

$$m\ddot{y} + H_1 \left(1 + \frac{y}{y_c} \right) \text{sign } \dot{y} + r(y) = 0. \quad (6)$$

In order to check the theoretical assumptions suggested we shall analyse a normalized dimensionless equation. The numerical modelling had been executed for the following parameters of a system (6): $m=1$; $H_1=1$; $y_s=0.5$. The outer asymmetrical periodic excitation of the following form was applied to a system: $P(t) = P_1 \cos \omega t + P_0$. The frequency of an outer excitation had taken the following values $\omega = 0.5; 1; 2$. Amplitudes of harmonic and constant component had taken the values $P_1 = 0.1; 0.5; 1$ and $P_0 = -0.1; 0.1; 1$ respectively. The elastic characteristic was assumed to be linear $r(y) = y$. The results of numerical modelling are also shown in Fig. 2. On a Fig.2 point were obtained for fixed values of amplitude of an external disturbance and three miscellaneous values of frequencies.

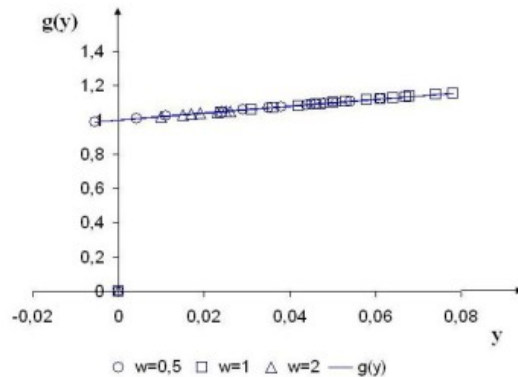


Figure 4. Influence of frequency of an outer excitation on accuracy of an estimation of parametric relation $g(y)$

Analysing the presented relations, one may mark a good coincidence of numerical and analytical estimations of the function $g(y)$. Estimations of the function $g(y)$ for negative displacement values are preferred to vary by values of constant component of an outer excitation. Let's note, that unlike conventional methods based upon the usage of method of least squares and Wiener series, the change of parameters of an outer excitation does not affect the accuracy of an estimation of dissipation parameters.

6. CONCLUSION

The application of phase trajectories in plane (y, \ddot{y}) is suggested by the author. In contrast to trajectories in plane (y, \dot{y}) , they don't require a lot of number of geometrical construction in identification of dynamic systems. It leads to the improvement of accuracy. The graphical criteria of non-linearity of dynamic system are developed. The preferable regimes of outer excitation to define separately structural damping force are obtained.

REFERENCES

1. V.I. Arnold, V.V. Kozlov, A.I. Neishtadt, *Mathematical Aspects of Classical and Celestial Mechanics*. VINITI, 1985.
2. V.E. Volkova, Experimental research of forced oscillations in a flexible rod. *Fundamentals of Civil Engineering*, **15**, 525-530, 2005.
3. Grop, *Identification of mechanical systems*. Mir, 1979
4. M.I. Kazakevitch, V.E. Volkova *Phase Trajectories of Non-linear Dynamic Systems. The Atlas*. Nauka i Obrazovaniye Publ. House: Dnepropetrovsk, 2002.
5. M I. Kazakevitch, V.E. Volkova, *Dynamic of the systems with double-well potential*. Art-Press, 2002.
6. V.O. Kononenko, M.P. Plakhtiyenko *Methods of Identification of Mechanical Oscillating Systems*. Naukova dumka, 1976.
7. M.P. Plakhtiyenko, Methods of Identification of Mechanical Oscillating Systems, *Prikladnaya mekhanika*, **36**, No. 12 : 38-68, 2000.
8. D.E. Adams, R.J. Allemang (1998) Survey of nonlinear detection and identification techniques for experimental vibrations. *Proc. of ISMA23*, 269-280, 1998
9. G. Kerschen, K. Worden, A.F. Vakakis, J.-C. Golinval Past, present and future of nonlinear system identification in structural dynamics. *Mechanical Systems. Signal Process.*, **20** (3), 505-592. 2006.
10. V. E. Volkova, K. Schneider Qualitative theory and identification of dynamic system with one degree of freedom. *Prikladnaya mekhanika*, **41**, No. 6, 134-139, 2005.
11. Worden K., Tomlinson G.R. Nonlinearity in Structural Dynamics: Detection, Identification and Modelling. *Institute of Physics Publications*, 2001.

