

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Київський національний університет будівництва і архітектури

**ТЕХНОЛОГІЧНИЙ СУПРОВІД
ВИГОТОВЛЕННЯ МОНОЛІТНИХ БЕТОННИХ
І ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ**

**Конспект лекцій
у двох частинах**

Частина 1

*Загальні принципи та способи влаштування опалубних систем
у монолітних бетонних конструкціях*

для студентів 192 «Будівництво та цивільна інженерія» спеціалізації
192.04 «Технологія будівельних конструкцій виробів і матеріалів»

Київ 2023

УДК 65.304.19

Т38

Автори: О. Ю. Бердник, канд. техн. наук, доцент;
О. В. Ластівка, канд. техн. наук, доцент;
А. А. Майстренко, канд. техн. наук, доцент;
Н. О. Амеліна, канд. техн. наук, доцент

Рецензент Є. М. Петрикова, канд. техн. наук, доцент

Затверджено на засіданні на засіданні навчально-методичної ради КНУБА, протокол № 7 від 13 квітня 2023 року.

Технологічний супровід виготовлення монолітних бетонних і залізобетонних конструкцій : конспект лекцій у 2 ч. – Ч. 1. Загальні принципи та способи влаштування опалубних систем у монолітних бетонних конструкціях / О. Ю. Бердник та ін. – Київ : КНУБА, 2023. – 32 с.

Містить загальні положення й поняття про каркасно-монолітне будівництво, принципи влаштування опалубок залежно від виду конструкції.

Призначено для студентів, які навчаються за напрямом підготовки 192 «Будівництво та цивільна інженерія» спеціалізації 192.04 «Технологія будівельних конструкцій виробів і матеріалів».

УДК 65.304.19

© О. Ю. Бердник, О. В. Ластівка,
А. А. Майстренко, Н. О. Амеліна, 2022
©КНУБА, 2023

ЗМІСТ

Вступ	4
<i>Лекція 1. Вступ до курсу</i>	5
Контрольні запитання	8
<i>Лекції 2–3. Класифікація опалубних систем</i>	9
Контрольні запитання.....	17
<i>Лекція 4. Особливості встановлення опалубки</i>	17
Контрольні запитання.....	20
<i>Лекція 5. Арматурні роботи</i>	21
Контрольні запитання.....	22
Лекція 6. Складування арматури й арматурних виробів на будівельному майданчику.....	24
Контрольні запитання.....	27
Лекція 7. Вимоги до з'єднань арматурних елементів.....	27
Контрольні запитання.....	30
Список літератури.....	31

ВСТУП

Дисципліна «Технологічний супровід виготовлення монолітних бетонних і залізобетонних конструкцій» є базовою у професійно орієнтованій підготовці за спеціальністю «Будівництво та цивільна інженерія». Така спеціальність передбачає отримання студентами знань видів опалубки й особливостей їх влаштування, принципів улаштування арматурного прокату та виробів, які використовуються для зведення монолітних бетонних і залізобетонних конструкцій, особливостей армування монолітних залізобетонних конструкцій, способів бетонування монолітних конструкцій, догляду за бетоном у процесі твердіння, захисту бетону монолітних конструкцій від корозії, способів організації виконання будівельних робіт під час монолітного зведення конструкцій. Саме тому метою лекційного курсу є надання системних знань особливостей технологічних процесів у будівництві.

З метою поліпшення засвоєння матеріалу за дисципліною пропонується скорочений конспект лекцій у вигляді двох частин, підпорядкований робочій програмі.

Перша частина містить лекції, присвячені загальним принципам і основам у монолітному та збірно-монолітному будівництві. Детально розглянуто види опалубних систем, матеріали, з яких виготовлені ці системи, принцип монтажу й демонтажу. Також приділено увагу видам арматурних елементів, способу встановлення фіксаторів в опалубку й арматури.

До другої частини входять лекції, у яких розглянуто особливості бетонування різних видів конструкцій, бетонування в умовах сухого жаркого клімату, зимових умовах і нормальних умовах.

Кожна лекція супроводжується контрольними запитаннями до студентів для підтвердження засвоєння основних положень лекції.

Після вивчення дисципліни студенти мають знати номенклатуру, вимоги нормативних документів, властивості й особливості зведення бетонних і залізобетонних конструкцій.

Лекція 1

ВСТУП ДО КУРСУ

Залізобетон як будівельний матеріал спочатку застосовували в монолітному варіанті, він набув широкого поширення в усьому світі. Відомий винахідник Т. О. Едісон в 1908 р. запатентував метод зведення будинків із монолітного бетону в багаторазово обертовій опалубці. За кордоном накопичений значний досвід будівництва з монолітного залізобетону різних будівель, зокрема висотних.

Альтернативою монолітному матеріалу з початку 30-х років став збірний залізобетон. За збірне будівництво виступали будівельники, зокрема відомий французький архітектор Ле Корбюзьє.

Збірне будівництво в нашій країні особливо широкого розвитку набуло після Постанови Уряду СРСР від 19 серпня 1954 р. «Про розвиток виробництва збірних залізобетонних конструкцій і деталей для будівництва».

За період з 1960 по 1990 р. було створено найбільшу у світі базу індустріального (збірного) домобудівництва. Щорічний обсяг введення житла до кінця цього періоду перевищив 100 млн м². Однак збірному будівництву були притаманні істотні недоліки.

В умовах директивної економіки напружений план і максимальне використання виробничих потужностей було обов'язковою вимогою. Переналагодження й модернізація виробничих ліній не були економічно вигідні, що створювало тенденцію до тривалого тиражування тих самих серій збірних будинків.

З переходом будівельного комплексу на ринкові відносини інтерес до монолітного будівництва почав значно зростати, оскільки цей метод дає змогу істотно поліпшити об'ємно-планувальні рішення квартир і запропонувати споживачеві більш різноманітне й комфортне житло.

Багато років монолітний спосіб зведення будівель не міг конкурувати зі збірним будівництвом за двома найважливішими показниками – трудовитратами й термінами зведення. Також суттєвою проблемою було й виконання бетонних робіт на будівельному майданчику в зимовий період.

На цей час з'явилися розробки, що дають змогу будувати житлові монолітні будинки з показниками затрат, що наближаються до показників зведення будинків з використанням збірного бетону.

