

666
А.35

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

АЗУТОВ Володимир Павлович

УДК 666.98

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВИГОТОВЛЕННЯ
ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ВИРОБІВ ПАНЕЛЬНОЇ КОНСТРУКЦІЇ
У ВЕРТИКАЛЬНОМУ ПОЛОЖЕННІ

05.23.05 - Будівельні матеріали та вироби

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ - 2000

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

АЗУТОВ Володимир Павлович



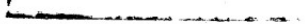
УДК 666.98

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВИГОТОВЛЕННЯ
ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ВИРОБІВ ПАНЕЛЬНОЇ КОНСТРУКЦІЇ
У ВЕРТИКАЛЬНОМУ ПОЛОЖЕННІ

05.23.05 - Будівельні матеріали та вироби

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ - 2000



Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Науково-дослідному інституті будівельного виробництва Державного комітету будівництва, архітектури і житлової політики України.

- Науковий керівник - доктор технічних наук, професор
Шейніч Леонід Олександрович,
Київський національний університет будівництва і
архітектури, професор
- Офіційні опоненти - доктор технічних наук, професор
Нікіфоров Олексій Петрович,
Дніпропетровське відкрите акціонерне товариство
Науково-дослідний інститут будівельного виробництва,
перший заступник голови правління
- кандидат технічних наук, старший науковий
співробітник
Коренюк Олександр Григорович,
ПП «Ефектсервіс», провідний спеціаліст
- Провідна установа - Придніпровська державна академія будівництва та
архітектури, кафедра технології будівельних матеріалів,
виробів та конструкцій, Міністерство освіти і науки
України, м. Дніпропетровськ

Захист дисертації відбудеться "31" січня 2001 р. о 13⁰⁰ годині на
засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.056.05 Київського національного
університету будівництва і архітектури за адресою: 03037, м. Київ-37,
Повітрофлотський проспект, 31

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Київського національного
університету будівництва і архітектури за адресою: 03037, м. Київ-37,
Повітрофлотський проспект, 31

Автореферат розісланий "29" грудня 2000р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради,
К. Т. Н.



Бродко О.А.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми

Одним із шляхів підвищення ефективності виготовлення залізобетонних виробів у вертикальному положенні є підвищення оборотності формооснащення як для збірного, так і монолітного будівництва. Важлива роль для цього приділяється науково обгрунтованому способу визначення моменту раннього зняття опалубки і максимального скорочення часу його досягнення.

Розробка технології, заснованої на застосуванні комплексу технологічних прийомів, що забезпечують інтенсифікацію росту міцності для раннього зняття опалубки, дозволить підвищити ефективність способу вертикального формування як в умовах заводського виробництва збірних конструкцій панельного типу, так і при зведенні вертикальних конструктивів у монолітному і збірно-монолітному будівництві.

Інтенсифікація росту міцності залізобетонних виробів панельної конструкції для раннього зняття опалубки повинна приводити до зниження енергоємності виробництва, що підкреслює актуальність роботи в зв'язку з прийняттям закону про енергозбереження.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційна робота виконана автором як відповідальним виконавцем в Науково - дослідному інституті будівельного виробництва (НДІБВ), м. Київ у межах держбюджетної науково-дослідної роботи за шифром 210.20-82 у 1982-85 р.р.: «Розробка технології і механізації виготовлення виробів ВПД на нових і удосконалених конвейєрних і касетних лініях» та відповідно до розділу цільової республіканської науково - технічної програми РН.55.08.05, а також програмного документу Держбуду України, прийнятого в 1994 р. «Державна науково-технічна програма енергозбереження в житловому та цивільному будівництві».

Мета і задачі дослідження

Розробка комплексу технологічних прийомів та методики їх призначення, що забезпечують інтенсифікацію росту міцності залізобетонних виробів для раннього зняття опалубки при формуванні у вертикальних формах, для чого необхідно вирішити наступні задачі:

- встановити закономірності зміни величини розпалубочної міцності від динамічних впливів на вироби;
- розробити технологічні параметри процесу віброформування малорухомої бетонної суміші у вертикальних формах;

-запропонувати режими і параметри теплової обробки виробів з малорухомих розігрітих бетонних сумішей у формувальній установці для прискореного набору міцності і зняття опалубки;

-розробити науково обгрунтовану методику розрахунку технологічних параметрів і режимів, що забезпечують інтенсифікацію росту міцності для раннього зняття опалубки;

-здійснити дослідно-промислову перевірку розробленої методики і запропонованих технологічних режимів.

Наукова новизна одержаних результатів:

-вперше встановлено і науково обгрунтовано комплекс критеріїв для визначення величини мінімальної міцності бетону, необхідної для зняття опалубки: навантаження від власної ваги виробу, динамічні навантаження на вироби при можливих ривках і поштовхах, навантаження на маломіцний бетон від можливого впливу теплового осердя форми при його поверненні в спочатку скривлене положення з неплоскінністю, що допускається нормами;

-досліджено вплив послідовності подачі компонентів і введення пари у бетонозмішувач на властивості розігрітої бетонної суміші і запропоновано метод роздільного, двоетапного її готування: на першому етапі - подача заповнювачів і введення пари, на другому- подача цементу, гарячої води і добавок;

-встановлено, що спільна дія температурного фактора при готуванні бетонної суміші малої рухливості і швидкого підйому температури при тепловій обробці бетону в формі, при наявності добавки-прискорювача тверднення НН+ХК (ТУ 6-18-194) призводить до 2-3 кратної інтенсивності росту міцності бетону на ранній стадії його тверднення порівняно зі звичайними умовами;

-теоретично обгрунтована і практично підтверджена можливість ефективного низькочастотного (24 Гц) віброущільнення малорухомої бетонної суміші у вертикальних формах з висотою формувальних відсіків більшою, ніж 3 м;

-отримано залежності впливу початкової температури і складу розігрітої бетонної суміші на темп зростання міцності на ранній стадії тверднення бетону та встановлено, що с ростом початкової температури бетонної суміші на 10°С, темп підвищення міцності зростає від 20 до 25%.