УДК 624.012.2

АНАЛІЗ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ЦЕГЛЯНОЇ КЛАДКИ З УРАХУВАННЯМ ПОШКОДЖЕНЬ ТА СУМІСНОЇ РОБОТИ НЕСУЧИХ СТІН БУДІВЛІ З ОСНОВОЮ

к.т.н., с.н.с., доц. О.П. Воскобійник, асп. С.О. Мурза,

магістр А.О. Демченко

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

Постановка проблеми. Контроль технічного стану несучих будівельних конструкцій при обстеженні будівель та споруд набуває все більшого значення зі збільшенням зношення основних житлових та виробничих фондів, що були збудовані у 60-70 роки ХХ сторіччя – у період масового будівництва.

При цьому слід зауважити, що цегла все ще зостається є одніми з найбільш розповсюджених будівельних матеріалів.

На сьогодні в Україні оцінка технічного стану будівель та споруд здійснюється відповідно до положень «Нормативних документів з питань обстежень, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації будівель і споруд» [1], згідно з якими наявність тріщин на цегляних стовпах та стінах є основним показником рівня завантаженості та характеристикою технічного стану цегляної кладки. Однак при цьому слід зауважити, що наведені в нормах [1] рекомендації носять досить формалізований характер, а віднесення окремих конструкцій та будівель і споруд у цілому до кожного із технічних станів базується на методі експертних оцінок та носить розпливчастий характер.

Зв'язок з науковими та практичними задачами. Тріщини, розшарування, сколювання, випирання та вивітрювання елементів цегляної кладки є характерними, найбільш розповсюдженими, дефектами та пошкодженням несучих та огорожуючих кам'яних конструкцій. Наявність цих дефектів (пошкоджень) є основними показниками, що визначають технічний стан окремих конструкцій та будівель і споруд в цілому. Норми [1] за походженням тріщини розподіляють на осадкові (деформаційні), конструктивні та температурно-вологісні, але ця класифікація зовсім не враховується при оцінюванні технічного стану кам'яних конструкцій – порівнянні кількісних показників наявних пошкоджень (кількості, довжини та ширина розкриття тріщин) з відповідними нормованими величинами. При наявності тріщин, що перетинають 4 ряди кладки, конструкцію необхідно відносити до стану III (непридатний до експлуатації) при цьому зовсім не враховується характер тріщиноутворення, залежно від якого тріщини, що мають однакові параметри (зокрема довжини) по-різному впливають на несучу здатність цегляних стін та їх технічний стан. Таким чином, дослідження особливостей роботи та визначення технічного стану кам'яних конструкцій є досить актуальною задачею.

Отже, при оцінці технічного стану будівель і споруд перед експертом стає задача в чіткому розмежуванні силових та деформаційних (осадкових) тріщин (виявленні причин походження наявних пошкоджень) та визначенні їх впливу на несучу здатність експлуатованих кам'яних конструкцій [6, 7].

Детальною роботою, причини та характер тріщиноутворення кам'яних конструкцій аналізувались в роботах Онищика Л.І. [2], Фізделя І.А. [3], Вахненко П.Ф. [4], Мальганова А.І., Плевкова В.С. [5] та інших дослідників [6, 7].

Аналіз останніх досліджень та публікацій [6] свідчить, що чинні норми, присвячені розрахунку [8, 9], оцінці технічного стану [1] та підсиленню [10] кам'яних конструкцій не дають чітких рекомендацій щодо врахування характеру тріщиноутворення та впливу на напружено-деформований стан цегляної кладки сумісної роботи стін будівлі з основою.

Таким чином **мета статті** – аналіз напружено-деформованого стану цегляної кладки з урахуванням наявних дефектів та пошкоджень, а також сумісної роботи несучих стін будівлі з основою шляхом моделювання методом скінченних елементів при оцінці технічного стану таких конструкцій.

Виклад основного матеріалу.

Дослідження напружено-деформованого стану кам'яної кладки з пошкодженнями були проведені на прикладі лабораторного корпусу (адміністративно-виробничої будівлі) з несучими поздовжніми цегляними стінами. Будівля одноповерхова, прямокутна в плані з пружною конструктивною схемою (рис. 1). Розміри будівлі в плані в крайних осях 11,58×47,21 м, відмітка гребня покриття по осі А – 9,04м, по осі Б – 10,55 м. Фундаменти – стрічкові бутобетонні. Несучі стіни – цегляні товщиною 380 мм (цегла глиняна на цементно-вапняному розчині), в місцях обпирання підкранових балок та кровляних конструкцій (двотаврових залізобетонних балок прольотом 12 м) підсилені плієстрами. Покриття – залізобетонні ребристі плити. Покрівля – м'яка. Будівля обладнана мостовим краном вантажопідйомністю 10 т.

