

плотнения бетонной смеси и бетона. Критерием для качественной и количественной оценки свойств предложенных металлических фильтрационных отверстий, определяющих эффективность процесса виброударно-импульсного уплотнения бетонной смеси, предложен коэффициент эффективного уплотнения (КЭУ), который показывает приближение значений $(V/C)_{\text{ост}}$ к значению $[V/C] = 0,25$.

1.Ахвердов И.Н. Железобетонные напорные центрифугированные трубы. – М. Стройиздат, 2007. – 164 с.

2.Брик А.Л. Исследование воздействия грунтовой среды на звенья круглых труб // тр. СПбУЖТ. – 1999. – Вып.343. – С.134-141.

3.Бондарь А.Г. Бетонные трубы ротационного осевого прессования // Будівництво України. – 2002. – №12. – С.15-17.

Получено 28.01.2010

УДК 624.012.04

П.О.СУНАК, А.В.ШОСТАК, С.В.СИНІЙ, О.П.СУНАК, кандидати техн. наук
Луцький національний технічний університет

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ПІДСИЛЕНИХ ШАРОМ СТАЛЕФІБРОБЕТОНУ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

Представлено один із способів підсилення залізобетонних елементів, які працюють на згинання, що полягає в нарощуванні розтягнутої грані елемента шаром сталевібробетону. Отримано залежності для детермінованого розрахунку міцності нормальних перерізів балки комплексного перерізу та до розрахунку балки на надійність за несучою здатністю нормальних перерізів.

Представлен один из способов усиления железобетонных элементов, которые работают на изгиб. Суть метода состоит в наращивании растянутой грани элемента слоем сталефибробетона. Получены зависимости для расчета прочности нормальных сечений балки комплексного сечения. Выполнен расчет балки на надежность.

On this work one method of reinforced concrete elements strengthening, which are working for bend, is presented. This method is consist of strengthening reinforced concrete elements by the layer of fibre reinforced concrete. The equations for calculation of beams and for the mark of beams reliability, is investigated.

Ключові слова: залізобетонні елементи, несуча здатність, сталевібробетон, розрахунок міцності, надійність.

При реконструкції будівель і споруд часто виникає потреба в підсиленні будівельних конструкцій. Розглянемо один із способів підсилення залізобетонних конструкцій і методику визначення надійності підсилених елементів.

Значний внесок в розробку методів теорії надійності будівельних конструкцій зробили А.Я.Барашиков, О.Р.Ржаніцин [1, 4] та ін.

З аналізу випливає, що надійність сталевібробетонних конструкцій до цього часу практично не розглянута. Отже, виникає багато питань як відносно надійності самих конструкцій, так і щодо надійності розрахункових формул.

Одним із способів підвищення несучої здатності залізобетонних елементів є включення в розтягнуту зону елемента шару сталевібробетону.

Сталевібробетон – композиційний матеріал, складається з матриці – дрібнозернистого бетону, і хаотично розташованих у просторі фібр – сталевих волокон [6]. Основна перевага сталевібробетону полягає в значному покращенні роботи бетонної матриці, армованої сталевими фібрами, при виникненні розтягувальних напружень [3]. Під час роботи матеріалу в пружній стадії сталеві волокна, маючи більший модуль пружності у порівнянні з бетоном, сприймають значну частину навантаження, частково розвантажуючи бетонну матрицю. В момент утворення і розкриття тріщин у бетоні сталеві фібри, перетинаючи мікротріщину, стримують її ріст, сприяючи більш повному перерозподілу зусиль по всьому об'єму елемента [2].

Найбільший ріст міцності спостерігається у елементів, що працюють на згинання, тому що у цьому випадку найбільш повно проявляється властивість матеріалу щодо перерозподілу напружень в об'ємі зразка.

