

УДК 624.012

ББК М 530-021.1

В.І. Колчунов, докт. техн. наук, проф.,
Масуд Нур Еддін, магістр,
О.В. Котенко, магістр

ПОБУДОВА РОЗРАХУНКУ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ З ПОЗИЦІЇ МЕХАНІКИ РУЙНУВАННЯ

Розглянуто виділення двоконсольних елементів, які включають тріщину для залізобетонних стрижнів, що згинаються, розтягуються та стискаються, спираючись на звичайний метод перерізів. Завдяки наявності цих елементів стає можливим знаходження параметрів напружено-деформованого стану залізобетонних конструкцій з позиції механіки руйнування за умови використання залежності швидкості вивільнення енергії при утворенні та просуванні тріщини. Наведено розрахункові формули щодо реалізації цієї залежності. Запропоновані двоконсольні елементи розповсюджуються за розрахунок залізобетонних елементів з багатоярусною арматурою, розташованою під довільним кутом до горизонталі.

Для суцільного тіла, напружено-деформований стан якого аналізується методами теорії пружності та пластичності, виділяється елементарний куб, що описує зв'язок між напругами та деформаціями в точці. Потім, при переході до перетину, встановлений зв'язок інтегрується по всьому перетині. У підсумку задача зводиться до диференціальних рівнянь, точне розв'язання яких, як правило, дуже складне. В опорі матеріалів прийнято гіпотезу плоских деформацій для всього перетину, що значно спрощує розв'язання задачі. Для тіла з тріщиною, де порушується його суцільність, при встановленні зв'язка між напругами та переміщеннями розроблені в теорії пружності, пластичності й опорі матеріалів методи незастосовні. Проте використання основного методу перетинів стосовно до матеріалу з тріщинами приносить свої позитивні результати. Це стосується наближеного прийому визначення коефіцієнта інтенсивності напруг [1; 2]. Його також можна використовувати і при виділенні спеціального двоконсольного елемента, що знайшов застосування в механіці руйнування [3; 4].

Виділення такого двоконсольного елемента, що включає тріщину, має свою специфіку стосовно до стрижневого залізобетонного елемента. По-перше, він виділяється на всю висоту тріщини, а не для якоїсь її елементарної ділянки. По-друге, зусилля в перетинах, що проходять на відстані t від тріщини, необхідно пов'язати з параметрами напружено-деформованого стану залізобетонного елемента, що розшукаються. По-третє, не слід забувати про віртуальні переміщення виділених консолей при повороті нейтральної осі залізобетонного елемента, тобто враховувати те, що защемлення консолей не є абсолютно жорстким. Отже, виділення двоконсольного елемента для залізобетону є важливою і непростою задачею, яка повинна бути пов'язана не тільки з задачею визначення напружено-деформованого стану поперечного перерізу залізобетонного елемента, але й із задачею розподілу зчеплення між арматурою та бетоном. Появу тріщини в суцільному тілі можна розглядати як деякий деформаційний вплив, що відбивається на особливостях зчеплення арматури та бетону в зонах, які прилягають до тріщини. Найбільш простим є зв'язок напружено-деформованого стану двоконсольного елемента з константою ξ_{bu} [5] у зоні попереднього руйнування. При цьому податливість берегів тріщини, через яку може бути виражена величина ξ_{bu} , визначається з використанням звичайних методів будівельної механіки. Отже, двоконсольний елемент використовується як сполучна ланка між залежностями механіки твердого деформованого тіла та механіки руйнування.

Викладені розуміння були використані при виділенні двоконсольного елемента, наведеного на рис. 1.

З умови рівності нулю моментів усіх сил щодо точки 0 (рис. 1, б) отримаємо:

$$M_{con} = -\Delta T h_{crc} + 0,5 \sigma_{bt} b t \left(h_{crc} - \frac{1}{3} t \right) - 0,5 R_{bt} b (h_{crc} - t - m)^2 - \frac{2}{3} R_{bt} b m \left(h_{crc} - t - \frac{2}{3} m \right). \quad (1)$$

Довжина тріщини h_{crc} визначається за відомою константою k_{br} [5] з використанням методу перетинів [1]:

$$h_{crc} = \frac{1}{3}m + \frac{2}{3}m + t - \frac{\Delta T}{R_{bt}b} + \frac{0,5\sigma'_{bt}t}{R_{bt}} \quad (2)$$

У першому наближенні (або, як перший крок при ітераційному процесі) слід брати:

$$h_{crc} \approx h_{crc,1} = h_c - m - x_{crc,1},$$

$$x_{crc,1} = \varphi x_m;$$

$$\varphi = -\frac{0,7}{100\mu + 1},$$

де x_m – середня висота стиснутої зони бетону на ділянці між тріщинами в стрижневому залізо-бетонному елементі [6].

