

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

Конструкції будинків і споруд

**БЕТОННІ ТА ЗАЛІЗОБЕТОННІ КОНСТРУКЦІЇ.
ЗБІРНО-МОНОЛІТНІ КОНСТРУКЦІЇ**

Правила проектування

ДСТУ Б В.2.6-154:2010

Київ

Мінрегіонбуд України

2011

ПЕРЕДМОВА

1 РОЗРОБЛЕНО

Державне підприємство "Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій" (О. Давиденко д-р техн. наук (науковий керівник); О. Голишев, д-р техн. наук; Ю. Слюсаренко, канд. техн. наук; Є. Лимар, інж.; О. Давиденко, інж.)

2 ПОГОДЖЕНО

Мінрегіонбуд України

3 ПРИЙНЯТО

наказ Мінрегіонбуду України від 28.12.2010 р. № 565, чинний з 1 червня 2011 р.

4 УВЕДЕНО ВПЕРШЕ

ЗМІСТ

1 Сфера застосування.....	1
2 Нормативні посилання.....	1
3 Терміни та визначення понять.....	2
4 Основні положення.....	3
5 Розрахунок залізобетонних збірно-монолітних конструкцій за граничними станами першої групи.....	5
6 Розрахунок залізобетонних збірно-монолітних конструкцій за граничними станами другої групи.....	16
7 Конструктивні вимоги.....	17
Додаток А	
Бібліографія.....	26

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

БЕТОННІ ТА ЗАЛІЗОБЕТОННІ КОНСТРУКЦІЇ. ЗБІРНО-МОНОЛІТНІ КОНСТРУКЦІЇ

Правила проектування

БЕТОННЫЕ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ. СБОРНО-МОНОЛИТНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Правила проектирования

CONCRETE AND REINFORCED-CONCRETE STRUCTURES. PREFABRICATED-MONOLITHIC STRUCTURES

Design rules

Чинний від **2011-06-01**

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

1.1 Цей стандарт поширюється на елементи залізобетонних збірно-монолітних конструкцій будівель умовною висотою згідно з ДБН В.1.1-7 не більше 47 м (як правило, до 16 поверхів включно), поперечні перерізи яких складаються з попередньо виготовлених елементів (збірних елементів) і додатково укладених на місці використання конструкцій монолітного бетону (бетону замонолічування) і арматури.

1.2 Застосовувати цей стандарт потрібно разом з ДБН В. 2.6-98.

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

У цьому стандарті є посилання на такі нормативно-правові акти, нормативні акти і нормативні документи:

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

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

^{*)} На розляді

ДБН В.1.1-7-2002 Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва

ДСТУ Б В.2.6xxx-201x^{*)} Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого трьохкомпонентного бетону. Правила проектування

ДСТУ Б В.2.7-43-96 Будівельні матеріали. Бетони важкі. Технічні умови

ДСТУ 3760:2006 Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій.

Загальні технічні умови (ISO 6935-2:1991, NEQ)

ГОСТ 23478-79 Опалубка для возведения монолитных бетонных и железобетонных конструкций. Классификация и общие технические требования (Опалубка для зведення монолітних бетонних та залізобетонних конструкцій. Класифікація та загальні технічні вимоги)

ГОСТ 10922-90 Арматурные и закладные изделия сварные, соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Общие технические условия (Арматурні і закладні вироби зварні, з'єднання зварні арматури і закладних виробів залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови)

3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

У цьому стандарті використано терміни, встановлені у ДБН В.2.6-98: арматура робоча, бетон важкий, клас арматури, клас бетону, конструкції залізобетонні. Нижче надано терміни, вжиті в цьому стандарті, та визначення позначених ними понять:

3.1 збірні елементи

Попередньо виготовлені елементи конструкцій не в проектному положенні у споруді

3.2 монолітні елементи

Додатково укладені елементи конструкцій на місці використання в проектному положенні, виготовлені з монолітного бетону і арматури

3.3 контактні шви

^{*)} На розляді

Шви, що сприймають напруження зсуву на контактi між збірним i монолітним бетоном, укладеним у різний час

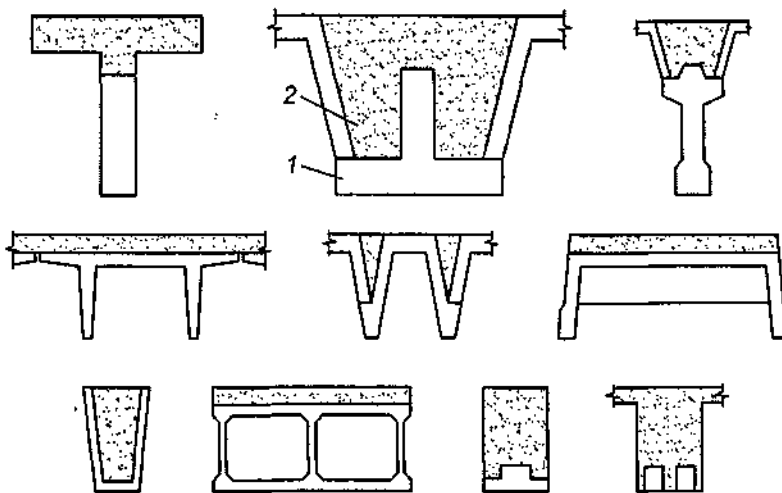
3.4 випуски арматури

Продовження хомути́в, поперечних стрижнів, зварних каркасів, поздовжньої робочої арматури

4 ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ

4.1 В якості збірних елементів можна застосовувати як спеціально запроєктовані, так і типові залізобетонні звичайні елементи збірних конструкцій.

Збірні елементи рекомендується проектувати так, щоб вони відповідали умовам механізованого виготовлення їх на спеціалізованих підприємствах і, за можливості, використовувалися як опалубка під час влаштування монолітних конструкцій (рисунок 1).



1 – збірний елемент; 2 – монолітний бетон

Рисунок 1 – Перерізи збірно-монолітних конструкцій

Розміри збірних елементів призначають за умов простоти їх виготовлення, ефективного розташування в конструкції і забезпечення необхідної міцності швів сполучення з бетоном монолітного бетонування. Приклади рішення деяких збірних елементів показані на рисунку 2.

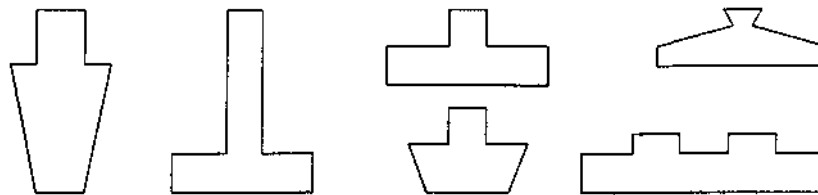


Рисунок 2 – Перерізи збірних елементів

4.2 Збірно-монолітні залізобетонні конструкції повинні задовольняти вимоги розрахунку за несучою здатністю (граничні стани першої групи) і за придатністю до нормальної експлуатації (граничні стани другої групи).

4.3 Збірно-монолітні конструкції слід розраховувати за міцністю, утворенню, розкриттю тріщин і за деформаціями для наступних двох стадій роботи конструкцій:

- до набуття заданої міцності бетоном, укладеним на місці використання конструкції (бетоном замонолічування), на дію маси цього бетону та інших навантажень, що діють на даному етапі зведення конструкції;

- після набуття заданої міцності бетоном, укладеним на місці використання конструкції (бетоном омонолічування), на навантаження, що діють на цьому етапі зведення і при експлуатації конструкції.

Розрахунок збірних елементів до набуття бетоном заданої міцності проводиться відповідно до вимог ДБН В.2.6-98, розрахунок елементів збірно-монолітних конструкцій після набуття бетоном заданої міцності – відповідно до даного стандарту. При цьому в тексті стандарту характеристики, що відносяться до збірних елементів, мають індекс 1, а до монолітного бетону – 2.

4.4 Значення навантажень і впливів, коефіцієнтів надійності за навантаженням, коефіцієнтів сполучень, а також розділення навантажень на постійні та змінні (тривалі і короточасні) повинні прийматися відповідно до вимог ДБН В.1.2-2.

4.5 Матеріали для збірно-монолітних конструкцій і їх характеристики приймають відповідно до ДСТУ Б В.2.7-43, ДБН В.2.6-98, ДСТУ 3760, ГОСТ 23478, ГОСТ 10922.

4.6 Надійний зв'язок монолітного бетону з бетоном збірних елементів рекомендується здійснювати за допомогою арматури, що випускається із збірних елементів, шляхом влаштування бетонних шпонок або шорсткої поверхні, поздовжніх виступів або за допомогою інших надійних, перевірених способів. При цьому в проектах рекомендується передбачати заходи щодо забезпечення проектного положення випущеної із збірних елементів арматури, а також захисту її від корозії. Поверхні збірних елементів конструкцій, придатні до бетонування, повинні бути ретельно очищені і промиті.

