

Володимир Кияшко

ФІБРА ДЛЯ АРМУВАННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БУДІВЕЛЬНИХ ВИРОБІВ

У статті наведений аналіз сучасних конструктивних рішень сталевих фібр для армування залізобетонних виробів. Запропонована нова конструкція фібри, використання якої дозволяє здійснювати її орієнтацію в умовах дії гравітаційного та вібраційного поля.

В статье приведен анализ современных конструктивных решений стальных фибр для армирования железобетонных изделий. Предложена новая конструкция фибры, использование которой позволяет осуществлять ее ориентацию в условиях действия гравитационного и вибрационного полей.

In the article we analyze the new constructive decisions of steel fibre for concrete products hardening. A new construction of fiber is proposed, the usage of this construction allows to carry out its orientation under the conditions of gravitational and vibratory fields.

Ключові слова: залізобетон, армування, сталева фібра, зчеплення з бетоном, фіксований центр тяжіння.

Як відомо, сутність залізобетону як штучного комплексного матеріалу, полягає в тому, що в місцях появи внутрішніх розтягувальних зусиль від дії різноманітних зовнішніх впливів, розміщується сталева арматура, яка сумісно з розтягнутим бетоном сприймає розтягувальні зусилля [1]. Але сумісна робота бетону і сталеві арматури обмежується появою нормальних чи похилих тріщин, а їх появі чередує утворення мікротріщин, природа яких полягає в фізико-механічних властивостях бетону як матеріалу.

Робоча арматура в залізобетонних виробках окрім своєї основної функції – сприйняття розтягувальних зусиль підвищує і тріщиностійкість елементів (в порівнянні з бетонними), але в зв'язку з тим, що вона розміщується (в основному) максимально наближено до найбільш розтягнутого фібрового волокна розрахункового поперечного перетину, то стримувати появу мікротріщин в середній частині розтягнутої зони (за межами зони передачі напружень зчеплення арматури з бетоном) вона не може. Розміщення стержнів сталеві арматури по всій висоті розтягнутої зони нераціональне. Одним із рішень, що дає можливість підвищити тріщиностійкість перетинів елементів, які згинають, за рахунок збільшення міцності бетонів на розтяг, зниження їх усадки та повзучості є використання (поряд із звичайним армуванням) як арматуру сталевих (або отриманих із синтетичних волокон, тривких до лужного середовища) стержнів (фібр) різноманітного конструктивного рішення довжиною 1 – 10 мм ÷ 150 (160) мм і товщиною (діаметром) – 0,5 мм ÷ 1,2 мм (рис.1).

При цьому (як свідчить досвід) слід використовувати дрібнозернистий бетон з крупним наповнювачем розміром не більше 5 мм. Роздільна технологія бетонування

© Кияшко В. Т., 2013

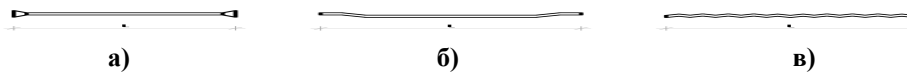


Рис. 1. Фібри із маловуглецевої сталі:
а) із сплюсненими кінцями; б) з загнутими кінцями; в) хвилеподібна

виробів дозволяє частину елемента виготовляти із звичайного бетону, а проблемні зони – із фіброзалізобетону. Використання фібр типу «Стігма» (Росія), «Харекс» (Германія), «Драмікс» (Бельгія) і т.д. призводить до збільшення міцності фібробетону (в порівнянні із звичайним бетоном) в 2 рази, ударної міцності – 10 разів, морозостійкості – 1,5÷2 рази і т.д. В Японії ще в 1981 році було виготовлено близько 3 тис. тон сталевих фібри, із яких 500 т – із нержавіючої сталі.

Досвід виготовлення та використання фібр в Україні практично відсутній, за винятком виготовлення та продажу фібр закордонного виробництва. Відповідно до цього вітчизняні сучасні норми проектування бетонних та залізобетонних конструктивних елементів на вироби із сталевібробетону не поширюються.

Пропозицій по вдосконаленню конструктивного рішення також недостатньо. Серед існуючих слід виділити фібру, представлену в [4], яка по своїй суті є комбінацією рішень, представлених рис. 1 – хвилеподібна із сплюсненими кінцями. Оскільки фібра являє собою арматурний елемент, який повинен бути надійно заанкерений в бетоні, то представлене в [4] конструктивне рішення не є досконалим, оскільки надійна анкерівка на $\frac{3}{4}$ залежить від зчеплення стержня з бетонною масою [1]. В зв'язку з цим рішення, представлене в [5] є більш вдалим, оскільки відгинання кінцевих ділянок дроту (фібри) в різних площинах забезпечує максимальну анкерівку.

При цьому одним загальним недоліком всіх представлених вище конструктивних рішень фібр є нерегульоване хаотичне їх розміщення в бетонній суміші і відповідно неефективна робота по сприйняттю головних розтягувальних зусиль. В реальних умовах повздовжня вісь фібри повинна бути паралельна площині дії розтягувальних зусиль.