Щорічне виробництво бетону для монолітного будівництва у світі перевищує 1,5 млрд м³. За обсягом виробництва й застосуванням монолітний

бетон набагато випереджає інші види будівельних матеріалів. У найбільш розвинених країнах (наприклад, у США, Японії, Італії, Китаї) показник застосування монолітного бетону в десятки разів вищий, ніж в Україні.

На виготовлення бетону для монолітного будівництва витрачається понад половини світового виробництва цементу. У монолітному виконанні зводяться промислові й житлові будівлі, об'єкти соціального призначення, греблі, енергетичні комплекси, телевежі.

Найвищу у світі телевежу в канадському місті Торонто (555 м) побудовано з монолітного бетону. Найвищі будівлі на всіх континентах побудовані з монолітним залізобетонним каркасом, зокрема світові рекордсмени – два хмарочоси нафтового концерну «Петронас» в Куала-Лумпур, Малайзія (432 м). У США побудовано вже більше 100 хмарочосів із монолітним каркасом, бетон впевнено витісняє сталь із цієї галузі будівництва.

Будівництво з монолітного бетону доцільно за індивідуальними проектами для будівель і комплексів, які виконують роль містобудівних акцентів, історичних центрів міст, для будівель у комплексній забудові монолітними будинками мікрорайонів у містах і селищах, а також для будівель комбінованих систем, які передбачають поєднання монолітних конструкцій зі збірними, цегельними й іншими.

Витрата основних будівельних матеріалів у будинках підвищеної поверховості в монолітному залізобетоні відрізняється досить широко залежно від конструктивної схеми, міцності матеріалів, величини наявних навантажень та інших факторів. У середньому витрата бетону на 1 м² загальної площі поверхів становить від 0,4 до 0,7 м³, сталі – від 25 до 70 кг.

Технологія монолітного будівництва має у своєму активі видатні досягнення. Особливо ефектний вигляд у монолітному залізобетоні мають телевізійні вежі, які є пам'ятками багатьох міст. З великим успіхом була побудована за проектом Н. В. Нікітіна московська Останкінська телевежа, за загальної висоти якої 537 м залізобетонна частина становить 380 м. Башта успішно витримала численні пожежі підвищеної категорії складності. Незважаючи на це, башта встояла, що свідчить про високі будівельно-технічні властивості монолітного залізобетону.

Монолітний залізобетон має низку переваг порівняно з металом у разі використання в каркасах висотних будівель. Одна з основних переваг – більш ефективно розсіювання енергії коливання будівель за вітрових навантажень. Інша перевага – поперечні перерізи ядер можуть мати великі площі, що

забезпечує суттєве підвищення моментів опору й відповідно незначну деформованість таких будівель. Під час зведення висотних монолітних будинків застосовуються різні конструктивні системи. Найбільш поширеними є системи з ядрами (стовбурами) жорсткості в центрі плану. Зазвичай в ядрі жорсткості розташовані ліфтові шахти.

Для закордонного будівництва характерна висока культура роботи з бетоном. Так, у будівництві хмарочоса «Вотер Тауер» у Чикаго (74 поверхи) було застосовано 24 склади бетонної суміші на різних висотах будівлі. Для стовбура жорсткості й колон каркаса зовнішніх стін з 1-го по 25-й поверх використовували бетон міцністю 62 МПа, з 25-го по 74-й поверх міцність знижувалася послідовно до 52, далі 41, 34 і 28 МПа. У міжповерхових перекриттях застосовували легкий бетон міцністю 45, 38 і 34 МПа. Це дало змогу на 26 % знизити навантаження від власної ваги, зменшити глибину закладення фундаменту, отримати суттєвий економічний ефект.

До основних проблем, пов'язаних із розширенням будівництва монолітних будинків, можуть належати:

- небезпека утворення технологічних тріщин у монолітних конструкціях від температурно-усадочних деформацій бетону в процесі його твердіння, що залежить від складу бетону, умов твердіння й розмірів ділянок бетонування конструкцій;

- надійна оцінка міцності бетону в момент звільнення від опалубки й передачі навантаження від різних елементів конструкції, у яких бетон не досяг проектної міцності;

- потрібність розробки розрахункових правил зі встановлення допустимої проміжної міцності бетону під час зняття й перестановки опалубки по поверхах для різних видів монолітних конструкцій (перекриттів, стін, колон) з погляду забезпечення міцності конструкцій під час зведення монолітного будинку, а також доповнення плану виробництва робіт заходами щодо прискорення набору міцності бетоном;

- ефективний контроль якості монолітних конструкцій.

До переваг монолітного будівництва над іншими технологіями зведення об'єктів нерухомості можна віднести такі.

Монолітні будинки легші за цегельні на 15–20 % завдяки суттєвому зменшенню товщини стін і перекриттів. До того ж завдяки полегшенню ваги

конструкцій зменшується матеріалоемність фундаментів, а отже, здешевлюється вартість споруд.

Існує можливість варіювання кроку конструкції, тоді як у збірному будівництві всі конструкції мають розміри, кратні певному модулю, а технологія конструкцій, яку виготовляють на заводі, не дає змогу швидко змінити форму оснащення. Усе це знімає певні обмеження для ухвалення проектних рішень.

Виробничий цикл здійснюється безпосередньо на будівельному майданчику, що позбавляє підрядника від транспортування збірних конструкцій.

Монолітне будівництво забезпечує практично безшовну конструкцію, завдяки чому підвищуються показники тепло- і звукоізоляційності.

Конструкції, зведені за допомогою монолітної технології (за відповідної якості залізобетону), є більш довговічними.

В Україні існує тенденція відходу від переважно збірного до монолітного будівництва. Однак, на думку багатьох фахівців, для наших кліматичних умов надмірне захоплення монолітом не дуже раціонально, а із впровадженням програми «доступне житло», можливо, знову відродиться збірне будівництво.

За кордоном інтерес до збірного будівництва із залізобетону не слабшає, а, навпаки, посилюється. Існує Міжнародна федерація збірного залізобетону, членами якої є понад 40 країн.

Із збірного залізобетону зводяться найрізноманітніші об'єкти: котеджі, багатоповерхові будинки, стадіони, театри тощо. У Києві будують панельні будинки висотою до 25 поверхів підвищеної комфортності. Йде конкуренція збірного і монолітного будівництва, яка слугуватиме прогресу вітчизняного будівництва загалом.

Контрольні запитання для самоперевірки

1. Які найвищі каркасно-монолітні будівлі існують у всьому світі?
2. У чому перевага монолітного будівництва порівняно зі збірним?

