

конструкцій при нагріві. М.: Стройиздат, 1982. С. 21-29.

zobetonny`x konstrukcij (Moskva, NICz «Stroitel`stvo») 83 s.

16. СТО 36554501-006-2006 *Правила по обеспечению огнестойкости и огнеохранныости железобетонных конструкций*. Москва: НИЦ «Строительство», 2006. 83 с.

**Berestianskaya S., Galagurya E., Kovalov M., Kravtsiv L. DETERMINATION OF THE CALCULATED RESISTANCE OF FIBER-CONCRETE PRISMS WHICH HAVE SUBJECTED TEMPERATURE INFLUENCE.** Structures made of concrete are common in all areas of construction, but each industry has the appropriate design requirements. In addition, the structures must meet fire safety requirements. In order to design a structure with given properties, it is necessary to have a mathematical apparatus that would allow, by changing various factors to obtain a material with appropriate characteristics. Analysis of recent publications has shown that various authors have conducted research to determine the percentage or mass effect of fiber and its size on the strength and deformation properties of different types of deformations. The purpose of this work is to establish the nature of the destruction of fibroconcrete, which has been exposed to high temperatures, and systematization of research to simplify the calculations and bring them to the generally accepted method by introducing appropriate coefficients. Three series of samples were made: control series - without fiber, with basalt fiber and with steel fiber. Each series consisted of 24 prisms. The concrete mixture poured into the molds was kept for three days in molds, then dismantled and kept for 28 days in wet sawdust. Then the prisms were heated to temperatures: 20 ° C, 60 ° C, 90 ° C, 120 ° C, 200 ° C, 400 ° C, 600 ° C, 800 ° C. Clock-type indicators were used to determine the deformation of the prisms. The load was applied in steps of 5 kN to a load of 30% of the destructive with the measurement of deformations. Then the sample was brought to destruction. As a result of the test, limit deformations and destructive loading of concrete and fiber-concrete prisms at different temperatures were obtained, which show that the nature of the failure does not depend on the type of fiber reinforcement and temperature and consists in the appearance of longitudinal cracks. According to the results of experimental studies, graphs of the dependence of the calculated resistance of concrete and fiber concrete on temperature were constructed. The scheme of change of design resistance for fibroconcrete samples is similar to the scheme for usual concrete. Based on this, the method of determining the operating conditions of ordinary concrete was applied to fiber concrete samples.

**Keywords:** fiber, fiber concrete, temperature influence, calculated resistance, fiber deformations.

doi.org/10.29295/2311-7257-2021-103-1-249-254

УДК 528.48

**Коваленко Л.О.**

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет  
(вул. Ярослава Мудрого, 25, Харків, 62002 Україна; e-mail: [rp@khadi.kharkov.ua](mailto:rp@khadi.kharkov.ua);  
[orcid.org/0000-0002-3829-3131](https://orcid.org/0000-0002-3829-3131))*

## ГЕОДЕЗИЧНІ РОБОТИ ТА КОНТРОЛЬ В ПРОЦЕСІ БУДІВНИЦТВА КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ МОСТІВ

Будівництво конструктивних елементів мостів та інших інженерних споруд повинно відповідати геометричним параметрам проекту та нормативним документам. В статті розглянуті питання виконання інженерно-геодезичних робіт при будівництві моста через річку Десенка в місті Київ. Геодезичні роботи забезпечують проектне положення та розміри всієї споруди та її окремих частин, ведуться протягом усього періоду будівництва моста. При цьому переносять на місцевість вісь моста, осі опор, підходів. Зведення опор полягає у винесенні в натуру проектного положення центру опори, виконавчого знімання тіла опори і встановленні відхилень її розмірів від проектних. Геодезичні роботи забезпечують детальну розбивку місць установки прольоту, періодичну вивірку зборки прольоту, його плану та висотну установку. Нормативні документи не можуть в повній мірі регламентувати будівництво різних інженерних споруд та їх конструктивних елементів. Кожен проект є індивідуальним, як для будівельної організації, так і для геодезичної служби.