4.7 При проектуванні збірно-монолітних конструкцій необхідно забезпечувати їх клас вогнестійкості відповідно до вимог ДБН В.1.1-7 та інших нормативних документів.

5 РОЗРАХУНОК ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЗБІРНО-МОНОЛІТНИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗА ГРАНИЧНИМИ СТАНАМИ ПЕРШОЇ ГРУПИ

5.1 Розрахунок залізобетонних збірно-монолітних елементів за несучою здатністю деформаційним методом

У розрахунках несучої здатності нормальних перерізів збірно-монолітних згинальних елементів і позацентрово стиснутих використовуються наступні гіпотези й припущення:

- за розрахунковий приймається переріз, деформації якого дорівнюють середнім деформаціям по довжині блока між тріщинами, якщо вони утворюються;

- вважається справедливою гіпотеза лінійного розподілу деформацій по висоті перерізу;

- зв'язок між напруженнями та деформаціями стиснутого бетону приймається у вигляді дволінійної діаграми (рисунок 3).

Напруження на стиск f_{cjd} у залежності від відносних деформацій ϵ_c визначають за формулами:

$$\text{при } 0 \leq \varepsilon_{cj} \leq \frac{f_{cjd}}{E_{cjd}}, \sigma_{cjd} = E_{cjd} \varepsilon_{cj}, \quad (1)$$

$$\text{при } \frac{f_{cjd}}{E_{cjd}} \leq \varepsilon_{cj} \leq \varepsilon_{cju3}, \sigma_{cjd} = f_{cjd}. \quad (2)$$

Значення величин міцності f_{cjd} , модуля пружності E_{cjd} і граничних деформацій ε_{cju3} j -го бетону (збірного або монолітного) залежно від класу бетону приймають згідно з таблицею 3.1, наведеною у ДБН В. 2.6-98;

- зв'язок між напруженнями та деформаціями арматури приймається у вигляді діаграми, наведеної на рисунку 4, за наявності фізичної границі текучості арматури;

- напруження і деформації при стисканні приймають зі знаком "плюс", а при розтягу – із знаком "мінус".

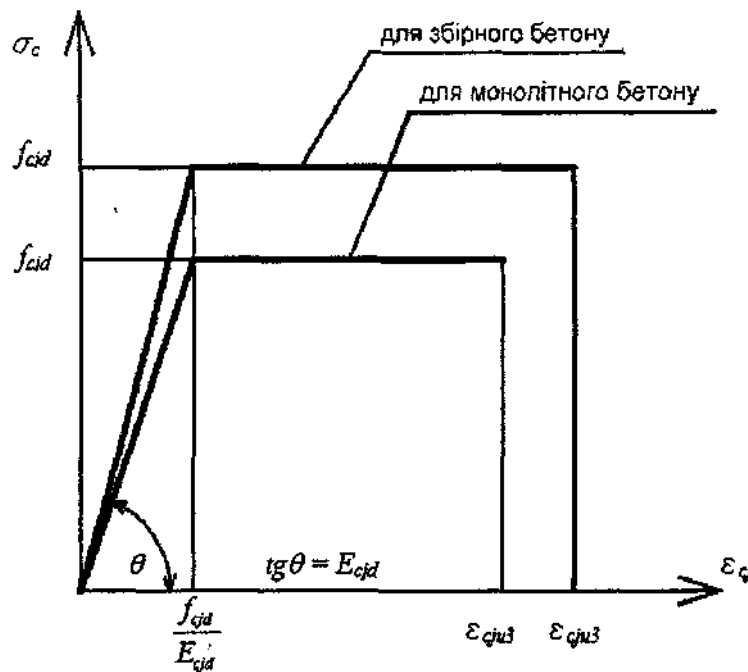


Рисунок 3 – Діаграми бетону для розрахунку за граничними станом першої групи

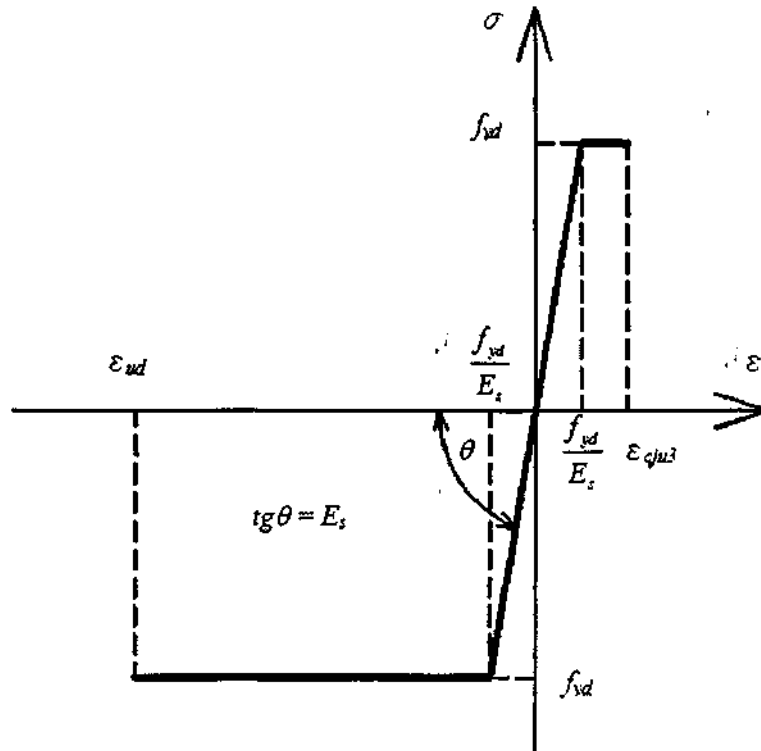


Рисунок 4 – Діаграми стану арматури з фізичною границею текучості

Міцність перерізу довільної форми з армуванням в розтягнутій і стиснутій зонах перевіряється з умови (рисунок 5):

$$N \cdot e \leq f_{cj,d} \left[S_{cj,pl} + \frac{I_{j,el} + S_{cj,el}(d-x)}{(1-\lambda_{cj,u})x} \right] - \sum_{i=1}^n f_{si} S_{si} \quad (3)$$

Висоту стиснутої зони і напруження в арматурі визначають за результатами спільного розв'язання рівнянь:

$$f_{cj,d} \left[A_{cj,pl} + \frac{S_{cj,el}}{(1-\lambda_{cj,u})x} \right] - \sum_{i=1}^n f_{si} A_{si} - N = 0; \quad (4)$$

$$f_{si} = \frac{\alpha_{si} f_{cj}(d_j - x)}{(1-\lambda_{cj,u})x}, \quad (5)$$

- де $A_{cj,pl}$ і $S_{cj,pl}$ – площа стиснутої частини перерізу, що працює в пластичній стадії, і статичний момент зазначеної частини перерізу відносно центра тяжіння перерізу стрижнів найбільш розтягнутого (найменш стиснутого) ряду поздовжньої арматури;
- f_{cjd} – розрахункова міцність на стиск j -го бетону (відповідного класу) в перерізі збірно-монолітного елемента;
- $S_{cj,el}$ і $I_{j,el}$ – статичний момент і момент інерції стиснутої частини перерізу, що працює в пружній стадії, відносно нейтральної лінії;
- S_{si} – статичний момент площі перерізу i -го ряду поздовжньої арматури відносно центра тяжіння перерізу стрижнів найбільш розтягнутого (найменш стиснутого) ряду зазначеної арматури;
- α_{si} – відношення модуля пружності арматури до модуля пружності бетону.

Робоча ширина полиць таврового перерізу визначається згідно з 5.3.2.1 ДБН В.2.6-98.

Порядок розрахунку:

а) задають початкове значення висоти стиснутої зони x (або деформацію стиснутої зони при ви разі висоти стиснутої зони x через деформації за законом плоских перерізів) і розраховують характеристики $A_{cj, pl}$ і $S_{cj, pl}$;

б) за формулою (4) визначають напруження в арматурі. Для стрижнів зі сталі, яка має фізичну границю текучості, повинна виконуватись умова:

$$|f_{s,i}| \leq |f_{yd,i}|;$$

в) перевіряють умову (3). Якщо ця умова не виконується, приймають нове значення x (або де формації стиснутої зони у випадку розрахунку за деформаціями) і повторюють розрахунок з початку, поки ця умова не буде виконана з заданою точністю;

г) для стрижнів найбільш напруженого розтягнутого ряду перевіряють умову:

$$\frac{f_{cjd}(d_i - x)}{E_{cjd}(1 - \lambda_{cj,u})x} + \frac{f_{s,i}}{E_{s,i}} \leq \varepsilon_{ud(i)}.$$

Якщо наведена умова не виконується, розрахунок повторюють з урахуванням заміни у формулах (4), (5) на

$$\lambda_{cj} = 1 - \frac{f_{cjd}(d_i - x)}{\varepsilon_{u(i)} \cdot E_{c,i} \cdot x}. \quad (6)$$

Таку ж заміну виконують у формулі (3);

д) перевіряють рівняння (3).