Підвищення міцності нормальних перерізів залізобетонних балок, підсилених сталевібробетоном, спостерігається, головним чином, за рахунок здатності сталевібробетону при відносно великих деформаціях зберігати достатньо великий опір розтягуванню. Крім того, внаслідок підсилення розтягнутої грані залізобетонної балки сталевібробетоном збільшується висота перерізу елемента і зростає плече внутрішньої пари сил, що призводить до росту моменту, який сприймає комплексний переріз.

Для розрахунку міцності комплексного перерізу приймаємо методу СНиП [5], в якій додатково враховується робота сталевібробетону в стадії руйнування. Прийнята розрахункова схема (рис.1) для комплексного перерізу елемента, що працює на згинання, отримана за умови, що в момент руйнування елемента напруження в стиснутому бетоні, розтягнутій арматурі, а також у сталевібробетоні розтягнутої зони досягають граничних значень. Величину ξ_R в цьому випадку попередньо, до проведення спеціальних досліджень, можна визначити за залежністю

$$\xi_R = \frac{\omega}{1 + \frac{R_s}{\sigma_{sc,u}} \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)}; \quad (1)$$

$$\omega = 0,8 - 0,008R_b, \quad (2)$$

де $\sigma_{sc,u} = 500$ МПа – при $\gamma_{b2} = 0,9$; $\sigma_{sc,u} = 400$ МПа – при $\gamma_{b2} = 1,0$ або при $\gamma_{b2} = 1,1$; R_s , R_b – розрахункові опори відповідно арматури на розтяг і бетону на стиск.

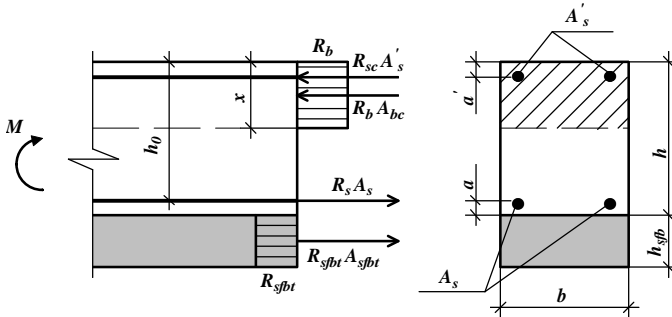


Рис.1 – До розрахунку на міцність балки комплексного поперечного перерізу

Умову міцності для перерізу залізобетонної балки, підсиленої сталевібробетоном, запишемо у вигляді:

$$M \leq R_b b x (h_0 - 0,5x) + R_{sc} A_s' (h_0 - a') + R_{sfbt} A_{sfbt} (0,5h_{sfb} + a), \quad (3)$$

де R_b – розрахунковий опір бетону на стиск; R_{sfbt} – розрахунковий опір сталевібробетону на розтяг; R_{sc} – розрахунковий опір стержньової арматури на стиск; b – ширина поперечного перерізу елемента; h_0 – робоча висота перерізу; A_s , A_s' – площі відповідно розтягнутої і стиснутої стержньової арматури; h_{sfb} – товщина шару сталевібробетону; a – товщина захисного шару бетону.

З умови рівності нулю суми проекцій всіх внутрішніх зусиль на вісь елемента визначають висоту стиснутої зони:

$$R_{sc} A_s' + R_b b x - R_s A_s - R_{sfbt} h_{sfb} b = 0; \quad (4)$$

$$x = \frac{R_s A_s + R_{sfbt} h_{sfb} b - R_{sc} A_s'}{R_b b}, \quad (5)$$

де R_s – розрахунковий опір стержньової арматури на розтяг.

У роботі [2] за вказаною методикою розрахунку було отримано розрахункові значення руйнівних моментів балок комплексного попе-

речного перерізу, підсилених торкретсталефібробетоном. Розходження експериментальних і теоретичних значень не перевищували 3-5%, що підтверджує достовірність прийнятої методики розрахунку.

Оцінку надійності проведемо методом статистичної лінеаризації. Як випадкові величини з нормальними законами розподілу ймовірностей приймаємо $R_b, R_{sfbt}, R_s, R_{sc}$. Надалі середні значення, дисперсії та стандарти випадкових величин позначаються значками “-”, “∩”, “^” відповідно.

