

УДК 624.012.45

**І.Б. Корнесва***Одеська державна академія будівництва та архітектури***ПРОЕКТУВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК СТАЛЕФІБРОБЕТОННОЇ БАГАТОПУСТОТНОЇ ПЛИТИ ПЕРЕКРИТТЯ**

*Запропоновано конструкцію багатопустотної плити перекриття із застосуванням сталевібробетона. Плита має такі самі характеристики міцності, що і аналогічна серійна, але при цьому підвищена тріщиностійкість за рахунок введення в бетон сталевих фібр. Також це дозволяє зменшити витрати на виготовлення конструкції, ремонт і збільшити терміни експлуатації. З метою досягнення рівномірного розподілу фібри між порожнечами проєктованої плити та покращення якості ущільнення бетонної суміші прийнята модель із п'ятьма порожнечами.*

*При розрахунку сталевібробетонних конструкцій, що згинаються, доцільно враховувати роботу розтягнутої зони сталевібробетона, що дозволить зменшити площу перерізу робочої арматури без шкоди для несучої здатності конструкції.*

**Ключові слова:** *фібробетон, бетон, сталева фібра, панель перекриття, багатопустотна плита, армування.*

**И.Б. Корнеева****ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ СТАЛЕФИБРОБЕТОННОЙ МНОГОПУСТОТНОЙ ПЛИТЫ ПЕРЕКРЫТИЯ**

*Предложена конструкция многопустотной плиты перекрытия с применением сталевібробетона. Плита обладает теми же прочностными характеристиками, что и аналогичная серийная, но при этом повышена трещиностойкость за счет введения в бетон стальной фибры. Также это позволяет уменьшить затраты на изготовление конструкции, ремонт и увеличить сроки эксплуатации. С целью достижения равномерного распределения фибры в межпустотных пространствах проектируемой плиты и повышения качества уплотнения бетонной смеси принята модель с пятью пустотами.*

*При расчете изгибаемых сталевібробетонных конструкций целесообразно учитывать работу растянутой зоны сталевібробетона, что позволит уменьшить площадь сечения рабочей арматуры без ущерба для несущей способности конструкции.*

**Ключевые слова:** *фібробетон, бетон, стальная фибра, панель перекриття, многопустотная плита, армирование.*

**I.B. Korneieva****DESIGN AND CALCULATION MULTIHOLLOW SLAB OF OVERLAP STEEL FIBER CONCRETE**

*The construction of a hollow-core slab with the use of steel-fiber-reinforced concrete is proposed. The plate has the same strength characteristics as the same serial, but the crack resistance is increased due to the introduction of steel fiber into the concrete. Also it allows to reduce expenses for manufacturing of a design, repair and to increase terms of operation. In order to achieve an even distribution of fiber in the interstice spaces of the designed plate and to improve the quality of compaction of the concrete mix, a model with five voids is adopted.*

*When calculating bent steel-fiber-concrete structures it is advisable to take into account the work of the stretched zone of steel-fiber-concrete, which will allow reducing the cross-sectional area of the working reinforcement without damaging the bearing capacity of the structure.*

**Keywords:** *fiber-reinforced concrete, concrete, steel fiber, overlap panel, hollow core, reinforcement.*

**Постановка проблеми.** Результати досліджень фахівців в області залізобетону у нас та за кордоном показали, що додавання в бетон сталевих фібрових волокон дозволяє створити новий матеріал, який має властивості композиту [1, 2]. Таким чином, сталевібробетон — матеріал, що складається з бетонної матриці, армованої хаотично розташованими сталевими волокнами. Бетонна матриця зазвичай — це дрібнозернистий бетон (при необхідності та обґрунтуванні з додаванням крупного заповнювача), в якому довільно або із заданою орієнтацією розміщена сталева фібра. Даний композит складається як мінімум з двох різнорідних матеріалів з чіткою межею поділу бетону і сталі, на межі поділу формується міжфазовий шар, що володіє властивостями, притаманними тільки йому, утворюється об'ємним поєднанням матеріалів і його властивості істотно відрізняються від властивостей компонентів.