Практичне значення одержаних результатів:

-розроблено методику розрахунку технологічних параметрів комплексу прийомів, що забезпечують інтенсифікацію росту міцності виробів у вертикальних формах для зняття опалубки;

-на підставі виконаних досліджень розроблено і впроваджено у проєкті будівництва заводу з виробництва панелей перекриття комплекс технологічних прийомів, що включає: застосування розігрітої малорухомої бетонної суміші, введення добавки - прискорювача тверднення, низькочастотне віброуцільнення горизонтально спрямованої дії, попередній високотемпературний прогрів теплових відсіків термоформи, форсований режим теплової обробки з двостороннім обігрівом виробу, який забезпечує інтенсифікацію росту міцності виробів для раннього зняття опалубки;

-розроблено нові технічні пристрої для технології вертикального формування виробів, що захищені 3 авторськими свідоцтвами на винаходи;

-розроблено та затверджено Мінбудом УРСР "Типові технології виготовлення виробів великопанельного домобудування основної номенклатури": ВРД-67 УРСР 423-86.

За результатами досліджень розроблено та затверджене технічне завдання на проектування конвеєрного виробництва з вертикальними касетними формами на Київському домобудівному комбінаті №1 і завдання на конструювання механізмів нестандартного виготовлення для формувального виробництва і бортаоснащення касетних форм. Реалізація проєкту дозволила ввести в 1988-89 р.р. в експлуатацію дослідно-промислове виробництво панелей перекриття об'ємом 61 тис. м³ у рік і забезпечити 2-3-х кратну інтенсифікацію росту міцності на ранній стадії тверднення бетону в порівнянні з традиційною технологією.

Особистий внесок здобувача полягає в:

-виборі основних напрямків і загальної методики досліджень;

-проведенні теоретичних і експериментальних досліджень характеристик міцності бетону, теплових режимів, конструктивних особливостей ряду вузлів формувальної установки й ін.;

-встановленні закономірностей процесу набору міцності для раннього зняття опалубки в залежності від технологічних властивостей і умов тверднення розігрітої бетонної суміші в термоформі;

-проведенні натурних і аналітичних досліджень діючих виробництв, що працюють за технологією вертикального формування у містах Гатчина (С-Петербург), Кривий Ріг, Тверь, Кам'янець-Уральський, Москва, Мінськ, Софія, Прага та ін. з виявленням недоліків і переваг тієї чи іншої конкретної технології, на підставі яких розроблено комплекс технологічних прийомів, що дозволяють здійснювати раннє зняття опалубки за рахунок інтенсифікації набору міцності на ранній стадії тверднення.

Особистий внесок здобувача в науковій праці:

1. Азутов В.П. Дослідження показників міцності бетону, які забезпечують розкриття термоформ в ранньому періоді при касетно-конвейєрній технології//Будівництво України. - 2000. - №3. - С. 21.
 2. Азутов В.П. Дослідження впливу параметрів теплової обробки на міцність бетону при касетно-конвейєрній технології//Будівництво. Матеріалознавство. Машинобудування. Зб. наук. пр. - Дніпропетровськ: ПДАБіА.- 1999. - №9, ч.1. - С. 25-27.
 3. Азутов В.П. Енергозбереження у виробництві збірного залізобетону з касетно-конвейєрною технологією//Будівництво. Матеріалознавство. Машинобудування. Зб. наук. пр. - Дніпропетровськ: ПДАБіА. - 1999. - №9, ч.1. - С. 27-29
 4. Азутов В.П. Дослідження параметрів розігріву бетонної суміші та умов використання її в конвейєрній технології вертикального формування //Міжвідомчий наук.-техн. зб. "Строительное производство". - К.: НДІБВ. 1999. - вип.40. - С. 19-20.
 5. Азутов В.П. Визначення температурних параметрів теплової обробки бетону в термоформах//Будівництво України. - 1999. - №4. - С.24.
 6. Азутов В.П., Шаврин В.И. О трещинообразовании изделий при касетно-конвейерном производстве//Бетон и железобетон. - 1988. - №1. -С. 16-18.
- Викладено результати експериментальних досліджень показників міцності бетону на ранній стадії тверднення.
7. Азутов В.П., Шаврин В.И. Неплоскостность форм и её влияние на качество касетно-конвейерного способа изготовления//Науково-техн. зб. "Строительное производство" - К.: НДІБВ. - 1987. - вип. 26. - С. 42-48.
- Викладено результати розрахунково-теоретичних досліджень показників міцності бетону на ранній стадії тверднення.
8. Арпаксыд М.А., Азутов В.П. Производство панелей крупнопанельных домов на новом касетном оборудовании//Науково-технічний збірник "Строительное производство" вип. 25. - К.: НДІБВ. - 1986. - С. 6-9.
- Запропоновано принципову схему роботи віброоргану з механізмом керування його дії при віброобробці бетонної суміші в касеті.
9. Арпаксыд М.А., Азутов В.П. Кассетная линия для формирования изделий из малоподвижных смесей//Строительные материалы и конструкции. - 1986. - №1. - С. 30-31.
- Розроблено принципову схему взаємодії вузлів касетної лінії. Виконано дослідження по застосуванню малорухомої розігрітої суміші і розроблено технічне завдання на конструкцію віброоргана.

10. Азутов В.П. Неплоскостность форм и её влияние на качество железобетонных изделий крупнопанельного домостроения, изготавливаемых на кассетно-конвейерных линиях//Тр.междунар.конф. "Эфективни строителни технологии" Приморско. - НР България: НИСИ. - 1987. - Т.1. - С. 252-258.

