

sensing devices.

Being high-precision sensing devices, particularly ADXL accelerometers permit to measure accelerations over the range $\pm 5g$ to $\pm 1,7g$ with threshold of sensitivity $5 \cdot 10^{-3} g$ [8].

However, in spite of high-precision performance, some errors can emerge measuring inclination angle and the angle of setting of deflector of controlled objects caused by setting inaccuracy of accelerometer transducers inclinometer case.

Algorithmic correction of measurement results is proposed i.e. in mathematical model of three-axis accelerometer transducer unit for inclinometer it is necessary to take into consideration misalignment of inclinometer sensitive axes with sensitive axes of three-axis micromechanical accelerometer unit.

The work deals with the development of mathematical model of inclinometer on the base of three-axis accelerometer transducer unit for control and orientation system of objects, in matrix and scalar view.

We have gained the formulas for inclination angle calculation and the calculation of the angle of deflector setting from sensing accelerometer devices signals taking into account the misalignment of inclinometer sensitive axis with sensitive axes of three-axis micromechanical accelerometer unit.

Calculation in mathematical model of instrumental error permits to increase accuracy measuring inclination angle and angle of deflector setting by far.

REFERENCES

1. **Basaryigin Yu. M.** Burenie neftyanyih i gazovyih skvazhin. uchebn. posobie dlya vuzov / Yu. M. Basaryigin, A. I. Bulatov, Yu. M. Proselkov – M. : ООО «Nedra-Biznestsentr», 2002. – 632 s.
2. **Kovshov G. N.** Inklinometryi (Osnovyi teorii i proektirovaniya) / G. N. Kovshov, R. I. Alimbekov, A. V. Zhiber – Ufa: Gilem, 1998. – 380 s.
3. **Kovshov G. N.** Priboryi kontrolya prostranstvennoy orientatsii skvazhin pri bureanii / G. N. Kovshov, G. Yu. Kolovertnov – Ufa: Izdatelstvo UGNTU, 2001— 228 s.
4. **Markeev A. P.** Teoreticheskaya mehanika. Uchebnik dlya universitetov. – M: CheRo – 1999. – 572 s.
5. Pat. Ukraine 91315, MKI G 01 B 11/26 G 01 P21/00 Sposib vistavlennya osey chutlivosti akselerometriv. / O. M. Bezvesilna, Yu. O. Podchashinskiy, S. S. Tkachenko, A. A. Ostapchuk, Zh. M. Kondratyuk, Yu. V. Kirichuk (Ukraine) ; zayavitel i patentoobladatel Zhitomirskiy derzhavniy tehnologichniy universitet. – № 200911277 ; zayavl. 06.11.2009 ; opubl. 12.07.2010. Byul. № 13. – 4 s.
6. **Doscher J.** Accelerometr Design and Applications. [Электронный ресурс]: Analog Devices. – 1998. – Режим доступа: <http://www.analog.com>
7. The Evolution of Three-Axis MEMS Inertial Sensor Packaging – Size Does Matter! [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.i-micronews.com/news/Evolution-Three-Axis-MEMS-Inertial-SensorPackaging—Size,3515.html>.
8. ADXL103/203. Precision $\pm 1,7 g$, $\pm 5 g$, $\pm 18 g$ Single-/Dual-Axis iMems Accelerometer [Электронный ресурс]: Analog Devices, Inc. – 2004–2014.– Режим доступа: http://www.analog.com/static/imported-files/data_sheets/ADXL103_203.pdf.

УДК 624.046.2

ЩОДО МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СПРОЩЕНИХ МЕТОДИК РОЗРАХУНКІВ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ПЕРЕРІЗІВ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Д. М. Зезюков, к. т. н., доц.

Ключові слова: нормативні документи, залізобетонні елементи, граничні моменти.

