

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО- НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
Кафедра Промислове та цивільне будівництво
(повна назва)

Кваліфікаційна робота

рівень вищої освіти Магістр
(рівень вищої освіти)

на тему: **Аналіз технологічних аспектів зведення
монолітних будівель**

Виконав: студент 2 курсу, групи
8.1929- пцб д

Бутенко Антон Дмитрович
(прізвище та ініціали)

спеціальність

192 Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

освітньо-професійна програма
промислове і цивільне будівництво
(шифр і назва)

Керівник доцент, к.т.н. Самченко Р.І.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент доцент, к.т.н. Рохомейко
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя – 2020 року

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ

Кафедра Промислового та цивільного будівництва
Рівень вищої освіти магістерський
Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
(код та назва)
Освітня програма «Промислове і цивільне будівництво»
(код та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Бутенко А. Д.
« 25 » 05 2022 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ

Бутенко Антон Дмитрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи (проекту) Аналіз технологічних аспектів зведення
монолітних будівель

керівник роботи Самченко Роман Васильович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від «25» 05 2022 року
№ 598-с

2 Строк подання студентом роботи 09.12.22

3 Вихідні дані до роботи нормативно-технічна документація, вихідні дані
стосовно досвіду вибору технологій та матеріалів монолітного
будівництва

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібні
розробити) 1. Аналіз технології опалубних робіт. 2. Рішення та розрахунок
опалубної системи «МОРЮН». 3. Аспекти бетонування конструкції

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язково
креслень) вісім листів

АНОТАЦІЯ

Бутенко А.Д. Аналіз технологічних аспектів зведення монолітних будівель.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія, науковий керівник Р.В. Самченко, Інженерний навчально-науковий інститут Запорізького національного університету, 2020.

Існуюча технологія бетонних робіт потребує вдосконалювання, і в першу чергу, у створенні системного парку техніки. Закордонний досвід свідчить про неповний розв'язок цієї проблеми. Жодна з фірм, що випускають будівельну техніку, не робить повний комплект засобів механізації; узгодження ж машин і механізмів різних фірм являє собою складне завдання через відмінність показників продуктивності, несумісності стандартів і так далі.

Бетонні роботи вимагають ретельного виконання комплексу робіт у певній послідовності. Для одержання якісних залізобетонних конструкцій необхідно застосовувати бетонну суміш, що володіє властивостями, відповідними до технології. Насамперед - це зручно укладаємість, рухливість та водоутримуюча здатність.

Ключові слова: аналіз, обалубочна система, монолітне будівництво

Самченко П.В., Бутенко А.Д. Аналіз технологічних аспектів зведення монолітних будівель. *Збірник наукових праць студентів, магістрантів, аспірантів, молодих вчених та викладачів кафедри ПЦБ*. Запоріжжя: ІННІ ЗНУ, 2020.

АННОТАЦИЯ

Бутенко А. Д. Анализ технологических аспектов возведения монолитных зданий.

Квалификационная выпускная работа для получения степени высшего образования магистра по специальности 192 - Строительство и гражданская инженерия, научный руководитель Р. Самченко, Инженерный учебно-научный институт Запорожского национального университета, 2020.

Существующая технологія бетонних работ потребує совершенствования, і в першу чергу, в створенні системного парку техніки. Зарубежный опыт свидетельствует о неповний решение этой проблем. Ни одна из фирм, выпускающих будівельну техніку, не делает полный комплект средств механизации; узгодження же машин і механізмів різних фирм представляет собой складне задачи через различие показателей производительности, несумісності стандартів і так далее.

Бетонні работы требуют ретельного выполнения комплексу работ в певній последовательности. Для одержання якісних залізобетонних конструкций необходимо применять бетонну смесь, обладающим свойствами, соответствующими к технології. Насамперед - это удобно укладаємість, рухливість и водоудерживающая способность.

Ключосві слова: анализ, обалубочна система, монолітне строительство

Самченко П.В., Бутенко А.Д. Анализ технологических аспектов возведения монолитных зданий. Сборник научных работ студентов, магистрантов, аспирантов, молодых ученых и преподавателей кафедры ПГС. Запорожье: Инне ЗНУ, 2020.

ANNOTATION

Butenko AD Analysis of technological aspects of erection of monolithic buildings.

Qualifying final work for obtaining a master's degree in the specialty 192 - Construction and Civil Engineering, supervisor RV Samchenko, Engineering Educational and Scientific Institute of Zaporizhia National University, 2020.

The existing technology of concrete works needs to be improved, and first of all, in creation of system park of technics. Foreign experience testifies to the incomplete solution of this problem. None of the companies that produce construction equipment makes a complete set of mechanization tools; the coordination of machines and mechanisms of different firms is a difficult task due to the difference in performance indicators, incompatibility of standards and so on.

Concrete works require careful execution of the complex of works in a certain sequence. To obtain high-quality reinforced concrete structures, it is necessary to use a concrete mixture with properties corresponding to the technology. First of all, it is convenient stacking, mobility and water holding capacity.

Key words: analysis, formwork system, monolithic construction

Samchenko PV, Butenko AD Analysis of technological aspects of erection of monolithic buildings. Collection of scientific works of students, undergraduates, graduate students, young scientists and teachers of the Department of PCB. Zaporozhye: INNI ZNU, 2020.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЯ ОПАЛУБНИХ РОБІТ	11
1.1 Аналіз конструктивних рішень опалубки.....	11
1.2 Технологічні аспекти виконання опалубних робіт.....	33
РОЗДІЛ 2. РІШЕННЯ ТА РОЗРАХУНКИ ОПАЛУБНОЇ СИСТЕМИ «МОРЮН»	44
2.1 Навантаження та дані для розрахунків опалубки монолітних бетонних і залізобетонних конструкцій.....	44
2.2 Розрахунки конструкції опалубки «МОРЮН»	50
2.3 Переваги опалубки «МОРЮН»	56
РОЗДІЛ 3 АСПЕКТИ БЕТОНУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙ.....	58
3.1 Аналіз складових бетонних сумішей для монолітного будівництва	58
3.2 Аспекти приготування бетонних сумішей	66
3.3 Аспекти транспортування, укладання та ущільнення бетонних сумішей	73
3.4 Аналіз українського ринку встаткування для виробництва, транспортування й подачі товарного бетону.....	87
ВИСНОВКИ.....	96
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	

ВСТУП

Вперше опалубку почали використовувати ще у Стародавньому Римі. Вона виготовлялася з підручних засобів, переважно — з дерев'яних дощок. Замість бетону тоді використовували суміш вапняного розчину та дрібного піску. Така опалубка застосовувалась навіть для будівництва споруд із каменю.

У дев'яності роки минулого сторіччя, коли саме життя змусило переосмислити багато критеріїв у будівельній індустрії, будівельники стали серйозно замислюватися про ті переваги, які несе в собі монолітне будівництво. На підставі величезного наявного наукового потенціалу й досвіду будівництва в передових закордонних країнах була правильно віддана перевага монолітно-каркасному будівництву, причому у великих містах будівництву багатоповерхових будинків. У таких будинках, де балкова система в перекриттях просто не прийнятна, тому що потрібні тверді монолітні диски перекриттів, які забезпечують необхідний перерозподіл напруг у каркасі від діючих навантажень і створюють тверді зв'язки у вертикальних несучих елементах каркаса, була прийнята монолітно-каркасна система з вертикальними немодульними елементами, об'єднаними плоскими монолітними поповерховим перекриттями. Правильно обрана основа будинку містить у собі масу можливих конструктивних варіантів ненесучих елементів і створює сприятливі умови для розв'язку питань, пов'язаних з економією витрат матеріалів і енергоресурсів. Сумарна маса несучих елементів нової архітектурно - конструктивно-технологічної системи будівництва багатоповерхових монолітно - каркасних будинків у кілька раз менше, чим у цегельних будинків такої ж поверховості або зі збірного залізобетону.

Комплекс робіт зі зведення монолітних залізобетонних конструкцій складається зі спеціалізованих процесів, до яких ставляться:

- пристрій і монтаж опалубки;
- заготовка й установка арматур;

- готування бетонної суміші;
- транспортування бетонної суміші;
- укладання й ущільнення бетонної суміші;
- догляд за бетоном;
- демонтаж опалубки;
- геодезичний контроль за бетонувальними конструкціями;
- усунення дефектів конструкцій після демонтажу опалубки.

