значення K для балок і плит

Таблиця 8.1 - Величини коефіцієнтів α_{f1} , α_{f2} і α_{f3}

Фактор впливу	Арматурний стрижень	
	при розтягу	при стиску
Захисний шар бетону	$\alpha_{f1} = 1,0 - 0,15 (c_d - \text{Ø}) / \text{Ø}$ $\geq 0,7$ $\leq 1,0$ $c_d = \min (a/2, c_1, c)$	$\alpha_{f1} = 1,0$
Наявність поперечної арматури не привареної до основної арматури	$\alpha_{f2} = 1,0 - K\lambda$ $\geq 0,7$ $\leq 1,0$	$\alpha_{f2} = 1,0$
Наявність поперечного тиску	$\alpha_{f3} = 1,0 - 0,04p$ $\geq 0,7$ $\leq 1,0$	-

де:

$$\lambda = (\Sigma A_{st} - \Sigma A_{st,min}) / A_f$$

ΣA_{st} - площа поперечного перерізу поперечної арматури вдовж розрахункової довжини зони анкерення l_{bd} ;

$\Sigma A_{st,min}$ - площа поперечного перерізу мінімальної поперечної арматури = $0,25A_f$ - для балок і 0 – для плит;

A_f - площа одного заанкереного стрижня при максимальному діаметрі стрижня;

K - величини, що показані на рисунку 8.3

p - поперечний тиск при граничному стані вдовж l_{bd} .

8.2.4 Анкерування хомутів зі сталеві поперечної арматури у конструкціях з поздовжньої неметалевою композитною арматурою слід виконувати за допомогою загинів та гаків, як наведено на рисунку 8.4. Вузли з'єднання сталевих хомутів з поздовжньою композитною арматурою наведено на рисунку 10.5.

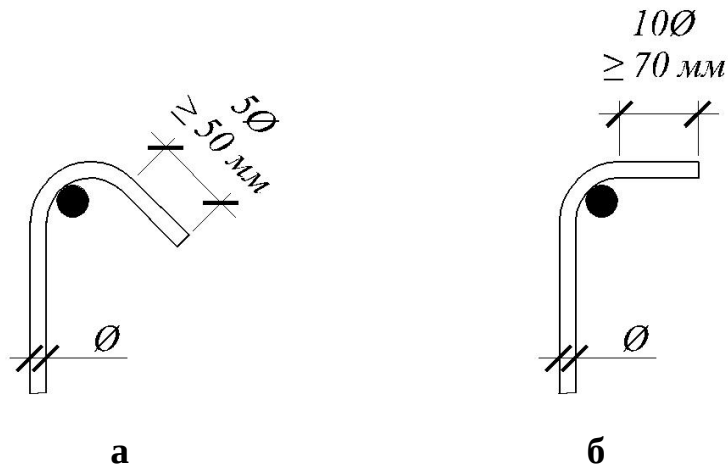


Рисунок 8.4 – Анкерування поперечної сталеві арматури:

а – довжина анкерування при загині на 45°

б – довжина анкерування при загині 90°

8.3 З'єднання стрижнів арматури в напуск

8.3.1 З'єднання стрижнів неметалевою композитною арматурою в напуск повинні виконуватись поза зонами дії максимальних зусиль і повного використання арматури. При цьому у будь-якому перерізі, як правило, напуски повинні розміщатись симетрично.

8.3.2 Розташування стрижнів з напуском повинно відповідати рисунку 8.5:

- відстань у чистоті між стрижнями, з'єднаними в напуск, повинна бути не більш ніж 4ϕ , або 50 мм, у іншому разі довжина напуску повинна збільшуватись на величину перевищення відстані 4ϕ , або 50 мм у чистоті;

- поздовжня відстань між двома прилеглими місцями напуску повинна бути не менш ніж 0,3 від довжини напуску, l_0 ;

- у випадку суміжних напусків (розміщених рядом), як правило, відстань у чистоті між прилеглими стрижнями повинна бути не менш ніж 2ϕ , або 20 мм.