Постановка проблеми та аналіз публікацій. При виконанні розрахунків, проектувальники користуються певними правилами застосування, що є загальноприйнятими методами відповідними принципам і відповідають їх вимогам. У цьому випадку повинно бути допустимо

використання альтернативних (спрощених) методик проектування, якщо можна довести, що вони зіставлені відповідним принципам і забезпечують не меншу ступінь безпеки, міцності і зручності експлуатації, ніж методики, пропонувані чинними нормативними документами. До цього питання слід підходити з обережністю. Вузька інтерпретація цієї вимоги не заохочує використання альтернативних методик. Еквівалентність можна розуміти більш широко, як достатність ступеню безпеки, міцності і зручності експлуатації для виконання конструкціями своїх функцій. Якщо трактувати питання таким чином, то Єврокод, на основі якого складено вступивший в дію ДБН В.2.6-98 : 2009, дозволяє використовувати досить значну частину методик з нормативних документів діючих на території колишнього пост- радянського простору, оскільки основні принципи в значній мірі сходяться. Слід також зазначити, що при використанні будь-якої альтернативної методики вже не можна вважати, що проектування виконано в повній відповідності з ДБН В.2.6-98 : 2009, однак регулюючі організації, при проведенні перевірок, зазвичай користуються спрощеною методикою колишніх, перевірених, нормативних документів.

Мета статті. Шляхом зіставлення граничних моментів в перерізі залізобетонного елемента в зоні чистого згину, отриманих шляхом використання методик розрахунку викладених у деяких нормативних документах, виявити відмінності між застосуванням національного нормативного документа ДБН В.2.6-98 : 2009 з можливістю використання спрощених методик на стадії попереднього проектування.

Виклад матеріалу. Як приклад, була розглянута залізобетонна балка перерізом $h \times b = 400 \times 300$ мм. Клас бетону прийнятий при розрахунках – $C^{20}/_{25}$, з розрахунковими характеристиками $f_{cd} = 14.5$ МПа; $E_{cm} = 30 \cdot 10^3$ МПа. Клас арматури А500С, з розрахунковими характеристиками $f_{yd} = 435$ МПа; $E_{cm} = 20 \cdot 10^5$ МПа. Захисний шар бетону для розтягнутої і стиснутої арматури прийнятий рівним 40 мм. З розрахунку просторового каркасу житлового будинку, з сіткою колон $b \times b$ м, з урахуванням всіх можливих комбінацій навантажень, в програмному комплексі SCAD Office 11.3 було підібрано теоретичне армування. Площа перерізу розтягнутої арматури склала $A_s = 3.77$ см², площа стиснутої арматури – $A_s = 2.26$ см².

Виходячи з отриманого армування для перетину балки в прольоті, було виконано ряд розрахунків з використанням, як вітчизняних норм проектування, так і зарубіжних, для зіставлення граничних моментів в перерізі.

Розрахунки з визначення несучої здатності перетинів були виконані за наступними нормативним документам і правилам:

- 1) Технические условия и нормы проектирования и возведения железобетонных сооружений, 1926 г.;
- 2) Період до виходу СНиП II-V.1-62* (1932–1955 г.г.);
- 3) СНиП II-V.1-62* «Бетонные и железобетонные конструкции» 1962 г.;
- 4) СНиП II-21-75 «Бетонные и железобетонные конструкции» 1975 г.;
- 5) СНиП 2.03.01-84* «Бетонные и железобетонные конструкции» 1984 г.;
- 6) СП 52-101-2003 «Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры» 2003 г.;
- 7) СНБ 5.03.01-02 «Бетонные и железобетонные конструкции» 2002 г.;
- 8) EN 1992-1-1 «Design of concrete structures» 1992;
- 9) ДБН В.2.6-98:2009 «Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення» 2009 р.