Розглядаючи бетон як уявне суцільне середовище в якому є мінімум три речовини, що мають масу – крупний наповнювач, фібра та розчин, що їх оточує, можна припустити, що в результаті дії гравітаційних та вібраційних впливів вказані речовини виконують переміщення в напрямку дії цих впливів на відстань, що прямо пропорціонально залежить від їх маси [2, 3]. Оскільки крупний наповнювач та фібри переміщується в одному середовищі, то розчинну частину бетону у подальшому можна прийняти як сталу величину і на цей момент не враховувати. При цьому крупний наповнювач допустимо розглядати як матеріальну точку з певною масою, а фібру, в зв'язку з її лінійністю – як ряд матеріальних точок. Переміщення (орієнтація точок в просторі) здійснюється за рахунок збалансованості чи незбалансованості їх мас. В зв'язку з цим можна зробити висновок, що рівнорозмірне переміщення в гравітаційному та вібраційному полях крупного наповнювача та фібри можливе внаслідок: а) рівнозначності їх мас; б) наявності одного єдиного наперед зафіксованого центра маси фібри. При розміщенні центра маси фібри в геометричній середині її довжини, вона переміщується в просторі таким чином, що її повздовжня вісь направлена перпендикулярно напрямку дії впливу віброзбудника, а при зміщенні центру маси ближче до кінців переміщення відбувається під певним кутом. Такий ефект можна використати для практичних цілей. Наприклад, для елементів, що згинають, в зоні частого згину слід використовувати фібри з центром маси

в геометричній середині, а в приопорних зонах – із зміщеним центром тяжіння, для того, щоб фібри розміщувались приблизно під прямим кутом до напрямку появи похилої тріщини.

Враховуючи вище сказане можна зробити висновок, що фібри для армування будівельних виробів повинні мати фіксований центр тяжіння і максимальне значення зусиль зачеплення з бетоном. Зусилля склеювання та тертя в цих випадках занадто малі в зв'язку з незначними розмірами фібр і їх можна не брати до уваги.

Таким чином, сталеві фібри, що задовольняє наведеним вище умовам, може мати конструктивне рішення, подане на рис. 2.

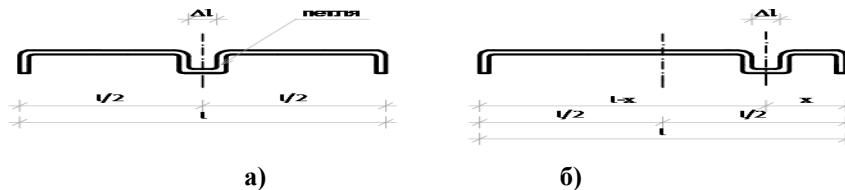


Рис. 2. Фібра з фіксованим центром тяжіння:

а) петля в геометричній середині довжини; б) петля, зміщена від геометричної середини

Кінцеві ділянки фібр відгинаються під кутом близько 90° і довжина відгинів повинна бути не менше 5 мм. Ширина петлі Δl може бути або мінімальною – з точки зору товщини робочого інструменту, який використовується для її виготовлення, або не менше максимального розміру гранул крупного наповнювача. Мінімальна робоча довжина фібри (l) залежить від площі поперечного перетину і її маси, яка повинна бути близько до середньої маси гранул крупного наповнювача.

Описане конструктивне рішення фібри дозволяє певним чином (ідеалізовано) здійснювати орієнтацію фібр в вертикальній площині відносно горизонтальної площини робочого органа віброзбудника. Але хаотичне розміщення фібр має місце і в горизонтальній площині. Орієнтацію фібр в таких умовах доцільно здійснювати з використанням постійного чи змінного магнітного поля. Для цього в залізобетонному виробі розміщуються вертикально з певним кроком хомути чи сітки, що мають певний заряд, а в проміжку між ними укладається фіробетон з фібрами, кінцеві ділянки яких мають протилежний заряд. В результаті дії всіх трьох полів положення в просторі сталевих фібр можна регулювати.

Технологія виготовлення фібр запропонованого конструктивного рішення включає три основні технологічні операції: 1 – різка (рубка) сталеві проволочки (чи іншого матеріалу) на стержні необхідної довжини; 2 – формування повздовжнього профілю методом безперервного гнуття; 3 – пакетування. При необхідності намагнічення кінців фібр цей процес здійснюється безпосередньо після виконання останньої операції.

ЛІТЕРАТУРА

1. Демидов Н. Н. и др. Строительные конструкции с элементами статки сооружений. –М.: Высш. шк., 1989. – 352 с.: ил.
2. Засельский В. И. Инерционные грохоты с неоднородными колебаниями: монография. Днепропетровск, «Пороги». – 2007. – 144 с.
3. Микула М. В. Міцність та механіка руйнування матеріалів: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. – Кривий Ріг: Мінерал, 2002 –148 с.
4. Кричевський С. О., Кричевська Т. О. Арматурний елемент для дисперсного армування бетону.: Патент України № 88917 опубл. 10.12.2009; Бюл. № 23, 2009 р.
5. Прикмета О. В. Спосіб виготовлення армуючого елемента для дисперсного армування бетону.: Патент України № 70690, опубл. 15.10.2004 р.; Бюл. № 10, 2004 р.