Лекції 2–3

КЛАСИФІКАЦІЯ ОПАЛУБНИХ СИСТЕМ

Опалубка – це сукупність елементів і деталей, призначених для надання відповідної форми монолітним бетонним або залізобетонним конструкціям, зведеним на будівельному майданчику. Пряме призначення опалубки – забезпечення проектних розмірів і форми конструкції, що бетонують.

Опалубку класифікують:

1. За призначенням (залежно від виду монолітних конструкцій, які бетонують) опалубку поділяють на горизонтальну (для перекриттів, прольотних споруд) і вертикальну (для фундаментів, стін і колон).

2. За конструкцією (табл. 1).

Тип опалубки

Дрібнощитова

- модульна
- розбірна

Крупнощитова

- модульна
- розбірна

Блочна

- зовнішнього контуру
- внутрішнього контуру

Підйомно-переставна

- з шахматним підймачем
- з опиранням на споруду

Об'ємно-переставна

- П-подібна
- Г-подібна

Ковзна

Не знімна

- включена в розрахунок розрізу конструкції
- не включена в розрахунок розрізу конструкції
- із спеціальними властивостями

Горизонтально переміщувана

- котюча
- тунельна

Пневматична

- підйомна
- стаціонарна

Тип опалубних систем

Тип опалубки	Застосування
Дрібнощитова	Бетонування монолітних конструкцій, зокрема вертикальних (стін, колон), горизонтальних (перекрыття, ригелі) і поверхонь під нахилом
Крупнощитова	Бетонування великогабаритних конструкцій, зокрема стін і перекрыттів будівель і споруд
Блокова	Бетонування замкнених окремо стоячих монолітних конструкцій (ростверки, колони, фундаменти)
Об'ємно-переставна	Одночасне бетонування стін і перекрыттів будівель і споруд, а також додаткових конструкцій, наприклад колон
Ковзна	Бетонування вертикальних (висотою > 40 м) стін будівель і споруд, переважно постійного перерізу
Горизонтально переміщувана	Бетонування водовідводів, колекторів, тунелів, які будуються відкритим способом (котюча), тунелі за закритим способом (тунель)
Підйомно-переставна	Бетонування вертикальних висотних споруд із перемінним перерізом (градирні, труби)
Пневматична	Бетонування просторових монолітних конструкцій криволінійного перерізу (сфери, куполи)
Незнімна	Бетонування монолітних конструкцій без розпалублення, створення гідроізоляції, облицювання, утеплення, зовнішнє армування. Може бути включена або не включена в розрахунковий переріз монолітної конструкції

3. За застосуванням (залежно від температури зовнішнього повітря й характеру впливу опалубки на бетон монолітних конструкцій) опалубки поділяють на:

- неутеплені;
- утеплені;
- гріючі;
- спеціальні.

4. За обертальністю:

- разового застосування (зокрема, незнімна);
- інвентарна.

Для зведення монолітних конструкцій найчастіше застосовують уніфіковані конструкції опалубки, які містять обмежену кількість елементів з максимальним використанням взаємозамінних профілів, деталей, вузлів, що сприяє вищій ефективності виконання робіт.

Види та призначення окремих елементів опалубок і опалубних систем:

опалубка – форма для монолітних конструкцій;

щит – формоутворювальний елемент опалубки, що складається з палуби і каркаса;

палуба – елемент щита, який утворює його формувальну робочу поверхню;

опалубна панель – формоутворювальний плоский елемент опалубки, що складається з декількох суміжних щитів, сполучених між собою за допомогою з'єднувальних вузлів і елементів і призначений для опалублення всієї конкретної площі;

блок опалубки – просторовий, замкнутий по периметру елемент, виготовлений суцільно, складається з плоских і кутових панелей або щитів.

Найбільш універсальною і масовою для зведення вертикальних конструкцій, зокрема стін, колон, є модульна крупнощитова (інвентарна) опалубка, яка широко використовується в нашій країні. Знімна опалубка розрізняється переважно за призначенням і особливостями конструкцій, які з неї виконуються. В основі щитової опалубки (розбірно-переставної) – каркасні щити, які складаються з несучої металевої рами (сталеві або алюмінієвої) з ребрами жорсткості й опалубної плити з ламінованої фанери (рис. 1). Застосовується для бетонування великогабаритних конструкцій. Дрібнощитова опалубка (щити масою до 50 кг) використовується для бетонування конструкцій, зокрема з вертикальними, горизонтальними й похилими поверхнями різного перерізу.



Рис. 1. Схема влаштування дрібно-, крупнощитової опалубки

Блочна опалубка або опалубка для фундаменту складається з щитів і підтримувальних елементів, зібраних у просторові блоки (рис. 2).



Рис. 2. Схема влаштування блочної опалубки

Блочну опалубку або опалубку для фундаменту застосовують для бетонування окремо стоячих фундаментів (ступінчастих і стовпчастих, ростверків) і фрагментів великорозмірних конструкцій (рис. 3).

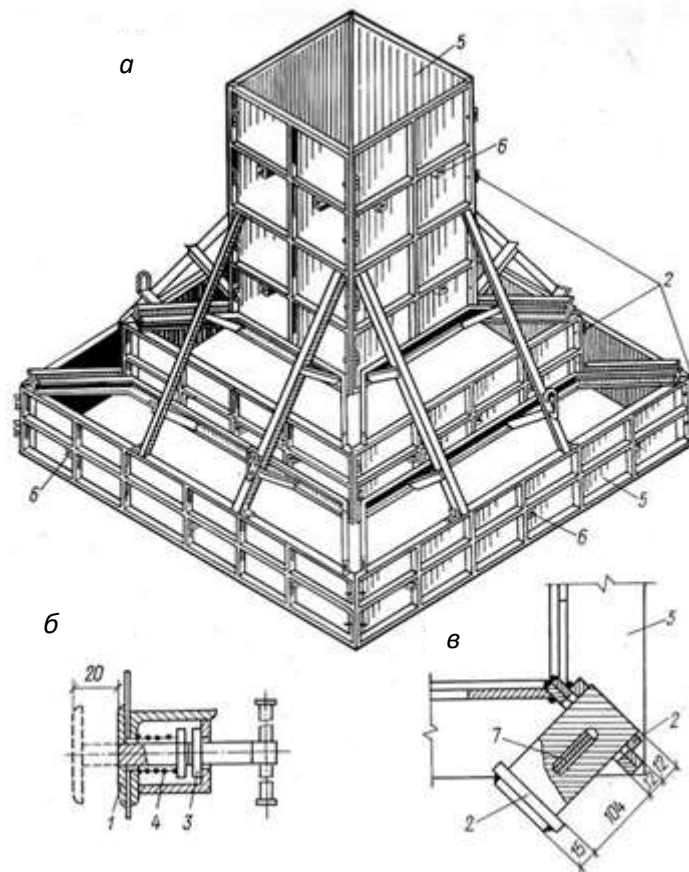


Рис. 3. Влаштування розкладної блок-форми:

a – загальний вид форми, *б* – пристрій для obtиснення, *в* – вузол з'єднання

Об'ємно-переставна стінова опалубка складається з блоків, які зі встановленням у робоче положення утворюють у поперечному перерізі опалубку П-подібної форми. Основним елементом опалубки для перекриттів є напівсекція, яка складається з однієї горизонтальної і однієї вертикальної панелей. Опалубка перекриттів призначена для одночасного опалублення стін і перекриттів типових секцій. Застосовують для серійного виробництва будівель коридорного типу з однаковими приміщеннями (готелів, лікарень тощо).

Опалубка вертикальна (ковзна) складається із щитів, робочої підлоги й домкратів, закріплених на домкратних рамах приводних станцій, та інших елементів (підвісні риштування, домкратні стрижні, козирки тощо). Опалубку піднімають домкратами у міру бетонування (рис. 4). Будівництво висотних будинків (від 40 м і вище) останнім часом відбувається саме за цією технологією.



Рис. 4. Ковзна опалубка

Опалубка для мостів горизонтально переміщувана (перекочувана (котюча), тунельна) складається із щитів криволінійного обрису, закріплених на просторовому каркасі. Опалубне устаткування переміщають уздовж споруди, яку бетонують на візках або інших пристроях. Застосовують для спорудження тунелів відкритим способом, підпірних стін, мостів, водоводів, колекторів, резервуарів, оброблення тунелів, які будуються закритим способом.

Горизонтально переміщувана опалубка являє собою жорстку раму на візках із прикріпленими до неї двома опалубними щитами, робочим настилом з огорожею і бункером (рис. 5). Опалубка застосовується для безперервного поярусного бетонування стін протяжних конструкцій типу підпірних стінок, каналів, колекторів, резервуарів, аеротенків, відстійників, тунелів, що споруджуються відкритим способом, тощо.



Рис. 5. Горизонтально переміщувана опалубка

Горизонтально переміщувану опалубку порівняно з розбірно-переставною економічно доцільно використовувати за таких розмірів будованих споруд: лінійно-протяжних стін заввишки до 3 м, площею не менше за 200 м²; заввишки 3...6 м, площею понад 180 м²; замкнутих у плані об'ємних споруд із висотою стін до 3 м, площею не менше за 450 м²; із висотою 3...6 м, площею понад 400 м² (рис. 6, 7).

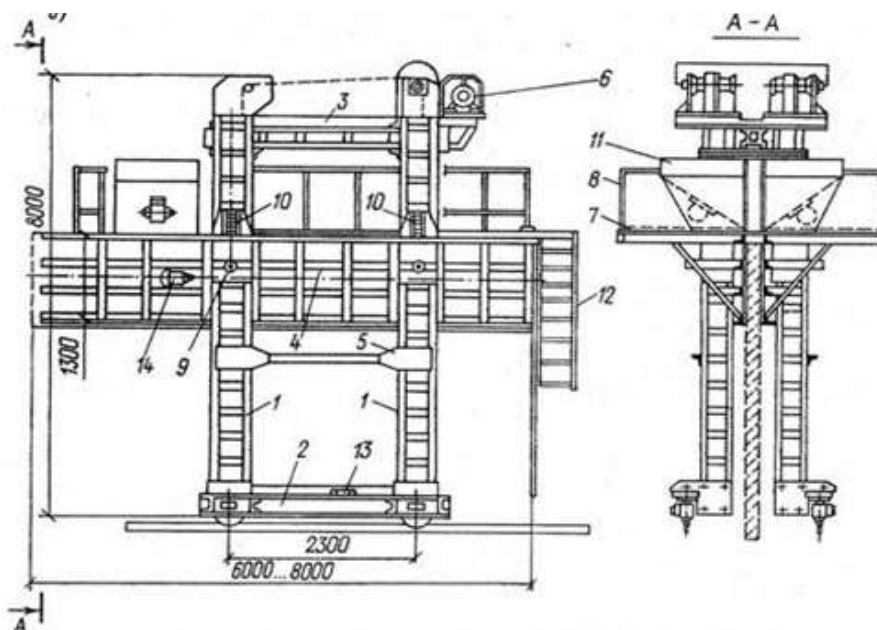


Рис. 6. Влаштування ковзної горизонтально переміщуваної опалубки



Рис. 7. Горизонтально перемішувана опалубка

Пневматична опалубка для бетону складається з гнучкої повітроопорної оболонки або пневматичних підтримувальних елементів із формотворною оболонкою. Застосовують для зведення конструкцій і споруд криволінійного обрису (рис. 8).



Рис. 8. Схема влаштування пневматичної опалубки

Незнімна опалубка являє собою щити зі спіненого полістиролу, що залишаються після бетонування в конструкції. Виконує в ряді випадків додаткові функції (облицювання, гідроізоляція, утеплювач та ін.). Опалубка

може бути включена або не включена в розрахунок монолітної конструкції (рис. 9).



Рис. 9. Схема конструкції незнімної опалубки

Контрольні запитання для самоперевірки

1. Назвіть різновиди опалубних систем.
2. У чому відмінність опалубних систем?
3. З яких матеріалів виготовляються опалубки?

Лекція 4

ОСОБЛИВОСТІ ВСТАНОВЛЕННЯ ОПАЛУБКИ

Опалубні роботи виконують в одному комплексі з арматурними й бетонними роботами. Для облаштування стін спочатку встановлюють перший опалубний щит, виставляючи його положення в плані, по висоті та по вертикалі за допомогою домкратів і підкосів.

Потім монтують арматурний каркас, наживляють стяжні болти (стяжки) в інвентарних пластмасових трубках. Завдяки трубкам болти в тілі залізобетону не стають обетоненими й одночасно забезпечують задану товщину перегородок. Після цього монтують другий щит, пропускають через нього болти-стяжки та стягують щити, поки не виберуть люфт між щитами й торцями трубок.