**Ключові слова:** геодезичні роботи, будівництво моста, конструктивні елементи, геодезичні прилади.

**Вступ.** Геодезичні роботи в будівництві це комплекс обчислень, вимірювань і побудов, який забезпечує точне і правильне розташування об'єктів. Будівництво конструктивних елементів повинно відповідати геометричним параметрам проекту та нормативним

документам. Технологічна послідовність і зміст геодезичного супроводу визначається видом інженерної споруди та пов'язаними з цим особливостями проектування та будівництва [1-3]. З точки зору будівництва, мости є найбільш витратними і складними спорудами. Вони зводяться в місцях, де необхідно перетнути перешкоду природного або антропогенного походження. З огляду на цю особливість, виникла задача вивчення технологічних особливостей будівництва мостів.

Оцінку ділянки будівництва проводять на основі інженерно-геодезичних, інженерно-геологічних та інших досліджень [4-6]. Проектна організація, яка виконує вишукування та проектування мостового переходу, до початку робіт передає будівельникам матеріали закріплення осі траси моста та підходів до неї, поздовжній профіль переходу, дані по осях регуляційних споруд, а також відомості про становище і типи центрів, що закріплюють поздовжню вісь моста, по ґрунтових реперах та стінних марках. Для великих і позакласових мостів передаються пункти тріангуляції або полігонометрії [7, 8]. Також повинні бути додані: детальний план переходу з нанесеними осями споруд, схема розташування всіх центрів геодезичної основи мостового переходу, виписка з каталогу координат і висотних відміток геодезичної основи. У переданих будівельникам матеріалах закріплення осі траси мостового переходу повинні бути вказані прив'язки до мережі реперів та пунктів державної планової та висотної геодезичної основи.

В процесі будівництва мостового переходу на місцевості визначають і закріплюють положення центрів мостових опор та інших елементів моста, а також виконують детальну розбивку при зведенні опор та монтажі прогонових будов. Для цих цілей будують спеціальну геодезичну розбивочну мережу, що забезпечує виконання розбивочних робіт на всіх стадіях будівництва мостового переходу [2, 9, 10]. Крім того, раціонально розташована і надійно закріплена розбивочна мережа може служити основою для спостережень за деформаціями моста у процесі його будівництва і експлуатації.

При будівництві великих споруд на широких і глибоких річках в теплі пори року неможливо безпосередніми вимірами визначити відстань між вихідними пунктами та розбити осі опор. У цьому випадку вдаються до параллактичного або тріангуляційного способу. З цією метою на берегах створюють геодезичну опорну мережу – систему трикутників або чотирикутників вимірних з високою точністю за своїми лінійними і кутовими розмірами. Розбивочні роботи виконують, прив'язуючись до пунктів геодезичної опорної мережі, що мають координати в абсолютній або умовній системі [7, 8].

Геодезична служба будівельно-монтажної організації проводить приймання головної геодезичної розбивочної основи, надійність її закріплення на місцевості, забезпеченість геодезичними знаками для всіх запланованих робіт, при необхідності приймає рішення про згущення головної геодезичної основи і ін. Геодезична служба здійснює прийом від замовника проектною документації, бере участь у винесенні і закріпленні головних і основних осей споруди, виконує детальні розбивки в процесі будівництва, проводить періодичний контроль за незмінністю положення геодезичних пунктів розбивочної основи [9, 11, 12].

**Викладення основного матеріалу.** Зведення моста пов'язано з будівництвом його опор і прогонових будов та установкою готових прогонових будов на опори. На всіх цих етапах визначена висока точність виконання проекту. В ході зведення моста і його експлуатації необхідно проводити спостереження за осіданням опор і деформаціями прогонових будов. Вирішити всі перераховані завдання можна за допомогою геодезичних методів, внаслідок чого геодезичне забезпечення будівництва моста необхідно на всіх його етапах. Для цього необхідно проводити теодолітну, тахеометричну і нівелірну зйомку [2, 9].