Значення параметра t уточнюється відповідно до умови, згідно з якою момент M_z дорівнює моменту M_{con} (рис. 2). Ця умова впливає із загасання дотичних напружень $\tau_b(z)$ (рис. 1, б) при віддаленні від арматурної зони. На ділянці постійних моментів поперечна сила в консолі дорівнює нулю. Отже, дорівнюють нулю і дотичні напруження $\tau_b(z)$, тоді [5]:

$$t = f(\sigma'_{bt}, h_{crc}, m, R_{bt}, b, \Delta T). \quad (3)$$

Для визначення невідомого ΔT скористаємося величиною ξ_{bu} , як функцією податливості. Цю функцію знайдемо з визначення швидкості вивільнення енергії [3]:

$$\xi_{bu} = \lim_{\delta A \rightarrow 0} \left(\frac{\delta W - \delta V}{\delta A} \right) = \frac{dW}{dA} - \frac{dV}{dA}, \quad (4)$$

де δW – додаткова робота, здійснена над тілом при просуванні тріщини на мале збільшення δa ; δV – зменшення потенційної енергії тіла при просуванні тріщини на мале збільшення δa ; A – площа поверхні тріщини, що утворилася.

Аналіз залежностей «силовий вплив – переміщення» для впливів на виділений двоконсольний елемент показує, що такі залежності нелінійні та можуть мати навіть спадну гілку деформування. Площа таких діаграм, через яку визначається потенційна енергія, відрізняється від $0,5P_0 e_0$, де P_0 – узагальнене зусилля, e_0 – узагальнене переміщення. Інтеграли, що характеризують площі цих діаграм, дають досить близькі значення до величини $\frac{2}{3}P_0 e_0$, тому вираз для потенційної енергії, накопиченої в тілі, має вигляд:

$$V = \frac{2}{3}P_0 e_0.$$

Податливість C елемента визначається співвідношенням:

$$e_0 = CP_0,$$

тоді

$$\frac{dV}{dA} = \frac{4}{3}CP \frac{\partial P}{\partial A} + \frac{2}{3}P^2 \frac{\partial C}{\partial A}.$$

Аналогічно можна перетворити складову $\frac{dW}{dA}$.

Підставляючи результат у рівняння (4), отримаємо:

$$\xi_{bu} = \frac{1}{3} \left(P^2 \frac{\partial C}{\partial A} - CP \frac{\partial P}{\partial A} \right). \quad (5)$$

Стосовно до виділеного двоконсольного елемента, що знаходиться під впливом п'яти зусиль (ΔT , P_1 , P_2 , q , M_{con}), вираз (5) набуває вигляду:

$$\xi_{bu} = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^5 \left(\frac{P_i^2 \partial C_i}{\partial A} - C_i P_i \frac{\partial P_i}{\partial A} \right). \quad (6)$$

Для реалізації отриманої залежності звернемося до рис. 1, б та рис. 2. Зусилля $\tau_b(z)$ та σ_r не включені в розрахункову схему (рис. 2) через те, що проекції їх на вісь X дорівнюють нулю, а в рівнянні моментів їхні плечі зневажено малі.

Переміщення в перетинах I-I, II-II, III-III, що визначають методами будівельної механіки, дорівнюють:

$$\Delta_I = \delta_I + \frac{1}{E_b I_{con}} \left[\frac{M_4 + M_5}{2} \left(h_{crc} - t - \frac{5}{8} m \right) (-M_{con}) \right]; \quad (7)$$

$$\Delta_{II} = \delta_{II} + \frac{1}{E_b I_{con}} \left[\frac{M_6 + M_7}{2} \left(h_{crc} - t - \frac{5}{8} m \right) (-M_{con}) \right]; \quad (8)$$

$$\Delta_{III} = \delta_{III} + \frac{1}{E_b I_{con}} \left[\frac{M_8}{2} \left(h_{crc} - t - \frac{5}{8} m \right) (-M_{con}) \right]; \quad (9)$$

де $M_4 = t + \frac{5}{8} m$;

$$M_5 = h_{crc};$$

$$M_6 = \frac{2}{3} t + \frac{5}{8} m;$$

$$M_7 = h_{crc} - \frac{1}{3} t;$$

$$M_8 = h_{crc} - t - \frac{5}{8} m.$$

У рівняннях (7) – (9) складові, що містять площі одиничних епюр $\overline{M_{\Delta T}}$ та $\overline{M_{P1}}$, на ділянках III-I і III-II через їхню малість виключені.