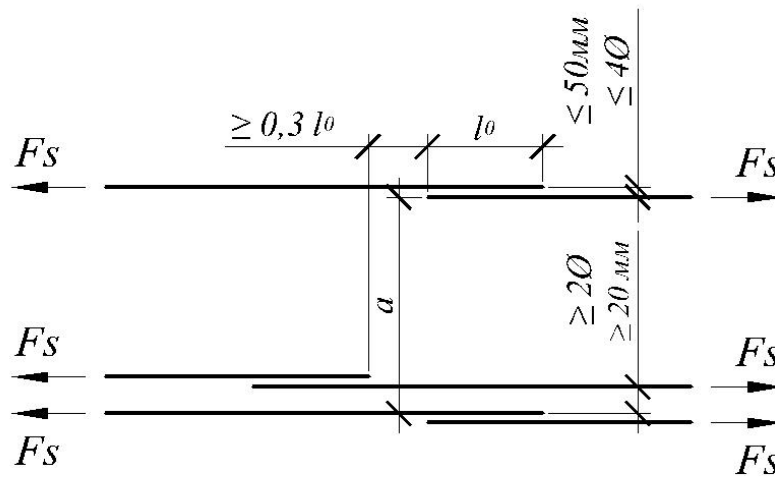


Рисунок 8.5 – Прилеглі з’єднання в напуск

8.3.3 Розрахункова довжина напуску визначається за виразом:

$$l_0 = \alpha_{f1} \alpha_{f2} \alpha_{f3} \alpha_{f4} l_{b,rqd} \geq l_{0,min}, \quad (8.4)$$

де

$l_{b,rqd}$ - визначається за виразом (8.2);

$$l_{0,min} > \max \{0,3 \alpha_{f4} l_{b,rqd}; 15\phi; 200\text{мм}\}, \quad (8.5)$$

α_{f1} , α_{f2} і α_{f3} - слід приймати за таблицею 8.1; однак, для обчислення α_{f2} , $\Sigma A_{st,min}$ необхідно приймати як $1,0A_f(\sigma_{fd}/f_{fd})$, при A_f = площі стрижня внапуск;

$\alpha_{f4} = (\rho_1/25)^{0,5}$, але не більше 1,5 і не менш ніж 1,0, де ρ_1 – відсоток арматури внапуск в межах $0,65 l_0$ від центру довжини напуску, що розглядається (див. рисунок 8.6).

Величини α_{f4} наведені у таблиці 8.2.

Таблиця 8.2 - Величини коефіцієнта α_{f4}

Відсоток стрижнів внапуск відносно загальної площі поперечного перерізу	< 25 %	33 %	50 %	> 50 %
α_6	1	1,15	1,4	1,5
Примітка: Проміжні значення можуть визначатись інтерполяцією				

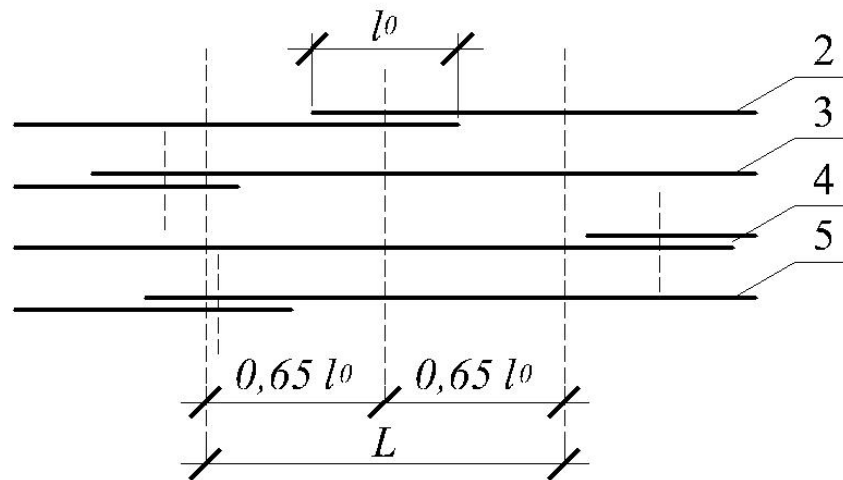


Рисунок 8.6 – Відсоток стрижнів, які з'єднані в напуск в одному перерізі

L - Переріз, що розглядається;

1 - стрижень I; 2 - стрижень II, 3 - стрижень III, 4 - стрижень IV

8.3.4 У зоні з'єднання стрижнів неметалевої композитної в напуск повинна встановлюватися поперечна арматура, яка необхідна для сприйняття поперечних зусиль розтягу.

8.3.4.1 При діаметрі розтягнутих стрижнів неметалевої композитної арматури, що з'єднуються в напуск, меншим ніж 20 мм, або їх відсоток у будь-якому перерізі менше ніж 25 %, то будь яке наявне поперечне армування, що необхідне з інших причин, може розглядатись як достатнє для сприйняття поперечних зусиль розтягу і додаткова поперечна арматура не встановлюється.

8.3.4.2 При діаметрі розтягнутих стрижнів неметалевої композитної арматури, що з'єднуються в напуск, більш, або рівним 20 мм, загальна площа поперечної арматури A_{st} (сума всіх хомутів, паралельних шару арматури в напуск), що має бути встановлена, повинна складати не менш ніж площа A_f одного стрижня, що з'єднується в напуск ($\Sigma A_{st} \geq 1,0 A_s$). Поперечний стрижень повинен розміщуватись перпендикулярно напрямку арматури, що з'єднується в напуск, між цією арматурою і поверхнею бетону.

