

УДК 624.012.35/46(075.8)

ВПЛИВ ОСІДАННЯ ФУНДАМЕНТІВ НА ВНУТРІШНІ ЗУСИЛЛЯ КАРКАСІВ БУДІВЕЛЬ

І. Д. Кочкар'юв

здобувач вищої освіти першого (бакалаврського) рівня 1 курсу спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія»,
навчально-науковий інститут будівництва та архітектури

Науковий керівник – к.т.н., доцент В. В. Савицький

*Національний університет водного господарства та природокористування,
м. Рівне, Україна*

У статті досліджено залежність між осіданням фундаментів та внутрішніми зусиллями каркасів у двопролітних сталевих рамних будівель. Порівняно моменти зусиль несучих конструкцій у декількох випадках. У статті розглянуто межі розрахункових значень осідань фундаментів одноповерхових рамних каркасів будівель, при яких можна знехтувати внутрішніми зусиллями конструкцій.

Ключові слова: внутрішні зусилля, осідання фундаментів, епюра моментів, перерозподіл зусиль, сталеві-рамні каркаси.

The article examines the relationship between the settlement of foundations and the internal forces of frames in two-span steel frame buildings. Moments of load-bearing structures are compared in several cases. The article examines the limits of the estimated values of settlement of the foundations of single-story frame frames of buildings, at which the internal forces of the structures can be neglected.

Keywords: internal forces, settlement of foundations, moment diagram, redistribution of forces, steel frames.

Роботу каркасів будівель та споруд з урахуванням осідання фундаментів розглядало у своїх роботах чимало відомих вчених, серед яких можна відмітити Михайловський Д. В. [1], Пічугін С. Ф. [2], Самородов О. В. [3]. Чинні норми [5] проєктування передбачають розрахунок каркасів будівель і споруд з урахуванням роботи основ та фундаментів. Загально відомо, що внаслідок навіть незначного осідання фундаментів у рамних каркасах споруд відбувається зміна внутрішніх зусиль. Чинні норми проєктування обмежують максимальні значення граничних осідань; вважається, якщо ці значення не будуть перевищені, зміною зусиль можна знехтувати. Зміна цих зусиль буде залежати від типу конструктивної схеми будівлі чи споруди. Існує ціла низька конструктивних схем, як правило з шарнірними вузлами, в яких осідання фундаментів не викликає зміни внутрішніх зусиль. Але такі схеми не завжди є економічно доцільними. Ми пропонуємо більш детально дослідити вплив осідання для рамних конструктивних схем. Розгляд цього питання дозволить сформулювати основні положення щодо врахування такого явища.

Мета статті полягає у встановленні необхідності врахування осідань основ та фундаментів при розрахунку рамних конструктивних схем.

Змінну зусиль в основу несучих конструкцій будемо розглядати на прикладі одноповерхової рамної конструктивної схеми залежно від осідання фундаментів. Будівля виконана в металевому каркасі згідно з нормами [5] та має наступні геометричні параметри:

крок колон 6х6, висота колон 4 м, розміри будівлі 12х12. Будівля складається з плоских поперечних рам розташованих з кроком 6 м, рами двопролітні безшарнірні, з'єднання рам з фундаментом жорстке. Просторова жорсткість каркасу забезпечується розпівками, які з'єднують рами між собою, а також жорстким диском плит покриття. Покриття виконане із кругло-пустотних залізобетонних плит[5]. Колони плоских рам виконані із колонного двотавра № 25К1. Балочні елементи рам виконані із двох двотавра зварених в короб № 30. Фундаменти прийняті стовпчастими шириною подушки 1,5×1,5 [4]. Конструктивна схема такої будівлі показана на рис. 1.

Розглядувана схема чутлива до осідання фундаментів. Проведемо чисельне моделювання осідання фундаментів для даної конструктивної схеми. Моделювання осідання будемо проводити шляхом підбору коефіцієнту Пастелі найбільш навантаженого фундаменту до заданих осідань. Такий розрахунок будемо виконувати для різних рівнів граничних осідання S_y , які регламентують чинні норми проектування. Для кожного з рівнів будемо визначати значення чотирьох згинаючих моментів (рис. 2): M_{o1} – опорний момент над середньою колоною; M_{o2} – опорний момент над крайньою колоною; M_{o3} – момент в крайніх фундаментах; M_n – пролітний момент.

