

Г. М. Гладішев\*, Д. Г. Гладішев\*\*, А. Я. Дац\*\*\*, Є. С. Царьов\*

Національний університет “Львівська політехніка”,

\* кафедра будівельних конструкцій та мостів,

\*\* кафедра архітектурних конструкцій,

\*\*\* магістр будівництва

## АНАЛІЗ ПОСЛІДОВНОСТІ БУДІВНИЦТВА В МЕЖАХ ДІЛЯНКИ СТАРОЇ ЩІЛЬНОЇ ЗАБУДОВИ У м. ЛЬВОВІ

*Гладішев Г. М., Гладішев Д. Г., Дац А. Я., Царьов Є. С., 2015*

Експлуатація старої забудови міста Львова наближена до умовного сторічного терміну. За конструктивною безпекою будівель, пов'язаною з надійністю експлуатації, повинні слідкувати власники цих будівель незалежно від форм їх власності. Вони повинні мати відповідних спеціалістів або їх наймати для визначення технічного стану будівель старої забудови. Ці будівлі вже давно підлягають обстеженню для продовження терміну експлуатації житлового фонду. Фактична оцінка технічного стану будівель старої забудови, за нормованою градацією, необхідна для визначення напрямку їх реконструкції. Передусім слід застерегти та попередити перехід будівель у незадовільний та аварійний стани.

Як показує досвід авторів з обстеження споруд старої забудови, перший і найістотніший вплив на стан будівель дає нерівномірність деформації основ під їх фундаментами. Автори пропонують почати обстеження з використання геодезичного методу. Він дає можливість швидко визначити фактичні просторові деформації окремих будинків у групі будинків разом з основами та порівняти їх з граничними деформаціями у нормативних документах, які використані для необхідного аналізу. Окрім того, проаналізовано можливість визначення порядку забудови будинків за показниками деформацій, які отримані під час обстеження групи будівель у старій забудові м. Львова.

**Ключові слова:** обстеження, технічний стан, деформації.

Operation of the old buildings of the Lviv city is close to a century conditional term. The owners of these buildings, regardless of their form of ownership, should follow structural safety of buildings associated with the reliability of operation. They must have the appropriate specialists or hire them to determine the technical building condition of the old building. These buildings have long been subject to examination to continue the period of efficient service of housing. The actual estimate of technical buildings condition of the old building under standardized gradation is necessary to determine the direction of their reconstruction. First of all, it is necessary to warn and prevent the conversion of buildings into emergency and critical condition.

Experience of the authors of the old buildings examination shows that the first and most significant impact on the building condition provides uneven deformation of bases under their foundations. The authors propose to start examination using the geodesic method. It allows you to quickly determine the actual spatial deformations of individual buildings in a group of buildings with bases and compare them with the marginal deformations in normative documents which are used for the required analysis. In addition, the article analyses the possibility of determining the order of construction of buildings according to deformation indicators that are obtained during the examination of the group of buildings in the old housing system of the Lviv city.

**Key words:** survey, technical condition, deformation.

### Аналіз останніх досліджень та публікацій

Згідно з чинними нормативними документами за конструктивною безпекою [4] будівлі, які розташовані в зоні давно сформованої малоповерхової щільної старої забудови, вже давно підлягають обстеженню за своїм технічним станом у фіксовані нормативні терміни [9] і обов'язково, якщо ділянки під нове будівництво перебувають у безпосередній близькості до щільної старої забудови, для визначення можливості несприятливого впливу нового будівництва на сформовану стару забудову та навпаки [6, 10, 11].

До розташованих в умовах щільної забудови слід зараховувати будівлі, в основах яких зони напружень і переміщень, визначені як для незалежних окремо розташованих об'єктів, перетинаються. До таких випадків будівництва належать і багатосекційні будинки, які споруджують чергами. Зведення кожної черги, секції або кількох секцій слід розглядати як будівництво нового об'єкта біля існуючого.

В умови старої щільної забудови Львова повністю підпадають будинки з номерами: 28, 30, 32, 34 на вул. Джерельній і їхні флігелі та 9, 11, 13 на вул. Під Дубом і їхні флігелі (рис. 1–3).

Розглянуті будинки на ділянці старої забудови не були спеціально розраховані на зусилля, що виникають за взаємодії їх з основою.