11. Азутов В.П. Энергозбереження у виробництві збірного залізобетону шляхом застосування касетно-конвейерних технологій//Матеріали другої всеукраїнської науково-практ. конф. "Енергозбереження в будинках і спорудах" Чернігів: - 1998. - С.78.

12. Установка для формирования изделий из бетонных смесей: А.с. 1736701 СССР, МКИ В 28 В 1/08 / В.П.Азутов, В.И.Шаврин, В.Д.Досюк, А.Ф.Тупиков (СССР). - №4813712/33. заявлено 16.04.90; Опубл. 30.05.92, Бюл. №20. - 3 с.

Запропонована конструктивна схема установки.

13. Кассетная линия для изготовления сборных железобетонных изделий: А.с. 1101353 СССР, МКИ В 28 В 7/24, 5/00 / М.А. Арпаксыд, В.П. Азутов, И.Д. Безкровный, В.Г. Приходько (СССР). - №3434132/29-33; Заявлено 11.05.82; Опубл. 07.07.84, Бюл. №25. - 4 с.

Розроблено принципову схему взаємодії вузлів лінії: пристроїв для розпалублення, віброблоків, теплових відсіків та ін.

14. Устройство для уплотнения бетонной смеси в отсеках кассетной формы: А.с. 1736702 СССР, МКИ В 28 В 1/08 / Л.В. Печерский, В.И. Шаврин, А.К. Завойский, В.П.Азутов (СССР). - №4824759/33; Заявлено 11.05.90; Опубл. 30.05.92, Бюл. №20. - 3 с.

Запропоновано принципову схему роботи віброоргану з механізмом керування його дії при віброобробці бетонної суміші в касеті.

15. Типовые технологии изготовления изделий крупнопанельного домостроения основной номенклатуры: ВРД-67 УССР 423-86: Затв. Мінбудом УРСР 29.10.86. Введ. 1.01.87 - К., 1986. Мінбуд УРСР. - 133 с.

Розроблено розділ 6 ВРД-67 УССР 423-86 - "Типова технологія виготовлення панелей перекриття внутрішніх стін на касетно-конвейерній лінії".

16. Азутов В.П., Шаврин В.И. Повышение эффективности и качества наружных стен крупнопанельных зданий//Методична розробка. РБНТП УРСР. - К.: "Знання" - 1985. - 16 с.

Розроблено розділ про технологію формування стінових панелей багатошарової конструкції.

Апробація результатів дисертації

Основні положення дисертаційної роботи і результатів досліджень доповідались та обговорювались на 7 міжнародних конференціях, серед них: «Эффективни строительни технологии» (Приморско, НР Болгарія, 1987 р.), 60 - я науково-практ. конференція КНУБА - (Київ, 1999 р.), Друга всеукраїнська науково-практична конференція «Енергозбереження в будинках і спорудах» (Чернігів, 1998 р.), Всесоюзний семінар «Опыт создания кассетно-конвейерных линий для производства конструкций крупнопанельного домостроения» (Москва, 1984 р.).

Публікації

За темою дисертації опубліковано 9 статей в наукових журналах і збірниках, 2 тези доповідей наукових конференцій, 3 авторських свідоцтва на винаходи, в тому числі 9 публікацій в наукових фахових виданнях.

Структура і обсяг дисертації. Дисертація викладена на 120 сторінках основної частини тексту і складається з вступу, п'яти розділів і висновків, переліку використаних джерел з 120 найменувань, 4 додатків і містить 17 таблиць та 24 рисунки.

ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі дана коротка характеристика стану наукової проблеми, обґрунтована актуальність теми дисертації, сформульовані мета і задачі досліджень, визначені наукова новизна і практичне значення одержаних результатів, наведені відомості про апробацію роботи.

У першому розділі приведений аналіз стану і наукових досягнень у вирішенні проблеми вдосконалювання технології формування виробів панельної конструкції у вертикальному положенні.

Широке визнання способів вертикального формування одержав завдяки ряду відомих переваг.

У той ж час, технологія вертикального формування у традиційному її виконанні має і недоліки, одним із яких є недосконалість способу ущільнення бетонної суміші, що викликає необхідність застосування рухливих і високорухливих бетонних сумішей і, як наслідок, приводить до зниження всіх техніко-економічних показників виробництва.

Так, за даними М.М. Клименюка, Ю.Б. Монфреда, Д.С. Міхановського та ін., застосування рухливих сумішей по прийнятому способу віброущільнення бетонної маси, а також принцип тривалого, малоефективного теплового впливу при термообробці не сприяють одержанню бетону, однорідного за структурою і міцністю.

Крім того, по висновку П.К. Балатьєва, В.А. Соколова, С.Г. Румянцева амплітуда коливань у місцях затиснення стінок біля бортооснащення складає 0,05 мм замість 2-5 мм у середині довжини щита.

Теорія питання удосконалення заводської технології вертикального формування широко розглядається в працях Е.З. Аксельрода, В.Е. Бойко, Ю.Г. Граніка, Б.В. Гусєва, Н.Н. Єрмолаєвої, Б.О. Крилова, В.А. Соколова, В.В. Циро та ін.

У дослідженнях вище означених авторів досягнуто ряд результатів по застосуванню бетонних сумішей з легкоукладальністю на рівні 6-8 см ОК. Розроблені більш ефективні способи ущільнення таких сумішей.

Вагомий внесок у створення технології зведення монолітних панельних конструктивів безпосередньо при зведенні будинків внесли вчені С.С. Атаєв, А.А. Афанасьєв, А.А. Долматов, Г.Н. Тонкачєєв, В.П. Лисов та ін. Ними створено не тільки основи монолітного індустріального домобудування, але і розроблено різні ефективні опалубні системи для монолітного будівництва.

Разом з тим, питання удосконалення технології вертикального формування досліджені у вище означених роботах розрізнено, без визначення комплексного впливу усіх прогресивних технологічних факторів на підвищення ефективності способу вертикального формування, одним із шляхів якого є збільшення коефіцієнту оборотності формооснащення і зниження металоємності виробництва.

