УДК 624.012.24:539.43

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ФІБРОБЕТОНУ ДЛЯ МОНОЛІТНОГО БУДІВНИЦТВА

FEATURES OF THE USE OF FIBRE CONCRETE FOR MONOLITHIC CONSTRUCTION

Дробишинець С.Я., к.т.н., доц., (Луцький національний технічний університет), Киричук М.В., аспірант (Луцький національний технічний університет)

Drobyshynets S.Y., Ph.D. in Engineering, Associate Professor, (Lutsk National Technical University), Kirichuk M.V., a postgraduate student, (Lutsk National Technical University)

Описано особливості використання фібробетону для монолітного будівництва. Наведено основні переваги та недоліки фібробетону. Описано види фібр та способи приготування фібробетонної суміші. Наведено переваги монолітного будівництва у сейсмічних районах.

The advantages of monolithic construction are described in the article. Monolithic construction allows to expand the limits of the usual understanding of the form of construction, along with other building materials.

In monolithic construction, it is necessary to take into account the construction conditions, in order to minimize the risks of deterioration of the properties of concrete.

Maneuverability, mobility, simplicity are the main characteristics of monolithic construction. Less deadlines for erection of buildings, the absence of the need to implement heavy machinery - advantages compared with stone masonry and prefabricated structures.

The article gives the main advantages and disadvantages of fiber concrete. The types of fibers and methods of preparation of fiber concrete mixture are described. Fiber concrete is a composite material, a particularly durable kind of concrete with homogeneously distributed reinforcing fibers. Such concrete, in comparison with usual, is characterized by increased tensile strength, higher impact strength and

crack resistance. Using of fiber concretes makes it possible to exclude from the constructions a significant amount of traditional rebars and replace it with the fibrous, which is introduced when preparing the concrete mixture in the mixer. This can significantly reduce the complexity of work in the manufacture of prefabricated elements in factories, as well as directly on construction sites during the construction of monolithic structures.

The reinforcing fibers can enhance the integrity of the structure of the material. Fiber is a reinforcing material with different parameters and textures. Distinguish: metal, glass, natural and synthetic fibers.

The advantages of monolithic construction in seismic areas are presented in the article. The quality of building materials plays an important role in increasing seismic resistance. Important functions of seismic buildings are the absence of serious destruction of buildings or its individual parts and structures, the possibility to continued exploitation after the elimination of damage.

Ключові слова: бетон, сталефібробетон, армування, фібра
Keywords: concrete, steel-fiber concrete, reinforcement, fiber

Ринок монолітного будівництва є прогресивним завдяки активному розвитку і поширенню інноваційних технологій.

Монолітне будівництво дозволяє розширити межі звичного уявлення про форму споруд, поряд з іншими будівельними матеріалами. Має місце зниження собівартості будівництва за рахунок хороших технічних показників. При монолітному будівництві необхідно враховувати умови будівництва, щоб мінімізувати ризики погіршення властивостей бетону. Вибір опалубки, склад бетону та інше безпосередньо впливає на рівень недоліків.

Маневреність, рухливість, простота - основні характеристики монолітного будівництва. Менші терміни зведення споруд, відсутність необхідності впровадження важкої техніки - переваги в порівнянні з кам'яними кладками і збірними конструкціями.

В даному виді будівництва, як і в будь-якому іншому, знаходять і переваги і недоліки. Наявність позитивних якостей пригнічує мінуси монолітного будівництва.

На перший план виходить монолітність конструкції і як наслідок збільшення міцності, сейсмостійкойсті. Стійкість до

динамічних навантажень в порівнянні з спорудами з кам'яної кладки є незаперечною перевагою. Час зведення будівель в даному виді будівництва зводиться до мінімуму.

Особливі, унікальні властивості монолітного будівництва, можливо, збільшити завдяки високим характеристикам фібробетону.

Фібробетони це бетони до складу яких вводяться дисперсні армуючі волокна (фібра). Такі бетони, у порівнянні зі звичайними, характеризуються підвищеною міцністю на розтяг, більш високою ударною в'язкістю і тріщиностійкістю. Використання фібробетонів дає можливість виключити з конструкцій значну кількість традиційної стержневої арматури і замінити його фібровою, котра вводиться при готуванні бетонної суміші в змішувачі.

Це дозволяє значно знизити трудомісткість робіт при виготовленні збірних елементів на заводах, а також безпосередньо на будівельних майданчиках при зведенні монолітних конструкцій. Використання фібробетонів у ряді випадків знижує витрату бетону і сталі.

Фібробетон можна визначити як композиційний матеріал, особливо міцний вид бетону з однорідно розподіленими армуючими волокнами.

Армуючі волокна або фібра дозволяють підвищити цілісність структури матеріалу. Фібра є армуючий матеріал з різними параметрами і текстурами.

