

КЛИМЕНКО Є.В. (Одеська державна академія будівництва та архітектури)

УДК 699.841

НАУКОВІ ОСНОВИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД СТАРОЇ ЗАБУДОВИ

Ключевые слова: Еврокод 7, геотехническое проектирование, аварийные предельные состояния, эксплуатационные предельные состояния.

В роботі викладена методика проектування стратегії технічної експлуатації будівельних конструкцій та будівель в цілому. Методика базується на апостеріорній інформації та розглядає три види втручання в процес експлуатації. Стратегія експлуатації вибирається за критерієм мінімуму фінансових витрат.

В работе изложена методика проектирования стратегии технической эксплуатации строительных конструкций и зданий в целом. Методика базируется на апостериорной информации и рассматривает три вида вмешательства в процесс эксплуатации. Стратегия эксплуатации выбирается по критерию минимума финансовых затрат.

In this paper, the technique of designing strategies technical operation of structures and buildings in general. We consider three technical condition of some structures and buildings in general. The method is based on the a posteriori information is based on data which curve operation. The latter is a smooth curve degradation of individual indicators serviceability. To describe the operation of the curve is invited polynomial of the third degree.

We consider three types of intervention in the operation of construction, namely: diagnostics, maintenance and repairs. In applying

the first two indicators serviceability design does not change, but only elaboration type of operating curve or slowing the rate of degradation of performance. Overhaul individual values can increase serviceability. Operating strategy selected by the criterion of minimum expenses. The following program for finding the target function and its parameters.

Established method allows for trouble-free operation of certain structures and buildings in general for the normative lifetime with minimal financial cost.

ВСТУП

В процесі експлуатації усі будівельні конструкції зношуються [1, 2], що призводить до погіршення їх експлуатаційних характеристик, і в кінці кінців може призвести до відмови окремої конструкції і будівлі в цілому, як системи, тобто до аварії та обрушення. Для нормальної та безпечної експлуатації важливо на кожному етапі оцінювати технічно окремі конструкції, їх вузли та будівлі чи споруди в цілому. Однак, чинні нормативні документи [3] не дають можливості прогнозувати технічний стан та регулювати його з метою забезпечення безаварійної надійної роботи системи протягом усього терміну експлуатації.

Таблиця 1. Елементи формалізації способів втручання

Вид втручання	Кількість дій	Витрати на одну дію	Ризик не досягнення мети після всіх дій
Діагностика конструкції	n	DD	α
Поточний ремонт	p	PP	β
Капітальний ремонт	k	RR	γ

ОГЛЯД ОСТАННІХ ДЖЕРЕЛ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

Усі будівельні конструкції будівель та споруд в процесі експлуатації мають мати певний набір якостей, які назвемо показниками експлуатаційної придатності (ПЕП). Під час експлуатації проходить процес погіршення показників (рис. 1...6) та наближення їх до своїх граничних значень.

При цьому, слід зауважити, що перевищення хоча б одним показником свого граничного значення, означає перехід усієї системи в гірший технічний стан, а якщо це – аварійний стан, то і до відмови [4].

Чинні норми [3] не дозволяють прогнозувати зміну технічного стану конструкцій, а значить і будівель та споруд в цілому в часі.

В Одеській області, прогнозування та керування технічним станом конструкцій провидиться згідно [5...7]. Вона базується на апостеріорній інформації та на статично обґрунтованій передумові, що деградація кожного ПЕП достовірно описується поліномом третього ступеня і має випуклий вигляд.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Основною задачею даних досліджень є створення методики проведення втручань в процес експлуатації.

ОСНОВНИЙ МАТЕРІАЛ

В ході експлуатації відбуваються втручання в роботу конструкцій.

Розглядається три способи втручання в хід процесу, який стосується зміни характеристики :

- діагностика конструкції;
- поточний ремонт конструкції;
- капітальний ремонт конструкції.

Так діагностика конструкції не підвищує напряму її технічний стан, однак уточнює опис кривої експлуатації, роблячи його більш достовірним на даний момент часу. Під поточним ремонтом конструкцій в наших дослідженнях будемо розуміти збільшення захисту конструкції від дії зовнішнього середовища, тобто зменшення швидкості деградації її, без збільшення окремих ПЕП. Капітальний ремонт (підсилення) передбачає збільшення окремих ПЕП.

Кожна подія (обстеження, поточний чи капітальний ремонт) вносить корегування в опис кривої експлуатації, а з іншої – має свою вартість.