Арматурні роботи є найбільш трудомісткими й становлять 40...50% загальних працезатрат. Близько 70% робіт виконується вручну безпосередньо на будмайданчиках. Документація робочих проектів будинків у монолітнім виконанні містить велика кількість проектних розв'язків з неповторювальними та не уніфікованими арматурними виробами.

Опалубні роботи посідають друге місце по трудомісткості - до 35.. .40%, а їх вартість доходить до 25%. До останнього часу в монолітнім будівництві застосовувалася опалубка, що виготовляється в основному кустарним способом з більшими витратами ручної праці. Основні причини високої трудомісткості опалубних робіт полягають у низькому технічному рівні, відсутності необхідної кількості надійної багатоповертаємої інвентарної опалубки, недостатній якості окремих її елементів. Зусилля багатьох конструкторів, технологів і вчених спрямовані на розробку нові типи вузлів і елементів опалубки з погляду їх надійності, зниження працезатрат на монтаж і демонтаж опалубки.

Існуюча технологія бетонних робіт потребує вдосконалювання, і в першу чергу, у створенні системного парку техніки. Закордонний досвід свідчить про неповний розв'язок цієї проблеми. Жодна з фірм, що випускають будівельну техніку, не робить повний комплект засобів механізації; узгодження ж машин і механізмів різних фірм являє собою складне завдання через відмінність показників продуктивності, несумісності стандартів і так далі.

Бетонні роботи вимагають ретельного виконання комплексу робіт у певній послідовності. Для одержання якісних залізобетонних конструкцій необхідно застосовувати бетонну суміш, що володіє властивостями,

відповідними до технології. Насамперед - це зручно укладаємість, рухливість та водоутримуюча здатність.

Мета. Метою даної роботи є узагальнення та порівняльний аналіз найбільш ефективних опалубних систем, складів бетонних сумішей, устаткування для готування, транспортування та укладання бетонної суміші для теоретичного обґрунтування підвищення продуктивності загальнобудівельних робіт.

Завдання. Провести аналіз найбільш ефективних опалубних системи, складів бетонних сумішей, устаткування для готування, транспортування.

Методи дослідження. Узагальнений стан питання теми магістерської роботи зроблене на підставі аналізу літературних джерел: журналів, книг, ДСТУ, ДБН-ів, ТУ. Аналіз встаткування зроблений на підставі прайсів та каталогів виробників устаткування для монолітного будівництва.

Об'єкт досліджень. Об'єктами досліджень є опалубні системи, склади бетонної суміші, устаткування для готування та укладання бетонної суміші.

Предмет досліджень. Фізико-механічні впливи на опалубні системи та бетонні суміші при виконанні робіт.

Актуальність теми. Рівень будівництва вимагає нових підходів і технологій, покликаних забезпечити конкурентоспроможність будівельних організацій на внутрішньому ринку. Особлива роль у цьому розвитку приділяється технологіям монолітного будівництва.

Наукова новизна. Проаналізовані найбільш ефективні опалубні системи та встаткування для виробництва бетонних робіт, обрані найбільш ефективні склади легкого бетону для будівництва та методи догляду за ним.

Практичне значення. Отримані результати можуть бути використані для обґрунтування оптимального вибору опалубочних систем та створення методологічних вказівок для відповідних будівельних організацій.

РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЯ ОПАЛУБНИХ РОБІТ

1.1 Аналіз конструктивних рішень опалубки

Збільшення обсягів монолітного будівництва обумовила появу за останні роки якісно нових, більш досконалих опалубок, з високим ступенем індустріалізації й механізації опалубних робіт, підвищенням точності виготовлення й монтажу опалубки.

Опалубні роботи посідають друге місце по трудомісткості - до 35-40%, а їх вартість доходить до 25%. До останнього часу в монолітнім будівництві застосовувалася опалубка, що виготовляється в основному кустарним способом з більшими витратами ручної праці.

Опалубка – сукупність елементів і деталей, призначених для додання необхідної форми монолітним бетонним або залізобетонним конструкціям, зводимим на будівельному майданчику.

Існує багато параметрів, по яких можна класифікувати опалубку:

1. по функціональним призначенню

- для вертикальних і горизонтальних залізобетонних конструкцій;
- для криволінійних і похилих поверхонь;

2. по конструктивних ознаках

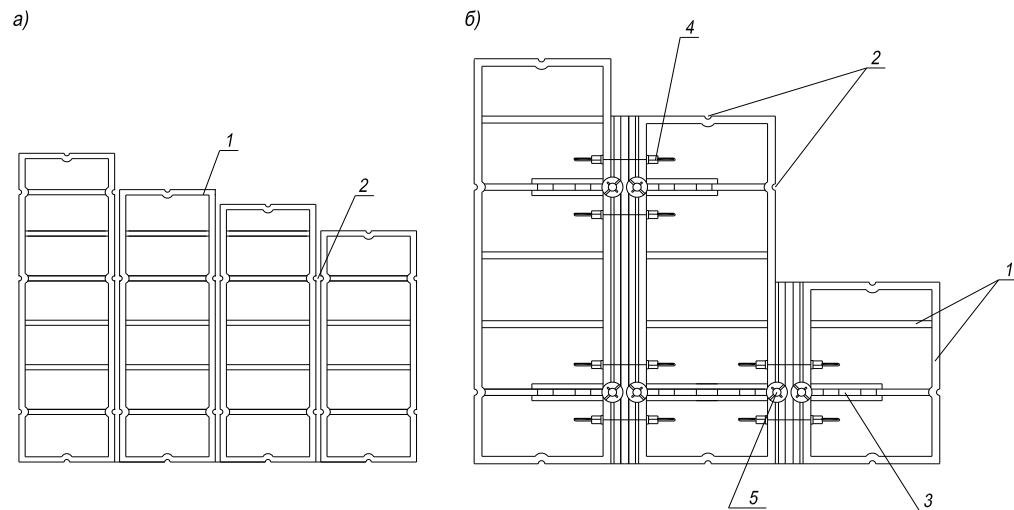
- дрібнощитова;
- великощитова;
- підйомно-переставна;
- блокова (рознімна й нероз'ємна);
- об'ємно - переставна (тунельна);
- ковзна;
- катуча;
- пневматична;
- незнімна.

3. за матеріалами застосовуваних для її виготовлення

- металева;
- дерев'яна;
- пластмасова;
- фанерна;
- комбінована.

Дрібнощитова опалубка складається з декількох типів невеликих по розміру щитів, виконаних зі сталі, фанери, або комбінованих, а також елементів кріплень і підтримуючих пристроїв (Рисунок 1.1). Щити мають площа не більш 3 м^2 , маса одного елемента такої опалубки не повинна перевищувати 50 кг, що дозволяє при необхідності встановлювати й розбирати опалубку в ручну. При цьому витримується бічний тиск бетонної суміші до 60 кПа. Для використання механізмів і зниження працезатрат щити опалубки можна попередньо зібрати в великорозмірні плоскі опалубні панелі або просторові блоки, які будуть встановлюватися, і демонтуватися за допомогою кранів без розбирання на складові елементи.

Дрібнощитові опалубки відрізняються високою універсальністю, їх можна використовувати для зведення всіляких конструкцій – фундаментів, колон, стін, балок, перекриттів. Високий ступінь універсальності дозволяє використовувати опалубку для зведення найрізноманітніших конструкцій. Простота кріплення опалубних щитів до каркаса дозволяє швидко замінити зношену опалубку.



а) серійні елементи; б) стик щитів;

1-елементи твердості щитів; 2-паз для кріплення конфронтуючих щитів;

3- шина, що вирівнює; 4-болтовий затискач; 5-стяжка.

Рисунок 1.1 - Дрібнощитова опалубка

Технологічність монтажу й демонтажу опалубних систем визначається, насамперед, конструкцією сполучних елементів. У вітчизняних опалубках застосовують замкові з'єднання у вигляді муфти або металевого стрижня із чекою й болтові з'єднання. При укрупнювальнім складанні часто використовують морально застарілі болтові з'єднання, закордонний же досвід заснований на виключенні болтових з'єднань.