Підставимо (5) в (4) і лінеаризуємо отриману функцію $M_u(R_b, R_{sfbt}, R_s, R_{sc})$. Розкладемо її в ряд Тейлора в точці m середніх випадкових аргументів $\bar{R}_b, \bar{R}_{sfbt}, \bar{R}_s, \bar{R}_{sc}$:

$$M_u = \bar{M}_u + \left(\frac{\partial M_u}{\partial R_s} \right)_m (R_s - \bar{R}_s) + \left(\frac{\partial M_u}{\partial R_{sc}} \right)_m (R_{sc} - \bar{R}_{sc}) + \left(\frac{\partial M_u}{\partial R_b} \right)_m (R_b - \bar{R}_b) + \left(\frac{\partial M_u}{\partial R_{sfbt}} \right)_m (R_{sfbt} - \bar{R}_{sfbt}), \quad (6)$$

де $\left(\frac{\partial M_u}{\partial R_s} \right)_m, \left(\frac{\partial M_u}{\partial R_{sc}} \right)_m, \left(\frac{\partial M_u}{\partial R_b} \right)_m, \left(\frac{\partial M_u}{\partial R_{sfbt}} \right)_m$ – значення похідних функції $M_u(R_s, R_{sc}, R_b, R_{sfbt})$ у точці m .

Середнє значення \bar{M}_u та дисперсія \bar{M}_u несучої здатності:

$$\bar{x} = \frac{\bar{R}_s A_s + \bar{R}_{sfbt} h_{sfbt} b - \bar{R}_{sc} A'_s}{\bar{R}_b b}; \quad (7)$$

$$\bar{M}_u = \bar{R}_b b \bar{x} (h_0 - 0,5\bar{x}) + \bar{R}_{sc} A'_s (h_0 - a') + \bar{R}_{sfbt} A_{sfbt} (0,5h_{sfbt} + a); \quad (8)$$

$$\bar{M}_u = \left(\frac{\partial M_u}{\partial R_s} \right)_m^2 \bar{R}_s + \left(\frac{\partial M_u}{\partial R_{sc}} \right)_m^2 \bar{R}_{sc} + \left(\frac{\partial M_u}{\partial R_b} \right)_m^2 \bar{R}_b + \left(\frac{\partial M_u}{\partial R_{sfbt}} \right)_m^2 \bar{R}_{sfbt}. \quad (9)$$

Значення похідних у точці m будуть:

$$\left(\frac{\partial M_u}{\partial R_s} \right)_m = A_s (h_0 - \bar{x}); \quad \left(\frac{\partial M_u}{\partial R_{sc}} \right)_m = A'_s (\bar{x} - a');$$

$$\left(\frac{\partial M_u}{\partial R_{sfbt}} \right)_m = A_{sfbt} (0,5h_{sfbt} + a) + h_{sfbt} (h_0 b - b\bar{x});$$

$$\left(\frac{\partial M_u}{\partial R_b} \right)_m = bh_0 \bar{x} - 0,5b\bar{x}^2 - \frac{\bar{R}_s A_s + \bar{R}_{sfbt} bh_{sfbt} - \bar{R}_{sc} A_s^\circ}{\bar{R}_b} (h_0 + \bar{x}). \quad (10)$$

Згідно з [1], середні значення випадкових величин визначаються за формулою

$$\bar{R} = \frac{R}{1 - v_R V}, \quad (11)$$

де R – нормативне або розрахункове значення величини; v_R – квантиль розподілу; V – коефіцієнт варіації.