В результаті проведених обстежень будівлі лабораторного корпусу були виявлені пошкодження цегляної кладки несучої поздовжньої стіни у вигляді вертикальних та похилих наскрізних тріщин довжиною $l \leq 3$ м шириною розкриття $a_{cr} \leq 3 \dots 5$ мм по осі А поблизу вісі 9 (рис. 2).

Окрім того результати обстеження свідчать, що поблизу ділянки стіни, що має пошкодження мало місце локальне замочування основи.

Згідно до виконаного за діючими нормами [8, 9] перевірконого розрахунку цегляного простінку з пошкодженнями (рис. 2, в) його несуча здатність на момент обстеження забезпечена.

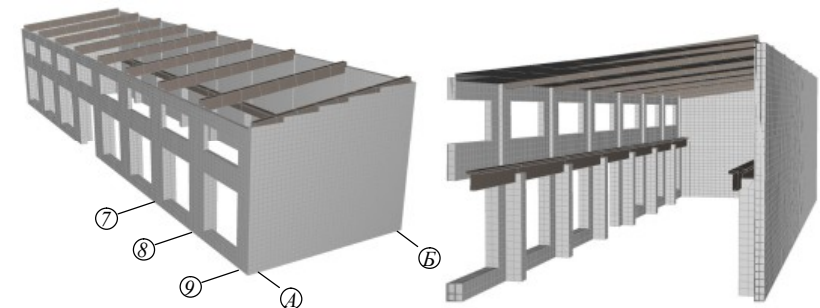


Рис. 1. Моделювання конструктивної системи лабораторного корпусу методом скінченних елементів

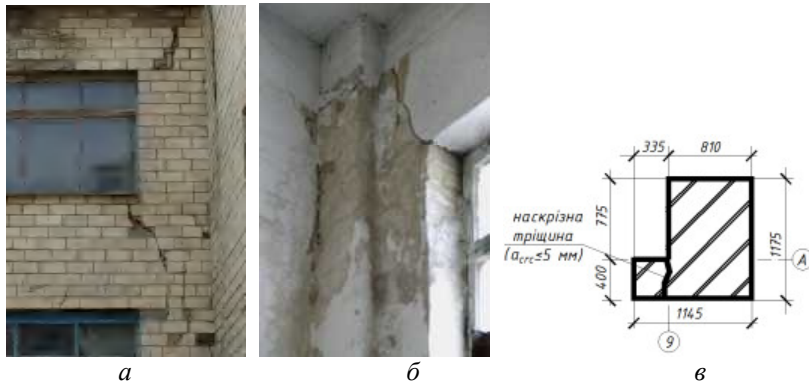


Рис. 2. Пошкодження цегляної кладки несучої поздовжньої стіни у вигляді вертикальних та похилих наскрізних тріщин довжиною $l \leq 3$ м шириною розкриття $a_{cre} \leq 3 \dots 5$ мм:
 а – вигляд з фасаду будівлі; б – вигляд із середини будівлі;
 в – розрахункова схема простінки

Розрахунок деформацій основ з урахуванням фактичних фізико-механічних властивостей ґрунтів вказує, що має місце різниця осідань фундаментів по осі А між осями 7-9 (в місці локального замочування ґрунту) і по осі 9 (вздовж якої розташована поперечна менш завантажена стіна). Підрахована різниця осідань в перерізах, що мають різну завантаженість свідчать, що вона перевищує допустимі за нормами граничні значення (відносна нерівномірність осідань основи під підшовою фундаментом від дії граничних експлуатаційних значень постійних навантажень складає $\Delta S/L=0,013$), що підтверджує деформаційний характер наявних тріщин.

Для моделювання роботи елементів кам'яних стін з урахуванням пошкоджень та сумісної роботи з основою був застосований програмний комплекс SCAD Office 11. При цьому враховувалися фізико-механічні властивості ґрунтів в місцях їх замочування.