Істотним недоліком дрібнощитових опалубок є більші працезатрати на установку та зняття опалубки, низький рівень механізації цих процесів. [1,5]

Виробники:

старого виробництва «Моноліт-77», «Тяжстрой-78»;

українські – «Гипро-М»; «Варіант»

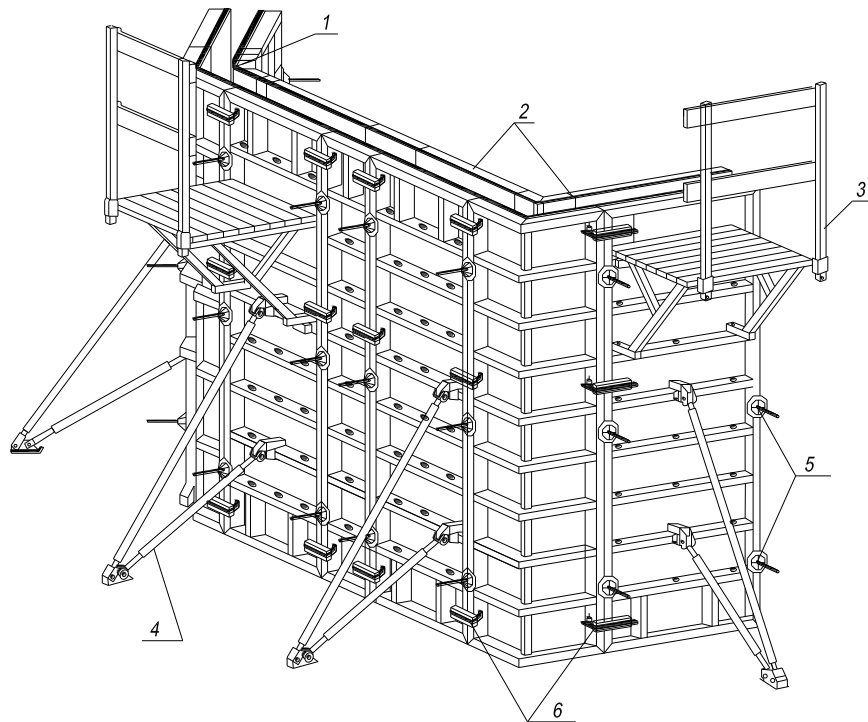
закордонні – Meva, Peri, Paschal, Tissen, Noe-schfltechnik (Німеччина), RINGER, Doka (Австрія), Altrad-Mostal (Польща) і ін.

Крупнощитова опалубка включає щити площею 3...20 м² підвищеної несучої здатності й застосовується для конструкцій з більшими опалублюваними поверхнями. Елементи опалубки сполучають у собі палубу з підтримуючими прогонами й ребрами. Збільшення розмірів щитів опалубки дозволяє різко знизити трудомісткість робіт з опалублювання конструкцій і більш повно реалізувати комплексну механізацію процесів. Крупнощитова опалубка найбільш універсальна й мобільна у використанні й дозволяє суттєво поліпшити якість конструкцій за рахунок зниження числа сполучень, при цьому висоту щита ухвалюють рівній висоті ярусу бетонування (Рис. 1.2).

Опалубка призначена для зведення крупнорозмірних монолітних конструкцій найрізноманітніших споруджень, установка й зняття опалубки здійснюється тільки кранами. Щити опалубки є самонесучими й включають палубу, елементи твердості щита й несучі конструкції. Такі щити обладнають риштованням, підкосами для установки й первісної вивірки, регулювальними домкратами.

Крупнощитова опалубка застосовна практично для всіх конструктивних елементів будинків і споруджень: фундаментів, зовнішніх і внутрішніх стін, колон, перекриттів. Найбільше поширення опалубка знайшла при будівництві житлових і цивільних будинків.

Крупнощитову опалубку виконують металевої або деревометалічної з палубою з водостійкої фанери. Маса укомплектованої крупнощитової опалубки, віднесеної до 1м² площі, залежно від її конструкції становить 50-85кг/м².



1-щити шарнірні; 2-щити лінійні; 3-кронштейн підмості;
4-підкоси; 5-стяжки; 6-замки.

Рисунок 1.2 - Крупнощитова опалубка

Опалубка розрахована на бетонування стін товщиною 120,160 і 200 мм при висоті поверху 2,8 і 3 м і товщині перекриттів 100-200мм. Залежно від товщини бетонуваної конструкції й вимог до якості поверхонь щит опалубки виконують із несучого каркаса й палуби на всю площину опалублювання або збирають опалубну панель із окремих інвентарних щитів, поєднаних системою замків.

Опалубку встановлюють у послідовності, обумовленою її конструкцією й забезпеченням стійкості окремих елементів і опалубки в цілому в процесі провадження робіт. [1,5, 15,]

Виробники:

старі Орггнергострой «ОЭС-80», «КК-18»;

українські – ТМ «Будмайстер», «Меркурій – Центр», РОБУД, « Гипро-М»;

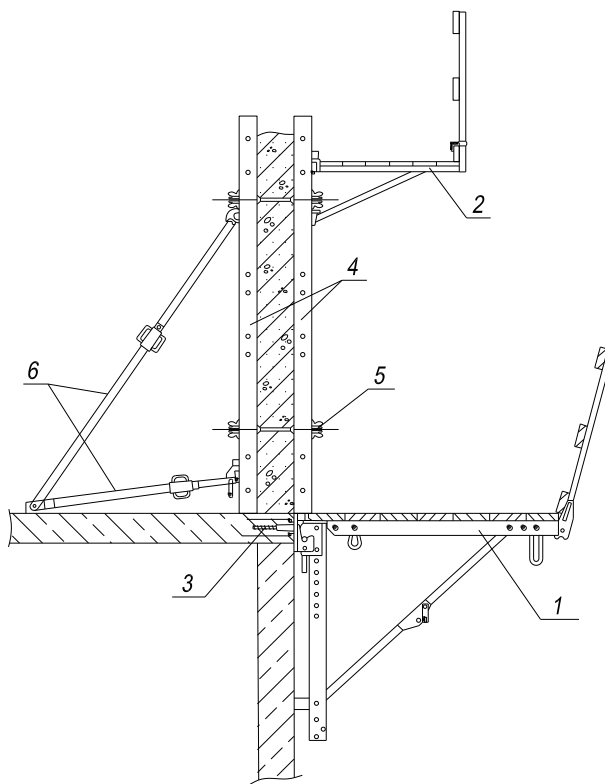
закордонні – Meva, Peri, Paschal, Tissen, Noe-schfltechnik (Німеччина), RINGER, Doka (Австрія), Unitor (Франція), Pilosio (Італія), SGB (Великобританія), Aluma Systems (Канада), Altrad-Mostal, Baumann-Mostostal (Польща) і ін.

Підйомно - переставна опалубка. Даний тип опалубки застосовують разом із шахтним підйомником при будівництві димарів, грануляційних веж, а також разом з, що бетонує агрегатом при зведенні залізобетонних оболонок градирень баштового типу.

Складається із щитів, кріплень, пристосувань для підйому, системи керування переміщенням опалубки й контролю точності переміщення й горизонтальності підлоги, допускає зміна поперечного бетонувального спорудження при переміщенні опалубки по висоті.

Закордонні фірми пропонують системи нового типу підйомно-переставної опалубки, опалубка й лісу якої під час переміщення краном залишаються прикріпленими до будинку за допомогою анкерів (мал.1.3). Опалубка направлено переміщається по точках підвісу уздовж закінченого ділянки. Навіть при рвучкому вітрі весь модульний елемент за один хід крана швидко й безпечно переміщається уздовж будови. При цьому система захищена.

На кожній ділянці є тільки одне тимчасове місце, що дозволяє уникнути додаткових робіт до й послу бетонування. Інтегрована система сходового підйому уможлиблює надійне переміщення по лісах. Відстані між консолями легко адаптуються до геометрії спорудження, їх можна вибрати по розсуду фахівців. Підмости для чистової обробки прикріплюють у будь-якім місці лісів. Висотою ділянки бетонування (до 4м) також можна вільно варіювати.



рухлива-підійомно переставна консоль; 2-нерухлива підійомно-переставна консоль; 3-анкерне кріплення; 4-крупнощитова опалубка; 5-стяжний гвинт; 6-телескопічні розкоси.

Рисунок 1.3 - Підійомно-переставна опалубка фірми Paschal.

