

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ВИРОБНИЦТВА ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ

Шейніч Л.О.

ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій»

Суруп В.Ю., Копотун Р.А., Якименко Р.

Промислово-будівельна група Ковальська

Нестеров В.Г., Нелюбін В.Ф., Волинська Є.В.

ВАТ Комбінат Будіндустрії

АНОТАЦІЯ: Розглянуті і проаналізовані сучасні технології отримання монолітних і збірних залізобетонних конструкцій. Дана коротка їх характеристика.

АННОТАЦИЯ: Рассмотрены и проанализированы современные технологии производства монолитных и сборных железобетонных конструкций. Дана краткая их характеристика.

ABSTRACT: Modern technologies for reinforced concrete structures production are considered and analyzed in paper. Brief characteristics of there technologies is given there.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: бетон, технологія, монолітна конструкція, збірна конструкція.

До сьогоднішнього дня і в найближчому майбутньому основним будівельним матеріалом залишиться бетон, залізобетон і вироби з нього. Незважаючи на всі негаразди, в 2011 році в Україні було вироблено монолітних залізобетонних конструкцій приблизно 7,5млн м³, а збірних – 2,55млн м³.

Ефективність технології монолітного залізобетону в значній мірі залежить від хімічних добавок, які застосовуються при його виготовленні. Найбільш поширені в Україні добавки фірм – Стахема, МЦ Баухемі, Сіка, Будіндустрія ЛТД (Релаксол), Містім, Поліпласт, Мапеї. На сьогоднішня

технологія монолітного залізобетону достатньо добре розроблена, але залишаються труднощі при бетонуванні масивних конструкцій, наприклад ростверків, конструкцій з великою відкритою поверхнею (плити перекриття). Певні труднощі виникають при спеціальних видах бетонування, наприклад зимовому. В усіх цих випадках необхідно розробляти спеціальні технологічні регламенти, які будуть враховувати конкретні умови будівництва. Наприклад, при бетонуванні плит перекриття з великою відкритою площею необхідно передбачати заходи для запобігання випаровування води з бетону. Такі плити перекриття повинні мати на період тверднення можливість вільної усадки. Не врахування цього чинника може привести до тріщиноутворення в конструкції (рис. 1).



Рис. 1. Тріщиноутворення плити перекриття в результаті її затискання з одного боку

При розробленні технології бетонування масивних конструкцій необхідно проведення попередніх досліджень, що включає наступні етапи робіт:

- подрібнення конструкції на захватки з врахуванням темпу бетонування;

- визначення часу бетонування однієї захватки;
- призначення складу бетону з врахуванням мінімізації тепловиділення бетонної суміші, при чому щоб інтенсивний процес тепловиділення починався після укладання бетонної суміші;
- розрахунок конструкції на деформації бетону при його тепловиділенні з метою визначення допустимого перепаду температур;
- розроблення заходів по догляду за бетоном.

При дотриманні цих вимог можливість тріщиноутворення зводиться до мінімуму. На рис. 2 - 4 наведені приклади бетонування масивних конструкцій по зазначеній вище схемі.



Рис. 2. Бетонування віадукa термінала D аеропорту Бориспіль



Рис. 3. Підготовлена захватка до бетонування ростверку будинку по вул. Мазепи 11,А в м. Києві

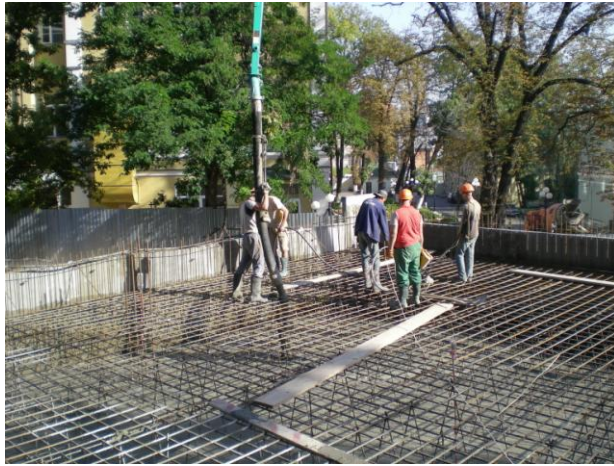


Рис. 4. Бетонування плити перекриття лінійного прискорювача
СЛДК НДСЛ «Охматдит» по вул. Чорновола, 28/7 в м. Києві

Застосування гнучких опалубних систем (можливість швидкого переобладнання) дозволяє в декілька разів збільшити номенклатуру залізобетонних виробів, що в свою чергу робить можливим втілювати в життя найсміливіші архітектурно-планувальні рішення замовника, що знайшло відображення при будівництві нового терміналу аеропорту «КИЇВ» (рис. 5).