Після затвердіння бетону опалубку розбирають, очищають від залишків бетону. З готової конструкції виймають стяжні болти й зашпаровують утворені ними наскрізні отвори. Поверхню щитів змазують і використовують їх повторно для бетонування вище розміщеного поверху будівлі.

Монтаж розбірно-переставної опалубки для влаштування перекриття виконують у такій послідовності:

1. Встановлюють телескопічні опори в місцях з'єднання та на торцях головних балок. Переплетення балок – не менше ніж 30 см. Максимальна відстань від опори до торця балки не повинна перевищувати 50 см.
2. Встановлюють вилкоподібні головки (корони).
3. Телескопічні опори встановлюють на потрібну висоту (по нівеліру).
4. Встановлюють головні балки.
5. Встановлюють проміжні телескопічні опори з підтримувальними головками.
6. Встановлюють поперечні балки.
7. Викладають палубу з опалубної плити (фанери). Максимальна відстань від торця балки до краю фанери не більше ніж 10 см.
8. Змащення робочої поверхні щитів засобами, що знижують адгезію.

Демонтаж опалубки (рис. 10):

1. Опускання опалубки на 6–10 см за допомогою телескопічних опор.
2. Поворот і виймання поперечних балок, причому балки на стиках опалубних плит залишають.
3. Демонтаж опалубних плит.
4. Знімання головних і поперечних балок, які залишилися.
5. Демонтаж опори з триногами.

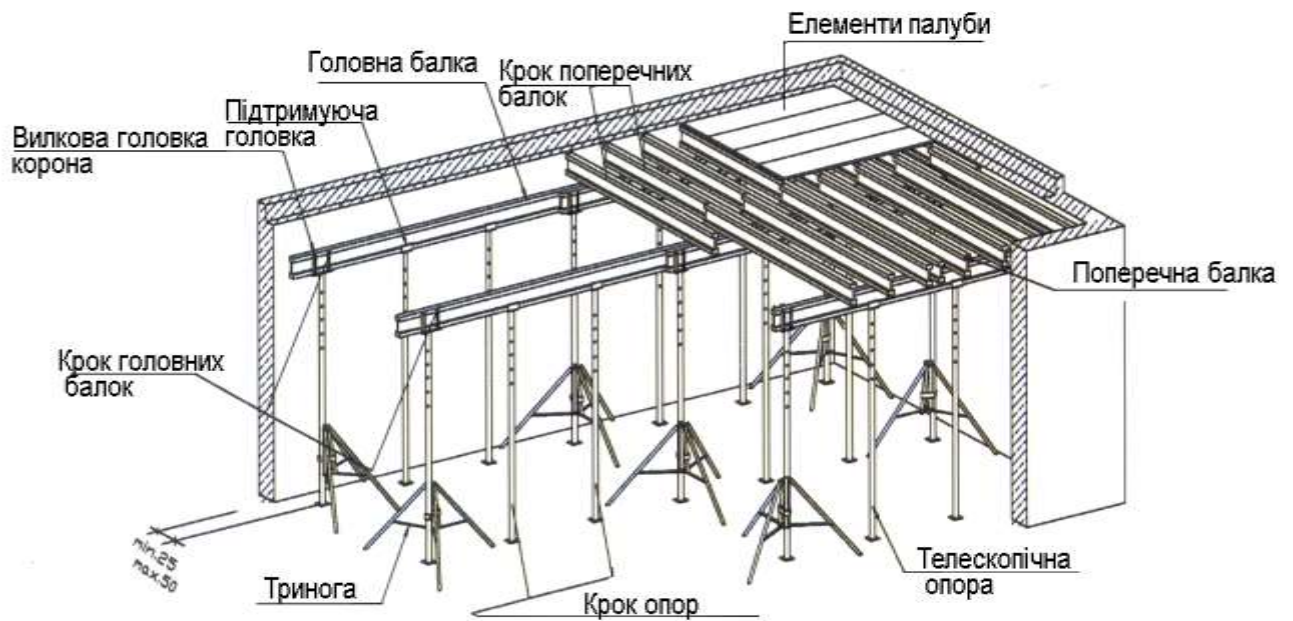


Рис. 10. Порядок демонтажу дрібнощитової опалубки

Догляд за опалубкою і змащення опалубки забезпечують оборотність опалубки. Щити інвентарної опалубки, а також підтримувальні стойки (телескопічні опори), хомути, замки тощо після кожного обороту повинні очищатися від цементного розчину за допомогою металевих щіток і скребоків.

Застосування молотків або іншого інструмента ударної дії для очищення елементів опалубки від розчину категорично забороняється. Застосування інвентарної опалубки передбачає обов'язкове змащення палуби щитів і ретельне очищення її від залишків цементного розчину після кожного обороту. Мазило не повинне залишати маслянисті плями (у деяких випадках для бетонування фундаментів і конструкцій, що засипають землею або захищають гідроізоляцією, ця вимога може не дотримуватися), не повинно погіршувати міцнісні якості поверхневих шарів залізобетонних конструкцій, компоненти мастил не повинні мати летких і шкідливих для здоров'я людей речовин. Матеріали, що використовують для опалубки вертикальних поверхонь, повинні володіти достатньою в'язкістю і адгезійними властивостями, щоб залишатися на вертикальній поверхні протягом 24 годин за температури +30 °С.

Опалубні роботи виконуються відповідно до робочих креслень. Проєкт виконання опалубних робіт входить до складу загального проєкту

виконання робіт на будівництво і має містити маркувальні креслення найбільш характерних, часто повторюваних або складних конструкцій опалубки.

На кресленнях зазначаються:

- розташування окремих елементів опалубки у плані, розрізі, фасаді або в розгортці;
- технологічні карти робіт;
- схеми організації опалубних робіт, взаємозалежних з іншими видами робіт, у яких потрібно передбачити розбивку на захватки, напрямки руху комплектів опалубки, темп оборотності комплекту на окремих захватках або блоках у разі бетонування складних конструкцій і споруд;
- специфікації елементів і загальний обсяг комплекту опалубки.

На схемі організації опалубних робіт, крім зображення конструкцій і споруд, які бетонуються, із зазначенням об'єму опалубних робіт міститься перелік підйомних механізмів, зазначаються майданчики складування, а також лінійні графіки виконання робіт.