Область застосування сталевібробетону досить широка. Це будівництво монолітних і збірних покриттів доріг, злітно-посадочних смуг аеродромів, виготовлення постійного і тимчасового оброблення склепін тунелів, елементів мостових конструкцій, фундаментів під обладнання ударної та динамічної дії, конструкцій збірного залізобетону.

Ефективність застосування сталевібробетону в будівельних конструкціях може досягатися за рахунок зниження трудовитрат на арматурні роботи, суміщення технологічних операцій при приготуванні, армування, укладання та ущільнення суміші, а також за рахунок продовження терміну експлуатації конструкцій та зниження витрат на різні види поточного ремонту. Виходячи з цих міркувань, представляється необхідним запропонувати конструкцію плити з сталевібробетону, аналогічну до багатопустотної плити ПК 30.12-8 серії 1.141-1, але з поліпшеними характеристиками.

**Результати досліджень.** Для порівняльного аналізу було взято багатопустотну плиту ПК 30.12-8 (рис. 1) серії 1.141-1, яка досить часто застосовується в будівництві, навантаження прийняті відповідно до ДБН В.1.2-2: 2006 [3]. Виконано розрахунки за першим та другим граничними станами відповідно до ДБН В.2.6-98: 2009 [4], які підтверджують вибір площі перерізу робочої арматури при заданих умовах експлуатації. Серійна плита виконана з бетону марки С16/20, тому для коректності порівняння конструкцій пропонується плита буде виконана з бетону тієї ж марки. Плита армується зварними каркасами з робочою арматурою в розтягнутій зоні, загальна витрата сталі на виріб становить 0,1274 кН. Дана плита досить часто застосовується при влаштуванні перекриттів і якщо зменшити витрати на її виробництво, то це спричинить за собою значну економію коштів.