8.3.4.3 Якщо в одному місці з'єднується в напуск більш ніж 50% неметалевої композитної арматури, і якщо відстань a між прилеглими напусками в перерізі в межах $\leq 10\emptyset$ (див. рисунок 8.5), поперечна арматура повинна бути виконана у вигляді хомутів або U – подібних стрижнів, що анкеровані у тіло бетону.

8.3.4.4 Поперечне армування, що встановлюється згідно з 6.3.2.3, повинно розміщуватись вдовж зовнішнього контуру перерізів напуску.

Розташування поперечної арматури у при з'єднанні в напуск розтягнутих стрижнів наведено на рисунку 8.7а, а при стикуванні постійно стиснутих стрижнів – на рисунку 8.7б. Згідно з рисунком 8.7 для постійно стиснутих стрижнів на додаток до правил для розтягнутих стрижнів, має бути встановлений один поперечний стрижень за межами з'єднання на кожному кінці напуску і в межах 4ϕ від кінця напуску (рисунок 8.7б).

8.4 З'єднання в'язаних сіток в напуск

8.4.1 З'єднання в'язаних сіток з неметалевою композитною арматурою в напуск мають виконуватись шляхом перехідного армування чарунок (рисунок 8.8а) або нашаруванням сіток (рисунок 8.8б).

Додаткове поперечне армування у зоні напуску сіток не є обов'язковим.

8.4.2 При перехідному армуванні, розташування напусків для стрижнів основної арматури повинно відповідати 8.3, приймаючи $\alpha_2 = 1,0$.

8.4.3 Для сіток, розміщених рядами, напуск основної арматури, як правило, необхідно розташовувати у зонах, де обчислені напруження у арматурі при граничному стані не перевищують 80% розрахункового опору.

Якщо вищезгадана умова не виконується, то фактична висота перерізу арматури для визначення опору при згині, згідно з 6.2, повинна застосовуватись для ряду, наступного за віддаленістю від розтягнутої грані.