В статті розглянуті питання виконання інженерно-геодезичних робіт при будівництві моста через річку Десенка в місті Київ. Будівництво опор моста є складним і трудомістким

процесом. Вартість опор може досягати 50 % від загальної вартості будівництва моста, тому вибір конструкцій опор визначається їх економічністю та можливостями застосування індустріальних методів будівництва.

Опора складається зі збірної металоконструкції, з розмірами деталей від 0,2 до 1,6 м. Конструкція розміщується на бетонні плити під які підсипають щебеневу подушку щоб уникнути сильної усадки ґрунту, для більшої міцності конструкції блоки між собою скріплюються гвинтами. Зведення опор полягає в періодичному винесенні в натуру проектного положення центру опори, виконавчого знімання тіла опори і встановленні відхилень її розмірів від проектних. Ці роботи виконуються на наступних етапах будівництва: після розбивки осей опор; після зведення фундаменту опори; періодично в процесі спорудження тіла опори; після зведення тіла опори і розбивки осей підферментних майданчиків.

Організація і методика проведення геодезичного контролю визначається технологією будівельно-монтажних робіт, конструкцією і матеріалом опор, довжиною мостового переходу і розташуванням опор. В більшості випадків для винесення проектного центру спочатку визначають координати допоміжної точки, розташованої поблизу нього, а потім обчислюють елементи редукування з подальшим зміщенням точки в проектне положення. Координати допоміжної точки, як правило, визначають методом зарубок. При цьому пряма кутова зарубка доцільна при одночасному контролі декількох опор. Перевага зворотньої зарубки полягає в більш простій організації робіт, пов'язаній з вимірами тільки в одній точці, причому безпосередньо на опорі.

Для роботи було використано таке обладнання, як Тахеометр «Sokkia 630» і нівелір марки «Trimble DiNi» [13, 14]. Координати реперів були отримані і занесені в план місцевості. На опорах моста були наклеєні марки для фіксування встановлення приладу із світоповертаючим ефектом. Дані координат і висот вносилися у пам'ять тахеометра.

Будівельні норми та правила передбачають, що допустимі середні квадратичні помилки визначення координат центрів опор не повинні перевищувати при визначенні координат центрів фундаментів – 50 мм, а при визначенні центрів опор на рівні і вище обрізів фундаментів – 20 мм (табл. 1). Результати геодезичного контролю та виконавчої зйомки оформлюються відповідним актом. В акті вказують визначення центру і осей опори, а також відповідність геометричних параметрів нормативним вимогам. Результати виконавчої зйомки показують на зворотному боці акта у вигляді схеми із зазначенням проектних і фактичних розмірів (рис. 1).

