

## Вплив постійного струму низької напруги на підвищення якості конструкцій монолітних будівель

Т.Е. Потапова

*В статті розглянутий метод бетонування із застосуванням постійного струму низької напруги, яким чином при пропусканні через бетонну суміш на формувальній площині унаслідок протікання електродних і електрокінетичних процесів утворюється газорідний прошарок і які наслідки від застосування струму.*

*В статье рассмотрен метод бетонирования с применением постоянного тока низкого напряжения, каким образом при пропускании через бетонную смесь на формовочной плоскости вследствие протекания электродных и электрокинетических процессов образуется газожидкостный слой и какие последствия от применения тока.*

*The article describes the concrete method using low voltage DC the way by passing through the concrete mix at the forming plane of the gas-liquid layer is formed, and what the consequences of the current application as a result of electrode and electrokinetic processes.*

### Вступ

Довгий час монолітне житлове будівництво у нас в країні майже не розвивалося. Будувати за тими технологіями, які мали в своєму розпорядженні наші будівельники, було значно повільніше, дорожче і більш трудомістко, ніж збирати будинки з панелей. До того ж довгий час завдання стояло просто: будувати швидше і якомога більше. Плюс до всього вважалося, що для монолітного будівництва не підходять кліматичні умови: бетон повинен застигати при певній температурі, а у нас великий період року - зима. Але з часом, коли пріоритети в будівництві помінялися, стало ясно, що навіть сучасні панельні будинки мають багато нерозв'язних проблем: це деяка збитковість в архітектурі, обмежений набір квартир, необхідність мати будмайданчик значних розмірів і т. д. Тут-то і пригадали про монолітні будинки, для яких ці проблеми просто не існують. Актуальність застосування монолітних технологій посилилася і у зв'язку з введенням з 2000 року нових вимог щодо теплозбереження захисних конструкцій будівель. Підняти опір теплопередачі зовнішніх стін шляхом збільшення товщини тієї ж кам'яної кладки економічно не ефективно, особливо в багатоповерховому будівництві. На допомогу прийшли системи зовнішнього утеплення фасадів ефективними утеплювачами типу пінополістеролу і мінеральної вати, які оптимально вписуються в конструктивну схему монолітного житлового будівництва.

У монолітних будівлях навантаження передається на несучий каркас, при цьому відпадає необхідність пристрою товстих внутрішніх перегородок, а зовнішні стіни виконують лише роль захисної і теплоізолювальної конструкції. Зовнішні стіни можуть бути будь-якими - і панельними, і цегляними, і навісними. Такі комбіновані будинки можна будувати в найобмеженіших умовах - наприклад, в центрі міста, де панельне будівництво просто неможливе. Особливе значення серед характеристик будинку мають його жорсткість і міцність. В цьому відношенні монолітним будинкам немає рівних. Вони дають рівномірне осідання будинку, перерозподіляючи навантаження і запобігаючи появі щілин. На них значно менше впливають осідання, тут немає стиків між плитами, які традиційно вважаються найслабкішим місцем панельних будинків. Більше не виникає проблем із швидкістю будівництва монолітних будинків. Вона така ж, як і при зведенні будинків панельних. Зараз застосовується дві монолітні технології: з щитовою опалубкою і з тунельною опалубкою. Тунельна опалубка є великорозмірним блоком, що складається з опалубки стін і перекриття. Складають її з просторових секцій П- і Г-подібних форм, які при з'єднанні утворюють елемент на всю довжину кімнати або повну ширину будівлі. Ця опалубка дозволяє отримувати цілі блоки квартир і зводити одночасно внутрішні стіни і перекриття - будь-які за висотою, довжиною і шириною. Після залишається тільки побудувати зовнішні стіни. Такі будинки навряд чи можна назвати елітними, але, проте, квартири в них можуть бути прекрасної якості.

Щитова опалубка менш швидкісна, але мобільніша. З її допомогою можна зводити будівлі каркасного типу без балок. Це відкриває масу можливостей: реально побудувати будівлю з будь-яким фасадом, за бажанням замовника, і розпланувати квартири так, як треба будь-яка площа, будь-яка кількість кімнат. Вона виготовляється з багатошарової високоякісної фанери, яка формує ідеально гладкі поверхні практично готові під опоряджувальні роботи.

