

**В.Г. Кваша, Л.В. Салійчук, Ю.М. Собко, О.В. Панченко\***  
 Національний університет “Львівська політехніка”,  
 кафедра мостів і будівельної механіки,  
 \* ТЗОВ “Сіка Україна”, м. Київ

## **ПІДСИЛЕННЯ ПЛОСКОГО МОНОЛІТНОГО ЗАЛІЗОБЕТОННОГО ПЕРЕКРИТТЯ БАГАТОПОВЕРХОВОГО ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ З ВИКОРИСТАННЯМ НАКЛЕСНИХ ВУГЛЕПЛАСТИКІВ**

© Кваша В.Г., Салійчук Л.В., Собко Ю.М., Панченко О.В., 2009

**Описано технічний стан, причини деформацій та конструктивне рішення підсилення ділянки міжповерхового перекриття багатоповерхового каркасно-монолітного житлового будинку у м. Києві.**

**The technical condition and what was the reason of unallowable deformations and cracks opening of Kiev's RC multistory domestic building flat first floor plate area were described. Technical solution of strengthening this cracked plate area was given too.**

**Вступ. Постановка питання.** В останні десятиріччя будівельна галузь України інтенсивно переорієнтовується на ширше застосування в будівлях і спорудах різного функціонального призначення монолітного залізобетону. У багатьох адміністративно-промислових центрах масового поширення набуло будівництво каркасно-монолітних житлових та громадських будинків заввишки 10...35 і більше поверхів [1–6]. Застосування каркасно-монолітної схеми домобудування дає можливість урізноманітнити архітектурно-планувальні рішення помешкань і будинків, а також значно скоротити терміни їх спорудження [4, 6]. Такі будинки, як правило, зводяться за індивідуальними проектами, до розробки яких залучається багато проектних організацій з різними за досвідом і кваліфікацією фахівцями. Зокрема АТ «Київпроект» розробив проектну документацію на серію висотних (до 30...35 поверхів) будинків житлово-цивільного призначення для будівництва в мікрорайонах м. Києва [4, 5]. Запроектвані типи будинків за різного планування квартир мають принципово одну конструктивну схему – каркасну або каркасно-стінову з монолітними залізобетонними колонами і плоскими безбалковими, безкапітальними перекриттями.

В окремих випадках власники викуплених квартир на нижніх поверхах цих будинків самовільно, без узгодження з проектною організацією, змінюють функціональне призначення приміщень з частковим переплануванням квартир та істотним збільшенням експлуатаційних навантажень на перекриття [6]. До таких належить і підсилюваний об'єкт – ділянка залізобетонного перекриття другого поверху (відм. 3.30) у межах площі однієї квартири в осях 15-23/А-Д житлового будинку №43 в мікрорайоні Нова Дарниця-1 (Харківське шосе 150/15) м. Києва (рис. 1). Квартира 1-го поверху була переобладнана під ігровий заклад з частковим переплануванням приміщень, а розташована над нею квартира другого поверху пристосована під офісні приміщення з майже дворазовим збільшенням тимчасових навантажень на міжповерхове перекриття на відм. 3.30, яке внаслідок цього та зміни статичної схеми виявилось перевантаженим, що призвело до значних його прогинів 30–40 мм, зафіксованих за величиною зазора між підлогою і перегородками, розташованими в приміщеннях на цьому перекритті, а також до виникнення значної кількості тріщин з боку розтягнутої грані плити перекриття з розкриттям 0,25...0,3 мм.

**Мета роботи** – оцінити за результатами обстеження технічного стану zdeформовану ділянку міжповерхового перекриття в межах приміщень першого і другого поверхів зі зміненим функціональним призначенням та розробити рекомендації і проектну документацію на його підсилення.