Таблиця 1

Граничні моменти в перерізі залізобетонного елемента в зоні чистого згину визначені за деякими нормативними документами

Нормативний документ	Розрахункове армування A_s/A_s' , см ²	Граничний момент, M_{Rd} (Т·м)	Відносна різниця, (%)
Технические условия и нормы проектирования и возведения железобетонных сооружений, 1926г.	3.77/2.26	5.13	92.3

Период 1932-1955г.г.		5.58	100.4
СНиП II-В.1-62*		5.67	102.0
СНиП II-21-75		5.56	100
СНиП 2.03.01-84*		5.56	100
СП 52-101-2003		5.56	100
СНБ 5.03.01-02		5.55	99.8
EN 1992-1-1		5.35	96.2
ДБН В.2.6-98:2009		5.62	101.1

З таблиці 1 видно, що відмінність між граничними моментами визначеними за національними нормами та вищепереліченими (нині чинним) нормами Росії, Білорусі та Євросоюзу, не перевищує 5% у бік зменшення граничних значень.

Про нелінійний розрахунок елементів. Нелінійний розрахунок заснований на використанні нелінійних деформацій, до яких схильні залізобетонні елементи. Цей метод рідко використовується на практиці зважаючи на свою складність. Для нелінійного розрахунку потрібна наявність комп'ютера і інформація про арматуру по всій довжині конструкції. Цей метод може виявитися корисним при оцінці міцності перетинів вже готової конструкції або у разі, якщо необхідно переконатися в надійності багаторазово використовуваних однотипних конструкцій (у тому числі, переднапружених з натягом арматури на упори).

Нелінійний метод розрахунку передбачає визначення пластичних шарнірів, який включає розрахунки поворотів у шарнірах. У рамках даного методу відмова досягається, коли:

- 1) у пластичному шарнірі відзначається граничний поворот;
- 2) кількість пластичних шарнірів перетворює конструкцію на механізм.

Пластичний шарнір утворюється, коли сталь досягає межі текучості.

Розглянемо проліт нерозрізної балки, що зображено на рисунку 1. Для визначення граничного стану з несучої здатності необхідно виконати наступні розрахункові заходи:

1. Знаючи властивості арматури, розміри перерізу і клас бетону, обчислюють моменти M_{yk} в перетинах А і В. M_{yk} – згинальний момент при нарузі в арматурі f_{yk} . Обчислюють також момент M_{yd} з використанням коефіцієнтів надійності.

2. Визначають навантаження, яке викликає пружні згинальні моменти, рівні M_{yk} в перетинах А і В.

3. Поетапно збільшують навантаження та розраховують на кожному етапі наступне:

а) кут повороту шарнірів у перетинах А і В, підсумовуючи кривизни балки між шарнірами (для цього необхідно розбити балку на кілька частин. Кривизна в кожній частині визначається за формулою (5.18) [2], яка відповідає формулі (7.18) з [3]):

$$\alpha = \zeta \alpha_{II} + (1 - \zeta) \cdot \alpha_I,$$

де: α – деформаційна характеристика, що розглядається, наприклад, деформація, кривизна або поворот.; α_{II} , α_I – параметри, обчислені для стану «без тріщин» та «з тріщинами» відповідно; ζ – коефіцієнт розподілу (враховує зниження жорсткості у перерізі при розтягу);

б) згинальний момент у перерізі В;

с) деформації сталі та бетону в перетинах А, Б і В.

4. Порівнюють кут повороту в перетинах А і В з граничним кутом поворота.

5. Відмова виникає тоді, коли в перетинах А і В буде досягнуто граничний кут повороту або коли у перерізі В виникає момент M_{yk} .

6. Розраховують навантаження, яке відповідає стану «відмови», визначеному вище.

