

МЕТОДИ ПОПЕРЕДНЬОЇ ОЦІНКИ ЗАЛИШКОВОГО РЕСУРСУ ФУНДАМЕНТІВ

Матченко П.Т.

ДНТЦ ЯРБ ДП Держатомрегулювання України

Матченко Т.І., Шаміс Л.Б., Первушова Л.Ф.

ПАТ «Київський науково-дослідний та проектно-конструкторський
інститут «Енергопроект»
м. Київ, Україна

АНОТАЦІЯ: Перелічені параметри, які визначають ресурс. Запропонована методика визначення їх критичних значень, методика розрахунку, яка дозволяє прогнозувати залишковий ресурс фундаментів.

АННОТАЦИЯ: Перечислены параметры, определяющие ресурс. Предложена методика определения их критических значений и методика расчета, позволяющая определять остаточный ресурс фундаментов.

ABSTRACT: The parameters which define the resource are listed. The method of determination of their critical value and engineering calculation method which is used to calculate the remained service life of foundations is proposed.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: довговічність, ресурс, корозія, бетон, арматура, фундамент.

ВИЗНАЧЕННЯ ДЕФОРМАЦІЙНОГО РЕСУРСУ ФУНДАМЕНТІВ

З урахуванням встановлених закономірностей деформування будівель та споруд розроблено метод попереднього визначення допустимих умов їх експлуатації на основі деформаційного ресурсу, який включає такі наукові положення [1]:

- деформаційний стан будівель та споруд характеризується узагальненими розрахунковими показниками;

- застосовується один визначальний узагальнений деформаційний критерій технічного стану для кожного виду або типу будівель та споруд, який є візуальним і піддається контролю за допомогою маркшейдерських спостережень;

- встановлено взаємний зв'язок визначального узагальненого деформаційного критерію технічного стану будівель та споруд з розрахунковими показниками;

- нормативний деформаційний ресурс будівель та споруд відповідає допустимому значенню узагальненого деформаційного критерію технічного стану;

- технічний стан будівель та споруд оцінюється за їхнім залишковим деформаційним ресурсом;

- умови експлуатації будівель та споруд визначаються шляхом порівняння розрахункових показників деформацій від майбутніх впливів із залишковим деформаційним ресурсом.

При впливі деформацій основи в залізобетонних підвалинах неминуче утворюються структурні деформації, що характеризуються розкриттям тріщин в підвалинах.

Залежно від типу і знаку деформації поверхні основи під підвалинами, вони по-різному впливають на будівлі, що експлуатуються.

При складанні схем прийнятні такі допущення: розглядається плоска деформація будівлі в повздовжньому або поперечному напрямі; приймається непорушений контакт фундаменту будівлі з основою, що деформується; застосовується принцип незалежності впливів: окремо визначається розташування каркасу від розтягу, стиску, вигину, та зсуву, викликаних горизонтальними деформаціями і кривизною.

При плавних деформаціях основи під підвалинами можливі чотири деформаційні схеми каркасу боксу споруди в стані граничної рівноваги залежно від характеру горизонтальних деформацій ε , кривизни K і відносини довжини будівлі ℓ до її висоти H . Перша і друга схеми відповідають деформованому стану будівель при горизонтальних деформаціях розтягу $+\varepsilon$, кривизні опуклості $+K$ та відносиним $\ell \geq 2H$ і $\ell \leq 2H$.