Враховуючи також те, що в монолітному будівництві вартість і трудомісткість опалубних робіт відіграє значну роль, а опалубки для бетонування конструкцій можуть коштувати дорожче, ніж бетон або арматура, а в деяких випадках більше, ніж бетон і арматура разом узяті, питання підвищення оборотності опалубних систем є одним із шляхів підвищення ефективності монолітного будівництва.

Базуючись на критичному аналізі літературних джерел по темі досліджень, висунута наукова гіпотеза про те, що можлива інтенсифікація технологічного процесу виготовлення залізобетонних виробів панельної конструкції у вертикальному положенні з ранньою частковою розпалубкою за рахунок застосування комплексу прогресивних технологічних прийомів, що включають, використання попередньо розігрітих і приготовлених за ступінчастою схемою малорухомих бетонних сумішей з прискорювачами тверднення, з наступним їх ефективним ущільненням низькочастотними коливаннями усієї формувальної установки, з визначенням на основі розрахункових і експериментально обґрунтованих значень мінімальної міцності бетону.

Для підтвердження гіпотези були вирішені та сформульовані основні задачі і напрямки подальших досліджень.

В другому розділі наведена характеристика вихідних матеріалів, приладів, що застосовували, засоби вимірювання і пристрої, викладена методика експериментально-теоретичних досліджень з урахуванням статистичних методів обробки результатів:

- залежності міцності конструкцій від динамічних впливів на них після раннього зняття опалубки;
- умов, що забезпечують «життєздатність» розігрітої малорухомої бетонної суміші в залежності від температури її розігріву;
- впливу добавок-прискорювачів тверднення на швидкість набору бетоном міцності, достатньої для раннього зняття опалубки;
- процесів віброобробки бетонної суміші у вертикальних формах;
- режимів теплової обробки бетону;

Представлено схеми експериментальних установок для досліджень.

Вихідним матеріалом для проведення досліджень була обрана бетонна суміш бетону М200 трьох складів, з величиною легкоукладальності 2, 4 і 6 см ОК, з добавкою-прискорювачем тверднення, розігріта до температур від 40 до 70°C. Для порівняння використовували суміш без добавок і без розігрівання.

У третьому розділі наведені експериментальні і теоретичні дослідження технології вертикального формування з раннім зняттям опалубки.

У дослідженнях визначали величину мінімальної міцності бетону на стиск ($R_{\min}$), достатньої для виконання операції зняття опалубки зі збереженням цілісності виробу і запобігання тріщиноутворення при всіх можливих технологічних навантаженнях, як при безпосередньому знятті опалубки - від власної ваги виробу, так і при переміщеннях виробів з формувальної установки на форми в камеру дозрівання, а також від навантажень, що діють на маломіцний виріб при можливій первісній неплоскостності теплового осердя.

Для будівельних умов величину мінімальної міцності визначали при дії впливу динамічних навантажень при розбиранні і знятті щитів опалубки, коли можливі випадкові динамічні впливи на маломіцний бетон вертикального конструктиву будинку, що розпалублюється.

Встановлено, що для найбільш крупногабаритної панелі, розмірами (6,6 x 3,6 x 0,16 м), величина міцності, виходячи з наведених умов збереження її цілісності, склала 1,56 МПа. При цьому результати експериментальних досліджень при випробуванні на згин до руйнування бетонних зразків-призм підтвердили, що в панелях із вказаною величиною міцності не виникають тріщини, що й було прийнято за основу при проведенні подальших досліджень режимів по її досягненню.

Аналіз результатів дослідження впливу складу бетонної суміші і температурного фактору на її формувальні властивості і характеристики міцності показав, що легкоукладальність бетонних сумішей істотно залежить від температури їх розігріву при приготуванні, рухливості і тривалості витримування від моменту приготування до укладання у форму.

Так, холодні бетонні суміші в діапазоні часу витримування до 30 хв втратили легкоукладальність незначно (0,1-0,2 см). Бетонні суміші, розігріті до температури 50-60°C, з вихідною рухливістю 4 і 6 см ОК знизили показник легкоукладальності на 3-3,5 см, але зберегли свої технологічні властивості. Суміші зазначених складів, розігріті до 70°C втратили легкоукладальність суттєво (на 5 см).

У той же час, бетонна суміш з вихідною рухливістю 2 см ОК при розігріві від 40 до 70°C за цей же період значно втратила свої технологічні властивості і стала жорсткою (до 180 с), що не дало можливості її застосовувати для подальших досліджень.

Приведені дані досліджень впливу розробленого комплексу технологічних прийомів на легкоукладальність бетонних сумішей дозволили запропонувати склади малорухомих бетонних сумішей, які можна укласти у вертикальні форми протягом 25-30 хв. від моменту їх приготування. У цьому випадку рекомендуються суміші наступних складів:

- суміші без добавки-прискорювача тверднення - з вихідною рухливістю 4 см ОК, розігріті до температури 60°C;

- суміші з добавкою -прискорювачем тверднення НН+ХК (0,5%+0,5%) з вихідною рухливістю 4 см ОК, розігріті до температури 40-50°C.

При проведенні досліджень температурних параметрів і режимів теплової обробки бетонні суміші, розігріті до 40, 50, 60, 70°C, укладалися в попередньо розігріту до температури 98°C форму.

Зміна міцності бетону з часом при тепловій обробці в залежності від початкової температури суміші представлені в таблиці 1.

Результати досліджень показали, що необхідну міцність бетону в 1,56 МПа можливо одержати при тепловій обробці на протязі 60 хв., застосовуючи бетонні суміші рухливістю 4 см ОК, що розігріті до температури 50°C з добавкою - прискорювачем тверднення НН+ХК (0,5%+0,5%), а також без добавки, розігріті до температури 60°C.