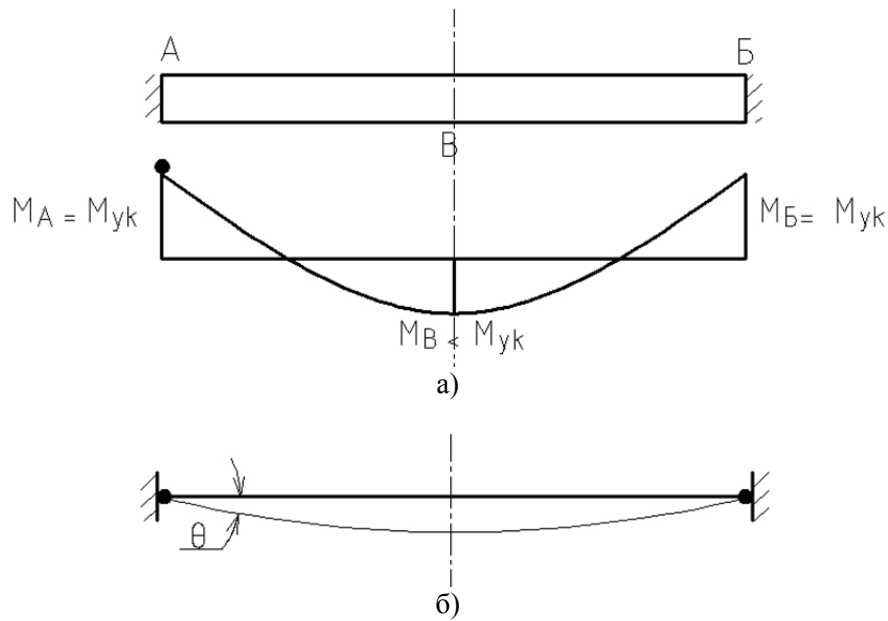


Рис. 1. Схема для аналізу пластичних деформацій нерозрізної балки: а) пружні моменти при формуванні першого шарніра в А і Б; б) обертання θ на першому шарнірі із збільшенням навантаження

Треба відзначити, що розрахунок кутів повороту виконується на підставі середніх значень механічних характеристик, а міцність – на підставі розрахункових величин, тобто з використанням коефіцієнтів надійності.

Зазначені процедури наведені для того, щоб проілюструвати етапи розрахунків на відносно простому прикладі. Необхідно розуміти, що розрахунок багатопролітної балки виявиться досить складним, навіть при використанні комп'ютера. Крім того, в ході розрахунку необхідно враховувати ряд граничних умов. З цих причин даний метод рідко використовується на практиці, частіше замість нього застосовують розрахунки з урахуванням перерозподілу граничних моментів внаслідок пластичних деформацій.

Щодо особливостей розрахунку залізобетонних елементів по нормальним перетинам за нормами [1].

Відповідно до п.4.2[2], несуча здатність залізобетонного елемента прямокутного перерізу на дію згинального моменту визначена за формулами (4.3, 4.4) [2].

Система двох нелінійних алгебраїчних рівнянь(4.3, 4.4) [2] з двома невідомими розв'язуються підбором з контролем критеріїв вичерпання несучої здатності на кожному кроці розрахунків. Для оцінки напружено-деформованого стану розрахункового перерізу використовується деформаційний метод.

За результатами рішення систем рівнянь (4.3, 4.4) [2] будується діаграма «момент – кривизна». Найбільша величина зафіксована на цій діаграмі і приймаються за несучу здатність.

Висновок. Зазначений в [1] та [2] розрахунок нормальних перетинів залізобетонних елементів за деформаційним методом не є важким, але потребує тривалого часу для розв'язання простих задач. Порівняно до чинних норм Росії, Білорусі та Євросоюзу, результат визначення несучої здатності по нормальним перетинам не перевищує 5% у бік зменшення граничних значень, при цьому та ж різниця між скасованими нормами СНиП 2.03.01-84*та [1] складає до 2%. Виходячи з отриманих даних, для виконання приблизних розрахунків на стадії попереднього проектування, достатньо скористатися легкою та перевіреною часом методикою, з подальшим уточненням результатів за [1] при детальних розрахунках.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення проектування: ДБН В.2.6-98:2009. – Офіц.вид.– К. : Мінрегіонбуд України, 2009. – 71 с. – (Бібліотека офіційних видань)

2. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування: ДСТУ Б В.2.6-156: 2010. – Офіц.вид.– К. : Мінрегіонбуд України, 2010. – 170 с. – (Бібліотека офіційних видань)

3. Eurocode 2: Design of concrete structures. General rules and rules for buildings: ENV 1992-1-2.– Brussels, 2001. – 52 p.