Процес пристрою підійомно-переставної опалубки дуже трудомісткий, але при зведенні димарів, і висотних будинків будь-якої архітектурної складності просто не замінимо [1,5, 22].

Виробники:

старі – Спецжелезобетонстрой.

українські – ТМ «Будмайстер»,

закордонні – Peri, Paschal, Noe-schfltechnik (Німеччина), DoKa (Австрія), Unitor (Франція).

Блокова опалубка. Полягає як з окремих щитів, поєднаних у блоки за допомогою болтів, тяжів, рам і т.д., так і з окремих, спеціально виготовлених блоків. Поняття блокової опалубки включає опалубку для бетонування

східчастих фундаментів, ростверків і т.д. (блок-форми), а також опалубку для бетонування конструкцій типу ліфтових шахт, замкнених гнізд стін житлових будинків і т.д.

Для бетонування східчастих фундаментів широке поширення одержали різні блок-форми. Застосовуються блок-форми різної конструкції: нероз'ємні, інсмідуального виготовлення, на певні типорозміри малогабаритних фундаментів; рознімні для фундаментів значних розмірів; переналагоджувані для бетонування різнотипних фундаментів (табл.1.1).

Блок форми цілком установлюються краном, відривши їх від бетону проводиться домкратними пристосуваннями, після чого форма знімається й переставляється краном.

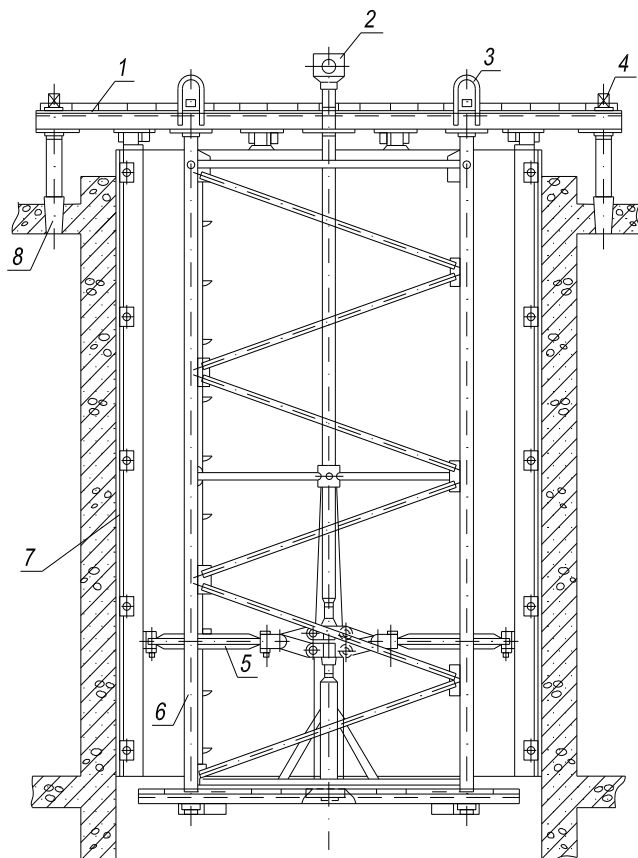
Нероз'ємні форми застосовні при бетонуванні великої кількості однотипних фундаментів щодо невеликого обсягу, що не завжди має місце на будівельному майданчику. При більших розмірах доводиться використовувати рознімні, а при бетонуванні різнотипних конструкцій – перемонтуємі блок-форми, що збільшує їхню універсальність і можливості використання (і тим самим знижує вартість опалубки), однак підвищує трудомісткість робіт (табл.1.1).

Таблиця 1.1 – Усереднені характеристики блок-форм.

Блок-Форми	Площа робочої поверх., м ²	Оборотність, до-ть	Середня оборотність у рік	Маса, кг	Зразкова Трудомісткість робіт, чол-ч/м ²
Інсмідуальні:					
нероз'ємні	6-12	250	30-40	30-40	0,15
рознімні	6-40	220	30-40	30-50	0,2
Універсальні (переналагоджувані)					
на 5-6 типорозмірів	10-40	200	70-80	60-70	0,25
на 10-20 типорозмірів	10-40	180	90-100	80-100	0,4
більш 20 типорозмірів	10-40	180	100-150	100-120	0,45

При різноманітності конструкцій, що не дозволяють використовувати блок-форми більш 30 раз, застосування їх у порівнянні з розбірно-переставний мілкощитова опалубкою стає економічно недоцільним, а при використанні 20 раз застосування блок-форм із частковим розбиранням, виконуваної через 10-15 обертів і частіше, також робить їхніми неконкурентоспроможними мілкощитова опалубці.

Досить ефективно застосування блокової опалубки для бетонування замкнених конструкцій типу ліфтових шахт (мал.1.4), а також замкнених гнізд стін житлових і цивільних будинків невеликого прольоту. При бетонуванні ліфтових шахт опалубка опирається на перекриття, що примикають до шахти, або на стіни шахти за допомогою консольних опор, що входять у гніздо стін.



1-настил; 2-центральна стійка; 3-петлі; 4-регулювальний гвинт; 5-тяга з'єднання щитів зі стійкою; 6-рама; 7-щити; 8-конусна опора.

Рисунок 1.4 - Блокова опалубка для бетонування ліфтових шахт

Для будинків з монолітними зовнішніми й внутрішніми стінами й збірним перекриттям рекомендується комбінований варіант: для зовнішніх поверхонь – крупнощитова опалубка, а для внутрішніх поверхонь і стін – блокова, вертикально-переміщувана опалубка, що й извлекаемая [1,5,23].

Виробники:

стары – Казоргтехстрой, Оргтехстрой Минстрой Литср;

українські – РОБУД, ТМ «Будмайстер»;

закордонні – Peri, Paschal, Noe-schfltechnik (Німеччина), Pilosio (Італія), SGB (Великобританія).

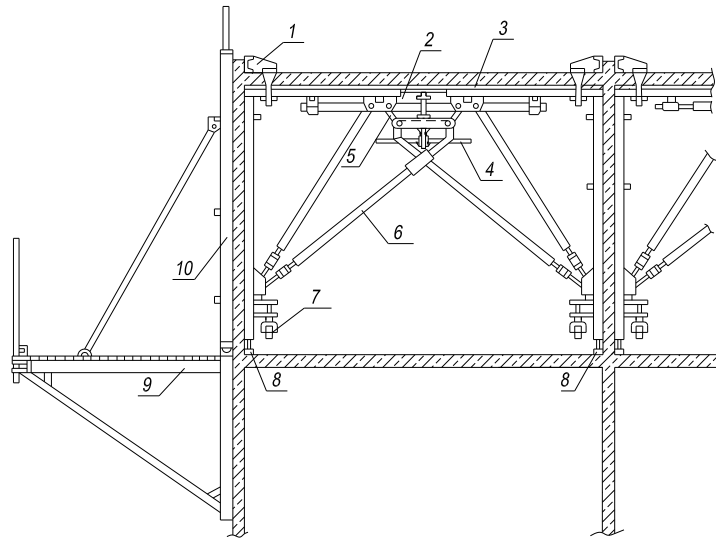
Об'ємно – переставна опалубка застосовується для зведення багатоповерхових житлових і суспільних будинків великою довжиною, з поперечними несучими стінами, виконаними зі збірних елементів.

Об'ємно – переставна опалубка складається з окремих секцій, ширина яких відповідає відстані між несучими поперечними стінами. Довжина секції, кратна ширині будинку, визначається її масою, обмеженою вантажопідйомністю монтажного крана.

Із секцій набирають «тунель», довжина якого відповідає ширині будинку або квартири. У комплект об'ємно-переставної опалубки входять також інвентарні плити, що утворюють опалубну форму по торцях будинку (рисунок 1.5).

Об'ємно-переставна опалубка має механізм для відриву секцій від поверхні бетону й складання, а також пристрій для їхнього викочування. Секції викочують через торець тунелю, утвореного поперечними стінами й перекриттям, на консольні підмості в рівні поверхів уздовж фасаду або через, що залишаються прорізи в перекритті, які потім бетонують. Вільні секції переставляють краном на нову позицію.

Існує багато вітчизняних і закордонних конструкцій об'ємно-переставної опалубки з різними системами складання.