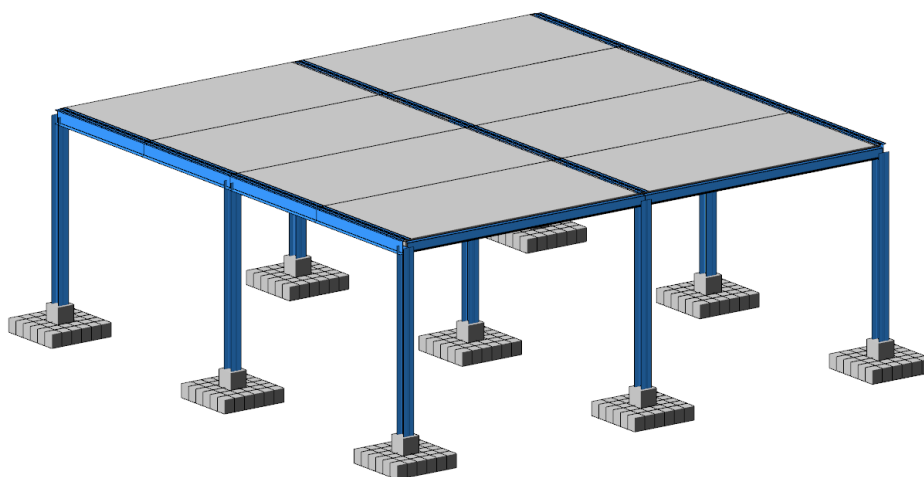


Рис. 1. Рамна конструктивна схема будівлі

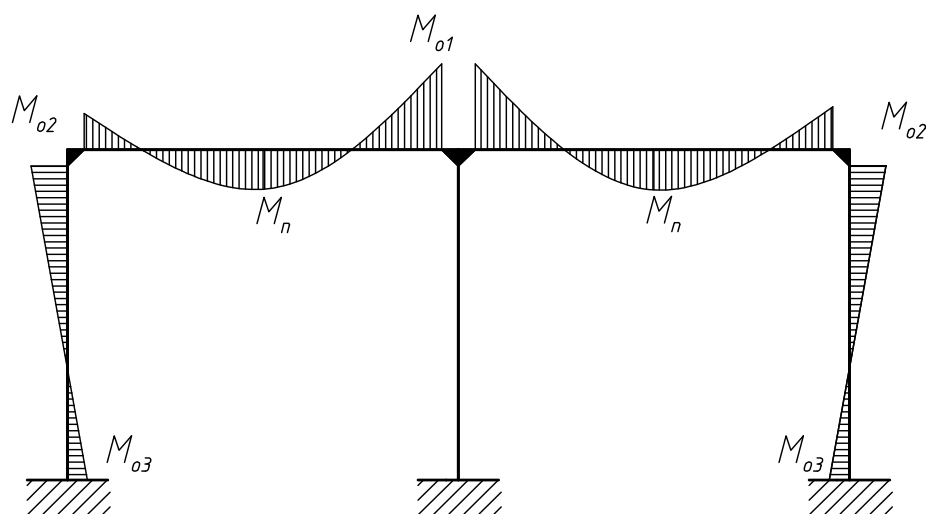


Рис. 2. Епюра моментів плоскої рами

Результати числового експерименту приведені нижче у таблиці. Проведений числовий експеримент дозволив встановити, що осідання фундаменту найбільше впливає на значення згинаючих моментів у крайніх опорах на верхніх вузлах M_{02} . Внаслідок осідання фундаментів опорний момент середньої стійки M_{01} , а пролітний зростає. Відбувається перерозподіл зусиль [5]. Знайдемо значення відносного осідання фундаментів, яке відповідає збільшенню опорних та пролітних моментів на 20%. Переважна більшість несучих конструкцій мають такий запас. Це дозволить встановити значення відносного осідання, за якого можна не враховувати осідання фундаментів. Для цього проведемо апроксимацію значень числового експерименту (рис. 3).

Залежність пролітних згинаючих моментів від відносних осідань будемо описувати квадратичною залежністю, яка після апроксимації методом найменших квадратів набуде наступного вигляду

$$\frac{s}{s_y} = -4.7001 \left(\frac{M_n}{M_{n0}} \right)^2 + 10.45 \frac{M_n}{M_{n0}} - 4.8086. \quad (1)$$

Аналогічно визначмо граничне значення відносних осідань для згинаючих моментів M_{02} . Для таких моментів залежності прийняті експонентним рівнянням, наступного вигляду:

$$\frac{s}{s_y} = 0.0178 e^{1.7828 \times \frac{M_{02}}{M_{020}}}. \quad (2)$$

Коефіцієнт варіації для отриманих рівнянь складає $v = 0.998$, що підтверджує достовірність прийнятих функцій.

За допомогою даних графіків визначимо безпечний рівень осідання будівлі, що задовольнить чинні норми проектування. Допустимий відносним осіданням фундаментів будівлі, $\frac{s}{s_y}$ для прольотів M_n є $\frac{s}{s_y} = 0.96$, а для згинаючих моментів на крайніх опорах M_{02} є $\frac{s}{s_y} = 0.15$.