Інженерно-геологічні умови ділянки ускладнені присутністю насипних ґрунтів (ІГЕ-1) потужністю від 1,8 до 5,3 м та середньо розкладених торфів (ІГЕ-2) потужністю від 0,3 до 2,9 м з  $E=1,24/2,23$  МПа. Територія ділянки характеризується підтопленням. Торфи мають велику нерівномірну стисливість, яка повільно тече у часі, мінливість та анізотропію характеристик міцності, деформативності, фільтрації і зміни їх у процесі консолідації основи. Підстилаючим шаром торфу є глина тугопластична (ІГЕ-3)  $E=11$  МПа, з прошарками напівтвердої, з домішками органічних речовин, голубувато-сіра, сіра. Категорія складності інженерно-геологічних умов території – II (додаток Ж [1]).

Дослідження матеріалу муру стін показало достатню високу міцність цегли  $f_b=10$  МПа та дуже низьку міцність розчину  $f_m=0,5$  МПа, що не забезпечує достатню міцність кладки по перев'язаному та неперев'язаному швах у складних інженерно-геологічних умовах будівельного майданчика [3].

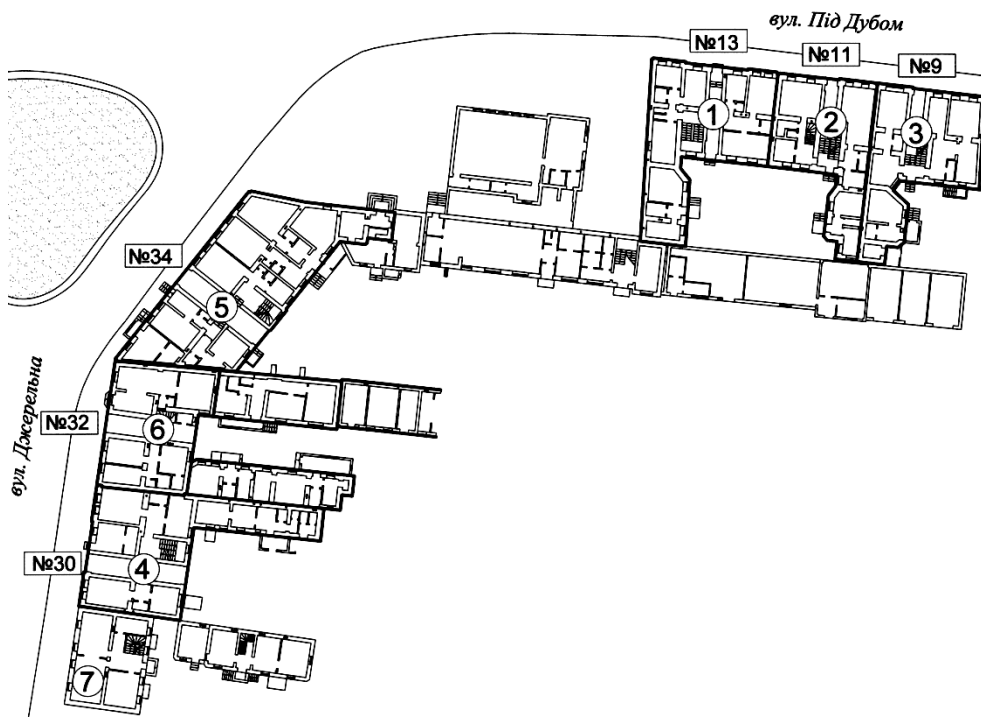


Рис. 1. Фрагмент ділянки старої щільної забудови м. Львова на розі вулиць Джерельна та Під Дубом. Порядок забудови будинків за аналізом фактичних просторових деформацій



*Рис. 2. Група з чотирьох будинків № № : 9,11,13, 17,17а, на вул. Під Дубом (зліва – направо)*



*Рис. 3. Група з чотирьох будинків № № : 34, 32, 30, 28 (зліва – направо) на вул. Джерельній*

Дослідження матеріалу муру стін показало достатньо високу міцність цегли  $f_b=10 \text{ Мпа}$  та дуже низьку міцність розчину  $f_m=0,5 \text{ МПа}$ , що не забезпечує достатню міцність кладки по перев'язаному та неперев'язаному швах у складних інженерно-геологічних умовах будівельного майданчика [3].

Металеві гладкі стрічки, які деколи конструктивно вводили в горизонтальні шви кладки, не в змоззі зберегти початкову просторову жорсткість цегляного остову будівель у складних інженерно-геологічних умовах у межах розглянутої фіксованої ділянки.