Результати досліджень показали, що необхідну міцність бетону в 1,56 МПа можливо одержати при тепловій обробці на протязі 60 хв., застосовуючи бетонні

Зміна міцності бетону з часом при тепловій обробці в залежності від початкової температури суміші

Початкова температура бетонної суміші, °С	Міцність бетону (без добавки / с добавкою) на стиск, МПа при тривалості теплової обробки, хв.		
	30	60	90
20	0,2 / 0,4	0,4 / 1,1	0,75 / 2,0
40	0,35 / 0,7	0,8 / 1,5	1,4 / 2,65
50	0,5 / 0,95	1,15 / 1,9	1,9 / 3,3
60	0,7 / 1,3	1,6 / 2,4	2,4 / 4,0
70	0,9 / 1,65	2,0 / 2,95	3,1 / 4,7

суміші рухливістю 4 см ОК, що розігріті до температури 50°C з добавкою - прискорювачем тверднення НН+ХК (0,5%+0,5%), а також без добавки, розігріті до температури 60°C.

Дослідження процесу приготування розігрітої бетонної суміші проводили для 5 варіантів послідовності подачі компонентів і введення пари у бетонозмішувач. За результатами експериментів встановлено, що послідовність подачі компонентів і режим введення теплоносія в змішувач впливає на температуру розігріву суміші та її якість. Встановлено також, що розігріву бетонну суміш доцільно готувати за двоступінчастою схемою, у двох змішувачах послідовно. При цьому в перший змішувач, куди подаються заповнювачі, вводиться пара і після двохвилинного перемішування і перевантаження суміші заповнювачів у другий змішувач в останній подають цемент, гарячу воду і добавку. При такій схемі готування розігрітої суміші практично виключається налипання цементу на парові сопла при вході пари в змішувач.

При проведенні досліджень процесу віброушільнення малорухомої бетонної суміші з укладанням її у форму шарами по 0,8-1,0 м встановлено, що процес укладання у форму з розмірами відсіку 6,6 x 3,6 x 0,16 м з віброушільненням при частоті 16 Гц і амплітуді 1,9-2,0 мм продовжувався 25 хв.; при частоті 24 Гц і амплітуді 0,8 мм - 14 хв.; при частоті 32 Гц і амплітуді 0,4 мм - 32 хв.

На основі вищенаведених даних для подальшого застосування при розробці технології прийняті наступні параметри вібрації: частота - 24 Гц, амплітуда - 0,8 мм, віброприскорення - 1,8 g.

Таким чином, в результаті експериментальних, аналітичних досліджень розрахунків вдалося встановити найбільш прийнятні параметри вібрації для формування як великих об'ємів виробів, так виробів з поверхневим ушільненням малорухомих сумішей горизонтально спрямованими коливаннями.

У четвертому розділі приведена розроблена методика розрахунку параметрів формування залізобетонних виробів у вертикальному положенні з частковою ранньою розпалубкою як для умов заводського виробництва, так і для монолітного і збірно-монолітного видів будівництва, яка включає: рекомендації з визначення мінімальної міцності бетону, достатньої для раннього зняття опалубки; призначення параметрів бетонної суміші, що забезпечують інтенсифікацію росту міцності на ранній стадії тверднення для зняття опалубки; визначення параметрів віброобробки бетонної суміші і вибір конструктивних елементів віброформувальної установки.

Методика дає можливість визначати параметри і режими всього комплексу технологічних прийомів, що забезпечують інтенсифікацію росту міцності бетону на ранній стадії тверднення для зняття опалубки.

З метою спрощення визначення необхідної мінімальної міцності на стиск для конструктивів з різними розмірами запропоновано графічний метод визначення міцності бетону на стиск у залежності від розмірів по висоті і товщині конструктивів (рис.1).



Рис. 1 Залежність необхідної міцності бетону на стиск від розмірів виробів

Результати розрахунків, представлені на графіку (рис.1), свідчать про те, що між величинами габаритів виробів і необхідної мінімальної міцності бетону на стиск, існують обернено пропорційні залежності, що дають можливість визначати величину мінімальної міцності при знятті опалубки для конструктивів з різними розмірами по висоті і товщині.

Момент досягнення визначеної величини мінімальної міцності бетону на стиск для здійснення операції зняття опалубки при тепловій обробці виробів, які заформовані з бетонної суміші з початковою температурою 50-60°C можливо встановити і графічно (рис. 2) в залежності від тривалості теплового впливу на бетон проектної марки М200, при різних температурах.

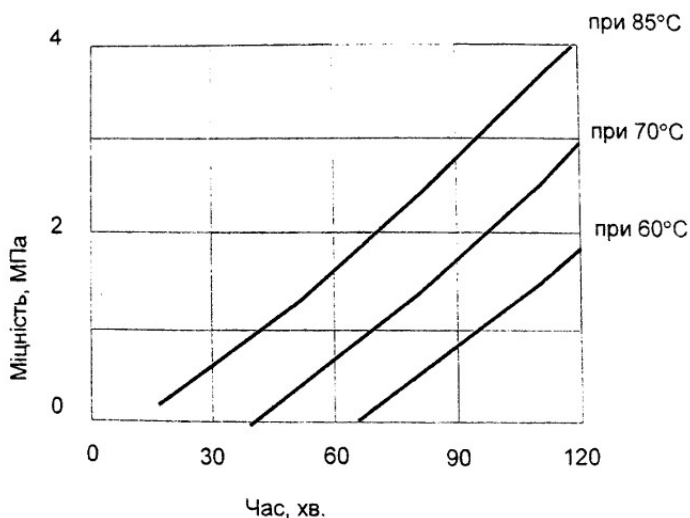


Рис. 2 Залежність тривалості теплової обробки бетону від величини мінімальної міцності на стиск

У методиці приведені рекомендації з визначення залежності міцності від тривалості $R_{ct}=f(\tau)$ та по визначенню складу і властивостей бетонних сумішей, які найбільш доцільні для застосування в розробленій технології. Показано, що інтенсифікація росту міцності на ранній стадії тверднення для здійснення зняття опалубки забезпечується при наступних умовах, що характеризують властивості бетонної суміші:

-застосування суміші, розігрітої до температури 50-60°C в процесі її приготування за двоступінчастою схемою, що дозволяє укладати її в попередньо розігріту до 95°C форму;

-легкоукладальність суміші - 4 см ОК;

-крупність щебеню - не більш 20 мм;

-застосування добавки- прискорювача тверднення $\text{HH}+\text{XK}(0,5\%+0,5\%)$.