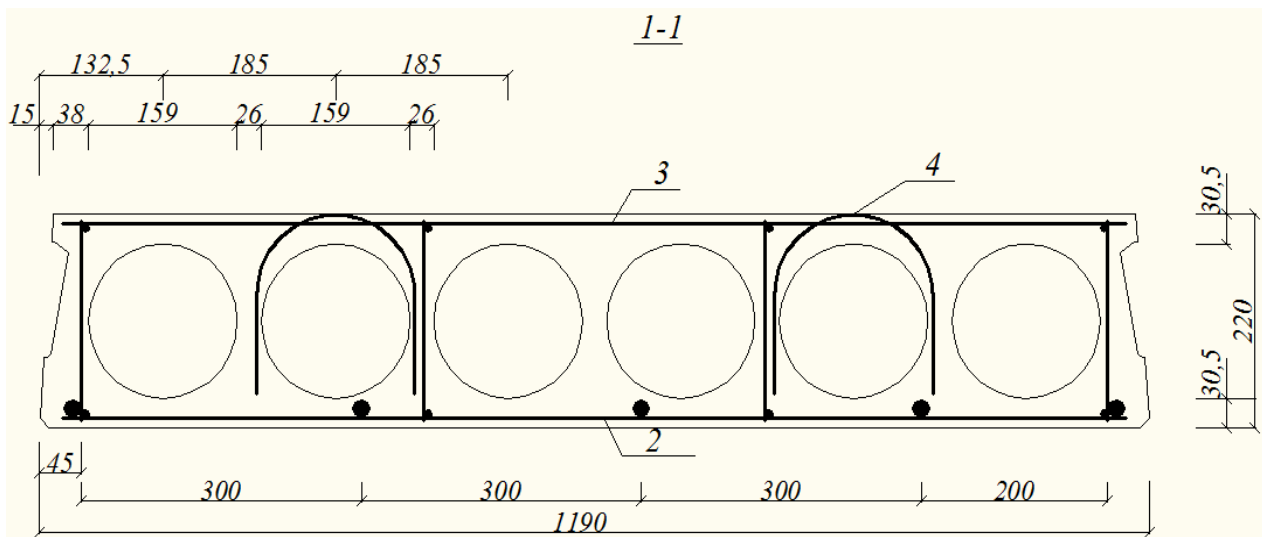


Рис. 1. Поперечний переріз багатопустотної плити ПК 30.12-8

Армування залізобетонних конструкцій сталеву фібру на доповнення до стержневої арматури покращує механічні характеристики бетону: підвищується міцність, збільшується модуль пружності, знижуються деформації усадки та повзучості, підвищується тріщиностійкість, ударна міцність, зносостійкість, морозостійкість та ін. [1, 2]. З цієї причини запропонована аналогічна плита з сталевібробетону (рис. 2) з тією різницею, що якщо в залізобетонній плиті 6 пустот, то в сталевібробетонній тільки 5, для коректного розташування фібри згідно ДСТУ-Н Б В.2.6-78: 2009 [5] і ДСТУ Б В.2.6-2: 2009 [6].

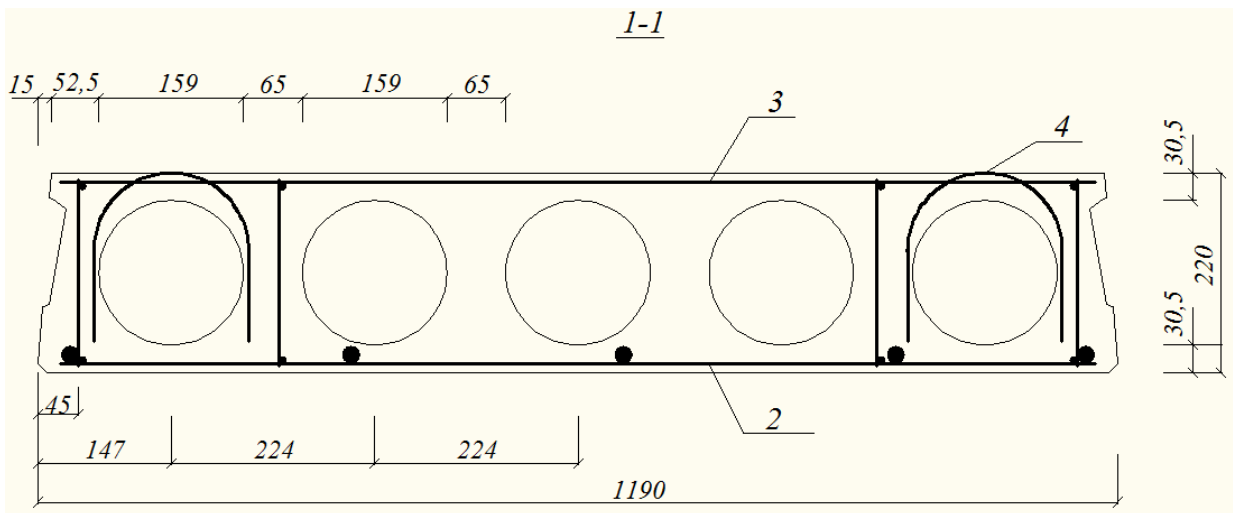


Рис. 2. Поперечний переріз багатопустотної плити з сталевібробетону

Передбачається використання сталевібробетону з загнутими кінцями (її довжина 50 мм, діаметр 1 мм), що випускається ПАТ ВО «Стальканат-Силур» відповідно до європейського стандарту EN 14 889 - 1: 2006. Така фібра другого класу виготовляється з дроту з тимчасовим опором 1335 МПа. Фібра з загнутими кінцями практично не утворює «їжаків» і це дозволяє домогтися її рівномірного розподілу за обсягом, що важливо для коректної роботи конструкції в цілому.

Для запропонованої плити з сталевібробетону також виконані розрахунки за першим та другим граничними станами [5].

Порівняльні характеристики наведено в табл. 1.