Таблиця
Залежності між внутрішніми зусиллями в конструкції та осіданням фундаментів

№	Значення відносного осідання фундаментів, $\frac{s}{s_y}$	Значення відносних згинаючих моментів		
		$\frac{M_{01}}{M_{010}}$	$\frac{M_{02}}{M_{020}}$	$\frac{M_n}{M_{n0}}$
1	1.0	0.006	2.25	1.11
2	0.75	0.112	2.11	1.34
3	0.5	0.283	1.87	1.44
4	0.25	0.566	1.48	1.51

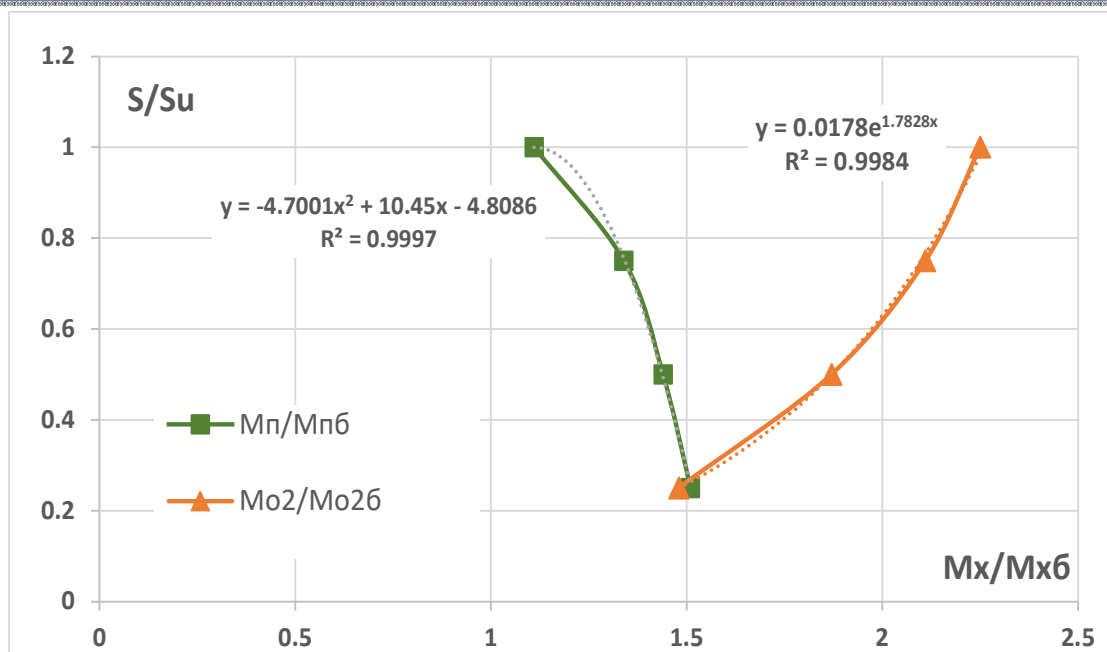


Рис. 3. Зміна зусиль в конструктивних елементах сталевих будівель

Результати дослідження показали, що врахування осідань фундаментів є необхідним показником для розрахунку сталевих споруд та будівель. За допомогою методики апроксимації залежностей між відносними осіданнями та згинаючими моментами дозволило встановити безпечні значення осідання в межах чинних норм проектування $h = 2.25$ см, що значно полегшить розрахунок будівлі. За допомогою наведених графіків та виведених рівнянь у роботі можна знайти усі варіанти залежності між внутрішніми зусиллями та осіданнями фундаментів. Отже, отримані результати можуть бути використані для покращення методів проектування та підвищення надійності рамних конструкцій будівель.

1. Михайловський Д., Склярова Т. Вплив нерівномірних осідань декількох фундаментів арок на напружено-деформований стан всієї будівлі. *Будівельні конструкції. Теорія і практика*. 2022. № 10. С. 56–65. URL: <https://doi.org/10.32347/2522-4182.10.2022.56-65>.
2. Особливості зміни зусиль в елементах сталевих каркасів промислової будівлі за 80 років експлуатації / С. Ф. Пічугін, О. В. Семко, М. В. Бібік, Г. М. Трусов, В. М. Бібік, А. В. Гасенко. *Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури*. 2016. Вип. 61. С. 339–346. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vodaba_2016_61_54. (дата звернення: 14.10.2023).
3. Samorodov Oleksandr. Аналіз конструктивних рішень умовно стрічкових (протяжних) фундаментів / Oleksandr Samorodov, Iryna Khrapatova, Oleg Krotov, Sergii Tabachnikov. *ACADEMIC JOURNAL Industrial Machine Building. Civil Engineering*. Полтава : ПНТУ, 2018. Т. 2 (51). С. 108–114. Doi: <https://doi.org/10.26906/znp.2018.51.1300>.
4. ДБН В.2.1-10:2018. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування. Київ : Мінрегіонбуд України, 2018. 36 с.
5. ДБН В.2.6-198:2014. Сталеві конструкції. Норми проектування. [Чинний з 2015–01–01]. К. : Мінбуд України, 2014. 199 с. (Державні будівельні норми України).