

**АНАЛІТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НАДЛИШКОВИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ ЗАРЯДІВ ТА ЕЛЕКТРОПОЛІВ ЗЕМЛІ НА ПОШКОДЖЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЛІ, ЩО РЕКОНСТРУЮЄТЬСЯ**

**В.В. Бевза, інж. О.А. Конєв,  
канд. техн. наук О.В. Афанасьєв**

**АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИЗБЫТОЧНЫХ ЗАРЯДОВ И ЭЛЕКТРОПОЛЕЙ ЗЕМЛИ НА ПОВРЕЖДЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ РЕКОНСТРУИРУЕМОГО ЗДАНИЯ**

**В.В. Бевза, инж. А.А. Конев,  
канд. техн. наук А.В. Афанасьев**

**ANALYTICAL STUDY OF THE EFFECT OF EXCESS ELECTRICAL CHARGES AND ELECTRIC FIELDS EARTH ON THE DAMAGE STRUCTURES**

**V.V. Bevza, engineer O.A. Konev, cand. of techn. sciences O.V. Afanasyev**

*Представлено результати аналітичних досліджень виникнення надлишкових зарядів у конструкціях будівлі, реконструкція якої передбачена дипломним проектом. Передбачені міри по захисту конструкцій від руйнуючої дії надлишкових зарядів.*

**Ключові слова:** будівля, залізобетон, надлишкові заряди, електрополе Землі, руйнування, захист.

*Представлены результаты аналитических исследований возникновения избыточных зарядов в конструкциях здания, реконструкция которого представлена в дипломном проекте. Предусмотрены меры по защите конструкций от разрушительного действия избыточных зарядов.*

**Ключевые слова:** здание, железобетон, избыточные заряды, электрополе Земли, разрушение, защита.

*The results of analytical studies of the emergence of excess charges in the structure of the building , reconstruction which provides diploma . There are measures to protect structures from the damaging effects of excessive charges.*

**Keywords:** building, reinforced concrete, excess charges electric fields Earth, destruction, protection.

**Вступ.** Дослідження, що виконувалися при розробці даної статті використовуються для захисту будівель і споруд з монолітного залізобетону у будівельній галузі. Дозволяють забезпечити довговічність та надійність будівель.

**Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями.** Переважним методом зведення будівель в колишньому СРСР було будівництво зі збірного залізобетону. З переходом будівельного комплексу на ринкові відносини цей метод почали замінювати на будівництво з монолітного залізобетону, що в теперішній час

стало переважним методом будівництва [1]. Однак монолітне будівництво має і недоліки, серед яких важливими для надійності є поява тріщин, що часто закінчуються руйнуванням конструкцій або і будівель. Вважають, що основною причиною цих пошкоджень є вітрові та температурні фактори, що призводять до нахилів, коливань, кручень і т.д. у висотних будівлях.

Проте нові уявлення, що розроблені на кафедрі будівельних матеріалів, конструкцій та споруд УкрДАЗТ, дають основу для висновку, що причинами виникнення таких пошкоджень є надлишкові електричні заряди та електрополя Землі.

**Визначення мети та задачі дослідження.** Метою дослідження є захист об'єкту що будується у м Вінниця по вул. Київська та є також і темою кваліфікаційної дипломної роботи на основі досвіду наукових досліджень кафедри БМКС УкрДАЗТ.

**Основна частина досліджень.** На всі висотні будівлі діє вертикальне негативне електрополе Землі напруженістю  $E$ , рис. 1, та горизонтальне електрополе між океаном (річкою) і сушею  $E_{o-c}$  (позитивним знаком в сторону водойми і негативним – до суходолу) [2]. Електрополе Землі  $E_z$  наводить на будівлю величезний вертикальний дипольний момент  $\mu_r$  і електрополе поляризації, що направлені в сторону річки негативним полюсом, а в сторону суходолу – позитивним полюсом.

Електрополе Землі виникає по так званому механізму термодифузії, який заключається у наступному. Так як температура ядра Землі (приблизно  $6000^\circ\text{C}$ ) набагато вище температури її верхніх шарів, виникає термодифузія електронів з ядра до поверхні, що призводить до виникнення надлишкового електричного заряду  $Q$  на поверхні Землі і, відповідно, електростатичного поля, рис. 1. На теперішній час середня напруженість цього поля становить  $E = -130 \text{ В/м}$  и та змінюється в

межах від  $-1000$  до  $+200 \text{ В/м}$ . На великих площі ділянках Землі надлишкові заряди можуть набувати значних величин.