Контроль якості опалубки полягає у визначенні:

- відповідності форм і геометричних розмірів опалубки робочим кресленням;
- збігу осей опалубки з осями конструкцій і споруд;
- точності відміток окремих опалубних площин або виносів на опалубних площах;
- вертикальності й горизонтальності опалубних площин;
- правильності встановлення закладних деталей, пробок тощо;
- щільності стиків і з'єднань елементів опалубки з доборами за місцем, з раніше покладеним бетоном чи підготовкою.

Контрольні запитання для самоперевірки

1. Назвіть порядок монтажу опалубних систем.
2. Назвіть порядок демонтажу опалубних систем.
3. Як доглядають за опалубкою?
4. Які вимоги та різновиди опалубних систем ви знаєте?

Лекція 5

АРМАТУРНІ РОБОТИ

Арматура для залізобетонних конструкцій поділяється:

- за матеріалом – на сталеву та неметалічну;
- за технологією виготовлення – на гарячекатану, стрижневу та холоднотягнуту дротяну у вигляді звичайного чи високоміцного дроту, а також арматурних канатів;
- за профілем – на круглу, гладку та періодичного профілю;
- за принципом роботи в залізобетонній конструкції – на звичайну (ненапружувану) і напружувану;
- за призначенням – на робочу арматуру (сприймає основні навантаження, зокрема розтягувальні), розподільчу (призначену для розподілу навантаження між стержнями робочої арматури); монтажну (сприймає навантаження, які виникають під час складання арматурних виробів);
- за способом встановлення – на штучну арматуру (окремі стержні), арматурні каркаси та сітки.

Особливу групу становить сталева жорстка арматура у вигляді таврових балок та іншого прокату, що застосовується для армування висотних будівель, спеціальних споруд, і так звана дисперсна арматура (фібра) у вигляді рубаного скловолокна або азбесту, використовується здебільшого для армування цементного каменю.

За призначенням у монолітній бетонній конструкції арматуру поділяють на робочу, розподільчу, монтажну та хомути.

Робоча арматура призначена для сприймання переважно розтягувальних зусиль від власної ваги конструкцій і зовнішніх навантажень, а в окремих випадках також і зусиль стиснення.

Розподільча арматура слугує для рівномірного розподілу навантажень між стержнями робочої арматури й забезпечення їх спільної роботи. З'єднання розподільчої арматури з робочою за допомогою зварювання або в'язання забезпечує їх спільну роботу. (Поперечні робочі стрижні у зварних арматурних каркасах балок захищають бетон від появи косих тріщин близько опор і полегшують складання каркасів. У колонах хомути перешкоджають вигинанню вертикальних стрижнів арматури.) Розподільча арматура пов'язує робочі стрижні між собою, перешкоджаючи зсуву робочої арматури під час бетонування. У зварних сітках, що використовують для армування плит, настилів тощо, робоча й розподільча

арматура зазвичай розташовані перпендикулярно одна до одної, утворюючи комірки. У місцях перетину стрижні з'єднують (зварюють, зв'язують). Для робочої арматури зварних сіток застосовується звичайний арматурний дріт або гарячекатана арматурна сталь; розподільну арматуру зварних сіток виготовляють зі звичайного арматурного дроту.

Монтажна арматура жодних зусиль не сприймає і слугує для складання каркасів і утримання всієї встановленої арматури в проектному положенні. Під час бетонування монтажну арматуру іноді виймають.

Хомути застосовують для з'єднання окремих робочих і монтажних стрижнів у готовий просторовий каркас, при цьому вони, на відміну від монтажних стрижнів, сприймають частину зусиль під час роботи конструкції, що враховується в проектуванні.

Так звана **несуча арматура** застосовується у випадках, коли вона одночасно використовується і в конструкціях, і для підвішування опалубки, утворюючи арматурно-опалубний блок.

У будівництві найбільш масово застосовують арматурні вироби у вигляді **арматурних сіток**. Сітки об'єднуються в робочу й розподільну арматуру та складаються зі сталевих стрижнів діаметром від 3 до 16 мм включно, розташованих у двох взаємно перпендикулярних напрямках і з'єднаних у місцях перетину контактнo-точкового зварювання. Відстань (крок) між окремими поздовжніми й поперечними стрижнями коливається від 100 до 250 мм; ширина сітки по осях крайніх стрижнів становить від 900 до 3500 мм.

Просторовий каркас прямокутного або квадратного перетину складається із чотирьох плоских каркасів.

Щоб надати несучим каркасам більшої жорсткості, замість арматурних стрижнів круглого перетину застосовують жорсткі прокатні профілі (кутики), смугову і квадратну сталь. Опалубку до заготовлених несучих каркасів можна кріпити після їх встановлення в проектне положення на будівельному майданчику або навішувати на каркаси перед їх перевезенням на місце встановлення, в останньому випадку їх називають арматурно-опалубними блоками (табл. 2).

Контрольні запитання для самоперевірки

1. Різновиди арматурних елементів
2. Способи встановлення фіксаторів.
3. Способи встановлення арматури.

Варіанти транспортування бетонної суміші на будівельний майданчик

№ з/п	Перший варіант	Другий варіант	Третій варіант
1	Транспортування арматури на об'єкт	Транспортування арматури на об'єкт	Виготовлення арматурних виробів на спеціалізованому підприємстві
2	Сортування і складування арматури	Сортування і складування арматури	Транспортування арматурних виробів на об'єкт
3	Стропування арматурних стрижнів і переміщення їх до місця встановлення	Виготовлення, укрупнювальне складання або складання арматурно-опалубних блоків	Сортування і складування арматурних виробів
4	Встановлення арматурних стрижнів у проектне положення та тимчасове закріплення	Стропування арматурних каркасів, сіток або арматурно-опалубних блоків і переміщення їх до місця встановлення	Складання арматурно-опалубних блоків
5	З'єднання арматурних заготовок (стрижнів) між собою в'язкою або зварюванням; встановлення закладних деталей (за потреби)	Встановлення каркасів у проектне положення та тимчасове закріплення	Стропування арматурних виробів або арматурно-опалубних блоків і переміщення їх до місця встановлення
6		З'єднання арматурних заготовок між собою в'язкою або зварюванням	Встановлення арматурних виробів у проектне положення і тимчасове закріплення
7			З'єднання арматурних виробів між собою в'язкою або зварюванням

Лекція 6

СКЛАДУВАННЯ АРМАТУРИ Й АРМАТУРНИХ ВИРОБІВ НА БУДІВЕЛЬНОМУ МАЙДАНЧИКУ

Залежно від місцевих умов арматура й арматурні вироби на будівельний майданчик можуть доставлятися автомобільним, залізничним та іншим транспортом. Вибір транспорту залежить від відстані перевезення, розмірів арматурних конструкцій, їх максимальної ваги та потоку арматури за зміну.