Переміщення, що пов'язані з поворотом закладання на кут φ_2 , визначають з простих геометричних співвідношень:

$$\delta_I = \varphi_2 h_{crc};$$

$$\delta_{II} = \varphi_2 \left(h_{crc} - \frac{1}{3} t \right);$$

$$\delta_{III} = \varphi_2 \left(h_{crc} - t - \frac{5}{8} m \right).$$

Кут φ_2 визначають за кутом повороту нейтральної осі залізобетонного елемента φ_1 з рівняння:

$$\varphi_2 = \varphi_1 + \Delta\varphi,$$

де $\Delta\varphi$ – різниця кутів повороту консолі між точками O і B (рис. 1, а).

Кут φ_1 визначається за кривизною залізобетонного елемента. При цьому з нього необхідно відняти ту частину кута повороту нейтральної осі, що обумовлена деформуванням залізобетонного елемента до появи тріщин. Приймаючи додаткову передумову про те, що тріщина, яка з'явилася, миттєво поширюється на довжину h_{crc} , стосовно до двоконсольного елемента можна записати:

$$\varphi_1 = \frac{t}{h_0} (\varepsilon_s \psi_s + \varepsilon) - \frac{t M_{crc}}{0,85 E_b I_{red}}$$

Для визначення різниці кутів $\Delta\varphi$ звернемося до рис. 3:

$$\Delta\varphi \approx - \frac{1}{E_b I_{con}} \frac{M_0 + M_{con}}{2} m.$$

Таким чином, визначено всі параметри, що входять до формули (7) – (9).

Отже, маємо переміщення Δ_I , Δ_{II} , Δ_{III} та кут повороту φ_2 . Переходячи до відповідних податливостей, отримуємо:

$$C_I = \frac{2\Delta_I}{\Delta T};$$

$$C_{II} = \frac{2\Delta_{II}}{-P_1};$$

$$C_{III} = \frac{2\Delta_{III}}{P_2};$$

$$C_0 = \frac{2\varphi_2}{M_{con}},$$

де $P_1 = 0,5\sigma'_{bt} bt$;

$$P_2 = \frac{2}{3} R_{bt} bm.$$

Податливість, що відповідає розподіленому навантаженню, може бути записана у вигляді:

$$C_q = \frac{2A_{\Delta q}}{q},$$

де $A_{\Delta q}$ – площа епюри переміщень на ділянці розподіленого навантаження; $q = bR_{bt}$.

Для визначення $A_{\Delta q}$ знову повернемося до рис. 2:

$$A_{\Delta q} = A_{\delta\varphi} + \frac{1}{E_b I_{con}} \frac{1}{3} M_g (h_{crc} - t - m)(-M_{con}),$$

де $M_g = \frac{1}{2} (h_{crc} - t - m)^2$.

Параметр $A_{\delta\varphi}$ визначається за формулою (рис. 2, е):

$$A_{\delta\varphi} = \frac{1}{2} \delta_{IV} (h_{crc} - t - m),$$

де $\delta_{IV} = \varphi_2 (h_{crc} - t - m)$.

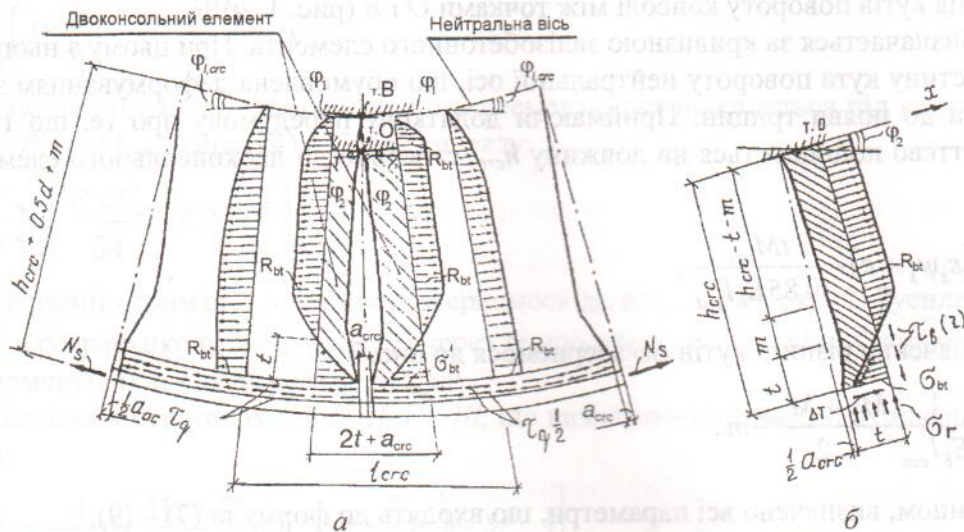


Рис. 1. Реалізація залежностей механіки руйнування в залізобетоні:
 а – характерні епюри напруг у розтягнутому бетоні та вирізання спеціального двоконсольного елемента в околі тріщини; б – розрахунок податливості консолі

