

УДК 624.074:[624.012.4+624.014.2]

ПРОБЛЕМИ АРМУВАННЯ ЗАЛІЗОБЕТОНУ НЕЗНІМНОЮ ОПАЛУБКОЮ**к.т.н., доц. Лапенко О.І.***Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка*

Широке розповсюдження залізобетону при зведенні будівель і споруд пояснюється його суттєвими загальновідомими перевагами: висока несуча здатність; можливість надання будь-якої форми; використання місцевих матеріалів; висока вогнестійкість. Про надійність залізобетону свідчить багаторічний досвід експлуатації несучих конструкцій.

Поряд зі значними перевагами залізобетон має суттєві недоліки. Насамперед це велика вага, що пояснюється не тільки високою щільністю самого матеріалу, але й тим фактором, що в несучих конструкціях не враховується робота бетону на розтяг. Ще одним суттєвим недоліком бетону є необхідність застосування опалубки та риштування при його виготовленні та на будівництві. Це в однаковій мірі стосується як монолітного, так і збірного залізобетону.

Упродовж майже всього періоду зведення монолітного залізобетону в нашій країні, у тому числі й зараз, застосовується дерев'яна опалубка та риштування. Улаштування цієї опалубки потребує багато деревини, при чому потрібні пиломатеріали високої якості. Іноді вартість дерев'яної опалубки перевищує вартість власне залізобетонної конструкції. Слід урахувати те, що в наших умовах будівництва практично неможливе повторне використання дерев'яної опалубки. Цей фактор значно підвищує загальну вартість залізобетонних конструкцій.

В останні роки при будівництві монолітних залізобетонних, зокрема висотних будівель застосовується інвентарна опалубка, яка використовується багато разів [1,2,3,5]. Це, звичайно, значно прогресивніше, ніж використання дерев'яної опалубки. Але ця опалубка має високу вартість, а швидко її обертання стримується часом, необхідним для набуття бетоном необхідної міцності.

При виробництві збірних залізобетонних конструкцій у заводських умовах використовується стаціонарна металева опалубка [1]. Для підвищення інтенсивності обертання опалубки застосовується термічна обробка бетону з метою зменшення строків його тужавіння. Металева опалубка та необхідність термічної обробки значно підвищують вартість залізобетонних виробів.

Пропозиції щодо удосконалення опалубки для монолітних залізобетонних конструкцій були дуже різноманітними. Головний напрямок – це надання можливості застосовувати одну й ту ж опалубку багато разів. Для цього було розроблено багато видів типових щитів для влаштування опалубки. Приділялась внятковва увага обробці поверхні цих листів щоб запобігти прилипанню бетону до опалубки. Для цього, крім змащування, застосовуються плівки, наприклад на основі паперу, просоченого фенол формальдегідною смолою. Використовуються плити з поліефірними покриттями. Завдяки якісній обробці поверхні обертання опалубки можна збільшити в 20 разів.

Для будівництва монолітних залізобетонних конструкцій, поряд з дерев'яною, застосовується інвентарна металева опалубка [5]. Зрозуміло, що вона має внятково велику вартість, а її застосування може бути виправдано тільки при багаторазовому використанні. Цікавими є й інші пропозиції, наприклад застосування пневматичної опалубки.

Крім власне опалубки при зведенні монолітного залізобетону необхідні відповідні підтримуючі конструкції. Сюди, крім дерев'яних, в першу чергу відносяться інвентарні сталеві стійки різної конструкції, в тому числі й телескопічні, висота яких може змінюватися в залежності від потреби. Є зайвим нагадувати, що підтримуючі конструкції мають високу вартість, а багаторазове їх обертання з різних причин не завжди можливе.

Не простішою є проблема застосування опалубки для виробництва збірних залізобетонних конструкцій [1]. Відомо, що від її конструктивних особливостей, точності виготовлення, правильної експлуатації залежить якість залізобетонних виробів. Форми складають половину ваги технологічного обладнання заводів збірних залізобетонних конструкцій. Загальна вага форм у колишньому СРСР досягала 1 млн. тон, а щорічна потреба на заміну зношених форм складала 200 тис. тон.