Використання технологій монолітного житлового будівництва із застосуванням об'ємно-переставної (тунельної) і збірно-щитової опалубки дозволяє запропонувати зручніші варіанти конструктивних і планувальних рішень квартир.

В наш час все більше посилюється тенденція до підвищення частки монолітних залізобетонних конструкцій в загальному об'ємі будівельно-монтажних робіт. Монолітні будівлі легші цегляних на 15-20%. Істотно зменшується товщина стін і перекриття. За рахунок полегшення ваги конструкцій зменшується матеріаломісткість фундаментів, відповіли: здешевлюється пристрій фундаментів. Монолітне будівництво забезпечує практично "безкоштовну" конструкцію. Завдяки цьому підвищуються показники тепло- і звукопроникності. В той же час, конструкції довговічніші. Застосування сучасних опалубних систем при монолітному будівництві значно підвищує його технологічність. Терміни, якість зведення конструкцій багато в чому визначає вживана опалубка.

Досвід монолітного житлового будівництва показує, що при зведенні будівель в ковзній або тунельній опалубках часто виникають значні крізни і поверхневі зриви і напливи бетону. виправлення цих дефектів вимагає великих додаткових витрат праці, матеріалів і багато в чому зводить нанівець ефект швидкого зведення стін будівлі. Відомо, що вплив різних причин, що знижують якість конструкцій, бетонуваних в пересувних опалубках, кінець кінцем зводиться до взаємодії рухомої формуючої поверхні і формованого бетону, яка обумовлює величину виникнення сил тертя, зчеплення і визначає технологічну можливість зведення будівель.

### **Дослідження впливу струму на бетон**

З метою підвищення готовності будівельних конструкцій будівель, що зводяться з монолітного бетону пропонується метод бетонування із застосуванням постійного струму низької напруги. Для здійснення способу металеві щити опалубки з'єднуються з негативним полюсом джерела постійного струму, а арматура або спеціальні стрижньові електроди, встановлені в тілі конструкції, підключаються до позитивного полюса - анода. При пропусканні постійного струму низької напруги через бетонну суміш на формувальній площині (катоді) унаслідок протікання електродних і електрокінетичних процесів утворюється газорідний прошарок, що знижує опір руху опалубки і захищає її від зчеплення з твердіючим бетоном при зупиненнях і перервах в бетонуванні.

Досліджувались зразки, які оброблялись постійним струмом різний час при різній напруженості електричного поля і бетонувани без обробки струмом. Вплив струму на зчеплення твердіючого бетону з опалубкою визначався шляхом графічного зіставлення одержаної залежності дотичної напруги зрушення ( $\tau$ , н/м<sup>2</sup>) від віку бетону ( $t$ , год) (рис. 1).

Як видно з графіків, величина зчеплення твердіючого бетону з рухомою опалубкою знижується на 30-40% (залежно від режимів обробки струмом).

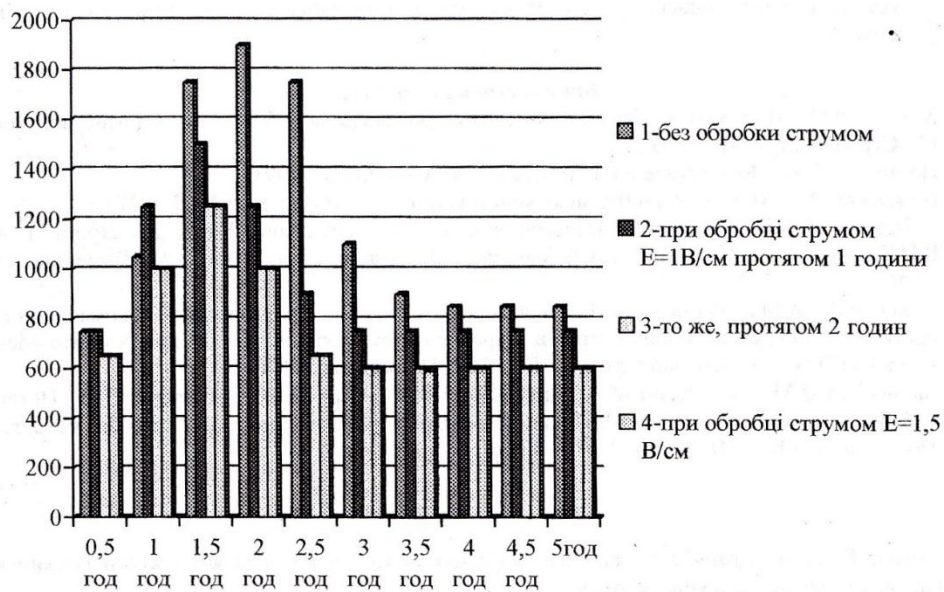


Рис. 1. Залежність дотичної напруги зрушення від часу обробки.