Розрізняють: металеві, скляні, натуральні і синтетичні волокна. Від типу волокон залежать фізико-механічні характеристики бетону. Розтріскування, усадка - основні проблеми бетону, фібра дозволяє уникнути таких недоліків.

Важливим параметром є кількість фібри в бетоні, так як її надлишок може привести до зниження міцності, тому фібра додається в бетонну суміш в процентному співвідношенні від загальної маси вихідних матеріалів, приблизно в діапазоні 0,1-3%.

Найчастіше модуль пружності армуючого волокна вище ніж матриці бетону, що дозволяє підвищувати межу міцності, зокрема на вигин.

Поліпропіленові, нейлонові волокна мають невисокий модуль пружності, відповідно вони не гарантують якісне підвищення міцності бетону. Фіброволокна працюють на поглинання енергії. Велику міцність бетону надають металеві та скляні волокна.

Так само найкраща передача напружень від матриці до фібри безпосередньо залежить від зчеплення бетону і армуючого волокна. Об'ємна кількість армуючого волокна в бетоні безпосередньо впливає на міцність, ударну в'язкість, міцність на вигин.

Надлишки фібри здатні викликати сегрегацію бетону і армуючого волокна. Розподіл волокон фібри в матриці бетону випадковим чином, зменшує ризик тріщино утворення і усадки.

Стійкість фібробетону до перепадів температур дозволяє зводити будівлі в різних регіонах не посилаючись на кліматичні умови, так як фібробетон є морозо- і вологостійким. Впаховуючи це, фібробетон має меншу вагу ніж звичайний армований бетон, що знижує вагу конструкції і відповідно навантаження на фундамент [1,4].

Різноманіття видів фібри робить застосування фібробетону масовим. Так найчастіше бетон з використанням поліпропіленової фібри застосовують для будівництва гідроспоруд, завдяки тому, що він не піддається корозії. Наливні підлоги, розчини для фасадів, морські споруди і т.д. характерні для даного виду бетону.

Базальтова фібра характеризується довговічністю, термостійкістю, стійкістю до багатьох зовнішніх впливів.

Фізико-механічні характеристики бетону із застосуванням базальтової фібри досить високі: довговічність, міцність на розтягнення, низький рівень повзучості під статичним навантаженням, термостійкість, висока тріщиностійкість і т.д.

Для дисперсного армування цементних композицій широко використовуються азбестові волокна (азбестоцемент). Ці волокна мають високу міцність, вогне-, лугостійкість, довговічність. З азбестоцементу виготовляються покрівельні листи, напірні і безнапірні труби, стінові “сендвіч”-панелі та ін. Полімерні волокна використовують тільки для армування матеріалів з низьким модулем пружності – ніздрюватих, гіпсобетонів. Для цих цілей використовують поліефірні, поліакрилатні, поліпропіленові й інші волокна.

Скловолокно так само широко застосовується при виготовленні фібробетону. Підвищує його технічні та експлуатаційні характеристики, дозволяє знизити вартість бетону.

Скловолокно, використовуване у фібробетонах, має діаметр 3...50 мкм і довжину 20...40 мм. При цьому міцність волокон на розтяг становить від 1500...3000 МПа. Скляні волокна вводять у

бетонну суміші в кількості 1...4 % від об'єму бетону. Як і сталеві, вони, маючи високий модуль пружності, забезпечують підвищення міцності бетону на розтяг, його тріщиностійкість. У лужному середовищі, яке являє собою цементний камінь, скляна арматура швидко руйнується, тому для забезпечення необхідної довговічності фібробетону зі скловолокном застосовують спеціальні заходи: використання лугостійких скляних волокон, глиноземистого цементу, мінеральних добавок для зв'язування лугів, а також просочення бетону полімерами.

Особливо ефективною є сталева фібра. Сталефібробетон має велику міцність на вигин і на стиск. Спостерігається висока ударостійкість і низька крихкість. Що є наслідком того, що металеві волокна підвищують опір бетону в усіх напрямках.

Сталева фібра використовується у вигляді дроту діаметром 0,1...0,5 мм, довжиною 10...50 мм. Збільшення розмірів армуючих волокон негативно позначається на ефективності їх введення. Фіброва арматура вводиться в бетонну суміш у кількості 1,5...2,5% за об'ємом (70…200 кг фібри на 1 м3), при цьому міцність бетону на розтяг підвищується в 2...4 рази, на стиск у 1,2...1,6 раз, ударна стійкість, водо-, газо- і нафтонепроникність у 10...100 раз, стиранність зменшується в 2,5...4 рази.