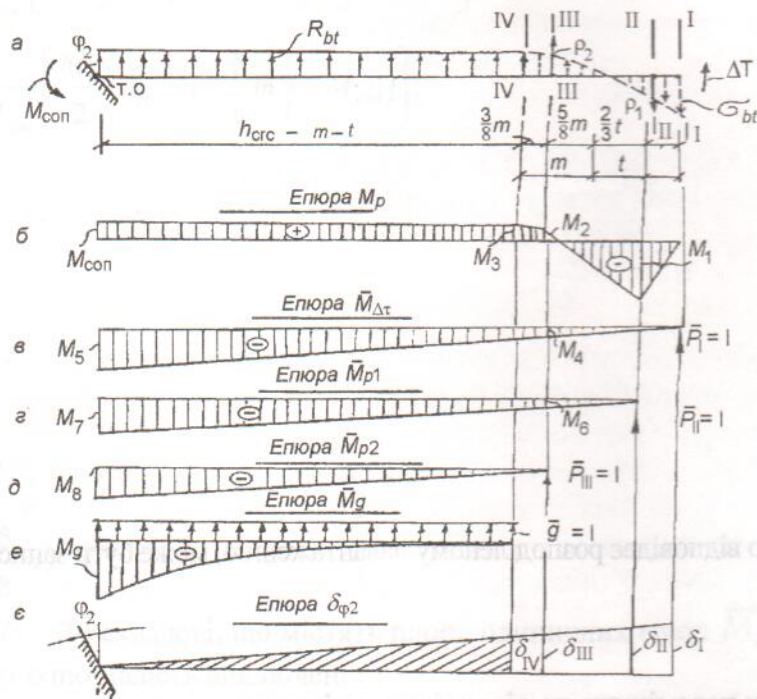


Рис. 2. Розрахункова консольна схема (а), вантажна епюра моментів (б), одиничні епюри моментів (в, г, д, е) і епюра переміщень від повороту закладання на кут φ_2 (е)

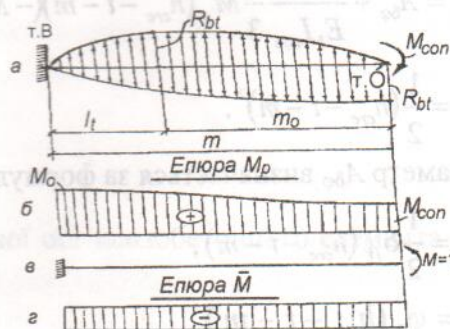


Рис. 3. Розрахункова схема для визначення різниці кутів повороту між точками О та В (а), вантажна епюра моментів (б), завантаження одиничним моментом (в), та одинична епюра моментів (г)

Після алгебричних перетворень формула (6) набуває вигляду:

$$\xi_{bu} = \frac{1}{3b} \left(\Delta T^2 \frac{\partial C_1}{\partial h_{crc}} + P_1^2 \frac{\partial C_{II}}{\partial h_{crc}} + P_2^2 \frac{\partial C_{III}}{\partial h_{crc}} + b^2 P_{bt}^2 \frac{\partial C_q}{\partial h_{crc}} + M_{con}^2 \frac{\partial C_0}{\partial h_{crc}} - \right. \\ \left. - C_1 \Delta T \frac{\partial \Delta T}{\partial h_{crc}} - C_{II} P_1 \frac{\partial P_1}{\partial h_{crc}} - C_{III} P_2 \frac{\partial P_2}{\partial h_{crc}} - C_0 M_{con} \frac{\partial M_{con}}{\partial h_{crc}} \right).$$

Виконуючи почленне диференціювання, з урахуванням того, що похідні $\frac{\partial m}{\partial h_{crc}}$ та $\frac{\partial t}{\partial h_{crc}}$ прагнуть до нуля через малу зміну параметрів m і t , та алгебричні перетворення [5], отримаємо нелінійне диференціальне рівняння першого ступеня. Розв'язок його розшукується, як для рівняння в повних диференціалах. Постійна інтегрування розшукується з умови, відповідно до якої при відсутності тріщини, тобто при $h_{crc} = 0$, дотичне зусилля ΔT дорівнює $-G_\tau \varepsilon_{q,el} b t$, де G – модуль взаємного зсуву арматури та бетону, $\varepsilon_{q,el}$ – відносні взаємні зсуви арматури та бетону на ділянці t перед появою тріщин.