Таблиця 1

**Порівняльні характеристики плит залізобетонної та сталевібробетонної**

Характеристика	Залізобетонна конструкція	Сталевібробетонна конструкція
Повне розрахункове навантаження, кПа	11,3	11,8
Розрахункове навантаження без урахування власної ваги, кПа	8	8
Об'єм плити, м <sup>3</sup>	0,78	0,78
Об'єм бетону, м <sup>3</sup>	0,43	0,49
маса, кН	10,8	11,5
$f_{cd}$ , МПа	11,5	13,2
Прогин, см	0,64	0,59
Ширина розкриття тріщин, мм	0,25	0
Витрата сталі на виріб, кН	0,1274	0,2424
Робоча арматура	5 Ø 8 A III	5 Ø 8 A III

Як видно з таблиці, плита вийшла трохи важче серійної, що не вплинуло на площу перерізу робочої арматури навіть при розрахунку в першому наближенні без урахування роботи розтягнутої зони сталевібробетону. Розрахункове навантаження (без урахування власної ваги) на плити прийняте однакове.

З введенням в дію ДБН В.2.6-98: 2009 [4] в Україні для розрахунку бетонних і залізобетонних конструкцій прийнята деформаційна модель з використанням діаграми деформування бетону і арматури, включаючи непружну роботу.

За новими діючими нормами можна простежити процес зміни напружень в бетоні і арматурі в міру зміни деформацій, тобто є можливість враховувати пружно-пластичні властивості бетону та арматури замість пружної постановки завдання в межах дії закону Гука. Однак цей метод є досить трудомістким і розрахунок нормальних перерізів простих залізобетонних конструкцій в деяких країнах СНД дозволений за старими союзними нормами, що враховують умовно пластичну роботу бетону і арматури.

При розрахунку нормальних перерізів, переріз багатопустотної плити приведено до двотаврового, але тому що в обох випадках нейтральна лінія виявляється в межах верхньої полиці, розраховується як прямокутне (без урахування роботи бетону в розтягнутій зоні навіть для сталевібробетонних конструкцій в першому наближенні).

Так як висота стиснутої зони мала, то зміна на кілька відсотків розрахункового опору бетону через додавання фібри не позначається на площі робочої арматури, хоча плита з сталевібробетону важче, ніж залізобетонна, за рахунок видалення однієї з порожнин. Міцність при стисненні збільшується пропорційно вмісту фібри [1]. Можна зробити висновок, що при малих прольотах плит введення фібри в бетон не позначається на площі робочої арматури, хоча ускладнює конструкцію. Але для розрахунку сталевібробетонної конструкції необхідно прийняти іншу схему розташування внутрішніх зусиль, а саме врахувати роботу розтягнутої зони сталевібробетону, тоді зменшиться площа робочої арматури, притому на малих прольотах зменшиться значно.

Прогин також змінюється незначно за рахунок збільшення наведених характеристик матеріалу. А ось розрахунок на розкриття тріщин показує, що при рівних навантаженнях тріщини в сталевібробетонній плиті не розкриваються.

**Висновки.** Використання сталевібробетону для виготовлення багатопустотної плити перекриття дозволяє поліпшити її характеристики, такі як тріщиностійкість і тому довговічність. При розрахунку сталевібробетонних конструкцій, що згинаються, доцільно враховувати роботу розтягнутої зони сталевібробетону, що дозволить зменшити площу перерізу робочої арматури.

#### Література:

1. Талантова К.В. Сталевібробетон с заданными свойствами и строительные конструкции на его основе: дисс. ... д-ра. техн. наук / К.В. Талантова. – Барнаул, 2013. – 287 с.
2. Смирнов Д.А. Упругость и ползучесть сталевібробетона: автореф. дисс. ... канд. техн. наук / Д. А. Смирнов. – СПб., 2011. – 20 с.
3. ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. – К.: Мінбуд України, 2006. – 77 с.
4. ДБН В.2.6-98:2009. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 73 с.
5. ДСТУ-Н Б В.2.6-78:2009. Конструкції будинків і споруд. Настанова з проектування та виготовлення сталевібробетонних конструкцій. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 46 с.
6. ДСТУ Б В.2.6-2:2009. Конструкції будинків і споруд. Вироби бетонні і залізобетонні. Загальні технічні умови. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 29 с.

Стаття надійшла до редакції 04.07.2017