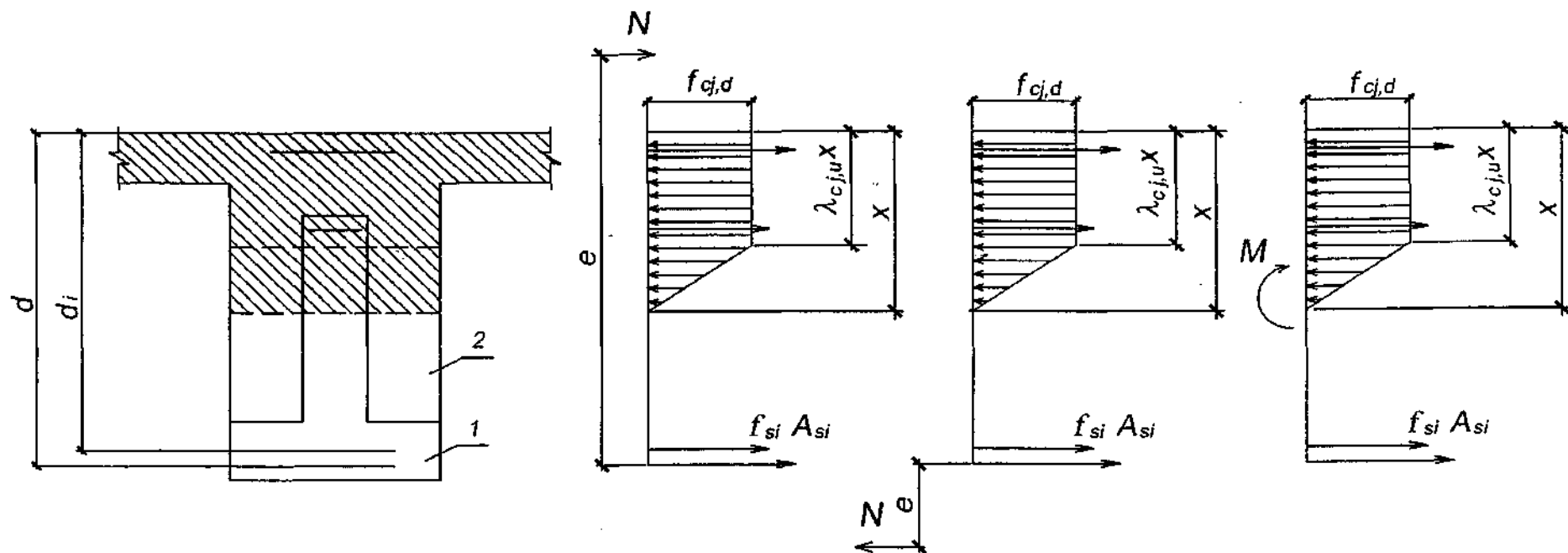
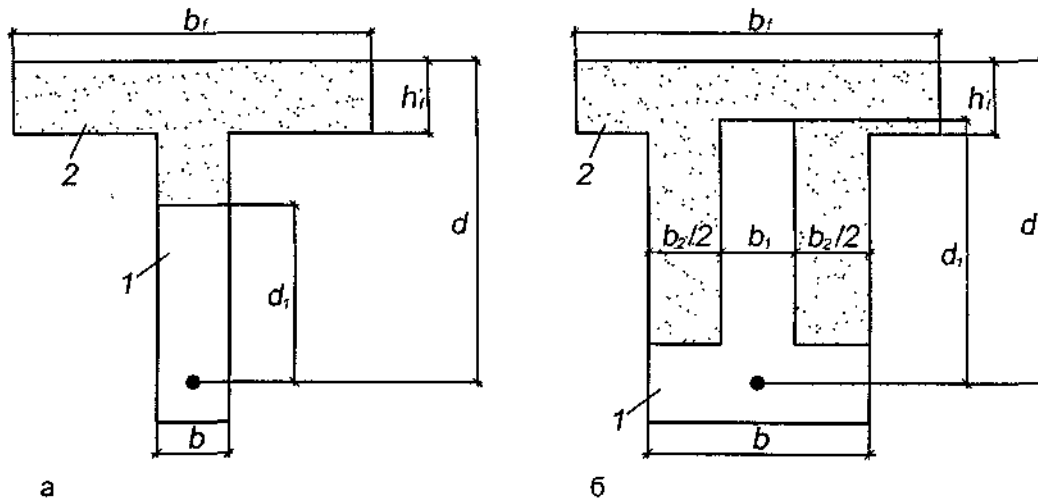


Рисунок 5 – Розрахункова схема зусиль у перерізі збірно-монолітного елемента при багаторядковому армуванні відповідно до випадків розрахунку міцності при позакентровому стиску, позакентровому розтягу та згині

5.2 Розрахунок перерізів, похилих до поздовжньої осі елемента

5.2.1 Розрахунок за міцністю похилих перерізів проводять залежно від конструктивного рішення збірно-монолітного елемента. Для розрахунку за похилими перерізами збірно-монолітні конструкції розділяються на два основних типи (рисунок 6):



а – 1-й тип; б – 2-й тип; 1 – збірний елемент; 2 – монолітний бетон

Рисунок 6 – Типи збірно-монолітних конструкцій

1-й тип – переріз збірно-монолітного елемента по висоті складається з бетону збірного елемента і монолітного бетону (рисунок 6 а);

2-й тип – переріз по ширині складається з бетону збірного елемента і монолітного бетону (рисунок 6б).

Розрахунок збірно-монолітних елементів за похилими перерізами проводять при однакових розрахункових зусиллях двічі (за двома схемами розрахунку):

а) для конструкцій 1-го типу:

- по робочій висоті і міцності бетону збірного елемента d_1, f_{cdj}, f_{ctkj} ;

- по робочій висоті збірно-монолітного елемента d і міцності монолітного бетону f_{cdj}, f_{ctkj} ;

б) для конструкцій 2-го типу:

- по робочій висоті збірного елемента d_1 , з урахуванням ширини ділянок

перерізу, що складаються з бетону збірного елемента і монолітного бетону з відповідною міцністю f_{cdj} , f_{ctkj} ;

- по робочій висоті і ширині збірно-монолітного елемента d , b і міцності монолітного бетону f_{cdj} , f_{ctkj} ;

З наведених вище подвійних розрахунків приймають результат, що відповідає більшій несучій здатності.

5.2.2 Розрахунок елементів на дію поперечної сили для забезпечення міцності по похилій смузі між похилими тріщинами проводять за умови:

$$V \leq V_{b, com} , \quad (7)$$

де V – поперечна сила від зовнішнього навантаження, що приймається в нормальному перерізі на відстані не менше d від опори;

$V_{b, com}$ – поперечна сила, що сприймається стиснутою похилою смугою між тріщинами, і визначається залежно від типу збірно-монолітної конструкції (1-й тип і 2-й тип) і схеми розрахунку (по робочій висоті збірного елемента або по робочій висоті збірно-монолітного елемента).

Для збірно-монолітної конструкції 1-го типу (рисунок 6 а) і 2-го типу (рисунок 6 б) значення поперечної сили $V_{b, com}$ приймають згідно з ДСТУ Б В.2.6-156.

5.2.3 Розрахунок елементів на дію поперечної сили для забезпечення міцності по похилій тріщині при постійній висоті перерізу по довжині елемента і поперечному армуванні у вигляді хомутів, нормальних до подовжньої осі елемента проводять за умови:

$$V < V_c + V_{sw} , \quad (8)$$

де V – поперечна сила від зовнішнього навантаження, розташованого по одну сторону від даного перерізу;

V_c – поперечне зусилля, що сприймається бетоном;

V_{sw} – поперечне зусилля, що сприймається поперечною арматурою в похилій тріщині.

Значення зусиль V_c , V_{sw} визначають за формулами ДСТУ Б В.2.6-156.

При розрахунку залізобетонних елементів із поперечною арматурою повинна бути також забезпечена міцність по похилому перерізу в межах ділянки між хомутами.