За ДБН В.2.1-10-2009 [6] розподіл напружень від дії тиску  $p$  під фундаментом у довільній точці півпростору розраховують за формулою (Д.5 [6]) або з використанням методу кутових точок (Д.7 [6]). До того ж слід використовувати схему розподілу вертикальних напружень в основі системи фундаментів за моделлю лінійно-деформованого півпростору (рис. Д.2 [6]).

При визначенні взаємовпливу тиску  $p$  під підшвами фундаментів суміжних груп розглянутих будинків за методикою, наведеною у нормах [6], слід виконати значну кількість розрахунків напружень для побудови епюр додаткових тисків та ув'язку напружень з деформаціями для аналізу і визначення порядку послідовності будівництва в межах розглянутої ділянки старої забудови.

Окрім того, згідно з підрозділом 11.3.13 [6], розрахунок фундаментів існуючих об'єктів за деформаціями основи за другою групою граничних станів виконують у всіх випадках, якщо вони перебувають у зоні впливу нового будівництва, зокрема прибудов, надбудов та вставок між існуючими будинками.

Розрахунки осідань системи фундаментів будівлі з врахуванням впливу тих будівель, що розташовані поруч, необхідно виконувати з урахуванням взаємного впливу. Такі розрахунки виконують з використанням розрахункової схеми у вигляді лінійно-деформованого півпростору і методу пошарового підсумовування.

Осідання  $S$  фундаменту будинку, що розраховується, обчислюють за формулою (Д.1 [6]), в якій до епюри додаткових напружень в основі додаються напруження впливу від тих фундаментів самого будинку та фундаментів суміжних будівель.

При розрахунку фундаментів за деформаціями основ середній тиск під підшовою фундаменту  $p$  традиційно не повинен перевищувати розрахунковий опір ґрунту основи  $R$ .

### **Мета та задачі досліджень**

Метою роботи є розроблення методики, яка дає можливість на час обстеження швидко визначити фактичні просторові деформації згрупованих будинків у старій забудові разом з основами.

Задачею досліджень є отримання експериментальних результатів, які характеризують деформований стан окремих будівель та їх основ у межах щільної забудови, і за якими можна оцінити порядок у послідовності будівництва будинків через аналіз їх взаємовпливу в межах розглянутої групи будівель без їх попереднього теоретичного розрахунку.

### Виклад основного матеріалу

Автори пропонують почати обстеження з використання геодезичного методу [5], який дасть можливість швидко визначити фактичні просторові деформації згрупованих будинків разом з основами у старій забудові м. Львова.

Оцінку технічних станів цегляних каркасів будівель виконували, як їх окремої частини, яку можна виділити за основними функціональними і конструктивними ознаками згідно з п.4.15 [10].

Для визначення параметрів фактичної деформації стін головних фасадів житлових будинків (рис. 1, 2, 3) геодезичним методом необхідно:

1) для замірювань вибрати точки елементів фасадів будинків, де за час експлуатації можливі косметичні ремонти не змінили початковий вигляд фасадів та істотно не могли на них збільшити нашарування ремонтних матеріалів;

2) відносно горизонтальної площини заміряти фактичні вертикальні переміщення, які супроводжували будинки старої забудови від часу будівництва до часу детального обстеження, тобто, 80–90 років експлуатації;

3) проаналізувати фактичні просторові деформації груп будівель старої забудови за визначеними деформаціями кожного для визначення послідовності будівництва в межах ділянки старої щільної забудови.

На початок обстеження за геодезичними замірюваннями були зафіксовані вертикальні переміщення основи під фундаментами відносно умовного нульового рівня.

Виконаний аналіз фактичних просторових деформацій груп будівель старої забудови за визначеними деформаціями для кожного будинку.

Граничні значення сумісних деформацій основ, фундаментів і споруди допускається приймати згідно з табл. И.1 [6], якщо конструкції об'єкта спеціально не розраховані на зусилля, що виникають за взаємодії з основою і в завданні на проектування значення  $s_n$  окремо не встановлені.

Нижче наведені отримані значення порівняно з їх нормативним граничним рівнем.