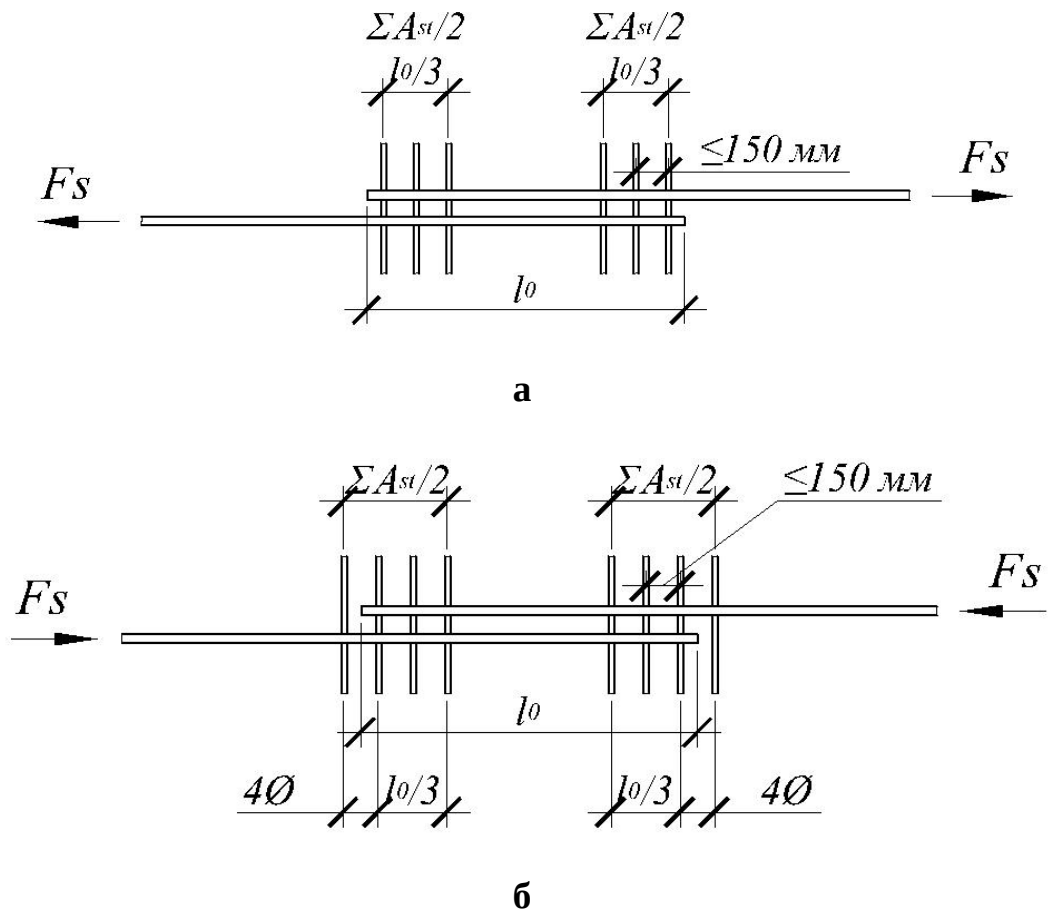


Рисунок 8.7 – Поперечне армування в зоні з’єднання в напуск розтягнутих (а) і постійно стиснутих (б) стрижнів неметалевої композитної арматури

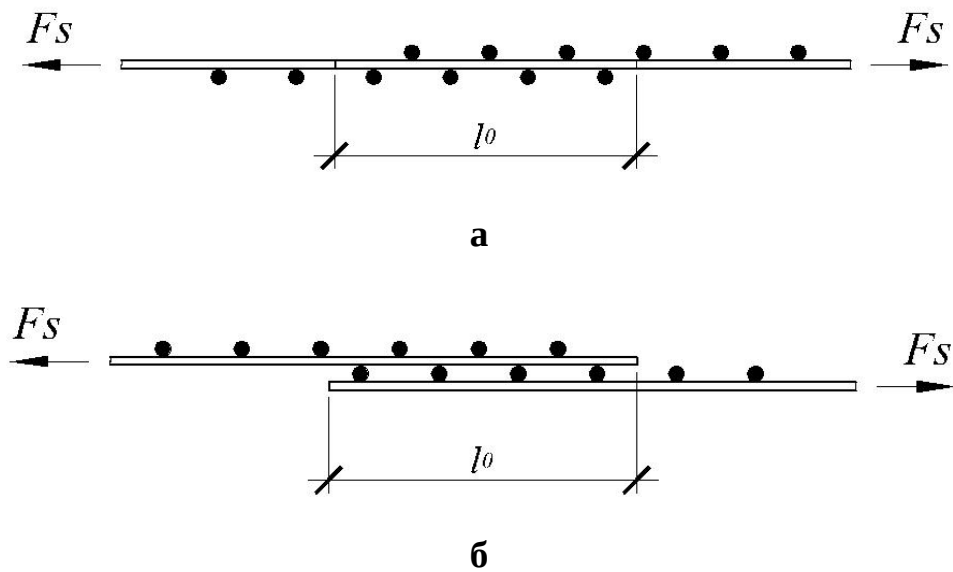


Рисунок 8.8 – З’єднання в напуск в’язаних сіток шляхом перехідного армування (а) і нашаруванням сіток (б)

8.4.4 Відсоток основної арматури, яка може з'єднуватися в напуск у будь-якому перерізі, повинен відповідати наступному:

- для сіток з перехідним армуванням слід приймати величини, що наведені у таблиці 8.2;

- для сіток розташованих шарами, відсоток з'єднання основної арматури в напуском у будь-якому перерізі залежить від конкретної площі поперечного-перерізу сітки, при забезпеченні (A_f/s) , де s - крок дротів:

- 100 %, якщо $(A_f/s) \leq 1200 \text{ мм}^2/\text{м}$;

- 60 %, якщо $(A_f/s) > 1200 \text{ мм}^2/\text{м}$.

З'єднання сіток, що перекриваються в окремих шарах, повинні розташовуватися у шаховому порядку на відстані не менше, ніж $1,3l_0$ (l_0 визначається за 8.3.3).

9 ДОДАТКОВІ ПРАВИЛА КОНСТРУЮВАННЯ БЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ З КОМПОЗИТНОЮ АРМАТУРОЮ

9.1 Загальні положення

9.1.1 При конструюванні бетонних елементів з неметалевою композитною арматурою слід керуватися положеннями розділу 9 ДБН В.2.6-98, розділу 7 ДСТУ Б В.2.6-156 і додатковими правилами, що наведені у цьому розділі.

9.2 Балки

9.2.1 Площа поздовжньої розтягнутої неметалевої композитної арматури для балок повинна прийматись не менш ніж $A_{s,min}$, яка визначається за формулою:

$$A_{s,min} = 0,26 \frac{f_{ctm}}{f_{fk}} b_t d, \quad (9.1)$$

але не менш ніж $0,0013 b_t d$,

де

b_t - середня ширина розтягнутої зони; для таврових балок із стиснутими полками при визначенні b_t враховується тільки ширина стінки;

f_{ctm} - середня міцність бетону на розтяг, що визначається для відповідного класу міцності, згідно з таблицею 3.1. ДБН В.2.6.-98.