**Загальна характеристика проектних рішень.** За конструктивною схемою запроєктований житловий багатоповерховий будинок каркасного типу з монолітними залізобетонними колонами з різним поздовжнім і поперечним кроком і монолітними залізобетонними безбалковими безкапітальними плоскими перекриттями, жорстко об'єднаними в рівні кожного поверху з колонами і вертикальними залізобетонними діафрагмами жорсткості, які виконують роль їх крайніх і проміжних опор (рис. 1). За такої конструктивної схеми каркаса за статичною схемою перекриття розглядаються як багатопрольотні нерозрізні, защемлені на опорах з консольними ділянками для балконів і лоджій.

Фундаменти будинку з буронабивних паль, об'єднаних зверху плоским монолітним залізобетонним ростверком завтовшки 1,2 м.

Перекриття на відм. 3,30, як і на інших поверхах, виконане в монолітному залізобетоні у вигляді плоскої залізобетонної плити завтовшки 16 см. На обстежуваній ділянці в осях 15-23/А-Г (рис. 1) плита перекриття працює як балкова з довжиною прольоту в робочому напрямку між осями колон 6,8 м і консольною ділянкою з вильотом консолі від колон по осі А до краю 2,42 м. Плита перекриття жорстко защемлена в колони по осі А і у вертикальну діафрагму жорсткості по осі Д. З врахуванням цього, а також розвантажувального впливу консольної ділянки прийняте армування плити: робоча арматура в прольоті (нижня) – Ø12, А-III з кроком 150 мм; робоча арматура приопорних ділянок (верхня) по осі А і Д (защемлення в колонах і діафрагмі) Ø16, А-III з кроком 150 мм. Проектний клас бетону плити перекриття В 25.

**Результати обстеження технічного стану перекриття на відм. 3,30.** В процесі обстеження виконаний візуальний огляд перекриття на відм. 3,30, а також несучих конструкцій 1-го поверху і підвалу, вивчена проектна і виконавча документація, проведені перевірки розрахунки перекриття за різних можливих статичних схем його роботи.

За результатами обстеження встановлено таке:

1. Несучі конструкції підвальної частини будинку, першого поверху, а також плоске залізобетонне перекриття над підвалом мають задовільний стан. Під час їх огляду не виявлено будь-яких ознак недопустимих деформацій і недопустимого розкриття тріщин в плиті перекриття.

2. За візуального огляду перекриття на відм. 3,30 з боку нижньої поверхні не виявлено істотних дефектів структури бетону, раковин, відшарування захисного шару бетону, надмірного розкриття тріщин, яке свідчило б про досягнення напруженнями в арматурі межі текучості. Тому можна вважати, що за результатами огляду загалом воно знаходиться у задовільному стані.

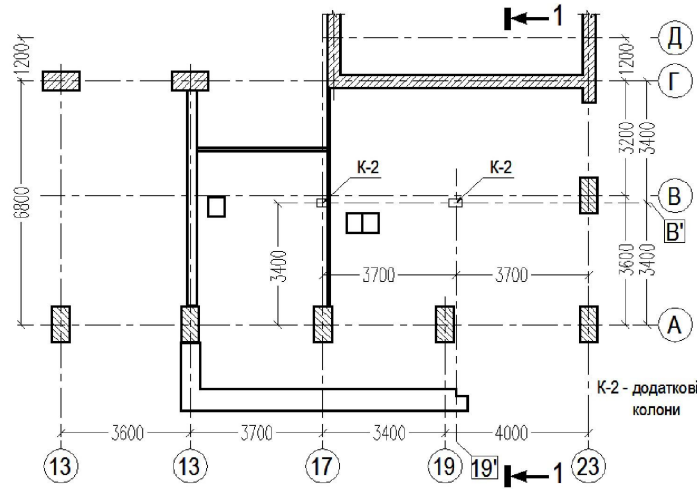
3. За відкриття нижньої робочої арматури істотних відхилень фактичного армування від проектного не виявлено. Відстань між стрижнями робочої арматури знаходиться в межах 14–16 см, що за проектною відстані 15 см є допустимим.