Найбільш поширена номенклатура збірного залізобетону – це фундаментні стакани, колони, фундаментні балки, стінові панелі, прогони, балки прямокутного перерізу, балки Г-подібні і таврові, Si-балки, балки двотаврові, балки підкранові, балки мостові. Плити екструдерні, елементи спортивних споруд, фігурні елементи мощення тротуарів. Виробництво продукції такої номенклатури освоєно на ПБГ Ковальська.

Виготовлення залізобетонних попередньо напружених балок прямокутного перерізу, Г-подібних і таврових балок, Si-балок, двотаврових балок, підкранових та мостових балок відбувається на довгих стендах з використанням попередньо напружених арматурних елементів – семи проволочних канатів. Довжина стенду до 100 м. Виробництво залізобетонних конструкцій виконується по всій довжині стенду. Одночасно формується від 4-х до 8-ми виробів (рис. 6, 7). На стенд устатковуються арматурні каркаси необхідної номенклатури, а потім через весь стенд протягуються арматурні канати. Фіксуються канати на спеціальних елементах кріплення – перфорованих плитах, що розміщені на опорних частинах стенду. На рис. 8 наведений принциповий процес натягування арматури, подібний як для коротких, так і довгих стендів.



Рис. 5. Новий термінал аеропорту «КИЇВ» (Жуляни)

Натягування канатів до необхідної сили виконується по чергово для кожного канату за допомогою гідродомкрату. Далі підготовлені арматурні елементи закривають бортами – металевими або фанерними в залежності від конфігурації виробів, та проводиться бетонування. Після набору необхідної міцності бетоном виробів (80% від проектної) силу натягу арматурних канатів за допомогою гідравлічних циліндрів плавно переносять на бетон. По закінченню відпускання натягнутих арматурних канатів їх розрізають поштучно і вироби знімають зі стенду.



Рис. 6. Виготовлення балок прямокутного перерізу



Рис. 7. Виготовлення балок таврового перерізу довжиною 24 метри



Рис. 10. Форма для фундаментного стакану



Рис. 11. Заформовані вироби в камері ТВО

Широку популярність набуло застосування фігурних елементів мостіння (ФЕМ), які виготовляються різними підприємствами. Найбільш доцільна технологія їх виготовлення – це метод пресування. На ринку України широку популярність набули ФЕМи торгової марки «Авеню». Висока якість фігурних елементів мостіння «Авеню» забезпечується сукупністю контролю на кожній ланці виробництва – прийомки сировини, змішування компонентів, виготовлення бетонної суміші, процесу вібропресування ФЕМів та умов, у яких вони набирають міцність.

Продукція ТМ «Авеню» виготовляється на обладнанні німецької фірми HESS, що має 15-річний досвід на ринку будівельних матеріалів. Крім того, HESS вважається одним з провідних світових виробників будівельних машин. Фігурні елементи мостіння «Авеню» виготовляються з важких бетонів методом напівсухого вібропресування (рис. 12). Така технологія має неабияку продуктивність та допускає високу ступінь автоматизації. Процес формування ФЕМів складається з наступних операцій.

1. Бетонна суміш з водо-цементним відношенням 0,3 подається у нижню частину прес-форми – матрицю.
2. Зверху на суміш тисне верхня, рухома, частина пресформи – пуансон.
3. Вібрація і стискання з зусиллям до 14 тон формують готову продукцію.
4. Сформовані ФЕМи подаються до спеціальних камер, де протягом 1 доби в природніх умовах вони набирають необхідну міцність.

Такий метод має ряд відчутних переваг над іншими способами виготовлення ФЕМів. Зокрема, низьке водо-цементне співвідношення бетону потрібне для підвищення морозостійкості готової продукції (через низький коефіцієнт розширення води під час морозів), а пресування у сукупності з вібрацією дозволяють ущільнити бетонну суміш з найвищою ефективністю.



Рис. 12. Вібропрес

Стендове виробництво великих за габаритами залізобетонних виробів характеризується тим, що всі технологічні операції по їх виготовленню, починаючи від збору форми і армування до набору бетоном необхідної міцності, здійснюється на одному посту. На рис. 13 наведено виробництво колон і фундаментних балок без попередньо напруженої арматури. Великим плюсом стендової технології є те, що в найкоротші терміни можливо замінити стару (зношену) оснастку на нову, або переобладнати на інший вид продукції. Арматурні каркаси потрапляють у стенд-форму майже на 100% у зібраному вигляді (рис. 14), бетонна суміш на пост формування подається як за допомогою адресної подачі, так і автобетонозмішувачем.