Для моделювання в SCAD були вибрані такі типи скінченних елементів: балки перекриття та підкранові балки моделювалися стержнями; плити покриття – лінійними плоскими елементами; стіни скінченими елементами з об'ємних призм; в місцях обпирання підкранових балок та балок покриття були змодельовані абсолютно жорсткі вставки, які виконують роль бетонної подушки для перерозподілу зусиль; фундаменти моделювалися за двома випадками:

- випадок №1: моделювання фундаментів як жорстке затиснення;
- випадок №2: основа під стіни моделювалася елементами скінченної жорсткості під ділянки стіни, які були замочені.

Елементи між собою жорстко з'єднані у вузлах, в місцях обпирання конструкцій – шарніри. Для моделювання пошкоджень кам'яної кладки в місцях виникнення тріщин скінченні елементи між собою не з'єднувалися.

Отримані в результаті моделювання поля напружень у розрахункових перерізах простінків при врахуванні сумісної роботи несучих стін з основою та наявних пошкоджень цегляної кладки у вигляді вертикальних тріщин свідчать про наявність зон концентрування напружень в місцях зміни жорсткості стіни (сполучення простінків з підвіконними частинами кладки). При цьому спостерігаються різкі стрибки нормальних напружень (від 0,2 до 1,6 МПа) внаслідок чого виникають горизонтальні напруження σ_x , які приводять до розриву кладки і появи вертикальних, іноді похилих, тріщин. Отже, розвиток нерівномірних деформацій ґрунтів при їх замочуванні (рис. 3) може призвести до утворення вертикальних деформаційних тріщин у несучій стіні по осі А в місцях сполучення простінків з підвіконними частинами кладки, а також розвитку наявних вертикальних та похилих тріщин поблизу вісі 9.

Окрім того, як свідчать результати моделювання, підвіконна частина поздовжньої стіни будівлі працює подібно до багатопрілітної нерозрізної балки, навантаженням на яку є реактивний тиск ґрунту під підшовою фундаменту, а опорою слугують простінки. Тому посередині віконних проїомів виникають досить значні згинальні моменти, що можуть з часом викликати появу в цих місцях вертикальних тріщин. Ці особливості роботи цегляної кладки не враховуються при розрахунку несучої здатності простінку згідно діючих нормативних документів та моделюванні напружено-деформованого стану методом скінчених елементів без врахування сумісної роботи стін з основою та фактичних значень фізико-механічних властивостей ґрунтів.

Виконані розрахунки підтверджують, що на момент обстеження несуча здатність елементів кам'яних стін будівлі забезпечена. Запас несучої здатності, обчисленої згідно діючих нормативних документів, складає близько 50%. Хоча при цьому результати моделювання напружено-деформованого стану цегляної кладки стін свідчать, що врахування її дійсної роботи значним чином (майже в 2 рази) зменшує запаси міцності у деяких перерізах (небезпечному перерізі на відстані 1/3 висоти простінка та на рівні низу віконного проїому).

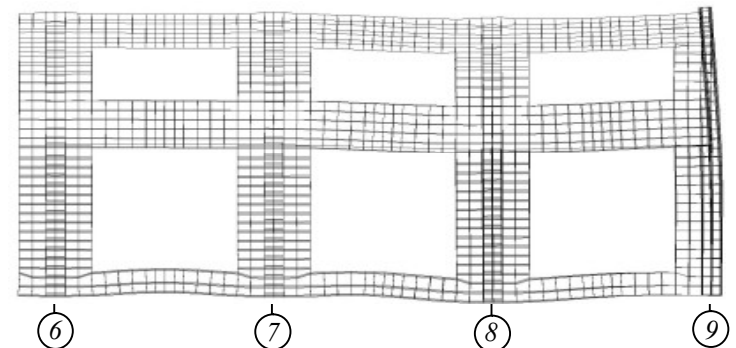


Рис. 3. Деформації стіни по осі А між осями 6-9 з урахуванням пошкоджень та сумісної роботи з основою