Встановлено, що віброущільнення бетонної суміші при її укладанні у вертикальну форму як у заводських умовах на формувальному посту, так і в будівельних умовах при формуванні вертикальних конструктивів у щитах опалубки, рекомендовано виконувати за допомогою віброблоків з низькочастотними коливаннями, спрямованої дії, «нормальними» до площини виробу, частотою порядку 24 Гц, з амплітудою коливань 0,8-1,0 мм.

У методиці розрахунку параметрів залізобетонних виробів в вертикальному положенні з частковою ранньою розпалубкою приведена технологічна схема повного комплексу технологічних прийомів, а також технологічні схеми формування у вертикальних формах виробів при заводському виготовленні та у будівельних умовах.

У п'ятому розділі представлено результати впровадження розробленої технології в проєкт з подальшою реалізацією шляхом створення виробництва панелей перекриття великопанельних будинків на заводі ЗБК-3 Київського ДБК-1.

У процесі відпрацювання технологічних режимів проведені натурні дослідження, які підтвердили результати експериментальних лабораторних досліджень.

Були виготовлені вироби по запропонованим у методиці режимам, визначено фактичні питомі показники технології, по яких розрахована економічна ефективність: витрати теплової та електричної енергії; металоємність.

Як прототипи розробленої технології для порівняння величин вище зазначених показників обрано: традиційна касетна технологія з використанням розігрітої бетонної суміші та касетна технологія з короткочасним розігрівом бетону і подальшим термосним витримуванням.

Результати розрахунків, виконаних відповідно до діючих ДБН, а також порівняння технічних характеристик обраних прототипів свідчать про більш низькі енерговитрати і питому металоємність виробництва за розробленою технологією при комплексному застосуванні вище перерахованих технологічних прийомів у порівнянні з прототипами (таблиця 2).

Порівняльні показники ефективності традиційних технологій і технології, що пропонується

Таблиця 2

Показники	Технологія виготовлення		
	касетна традиційна	касетна з термосним витримуванням	що розроблена
витрата теплової енергії, МДж/м ³	251	178	53
витрата електроенергії, МДж/м ³	0,93	0,93	0,89
металоемність, т/м ³	4	5,3	3,5

Сумарні показники питомих енерговитрат при формуванні і тепловій обробці за розробленою технологією нижчі, ніж у двох варіантах касетної: 54 МДж/м³ проти 252 і 179 МДж/м³.

При порівнянні показників по питомій металоемності для розробленої технології врахована та обставина, що після короткочасної теплової обробки і зняття опалубки вироби на формооснащенні поступають у камеру термосного витримування для отримання міцності на стиск, яка достатня для підйому і транспортування їх за петлі. Тому в розрахунку питомої металоемності врахована кількість змінних формооснащень, як задіяних у формуванні, так і тих, що знаходяться в камері дозрівання.

Результати порівняння свідчать про те, що показник питомої металоемності з розрахунку добового випуску виробів в одному формувальному агрегаті з урахуванням кількості формооснащень з виробами, що знаходяться в камері термосного витримування, за розробленою технологією на 10% нижчі, ніж за касетною і на 50% нижчі, ніж за касетною з термосним витримуванням.

ВИСНОВКИ

1. Вперше встановлено і науково обгрунтовано комплекс критеріїв для визначення величини мінімальної міцності бетону, необхідної для зняття опалубки як в умовах заводського, так і будівельного виготовлення

(навантаження від власної ваги виробу, динамічні навантаження на вироби при можливих ривках і поштовхах, навантаження на маломіцний бетон від можливого впливу теплового осердя форми при його поверненні в початково скривлене положення з неплоскостністю, що допускається нормами). Запропоновано методику розрахунку мінімальної міцності бетону на стиск для здійснення раннього зняття опалубки в залежності від габаритів виробів і характеру навантажень, що діють на маломіцний бетон. Показано, що між величиною мінімальної міцності бетону і висотою конструктива існує обернено-пропорційна залежність.

2. Досліджено вплив послідовності подачі і перемішування компонентів на властивості розігрітої бетонної суміші і запропоновано метод роздільного, двоетапного її приготування. Встановлено, що найбільша швидкість розігріву суміші досягається у випадку, коли щебінь подається в розігрітий параю змішувач, а через 45-60 с туди подається пісок і після подачі розігрітої суміші заповнювачів в другий змішувач, туди подаються цемент, гаряча вода і добавка.

3. Досліджено вплив температурного фактору і введення добавки-прискорювача тверднення НН+ХК на зміну формувальних властивостей розігрітої малорухомої бетонної суміші на ранній стадії тверднення. Встановлено, що для технології вертикального формування панелей з малорухомих розігрітих сумішей з раннім зняттям опалубки технологічно придатними можуть бути бетонні суміші рухливостю 4 см ОК, розігріті до температури 50°C, з добавкою - прискорювачем тверднення НН+ХК (0,5%+0,5%), а також без добавки, розігріті до температури 60°C.

4. Теоретично обґрунтована і практично підтверджена можливість ефективного віброущільнення малорухомої бетонної суміші у вертикальних формах з висотою формувальних відсіків більш 3 м за допомогою віброблоків з горизонтально - спрямованими коливаннями з частотою 24 Гц.