1-опалубка маяків; 2-центральна вставка; 3-Г-образний щит; 4-розпалубочний щит; 5-шарнірний розпалубочний механізм; 6-регульований підкіс; 7-котки; 8-гвинтовий домкрат; 9-підмості торцеві стін; 10-щит торцевої стіни.

Рисунок 1.5 - Уніфікована об'ємно-переставна опалубка

Конструкцію тунельної опалубки постійно вдосконалюють у напрямку її спрощення й збільшення опалубної площі секції з одночасним зниженням маси внаслідок уведення додаткових опор, поліпшенням важільного механізму, уведенням у комплект додаткових опалубних площин, застосуванням антиадгезиційних покриттів і т.д.

Конструкція опалубки передбачає спеціальний пристрій для установки вкладишів у місцях прорізів. Напівтунельні елементи опалубки мають стандартну довжину 2,5; 1,25; 0,625 м. У зібраному виді за умови забезпечення необхідної твердості ці елементи можуть утворювати секції довжиною до 12,5 м. Висота елементів – 2,3...3,0 м. Проліт тунельної опалубки 0,9...7,3 м, і він може бути збільшений за рахунок вставки додаткових елементів. [1,5,23]

Виробники:

старі;

українські – серійного виробництва немає;

закордонні –MEVA, Paschal, Noe-schfltechnik (Німеччина), Pilosio (Італія), SGB (Великобританія).

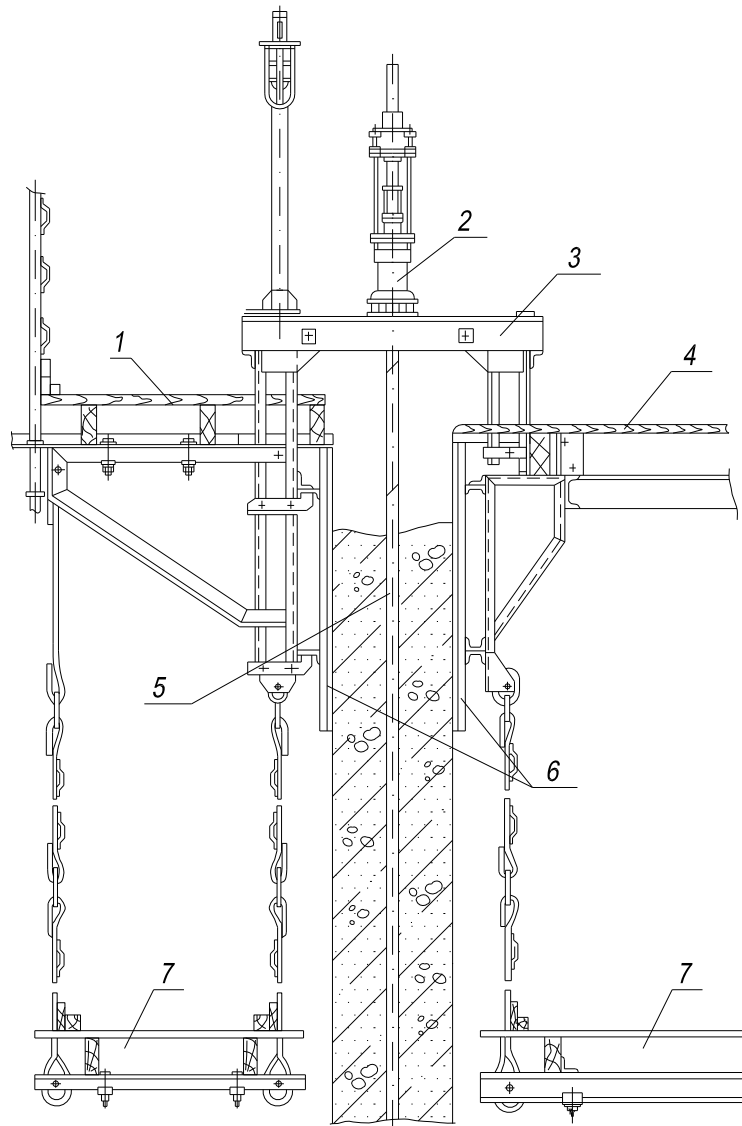
Ковзне опалублення застосовується для бетонування високих споруджень із компактним периметром і незмінним перетином по висоті. Це – різного роду труби, ядра твердості будинків, силосні банки елеваторів і інше.

Ковзне опалублення містить у собі опалубні щити, підвішені до домкратної рами, домкрати, мастилопроводи, робочий майданчик і підвісні підмості (Рисунок 1.6). Домкратні рами є основним несучим елементом; до них підвішені щити, підмості, робочий майданчик, підлога. Вони мають тверду зварену конструкцію й розраховуються на сприйняття всіх навантажень, включаючи бічний тиск бетонної суміші, зчеплення з бетоном, тертя, тимчасові навантаження, власна вага опалубки. Домкратні рами виконують П-образними, а для установки в кутах або на перетинаннях стін – кутовими або хрестоподібними.

Ковзне опалублення звичайно має висоту 1,1...1,2 м і охоплює бетувальне спорудження по зовнішньому й внутрішньому контурах. При круглому перетині спорудження ковзне опалублення складається із двох концентрично розташованих стінок, прикріплених до внутрішніх і зовнішніх кружал. Опалубка має конусність, що полегшує її підйом, у межах (1/500...1/200) її висоти або при висоті щитів 1... 1,2 м – 5...7 мм із кожної сторони.

Середня швидкість бетонування в ковзнім опалубленні досягає 1-3 м/сут.

Бетонування в ковзнім опалубленні вимагає дотримання твердого технологічного регламенту, що забезпечує стійкість конструкції в процесі бетонування й одержання бездефектних поверхонь.



1-козирок; 2-домкрат; 3-домкратна рама; 4- робоча підлога; щити опалубки; 6, 7-внутрішні й зовнішні підвісні підмості.

Рисунок 1.6 - Уніфіковане ковзне опалублення

При бетонуванні в ковзнім опалубленні необхідно враховувати й характер армування. Такий метод бетонування не застосуємо, наприклад, при перевазі горизонтальної робочої арматур. У цьому випадку власна вага бетонної суміші й сили зчеплення між її шарами виявляються недостатніми для запобігання її підйому разом з опалубкою. Потрібно й строге дотримання товщини захисного шару, який повинен бути не менш 25мм. А якщо ні, то близько розташована до опалубки арматури може привести до заклинювання форми й збільшенню сил, що перешкоджають підйому опалубки [1,5].

Виробники:

старі –Цниiomтпсельстрой;

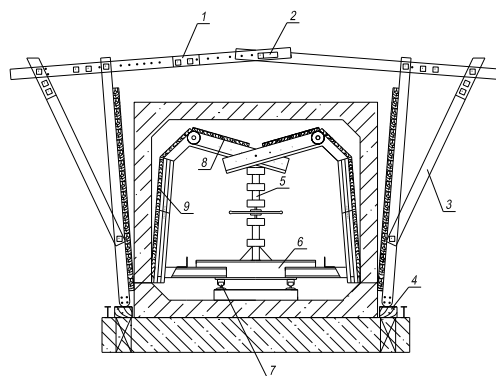
українські – роблять заводи тільки під замовлення;

закордонні –Noe-schfltechnik (Німеччина), Pilosio (Італія), SGB (Великобританія).

Кату́ча опалубка являє собою опалубну форму з механічним пристроєм для її опускання або складання, установлену на котках або візках, що пересуваються по рейках. Кату́чу опалубку застосовують в основному для бетонування лінійних споруджень щодо великої довжини й постійного перетину (циліндричні покриття, колектори, траншейні склади, тунелі і т.д.).

В окремих випадках кату́чу опалубку застосовують для зведення багатопрогнових промислових будинків, перекритих однотипними монолітними залізобетонними оболонками.

Така опалубка являє собою кружальну конструкцію, що повторює обриси оболонки й установлену на підтримуючий самохідний пристрій з механізмом підйому й опускання опалубки (рис.1.7). Після установки агрегату в потрібному гнізді прольоту опалубку піднімають і встановлюють у робоче положення. Потім виконують армування й бетонування оболонки. Після досягнення бетоном распалубочної міцності опалубку спочатку осаджують, потім приводять у транспортне положення й пересувають на чергову позицію [1,5,23].