Висновки. Таким чином, проведені дослідження свідчать про необхідність врахування при обстеженні дійсної роботи цегляної кладки стін з дефектами та пошкодженнями, а також сумісної роботи несучих стін будівлі з основою. Аналіз напружено-деформованого стану цегляної кладки шляхом моделювання методом скінченних елементів дає змогу уточнити параметри фактичного напружено-деформованого стану при обстеженні кам'яних конструкцій будівель і споруд, спрогнозувати появу та розвиток тріщин, виявити причини, наслідки та характер тріщиноутворення.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Нормативні документи з питань обстежень, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель і споруд. Затверджені спільним наказом Державного комітету будівництва, архітектури та житлової політики України та Держнаглядохоронпраці України від 27 листопада 1997 р. за № 32/288.
2. Онищик Л.И. Теория прочности кирпичной кладки на экспериментальной основе / Л.И. Онищик // Экспериментальные исследования каменных конструкций: Сб. статей. – Л. – 1939. – С. 3 – 18.
3. Физдель И.А. Дефекты и методы их устранения в конструкциях и сооружениях / И.А. Физдель. – М.: Стройиздат, 1970. – 175 с.
4. Вахненко П.Ф. Каменные и армокаменные конструкции / П.Ф. Вахненко. – К.: Будівельник, 1990. – 184 с.
5. Восстановление и усиление строительных конструкций аварийных и реконструируемых зданий: атлас схем и чертежей / А.И. Мальганов, В.С. Плевков, А.И. Полищук. – Томск: Том. ун-т, 1990. – 456 с.
6. Семко О.В. Про вплив тріщиноутворення на визначення технічного стану цегляної кладки / О.В. Семко, О.П. Воскобійник // Ресурсоекономі матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Рівне, 2007. – Вип. 16. – С. 415–420.
7. Габрусенко В.В. Аварии, дефекты и усиление железобетонных и каменных конструкций. – Новосибирск, 2004 – 66с.
8. СНиП II-22-81. Каменные и армокаменные конструкции // Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1983. – 40 с.
9. Пособие по проектированию каменных и армокаменных конструкций (к СНиП II-22-81). – М., 1989.
10. Рекомендации по усилению каменных конструкций зданий и сооружений / ЦНИИСК им. В. В. Кучеренко. – М.: Стройиздат, 1984. – 38 с.

УДК 728:69.059

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ СПОСОБ УВЕЛИЧЕНИЯ СРОКА СЛУЖБЫ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ.

к.т.н, доц. Галушко В.А, к.т.н, доц. Бабий И.Н.,
ст.препод. Колодяжная И.В.,
студ. Мельник Н.В., студ. Пидрушняк Ю.М.

*Одесская государственная академия строительства и архитектуры.
г. Одесса. Украина.*

Строительная сфера характеризуется наличием большого количества типовых элементов, условиями их эксплуатации, назначением и их надежной работой. Они зависят от накопленных случайных факторов, которые условно можно разделить на следующие группы:

а) ошибки при проектировании – дефекты при изысканиях, ошибки в расчетах и чертежах, недостаточный учет реальных условий строительства, влияние соседних подземных коммуникаций и сооружений, использования в проектах новых инженерных решений без достаточной экспериментальной их проверки и т.д.;

б) упущения, которые допускаются при строительстве: нарушение требований норм и технических условий на выполнение строительных и монтажных работ, недопустимые отступления от проектных решений, низкое качество материалов, несвоевременная (досрочная) распалубка монолитных железобетонных конструкций, преждевременное нагружение элементов конструкции, значительное смещение арматуры от проектного положения, недостаточная обеспеченность стойкости элементов и пространственной жесткости конструкций в процессе монтажа, не выполнение требований производства работ при строительстве в зимнее время, не достаточная организация производственного контроля качества, авторского и технического надзора за строительством;

в) нарушение режимов эксплуатации – как правило, проектные решения обеспечивают надежность сооружений, что и реализуется при строительстве и эксплуатации.

Для избежания случайных факторов, приведенных выше, необходимо повысить уровень проектно-изыскательских работ. Это позволит исключить причины отказов, которые обуславливаются недостатками инженерно-геологических изысканий, ошибками в расчетах, чертежах и на стадии проектирования конструктором обеспечивается достаточная надежность проектируемых конструкций [1,2].

Переход к рыночным отношениям привел к критическому состоянию жилищно-коммунальный комплекс. Из-за падения объемов производства уменьшились капитальные вложения на новое строительство и на ремонтно-восстановительные работы эксплуатируемых жилых зданий. Вследствие чего, основные фонды уже длительный период времени не обновляются, что приводит к износу зданий и санитарно-технических систем, которые в свою очередь, требуют постоянного осмотра и ремонта. Канализационные системы как внутренние, так и наружные без ремонта в течение длительного периода