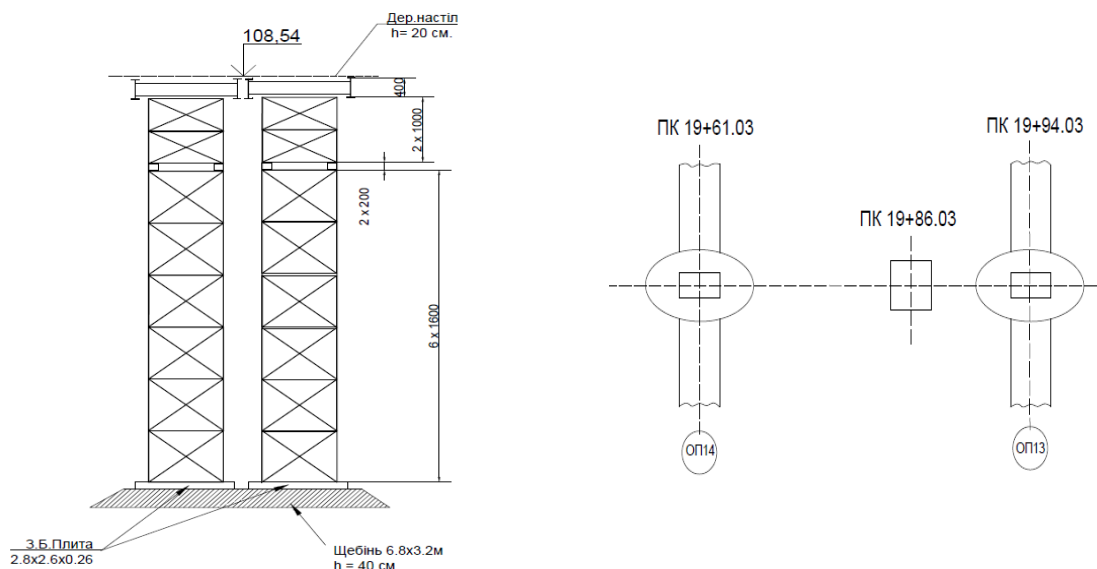


Рис. 1. Схема опор під балку автопроїзд

Контроль за встановленням секцій прогонових будов в проліт здійснюється за допомогою тахеометра, який встановлено на найближчій опорі або раніше зібраних прогонових будовах та орієнтовано уздовж осі моста. Ухилення секції від осі і її розворот визначають за двома горизонтальними рейками, закріпленими на кінцях секції на різних рівнях. Пікетажне положення секції контролюють шляхом вимірювання відстаней рулеткою від осі опираючої до вмсків, підвішених на торцях секцій. При опусканні прогонової будови на опорні частини фіксація плавучої системи в плані повинна бути забезпечена з точністю 2 см. На цьому етапі будівництва завдання лазерним приладом опорної (створної) лінії або вертикальній площині уздовж осі моста сприяє швидкій і точній установці конструкції в проектне положення. При цьому одночасно з плановим становищем по променю лазера контролюється установка по висоті.

Таблиця 1 – Допустимі відхилення фактичних розмірів від проектних значень зведених конструкцій опор

Контрольовані параметри	Допустимі відхилення, мм
Зсув осей зведених конструкцій у плані відносно розмічувальних осей: а) осей фундаментів у відкритих котлованах (зокрема плит пальових ростверків) б) осей опор у рівні обрізу фундаменту в) осей опор у рівні підфермовників або опорних плит	25 10 0,004 висоти опори, але не більше ніж 50
У розмірах конструкцій в плані: а) фундаментів у відкритих котлованах б) опор вище обрізу фундаментів	± 50 ± 20
Відхилення від вертикалі або проектного нахилу бічних поверхонь конструкцій: а) фундаментів б) опор вище обрізу фундаменту	20 0,002 висоти, але не більше ніж 25

Інформацію про стан прогонової будови в плані отримують за допомогою тахеометра візуванням по створу поздовжньої осі моста або за паралельним створу. Тахеометр встановлюють на одній з опор попереду прогонової конструкції і орієнтують уздовж осі моста. На осі прогонової конструкції, на різних рівнях, розміщують рейки. Зсув від осі визначають шляхом взяття відліків по рейках. Крім того, відхилення від осі в плані контролюють попереду, по центру накочувальних шляхів. Ухилення осі прогонової будови у поперечному напрямку моста в процесі насування, якщо його величина спеціально не визначена проектом, не повинно перевищувати 50 мм. Для контролю положення будови по висоті встановлюють кілька нівелірних рейок по краях прогонової будови і по дві на кожній допоміжній опорі.

Геодезична перевірка положення прогонової будови в плані та по висоті проводиться як поетапно, після установки кожної панелі блоку, так і після установки його на опорні частини. Методика виконавчої зйомки при поетапному і остаточному постійному контролі однакова і, як правило, не залежить від способів монтажу прогонових будов. При зйомці слід враховувати осідання опор в процесі будівництва, а також можливість появи тимчасових деформацій від нерівномірного нагрівання конструкції. В результаті виконавчої зйомки складається план прогонової будови, поздовжній профіль ферм і поздовжній профіль колії для залізничних мостів.