9.2.2 Перерізи з армуванням меншим ніж $A_{s,min}$, слід розглядати як неармовані згідно з ДБН В.2.6-98 і ДСТУ Б В.2.6-156 .

9.2.3 Будь-яка поздовжня стиснута арматура діаметром ϕ (неметалева композитна або сталева), яка враховується при визначенні несучої здатності повинна охоплюватись поперечною арматурою з кроком не більш ніж 15ϕ .

9.2.4 Площа поперечного перерізу розтягнутої та стиснутої неметалевої композитної арматури для балок за межами напуску, як правило, не повинна перевищувати $A_{s,max} = 0,04 A_c$, A_c – площа поперечного перерізу бетону.

9.2.5 Поперечне армування елементів з поздовжньою неметалевою композитною арматурою слід виконувати зі сталевих арматур у вигляді:

- хомутів, що охоплюють поздовжню розтягнуту арматуру і стиснуту зону;
- загнутих стрижнів;
- сіток, каркасів тощо, які замоноличуються без з'єднання з поздовжньою арматурою, але належним чином анкеровані у зонах стиску і розтягу.

При цьому, як мінімум 50% поперечної арматури повинно прийматися у вигляді хомутів.

9.2.6 Коефіцієнт поперечного армування в балках з неметалевою композитною арматурою ρ_w повинен прийматися

$$\rho_w = \frac{A_{sw}}{sb_w \sin \alpha} \geq \rho_{w,min}, \quad (9.2)$$

де

A_{sw} - площа поперечної арматури на довжині s ;

s - крок поперечної арматури у напрямку поздовжньої осі елемента;

b_w - ширина стінки елемента;

α - кут між поперечною арматурою і поздовжньою віссю;

$\rho_{w,min}$ - мінімальний коефіцієнт поперечного армування, що визначається за формулою:

$$\rho_{w,min} = \frac{0,08\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}}, \quad (9.3)$$

9.2.7 Максимальний крок поперечної арматури у вигляді хомутів в балках з неметалевою композитною арматурою не повинен перевищувати $0,75d$ (d – робоча висота перерізу) і 600 мм.

9.3 Суцільні плити

9.3.1 Мінімальну і максимальну площу поздовжньої неметалевої композитної арматури у головних напрямках суцільних плит слід приймати згідно з 9.2.1, 9.2.4.

9.3.2 Крок стрижнів основної поздовжньої неметалевої композитної арматури не повинен перевищувати $3h \leq 400$ мм, для додаткової арматури - $3h \leq 450$ мм, (h - товщина плити).

У зонах зосереджених навантажень або максимальних моментів крок стрижнів основної арматури не повинен перевищувати $2h \leq 250$ мм, а додаткової арматури - $3h \leq 400$ мм;

9.3.4 Вздовж вільних (без обпирання) граней плита, як правило, повинна мати поздовжнє і поперечне армування сталеву арматурою згідно з рисунком 9.1.

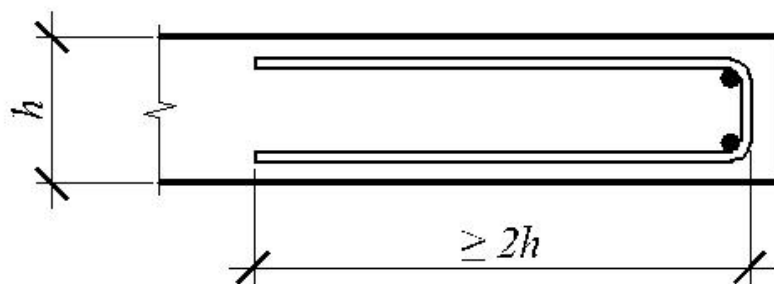


Рисунок 9.1 – Армування грані плити

9.3.5 В плитах, де передбачене поперечне армування, слід застосувати сталеву арматуру згідно з 7.3.2 ДСТУ Б В.2.6-156 .

9.4 Плоскі плити

9.4.1 При конструюванні плоских плит з неметалевою композитною арматурою слід керуватися 7.4 ДСТУ Б В.2.6-156 .

Поперечне армування плит у зонах продавлювання слід виконувати зі сталеві арматури згідно з 7.4.3 ДСТУ Б В.2.6-156 .

9.5 Колони

9.5.1 Діаметр стрижнів неметалевої композитної арматури в колонах повинен бути не менше 8 мм.

9.5.2 Загальна кількість поздовжньої неметалевої композитної арматури повинна бути не менш ніж $0,1N_{ed} / f_{fd}$ і $0,002 A_c$ (N_{ed} - розрахункове значення зусилля осьового стиску).