Крім того, споруда, що будується в дипломному проекті знаходиться в зоні, розміщені на висоті, по відношенню до ріки Південний Буг, рис. 2. По нормалі до річки між її берегом та суходолом виникає, як указувалось, електрополе с позитивним знаком, обернуте до річки, а негативним полюсом в сторону суходолу. Відповідно, конструкції будівлі попадають під дію цього електрополя. Зі сторони ріки вони набувають надлишкового позитивного заряду, а з протилежної сторони – негативний.

Крім цього, під дією електрополя Землі поляризувались арматурні стержні негативним полюсом вверху і позитивним до плити балкону. Те ж в плитах перекриття – відємним на поверхні і позитивним з нижньої сторони. Це ще більше підсилило електрокорозію. І ще одним фактором виникнення надлишкових зарядів в конструкціях будівлі є струми витоку рейсів трамвайної колії, що проходить неподалік.

На рис. 3 представлений стан конструкцій будівлі з бічної сторони будівлі.

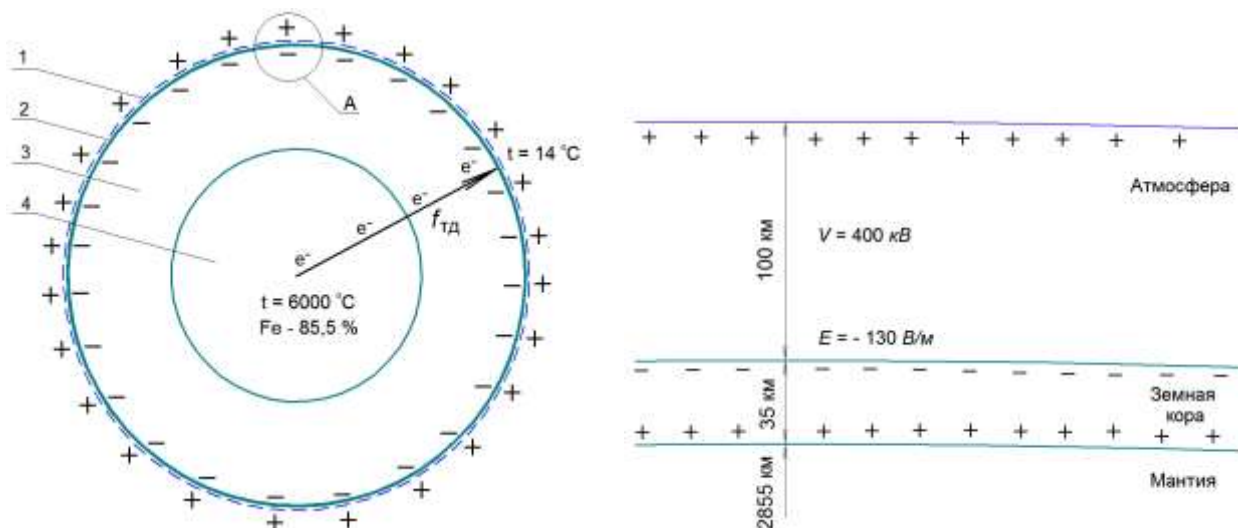


Рис. 1. Схема формування надлишкового електричного заряду і потенціалу на поверхні Земної кори за рахунок термодифузії електронів заліза, в напрямку від ядра Землі до її кори:

- 1 – атмосфера,  $h \approx 100 \text{ км}$ ; 2 – Земна кора;  $\delta \approx 35 \text{ км}$ ;
- 3 – мантія,  $\delta \approx 2855 \text{ км}$ ; 4 – ядро,  $r \approx 3488 \text{ км}$  [2]

27

У збільшених фрагментах 1 і 3, рис. 4, рис. 5, проглядаються ознаки значного вилуговування бетону балконних плит (білі хвилясті полоси) і електрокорозії арматури, що

виглядає із балконних плит (вертикальні коричневі полоси на ребрах плит, у той час як тінь від арматурних стрижней відкидається у глиб будови.