4. На період обстеження максимальні прогини перекриття на відм. 3,30 м, зафіксовані за величиною зазора між підлогою і низом перегородок, знаходяться в межах 2–4 см, тобто за величиною були на межі допустимих згідно з вимогами чинних норм проектування залізобетонних конструкцій СНіП 2.03.01-84 (для перекриттів з плоскою стелею при їх прольотах в межах  $6 \leq l \leq 7,5$  м допустимий прогин становить 3,0 см).

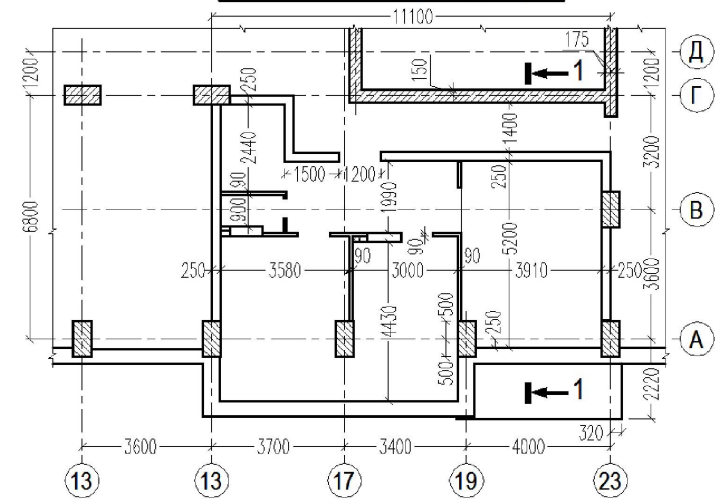
5. На нижній поверхні перекриття виявлено значну кількість силових тріщин, орієнтованих поперек робочого прольоту плити – 6,8 м (паралельних до літерних осей). Переважна більшість тріщин мала ширину розкриття 0,1–0,15 мм, а ширина розкриття окремих досягала 0,2–0,3 мм, що на межі допустимої величини – 0,3 мм. Це дає підставу стверджувати, що напруження в робочій арматурі не перевищують її розрахункового опору на розтяг.

6. На обстежуваній ділянці перекриття розташовані два жорстких залізобетонних вентиляційних короби (між осями 15–18 і 18–19), які відігравали роль додаткових проміжних опор для перекриття, сприймали частину навантажень і зменшували робочі прольоти плити, відповідно збільшуючи її жорсткість і зменшуючи прогини. Під час переобладнання приміщень першого поверху під ігровий заклад під час влаштування декоративної підвісної стелі венткороби в зоні їх примикання до плити перекриття знизу були частково пошкоджені, що спричинило вилучення їх з роботи як додаткових опор для перекриття і можливо призвело до збільшення прогинів плити перекриття на відм. 3,30 порівняно з аналогічними перекриттями на інших поверхах, де венткороби підпирають плиту.

План 1-го поверху (відм. 0,00)



План 2-го поверху (відм. 3,30)



Переріз 1-1

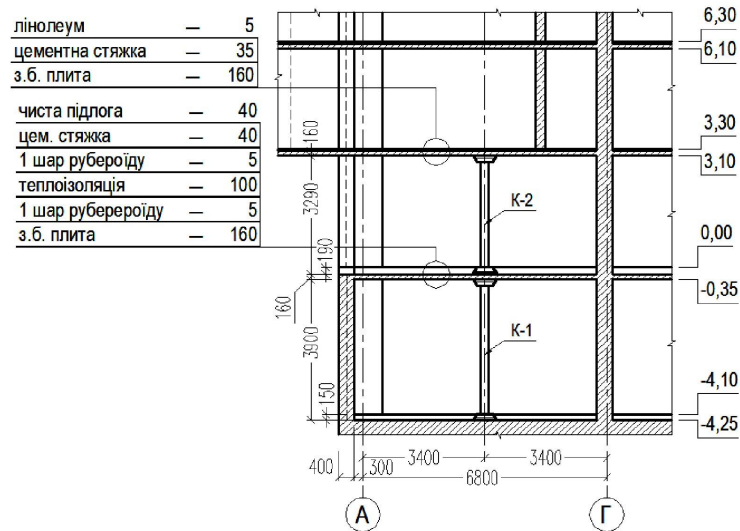


Рис. 1. План і переріз ділянки будинку з підсилюваним міжповерховим перекриттям на відм. 3,30