Після спрощення загального інтеграла рівняння будемо мати:

$$\Delta T = \frac{h_{crc} (\eta_{15} - \eta_5 - \eta_8) - G_\tau \varepsilon_{q,el} b t \eta_2 + 0,5 h_{crc}^2 \eta_{14}}{\eta_2 + \eta_{crc} (\eta_1 + 2\eta_7 - \eta_8)}, \quad (10)$$

де $\eta_1, \eta_2, \eta_5, \eta_7, \eta_8, \eta_{14}, \eta_{15}$ мають вираз через параметри $\lambda_1, \dots, \lambda_{12}, \gamma_1, \gamma_2, A_1, A_0$ та є функціями від $R_{bt}, E_b, m, t, b, I_{con}$ [5]. Крім того, параметр A_0 залежить від кута повороту нейтральної вісі φ_1 стрижневого залізобетонного елемента (рис. 1), а параметр η_{15} – від нової константи бетону ξ_{bu} .

Залежність (10) дозволяє знайти дотичні напруження в зоні, що безпосередньо прилягає до тріщини. Саме тут, як показують експериментальні [7; 8; 9] та чисельні [7; 10] дослідження, відбувається різке збурювання дотичних напружень, що супроводжується їхнім стрибкоподібним збільшенням та зміною знака. При цьому змінюють знак і нормальні напруги в бетоні (з розтягуючих вони перетворюються у стискаючі), що також підтверджується в експериментах [8; 9] та в дослідах авторів [11].

У роботі [8] є припущення, що причиною такої зміни напружено-деформованого стану є усадка бетону. Однак досліди [9; 12] цього не підтверджують. Причина полягає в тому, що після утворення тріщин суцільність бетону порушується і його деформування вже не підкорюється законам суцільного тіла. У зонах, які прилягають до тріщин, виникає концентрація деформацій, що перенасичує «потребу системи», яка складається з бетонних блоків та арматури при заданій статичній схемі, у деформаціях. Отже, у тріщинах виникає додатковий деформаційний вплив, що і викликає помічений у дослідах ефект. Задаючи такий деформаційний вплив у чисельних експериментах, отримано картину напружено-деформованого стану, аналогічну тій, що одержана у дослідах [5; 7; 10; 11].

Таким чином, причиною збурювання напружено-деформованого стану у зонах, що прилягають до тріщин, є додатковий деформаційний вплив, який необхідно враховувати у розрахунку. При цьому виявлений зв'язок складових напружено-деформованого стану в зоні збурювання з питомою енергією утворення нових поверхонь тріщини, що звільнюється в зоні попереднього руйнування.

У результаті отримано нове розв'язання задачі про напружено-деформований стан залізобетонного елемента в зоні, що безпосередньо прилягає до тріщини. Невідомі параметри $M_{con}, h_{crc}, t, \Delta T$ визначаються відповідно з рівнянь (1), (2), (3), (10).

Особливістю двоконсольної схеми для залізобетонного елемента, що згинається, з багато-ярусною арматурою (рис. 4) є те, що проведені при цьому перетини послідовно відокремлюють кожен ярус арматури.

Спочатку в двоконсольний елемент включаються тільки ΔT_3 та $\sigma_{bt,3}$ (рис. 4, б). Потім проводять наступний перетин по поверхні зчеплення другого ярусу (рис. 4, в). Нарешті, процедура повторюється для першого ярусу (рис. 4, з). Таких перетинів можна провести стільки, скільки є ярусів арматури. При цьому, щоразу опускаючись на ярус нижче, ми вже маємо у своєму розпорядженні зусилля ΔT_i та $\sigma_{bt,i}$ у консолі, виділеній попереднім перетином. Кожен ярус арматури може проходити і під кутом до тріщини, не рівним $\pi/2$. У цьому випадку розглядають ті ж консолі (рис. 4), але зусилля ΔT_i , $N_{s,i}$ та $N_{s,i}(t_i)$ прикладають до них під кутом.

Виділення двоконсольної схеми для розтягнутого залізобетонного елемента показано на рис. 5, де двоконсольні схеми, що виділяють, заштриховані. На рис. 5, б, з показано розрахункові схеми двоконсольних елементів. Через їхню симетрію виділено лише одну консоль (друга консоль показано штриховою лінією). Основна особливість її полягає в тому, що тріщина перетинає весь поперечний переріз елемента. При цьому податливість консолі вже постійна та не залежить від h_{crc} , тому похідна dC/dh_{crc} дорівнює нулю. З огляду на те, що поверхнева енергія у вершині тріщини ξ_{bu} є функцією від C' (див. рівняння (8)), то і ξ_{bu} дорівнює нулю. Тому в рівнянні (10) ξ_{bu} має дорівнювати нулю.