На плані металеві прогонової будови показують положення осі прольоту щодо винесеної і закріпленої на опорах осі моста, відстані опорних частин від осі прольоту, положення поздовжніх балок і їх відхилення від прямої по верху і низу стінки, розташування вузлів нижніх і верхніх поясів ферм з метою визначення поперечних перекосів ферм і вузлів і вертикальності стійок і підвісок. Для залізобетонних мостів на плані вказують розміри балок і їх положення щодо поздовжньої осі моста, розміри плит і ширину температурних швів. На поздовжньому профілі для металевих прольотів підписують позначки балок у вузлах і їх відхилення від проектних значень, а для залізобетонних мостів – позначки верху бетону в середині прогону і на точках їх спирання.

**Висновки.** Геодезичні роботи при будівництві мостів виконуються в кілька послідовних етапів. При виборі майданчика під будівництво геодезична служба збирає, аналізує та узагальнює матеріал, що стосується забезпечення будівництва геодезичною основою: наявність і стан геодезичних пунктів і реперів нівелірної мережі; необхідну кількість пунктів і тип. На етапі будівельного проектування проводяться топографо-геодезичні дослідження і геодезичне забезпечення інших видів досліджень. На підготовчому етапі будівництва проводиться побудова геодезичної розбивочної основи, інженерна підготовка території, винос в натуру головних й основних осей. На етапі основного періоду будівництва проводиться винесення в натуру осей конструктивних елементів, геометричне забезпечення будівельно-монтажного виробництва, виконавча зйомка закінчених при будівництві елементів і складання відповідної документації. При закінченні будівництва складається і здається технічний звіт про результати виконаних геодезичних робіт, створюється виконавчий генплан, спеціальні виконавчі інженерні плани, профілі і розрізи. У зв'язку з тим, що нормативні документи не можуть в повній мірі регламентувати будівництво різних інженерних споруд, кожен проект є індивідуальним, як для будівельної організації, так і для геодезичної служби.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Osada E. *Geodezja*. Wroclaw: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wroclawskiej. 2001. 223 с.
2. Войтенко С.П. *Інженерна геодезія: підручник*. Київ: Знання, 2012. 574 с.
3. Малавін А.Н., Шевченко А.А., Матвиенко А.А., Романенко А.В. Моделирование организации строительства транспортных зданий. *Науковий вісник будівництва*. Харків: ХНУБА, 2018. Т.93. № 3. С.99-105.
4. Bird P. An updated digital model of plate boundaries. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 2003. Vol. 4. No 3.
5. Galda M., Kujawski E., Przewlocki S. *Geodezja I miernictwo budowlane*. *Geodezja*. Warszawa, 2000. 402 с.
6. Hofmann, Wellenhof B., Morit H. *Physical Geodesy*. Wien, New York, 2005. 403 p.
7. Островський А.Л., Мороз О.І., Тарнавський В.Л. *Геодезія: підручник*. 2-ге вид., випр. Львів. 2012. 564 с.
8. Баран П.І. *Інженерна геодезія: Монографія*. Київ. 2012. 618 с.
9. Батракова А.Г., Кузьмін В.І. *Інженерно-геодезичний моніторинг і контроль в будівництві*. Частина I: Геодезичні роботи при будівництві

REFERENCES:

1. Osada E. *Geodezja*. Wroclaw: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wroclawskiej. 2001. 223 с.
2. Vojtenko S.P. *Inzhenerna geodeziya: pidruchnik*. Kiyiv: Znannya, 2012. 574 s.
3. Malavin A.N., Shevchenko A.A., Matvienko A.A., Romanenko A.V. Modelirovanie organizacii stroitelstva transportnykh zdaniy. *Naukovij visnik budivnicztva*. Kharkiv: KhNUBA, 1918. T.93, № 3. S.99-105.
4. Bird P. An updated digital model of plate boundaries. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 2003. Vol. 4, No 3.
5. Galda M., Kujawski E., Przewlocki S. *Geodezja I miernictwo budowlane*. *Geodezja*. Warszawa, 2000. 402 с.
6. Hofmann, Wellenhof B., Morit H. *Physical Geodesy*. Wien New York, 2005. 403 p.
7. Ostrovskij A.L., Moroz O.I., Tarnavskij V.L. *Geodeziya: pidruchnik*. 2-ge vid., vipr. Lviv. 2012. 564 s.
8. Baran P.I. *Inzhenerna geodeziya: Monografiya*. Kiyiv. 2012. 618 s.
9. Batrakova A.G., Kuzmin V.I. *Inzhenerno-geodezichnij monitoring i kontrol v budivnicztvi*, chastina I. *Geodezichni roboti pri budivnicztvi*