8. Аналізуючи результати обстеження, можна зробити висновок, що на цей час обстежена ділянка перекриття на відм. 3,30 м в осях 15-23/А-Д знаходиться в стані, близькому до вичерпання запасів міцності і жорсткості. Тому, беручи до уваги реологічні явища в залізобетоні (зокрема, збільшення в часі прогинів і розкриття тріщин внаслідок повзучості бетону під дією тривалих постійних навантажень), для забезпечення умов подальшої нормальної експлуатації обстеженої ділянки перекриття та припинення подальших деформацій перегородок у розташованих на ньому приміщеннях необхідно виконати підсилення цієї ділянки перекриття.

**Рекомендації з підсилення перекриття на відм. 3,30 в осях 15-23/А-Д.** Основним елементом підсилення перекриття є встановлення в межах висоти підвалу і першого поверху двох додаткових металевих колон з розвинутими в плані оголовками, які б відігравали роль капітелей в безбалковому перекритті (рис. 1, б). Додаткові колони у два рази зменшують робочі прольоти перекриття, тобто компенсують вилучення з роботи вентканалів як допоміжних проміжних опор для плити перекриття.

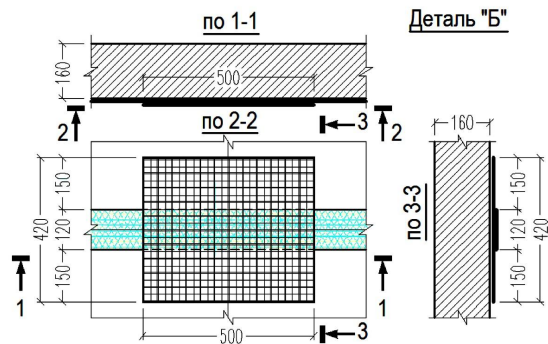
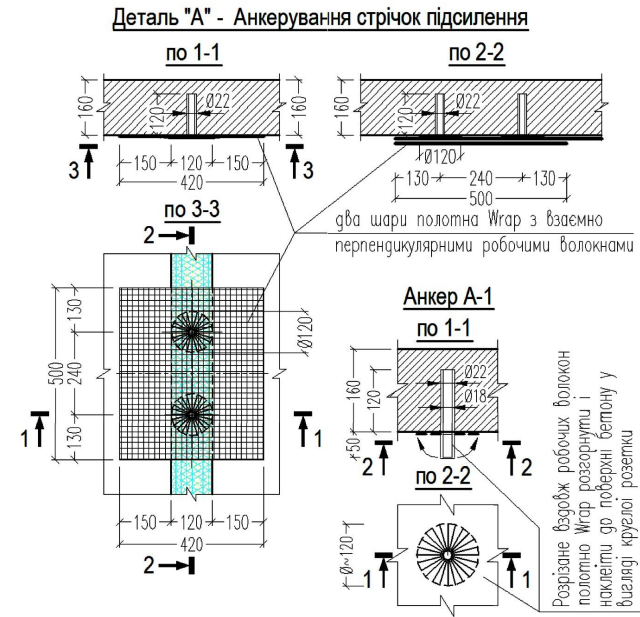
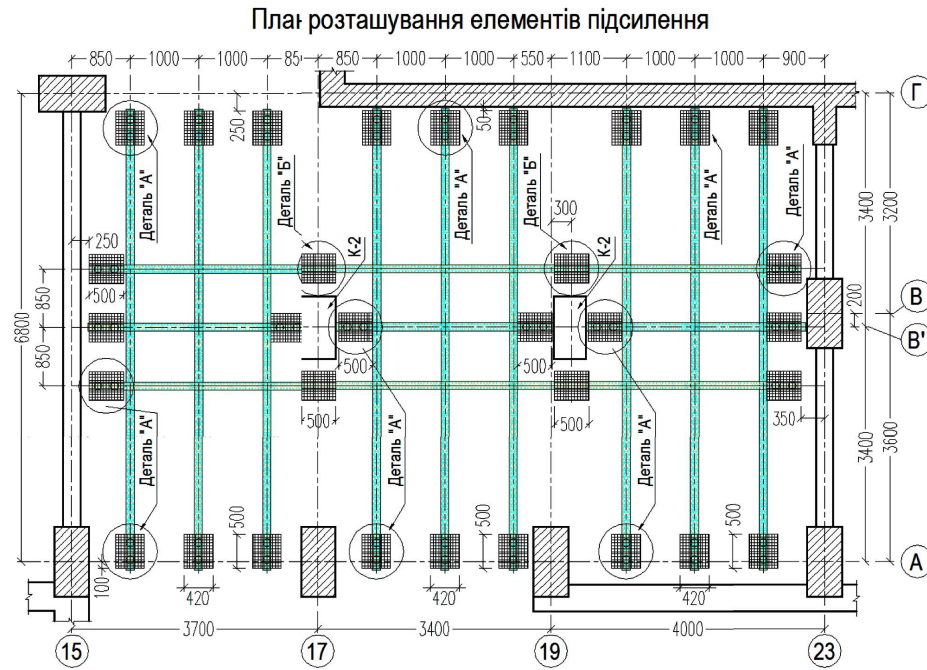
Для попередження виникнення тріщин у зв'язку зі зміною статичної схеми перекриття після встановлення додаткових колон, а також припинення розвитку існуючих тріщин і обмеження напружень у нижній розтягнутій арматурі ділянки перекриття між колонами додатково підсилені наклеюванням композитних вуглецевих стрічок CFRP, орієнтованих нормально до можливих і існуючих тріщин, з відповідним їх анкеруванням на приопорних ділянках згідно з конструктивними і технологічними вимогами системи підсилення фірми Sika.

