

УДК 624. 012

ВПЛИВ НИЗХІДНОЇ ВІТКИ ДІАГРАМИ ДЕФОРМУВАННЯ СТАЛЕФІБРОБЕТОНУ ЗА РОЗТЯГУ НА НЕСУЧУ ЗДАТНІСТЬ БАЛОК

В. Білозір, к.т.н.

Львівський національний аграрний університет

Постановка проблеми. Методика розрахунку несучої здатності сталевібробетонних згинальних елементів [1; 2] є недосконалою, оскільки передбачає для стадії граничної рівноваги використання прямокутних епюр напружень сталевібробетону як у стиснутій, так і в розтягнутій зоні за аналогією з армоцементом. Дослідження, проведені останнім часом, показали, що такий підхід недостатньо обґрунтований і може призвести до того, що конструкції, розраховані за нормами [1; 2], не відповідатимуть вимогам надійності. Отже, вдосконалення методики розрахунку сталевібробетонних згинальних елементів є проблемою, яка потребує нагального вирішення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У праці [3] пропонується використовувати параболічно-лінійну діаграму деформування сталевібробетону при стиску. Діаграма при розтягу запропонована у вигляді параболи на висхідній вітці й гіперболи або білінійної функції – на низхідній. Експериментально отриманих результатів щодо діаграм у роботі [3] не подано.

Спеціалісти Німецького комітету з бетону пропонують ідеалізовану діаграму під час розтягу сталевібробетону приймати трилінійною [4]. Висхідна вітка цієї діаграми продовжується горизонтальною прямою до деформацій, які дорівнюють $\varepsilon_{fct} = 3,5 \cdot 10^{-3}$, додільна вітка закінчується за деформацій $\varepsilon_{fctu} = 25 \cdot 10^{-3}$.

У праці [5] використані діаграми за розтягу і стиску у вигляді нелінійних функцій без низхідних віток.

Отже, існує низка пропозицій щодо опису ідеалізованих діаграм, параметри яких поки що не мають достатнього експериментального обґрунтування. Діаграми деформування доцільно використовувати лише для стадії руйнування, тому його критеріями є досягнення граничних деформацій у бетоні чи арматурі [3–5]. У зазначених працях не розглядався такий критерій, як максимальне значення несучої здатності на діаграмі «згинальний момент – кривизна», який означає втрату рівноваги зусиль у розтягнутій та стиснутій зонах.

У праці [6] розроблений математичний апарат деформаційного методу, який передбачає використання ідеалізованих діаграм деформування сталевібробетону (рис. 1).

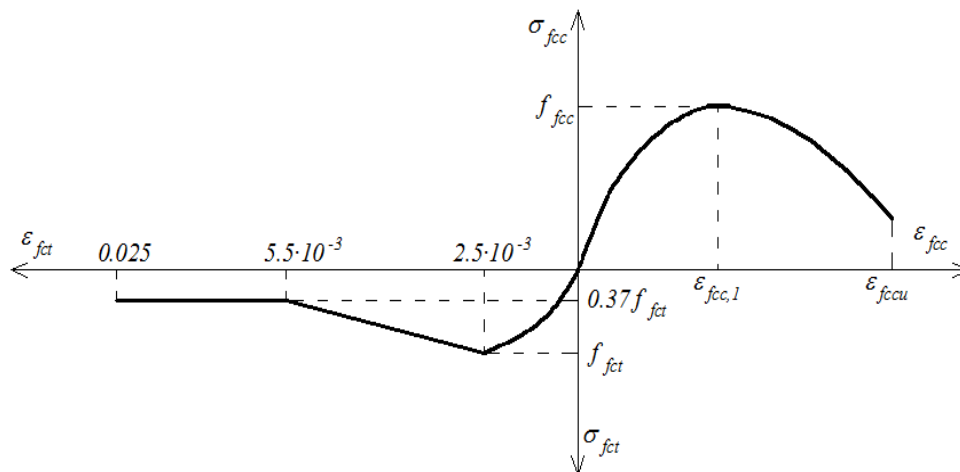


Рис. 1. Ідеалізовані діаграми деформування сталевібробетону на фібрі з листа за стиску та розтягу.

Результати розрахунків згинальних елементів засвідчили, що на стадії граничної рівноваги на рівні крайніх стиснутих волокон досягалися деформації 0,0026...0,0028, незалежно від міцності бетону-матриці і вмісту фібрової арматури.