5. Розроблено методику розрахунку технологічних параметрів комплексу прийомів, що забезпечують інтенсифікацію росту міцності виробів у вертикальних формах для зняття опалубки в умовах індустріального виробництва та у монолітному будівництві.

6. На підставі виконаних досліджень розроблено і впроваджено у проекти будівництва заводу з виробництва панелей перекриття комплекс технологічних прийомів, що забезпечує інтенсифікацію росту міцності виробів для раннього зняття опалубки, що включає: застосування розігрітої малорухомої бетонної суміші, введення добавки - прискорювача тверднення, низькочастотне об'ємне

віброушільнення горизонтально спрямованої дії, попередній високотемпературний прогрів теплових відсіків термоформи, форсований режим теплової обробки з двустороннім обігрівом виробу.

7. У процесі відпрацювання розробленої технології виготовлення залізобетонних виробів у вертикальному положенні з малорухомих сумішей у промислових умовах з виведенням виробництва на проектну потужність проведені натурні дослідження продукції, що підтвердили результати експериментальних і теоретичних досліджень, показали ефективність розробленої технології і високу якість панелей, що були виготовлені в дослідно - промислових умовах.

8. Розроблена технологія за методикою розрахунку параметрів комплексу технологічних прийомів забезпечує 2-3-х кратну інтенсифікацію росту міцності на ранній стадії тверднення бетону в порівнянні з традиційною касетною технологією, а також з касетною при короткотривалій подачі тепла і наступним термосним витримуванням виробів і характеризується показниками питомих витрат теплової енергії, відповідно, в 4,7 і 3 рази нижчі; показники електроенергії практично однакові; по питомій металоємності, відповідно, на 10 і 50% нижчі.

Основні положення дисертації викладено в працях:

1. Азутов В.П. Дослідження показників міцності бетону, які забезпечують розкриття термоформ в ранньому періоді при касетно-конвейерній технології//Будівництво України. - 2000. - №3. - С. 21.

2. Азутов В.П. Дослідження впливу параметрів теплової обробки на міцність бетону при касетно-конвейерній технології//Будівництво. Матеріалознавство. Машинобудування. Зб. наук. пр. - Дніпропетровськ: ПДАБіА. - 1999. - №9, ч.1. - С. 25-27.

3. Азутов В.П. Енергозбереження у виробництві збірного залізобетону з касетно-конвейерною-технологією//Будівництво. Матеріалознавство. Машинобудування. Зб. наук. пр. - Дніпропетровськ: ПДАБіА. - 1999. - №9, ч.1. - С. 27-29

4. Азутов В.П. Дослідження параметрів розігріву бетонної суміші та умов використання її в конвейерній технології вертикального формування //Міжвідомчий науково-техн. зб. "Строительное производство". - К.: НДІБВ. 1999. - вип. 40. - С. 19-21)

5. Азутов В.П. Визначення температурних параметрів теплової обробки бетону в термоформах//Будівництво України. - 1999. - №4. - С.24.

6. Азутов В.П., Шаврин В.И. О трещинообразовании изделий при кассетно-конвейерном производстве//Бетон и железобетон. - 1988. - №1. - С. 16-18.

7. Азутов В.П., Шаврин В.И. Неплоскостность форм и её влияние на качество кассетно-конвейерного способа изготовления//Науково-техн. зб. "Строительное производство" - К.: НДІБВ. - 1987. - вип. 26. - С. 42-48.

8. Арпаксыд М.А., Азутов В.П. Производство панелей крупнопанельных домов на новом кассетном оборудовании//Науково-технічний збірник "Строительное производство" вип. 25. - К.: НДІБВ. - 1986. - С. 6-9.

9. Арпаксыд М.А., Азутов В.П. Кассетная линия для формования изделий из малоподвижных смесей//Строительные материалы и конструкции. - 1986. - №1. - С. 30-31.

10. Азутов В.П. Неплоскостность форм и её влияние на качество железобетонных изделий крупнопанельного домостроения, изготавливаемых на кассетно-конвейерных линиях//Тр.международ.конф. "Эффективни строительни технологии" Приморско. - НР България: НИСИ. - 1987. - Т.1. - С. 252-258.

11. Азутов В.П. Энергобережения у виробництві збірного залізобетону шляхом застосування кассетно-конвейерних технологій//Матеріали другої всеукраїнської науково-практ. конф. "Енергобереження в будинках і спорудах" Чернівці: - 1998. - С.78.

12. Установка для формования изделий из бетонных смесей: А.с. 1736701 СССР, МКИ В 28 В 1/08 / В.П.Азутов, В.И.Шаврин, В.Д.Досюк, А.Ф.Тупиков (СССР). - №4813712/33. заявлено 16.04.90; Оpubл. 30.05.92, Бюл. №20. - 3 с.

13. Кассетная линия для изготовления сборных железобетонных изделий: А.с. 1101353 СССР, МКИ В 28 В 7/24, 5/00 / М.А. Арпаксыд, В.П. Азутов, И.Д. Безкровный, В.Г. Приходько (СССР). - №3434132/29-33; Заявлено 11.05.82; Оpubл. 07.07.84, Бюл. №25. - 4 с.

14. Устройство для уплотнения бетонной смеси в отсеках кассетной формы: А.с. 1736702 СССР, МКИ В 28 В 1/08 / Л.В. Печерский, В.И. Шаврин, А.К. Завойский, В.П.Азутов (СССР). - №4824759/33; Заявлено 11.05.90; Оpubл. 30.05.92, Бюл. №20. - 3 с.

15. Типовые технологии изготовления изделий крупнопанельного домостроения основной номенклатуры: ВРД-67 УССР 423-86. Затв. Мінбудом УРСР 29.10.86. Введ. 1.01.87 - К., 1986. Мінбуд УРСР. - 133 с.