В середовищі MathCad розроблена та реалізована програма щодо планування заходів з експлуатації, основною метою є мінімізація витрат при заданому рівні надійності.

Уведемо до розгляду елементи формалізації, які стосуються опису згаданих способів втручання (таблиця 1).

Зважаючи на наявність елементів невизначеності стосовно визначення числових значень ризику, вважатимемо, що ці значення формуються досвідченими фахівцями, добре обізнаними зі специфікою будівельних конструкцій, яких вони стосуються.

У випадку затруднень з визначенням ризиків, пропонується наступна схема для їх розрахунку:

$$\alpha = \frac{P_{cr}}{P} \times \frac{WK - DD}{WK + DD};$$

$$\beta = \frac{P_{cr}}{P} \times \frac{WK - PP}{WK + PP};$$

$$\gamma = \frac{P_{cr}}{P} \times \frac{WK - RR}{WK + RR},$$
(1)

де WK – вартість наслідків від втрати будівельною конструкцією своїх властивостей.

За цією схемою, за умови що $P_{cr}=0,5P$, $DD=0,2WK$, $PP=0,3WK$, $RR=0,4WK$, то $\alpha \approx 0,33$; $\beta \approx 0,26$; $\gamma \approx 0,21$.

Виходячи з того, що втручання має здійснюватися з дотриманням вимог щодо мінімізації ризику, мінімізації витрат та мінімізації кількості втручань, отримуємо співвідношення щодо уведених елементів формалізації:

$$n + p + k = m_1 \rightarrow \min;$$

$$DD \times n + PP \times p + RR \times k = m_2 \rightarrow \min$$

$$\frac{\alpha}{n} + \frac{\beta}{p} + \frac{\gamma}{k} \rightarrow \min.$$
(2)

Розглядаючи та у якості допоміжних параметрів, здійснимо спробу мінімізувати останній вираз. З цієї метою з перших двох виразів визначимо n та p :

$$n = \frac{m_1 \times PP - m_2 + (RR - PP) \times k}{PP - DD};$$
(3)

$$p = \frac{m_2 - m_1 \times DD - (RR - DD) \times k}{PP - DD}.$$
(4)

Після підстановки n та p та простих перетворень отримуємо:

$$\frac{\beta(PP - DD)}{m_2 - DD \times m_1 - (RR - DD) \times k} +$$

$$+ \frac{\alpha(PP - DD)}{m_1 \times PP - m_2 + (RR - PP) \times k} + \frac{\gamma}{k} \rightarrow \min.$$
(5)

Дотримуючись необхідної умови оптимуму, для визначення значення „ k “ необхідно розв’язати рівняння

$$\frac{\beta \times (PP - DD) \times (RR - DD)}{(m_2 - DD \times m_1 - (RR - DD) \times k)^2} -$$

$$- \frac{\alpha \times (PP - DD) \times (RR - PP)}{(m_1 \times PP - m_2 + (RR - PP) \times k)^2} - \frac{\gamma}{k^2} = 0.$$
(6)

Залишаючи поза увагою спосіб визначення „ k “, слід звернути увагу на наявність можливості визначення значень k , p та k – кількості діагностик конструкції, кількості поточних ремонтів, кількості капітальних ремонтів, які слід здійснити, втручання та за яким змінюється характеристика відповідного показника експлуатаційної придатності конструкції, дотримуючись згаданих вище вимог щодо кількості таких втручань, витрат на них, ризику.

Рисунки 1-6 дивись на стор. 2 обкл.

$D := 15 \quad P := 30 \quad R := 40 \quad \alpha := 0.74 \quad \beta := 0.731 \quad \gamma := 0.724 \quad m1 := 22 \quad m2 := 550 \quad k := 4$

$a4(m1, m2) := (R - P) \cdot (R - D) \cdot [\beta \cdot [(P - D) \cdot (R - P) - \alpha \cdot (P - D) \cdot (R - D) - \gamma \cdot (R - P) \cdot (R - D)]]$

$a3(m1, m2) := 2 \cdot (R - P) \cdot (R - D) \cdot [\alpha \cdot (P - D) \cdot (m2 - D \cdot m1) + \beta \cdot (P - D) \cdot (m1P - m2) - \gamma \cdot (R - D) \cdot (m1P - m2) + \gamma \cdot (m2 - D \cdot m1) \cdot (R - P)]$