Постановка завдання. Завдання нашого дослідження – з’ясувати вплив низхідної вітки діаграми деформування за розтягу на несучу здатність балкових сталевібробетонних елементів [6] за умови, що напруженням $0,37f_{fct}$ відповідатимуть деформації 0,0055; 0,004 і 0,003, оскільки швидкість падіння напружень на низхідній вітці суттєво залежить від жорсткості випробувальної установки.

Виклад основного матеріалу. У праці [6] низхідна вітка діаграми деформування за розтягу (рис. 1) описана рівнянням прямої:

$$\sigma_{fct} = f_{fct} (1,525 - 210\varepsilon_{fct}). \quad (1)$$

Якщо напруженням $0,37f_{fct}$ відповідатимуть деформації 0,004, то рівняння низхідної вітки набуде вигляду:

$$\sigma_{fct} = f_{fct} (2,05 - 420\varepsilon_{fct}), \quad (2)$$

а якщо цим напруженням відповідатимуть деформації 0,003, то:

$$\sigma_{fct} = f_{fct} (4,15 - 1200\varepsilon_{fct}). \quad (3)$$

Зусилля N_{t2} (рис. 2) залежатимуть від рівнянь (1) – (3).

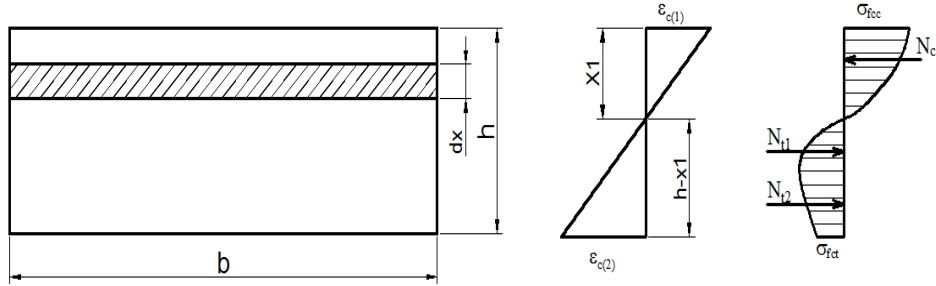


Рис. 2. Епюра деформацій та напружень поперечного перерізу згинального сталевібробетонного елемента.

У праці [6] показано, що за напружень, які дорівнюють $0,37f_{fct}$ і відповідних деформацій $0,0055$, зусилля N_{t2} і момент відносно нейтральної осі становлять:

$$N_{t2} = f_{fct}bh(1,525 \frac{\varepsilon_{c(2)} - 0,0025}{\varepsilon_{c(1)} + \varepsilon_{c(2)}} - 105 \frac{\varepsilon_{c(2)}^2 - 0,0025^2}{\varepsilon_{c(1)} + \varepsilon_{c(2)}}), \quad (4)$$

$$M_{t2} = \frac{f_{fct}bh^2(0,7625(\varepsilon_{c(2)}^2 - 0,0025^2) - 70(\varepsilon_{c(2)}^3 - 0,0025^3))}{(\varepsilon_{c(1)} + \varepsilon_{c(2)})^2}$$

5)

Якщо напруженням $0,37f_{fct}$ відповідатимуть деформації $0,004$, то ці рівняння набудуть вигляду:

$$N_{t2} = f_{fct}bh(2,05 \frac{\varepsilon_{c(2)} - 0,0025}{\varepsilon_{c(1)} + \varepsilon_{c(2)}} - 210 \frac{\varepsilon_{c(2)}^2 - 0,0025^2}{\varepsilon_{c(1)} + \varepsilon_{c(2)}}), \quad (6)$$

$$M_{t2} = \frac{f_{fct}bh^2(1,025(\varepsilon_{c(2)}^2 - 0,0025^2) - 140(\varepsilon_{c(2)}^3 - 0,0025^3))}{(\varepsilon_{c(1)} + \varepsilon_{c(2)})^2}. \quad (7)$$

Якщо напруженням $0,37f_{fct}$ відповідатимуть деформації $0,003$, то ці рівняння матимуть вигляд:

$$N_{t2} = f_{fct}bh(4,15 \frac{\varepsilon_{c(2)} - 0,0025}{\varepsilon_{c(1)} + \varepsilon_{c(2)}} - 630 \frac{\varepsilon_{c(2)}^2 - 0,0025^2}{\varepsilon_{c(1)} + \varepsilon_{c(2)}}), \quad (8)$$

$$M_{l2} = \frac{f_{ct} b h^2 (2,075(\varepsilon_{c(2)}^2 - 0,0025^2) - 420(\varepsilon_{c(2)}^3 - 0,0025^3))}{(\varepsilon_{c(1)} + \varepsilon_{c(2)})^2}. \quad (9)$$

Несучу здатність взірців поперечним перерізом 30х200 мм, армованих фіброю з відсотком армування 0,7 і 1,25 за об'ємом, виготовлених на базі дрібнозернистого бетону класу С25/30, визначали як максимум на графіку «момент – кривизна» (див. табл.).