Рис. 4. Збільшений фрагмент 1. Вилуговування бетону на балконних плитах

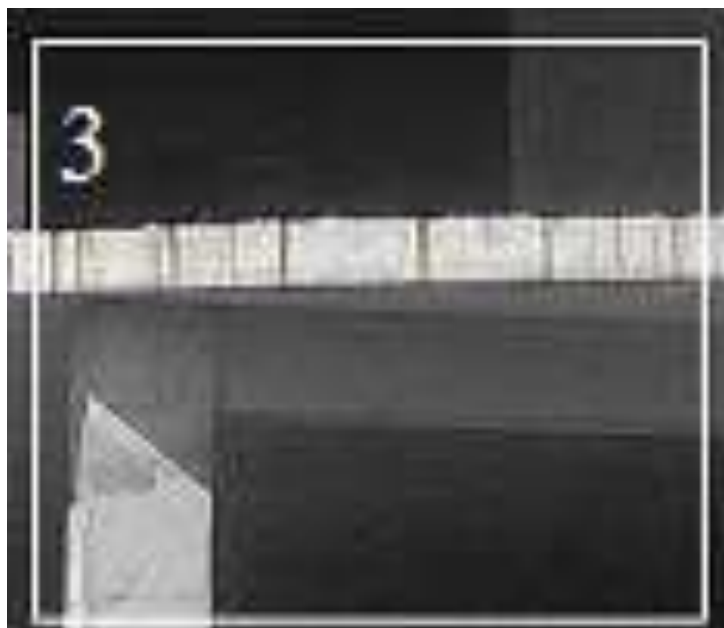


Рис. 5. Збільшений фрагмент 3. Корозія арматури бетону на балконних плитах

На рис. 6 представлений стан конструкцій будівлі з боку фасаду. Із збільшених фрагментів 1 і 2, рис. 7, проглядаються ознаки виникнення початкових тріщин у залізобетонних плитах перекриття і

колонах повздож арматури. На збільшеному фрагменті 3, рис. 8, проглядаються ознаки електрокорозії арматури і вилуговування бетону через тріщини під нею.

**Методи боротьби з накопиченнями надлишкових зарядів.** Найдавнішими спорудами на Землі і самими довговічними, як відомо, є єгипетські піраміди. Умова їх збереження та стійкості однозначно визнається їх формою та відсутністю зон розтягу. Погоджуючись з цим як з однією з умов,

розуміємо все ж, що головною умовою їх довговічності є стікання надлишкових негативних зарядів з вершини в космос завдяки їх пірамідальній формі та дії латеральних електроповерхневих сил відштовхування між ними, рис. 9.



Рис. 6. Існуючий стан будівлі на 21.06.14 р.



Рис. 7. Збільшений фрагмент 1 і 3. Ознаки утворення початкових тріщин повздовж арматури у плитах перекриття і колонах





Рис. 8. Збільшений фрагмент 3. Корозія арматури бетону на залізобетонних плитах перекриття

Подібний відрив надлишкових негативних зарядів виникає в усіх високих будівлях і баштах зі шпилем, рис. 10.

Разом з надлишковим зарядом на самій споруді через його вершину будуть стікати в космос надлишкові заряди і з навколишнього ґрунту та з найближчих будівель, забезпечуючи стабіль-

зацію властивостей ґрунтів, стійкість конструкцій, збереження їх пружних властивостей.

У зв'язку з викладеним у дипломному пректі передбачена гострокутна покрівля, влаштування з усунення попадання надлишкових зарядів за рахунок шунтування, глибоких заземлювачів із діодом та ін.