Робочі креслення елементів підсилення показано на рис. 2. Для підсилення використані вуглецеві стрічки типу M1214 завширшки 120 мм і завтовшки 1,4 мм, наклеєні до нижньої розтягнутої поверхні плити перекриття двокомпонентним епоксидним клеєм SikaDur 30. Для попередження відриву стрічок від поверхні бетону застосована розроблена в ГНДЛ-88 система їх додаткового механічного анкерування за допомогою клеєстрижневих анкерів, вклеєних цементно-епоксидним розчином SikaGroud311 в заздалегідь висвердлені в плиті перекриття отвори (рис. 2). Анкерні стрижні перед вклеюванням обмотували кількома шарами вуглецевої тканини Wgar, виводили її за межі нижньої поверхні плити і після розрізання вздовж робочих волокон у вигляді «розеток» наклеювали до бетонної поверхні плити. Влаштовані в такий спосіб «розетки» відігравали роль проміжного елемента для передачі зсуваючих зусиль від приклеєних до них стрічок на клеєстрижневі анкери. На цих же приопорних ділянках поверх наклеєних стрічок додатково наклеювали відрізки тканини Wgar (рис. 2 – деталь А, Б), які також були додатковими анкеруючими елементами. Загалом застосована система додаткового механічного анкерування кінців стрічок на приопорних ділянках підсилюваного перекриття забезпечує їх надійну роботу на розтяг.

**Технологія виконання підсилення плити перекриття композитними матеріалами Sika.** Поверхню бетону плити, до якої будуть приклеювати композитні матеріали підсилення, спеціально підготовляють струменево-абразивним методом очищення (піскоструменеве очищення). Цей метод гарантує відшарування слабких частинок бетону, а також за рахунок локальних нерівностей завглибшки 0,5–1,0 мм формує необхідну шорсткість поверхні. Підготовлена в такий спосіб поверхня гарантує ідеальне зчеплення.

Безпосередньо перед початком приклеювання усю поверхню плити ретельно очищали, а також виконували відповідну розмітку проектних місць з метою точного наклеювання стрічок.