SUMMARY

While implementation of calculations, designers use the certain rules of application, that are the generally accepted methods. There must be possibly the use of the simplified design techniques in this case, if it is possible to prove that they are confronted to corresponding principles and provide the degree of safety and durability not less, than methodologies offered by operating normative documents. Eurocode on the basis of which DBN V.2.6- 98: 2009 was made, allows to use considerable part of methodologies from the normative documents operating on the territory of former post-soviet territory, as their basic principles correspond largely. During the use of any alternative methodology it is already impossible to consider, that planning is executed in complete accordance with DBN V.2.6- 98: 2009, however regulative organizations, during realization of calculations, usually use the simplified methodology of the former, tested, normative documents.

By comparison of maximum moments in the cut of reinforce-concrete element in the zone of clear bend, which were received with the help of using of methodologies of calculation which were used in some normative documents, it is necessary to educe differences between application of national normative document of DBN V.2.6- 98: 2009 with possibility of the use of the simplified methodologies on the stage of the previous planning.

Marked in DBN V.2.6- 98: 2009 the calculation of the normal crossing of reinforce-concrete elements according to the deformation method is not difficult, but needs a lot of time for the decision of simple tasks. Comparatively with the operating norms of Russia, Belarus and European Union, the result of determination of bearing strength of the normal crossing does not exceed 5% toward the reduction of maximum values, while the same difference between the cancelled norms of SNiP 2.03.01-84* is 2%. Coming from the obtained data, for implementation of approximate calculations on the stage of the previous planning, it is enough to take advantage of easy and tested methodology, with further clarification of results at the detailed calculations.

REFERENCES

1. Konstrukcii' budynkiv i sporud. Betonni ta zalizobetonni konstrukcii'. Osnovni polozhennja proektuvannja: DBN V.2.6-98:2009. – Ofic.vyd.– К. : Minregionbud Ukraïny, 2009. – 71 s. – (Biblioteka oficijnyh vydan')

2. Konstrukcii' budynkiv i sporud. Betonni ta zalizobetonni konstrukcii' z vazhkogo betonu. Pravyla proektuvannja: DSTU B V.2.6-156: 2010. – Ofic.vyd.– К. : Minregionbud Ukraïny, 2010. – 170 s. – (Biblioteka oficijnyh vydan')

3. Eurocode 2: Design of concrete structures. General rules and rules for buildings: ENV 1992-1-2.– Brussels, 2001. – 52 p.

УДК 674.047.3

ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО РЕЖИМУ СУШІННЯ ДЕРЕВИНИ З ВИКОРИСТАННЯМ АДАПТИВНОЇ, РЕГРЕСІЙНОЇ МОДЕЛІ

В. С. Ткачов, к. т. н.; доц., С. К. Юрков, асс., В. Ю. Юркова, маг.

Ключові слова: сушіння деревини, адаптивна, регресійна модель, пасивний експеримент

Постановка проблеми. Кон'юнктура ринків останніми роками демонструє стійке зростання попиту на деревину. Не дивлячись на новітні розробки штучних заміників, деревина залишиться основним матеріалом в будівництві, виробництві меблів і інших галузях.

Аналіз публікацій. В даний час сушіння деревини в Україні має необхідність в модернізації технологічного обладнання і особливо засобів автоматичного контролю і управління. З кожним роком електроенергія дорожчає, а тому питання економічного його використання сьогодні дуже актуальні. Частково їх вирішення бере на себе сучасна автоматика.