Розрахунковий показник сумарних деформацій $\Delta\ell'_{p.b}$ при горизонтальних деформаціях розтягу $+\varepsilon$, кривизні опуклості $+K$ та $\ell \geq 2H$ представимо у вигляді сумарного розташування каркасу боксу по верхній плиті:

$$\Delta\ell'_{p.b} = 2(t_{\varepsilon} + t'_{c.k}) + \Delta\ell'_{b.k}, \quad (1)$$

де t_{ε} , $t'_{c.k}$ і $\Delta\ell'_{b.k}$ – горизонтальні проекції сумарного розшарування половини довжини (довжини) каркасу боксу по верхній плиті від горизон-

тальних деформацій розтягу, зсуву та вигину, що визначається за формулами:

$$t_{\varepsilon} = m_{\varepsilon} \times \varepsilon \times l / 2 \quad (2)$$

$$t'_{c.k} = H_c = K \times H^2 / 2, \quad (3)$$

$$\Delta \ell'_{b.k} = K \times H \times \ell, \quad (4)$$

де m_{ε} – коефіцієнт умов роботи для горизонтальних деформацій. Структурні деформації будівлі по підшві підвалин при вигині рівні нулю. Підставляючи значення t_{ε} , $t'_{c.k}$ та $\Delta \ell_{b.k}$ у формулу (1), одержимо:

$$\Delta \ell'_{p.b.} = m_{\varepsilon} \times \varepsilon \times \ell + K \times H (\ell + H), \quad (5)$$

Розрахунковий показник сумарних деформацій будівель $\Delta \ell''_{p.b.}$ при горизонтальних деформаціях розтягу $+\varepsilon$, критичні опуклості $+K$ та $2H$ визначається за формулою:

$$\Delta \ell''_{p.b.} = 2(t_{\varepsilon} + t''_{c.k}) + \Delta \ell''_{b.k.} \quad (6)$$

де значення $t''_{c.k}$ і $\Delta \ell''_{b.k}$ в горизонтальному перетині на висоті $0,5 \times \ell$ рівні:

$$t''_{c.k} = K \times \ell^2 / 8, \quad \Delta \ell''_{c.k} = K \times \ell^2 / 2. \quad (7)$$

Підставляючи значення t_{ε} , $t''_{c.k}$ та $\Delta \ell''_{b.k}$ у формулу (6), одержимо:

$$\Delta \ell''_{p.b.} = \ell \left(m_{\varepsilon} \times \varepsilon + 3 \times K \times \ell / 4 \right) \quad (8)$$

розрахунковий показник сумарних деформацій будівель $\Delta \ell'_{c.n.}$ при горизонтальних деформаціях стиску $-\varepsilon$, кривизні угнутості $-K$ та $\ell \geq 2H$ представимо у вигляді сумарного розташування стін на висоті $H/2$:

$$\Delta \ell'_{c.n.} = 2(t'_{\varepsilon o} + t'_{co}), \quad (9)$$

де $t'_{\varepsilon o}$ і t'_{co} – горизонтальні проекції сумарного розташування половини довжини боксу на висоті $H/2$ від горизонтальних деформацій стиску і зсуву, що визначаються за формулами:

$$t'_{\varepsilon o} = m_{\varepsilon} \times \varepsilon (l - H) / 2, \quad t'_{co} = h_2 / 2 = KH (\ell - H) / 4. \quad (10)$$

Підставимо значення $t'_{\varepsilon o}$ і t'_{co} у формулу (8) одержимо:

$$\Delta \ell'_{c.n.} = (m_{\varepsilon} \times \varepsilon + KH/2)(\ell - H). \quad (11)$$

Розрахунковий показник сумарних деформацій боксу $\Delta \ell''_{c.n.}$ при горизонтальних деформаціях стиску – ε , кривизні угнутості – K та $\ell \leq 2H$ визначається за формулою:

$$\Delta \ell''_{c.n.} = 2(t''_{\varepsilon} + t''_{co}), \quad (12)$$

де t''_{ε} і t''_{co} – горизонтальні проекції сумарного розташування в зоні пів довжини розмірів боксу на висоті $\ell/4$ від горизонтальних деформацій стиску і зсуву, що визначаються за формулами:

$$t''_{\varepsilon} = m_{\varepsilon} \times \varepsilon \times \ell/4, \quad t''_{co} = h_c/2 = K\ell^2/16 \quad (13)$$

Підставляючи значення t''_{ε} і t''_{co} у формулу (10), одержимо:

$$\Delta \ell''_{c.n.} = l(m_{\varepsilon} \times \varepsilon + K \times \ell/4)/2. \quad (14)$$

У формулах (11) і (14) не враховуються вплив прогину боксу над кривизною угнутості, оскільки розташуванню плити фундаменту та міжповерхових плит перешкоджають горизонтальні деформації стиску, зате вертикальний зсув сприяє інтенсивності обтиснення.