За цими замірами можна визначити різницю осідань  $\Delta S$  торцевих стін у площині фасаду всіх обстежуваних будинків. Визначені фактичні значення різниць осідань  $\Delta S$  практично перевищують граничні значення  $S_U = 120$  мм, які наведені у табл. И.1 [5] для багатоповерхових безкаркасних будинків з несучими стінами з цегляної кладки без армування. Так, встановлені фактичні значення  $\Delta S$  відповідно для окремих будинків:

– з номерами: 34, 32, 30 на вул. Джерельній – 161 мм, 122 мм, 119 мм;

– з номерами: 9, 11, 13 на вул. Під Дубом – 111 мм, 124 мм, 118 мм.

Крени фундаментів “і” в площинах фасадних стін будинків, визначені за формулою  $i = \Delta S/L$ , перевищують граничні значення  $i_n = 0,005$ , зафіксовані у нормативних документах [1, 3, 6, 7, 10, 11]. Так, значення  $\Delta S/L$  відповідно для окремих будинків:

– з номерами: 34, 32, 30 на вул. Джерельній –  $161/26790 = 0,006$ ,  $122/15630 = 0,00781$ ,  $119/15200 = 0,00783$ ;

– з номерами: 9, 11, 13 на вул. Під Дубом –  $111/13625 = 0,00815$ ,  $124/12310 = 0,0101$ ,  $118/15820 = 0,0746$ .

Відносні різниці осідань  $(\Delta s/L)_i$  торцевих стін, перпендикулярних до фасадів будинків, перевищують у 3–5 разів граничні значення  $(\Delta s/L)_n = 0,0020$ , зафіксованому у таблиці И.1 нормативного документа [6]. Так, значення  $(\Delta s/L)_i$  відповідно для окремих будинків:

– з номерами: 34, 32, 30 на вул. Джерельній –  $161/26790 = 0,006$ ,  $122/15630 = 0,00781$ ,  $119/15200 = 0,00783$ ;

– з номерами: 9, 11, 13 на вул. Під Дубом –  $111/13625 = 0,00815$ ,  $124/12310 = 0,0101$ ,  $118/15820 = 0,0746$ .

Граничні значення відносного прогину “-f” будинків у табл. И.1 нормативного документа [6] приймають  $-f_u=0,5 \times (\Delta s/L)_u=0,5 \times 0,002=0,001$ . Так, значення  $-f_i=0,5 \times (\Delta S/L)_i$  перевищують у 5,7 разу граничні значення  $-f_u$  відповідно до стіни фасаду будинку:

– з номером 32 на вул. Джерельній –  $89/15630=-0,0057$ ;

Граничні значення відносного вигину “+f” будинків у таблиці И.1 нормативного документа [6] приймають  $+f_u=0,25 \times (\Delta s/L)_u=0,25 \times 0,002=0,0005$ . Так, значення  $+f_i=0,25 \times (\Delta S/L)_i$  перевищують у 3–6 разів граничні значення  $+f_u$  відповідно до стін фасадів окремих будинків:

– з номерами: 34, 30 на вул. Джерельній –  $85/26790=0,0032$ ,  $19,2/15200=0,00126$ ;

– з номерами: 9, 11, 13 на вул. Під Дубом –  $5/13625=0,00037$ ,  $12/12310=0,001$ ,  $30/15820=0,0019$ .

Згідно п.2.1 [1] під час аналізу стану будинків і основ слід враховувати фактичні “деформації основ фундаментів”, які поділяються на такі види: осідання S, мм; різницю осідань  $\Delta S$ , мм; нахил і, мм/м; кривизна (опуклості, угнутості) p, 1/км; радіус кривизни  $R=1/p$ , км.

Результати тріщиноутворень, обмірів вертикальних деформацій головних фасадів групи житлових будинків № № 9, 11, 13 старої щільної забудови у м. Львові на вул. Під Дубом та характерні геометричні параметри їх деформування наведені на рис. 4, а показники деформування наведені на рис. 5.

Результати тріщиноутворень, обмірів вертикальних деформацій головних фасадів групи житлових будинків № № 34, 32, 30 старої щільної забудови у м. Львові на вул. Джерельній та характерні геометричні параметри їх деформування наведені на рис. 6, а показники деформування наведені на рис. 7.

За отриманими характерними геометричними параметрами деформацій будівель можна проаналізувати:

– характер та наслідки передавання навантажень від будівель на основи;

– схеми фактичного розвитку деформацій основи на час обстеження з врахуванням додаткових деформацій основ існуючих об’єктів від впливів суміжних, послідовно прибудованих чи вбудованих до зблокованих у групи будівель (підрозділ 11.3 [6]).