- 1 – без обробки струмом;
- 2 – при обробці струмом напруженістю  $E=1$  В/см протягом 1 години;
- 3 – те ж, протягом 2 годин;
- 4 – при обробці струмом  $E=1,5$  В/см протягом 2 годин.

За аноди використовувалися стрижньові електроди з обрізків гладкої арматури діаметра 10 мм, завдовжки 1200 мм, які при бетонуванні пересувалися разом з опалубкою. Для цього електроди за допомогою кронштейнів закріплювалися на опорних балках, укладених уздовж бетонованих елементів на ригелях домкратних рам.

При бетонуванні середньодобова температура зовнішнього повітря змінювалася від 0 до  $+14^{\circ}\text{C}$ . При таких перепадах температури (в результаті уповільнення гідратації цементу і твердіння бетону), невисокому темпі укладання, але регулярному русі опалубки не спостерігалось значного збільшення зчеплення бетону з опалубкою і наростання цементного каменю на формувальних поверхнях. Відмічені в цей період задири, горизонтальні тріщини і зриви бетону виникали в основному при великих перекосах опалубки і наявності «зворотної конусності».

При подальшому бетонуванні перекіс опалубки був практично усунений, проте в цей період спостерігалася найбільша кількість дефектів, що виникли унаслідок підвищеної адгезії бетону до формувальних поверхонь при тривалих зупиненнях і забрудненні опалубки.

Ефективність здійснення способу оцінювалася шляхом порівняння якості поверхні на ділянках, що зводяться із застосуванням струму, і конструкціях, бетонування яких здійснювалося в звичних умовах. Виявлялися порушення монолітності і наявність дефектів (раковин, зривів, щілин), для чого за допомогою накладної рейки замірялися нерівності поверхні і визначалася товщина шару штукатурки, необхідного для їх закладання.

Спостереження за якістю відформованих конструкцій показали, що за час бетонування з обробкою струмом такі дефекти, як поверхневі або крізні зриви бетону, відсутні, не дивлячись на перекоси і припинення переміщення опалубки.

### Висновки

1. Результати експериментального застосування постійного струму при зведенні цивільних будівель з монолітного бетону в пересувній опалубці продемонстрували:
  - ефективність способу для підвищення якості бетонування різних конструкцій;
  - простоту виконання і працездатність основних технологічних пропозицій та ухвалених конструктивних рішень устаткування для бетонування із застосуванням постійного 'струму.

### Використана література

1. Хаютин Ю.Г. Монолитный бетон. Технология производства работ. - 2-е изд.перераб.и доп. - М.: Стройиздат, 1991, - 576 с.
2. Полтавцев С.И. Монолитное домостроение. - М: Стройиздат, 1993.
3. Швиденко В.И. Монтаж строительных конструкций. - М.: Высш. шк., 1987. - 278 с.

4. Теличенко В.И. Технология возведения зданий и сооружений: Учеб. для строит, вузов / В.И.Теличенко, О.М.Герентьев, А.А.Лapidус. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш.шк., 2004. 446 с.

5. Ливинский А.М., Черный А.Я., Безбах Н.С. и др.. Практические рекомендации по приготовлению декоративных составов и производству работ по отделке при ремонте фасадов зданий ТГЭ Г10 «Краснодартурист». - К.: НИИСП Госстроя УССР. - 20 с.

6. Лівійський О.М., Лівійський М.О., Друкований М.Ф., Сердюк ВТ, Прилипко ТВ., Потапова Т.Е. Опоряджувальні роботи: Матеріали, технологія і організація робіт, засоби механізації: Монографія. - К.; «МП Леся», 2005. - 486 с.

***Потапова Тетяна Едуардівна*** - асистент кафедри містобудування та архітектури Вінницького національного технічного університету.

Tatyana Eduardovna Potapova    Т. Е. Potapova