1-поперечка; 2-отвору для сполучних болтів; 3-рама зовнішньої опалубки; 4-опорна дошка; 5-центральна стійка з домкратом; 6-рама; 7-ролик; 8-верхні щити; 9-бічні щити.

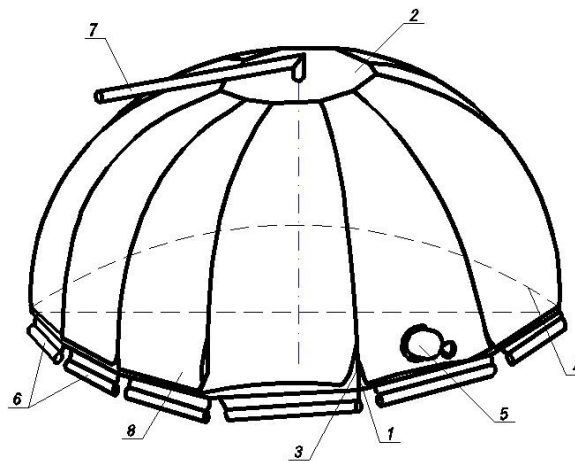
Рисунок 1.7 - Кату́ча опалубка

Виробники:

старі – Донецький Промстройниипроект;

Пневматична опалубка являє собою замкнену геометричну оболонку, яка ухвалює необхідну для бетонування конструкції криволінійну форму одинарної або подвійної кривизни внаслідок надлишкового тиску, створюваного нагнітанням усередину її повітря (рисунок 1.8).

Пневмоопалубка може бути виконана з м'яких і твердих матеріалів. У першому випадку використовують міцні армовані синтетичні плівки або прогумовані тканини, у другому - армовані пластики й тонкі металеві аркуші. У зв'язку з достатньою міцністю на вигин твердої опалубки виключається поява залишкових вм'ятин при вивантаженні бетонної суміші. Однак через високу вартість такої опалубки й складності забезпечення герметичності в з'єднаннях елементів більш широке поширення має м'яка пневмоопалубка.



1-гранік верхньої частини; 2-вершина; 3-стик граней; 4-днище; люк-лаз;
6-опарні рукава; 7-гнучкий воздухоподаючий трубопровід.

Рисунок 1.8 - Пневматична опалубка

Пневмоопалубка звичайно використовують при будівництві окремо вартих оболонок Технологічний процес включає наступні операції: доставку опалубки в згорнутому виді; розстеляння на підготовленій підставі з

попередньо влаштованими по контуру опорними фундаментами; герметизацію по опорному контуру (якщо оболонка не замкнена); приведення в проектне положення нагнітанням усередину опалубки повітря; бетонування. Після того, як бетон набрав необхідну для розопалуюлювання міцність, надлишковий тиск повітря в пневмоопалубке знижується, вона осідає, звивається й віддаляється [1,5,23].

Виробники:

старі – Оргэнергострой;

закордонні –Bruglend (Корея).

Незнімна опалубка у світовій будівельній практиці системи незнімної опалубки одержали досить широке поширення. Основна їх область застосування – це житлові будинки, невеликі промислові й господарські прибудови. У більшості систем існують обмеження по висоті застосування – п'ять поверхів.

Найбільше широко відомі в цей час незнімні опалубки, виконані з пінополістиролу. Але в теж час існують і інші перспективні матеріали для даної технології.

Незнімна опалубка з пінополістиролу

Основною перевагою застосування технології незнімної опалубки з пінополістиролу є можливість зведення багат шарової конструкції, що обгороджує, з необхідним опором теплопередачі за один технологічний цикл, тобто стіна виходить відразу "теплою" і не вимагає подальшого утеплення.

Одержувана конструкція, що обгороджує, являє собою "сендвіч": залізобетон, із двох сторін покритий шарами теплоізоляції. Крім високих теплоізоляційних характеристик подібна стіна має й гарну звукоізоляцію. Пінополістирол, використовуваний у даній конструкції, є горючим матеріалом, тому особлива увага повинна приділятися захисно-декоративним покриттям із внутрішньої й зовнішньої сторони стіни. Із зовнішньої сторони теплоізоляційний шар (пінополістирол) повинен бути облицьований цеглою або

оштукатурений цементно-піщаною штукатуркою (товщиною 25-30 мм) по закріпленій до стіни металевій сітці (рис1.9).

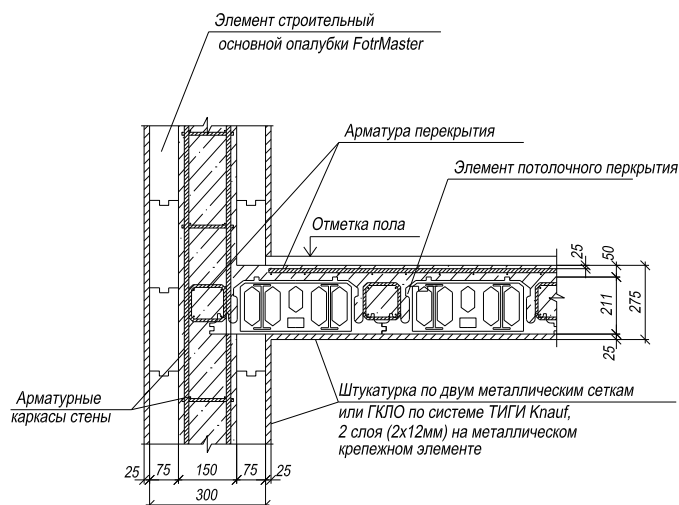


Рисунок 1.9 - Незнімна опалубка Fort Master

Технологія будівництва дозволяє пристрій різних варіантів перекриттів: дерев'яних, з монолітного або збірного залізобетону. Вибір типу перекриття визначається проектом. Необхідно звернути увагу, що надзвичайно важливим при зведенні будинків з використанням незнімної опалубки є дотримання технології виробництва бетонних робіт, що вимагає забезпечення контролю над якістю бетонування (у т.ч. грамотний добір бетонної суміші, особливо при негативних температурах) і правильною установкою арматури. Панелі з пінополістиролу, на відміну від дрібноштучних блоків, є крупнорозмірними елементами з висотою звичайно рівній висоті поверху, а довжиною 2-3 м [11,13].

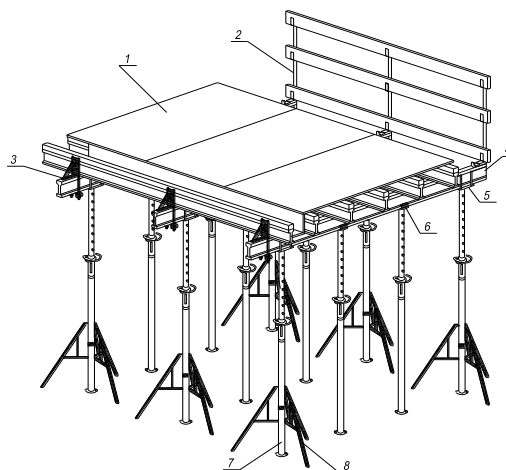
Виробники:

українські – «Теплий БУДИНОК»

закордонні – "Пластбау" (Німеччина);

Опалубка перекриттів це набір опалубки для стельових перекриттів будь-яких розмірів і конфігурацій з можливістю комбінувати деталі й компонента в процесі роботи.

Опалубка перекриттів дозволяє робити опалублювання перекриттів будь-якої конфігурації в плані прямокутної, консольної й навіть круглої. Причому для цього досить стандартного набору й не потрібно ні однієї спеціальної деталі (рисунок 1.10).



1-фанера; 2-стійка поручня; 3-кронштейн балковий; 4-балка дерев'яна; 5-оголовок; 6-оголовок проміжний; 7-стійка телескопічна; 8-тринога.

Рисунок 1.10 - Опалубка перекриття ТМ «Будмайстер»

Поздовжні й поперечні балки можна телескопообразно монтувати, що забезпечує швидке припасування під будь-яку конфігурацію перекриттів.

Основними елементами опалубки перекриттів є: дерев'яні балки; опорна вилка - забезпечує надійну опору металодерев'яної балки. Для одинарних металодерев'яних балок вона встановлюється подовжньо, а в місцях стику балок поперек, гарантуючи стабільність кріплення; опорна стійка - має несучу здатність до 3-х тонн, при будь-якій висоті розсування в межах 2200-3700мм; тринога – з її допомогою можна швидко й надійно монтувати стійки опалубки. На верхню дерев'яну частину балки накладаються аркуші фанери, що утворюють опалубку для заливання бетону. Оптимальний крок установки стійок і розкладки балок легко визначається по таблиці, залежно від товщини бетону, що заливається [15,16,17,22].