Якщо поперечна арматура розташовується в межах тільки збірного елемента, то при розрахунку за робочою висотою збірно-монолітного елемента

довжина c_0 , в межах якої враховуються хомути, помножується на співвідношення d_1/d .

5.2.4 Розрахунок залізобетонних елементів без поперечної арматури на дію поперечної сили для забезпечення міцності по похилій тріщині проводять з урахуванням ДСТУ Б В.2.6-156. При цьому поперечна сила від зовнішнього навантаження, розташованого з однієї сторони від даного похилого перерізу, при навантаженні, що діє на верхню грань елемента, не повинна перевищувати поперечного зусилля, що сприймається бетоном.

5.3 Розрахунок міцності контактних швів

При визначенні напруження зсуву на контакті між збірним і монолітним бетоном (рисунок 7), укладеним у різний час, повинна задовольнятися умова:

$$V_{Edi} \leq V_{Rdi}, \quad (9)$$

де V_{Edi} – розрахункова величина напружень зсуву на контакті, що виражається, як

$$V_{Edi} = \beta V_{Ed} / (z b_i), \quad (10)$$

де β – відношення поздовжньої арматури у перерізі нового бетону і загального поздовжнього зусилля у стиснутій або розтягнутій зонах, обчислених для перерізу, що розглядається;

V_{Ed} – поперечне зусилля зсуву;

z – плече внутрішньої пари складеного перерізу;

b_i – ширина контакту;

V_{Rdi} – розрахунковий опір зсуву на контакті, що визначається, як

$$V_{Rdi} = c f_{ctd} + \mu \sigma_n + \rho f_{yd} (\mu \sin \alpha + \cos \alpha) \leq 0,5 v f_{cd}, \quad (11)$$

де c і μ – коефіцієнти, що залежать від шорсткості поверхні;

f_{ctd} – визначається згідно з ДБН В 2.6 – 98;

σ_n – напруження на одиницю площі, викликане мінімальною зовнішньою нормальною силою на контакті, яка може діяти одночасно із силою зсуву, додатною при стиску, так, що $\sigma_n < 0,6 f_{cd}$, а при розтягу – негативною. Якщо σ_n – напруження розтягу, то $c f_{ctd}$ приймається таким, що дорівнює нулю.

$$\rho = A_s / A_i,$$

де A_s – площа арматури, що пересікає контакт, включно зі звичайною поперечною арматурою (за наявності) при відповідному заанкеруванні з обох сторін контакту;

A_i – площа з'єднання;

α – визначається за рисунком 8 і повинна обмежуватись діапазоном $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$;

v – коефіцієнт зниження міцності $\left(v = 0,6 \left[1 - \frac{f_{ck}}{250} \right] \right)$.

5.3.1 У разі відсутності більш детальної інформації щодо поверхні вона може кваліфікуватись як дуже гладка, гладка (рисунок 7), шорстка або

зазубрена (рисунок 8), наприклад:

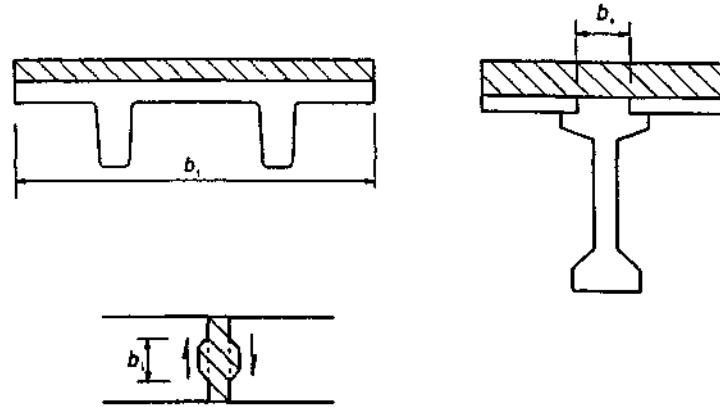


Рисунок 7 – Приклади контактів

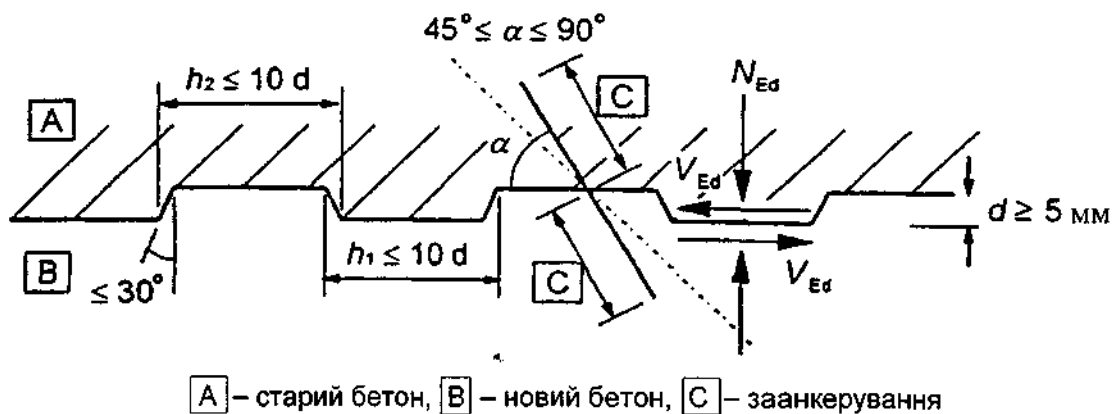


Рисунок 8 – Технологічний зазубрений шов

- дуже гладка – це поверхня при укладанні бетону на сталеву, пластикову або спеціально підготовлену дерев'яну опалубку: $c = 0,25$, $\mu = 0,5$;

- гладка – поверхні сформовані "ковзною" опалубкою або видавлюванням, а також після вібрації без подальшої обробки: $c = 0,35$, $\mu = 0,6$;

- шорстка – поверхня з нерівностями, щонайменшим перепадом 3 мм і кроком близько 40 мм, яка досягається згрібанням заповнювачів або іншими методами, які надають подібного характеру поверхні: $c = 0,45$, $\mu = 0,7$;

- зазубрена – поверхня із зубцями відповідно до вказаних на рисунку 8: $c = 0,5$, $\mu = 0,9$.

5.3.2 Може використовуватись ступінчасте розміщення поперечної арматури (рисунок 9). Якщо з'єднання між двома різними шарами бетону забезпечується армуванням (балки фермового типу), внесок сталі може

прийматись як результуюча зусиль від кожної із діагоналей при забезпеченні умови, що $45^\circ \leq \alpha \leq 135^\circ$.

5.3.3 Опір поздовжньому зсуву заповнених швів між плитами або елементами стін визначається згідно з (11). Однак, якщо у шві можуть утворюватись значні тріщини, то с необхідно приймати таким, що дорівнює нулю для гладких і шорстких швів, і 0,5 – для зазубрених швів. При дії втому або динамічних навантажень величини с в рівнянні (11) необхідно зменшити у два рази.

5.3.4 Розрахунок збірно-монолітних конструкцій на втому проводять шляхом порівняння напружень у бетоні збірного елемента в монолітному бетоні і в арматурі з відповідними розрахунковими опорами, що приймаються для бетону і арматури за розрахунковими припущеннями ДБН В. 2.6-98, ДСТУ Б В.2.6-156.

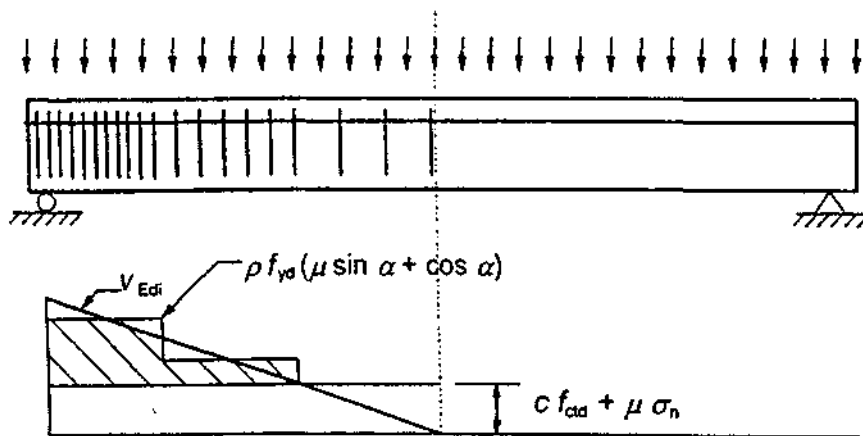


Рисунок 9 – Епюра зсуву з необхідним армуванням на контакті

Напруження в бетоні і арматурі як до набуття монолітним бетоном заданої міцності, так і після обчислюють як для пружного тіла (за приведеними перерізами) від дії зовнішніх сил. Непружні деформації в стиснутій зоні конструкції після набуття монолітним бетоном заданої міцності враховуються зниженням модуля пружності бетону, приймаючи коефіцієнти приведення арматури до бетону α'_j згідно з ДСТУ Б В.2.6 xxx і монолітного бетону до бетону збірного елемента такими, що дорівнюють відношенню $\alpha'_{зб} / \alpha'_{мон}$.