Аналіз обрисів зафіксованих вертикальних деформацій будинків старої забудови показав, що для об’єктивного підходу слід виконати апроксимацію отриманих даних за рівняннями різних порядків. Слід проаналізувати та вибрати зі всього набору рівнянь апроксимації дослідних вертикальних переміщень ті, які мають найбільшу кореляційну залежність між дослідними та теоретичними даними і логічніше описують і характеризують деформований стан окремої будівлі, а відповідно і групи будівель у межах старої щільної забудови.

За аналізом фактичних просторових деформацій груп будівель старої забудови на розі вулиць Під Дубом та Джерельна, які отримані під час обстеження, номерами на планах будинків зазначений порядок їх забудови, а також і прибудови з боку дворових фасадів до розглянутих основних будівель.

### Висновки

Виконане обстеження показало, що у проектах фундаментів збудованих будинків, які розташовані в умовах щільної старої забудови, не було передбачено збереження експлуатаційних якостей вже існуючих споруд, розташованих поряд на прилеглий території. Тому негативний вплив непорядкованої почерговості будівництва проявився у зафіксованих під час обстеження деформаціях.

За отриманими в реальних умовах геодезичним методом показниками фактичних просторових деформацій груп будівель старої забудови можна визначити порядок їх забудови.



№ 9

№ 11

№ 13

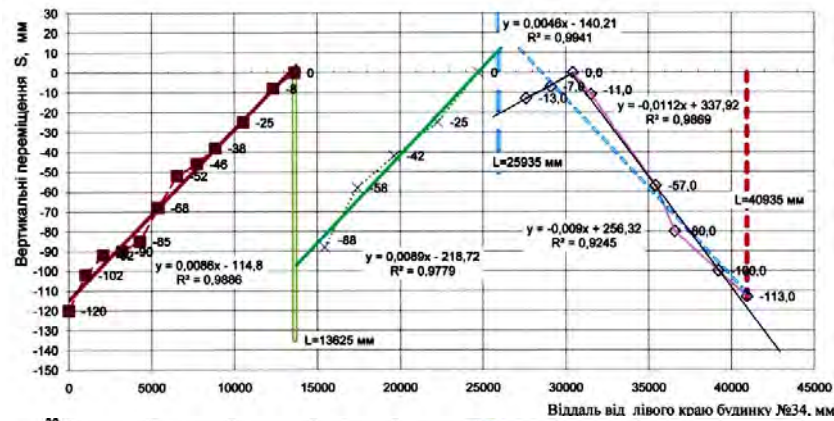
$i=0.00815$ ;  $+f=5$  мм;  $R=10,29$  км

$i=0.0101$ ;  $-f=12$  мм;  $R=1,53$  км

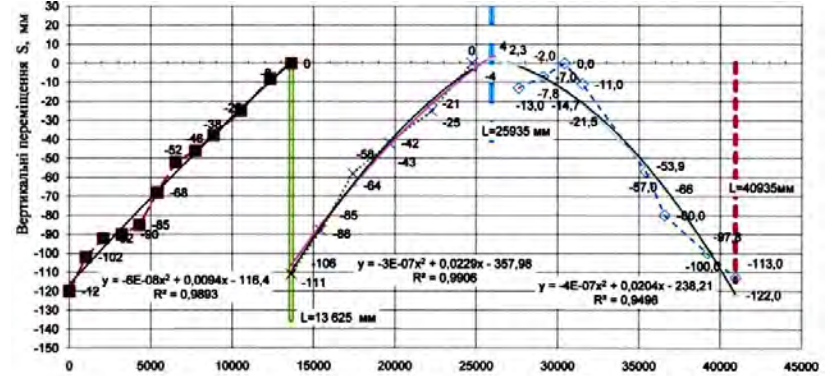
$i=0.0746$ ;  $+f=30$  мм;  $R=0,99$  км

Рис. 4. Картина тріциноутворень на головних фасадах групи житлових будинків (зліва-направо) № 9, № 11, № 13 старої забудови, розташованій у м. Львові на вул. Під Дубом