За наслідками статистичного аналізу даних інструментальних спостережень за територіями, що мають карстові утворення, одержано рівняння взаємного зв'язку максимального розкриття тріщин з розрахунковими показниками деформацій:

• для виробничих будівель при плавних деформаціях розтягу-кривизни опуклості та стиску-кривизни угнутості:

$$\delta_{\max} = a'_n (\Delta \ell_{c.n.})^2 - b_n, \quad \delta'_{\max} = a'_n (\Delta \ell_{p.b.})^2 - b_n, \quad (15)$$

де $\Delta \ell_{p.b.}$ і $\Delta \ell_{c.n.}$ – розрахункові показники деформацій, що приймаються $\Delta \ell'_{p.b.}$ або $\Delta \ell''_{p.b.}$ і $\Delta \ell'_{c.n.}$ або $\Delta \ell''_{c.n.}$ залежно від деформаційної схеми будівлі; $a'_{\text{ж}}$, $b'_{\text{ж}}$, $a_{\text{у.ж}}$, $b_{\text{у.ж}}$, a'_n і b_n – емпіричні коефіцієнти, що визначаються для житлових і громадських будівель залежно від поверховості і виробничих – від типу (каркасні, з неповним каркасом і без каркасні) та висоти.

Якщо в рівняннях (15) замість δ_{\max} прийняти допустиме значення максимального розкриття тріщин $[\delta_{\max}]$ і розв'язати їх відносно $\Delta \ell_{p.b.}$, $\Delta \ell_{c.n.}$ і Δh_y , одержимо формули для визначення нормативних допустимих

показників сумарних і зосереджених деформацій для житлових і громадських будівель і сумарних деформацій для виробничих будівель, що відповідають їхньому нормативному деформаційному ресурсу.

Для оцінки технічного стану будівель та споруд, що експлуатуються в умовах карстоутворення, приймається їхній залишковий деформаційний ресурс, що характеризує здатність об'єкта сприймати деформаційні впливи. Залишковий деформаційний ресурс рівний допустимому показнику деформацій будівель та споруд $[\Delta\ell]$, який є різницею нормативного $[\Delta\ell]_н$ і фактичного показника $\Delta\ell_{\phi}$, що характеризує вичерпаний деформаційний ресурс стосовно очікуваного виду впливу, що визначається залежно від фактичного значення узагальненого деформаційного критерію (для будівель – це фактичне максимальне розкриття тріщин в зовнішніх стінах $\delta_{\max.\phi}$). При визначенні $\delta_{\max.\phi}$ враховується тріщини, напрям яких відповідає очікуваному впливу. Якщо за прогнозом будівля випробуватиме розтяг і кривизну опуклості, то $\delta_{\max.\phi}$ визначається по похилих, що розходяться, і вертикальних тріщинах; якщо очікується стиск і кривизна угнутості – враховуються похилі, що сходяться, і горизонтальні тріщини (рис.1.в); при утворенні уступу – похилі і вертикальні тріщини, розташовані компактно в зоні зосереджених деформацій над уступом.