Рис. 13 Стенди колон та балок



Рис. 14. Пост виготовлення арматурних каркасів

Достатньо ефективною є стандова технологія виготовлення безопалубних плит перекриття типу ПБ з використанням попередньо напруженої арматури.



Рис. 15. Підготовлений для формування стэнд



Рис. 16. Безперервне формування плити висотою 320 мм

За конструктивним рішенням – дана технологія (рис. 15) являє собою стэнд у вигляді великої металевої плити з масивними по краях упорами, які приймають на себе навантаження від напруження канатів по декілька тон на кожний. Бетонування виробів здійснюється на всю

довжину стенду за допомогою спеціальної машини - екструдера, принцип дії якої полягає у витискуванні бетону шнеками через труби порожниноутворювачі та бокові і верхні заглажувальні пластини (рис. 16).

Подача бетонної суміші – адресна, через бункер самохідного напів-портального моста безпосередньо в розхідний бункер екструдера. Набір міцності бетону відбувається або природним шляхом, або тепловою обробкою за рахунок нагрітої до певної температури води, яка циркулює в змійовиках, розміщених під стендом. Розрізання залізобетонної полоси на плити необхідної довжини виконується спеціальною машиною для різання (рис. 17).



Рис. 17. Розрізання залізобетонної полоси на плити

Цікавою технологією є виробництво залізобетонних труб, що організовано на ПАТ «Комбінат будіндустрії». Залізобетонні труби виробляються методом вертикального формування на вібраційному обладнанні з необмеженими можливостями вибору розмірів, типів форм виробів в умовах ринку будівельних матеріалів, що постійно розвивається.

На комбінаті на даному обладнанні виробляються залізобетонні труби діаметром від 400 мм до 2400 мм, довжиною до 3,0 м, вагою до 7,0 т (рис. 18).

За замовленням труби можуть бути виготовлені з внутрішнім чохлам із поліетилену для захисту від агресивних стоків.

Вироби формуються на спеціальних профільних піддонах під фальцовий або раструбний вид стикування з формуванням у верхній частині труби профільного стику спеціальним профільним кільцем. Обладнання для труб дозволяє формувати вироби в прямку, що гарантує низький

рівень шуму в виробничому приміщенні та ізолює вібраційні навантаження формувального обладнання (рис. 19).



Рис. 18. Деяка продукція комбінату



Рис. 19. Встановлення форми на формувальну установку

Бетон подається в форму за допомогою стрічкового живильника, який обертається по периметру форми.

Інтенсивність подачі бетону регулюється індивідуально відповідно до технології формовки виробу.

Ущільнення бетону здійснюється за допомогою центрального вібратора, який з'єднується з сердечником форми. Зовнішня форма з піддоном встановлюється на окремих амортизаторах автономно від інших вузлів машини, що забезпечує передачу повної сили вібрації безпосередньо на виріб.

Сила вібрації регулюється в залежності від типу виробу, що формується.

Очевидною перевагою даної системи подачі та ущільнення бетону являється рівномірність ущільнення, точність розміру стінки виробу, точність позиції армокаркасу в бетоні, низький коефіцієнт жорсткості зовнішньої та внутрішньої поверхні виробів, відповідність заданим розмірам.

При формуванні оголовку труби профільне кільце спочатку тисне за рахунок власної ваги і дає бетону час для рівномірного розподілення, потім за рахунок вертикально діючого гідропреса та кругового руху профільного кільця утворюється профіль стику виробу.

Результатом являється чіткість профілю і точність розмірів оголовку труби, які відповідають вимогам для встановлення резинових ущільнюючих кілець.

Жорсткість бетонної суміші свіжозаформованих труб дозволяє їх негайну розпалубку.

Залізобетонні труби, які виробляються на комбінаті, мають високоякісну міцність M400, M500, водопроникливість W6 – W10, низьку шороховатість внутрішньої поверхні, витримують тиск до 3 атм. Герметизація стиків труб гумовим кільцем забезпечує надійну стикову щільність до 3 атм., дозволяє відхилення труб від осі в процесі експлуатації без порушення надійності стику.

Залізобетонні труби, які виробляють на комбінаті, відповідають сучасним вимогам надійності каналізаційних систем при їх будівництві.

Таким чином, проведений огляд методів виготовлення залізобетонних конструкцій показав, що сучасні технологічні рішення характеризуються високою продуктивністю і дозволяють отримувати ефективні залізобетонні вироби. Застосування гнучких опалубних систем (можливість швидкого переобладнання) дозволяє в декілька разів збільшити номенклатуру залізобетонних виробів, що в свою чергу робить можливим втілювати в життя найсміливіші архітектурно-планувальні рішення замовника.

Стаття надійшла до редакції 18.02.2013 р.