Таблиця

Розрахункова несуча здатність взірців за різних деформацій ε_{fct} сталевібробетону, які відповідають рівню напружень $0,37f_{ct}$

$\mu_{fv}, \%$	Максимальне значення згинального моменту, кН·см		
	$\varepsilon_{fct} = 0,003$	$\varepsilon_{fct} = 0,004$	$\varepsilon_{fct} = 0,0055$
0,7	90,358	91,731	93,305
1,25	101,593	103,413	105,215

Необхідно зазначити, що розрахункова несуча здатність без урахування низхідної вітки за граничних деформацій крайніх розтягнутих волокон, які дорівнюють 0,0025, склала 89,613 кН·см ($\mu_{fv} = 0,7\%$) і 100,988 кН·см ($\mu_{fv} = 1,25\%$), що менше, ніж подані вище результати, на 4%.

Висновки. Для згинальних сталевібробетонних елементів не виявлено суттєвого впливу низхідної вітки діаграми деформування матеріалу за розтягу на їх несучу здатність.

Потрібно додатково дослідити вплив низхідної вітки деформування сталевібробетону за розтягу на несучу здатність комбіновано армованих згинальних елементів.

Бібліографічний список

1. Конструкції будинків і споруд. Настанова з проектування та виготовлення сталевібробетонних конструкцій : ДСТУ-Н Б В.2.6-78: 2009. – Введ. в дію 01.01.2010. – К. : Мінрегіонбуд України, 2009. – 43 с.
2. Сталевібробетонные конструкции : СП 52-104-2006: Введ. в действие 01.09.2006. – М. : ФГУП «НИИ «Строительство», 2007. – 73 с.
3. Рак Н. А. Методика расчета сталевібробетонных конструкций с использованием диаграмм деформирования сталевібробетона и стержневой арматуры [Электронный ресурс] / Н. А. Рак // Проблемы современного бетона и железобетона : материалы третьего Междунар. симпозиума. – Минск : 9-11.11.2011. – Режим доступа : <http://www.belniis.by>. – 6 с.
4. Zilch K. Die DafStb- Richtlinie Stahlfaserbeton. – Concrete Solutions 54. Betontage. [Electronic resource] / K. Zilch, J. Lingemann // 09-11 Februar 2011, Neu-Ulm. – Mode of access : – <http://www.mb.bv.tum.de>. – 13 s.
5. Бабич Є. М. Робота і розрахунок згинальних сталевібробетонних елементів / Є. М. Бабич, С. Я. Дробишинець. – Луцьк : ЛНТУ, 2012. – 194 с.

6. Kinash R. Deformational calculation method of bearing capability of fiber-concrete steel bending elements / R. Kinash, V. Bilozir // Technical Transactions: Architecture. – 2014. – I. 8-A (15), № 111. – P. 49–58.

Білозір В. Вплив низхідної вітки діаграми деформування сталевібробетону за розтягу на несучу здатність балок

Використаний деформаційний метод розрахунку сталевібробетонних балок. Виявлений слабкий вплив кута нахилу низхідної вітки діаграми деформування сталевібробетону за розтягу на несучу здатність балок.

Ключові слова: балки, сталевібробетон, діаграма, несуча здатність.

Bilozir V. Influence of descending branch of diagram of deformation of steel fibre concrete at tension on bearing strength of beams

The deformation method of calculation of steel fibre concrete beams is utilized. Found out weak influence of angle of slope of descending branch of diagram of deformation of steel fibre concrete at tension on bearing strength of beams.

Key words: beams, steel fibre concrete, diagram, bearing ability.

Билозир В. Влияние нисходящей ветки диаграммы деформирования сталевібробетона при растяжении на несущую способность балок

Использован деформационный метод расчета сталевібробетонных балок. Обнаружено слабое влияние угла наклона нисходящей ветки диаграммы деформирования сталевібробетона при растяжении на несущую способность балок.

Ключевые слова: балки, сталевібробетон, диаграмма, несущая способность.