Допустима величина нерівності поверхні для стрічок: до 3,0 мм на довжині 1,0 м. Тому перед приклеюванням стрічок виконали репрофіляцію поверхні ремонтним розчином на основі епоксидних смол для забезпечення необхідної рівності поверхні.



**Анкерний стержень АС-1**



**Канал в перекритті**

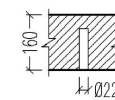


Рис. 2. Елементи підсилення міжповерхового перекриття на відм. 3,30

Композитну стрічку розрізали на необхідні відрізки і проводили очищення спеціальним розчинником для видалення вуглецевого пилу та інших забруднень. Композитні полотна також відміряли і відрізали до необхідного розміру гострими ножицями. Безпосередньо перед початком використання полотен їх активували за допомогою спеціального засобу і до приклейки витримували не менше ніж 30 хв до повного випаровування цього засобу. Перевірку міцності бетонної основи на відрив проводили за методом pull-off. Фактична міцність бетону на відрив становила 2,45...2,95 МПа, що більше від мінімально необхідної – 1,5 МПа. Тобто основа мала достатню міцність.

Для наклеювання композитних стрічок використовували двокомпонентний епоксидний клей SikaDur 30. Після приготування необхідної кількості клеєвої суміші приступали до її нанесення на підготовлену бетонну поверхню плити перекриття. Клеєву суміш укладали одразу після очищення поверхні бетону шпателюми на ширину 2 – 3 см, більшу від ширини стрічок. Середня товщина шару, що наноситься на поверхню плити, – близько 1 мм. На стрічки клей наносили за допомогою спеціального аплікатора-дозувача, який після протягування стрічки через його щілину формував нанесений шар клею у вигляді двосхилого «дашка» з товщиною шару від 1 з краю до 2,5 мм по осі стрічки. Наклеювання стрічки під стелею виконували кілька робітників. На кожні два метри стрічки передбачали одного працівника, що гарантувало правильність прикладання стрічки до бетону та забезпечувало відповідний проміжок часу для наклеювання. Після прикладання стрічки до бетону кожен працівник за допомогою силіконового валика дотискав стрічку з метою витискання надлишків клею. Двосхилий профіль шару клеєвої суміші гарантував повне видалення повітря від місць приклеювання під час притискання валиками. Надлишки клеєвої маси видаляли шпателюми.

Полотна приклеювали до очищеної піскоструменевим способом та знежиреної поверхні бетону. Під час їх приклеювання спочатку змащували поверхню плити клеєм, потім валиком притискали полотно і прокочували до його просочування крізь волокна. Після приклеювання на поверхню полотна шпателем наносили зовнішній шар клею і вирівнювали його валиком.

**Висновки:** 1. Самовільна зміна функціонального призначення приміщень в житлових будинках каркасної схеми з плоскими плитними монолітними залізобетонними перекриттями може призвести до непередбачуваних наслідків, пов'язаних з істотним збільшенням прогинів і розкриттям тріщин внаслідок зміни їх статичної схеми і значного збільшення експлуатаційних навантажень.

2. За результатами обстеження міжповерхове перекриття на ділянці зі зміненим функціональним призначенням приміщень першого і другого поверхів внаслідок збільшення тимчасових навантажень знаходиться у стані, близькому до вичерпання запасів міцності і жорсткості.

3. Застосована система підсилення з використанням наклеєних вуглепластикових композитів з додатковим їх механічним анкеруванням на припорних ділянках забезпечує подальшу нормальну експлуатацію перекриття.