5.3.5 Розрахунок на втому перерізів, нормальних до поздовжньої осі

елемента, проводять з умов [1]:

для стиснутого бетону:

$$\sigma_{c,max,1} \leq f_{cjd} , \quad (12)$$

$$\sigma_{c,max,2} \leq f_{cjd} ; \quad (13)$$

для розтягнутої арматури:

$$\sigma_{max} \leq f_{yd} , \quad (14)$$

де $\sigma_{c,max,1}$, $\sigma_{c,max,2}$ – відповідно максимальне нормальне напруження в бетоні збірного елемента і монолітному бетону, обраховані згідно з приведеними нижче вказівками;

σ_{max} – максимальне нормальне напруження в розтягнутій арматурі.

Максимальне напруження в бетоні і арматурі визначають за формулами:

$$\sigma_{c,maxзб} = \frac{M_d}{I'_{red}} (x_0 - h + h_1) + \frac{N_{tot}}{A'_{red}} , \quad (15)$$

$$\sigma_{c,maxмон} = \left(\frac{M_d}{I'_{red}} x_0 + \frac{N_{tot}}{A'_{red}} \right) \alpha'_{1,2} , \quad (16)$$

$$\sigma_{max} = \left(\frac{M_d}{I'_{red}} (d - x_0) - \frac{N_{tot}}{A'_{red}} \right) \alpha'_{1,2} . \quad (17)$$

де M_d – розраховується відповідно для згинальних конструкцій, для позацентрово стиснутих і розтягнутих конструкцій;

x_0 – відстань від крайньої стиснутої грані конструкції до центра тяжіння її приведеного (з урахуванням коефіцієнтів $\alpha'_{зб}$ і $\alpha'_{мон}$) перерізу.

Приведені характеристики перерізу A'_{red} , S'_{red} і I'_{red} визначають так:

- якщо в перерізі не утворюються нормальні тріщини, приведений переріз включає повний переріз бетонів (збірного і монолітного), а також площу перерізу всієї поздовжньої арматури, помноженої на коефіцієнт приведення $\alpha'_{зб}$;

- якщо в перерізі утворюються нормальні тріщини, приведений переріз включає площу перерізу бетонів, розташованих у стиснутій зоні, а також площу перерізу всієї поздовжньої арматури, помноженої на коефіцієнт приведення $\alpha'_{зб}$.

5.3.6 Коефіцієнти асиметрії циклу обчислюють за формулами: для бетонів:

$$\eta_{зб} = \sigma_{c,min,зб} / \sigma_{c,max,зб} , \quad (18)$$

$$\eta_{мон} = \sigma_{c,min,мон} / \sigma_{c,max,мон} , \quad (19)$$

для арматури:

$$\sigma = \sigma_{min} / \sigma_{max} , \quad (20)$$

де $\sigma_{c,min,зб}$, $\sigma_{c,min,мон}$ і σ_{min} – нормальне напруження відповідно в бетоні збірного елемента на рівні його крайньої стиснутої грані і в монолітному бетону на рівні крайньої стиснутої грані конструкції і в розтягнутій арматурі, визначене за формулами (15)–(17).

У зоні, що перевіряється по стиснутому бетону, при дії багаторазового повторного навантаження слід уникати виникнення напруження розтягу. Стиснену арматуру на втому не розраховують.

5.3.7 Розрахунок на втому перерізів, похилих до поздовжньої осі, проводять з урахуванням положень ДБН В. 2.6-98 і ДСТУ Б В.2.6-156.

6 РОЗРАХУНОК ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЗБІРНО-МОНОЛІТНИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗА ГРАНИЧНИМИ СТАНАМИ ДРУГОЇ ГРУПИ

6.1 Розрахунок за утворенням тріщин

Збірно-монолітні конструкції залежно від вимог, що пред'являються до них щодо тріщиностійкості, розраховують за утворенням тріщин у збірних елементах, нормальних до поздовжньої осі конструкції, і похилих – в зоні дії найбільшого головного напруження розтягу.

6.1.1 Розрахунок за утворенням тріщин, нормальних до поздовжньої осі конструкції, і похилих-в зоні дії найбільшого головного напруження розтягу виконують відповідно до ДБН В.2.6-98 і ДСТУ Б В.2.6-156.

6.2 Розрахунок за розкриттям тріщин

Збірно-монолітні конструкції розраховують за розкриттям тріщин у збірних елементах, нормальних до поздовжньої осі конструкції, і похилих – в зоні дії найбільшого головного напруження розтягу.

6.2.1 Розрахунок за розкриттям тріщин, нормальних до поздовжньої осі конструкції, виконується відповідно до ДБН В.2.6-98 і ДСТУ Б В.2.6-156.

6.2.2 Розрахунок за розкриттям тріщин похилих до поздовжньої осі конструкції, проводять відповідно до ДБН В.2.6-98 і ДСТУ Б В.2.6-156 з урахуванням приведення (за модулем пружності) монолітного бетону до бетону збірного елемента.

6.3 Розрахунок за деформаціями

Розрахунок за деформаціями виконують відповідно до ДБН В.2.6-98 і ДСТУ Б В.2.6-156.

7 КОНСТРУКТИВНІ ВИМОГИ

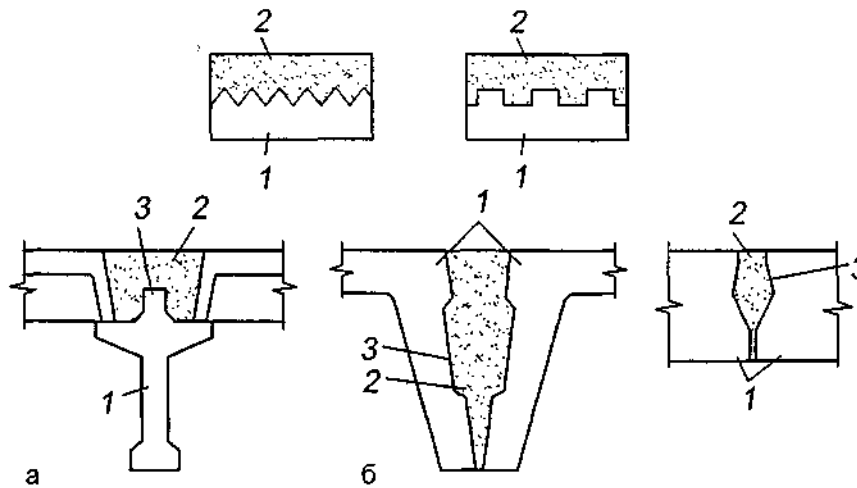
7.1 При проектуванні збірно-монолітних залізобетонних конструкцій для забезпечення умов їх виготовлення, довговічності і спільної роботи арматури і бетону слід виконувати конструктивні вимоги ДБН В.2.6-98 і даного стандарту. Збірно-монолітні конструкції повинні мати клас вогнестійкості відповідно до нормативних значень, визначених у ДБН В.1.1-7 та інших нормативних документах. У цілях підвищення індустріалізації виготовлення і монтажу збірно-монолітних конструкцій доцільно застосовувати крупні збірні елементи і розташовувати в них основну частину робочої поздовжньої розтягнутої арматури.

7.2 У збірно-монолітних залізобетонних конструкціях слід забезпечувати зчеплення попередньо напружених елементів з бетоном, укладеним на місці використання конструкції (бетонування), а також анкерування їх кінцевих ділянок. Для забезпечення спільної роботи елементів у поперечному напрямі слід вжити відповідних заходів (установку поперечної арматури або попереднє напруження елементів у поперечному напрямку).

7.3 На поверхнях збірних елементів, дотичних із бетоном, слід влаштовувати шпонки, шорсткість поверхонь контакту, поздовжні виступи і пази, випуски арматури влаштовувати відповідно до розрахункових або конструктивних вимог. Шорсткість поверхні може бути досягнута природним (незаглажений бетон) і штучним шляхом (насічка, обдирання поверхневого шару, хімічний спосіб тощо).

Шпонки й інші види сполучень (рисунок 10) рекомендується влаштовувати по поверхні, де утруднено отримання природної шорсткості (наприклад, по поверхнях, дотичних з опалубкою) [2].