16. Азутов В.П., Шаврин В.И. Повышение эффективности и качества наружных стен крупнопанельных зданий//Методична розробка. РБНТП УРСР. - К.: «Знання» - 1985. - 16 с.

АНОТАЦІЯ

Азутов В.П. Інтенсифікація технологічних процесів виготовлення залізобетонних виробів панельної конструкції у вертикальному положенні. - Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.05- будівельні матеріали та вироби. Київський національний університет будівництва і архітектури Міністерства освіти і науки України, Київ, 2000.

Дисертаційна робота присвячена питанню розробки технології виготовлення залізобетонних виробів панельної конструкції у вертикальному положенні з інтенсивним набиранням міцності бетону на ранній стадії тверднення на основі комплексного застосування прогресивних технологічних прийомів, що забезпечують можливість здійснення раннього зняття опалубки.

Основні результати роботи знайшли промислове впровадження при проектуванні і будівництві цеху по виробництву панелей перекриття на Київському заводі ЗБК-3 домобудівного комбінату №1.

Ключові слова: малорухома бетонна суміш, вироблок, горизонтально-спрямовані коливання, формувальна установка, рання розпалубка.

АННОТАЦИЯ

Азутов В.П. Интенсификация технологических процессов изготовления железобетонных изделий панельной конструкции в вертикальном положении. - Рукопись.

Диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.23.05- строительные материалы и изделия. Киевский национальный университет строительства и архитектуры Министерства образования и науки Украины, Киев, 2000.

Диссертационная работа посвящена вопросу разработки технологии изготовления железобетонных изделий панельной конструкции в вертикальном положении с интенсивным набором прочности бетона на ранней стадии твердения на основе комплексного применения прогрессивных технологических приемов, обеспечивающих возможность осуществления раннего снятия опалубки.

В результате теоретических и экспериментальных исследований впервые установлена зависимость распалубочной прочности бетона от динамических воздействий, создаваемых при снятии опалубки.

Проведенные исследования позволили предложить составы малоподвижных бетонных смесей, которые можно уложить в вертикальные формы в течение 25-30 мин от момента их приготовления: смеси без добавки-ускорителя твердения - с исходной подвижностью 4 см ОК, разогретые до температуры 60 °С; смеси с добавкой -ускорителем твердения $\text{НН}+\text{ХК}$ (0,5%+0,5%) с исходной подвижностью 4 см ОК, разогретые до температуры 40-50 °С;

Установлены технологические параметры процесса виброформования малоподвижных разогретых бетонных смесей в вертикальных формах или в щитах опалубки при монолитном строительстве с помощью виброблоков с низкочастотной вибрацией горизонтально направленного действия для условий формирования наиболее крупных панелей перекрытия с высотой изделия в положении формирования 3-3,6 м.

Исследования изменения прочности бетона при термообработке в зависимости от начальной температуры смеси показали, что величина минимальной прочности конструкций, составляющая для изделий высотой 3,6 м и толщиной до 0,3 м - 1,56 МПа, которая определена расчётным и экспериментальным методами, достигается при использовании бетонных смесей без добавки, разогретых до 60 °С, в течение технологически приемлемого времени тепловой обработки - 60 мин, а с добавкой-разогретыми до 50 °С.

По результатам исследований разработана методика расчёта технологических параметров комплекса приёмов, обеспечивающих раннее снятие опалубки.

По разработанной методике внедрён в проекте строительства завода по производству панелей перекрытия комплекс технологических приёмов, включающий: применение разогретой малоподвижной бетонной смеси, введение добавки - ускорителя твердения, низкочастотное объёмное виброуплотнение горизонтально направленного действия, предварительный высокотемпературный прогрев тепловых отсеков термоформы, форсированный режим тепловой обработки с двухсторонним обогревом изделия и обеспечивающий интенсификацию роста прочности изделий для раннего снятия опалубки;

Применение разогретой бетонной смеси в условиях строительной площадки при монолитном строительстве способствует ускорению оборачиваемости щитов опалубки, что наиболее актуально для повышения эффективности этого вида строительства, а также сокращению времени приобретения бетоном

эксплуатационной прочности, при которой возможна передача нагрузки от выше расположенных конструктивов здания.

Разработанная технология по предложенной методике расчёта параметров комплекса технологических приёмов обеспечивает 2-3-х кратную интенсификацию роста прочности на ранней стадии твердения бетона по сравнению с традиционной кассетной технологией, а также с кассетной при кратковременной подаче тепла и последующим термосным выдерживанием изделий. Её эффективность подтверждается следующими показателями удельных затрат: по тепловой энергии, соответственно, в 4,7 и 3 раза ниже; по электроэнергии показатели практически одинаковы; по удельной металлоёмкости, соответственно, на 10 и 50% ниже.

Сведения, приведенные в диссертации отражены в печатных работах автора.

Ключевые слова: малоподвижная бетонная смесь, виброблок, горизонтально-направленные колебания, формовочная установка, раннее снятие опалубки.

ANNOTATION

Azutov V.P. Intensification of technological processes of manufacture in the vertical forms of ferreinforced-concrete products. - Manuscript.

Dissertation on competition of a scientific degree of the candidate of engineering science on a speciality 05.23.05- building materials and articles.- Kyiv National University of Construction and Frchitecture, Ministri of education and science, Kyiv, 2000.

Dissertation is devoted to a question of development of technology of manufacturing of ferro-concrete products in the vertical forms from inactive concrete mixes with using of the principle of accelerated dismantling of forms.

The method of the accelerated set stripping strength of concrete is offered at the expense of application inactive ignited of mixes and the technology of their condensation with a choice effective generator vibration is developed;

The basic results of work have found industrial introduction at designing and construction of shop on manufacture of panels of overlapping (blocking) for large panel of houses of progressive series.

Key words: the inactive concrete mix, generator vibration, horizontal oscillations, former placing, early dismantling of forms.