1. Бамбура А.М., Любченко І.Г., Кошелева Н.М. Особливості проектування та зведення каркасно-монолітних будинків // Зб. "Будівельні конструкції". – Вип. 67. – К.: НДІБК, 2007. – С. 524–529. 2. Гончаренко Д.Ф., Кривочуприн Л.З., Месрдорф К.І. Дослідження точності геометричних параметрів зведення конструкцій каркасно-монолітних висотних будинків // Зб. "Будівельні конструкції". – Вип. 67. – К.: НДІБК, 2007. – С. 568–580. 3. Поляченко В.А., Величко В.О., Старчук В.Н. Відродження житлового будівництва в Україні на основі досвіду холдингової компанії «Київміськбуд» // Зб. "Будівельні конструкції". – Кн. 1, Вип. 59. – К.: НДІБК, 2003. – С. 8–16. 4. Поляченко В.А., Величко В.О., Старчук В.Н. Поширення досвіду житлового будівництва ХК «Київміськбуд» в регіонах України // Зб. "Будівельні конструкції". – Т. 1, Вип. 62. – К.: НДІБК, 2005.

– С. 271–276. 5. Слюсаренко Ю.С., Бамбура А.М., Сазонова І.Р., Ковальський Р.К. Особливості моделювання та розрахунку висотного будинку з каркасно-стіновою конструктивною схемою // Зб. “Будівельні конструкції”. – Вип. 67. – К.: НДІБК, 2007. – С. 43–52 6. Łukijaniuk B. Podnoszenie nośności na zginanie płaskich stropów żelbetowych przy pomocy materiałów kompozytowych, na przykładzie budynku biurowego w kompleksie flanders business park w Warszawie // XXIV Konf. nauk.-echn. Awarie budowlane. – Szczecin–Międzyzdroje, 2009. – S.939–946.

УДК 666.942

І.І. Кіракевич

Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра автомобільних шляхів

## СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ МОДИФІКОВАНИХ ЦЕМЕНТНИХ СИСТЕМ

© Кіракевич І.І., 2009

**Досліджено процеси структуроутворення цементного каменю з добавками полікарбоксилатів під час тверднення в нормальних та повітряно-сухих умовах.**

**The processes of structure formation of cement paste with polycarboxylates admixture, which hardened in normal and dry conditions were investigated.**

**Вступ.** За монолітного бетонування з використанням бетононасосів застосовуються високорухомі бетонні суміші. Однією з найважливіших властивостей такої бетонної суміші є її підвищена рухливість, що зумовлено особливостями технології її транспортування та укладання, а також необхідність бетонування густоармованих конструкцій. У цьому плані значний практичний інтерес являє використання і дослідження модифікованих портландцементних систем, які забезпечують собою необхідні реологічні властивості.

З врахуванням вказаних параметрів методи випробування портландцементів згідно з євростандартом EN 196 більшою мірою відповідають вимогам монолітного бетонування, що призводить до необхідності дослідження впливу таких технологічних чинників, як В/Ц і рухливість, на фізико-механічні властивості портландцементів. Водоцементне співвідношення має прямий зв'язок із здійсненням процесу тверднення [1, 2]. У той самий час для створення міцного та щільного каменю необхідно забезпечити стиснуті умови тверднення, що визначається низькими показниками В/Ц. Тому для досягнення підвищеної рухливості портландцементних в'язучих систем вводяться високоефективні модифікатори, що визначає необхідність дослідження процесів їх структуроутворення, а також формування та генезис мікроструктури цементного каменю.

**Постановка проблеми.** Свіжовкладений бетон містить більше води, ніж необхідно для повної гідратації цементу, проте здебільшого у виробничих умовах вже в початковій терміні тверднення значна кількість води втрачається у зв'язку з випаровуванням, що призводить до недоборів міцності, збільшення пористості та погіршення експлуатаційних характеристик будівельного матеріалу. Використання модифікаторів нової генерації типу гіперпластифікаторів дає змогу збільшити час збереження легковкладальності бетонної суміші без значного впливу на терміни тужавіння і тверднення бетону. Серед чисельних переваг використання модифікаторів на основі полікарбоксилатів (ПКС) необхідно виділити: значне скорочення кількості води замішування; можливість перекачування на великі відстані; висока рухливість бетонної суміші без сегрегації; достатній час для вкладання бетону; висока рання та марочна міцності, щільність та довговічність бетону.