а



б



в

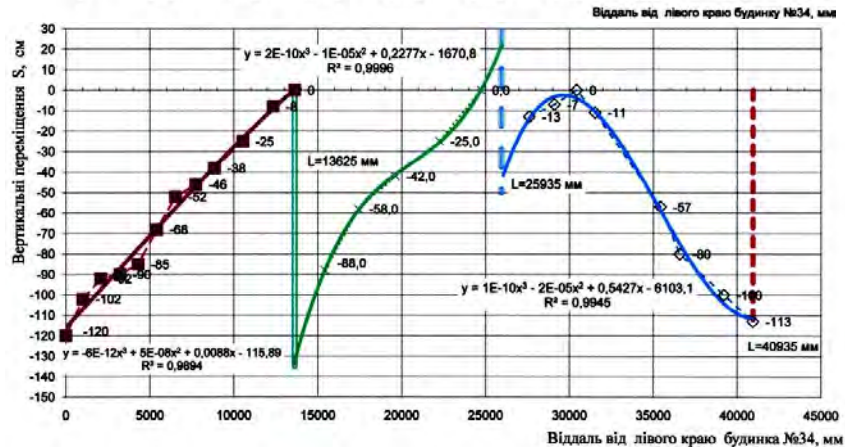


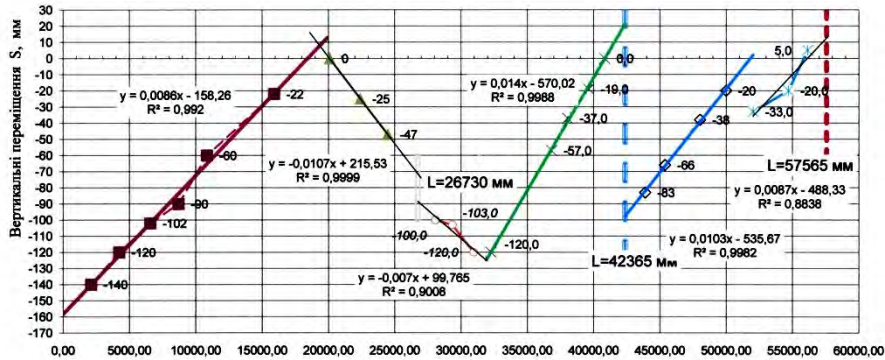
Рис. 5. Зафіксовані деформовані стани головних фасадів будинків: № 9, № 11, № 13, які апроксимовані рівняннями різного порядку, що наведено нижче: а – загальні напрямки нахилу та точки зламу; б – інтегральні значення радіусів кривизни; в – значення радіусів кривизни по ділянках фасадів, порядок будівництва за обрисом графіків рівнянь апроксимації



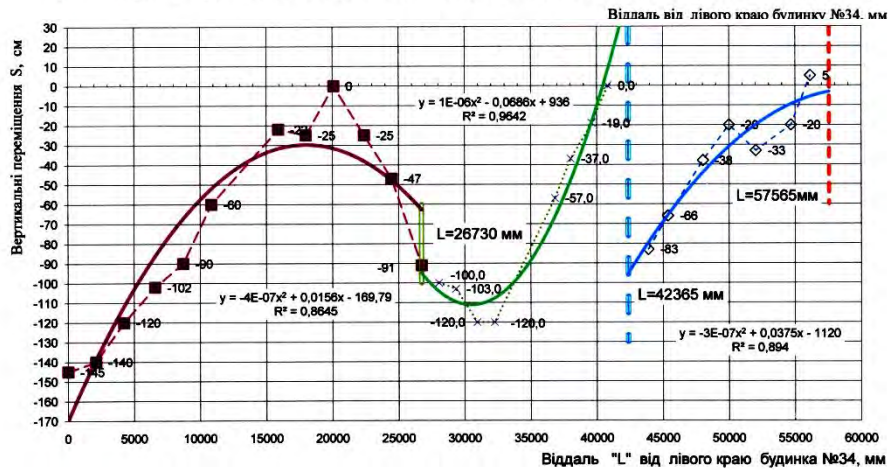
№ 34  $i=0,00603$ ;  $+f=114\text{mm}$ ;  $R=0,716\text{km}$       № 32  $i=0,0078$ ;  $-f=89\text{mm}$ ;  $R=0,331\text{km}$       № 30  $i=0,007829$ ;  $+f=19,2\text{ mm}$ ;  $R=1,507\text{km}$

Рис. 6. Картина тріциноутворень на головних фасадах групи житлових будинків (зліва-направо): № 34, № 32, № 30 старої забудови, розташованої у м. Львові на вул. Джерельній