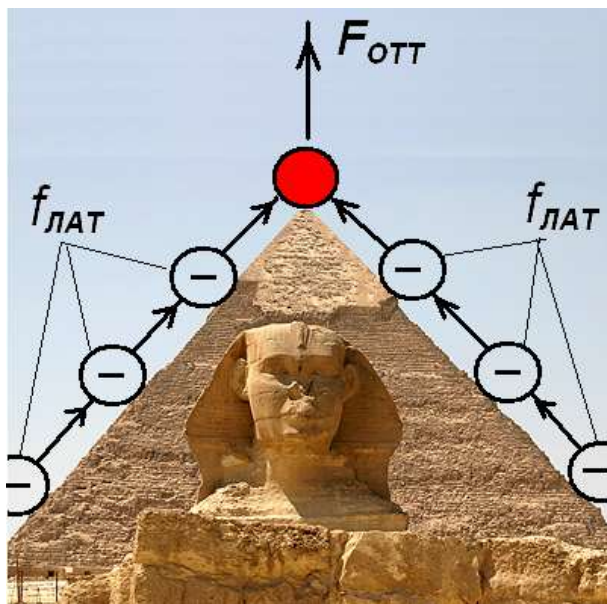


Рис. 9. Виникнення сил  $f_{\text{ЛАТ}}$  та  $F_{\text{ОТТ}}$  в єгипетській піраміді [4]



Рис. 11. Залізобетонна башня Бурдж-Халіфа, Дубай, 828 м, 2010 [5]

### Висновки з дослідження і перспективи подальшого розвитку:

1. Всі високі монолітні будівлі відрізняються від решти суцільним арматурним каркасом, що в зв'язку з практично безкінечною діелектричною проникністю сталі та здатністю металу спонтанно поляризуватися в найменших електричних полях призводить до виникнення горизонтальних та вертикальних дипольних моментів і надлишкових електричних зарядів.

2. Надлишкові негативні заряди призводять до виникнення тріщин, а позитивних до електрокорозії.

3. Виконано аналітичні дослідження виникнення надлишкових зарядів у конструкціях будівлі, реконструкція якої передбачена дипломним проектом.

4. Передбачені міри по захисту конструкцій від надлишкових зарядів.

### Список використаних джерел

1. В мировом строительстве доминирует монолитный бетон [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.nestor.minsk.by/sn/2003/50/sn35014.ht](http://www.nestor.minsk.by/sn/2003/50/sn35014.ht)].

2. Плугин, Д.А. Развитие теории электрокоррозии обводненных конструкций и разработка электрокоррозионностойких материалов и способов защиты [Текст]: дис... докт. техн. наук: 05.23.05 / Д.А. Плугин. – Харьков, 20014. – 420 с.

3. Карта города Винница [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://map.i.ua/vinnytsia>.

4. Трикоз, Л.В. Теория избыточных разрушающих зарядов и разработка способов сохранения стойкости материалов, конструкций и сооружений в их присутствии [Текст]: дис... д-ра техн. наук: спец. 05.23.05 / Л.В. Трикоз. – Харьков: УкрГАЗТ, 2014.

5. Бурдж-Халифа – самое высокое здание в мире [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://plurrimi.com/fact/45>.

Рецензент д-р хім. наук, професор А.М. Плугін

---

Бевза Віктор Володимирович, студент групи МЗ-ПЦБ-Б-12 ІППК Української державної академії залізничного транспорту. E-mail: [bevzav@ukr.net](mailto:bevzav@ukr.net).

Конев Олександр Анатолійович, інженер кафедри будівельних матеріалів, конструкцій та споруд Української державної академії залізничного транспорту. Тел. (057)730-10-63. E-mail: [konev\\_0411@mail.ru](mailto:konev_0411@mail.ru).

Афанасьєв Олександр Валерійович, канд. техн. наук, доцент кафедри будівельних матеріалів, конструкцій та споруд Української державної академії залізничного транспорту. Тел. (057)730-10-63. E-mail: [s-ja@bk.ru](mailto:s-ja@bk.ru).

Bevza Viktor student group MZ-PZB-B 12 Ukrainian State Academy of Railway Transport. E-mail: [bevzav@ukr.net](mailto:bevzav@ukr.net).  
Konev Oleksandr, engineer Department Building Materials, Constructions and Structures Ukrainian State Academy of Railway Transport. Tel. (057)730-10-63. E-mail: [konev\\_0411@mail.ru](mailto:konev_0411@mail.ru).

Afanasyev Oleksandr, cand. of techn. sciences, associate professor Department Building Materials, Constructions and Structures Ukrainian State Academy of Railway Transport. Tel. (057)730-10-63. E-mail: [s-ja@bk.ru](mailto:s-ja@bk.ru).