$a2(m1, m2) := [-\alpha \cdot (P - D) \cdot (R - P) \cdot (m2 - D \cdot m1)^2 + \beta \cdot (P - D) \cdot (R - D) \cdot (m1P - m2)^2 - \gamma \cdot (m1P - m2)^2 \cdot (R - D)^2 - \gamma \cdot (m2 - D \cdot m1)^2 \cdot (R - P)^2 + 4 \cdot \gamma \cdot (m1P - m2) \cdot (m2 - D \cdot m1) \cdot (R - P) \cdot (R - D)]$

$a1(m1, m2) := -2 \cdot \gamma \cdot (R - P) \cdot (m1P - m2) \cdot (m2 - D \cdot m1) \cdot [(m2 - D \cdot m1) \cdot (R - P) - (m1P - m2) \cdot (R - D)]$

$a0(m1, m2) := -\gamma \cdot (m1P - m2)^2 \cdot (m2 - D \cdot m1)^2$

$f(k, m1, m2) := \frac{k^4 \cdot a4(m1, m2) + k^3 \cdot a3(m1, m2) + k^2 \cdot a2(m1, m2) + k \cdot a1(m1, m2) + a0(m1, m2)}{a4(m1, m2)}$

$K(m1, m2) := \text{root}(f(k, m1, m2), k)$

$N(m1, m2) := \frac{[m1P - m2 + (R - P) \cdot K(m1, m2)]}{(P - D)} \quad K(m1, m2) = 2.002$

$p(m1, m2) := \frac{[m2 - D \cdot m1 - (R - D) \cdot K(m1, m2)]}{(P - D)} \quad N(m1, m2) = 8.668$

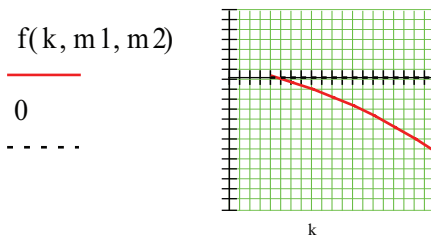
$p(m1, m2) = 11.33$

$f(k, m1, m2) = -9.583 \times 10^3$

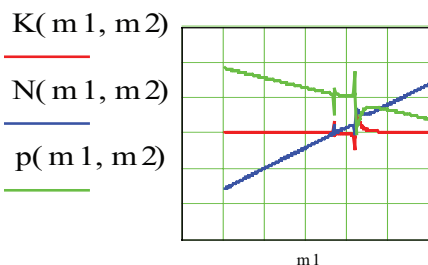
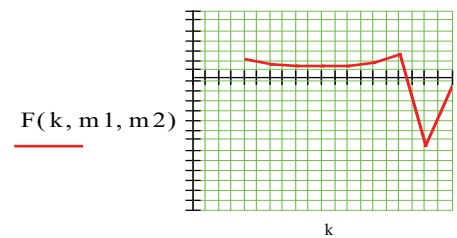
$F(k, m1, m2) := \frac{\alpha \cdot (P - D)}{m1P - m2 + (R - P) \cdot k} + \frac{\beta \cdot (P - D)}{m2 - D \cdot m1 - (R - D) \cdot k} + \frac{\gamma}{k} \quad k := 2..10$

$k1 := \frac{m2 - m1P}{R - P} \quad k2 := \frac{m2 - D \cdot m1}{R - D}$

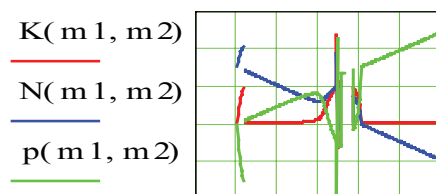
$k := 2..10 \quad k1 = -11 \quad k2 = 8.8$



$m1 := 5, 5.1.30 \quad k := 4$



$m1 := 10 \quad m2 := D \cdot m1 \cdot R \cdot m1$



$k =$	$F(k, m1, m2) =$
2	0.512
3	0.396
4	0.346
5	0.33
6	0.343
7	0.409
8	0.697
9	-2.057
10	-0.24

Рис. 7. Приклад реалізації програми керуванням технічного стану

ВИСНОВКИ

Розроблена методика дає можливість з найменшими фінансовими витратами організувати надійну ек-