Коефіцієнт залишкового деформаційного ресурсу визначається з урахуванням пристосування системи «споруда-основа» до попередніх впливів для виробничих будівель за формулою:

$$k_p = \frac{\Delta\ell([\delta_{\max}] - \Delta\ell(\delta_{\max.\phi}))}{\Delta\ell([\delta_{\max}] - \Delta\ell(0))}. \quad (16)$$

Умови подальшої експлуатації будівель та споруд на підставі порівняння розрахункових показників деформацій від майбутніх впливів з допустимими показниками. Якщо розрахункові показники перевищують допустимі, то необхідно вживати заходів з підвищення залишкового деформаційного ресурсу даних об'єктів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Анциферов А.В. Деформаційний ресурс будівель та споруд, що експлуатуються за складних гірничо-геологічних умов / Анциферов А.В., Блінніков О.В., Шнеєр В.Р. // Проблеми ресурсу і безпеки експлуатації конструкцій, споруд та машин, Інститут електрозварювання ім. Є.О.Патона НАН України, 2006. - С. 28-32.
2. Матченко П.Т. Інженерна методика розрахунку довговічності залізо-

- бетонних конструкцій, що знаходяться під впливом атмосферних опадів / Матченко П.Т. // Будівництво України. -2009. - №9-10. - С. 35-38.
3. Матченко П.Т. Методика розрахунку ресурсу бетону, що накопичує теплові нейтрони / Матченко П.Т. // Будівництво України. – 2010. - № 1. - С. 30-34.
 4. Матченко П.Т. Інженерна методика розрахунку залишкового ресурсу захисного шару бетону робочої арматури залізобетонних конструкцій, що експлуатуються / Матченко П.Т. // Будівництво України. -2010. - №2. - С. 36-40.
 5. Матченко П.Т. Інженерна методика розрахунку залишкового ресурсу сталевий арматури в корозійному середовищі / Матченко П.Т. // Будівництво України. -2010. - № 3. - С. 37-39.
 6. Матченко П.Т. Методика прогнозування проектної та залишкової морозостійкості залізобетонних конструкцій / Матченко П.Т. // Будівництво України. -2010. - № 6. - С. 31-37.
 7. Матченко П.Т. Методика оцінки довговічності залізобетонних конструкцій, що працюють у ґрунті / Матченко П.Т. // Будівельні конструкції. – 2010. – Вип. 73. - С. 617-628.
 8. Матченко П.Т. Методика оцінки довговічності залізобетонних конструкцій, що працюють в агресивних рідинах / Матченко П.Т. // Будівництво України. -2011. - № 1. - С. 36-39.

REFERENCES

1. Antsiferov A.V., Blinnikov L.V., Schneier V.Z. Deformation life of buildings and structures, used in complex geological conditions. Resource problems and the safe operation of structures, buildings and machinery. Institute electric welding them E.O. Paton NASU. - 2006. - p. 28-32.
2. Matchenko P.T. Engineering method of calculation of durability of reinforced concrete structures under the influence of precipitation. Budivnytstvo Ukrainy (Construction of Ukraine). - 2009. -№9-10. - P. 35-38 (Ua).
3. Matchenko P.T. Methods of calculating the resource concrete that accumulates the thermal neutrons. Budivnytstvo Ukrainy (Construction of Ukraine). -2010.-№1.-P. 30-34. (Ua).
4. Matchenko P.T. Engineer method of calculating the residual life of the protective layer of concrete reinforcement concrete structures working in service. Budivnytstvo Ukrainy (Construction of Ukraine). -2010.-№2.-P. 36-40. (Ua).
5. Matchenko P.T. Engineering method of calculating the residual life of steel reinforcement in a corrosive environment. Budivnytstvo Ukrainy (Construction of Ukraine). - 2010. - №3. - P. 37-39 (Ua).
6. Matchenko P.T. Methods of design and prediction of residual frost concrete structures. Budivnytstvo Ukrainy (Construction of Ukraine). - 2010. - №6. - P. 31-37. (Ua).

7. *Matchenko P.T.* Methods of assessing the durability of concrete structures, working in the soil. *Budivelni konstruktsii*. – 2010. – Iss. 73. - P. 617 - 628.
8. *Matchenko P.T.* Methods of assessing the durability of concrete structures operating in aggressive liquids. *Budivnytstvo Ukrainy*. –2011. - № 1. -P. 36 - 39.

Стаття надійшла до редакції 06.04.2016 р.