Зростання міцності на стиск є невеликим так як, в місцях розтягування відбувається відрив елементарних частинок бетону, що з'являються по периферії зони впливу сил діючих на зразок.

При розтяганні сталефібробетону з'являється опір бетону-матриці і волокон фібри, що ускладнює розрив елементарних часток бетону, за рахунок чого значно збільшується міцність на осьовий розтяг і вигин. З чого випливає висока ударостійкість і тріщиностійкість сталефібробетону.

Крупний заповнювач у фібробетонах не застосовують, тому що це призводить до зниження рівномірності перемішування суміші й ефективності армування (відстань між окремими волокнами повинна бути не менше 10 мм). У деяких випадках армується тільки цементний камінь (азбестоцемент).

При приготуванні фібробетонної суміші важливо забезпечити рівномірність розподілу волокон, що схильні до утворення грудок. Для запобігання цього явища ефективними прийомами являються: визначений порядок завантаження в бетонозмішувач і перемішування компонентів (заповнювач, цемент, вода –

перемішування – фібра; заповнювач, фібра – перемішування – цемент, вода); використання спеціальних змішувачів з пульсуючим впливом на суміш.

При будівництві в сейсмонебезпечних районах велику роль відіграє вид грунту. Більш сприятливим для будівництва є скельний грунт, що відрізняється своєю міцністю. Менш надійні просідаючі ґрунти, місця осипів, зсувів - несприятливі, а часто не придатні для будівництва. Якщо в таких районах все-таки здійснюється будівництво, то вдаються до додаткових заходів посилення конструкції, що значно підвищує її вартість.

Головним чином стійкість будівлі при динамічних навантаженнях обумовлена місцем будівництва (грунти, породи, підземні води), розробкою раціональних конструктивних схем побудови, забезпеченням підвищеної міцності несучих конструкцій, що в свою чергу дозволяє виникати пластичним деформаціям в конструктивних вузлах і елементах, а це підвищує опір будівель інерційним силам.

Якість будівельних матеріалів відіграє важливу роль в підвищенні сейсмостійкості.

Важливими функціями сейсмостійких будівель є відсутність серйозних руйнувань будівель або його окремих частин і споруд, здатних привести до загибелі і пошкодження людей. Так само важливим є можливість продовження експлуатації після ліквідації пошкоджень споруди.

При проектуванні будинків для будівництва в сейсмонебезпечних районах необхідно дотримуватися певних правил:

- розподіл маси і жорсткості споруди повинно бути симетрично щодо головних осей, в іншому випадку може виникнути скупчення зусиль на окремих конструкціях;
- споруди повинні бути нескладних архітектурних форм без прибудов, з симетричними сходовими клітками;
- дуже великі споруди необхідно ділити на окремі, кожна з яких буде мати свій антисейсмічний шов;
- несучі конструкції повинні бути монолітні;
- зменшення кількості стиків і розташування їх поза зоною максимальних зусиль;
- зменшення ваги будівлі і конструкцій.

Для будівництва сейсмостійких будівель існує кілька основних схем: жорстка і гнучка конструктивні схеми.

Перша складається з вертикальних діафрагм. Які при динамічних навантаженнях працюють на зсув, що сприяє затуханню коливань.

Гнучка конструктивна схема складається з вертикальних елементів, що працюють на вигин, що знижує інерційне навантаження на споруду.

Оцінка сейсмостійкості будівлі носить дуже наближений характер, що враховується конструктивними нормами. Прикладом є обмеження висоти будинків (так будівлі з цегляної кладки не повинні перевищувати 4 поверхи при V балах за шкалою MSK-64, якщо сейсмостійкі навантаження вищі, то 2 поверхи). Так необхідним є введення залізобетонних поясів.

Будинки побудовані за технологією монолітного будівництва з застосування фібробетону є сейсмостійкими, що безсумнівно є головною перевагою.

1. Бабич Є.М., Дробишиець С.Я. Робота і розрахунок згинальних сталефібробетонних елементів. Монографія. – Луцьк: ЛНТУ, 2012. 194с.

2. Бабич Є.М., Дробишиець С.Я. Дослідження деформування сталефібробетону при повторному розтяганні // Коммунальное хозяйство городов. – Киев: Издательство “Техника”, 2002. – Выпуск 39. - С.7 – 11.

3. Дробишинець С.Я. Дослідження механічних характеристик сталефібробетону при повторному стисненні та розтяганні // Перспективи розвитку будівельних конструкцій, будівель, споруд та їх основ: Міжвідомчий науково-технічний збірник. – Київ. НДІБК., 2003. – Випуск 58: - С. 39-45.

4. Гафарова Н.Е. Фибробетон для монолитного строительства // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2017. – № 3-1. – С. 11-14.

5. URL: http://chemtech-bayern.com.ua/uk/statti/140.