плуатацію будівельних конструкцій із будь-яких матеріалів. Використання її забезпечує безаварійну роботу протягом встановленого терміну.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Реконструкция зданий и сооружений / А.Л. Шагин, Ю.В. Бондаренко, Д.Ф. Гончаренко, В.Б. Гончаров; Под ред. А.Л. Шагина: Учеб. пособие для строит. спец. вузов. // -М.: Высш. шк., 1991. -352 с.
2. Клименко Є.В. Технічна експлуатація і реконструкція будівель та споруд / Є.В. Клименко // Навчальний посібник. -К.: Центр навчальної літератури, 2004. -304 с.
3. Нормативні документи з питань обстежень, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель і споруд / Держ. комітет буд-ва, архіт. та житлової політики України, Держнаглядохоронпраці України. — К., 1997. - 145 с.
4. Клименко Є.В. До питання визначення та оцінювання технічного стану будівель і споруд / Є.В. Клименко, О.В. Редкін // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. / Одеська державна академія будівництва та архітектури, -Одеса, ВМК „Місто майстрів“, 2001. -Вип.3. -С. 118-120.
5. Клименко Є.В. Визначення технічного стану будівель та споруд / Є.В. Клименко // Будівельні конструкції. Міжвідомчий науково-технічний збірник. Всеукраїнська науково-практична конференція «Реконструкція будівель та споруд. Досвід та проблеми», -Київ: НДІБК, 2001. -Вип. 54. -С. 301-305.
6. Клименко Є.В. До питання прогнозування технічного стану сталезалізобетонних конструкцій / Є.В. Клименко, В.С. Дорофеев // Будівельні конструкції. Міжвідомчий науково-технічний збірник. -Київ: НДІБК, 2006. -Вип. 65. -С. 247-252.
7. Клименко Є.В. Математична модель процесу експлуатації будівель та споруд / Є.В. Клименко, В.С. Дорофеев // Ресурсоекономі матеріали, конструкції, будівлі та споруди. 36. наук. праць / Національний університет водного господарства та природокористування. -Рівне, 2006. -Вип.14. -С. 470-475.

ABSTRACT

Klimenko E.V. Scientific basis of operation buildings old buildings // The world of geotechnik.- 2017.- №2.- P.6-9.

In this paper, the technique of designing strategies technical operation of structures and buildings in general. We consider three technical condition of some structures and buildings in general. The method is based on the a posteriori information is based on data which curve operation. The latter is a smooth curve degradation of individual indicators serviceability. To describe the operation of the curve is invited polynomial of the third degree.

Mitinskiy V.M., Baranik S.V. Geotechnical rationale for the cohstruction of buildings ih Odessa //The world of geotechnik.- 2017.- №2.- P.10-13.

The deformed area of a base of pile foundations of buildings, erected in Odessa of 22-26 floors high, includes dispersible breeds (loams and clays), limestones and clays of meiotic tier. Presence of limestones as a hardpan hard layer in the deformed area of a base, causes forming in it of the complicated tense state, in particular, the concentration of tangent tensions. The problems of possible punching of limestone occur, especially at weakening of it by its making. The terms of joint work of soils of base and pile foundation are considered on the example of three objects of building. For the exception of possibility of punching or cut of layers of shell limestones-rocks by foundation of dwelling-house No 8 on the street an Mikhaylovskaya an additional loading on its roof was limited within the framework of sizes at which tangent tensions in the layer of limestones would not arrive the maximum.

Osadchiy V.S., Bondarenko A.S. Estimation of the stressed-deformed condition of the "basis-hydraulic engineering structure" system // The world of geotechnik.- 2017.- №2.- P.14-17.

The paper presents an approach to the evaluation of the stress-strain state of "base-hydraulic structure" system with verification of computational models when considering the design of the protective breakwater. The approach to the analysis of the compression tests of soils and the use of these data for various subgrade models. A comparative analysis of a number of models and determine the best way of erection of the chosen design of the breakwater.

Sukhanov V.G., Vyrova V.N., Lysenko E.V., Poteminskaya staircase: on the stages of through time (Restoration 2016-2017) //The world of geotechnik.- 2017.- №2.- P.18-19.

The Potemkin Staircase is a unique object, a national architectural monument - only once (in 1933) it was seriously reconstructed and since then it has been operated in the mode of active influence of climatic and anthropogenic factors, which deteriorate its technical condition every year. Launched in May 2016g. Restoration of the staircase is the result of a long study by experts of OGASA and NPC "Ecostroy" various negative processes in the structures of the stairs and the materials from which it is built. Restoration is carried out on the basis of scientific and design documentation and will ensure long and trouble-free operation of the staircase for many years.

Nuzhdin L.V., Nuzhdin M. L., Pavlyuk K.V. Influence deformation anisotropy in the calculation of settlements of foundation //The world of geotechnik.- 2017.- №2.- P.20-24.