9.5.3 Площа поперечного перерізу поздовжньої неметалевої композитної арматури колонн не повинна перевищувати $0,04 A_c$ за межами напусків і $0,08 A_c$ у зоні напусків.

9.5.4 Поперечне армування колон з поздовжньою неметалевою композитною арматурою слід здійснювати сталевую арматурою згідно з конструктивними вимогами 7.5.3 ДСТУ Б В.2.6-156 .

9.6 Стіни

9.6.1 Площу вертикальної неметалевої композитної арматури стін слід приймати не більше $0,002 A_c$ і не менше $0,04 A_c$.

9.6.2 Площа горизонтальної неметалевої композитної арматури, що проходить паралельно граням стіни (і вільним граням), повинна встановлюватись біля кожної грані і бути не менше ніж мінімальна площа вертикальної арматури, 25% від площі вертикальної арматури і $0,001 A_c$.

Відстань між двома прилеглими горизонтальними стрижнями не повинна бути більш ніж 400 мм.

9.6.3 Поперечне армування стін з поздовжньою неметалевою композитною арматурою слід здійснювати сталевую арматурою згідно з конструктивними вимогами 7.6.4 ДСТУ Б В.2.6-156.

10 ВИГОТОВЛЕННЯ БЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ З НЕМЕТАЛЕВОЮ КОМПОЗИТНОЮ АРМАТУРОЮ

10.1 Загальні положення

10.1.1 Виготовлення бетонних конструкцій з неметалевою композитною арматурою слід здійснювати у відповідності з чинними нормативними

документами з врахування додаткових положень цього розділу щодо вхідного контролю показників якості неметалевої композитної арматури і виконання арматурних робіт з виготовлення виробів (каркасів, сіток та інших).

10.2 Вхідний контроль якості неметалевої композитної арматури

10.2.1 Вхідний контроль якості неметалевої композитної арматури виконується по партіям і повинен включати в себе перевірку супроводжувальної документації (паспорта, сертифіката) на предмет відповідності вимогам проектною документації і перевірку показників якості арматури, в тому числі проведення, у разі необхідності, контрольних випробувань зразків арматури на розтяг для встановлення відповідності показників у стані постачання вимогам ТУ У В.2.7-26.8-34323267-002 і ТУ У В.2.7-25.2-21191464-XXX.

Застосування арматури без наявності супроводжувальної документації не дозволяється.

10.2.2 При встановленні показників якості арматури за супроводжувальною документацією повинно бути перевірено на відповідність проектній і нормативній документації дані щодо найменування, позначення, діаметра і механічних властивостей арматури.

10.2.3 Перевірка показників якості арматури повинна включати в себе контроль маси погонного метра, зовнішнього діаметру і, у разі необхідності, механічних властивостей арматури.

10.2.3.1 Для перевірки маси погонного метра арматури від кожної партії відбираються два зразки довжиною 1м. Зразки для випробувань вирізаються з прутків алмазним кругом за ГОСТ 17007 або ГОСТ 10110 без утворення тріщин і розшарування на краях, і перед випробуванням витримують при температурі від 18°C до 25°C і вологості повітря 55 ± 25 % не менше трьох годин. Довжину зразків визначають з точністю 0,001м. Маса погонного метра визначається як середнє арифметичне значення маси двох зразків, які мають бути зважені з точністю до 0,001 кг. Маса погонного метра може бути визначена і на зразках іншої довжини.

Маса погонного метра арматури повинна відповідати вимогам технічної документації на виготовлення арматури, а саме ТУ У В.2.7-26.8-34323267-002 або ТУ У В.2.7-25.2-21191464-XXX.

10.2.3.2 Контроль зовнішнього діаметра здійснюють на трьох зразках арматури від партії. Вимірювання виконують за допомогою штангенциркуля за ГОСТ 166, результат визначається середнє арифметичне вимірювань.

Зовнішній діаметр зразків повинен відповідати вимогам технічної документації на виготовлення арматури, а саме ТУ У В.2.7-26.8-34323267-002 або ТУ У В.2.7-25.2-21191464-XXX.

10.2.3.3 Механічні властивості арматури – тимчасовий опір, модуль пружності і відносне подовження арматури визначаються за результатами випробувань на розтяг згідно з ГОСТ 12004 трьох зразків арматури від партії.

Результати випробувань показників механічних властивостей кожного з зразків арматури (тимчасовий опір, модуль пружності і відносне подовження), повинні відповідати вимогам таблиці 5.2.

10.2.3.4 У випадках, коли за результатами вхідного контролю маси погонного метра, зовнішнього діаметру і механічних властивостей арматури, контрольовані показники не відповідають вимогам 10.2.3.1-10.2.3.3, проводять повторних контроль відповідного показника на подвійній виборці.