Виробники:

українські –ТМ«Будмайстер», «Меркурій – Центр», РОБУД, « Гипро-М»

закордонні – Meva, Peri, Paschal, Tissen, Noe-schfltechnik (Німеччина), RINGER, Doka (Австрія), Unitor (Франція), Pilosio (Італія), SGB (Великобританія), Aluma Systems (Канада), Altrad-Mostal, Baumann-Mostostal (Польща) і ін.

Аналіз ринку будівельної опалубки сьогодні технологія монолітного будівництва використовується в 15 регіонах країни, але найбільше широко - у Києві (93,7 тис.м²), і Одеської (13 тис.м²) областях. У цілому, статистика свідчить про те, що в цей час близько 60% об'єктів зведені із застосуванням монолітно-каркасної технології. Слід зазначити, що важливе місце в структурі процесу монолітного будівництва займає опалубка.

Ринкова ситуація ще не дуже давно, монолітне домобудівництво можна було віднести до експериментального будівництва, і українські будівельники вчилися працювати з повноцінними опалубними системами.

Сьогодні український ринок опалубки – це багаторівневий і дуже важливий сегмент будівельного комплексу, який перебуває на етапі динамічного розвитку й включає не тільки реалізацію, але й оренду різних типів опалубних систем як вітчизняних, так і закордонних виробників.

Однак якщо українська й імпортна горизонтальна опалубка на ринку займають приблизно однакові позиції, то вертикальні опалубні системи вітчизняного виробництва, значно уступають закордонним брендам і займають тільки 1/3 частину українського ринку.

По обсягах (у м²) реалізації горизонтальної опалубки вітчизняна продукція займає 70-75% українського ринку. Інші 25-30% дістаються закордонним компаніям. Пояснюється це тим, що імпортні, зокрема, німецькі системи, значно дорожче, ніж українські, а тому встаткування закордонних виробників вигідніше брати під оренду.

У сегменті вертикальної опалубки 70-80% припадає на встаткування з Німеччини, Австрії, меншою мірою Італії, а частину, що залишився, ринку займає продукція з України й Росії.

На ринку орендованої вертикальної й горизонтальної опалубки безумовним лідером є імпортна продукція.

Найбільш відомі закордонні виробники опалубних систем, представлені на ринку, - Hunnebeck, Paschal, Peri, Noe-schaltechnik, Meva (Німеччина), Doxa (Австрія), SGB (Великобританія), Utinor (Франція), Pulosio (Італія), Aluma Systems (Канада), Altrad – Mostostal, Baumann – Mostostal (Польща). Є на ринку й системи опалубки російського виробництва («Агрисовгаз», «Крамос»), однак істотного впливу на ринкову ситуацію вони не виявляють.

Ситуація кординально міняється, і сьогодні значну частину вітчизняного ринку займає продукція заводу «Павлоградспецмаш», що виготовляє опалубні системи чотирьох типів: стінову, перекриття, колон і стоечно-рамну. У цілому частка продажу опалубки ТМ «Будмайстер» на ринку зросла в 2016-2019 р. до 7% .

Серед інших українських виробників опалубних систем відома продукція ТОВ «ГИПРО – М» і виробничої компанії «Индустри».

У цілому обсяг українського ринку будівельної опалубки в склав 145-200 млн. євро.

Особливості реалізації при реалізації опалубних систем на українському ринку дуже багато чого залежить від рівня сервісного обслуговування замовників. При цьому сьогодні для багатьох компаній до обов'язкових послуг ставляться безкоштовний розрахунок проекту з наданням декількох можливих варіантів комплектації опалубки, забезпечення замовника всією необхідною інформацією для використання опалубки, можливість допомоги про перевезення опалубки на об'єкт. Важливе місце в системі реалізації займає також можливість надання знижок окремим замовникам на післягарантійне обслуговування.

Щоб бути конкурентоспроможними на ринку компанії опалубні системи, що реалізують, надають елементи опалубки в оренду. Новим і досить ефективним засобом для залучення замовників і збільшення обсягів реалізації

опалубних систем на ринку України, фахівці вважають також використання послуг лізингових компаній.

Досить тверда конкуренція на ринку опалубних систем змушує постійно розширювати асортименти опалубного встаткування й підвищувати якість надаваних супутніх послуг.

Якщо говорити про состав операторів ринку будівельної опалубки, то слід зазначити, що він включає:

- компанії – імпортери, що реалізують певну торговельну марку цих виробів, - «Авиабуд – Сервіс» (Hunnebeck), ООО «Плеттак» (Plettac), «Аверс» (Pilosio), ДП «Альтекса» (Faresin) і інші;
- дочірні підприємства й торговельні представництва закордонних виробників – «Пери Україна», «SGB Україна», «Технології для будівництва» (Львів) і інші;
- українські виробники і їх дилерські мережі – завод «Павлоградспецмаш», ТОВ «ГИПРО – М», «Меркурій – Центр» (Львів) і інші.

За словами фахівців, основні замовники опалубних систем будівельні компанії, державні підприємства будівельної галузі, будівельні керування металургійних заводів, атомних і гідроелектростанцій. Вибираючи будівельну опалубку, необхідно враховувати як технічні характеристики опалубки, так і наявність документації на неї (сертифікат відповідності на опалубні системи, гарантійні зобов'язання на дану продукцію). Саме ці параметри перебувають у тісному взаємозв'язку, є гарантом безпеки і якості опалубних систем.

Вибір оптимального типу опалубки багато в чому залежить від розташування споруджуваного об'єкта: при наявності під'їзних колій для крана, можливе застосування крупнощитової важкої опалубки, а при їхній відсутності – перевага необхідно віддавати більш легким модифікаціям з можливістю ручного транспортування.

Наступні фактори, що впливають на вибір опалубки: співвідношення «ціна / якість», надійність, універсальність і припустимий тиск бетонної суміші. Крім цих характеристик необхідно також довідатися про механізм з'єднання

конструкцій, а також можливості з'єднання обраних опалубних систем з опалубкою інших виробників.

Фахівці відзначають, що вартість цього встаткування залежить від багатьох показників, і, у першу чергу, від параметрів об'єкта, який буде будуватися з використанням опалубки.

По оцінках фахівців, нова горизонтальна опалубка вітчизняних підприємств обійдеться замовникові 90-120 євро/м², нова німецька балкова – 90-130 євро/м², б/у німецька балкова – 80-100 євро/м².

Ціновий діапазон вертикальної опалубки:

- німецька (європейська) нова щитова опалубка 80 кН – 300-400 євро/м²;
- європейська нова щитова опалубка 60 кН – 200-300 євро/м²;
- нова імпортна балкова опалубка 60 – 80 кН – 120-180 євро/м².

Трохи дешевше обійдеться опалубка російського й українського виробництва:

- щитова опалубка 80 кН – 190-250 євро/м²;
- щитова опалубка 40-60 кН – 120-180 євро/м².

Вибір опалубки – дуже важливе й відповідальне завдання, тому фахівці, настійно рекомендують замовникам доручити всі розрахунки на вибір необхідного комплекту опалубки інженерові компанії, що реалізує опалубні системи.

В останні роки опалубні системи характеризуються не стільки впровадженням принципово нових типів устаткування, скільки постійним удосконаленням існуючого ряду продукції.

У першу чергу, нові розробки в сегменті опалубки спрямовані на максимальну оптимізацію роботи будівельників і охоплюють кілька напрямків:

- збільшення терміну служби опалубної системи;
- зниження собівартості;
- збільшення несучої здатності опалубної системи, при зниженні загальної маси елементів;
- спрощення процесів складання/ розбирання опалубної системи;

- підвищення безпеки проведення будівельних робіт.

Тому що в Україні основну роль при виборі опалубки відіграє її вартість, те одна із проблем – це прагнення деяких замовників заощадити, відсунувши якість на другий план.

Сьогодні нерідкі випадки появи фальсифікованої продукції під відомих виробників, яка пропонується будівельним компаніям по більш низьких цінах, що в результаті не тільки підриває авторитет відомих брендів, але й найчастіше ставати причиною нещасних випадків на об'єктах.