Сталеві форми для заводів залізобетонних конструкцій виготовлялися на заводах різного профілю: машинобудівних, шляхового машинобудування, ремонтно-механічних. Форми для виготовлення збірних залізобетонних конструкцій дуже складні й залежать від способу виробництва, виду армування та силового впливу арматури, способу ущільнення бетонної суміші, положення виробу при формуванні. На конструкцію опалубки впливають способи переміщення та установки форм: конвеєрний, агрегатно-поточний, стендовий. Також впливає, яка прийнята арматура: ненапружена чи попередньо напружена, спосіб її натягнення – термічний чи за допомогою гідродомкратів. Впливає також положення виробу при формуванні, яке може бути як горизонтальним, так і вертикальним. Для отримання якісного залізобетону, до сталевих форм при їх проектуванні та виготовленні ставляться дуже високі вимоги. Все це говорить про великі проблеми, які виникають при виготовленні збірних залізобетонних конструкцій у зв'язку з використанням сталеві опалубки.

Широке будівництво монолітних залізобетонних конструкцій, враховуючи високу вартість як дерев'яної, так і сталеві опалубки, привело до необхідності застосовувати різні типи незнімної опалубки [2]. Основні з них такі:

1. Опалубка із залізобетонних плит, які після бетонування працюють у складі монолітної конструкції.
2. Незнімна опалубка з азбоцементних плит.
3. Армоцементна опалубка.
4. Незнімна опалубка з уніфікованих пустотних бетонних блоків.
5. Незнімна опалубка зі склоцементних листів.
6. Фіробетонна незнімна опалубка.
7. Сітчаста незнімна опалубка.
8. Незнімна опалубка для масивних залізобетонних конструкцій із сталевих листів.

Як видно з цього переліку, існуюча незнімна опалубка є досить різноманітною. Загальною позитивною якістю перелічених типів опалубки є те, що вона дозволяє позбутися необхідності застосовувати одноразову опалубку, що дозволяє економити значні кошти. При цьому сама опалубка включається в роботу залізобетонної конструкції і сприймає якусь частку навантаження, що діють на неї.

Але перераховані типи незнімної опалубки мають суттєві недоліки. З досвіду її застосування встановлено, що її раціонально використовувати при будівництві масивних монолітних конструкцій, наприклад гідротехнічних споруд, гребель і т.п. При виготовленні збірних конструкцій такі типи опалубки не застосовуються взагалі. Другим недоліком є труднощі, пов'язані з забезпеченням сумісної роботи залізобетонного масиву та незнімної опалубки при дії зовнішнього навантаження.

Проте аналіз техніко-економічної ефективності застосування незнімної опалубки, показав, що порівнюючи з інвентарною опалубкою працевитрати знижуються на 19-66% при деякому зростанні собівартості. Якщо незнімну опалубку одночасно використовувати в якості гідроізоляції, то трудомісткість робіт знижується в 2-2,5 рази при зменшенні собівартості на 30-40%.

Таким чином перелічені типи незнімної опалубки на даний час мають обмежене застосування і не можуть конкурувати з одноразовою та інвентарною опалубкою.

При проектуванні сталезалізобетонних конструкцій ставиться завдання позбутися недоліків сталевих і залізобетонних конструкцій. Слід докласти зусиль щоб у сталезалізобетонній конструкції бетон працював на стиск, а сталь – на розтяг. Як показує досвід проектування сталезалізобетонних конструкцій, у багатьох випадках цю вимогу вдається задовольнити. І дійсно, незважаючи на прогрес у розвитку, залізобетонні конструкції завжди будуть залишатися важкими, а сталеві конструкції відрізнятимуться підвищеною металоємністю. А відомо, що вимога щодо економії витрат металу завжди буде актуальною. Багато видів сталезалізобетонних конструкцій можна виготовляти без опалубки, тому що її роль виконує профільна чи листовая робоча арматура [4].

Сталезалізобетонні конструкції доволі різноманітні. Їх можна класифікувати за призначенням, за видом використаного матеріалу, за способом зведення. Це й залізобетонні плити, які об'єднані зі сталевими балками, і залізобетонні плити, які об'єднані зі сталевими листами, і конструкції зі збірних залізобетонних плит, поєднаних зі сталевими фермами чи балками. Вони можуть бути плоскими й просторовими. До просторових конструкцій належать сталезалізобетонні оболонки, зокрема залізобетонні оболонки з металевими контурними фермами, короткі циліндричні оболонки при включенні в роботу залізобетонних плит, що вкладаються по сталевих фермах.