У випадку багатоярусної арматури (сітчастого армування) для розтягнутого залізобетонного елемента виділення двоконсольних елементів показано на рис. 6. Консолі закріплюються (точка відносного відліку) у точці максимального розкриття тріщини, що визначається за епюрою максимальних зусиль, які розтягують. Послідовно розглядаючи перетини з двома невідомими ΔT_i та $\sigma'_{bt,i}$, визначають усі невідомі зусилля в двоконсольному елементі, що прилягає до тріщини. Таким способом можна побудувати епюру зусиль у перетині, що розташований в околі тріщини.

Двоконсольний елемент можна поширити і на розрахунок стиснутого залізобетонного елемента (рис. 7). У цьому випадку особливість визначення переміщення w пов'язана з позадочно-поперечним вигином виділеної консолі (рис. 7, б). Відповідно до досліджень [13] додатковий прогин від сили S може бути поданий у вигляді:

$$y - w = \Delta \sin \frac{\pi z}{l},$$

тоді

$$y = \frac{w}{1 - \frac{S}{P_u}},$$

де w – переміщення від дії тільки поперечного навантаження; P_u – критична сила.

Розглянута двоконсольна схема (рис. 7), наочно демонструє необхідність установа арматури в напрямку, перпендикулярному дії стискаючого зусилля.

Розв'язання поставленої задачі дозволяє, навіть залишаючись у рамках традиційної моделі В.І. Мурашева, помітно уточнити основні параметри залізобетону ψ_s , a_{crc} , h_{crc} , l_{crc} та пояснити часто помічені в експериментах явища, які відбуваються при опорі залізобетону силовим та деформаційним впливам, що не можуть бути пояснені з позицій відомої дотепер теорії. До таких явищ відносяться, наприклад, максимальні піки деформацій розтягнутої арматури не в місці перетинання її тріщиною, а в сусідніх перетинах, що прилягають до тріщини, різкий стрибок дотичних напружень поблизу розтягнутої арматури залізобетонного елемента, який згинається, у перерізах, що прилягають до тріщини, сама форма тріщини з максимальним розкриттям не на нижній грані елемента, що згинається, а на деякій відстані над розтягнутою арматурою тощо.

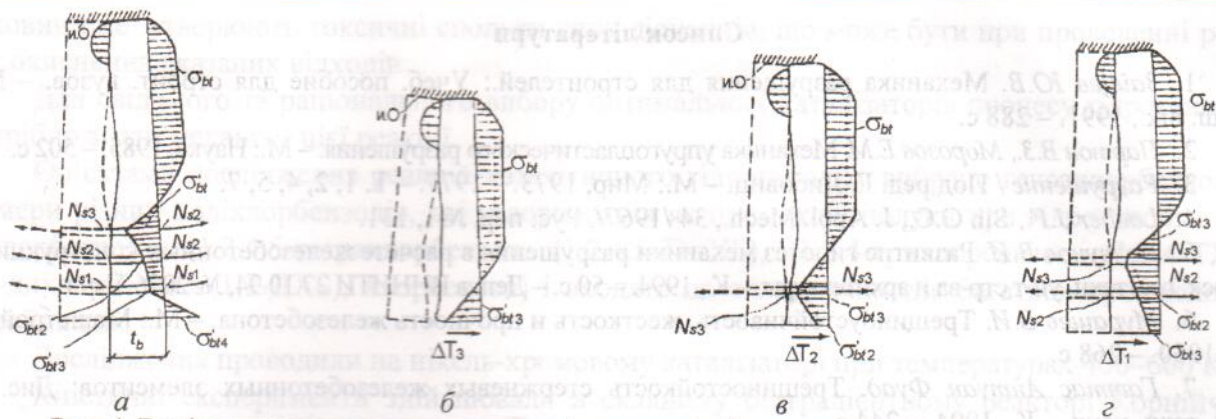


Рис. 4. Виділення двоконсольних елементів для залізобетонного стрижня, що згинається, з багатоярусною арматурою:
 а – виділення двоконсольних елементів; б, в, г – двоконсольний елемент для розрахунку третього, другого та першого ярусу відповідно