The paper presents the improved calculation method of the deformations of soil basement folded by anisotropic soils. It is based on the standard calculation method of foundations settlements according to current regulatory documents SP 22.13330.2011 «Foundations of buildings and structures. Updated edition of SNiP 2.02.01-83 *». Accounting anisotropic properties is carried out by introducing in calculation an additional coefficient α_a , which depends on soil anisotropy index of the soil basement k_a and geometrical dimensions of the foundation.

Shkoda V.V., Semchina M.V., Shkoda A.V. Analysis of operation of residential five-storey buildings, established on landing grounds of Яaporozhyha //The world of geotechnik.- 2017.- №2.- P.25-28.

This article gives an analysis of the housing stock Zaporozhye, shows the classification of residential buildings by number of floors and walls of the material, isolated types of deformation are given recommendations for improving the reliability of operation of five-storey residential buildings with their possible reconstruction.

S.G Kushner Water as a destabilizing factor for the foundations of structures //The world of geotechnik.- 2017.- №2.- P.29-33.

The article considers the causes and consequences of flooding of territories and individual areas built by loess subsidence grounds. Performed a comparative analysis of the impact on the flood of man-made and natural factors. Measures to combat flooding have been analyzed and suggestions have been made for the development of design standards for the foundations of structures.

**РИСУНКИ ДО СТАТТІ КЛИМЕНКО Є.В.
«НАУКОВІ ОСНОВИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД СТАРОЇ ЗАБУДОВИ»**



Рис. 1. Руйнування внутрішніх цегляних стін (Фірма «Краян»).



Рис. 2. Знос будинку Русова в м. Одесі.



Рис. 3. Пошкодження опор мостового переходу (Хорватія).



Рис. 4. Руйнування частини фасаду будинку по вул. Генерала Ватутіна в м. Одесі.



Рис. 5. Знос конструкцій одноповерхового будинку по вул. Утьосова в м. Одесі.



Рис. 6. Руйнування конструкцій Рибного ресторану в м. Одесі.

**РИСУНКИ К СТАТЬЕ
МИТИНСКИЙ В.М., БАРАНИК С.В.
«ГЕОТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА
ЗДАНИЙ ПОВЫШЕННОЙ ЭТАЖНОСТИ В Г. ОДЕССЕ»**

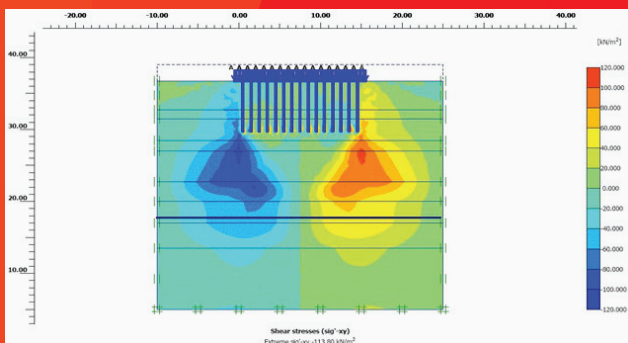


Рис. 2. Значения величин касательных напряжений в основании жилого дома №8 жилого комплекса по ул. Михайловской.

**РИСУНКИ К СТАТЬЕ
ШКОДА В.В., СЕМЧИНА М.В., ШКОДА А.В.
«АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЖИЛЫХ ПЯТИЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ,
ВОЗВЕДЕННЫХ НА ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТАХ Г. ЗАПОРОЖЬЯ»**

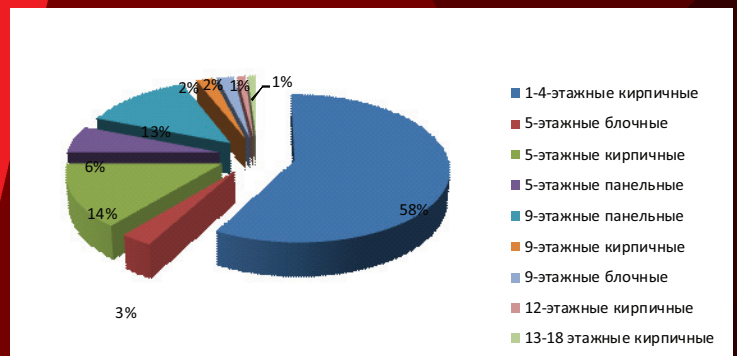


Рис. 1. Распределение жилого фонда г. Запорожья в зависимости от этажности и материала стен зданий.