а



б



в

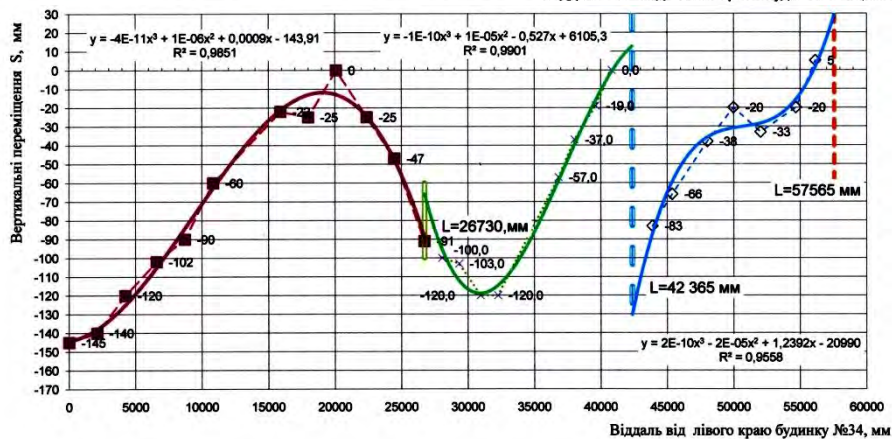


Рис. 7. Зафіксовані деформовані стани головних фасадів будинків: № 34, № 32, № 30, які апроксимовані рівняннями різного порядку, що наведено нижче: а – загальні напрямки нахилу ділянок фасадів, точки їх зламу та місця вертикальних змішень ділянок фасаду; б – інтегральні значення радіусів кривизни; в – значення радіусів кривизни по ділянках фасадів, порядок будівництва за обрисом графіків рівнянь апроксимації та характерних ознак фасадів будинків

Інтегральний метод підходу до визначення фактичних деформованих схем взаємовпливу будинків та основ для визначення фактичного технічного стану їх каркаса не потребує на перших етапах обстеження попереднього визначення розрахункового розподілу вертикальних нормальних напружень у плані і по глибині основи.

Тривалі теоретичні розрахунки відходять на задній план. Їх можна використовувати для уточнення розрахункових схем “основа-фундамент-споруда” при отриманні вичерпної інформації по спорудах та основах необхідної для виконання розрахунків обстеженої ділянки старої забудови згідно з наведеною у [6] методикою.

Величини просторових деформацій стін розглянутих будинків сумісно з основою перевищують граничні значення для об’єктів, що не пристосовані до сприймання нерівномірних деформацій основи [6].

1. ДБН В.1.1-5-2000. Будинки та споруди на підроблюваних територіях і просідаючих ґрунтах. – К.: Державний комітет будівництва, архітектури та житлової політики України, 2000 – 66с.
2. ДБН А.2.1-1-2008. Інженерні вишукування для будівництва. – К.: Мінрегіонбуд України, 2008 – 72с.
3. ДБН В.1.1-12:2006. Будівництво у сейсмічних районах. – К.: Мінбуд України, 2007. – 51с.
4. ДБН В.1.2-14-2009. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ. – К.: Мінбуд України, 2009 – 32 с.
5. ДБН В.1.3-2:2010. Геодезичні роботи у будівництві. – К.: Мінбуд України, 2010 – 70 с.
6. ДБН В.2.1-10-2009. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 78 с.
7. ДБН В.2.6-162:2010. Кам’яні та армокам’яні конструкції. – К.: Мінбуд України, 2011. – 104 с.
8. ДСТУ Б В.1.2-3:2006. Прогини та переміщення. Вимоги проектування. – К.: Мінбуд України, 2006. – 15 с.
9. Наказ Держжитлокомунгоспу України від 17.05.2005 р. № 76 “Правила утримання житлових будинків та прибудинкових територій”.
10. НПАОП 45.2-1.01-98. Правила обстежень, оцінки технічного стану та паспортизації виробничих будівель і споруд. – К.: Держбуд України, Держнаглядохоронпраці України, 1999. – 20 с.
11. Нормативні документи з питань обстеження, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель і споруд. – К.: Держбуд України, 2003 – 144с.
12. СОУ ЖКХ 75.11-35077234.0015:2009. Правила визначення фізичного зносу житлових будинків. – К., 2009 – 46 с.