Результати повторного контролю являються остаточними і партія арматури, яка не відповідає зазначеним вимогам не може бути застосована за призначенням.

10.3 Арматурні вироби з неметалевою композитною арматурою

10.3.1 Неметалеву композитну арматуру слід застосовувати у вигляді окремих стрижнів, плоских сіток або каркасів в тому числі у поєднанні з металевою арматурою, а також просторових каркасів у поєднанні з металевою арматурою.

10.3.2 З'єднання стрижнів неметалевої композитної арматури між собою, а також з металевою арматурою, слід виконувати в'язанням з застосуванням сталеві низьковуглицевої проволочи згідно з ГОСТ 3282 без покриття, або з цинковим покриттям в залежності від умов оточуючого середовища. У

середовищі з агресивним ступенем впливу слід застосовувати низьковуглицеву проволочку згідно з ГОСТ 3282 з цинковим покриттям.

У робочих кресленнях арматурних виробів з неметалевою композитною арматурою повинно наводити спосіб з'єднання стрижнів в місцях їх перетину, а також вказівки, в яких місцях перетину стрижні можуть не з'єднуватися.

10.3.3 Різку окремих стрижнів неметалевої композитної арматури слід здійснювати алмазним кругом за ГОСТ 17007, ГОСТ 10110 або іншим інструментом, що забезпечує відсутність тріщин і розшарування на торцях стрижнів.

10.3.4 У стиснутих умовах стрижні неметалевої композитної арматури можуть бути розташовані попарно без зазору (рисунок 10.1). При призначенні відстані між спареними стрижнями, визначені довжини їх анкерування або напуску вони повинні розглядатися як стрижень приведеного діаметру, що дорівнює:

$$d_{\text{іб}} = \sqrt{d_1^2 + d_2^2} \quad (10.1)$$

де

d_1, d_2 – номінальні діаметри стрижнів, що зближені.

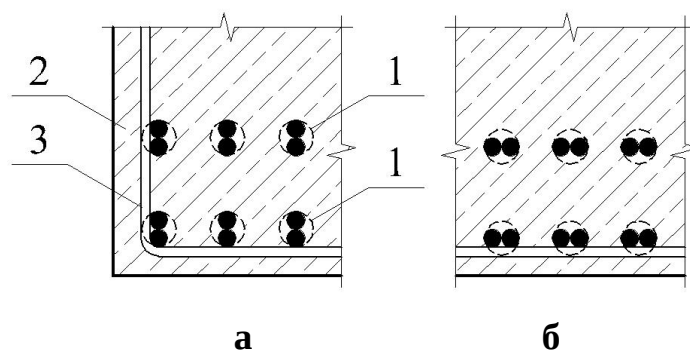


Рис. 10.1. Попарне розташування стрижнів арматури

а – вертикальні групи; б – горизонтальні групи;

1 – груповий стрижень; 2 – залізобетонний елемент; 3 - хомут

10.3.4 Плоскі арматурні сітки з неметалевої композитної арматури слід виконувати з урахуванням уніфікації кроків і діаметрів арматури обох напрямків.

10.3.4.1 При відсутності додаткових вказівок у проектній документації, в'язання плоских сіток виконується через одне перехрестя стрижнів. У зонах підсилення і з'єднання стрижнів внапуск в'язанням слід виконувати у кожному перехресті стрижнів (рисунок 10.2).

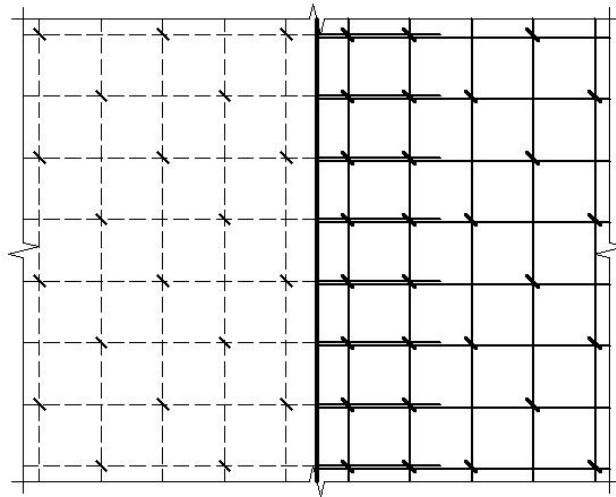


Рисунок 10.2 – Схеми з'єднання арматурних сіток

10.3.4.2 В'язання сіток з стрижнів діаметром до 25 мм слід виконувати діагональною обв'язкою стрижнів в'язальною проволокою згідно рисунка 10.3а. В'язання сіток з стрижнів діаметром 25 мм (включно) і більше слід виконувати подвійною діагональною обв'язкою в'язальною проволокою згідно з рисунком 10.3б.