Арматурні вироби потрібно перевозити таким чином, щоб під час транспортування їх не пошкодити. Для цієї мети застосовують пакетне перевезення плоских виробів у спеціальній інвентарній збірно-розбірній тарі. Просторові несучі каркаси слід вантажити, перевозити й розвантажувати в положенні, яке унеможливило деформацію останніх під дією власної ваги.

Стрижневу арматурну сталь, що поступає на будівельний майданчик, після перевірки за сертифікатами зберігають на стелажах під навісом або в закритих складах, розсортовану за марками, діаметрами, довжиною та окремими партіями (чи постачальниками).

Допускається зберігати невеликі партії круглої сталі діаметром понад 38 мм на відкритому майданчику.

Арматурну сталь у бухтах і товарні арматурні сітки зберігають під навісом на бетонній підлозі чи дерев'яних підкладках. Сітки, звернуті в рулон, зберігають у вертикальному положенні (рис. 11).

Арматурні роботи є частиною бетонних робіт і виконуються потоковим методом. Тому важливо арматуру на будівництво постачати комплектно. Запас арматури на об'єкті залежить від режиму роботи – 1, 2 чи 3 зміни. У разі роботи в одну зміну зазвичай приймають тризмінний запас арматури.

Встановлення арматури починають тільки після перевірки відповідності опалубки проєктним розмірам і підписання акта про приймання робіт із влаштування опалубки. Під час встановлення арматури потрібно дотримуватися розмірів захисного шару бетону, товщина якого залежить від конструкції, яку бетонують.



Рис. 11. Складування арматурних канатів

Захисний шар бетону (рис. 12) забезпечується влаштуванням фіксаторів захисного шару (можуть бути сталеві, пластикові, дерев'яні, бетонні й інші).



Рис. 12. Фіксатори захисного шару бетону

Армування монолітних бетонних конструкцій

Для армування монолітних фундаментів під колони використовують готові арматурні сітки, а в разі використання важкої арматури армують окремими стрижнями, зв'язуючи їх у сітки (рис. 13).



Рис. 13. Армування монолітних фундаментів

Армування залізобетонних колон здійснюється окремими поздовжніми стрижнями або зварними каркасами. У першому випадку стрижні арматури зв'язуються поперечними хомутами в просторові каркаси, а у другому випадку такі просторові каркаси утворюються з окремих плоских, зв'язаних між собою або з П-подібних зварних каркасів.

Якщо сторона квадрата не перевищує 40 см, дозволяється встановлення арматури по кутах перетину, а за великих перетинів кількість стрижнів збільшується, причому найменша відстань у світлі між арматурою не повинна бути меншою за 5 см. Діаметр хомутів і поперечних стрижнів зварних каркасів має становити не менше ніж $0,25 d_1$ і не менше ніж 5 мм. Крок хомутів має бути за найменшою з двох величин: не більше за 50 см; не більше $15 d_1$ для в'язаних каркасів і $20 d_1$ – для зварних.

За наявності у просторових каркасах восьми і більше поздовжніх стрижнів встановлюють додаткові хомути або з'єднувальні коротиші.

Стикують поздовжні стрижні колон зазвичай трохи вище за рівень перекриттів внапустку з перепуском довжиною 25 d1 у разі використання бетону марки 150, а із застосуванням бетону марки 200 і вище перепуск знижується до 20 d1. Для стикування гладких круглих стрижнів на їх кінцях влаштовують відгини або гаки.

Позацентрово навантажені колони відрізняються від центрально навантажених прямокутним поперечним перерізом, більша сторона якого розташована в напрямку діючих згинаючих моментів. Прямокутні поперечні перерізи колон призначаються з відношенням сторін від 1,5 до 3.

Балки армують готовими каркасами, частинами каркасів і окремими стрижнями, які збирають у каркас. Готові каркаси монтують кранами. Каркас балки надівають на випуски арматури колон спочатку одним, а потім іншим кінцем. Можливе армування балок плоскими каркасами, які почергово опускають до опалубки й закріплюють у проектному положенні кондукторами або спеціальними захватами.

Встановлення арматури плит перекриття полягає в укладанні готових зварних рулонних або плоских сіток, які розміщують на опалубці між балками та прогонами й закріплюють у проектному положенні.

У сучасних умовах влаштування безбалкових перекриттів їх армування виконують окремими стрижнями, зв'язуючи останні в сітки, а потім просторовий каркас.

Контрольні запитання для самоперевірки

1. Способи армування залізобетонних колон.
2. Різновиди арматури для бетонування колон.

Лекція 7

ВИМОГИ ДО З'ЄДНАНЬ АРМАТУРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Стики ненапруженої робочої арматури діаметром до 32 мм у зварних і в'язаних сітках і каркасах можуть виконуватися внапустку без зварювання, з діаметрами стрижнів від 32 до 40 мм такі стики не рекомендуються, а понад 40 мм – не допускаються.

Влаштування стиків внапустку без зварювання в елементах, перетин яких повністю розтягнуто, *не допускається*.

Для зварних каркасів стикування внапустку допускається тільки з одностороннім розташуванням робочих стрижнів арматури; у разі двостороннього розташування робочих стрижнів стикування каркасів без зварювання *не допускається*.

Для стикування зварних сіток із круглих гладких стрижнів у кожній сітці в межах стику має бути не менше ніж два поперечні стрижні. У разі стикування сіток зі стрижнів періодичного профілю приварювання поперечних стрижнів у межах стику не обов'язкове, але в цьому випадку довжина перепуску збільшується на п'ять діаметрів стрижнів.

Стики стрижнів у неробочому напрямку (поперечні монтажні стрижні) виконують із перепуском 50 мм, якщо діаметр розподільних стрижнів становить до 4 мм, і 100 мм, якщо діаметр перевищує 4 мм.