Випуски арматури, як правило, повинні бути продовженням хомутів, поперечних стрижнів, зварних каркасів, поздовжньої робочої арматури (рисунок 11). Щоб не ускладнювати виготовлення збірних елементів, рекомендується випускати арматуру, за можливості, з вільних від опалубки поверхонь. Стрижні, що випускаються, повинні мати надійне анкерування в бетоні замонолічування.



а – ригель із плитами; б – плити між собою; 1 – збірний елемент; 2 – монолітний бетон; 3 – поздовжній виступ або паз

Рисунок 10 – Шпонки та сполучення збірних елементів з бетоном

При розташуванні збірних елементів усередині бетону замонолічування замість випусків поперечної арматури зовні збірно-монолітних елементів дозволяється встановлювати зварні каркаси з поперечною арматурою по всій висоті збірно-монолітного елемента. Крім того, між окремими дошками, брусками рекомендується встановлювати додаткову арматуру у вигляді окремих стрижнів або зварних сіток.

7.4 При розташуванні арматури в бетоні замонолічування необхідно передбачати зазори між арматурою і поверхнею збірного елемента, які забезпечують заповнення швів бетоном або розчином і захист арматури від корозії.

7.5 У збірно-монолітних конструкціях (рисунок 12, 13), на опорах яких у результаті замонолічування стиків (зварювання випусків арматури; укладання в швах між елементами додаткової арматури, що перекриває стик; установка поверх стикованих конструкцій залізобетонних елементів, що перекривають стик, тощо) виникають негативні опорні моменти, рекомендується призначати площу перерізу надопорної арматури відповідно до чинних нормативних документів за розрахунком статично невизначених залізобетонних конструкцій з урахуванням перерозподілу зусиль.

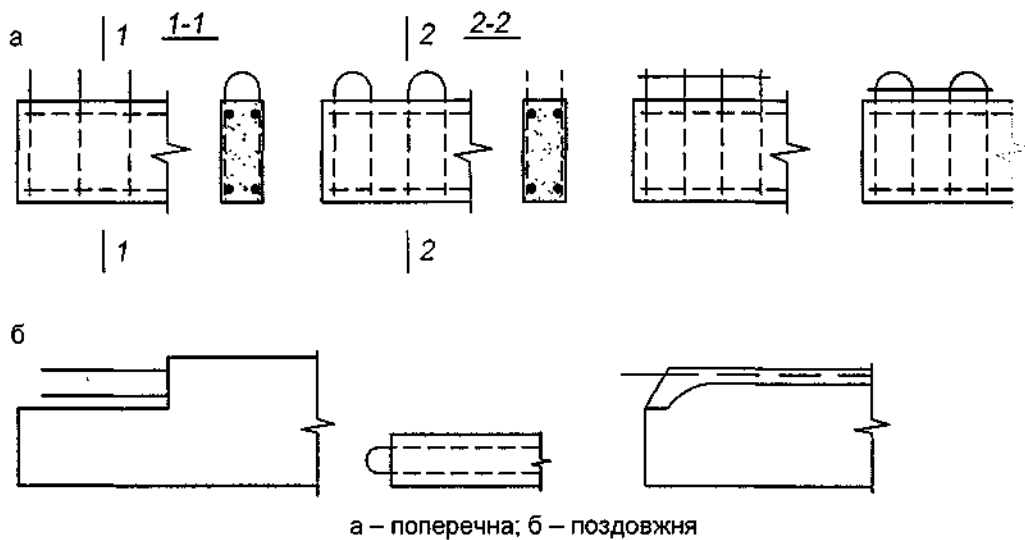
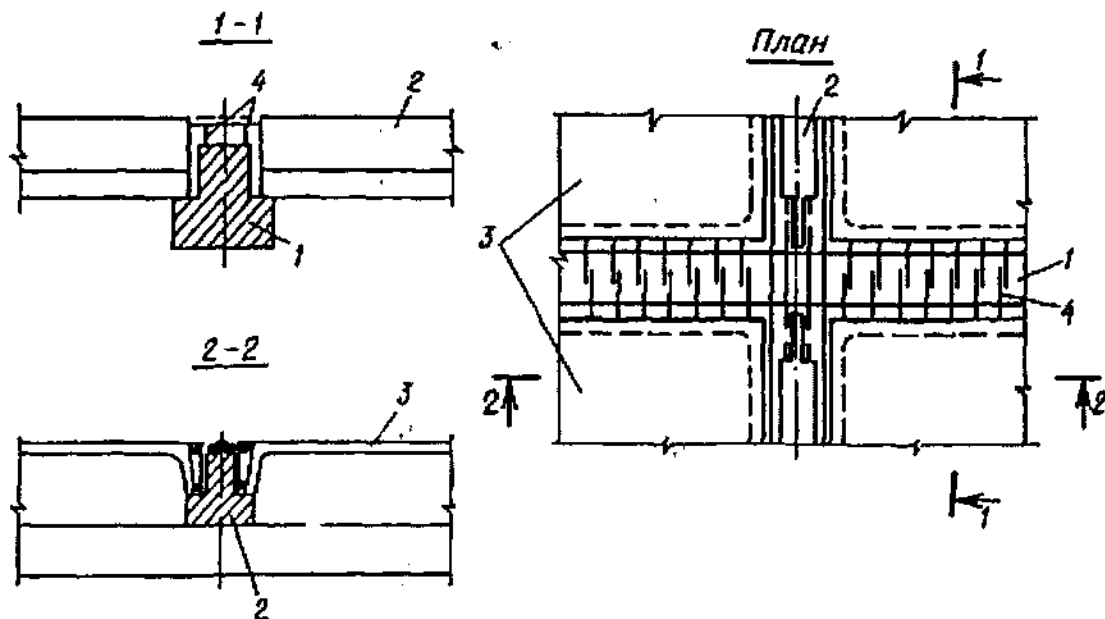


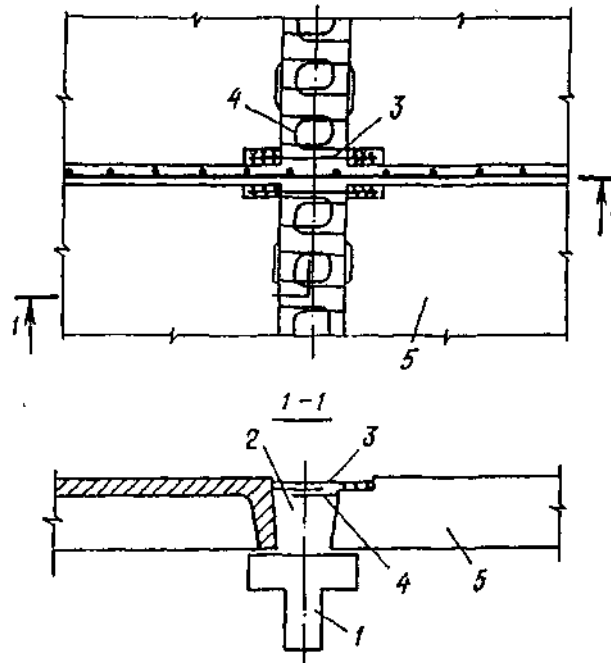
Рисунок 11 – Випуски арматури із збірних елементів



1 – головна балка; 2 – другорядна балка; 3 – плита; 4 – випуски арматури

Рисунок 12 – Сполучення балок і плит

7.6 У нерозрізних збірно-монолітних перекриттях поздовжні виступи, шпонки або крупну шорсткість із боку верхньої розтягнутої зони (на приопорних ділянках) необхідно передбачати не тільки на ділянці з від'ємними опорними моментами, але і за нульовою точкою епюри моментів до місця обриву розрахункової поздовжньої арматури.