- мостових переходів: навч. посіб. Харків: ХНАДУ, 2018. 116 с.
10. Григоровський П.Є., Басанський В.О., Лялько В.В., Фурсов Ю.В. Геодезичний моніторинг та розрахунки схилу при будівництві мостового переходу в Києві. *Науковий вісник будівництва*. Харків: ХНУБА, 2020. Т. 102. № 4. С. 76-81.
  11. Кузьмін В.І., Білятинський О.А. *Інженерна геодезія в дорожньому будівництві*. Київ. 2006. 278 с.
  12. Кузьмін В.І., Демішкан В.Ф. *Інженерно-геодезичні роботи при ремонті і реконструкції автомобільних доріг*: навчальний посібник. Харків: ХНАДУ, 2006. 132 с.
  13. Nadolinets L., Levin E., Akhmedov D. *Surveying instruments and technology*. Florida. 2017. 253 p.
  14. Шевченко Т.Г., Мороз О.І., Тревого І.С. *Геодезичні прилади*. Львів. 2009. 482 с.
10. Grigorovskij P.Ye., Basanskij V.O., Lyalko V.V., Fursov Yu.V. *Geodezichnij monitoring ta rozrakhunki skhilu pri budivnicztvi mostovogo perekhodu v Kiyevi*. *Naukovij visnik budivnicztva*. Kharkiv: KhNUBA, 2020. T. 102, № 4. S. 76-81.
  11. Kuzmin V.I., Bilyatinskij O.A. *Inzhenerna geodeziya v dorozhnomu budivnicztvi*. 2006. 278 s.
  12. Kuzmin V.I., Demishkan V.F. *Inzhenerno-geodezichni roboti pri remonti i rekonstrukcziji avtomobilnikh dorog: navchalnij posibnik*. Kharkiv: KhNADU, 2006. 132 s.
  13. Nadolinets L., Levin E., Akhmedov D. *Surveying instruments and technology*. Florida. 2017. 253 p.
  14. Shevchenko T.G., Moroz O.I., Trevogo I.S. *Geodezichni priladi*. Lviv. 2009. 482 s.

**Kovalenko L.O. GEODESIC WORKS AND CONTROL IN THE CONSTRUCTION PROCESS CONSTRUCTIVE ELEMENTS OF BRIDGES.** The construction of structural elements of bridges and other engineering structures must comply with the geometric parameters of the project and regulations. The article considers the issues of engineering and geodetic works during the construction of the bridge over the river Desenko in the city of Kyiv. Before the beginning of construction works the geodetic service carries out engineering and geodetic researches which allow to receive the information on a relief and a situation of district. In the process of engineering and geodetic surveys, works are performed to create a geodetic substantiation and topographic survey on various scales at the construction site. Geodetic works, which ensure the design position and dimensions of the whole building and its separate parts, are carried out during the whole period of the bridge construction. At the same time, the geodetic plan and elevation bases are measured on the ground and the axis of the bridge, the axes of supports, and approaches are transferred to the ground. Erection of supports consists in making in nature the design position of the support center, executive removal of the support body and establishing deviations of its dimensions from the design. When installing a girder structure, depending on its construction and installation scheme, the method and procedure of geodetic measurements are chosen. Geodetic works provide a detailed breakdown of the flight installation site, periodic adjustment of the flight assembly, its planned and altitude installation, leveling of the flight profile. After the end of the installation, an executive survey is carried out, as a result of which the relevant documentation is compiled. Normative documents cannot fully regulate the construction of various engineering structures and their structural elements. Each project is individual, both for the construction organization and for the geodetic service.

**Key words:** geodetic works, bridge construction, structural elements, support, girder structure, geodetic instruments.