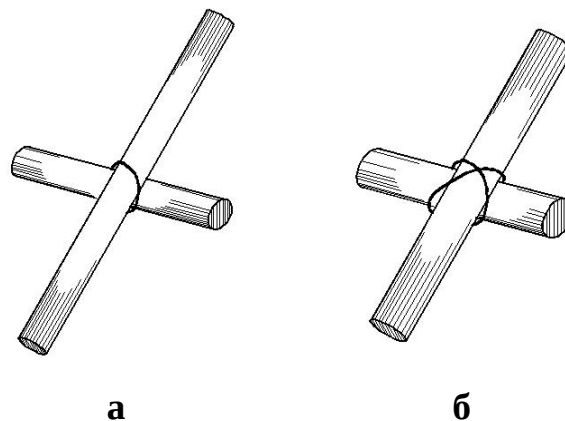


Рисунок 10.3 – Вузли з'єднання стрижнів сіток неметалевої композитної арматури

10.3.5 Плоскі арматурні каркаси з поздовжньою неметалевою композитною і поперечною металевю арматурою у вигляді хомутів (рисунок 10.4) слід виконувати в'язанням подвійним обхватом в'язальною проволокою хомута (рисунок 10.5).

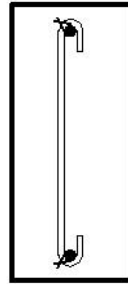


Рисунок 10.4 – Схема армування перерізу балки плоским каркасом

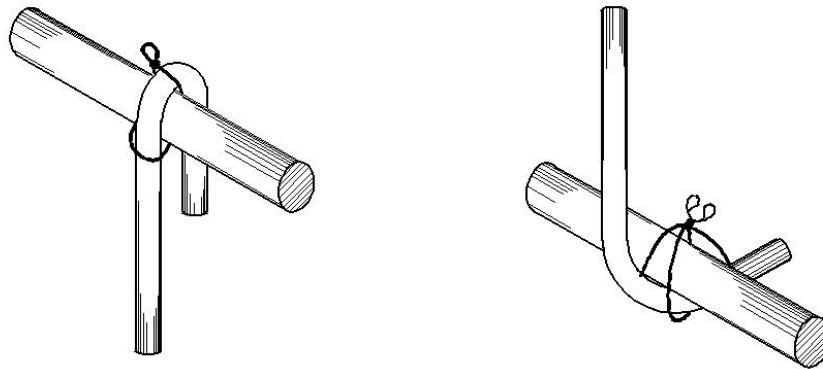


Рисунок 10.5 – Вузли з'єднання повздовжнього неметалевого композитного стрижня і металевого хомута

10.3.5.1 В'язання плоских каркасів виконується в кожному перехресті стрижнів і має забезпечувати жорсткість каркасу при бетонуванні.

10.3.6 Просторові арматурні каркаси з поздовжньою неметалевою композитною і поперечною металевю арматурою слід проектувати з відкритими (рисунок 10.6а) або з замкнутими хомутами (рисунок 10.6б) з загином кінців згідно з 8.2.4.

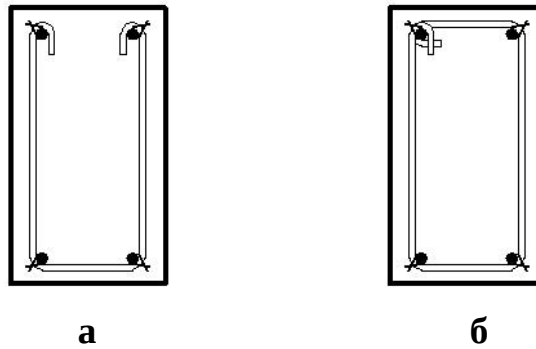


Рисунок 10.6 – Схеми армування перерізів балок просторовим каркасом

а – з відкритим хомутом;

б – з замкнутим хомутом

10.3.6.1 В'язання повздовжніх стрижнів неметалевої композитної арматури з поперечними металевими хомутами в місцях загинів та гаків слід виконувати згідно з рисунком 10.5.

10.3.6.2 В'язання елементів просторових каркасів виконується у кожному перехресті стрижнів і має забезпечувати жорсткість каркасу при бетонуванні.

Код УКНД 91.080.40

КЛЮЧОВІ СЛОВА: бетонні конструкції; неметалева композитна арматура, характеристичні і розрахункові значення, вимоги до арматури; розрахунок, перша і друга група граничних станів, конструювання

Директор,
ТОВ “Науково-виробниче
підприємство
“БудКонструкція”, д.т.н., проф.
керівник розробки

особистий підпис

Ю.А. Климов
прізвище