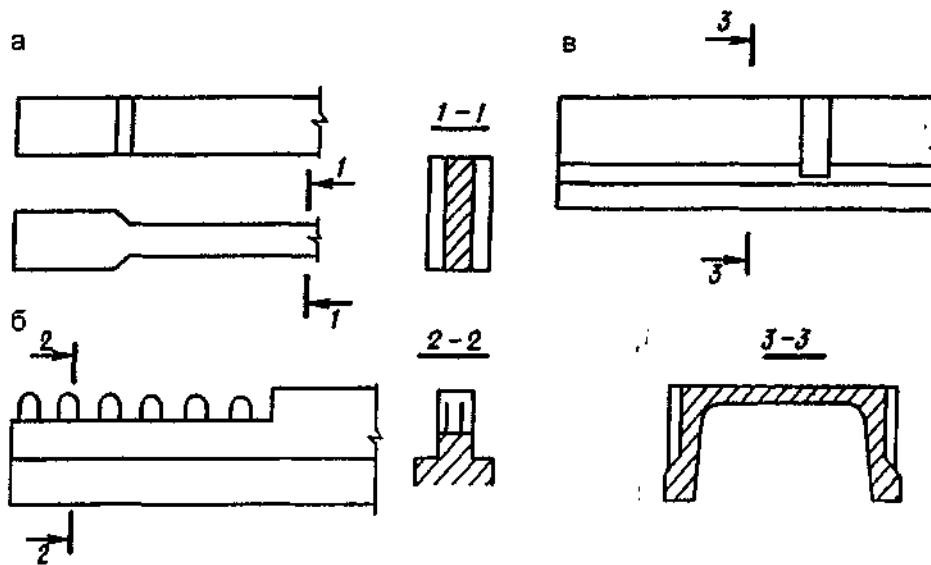


1 – ригель; 2 – монолітний бетон; 3 – надпорна арматура; 4 – випуски арматури з плит; 5 – плита

Рисунок 13 – Сполучення плит

Якщо згідно з розрахунком міцність контактних швів при гладкій поверхні забезпечується, додаткові конструктивні заходи щодо збільшення міцності контакту не потрібні.

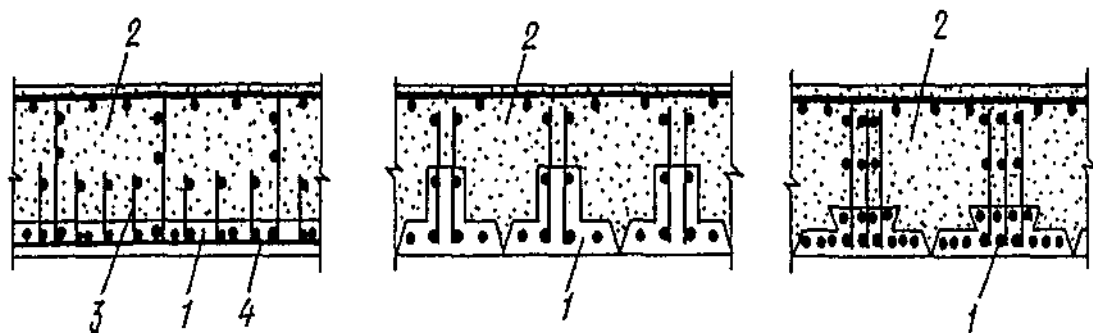
7.7 Для анкерування збірних елементів на опорах необхідно передбачати випуски поперечної арматури, шпонки, приливи тощо (рисунок 14); крім того, довжина анкерування збірного елемента за віссю опори повинна бути не менш потрібною довжини зони передачі напружень l_p арматури.



а – у попередньо напружених брусках; б – у збірних елементах для нерозрізних балок; в – у збірних елементах для нерозрізних плит

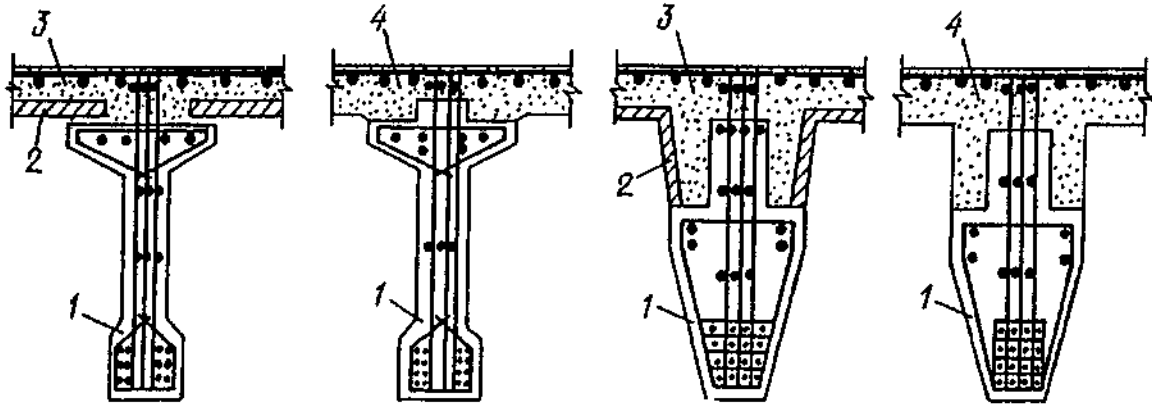
Рисунок 14 – Конструкції опорних ділянок збірних елементів

Приклади можливих рішень збірно-монолітних конструкцій показані на рисунках 15-23.



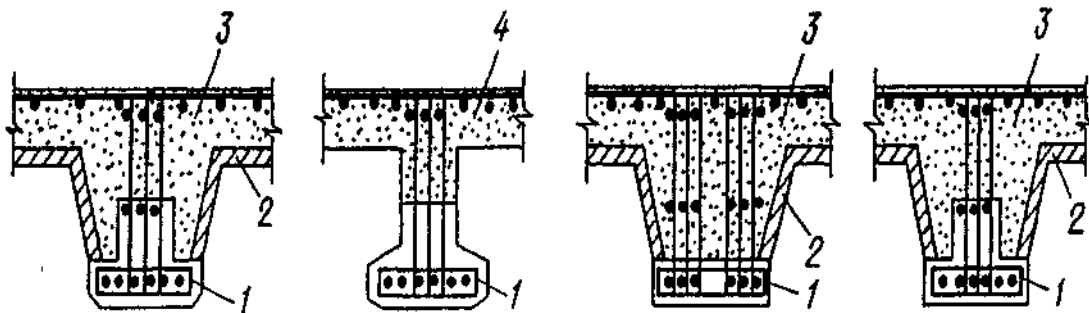
1 – збірні попередньо напружені елементи; 2 – монолітний бетон; 3 – додаткова поперечна арматура; 4 – сітка

Рисунок 15 – Збірно-монолітні плити під великі навантаження (до 500 кН/м²)



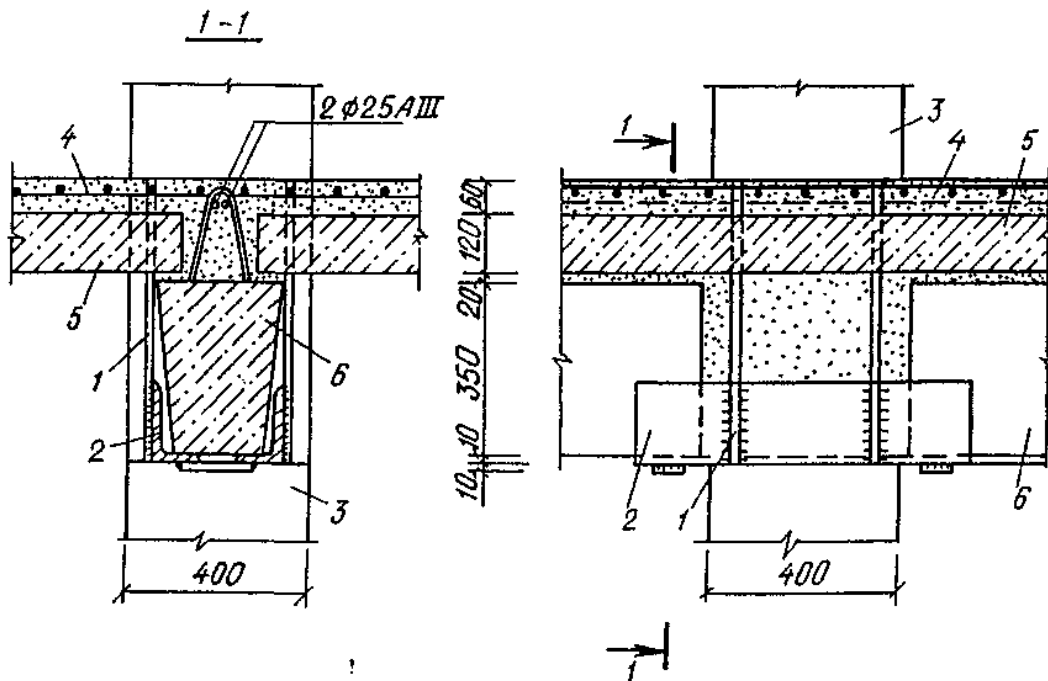
1 – збірні попередньо напружені балки неповного перерізу; 2 – збірні плити плоскі і коробчастого профілю; 3 -монолітний бетон; 4 – монолітний бетон по підвісній опалубці