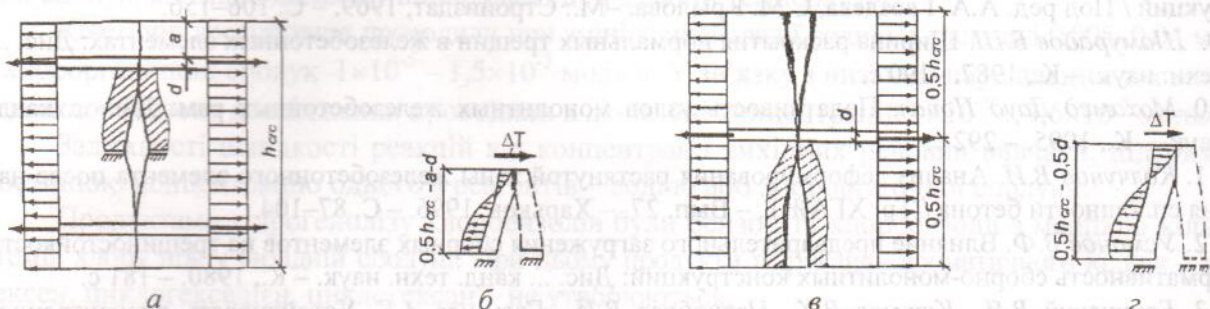


Рис. 5. Виділення двоконсольного елемента для розтягнутого залізобетонного стрижня:
 а, б – при багатоярусному армуванні; в, г – при однорядному армуванні

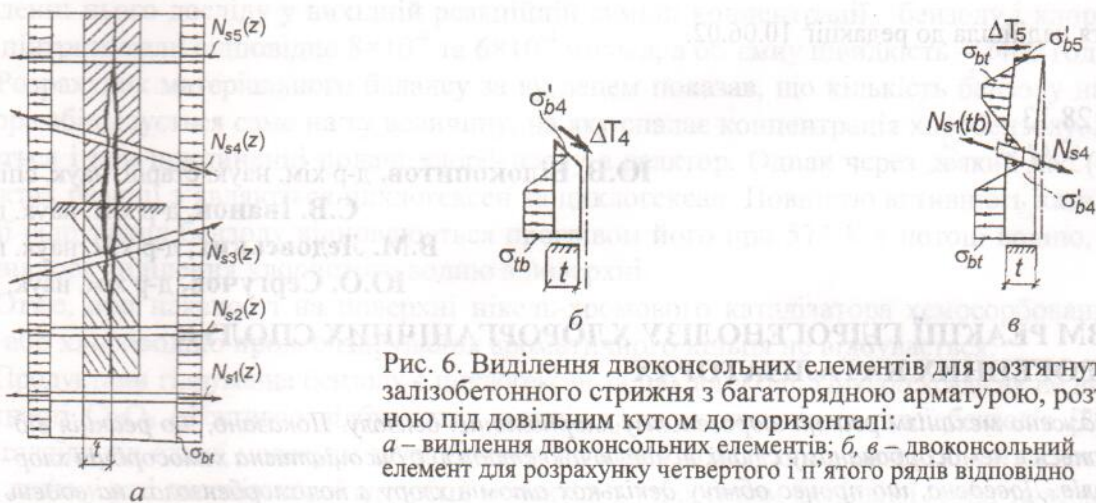


Рис. 6. Виділення двоконсольних елементів для розтягнутого залізобетонного стрижня з багатоярусною арматурою, розташованою під довільним кутом до горизонталі:
 а – виділення двоконсольних елементів; б, в – двоконсольний елемент для розрахунку четвертого і п'ятого рядів відповідно

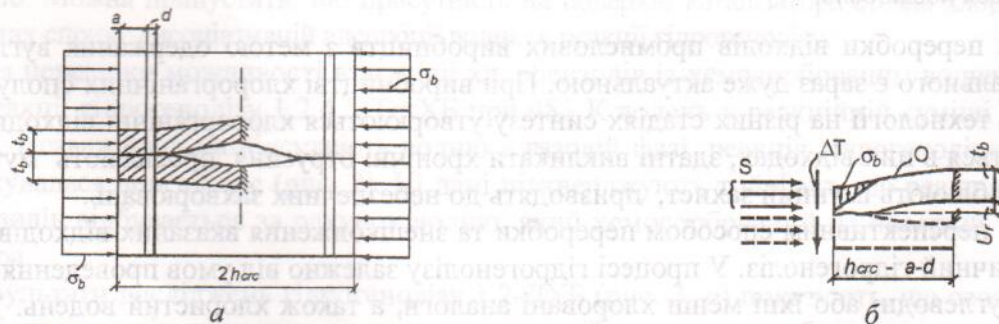


Рис. 7. Виділення двоконсольного елемента для стиснутого залізобетонного стрижня:
 а – виділення двоконсольного елемента; б – особливості зусиль та переміщень у двоконсольному елементі, зображеному у вигляді стиснуто-зигнутого стрижня