Ідеально вимогам залізобетонних конструкцій у незнімній опалубці відповідає трубобетон, що являє собою сталеві труби, заповнені бетоном. Для виготовлення трубобетонних конструкцій можна використовувати існуючі заводи залізобетонних конструкцій або бетонувати їх на місці зведення

споруди без застосування спеціальної опалубки. Заповнення труб бетоном не викликає технологічних труднощів. Добре ущільнення бетону забезпечується завдяки відсутності арматурних каркасів. З'єднання трубобетонних елементів між собою забезпечується за допомогою електровварювання або болтів. Із трубобетонних стрижнів легко створювати просторові решітчасті системи різної конфігурації. Вузлові спряження можна здійснювати без фасонки.

Технологічні вимоги практично не обмежують галузі використання трубобетону, який може працювати при складному температурно-вологісному режимі в умовах агресивного середовища, при великих прольотах та висотах будівель, в умовах значної кількості виробництв, де звичайні сталеві або залізобетонні конструкції використовувати недоцільно.

На рисунку 1 подано розроблену нами класифікацію сталезалізобетонних конструкцій, які можуть зводитися в незнімній опалубці. Перелік цих конструкцій досить різноманітний: це стійки й колони, балки та ригелі, плити, деякі типи наскрізних та просторових конструкцій. Крім трубобетонних, можуть будуватися стійки та колони з листовим армуванням, деякі види несучих конструкцій із жорстким армуванням. Різноманітними можуть бути балки та ригелі, що виготовляються в незнімній опалубці: із листовим та жорстким армуванням, деякі види складених балок. Особливої уваги заслуговують плити, що можуть виготовлятися в незнімній опалубці. Це, насамперед, плити по профільному настилу, що останнім часом набувають все більшого розповсюдження, та плити по сталевому ортотропному настилу. Цікавими є пропозиції щодо будівництва наскрізних та просторових конструкцій у незнімній опалубці.

Як видно з рисунку 1, залізобетонні конструкції в незнімній опалубці дуже різноманітні. За технологією виготовлення конструкцій у незнімній опалубці можуть будуватися колони для промислових та цивільних будівель під будь-які навантаження, конструкції покриттів (балки, ферми, плити) будь-яких прольотів, конструкції перекриттів промислових та цивільних будівель, у тому числі при великих навантаженнях, спеціальні та інженерні споруди. На нинішній час накопичений значний за обсягом матеріал із результатами експериментальних та теоретичних досліджень сталезалізобетонних конструкцій, у тому числі таких, що можуть виготовлятися в незнімній опалубці, набуто досвід їх проектування та будівництва.

Враховуючи необхідність, нами запропоновані нові види сталезалізобетонних конструкцій, які можуть будуватися в незнімній опалубці та підтверджені патентами.

При будівництві та виготовленні залізобетонних конструкцій в незнімній опалубці необхідно дотримуватися таких вимог:

1. Армування конструкції повинне бути зовнішнім і відповідати вимогам, які ставляться до сталеві опалубки.
2. Між армуванням та бетоном повинні бути передбачені засоби, які б забезпечили сумісну роботу бетону та сталі.
3. При проектуванні зовнішньої арматури необхідно враховувати навантаження, які можуть виникнути при виготовленні та монтажі.