Середні квадратичні відхилення (стандарти) випадкових величин визначаються за формулою $\hat{R} = V\bar{R}$. Дисперсія випадкової величини $\hat{R} = \hat{R}^2$. Оцінка надійності проводиться за формулою [4]

$$P(S > 0) = 0,5 + \Phi(\beta_s), \quad (12)$$

де $\Phi(\beta_s)$ – нормована функція розподілу Гауса (інтеграл Лапласа), тобто

$$\Phi(\beta_s) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{\beta_s} e^{-\frac{x^2}{2}} dx. \quad (13)$$

Характеристика безпеки

$$\beta_s = \frac{\bar{M}_u - \bar{M}}{\sqrt{\hat{M}_u + \hat{M}}}, \quad (14)$$

де \bar{M} , \hat{M} – середнє значення та дисперсія згинального моменту, що діє в поперечному перерізі елемента від зовнішнього навантаження; \bar{M}_u , \hat{M}_u – середнє значення та дисперсія несучої здатності елемента.

Якщо змінюваність навантаження мала порівняно із змінюваністю міцнісних характеристик матеріалів, то в (14) можна прийняти детерміноване значення згинального моменту M від зовнішнього навантаження. Тоді

$$\beta_s = \frac{\bar{M}_u - M}{\sqrt{\hat{M}_u}}. \quad (15)$$

Таким чином, на відміну від детермінованого розрахунку розрахунок на надійність враховує випадковий характер введених у розрахунок величин, що дозволяє проектувати конструкції із заданими показниками надійності та довговічності.

1. Барашков А.Я., Сирота М.Д. Надійність будівель і споруд. – К., 1998. – 204 с.

2. Кричевский С.А. Прочность, деформативность и трещиностойкость торкрет-сталефибробетонных покрытий железобетонных балок: Дисс. ... канд. техн. наук. – К., 1996. – 152 с.

3. Лысенко Е.Ф., Гетун Г.В. Проектирование сталефибробетонных конструкций. – К., 1989. – 184 с.

4.Ржаницын А.Р. Теория расчёта строительных конструкций на надёжность. – М.: Стройиздат, 1978. – 240 с.

5.СНиП 2.03.01-84. Бетонные и железобетонные конструкции / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1985. – 79 с.

6.Сунак О.П. Прочность, трещиностойкость и деформативность нормальных сечений изгибаемых комбинированно армированных сталефибробетонных элементов: Дисс. ... канд. техн. наук. – К., 1986. – 175 с.

Отримано 21.01.2010

УДК 624.012.4

В.В.ПУНАГИН, канд. техн. наук

*Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
им. академика В.Лазаряна*

ЛИТЫЕ БЕТОННЫЕ СМЕСИ ДЛЯ МОНОЛИТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Приведены результаты исследований, направленных на получение литых удобо-перекачиваемых мелкозернистых бетонных смесей с одновременным снижением водоцементного отношения, предназначенных для монолитного строительства, а также результаты экспериментов по определению реологических характеристик бетонных смесей различных составов. Показана возможность применения разработанных бетонных смесей для трубопроводного транспорта.

Наведено результати досліджень, спрямованих на одержання литих легкоперекачуваних дрібнозернистих бетонних сумішей з одночасним зниженням водоцементного відношення, призначених для монолітного будівництва, а також результати експериментів з визначення реологічних характеристик бетонних сумішей різних складів. Показана можливість застосування розроблених бетонних сумішей для трубопроводного транспорту.

Results of the researches, directed on obtaining cast of fine-grained concrete mixes with simultaneous decrease of the water/cement ratio, intended for monolithic construction, are presented. Results of experiments, to determine the rheological characteristics of concrete mixes of various structures, are provided. The possibility of application of the developed concrete mixes for pipeline transport is shown.

Ключевые слова: литые бетонные смеси, реологические характеристики, монолитное строительство, трубопроводный транспорт.

Развитие современного жилищного строительства, учитывая резкое удорожание и дефицитность земельных участков в крупных городах, направлено в сторону сооружения высотных зданий. Такая практика широко известна в городском строительстве цивилизованных стран. Экономика высотных жилищных зданий по сравнению с обычными имеет ряд важных преимуществ. Альтернативы такому развитию жилищного строительства в крупных городах Украины практически нет. Однако развитие нового для нас вида строительства требует особого подхода к выбору основного материала, создающего каркас и