Список літератури

1. Зайцев Ю.В. Механика разрушения для строителей.: Учеб. пособие для строит. вузов. – М.: Высш. шк., 1991. – 288 с.
2. Партон В.З., Морозов Е.М. Механика упругопластического разрушения. – М.: Наука, 1985. – 502 с.
3. Разрушение / Под ред. Г. Либовиц. – М.: Мир, 1973. – 1977. – Т. 1, 2, 4, 5, 7.
4. Loeber J.F., Sih G.C., J. Appl. Mech., 34 /1967/. Рус. пер. №1, 131.
5. Колчунов В.И. Развитие гипотез механики разрушения в расчете железобетонных конструкций / Киевск. гос. техн. ун-т стр-ва и архитектуры. – К., 1994. – 50 с. – Деп. в ВИНТИ 27.10.94, № 2076-Ук94.
6. Мурашев В.И. Трещиностойчивость, жесткость и прочность железобетона. – М.: Машстройиздат, 1950. – 268 с.
7. Гаттас Антуан Фуад. Трещиностойкость стержневых железобетонных элементов: Дис. ... канд. техн. наук. – К., 1994. – 244 с.
8. Немировский Я.М., Кочетков О.И. Влияние работы растянутой и сжатой зон бетона на деформации обычных изгибаемых железобетонных элементов после возникновения в них трещин // Особенности деформаций бетона и железобетона и использование ЭВМ для оценки их влияния на поведение конструкций / Под ред. А.А. Гвоздева, С.М. Крылова. – М.: Стройиздат, 1969. – С. 106–156.
9. Шамуратов Б.Ш. Ширина раскрытия нормальных трещин в железобетонных элементах: Дис. ... канд. техн. наук. – К., 1987. – 190 с.
10. Мохамед Дауд Попал. Податливость узлов монолитных железобетонных рам: Дис. ... канд. техн. наук. – К., 1995. – 292 с.
11. Колчунов В.И. Анализ деформирования растянутой зоны железобетонного элемента после нарушения сплошности бетона // Тр. ХГАЖТ. – Вып. 27. – Харьков, 1996. – С. 87–104.
12. Усманов В.Ф. Влияние предварительного нагружения сборных элементов на трещиностойкость и деформативность сборно-монолитных конструкций: Дис. ... канд. техн. наук. – К., 1980. – 181 с.
13. Бачинский В.Я., Каюмов Р.Х., Чернобаев В.И., Гольшев А.Б. Устойчивость внецентренно-сжатых железобетонных стержней, упруго заземленных по концам // Строительные конструкции. – Вып. XIX. – К., 1972. – С. 14–19.

Стаття надійшла до редакції 10.06.02.

УДК 541.128.13

ББК 544.3

Ю.В. Білокопитов, д-р хім. наук. старш. наук. співроб.,
С.В. Іванов, д-р хім. наук. проф.,
В.М. Ледовських, д-р хім. наук. проф.,
Ю.О. Сергучов, д-р хім. наук. проф.

МЕХАНІЗМ РЕАКЦІЇ ГІДРОГЕНОЛІЗУ ХЛОРОРГАНІЧНИХ СПОЛУК НА ГЕТЕРОГЕННИХ КАТАЛІЗАТОРАХ

Досліджено механізм реакції гідрогенолізу хлорпохідних бензолу. Показано, що реакція відбувається в хемосорбованому стані, лімітуючою стадією є дисоціативна хемосорбція хлорбензолів. Доведено, що процес обміну декількох атомів хлору в поліхлорбензолах на водень здійснюється послідовно.

Проблема переробки відходів промислових виробництв з метою одержання вуглецевих матеріалів та пального є зараз дуже актуальною. При виробництві хлорорганічних сполук через недосконалість технології на різних стадіях синтезу утворюються хлорорганічні відходи. Речовини, що містяться в цих відходах, здатні викликати хронічні отруєння, проявляють мутагенну активність, ослаблюють імунний захист, призводять до небезпечних захворювань.

Найбільш перспективним способом переробки та знешкодження вказаних відходів є газофазний каталітичний гідрогеноліз. У процесі гідрогенолізу залежно від умов проведення реакції утворюються вуглеводні або їхні менш хлоровані аналоги, а також хлористий водень. Указані продукти реакції легко розділяються і в подальшому можуть знайти використання як пальне або перероблятися в корисні сполуки. Важливим є те, що в процесі гідрогенолізу хлорорганічні