Рисунок 16 – Головні і другорядні балки



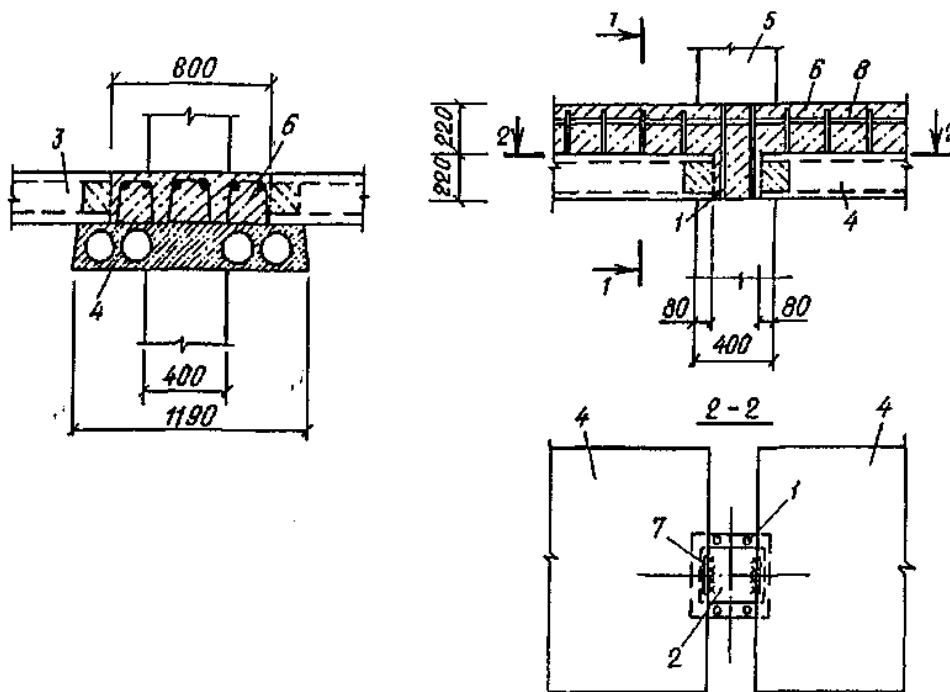
1 – збірний попередньо напружений елемент; 2 – збірні плити коробчастого профілю; 3 – монолітний бетон; 4 -монолітний бетон по підвісній опалубці

Рисунок 17 – Балки



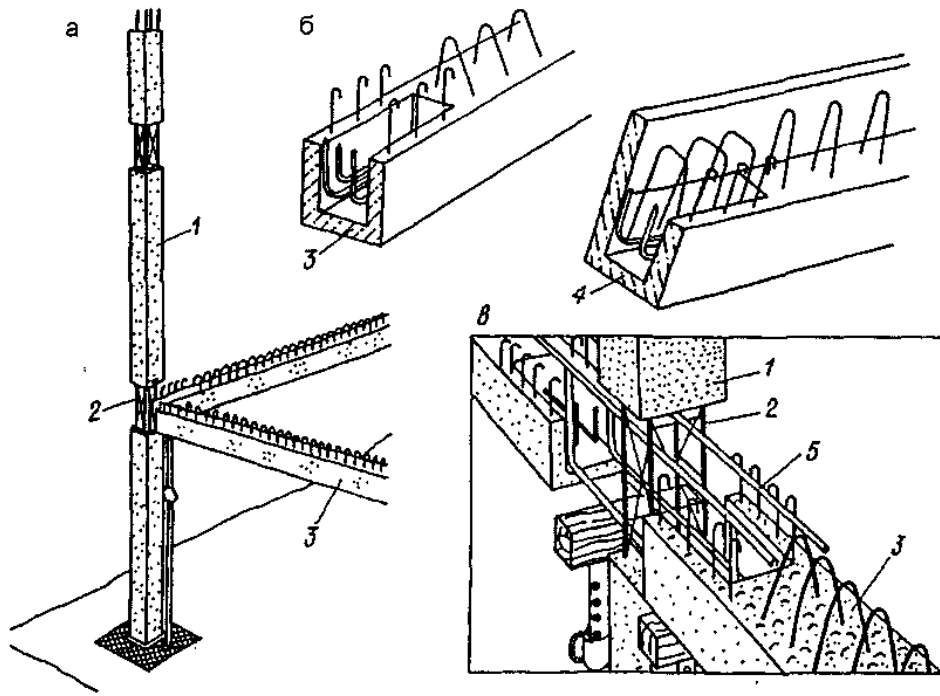
1 – випуски арматури колон; 2 – металева консоль із двох кутників; 3 – колона;
4 – бетон замонолічування; 5 -збірна плита; 6 – збірний ригель

Рисунок 18 – Вузол сполучення ригеля з колоною



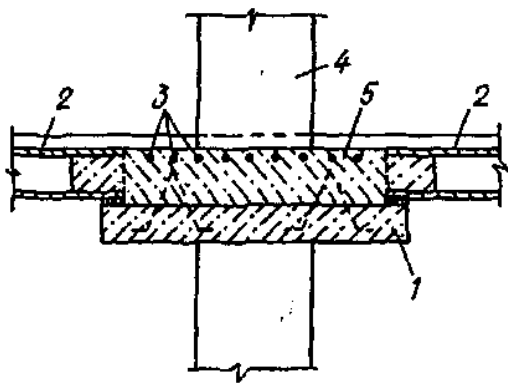
1 – випуски арматури колон; 2 – закладна деталь колони для кріплення плити-ригеля; 3 – збірна плита; 4 – плита-ригель; 5 – колона; 6 – бетон замонолічування; 7 – закладна деталь плити-ригеля; 8 – приопорні арматурні стрижні

Рисунок 19 – Вузол сполучення багатопорожнистої плити-ригеля з колоною



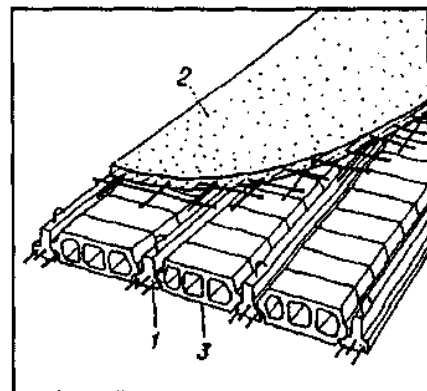
а – опорні зони; б – балки; в – вузлове з'єднання елементів каркаса; 1 – багатоповерхова колона SCOP; 2 – арматура колони; 3 – балка перекриття; 4 – фундаментна балка; 5 – арматура вузлового з'єднання

Рисунок 20 – Конструкція каркаса



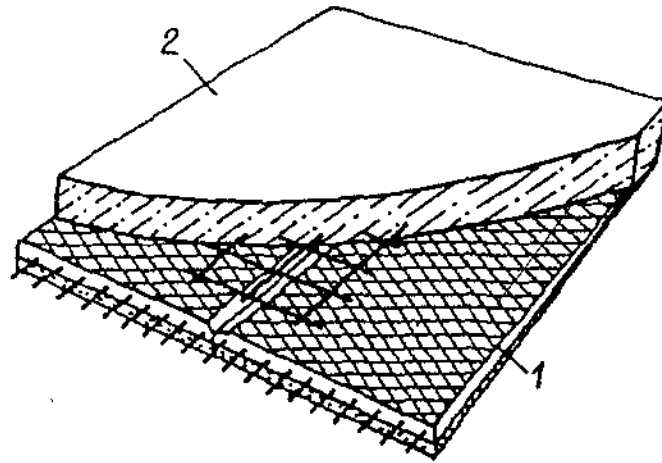
1 – плитний ригель; 2 – порожниста плита перекриття; 3 – арматура вузлового з'єднання ригеля з колоною; 4 – колона; 5 – монолітний бетон

Рисунок 21 – Схема з'єднання плитного часторебристого ригеля і плит перекриття



1 – попередньо напружені балки; 2 – шар монолітного бетону; 3 – міжбалочні блоки

Рисунок 22 – Конструкції перекриття типу ISO



1 – плита (опалубка, що залишається); 2 – монолітний бетон

Рисунок 23 – Перекриття з використанням попередньо напружених залізобетонних плит як опалубки, що залишається

Додаток А

(довідковий)

БІБЛІОГРАФІЯ

1 СНиП 2.03.01 "Бетонные и железобетонные конструкции".

2 Проектирование железобетонных сборно-монолитных конструкций /

М.: Стройиздат. – 69 с.: ил. – (Справ, пособие к СНиП).

Код УКНД 91.010.30; 91.080.40

Ключові слова: конструкції бетонні та залізобетонні збірно-монолітні, залізобетон, арматура, бетон, розрахунок за граничним станом, згинальні елементи, позацентренно стиснуті елементи, позацентрово розтягнуті елементи, контактний шов, утворення тріщин.