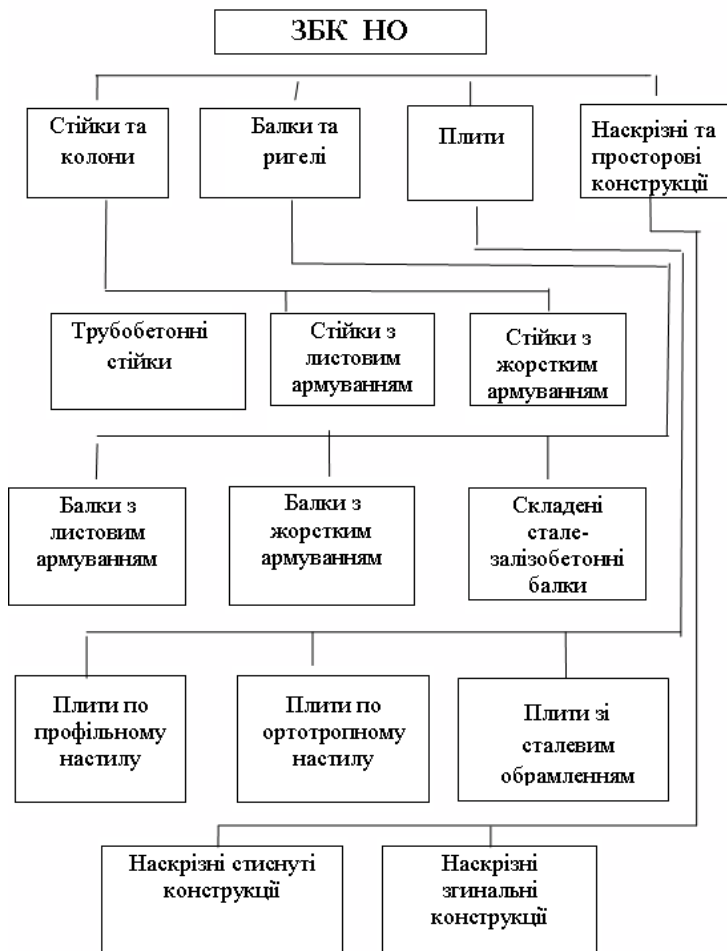


Рис. 1 – Класифікація залізобетонних конструкцій, що виготовляються в незнімній опалубці

Якщо сталеве армування використовується як опалубка до набору міцності бетоном, то воно повинно розраховуватись на вагу бетону з коефіцієнтом $\gamma_f = 1.3$ й монтажних навантажень від людей і обладнання. Розрахунок конструкцій проводиться в стадії виготовлення і експлуатації в залежності від прийнятого конструктивного рішення елемента.

Сталева незнімна опалубка виконує роль робочої арматури; виключене будь яке застосування додаткової опалубки та підтримуючих конструкцій-

риштувань, за виключенням випадків, коли конструкція бетонується на горизонтальному майданчику-бойку, а той бойок виконує роль опалубки нижньої поверхні виробу. Залізобетонні конструкції в незнімній опалубці можуть виготовлятися як в монолітному, так і в збірному варіанті.

В залежності від класу виготовлення конструкцій в незнімній опалубці їх варто розділити на три групи:

- конструкції, що виготовляються виключно в збірному варіанті в заводських умовах (група НОЗ);
- конструкції, що виготовляються на місці виготовлення («монолітний» варіант, група НОМ);
- конструкції, які можуть виготовлятися як в заводських умовах, так і безпосередньо на місці будівництва (група НОЗМ).

Сумісна робота бетону й сталі в конструкціях в незнімній опалубці забезпечується за допомогою додаткового стрижневого армування, що встановлюється в тілі бетону з приварюванням до стінок та полиць двотаврів, а також за допомогою спеціальних анкерів. Перспективним, на наш погляд, є напрямок, коли сумісна робота бетону й сталі забезпечується за рахунок склеювання, й тоді відпадає необхідність у застосуванні додаткової стрижневої арматури.

При проведенні експериментальних досліджень, що вже виконані, ставилися задачі по вивченню особливостей сумісної роботи бетону та сталі, по виявленню характеру руйнування конструкцій та інших особливостей їх роботи під навантаженням.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Либерман Л.А., Митник Г.С., Пешковский О.И. Стальная опалубка сборного железобетона. – М.: Госстройиздат. 1968. – 228 с.
2. Мацкевич А.Ф. Несъемная опалубка монолитных железобетонных конструкций. М.: Стройиздат, 1986. – 98 с.
3. Пьюрифой Р. Опалубка для бетонных конструкций. – М.: Стройиздат, 1981. – 212 с.
4. Стороженко Л.І., Лапенко О.І. Залізобетонні конструкції в незнімній опалубці. – Полтава: АСМІ, 2008. – 312 с.
5. Шмит О.М. Опалубка для монолітного бетону. – М.: Стройиздат, 1987. – 160 с.