Якщо діаметр робочої арматури 10 мм і більше, зварні сітки в неробочому напрямку рекомендується укладати впритул одна до одної, перекриваючи стик спеціальними стиковими сітками, що укладаються з перепуском в кожний бік не менше ніж 15 діаметрів розподільчої арматури, але не менш ніж 100 мм.

Стикування на місці встановлення зварних сіток і каркасів за допомогою дугового зварювання робочих стрижнів здійснюється за діаметра стрижнів не менш ніж 8 мм. Стрижні діаметром до 18...20 мм зварюють за допомогою накладок або внапустку.

Застосовують також стикування приварюванням стрижнів сіток і каркасів до загальної сталевий смуги. У цьому випадку загальна довжина флангових швів на кожному стрижні повинна бути не менше ніж десять діаметрів приварювального стрижня (рис. 14, 15).

прийняті за актом прихованих робіт. З цією метою виконують зовнішній огляд та інструментальну перевірку розмірів конструкцій відповідно до робочих креслень – розташування, діаметр і число стрижнів, а також відстань між ними та допуски повинні відповідати проекту – відхилення (у мм) під час встановлення арматури не повинні перевищувати допустимих.

Зварні стики, вузли та шви, виконані під час монтажу арматури, контролюють зовнішнім оглядом і вибірковыми випробуваннями зразків, вирізаних із конструкції. Місця вирізки й кількість зразків встановлюють за погодженням з приймальником.

В акті приймання змонтованих арматурних конструкцій повинні бути вказані номери робочих креслень, відхилення від креслень, оцінка якості блоку та дозвіл на його бетонування.

Відхилення розмірів зварних сіток і плоских каркасів, що надходять до будівельного майданчику, від проектних не повинні перевищувати:

- за довжиною сіток і каркасів – 20 мм;
- за шириною сіток і висотою каркасів – 10 мм;
- відстанню між стрижнями – 5 мм;
- прямолінійність сіток і каркасів у площині виробу і в перпендикулярному до неї напрямку з діаметром до 10 мм – 10 мм, якщо понад 12 мм – 16 мм.

Для встановлення арматури товщина захисного шару бетону має бути не менше ніж 15 мм для плиткових і стінних конструкцій завтовшки понад 100 мм і не менше ніж 10 мм для тих самих конструкцій завтовшки до 100 мм. Для арматури фундаментів за наявності підготовки і фундаментних балок товщина захисного шару нижньої арматури фундаментів має бути не менше ніж 35 мм. За відсутності підготовки фундаментів має бути не менше ніж 70 мм. Для колон і балок за діаметром робочої арматури до 20 мм захисний шар має бути не менше ніж 20 мм, відповідно з діаметром 20 мм – 25 мм і діаметром 35 мм – 30 мм.

Контрольні запитання для самоперевірки

1. Способи з'єднання арматурних елементів.
2. Контроль якості монтажу.
3. Способи транспортування арматурних елементів на будівельний майданчик.

Список літератури

1. *Арматура* стержньова для залізобетонних конструкцій : ДСТУ Б.В.2.7-10-95. [Чинний від 1995-01-01]. – Київ : Держстандарт України, 1995. – 14 с.
2. *Бетони* важкі. Технічні умови : ДСТУ БВ.2.7.-43-96. [Чинний від 1997-01-01]. – Київ : Держстандарт України, 1997. – 67 с.
3. *Волянський О. А.* Технологія бетонних і залізобетонних конструкцій : підручник. – Ч. 1 «Технологія бетону» / О. А. Волянський.– Київ : Вища школа, 1994. – 271 с.
4. *Дворкін Л. Й.* Проектування складів бетону із заданими властивостями / Л. Й. Дворкін, О. Л. Дворкін, Ю. В. Гарніц. – Рівне : Видавництво Рівненського державного технічного університету, 2000. – 215 с.
5. *Державні* будівельні норми України. Правила застосування хімічних добавок у бетонах і будівельних розчинах : ДБН В.2.7-64-97. [Чинний від 1998-04-01] – Київ : Держбуд України, 1999 р. – 67 с.
6. *Прокат* арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови : ДСТУ 3760-98. [Чинний від 1998-06-25] – Київ : Держстандарт України, 1998. – 52 с.
7. *Прикін Б. В.* Арматура і арматурні вироби у виробництві збірного залізобетону / Б. В. Прикін, І. М. Борщ., О. М. Коробкова. – Київ : Вища школа, 1973. – 253 с.
8. *Технологія* важких бетонів і залізобетонних виробів. Складування, зберігання та транспортування матеріалів і напівфабрикатів. Терміни та визначення : ДСТУ БА.1.1-57-95. – [Чинний від 1995-07-01]. – Київ : Держстандарт України, 1995. – 22 с.
9. *Технологія* важких бетонів та залізобетонних виробів. Бетонні, розчинні суміші та бетони. Терміни та визначення : ДСТУ БА.1.1-59-95. – [Чинний від 1995-07-01]. – Київ : Держстандарт України, 1995. – 22 с.
10. *Ушацький С. А.* Організація будівництва. – Київ : Кондор, 2007. – 521 с.
11. *Цементи* загальнобудівельного призначення. Технічні умови : ДСТУ БВ.2.7.-46-2010. [Чинний від 2011-09-01]. – Київ : Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2011. – 20 с.
12. *Ярмоленко М. Г.* та ін. Технологія будівельного виробництва. – Київ : Вища школа, 2005. – 342 с.

Навчальне видання

БЕРДНИК Оксана Юріївна,
ЛАСТІВКА Олесь Васильович,
МАЙСТРЕНКО Алла Анатоліївна та ін.

**ТЕХНОЛОГІЧНИЙ СУПРОВІД ВИГОТОВЛЕННЯ МОНОЛІТНИХ
БЕТОННИХ І ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ**

*Конспект лекцій
у двох частинах*

Частина 1

*Загальні принципи та способи влаштування опалубних систем у
монолітних бетонних конструкціях*

Редагування та коректура *Т. В. Івченко*
Комп'ютерне верстання *Т. І. Кукарєвої*

Підписано до друку 08.11.2023. Формат 60 × 84_{1/16}
Ум. друк. арк. 1,86. Обл.-вид. арк. 2,0.
Електронний документ. Вид. № 34/І–23.

Видавець і виготовлювач
Київський національний університет будівництва і архітектури

Повітрофлотський проспект, 31, Київ, Україна, 03037

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів
видавничої справи ДК № 808 від 13.02.2002