У цілому, наявність неякісної продукції – це одна з найбільш гострих проблем для ринку. Крім того, зустрічаються, недотримання правил роботи з опалубкою, неакуратний обіг з нею, а також використання її не по призначенню. І замовникові необхідно знати, що в цьому випадку компанія – виробник не несе відповідальності за вихід системи з робочого стану або за поломку окремих її елементів.

У вітчизняних виробників проблем чимало. Основні з них: постійне підвищення цін на метал, деревину й інші комплектуючі, а також на енергоносії; не достатня кількість пропозицій на українському ринку по гарячій цинкуванню; відсутність нормативної бази по вимогах до ввезеного б/у встаткуванню; використання рядом українських виробників методів несумлінної конкуренції (незаконне використання бренда «Будмайстер», копіювання конструктивів і технічної документації).

1.2 Технологічні аспекти виконання опалубних робіт

Сьогодні вітчизняний ринок презентує досить різноманітний асортименти опалубних конструкцій різних типів. При виборі опалубної системи будівельні компанії підбирають тип опалубки, який відповідає ряду показників:

1. Вид бетонуємої конструкції:

- опалубка фундаментів;
- опалубка ростверків;
- опалубка стін;
- опалубка перекриттів;
- опалубка мостів, труб;
- опалубка колон і т.д.

2. Типу опалубки залежно від застосовності при різній температурі зовнішнього повітря й характеру впливу опалубки на бетон монолітних конструкцій:

- неутеплена;
- утеплена;
- , що гріє;
- спеціальна.

3. Відповідність опалубки класу одержуваної залізобетонної конструкції;

4. Оборотноість;

5. Мінімальна трудомісткість опалубних робіт;

6. Мінімальна вартість опалубних робіт.

Клас опалубки. Опалубка повинна мати достатню міцність, твердість і незмінюваність у робочім положенні під впливом технологічних навантажень.

Усі типи опалубки залежно від точності виготовлення, точності монтажу й оборотної підрозділяються на класи: 1, 2, 3.

Клас опалубки – якісна характеристика опалубки.

Показники якості опалубки залежно від класу наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Показники якості опалубки

Найменування показників, одиниця виміру	Значення показників для класів		
	1	2	3
1	2	3	4
Точність виготовлення й монтажу * :			
відхилення лінійних розмірів швів на довжині до 1 м (до 3 м), мм, не більш	0,8 (1,0)	1,5 (2,0)	По требова – нию заказчи ка
відхилення лінійних розмірів панелей на довжині до 3м, мм, не більш	1,5	3	Те ж

перепади на формотворних поверхнях:			
стикових з'єднань щитів, мм, не більш	1	2	-
стикових з'єднань палуби, мм, не більш	0,5	2	-
спеціально організований виступ, що утворює захід на бетонній поверхні, мм, не більш	2	3	-
1	2	3	4
відхилення від прямолінійності горизонтальних елементів опалубки перекриттів на довжині 1м, мм	1/1000,але не більш 10	1/800	-
відхилення від прямолінійності формотворних елементів на довжині 3м, мм, не більш	2	4	-
відхилення від прямолінійності вертикальних несучих елементів (стійок, рам) опалубки перекриттів на висоті h, мм, не більш	h/1000	h/800	
відхилення від площинності формотворних елементів на довжині 3 м, мм, не більш	2	4	-
різниця довжин діагоналей щитів висотою 3м і шириною 1,2м, мм, не більш	2	5	-
відхилення від прямого кута щитів формотворних елементів на ширині 0,5м, мм, не більш	0,5	2	-
наскрізні щілини в стикових з'єднаннях, мм, не більш	0,5	1	2
висота виступів на формотворюючих поверхнях, мм, не більш	1	2	-
кількість виступів на 1м ² , шт., не більш	2	4	-
висота западин на формотворних поверхнях, мм, не більш	Не допускається	1	-
1	2	3	4
кількість западин на 1м ² , шт., не більше	Те ж	2	-
Якість бетонної поверхні монолітної конструкції після розпалубки: відхилення від площинності на довжині до 1м (до 3м), мм, не більш:	Категорія А3	Категорія А4	
А3	4,5 (9,5)	-	-
А4	-	7,5 (14)	-
діаметр або найбільший розмір раковини, мм, не більш:			
А3	4	-	-
А4	-	10	-
глибина западини, мм, не більш:			
А3	2	-	-
А4	-	3	-
висота місцевого напливу (виступу), мм, не більш:			

A3	Не допускається	-	-
A4	-	2	-
* Характеристика точності – за ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009			
Примітка – Знак « - » означає необов'язковість установки показника якості даного класу опалубки.			

Оборотність – кількість використання опалубки (циклів бетонування), певне на основі досвіду використання статичних даних або розрахунковим методом

Оборотність буває декількох видів:

- до зношування;
- до ремонту;
- у плинні місяця;
- у плинні року

і т.д.

Тепер це, напевно, один з найголовніших показників опалубки на яке звертають увагу будівельні компанії при виборі типу опалубки й фірми виробника.

Оборотність опалубки, по-перше, залежить від матеріалу виготовлення палуби опалубної системи (табл.1.3), і якості обробки поверхні палуби, а вже по-друге, від типу опалубки.

Таблиця 1.3 – Оборотність опалубки

Тип опалубки, матеріал елементів опалубки	Оборотність опалубки					
	Для формотворних елементів, одиниць			Для підтримуючих і несучих елементів, одиниць обертів*		
	1-й клас	2-й клас	3-й клас	1-й клас	2-й клас	3-й клас
1	2	3	4	5	6	7
Дрібнощитовая						
сталь, алюміній	200	100	100	250	150	150
дерево, пластик	20	15	15	30	20	20
1	2	3	4	5	6	7
Фанера**:						
для опалубки стін	60	30	30	-	-	-
для опалубки перекриття	20	10	10	-	-	-

Крупнощитова:						
сталь, алюміній	300	200	200	400	250	250
Дерево, пластик	30	20	20	-	-	-
Фанера**:						
для опалубки стін	80	60	60	-	-	-
Блокова	300	150	150	300	150	150
Об'ємно – переставна	500	300	300	500	300	300
Ковзна:						
сталь	200*	100*	100*	300*	200*	200*
дерево	40*	30*	30*	100	50	50
Підйомно – переставна	100*	60*	60*	120*	80*	80*
Горизонтально – переміщаєма	150*	80*	80*	200*	100*	100*
Пневматична	10	5	5	-	-	-
* Для ковзної, підйомно – переставний і горизонтально – переміщуваної опалубки – у м підйому або переміщення.						
** При застосуванні з однієї сторони.						

Кожний виробник на свою опалубку дає гарантійна кількість оборотності опалубки, тільки при правильній експлуатації опалубних систем.

Наприклад: Українська компанія ТМ «Будмайстер» пропонує оборотність своєї опалубки в 100 циклів. Німецька фірма PASCHAL гарантує оборотність своїх систем до 200 заливань із однієї сторони при фанерній палубі, а при металевій палубі експлуатація до 15 років. Німецька фірма Delli використовує у своїх опалубних системах 5-щарову дерев'яну плиту товщиною 21мм із двостороннім облицюванням, що дозволяє при регулярнім очищенні й змащенню застосовувати кожний елемент опалубки не менш 350 раз. А відомий європейський бренд в області виготовлення опалубок німецька компанія Noeschltechnik гарантує оборотність своїх систем не більш 79-90 раз для фанерної палуби, і 500 циклів заливання бетонної суміші для сталеві рами. Французька фірма Unitor пропонує різні типи опалубки з опалубною поверхнею у вигляді 4-міліметрового сталеві аркуша з нормативною оборотністю опалубки 800 циклів.

Трудомісткість опалубних робіт

Трудомісткість опалубних робіт – витрати праці (чол.-ч) на монтаж і демонтаж опалубки.

При будівництві монолітних будинків і споруджень опалубні роботи займають до 35-40% усієї загальної трюдомісткості будівельно-монтажних робіт. Тому будівельні організації намагаються, якнайменше скоротити працезатрати на цей вид робіт. Буквально 10-15 років тому вважалося, що причиною високої трюдомісткості опалубних робіт полягало в низькому технічному рівні, і відсутності необхідної кількості надійної багатооборачиваємої інвентарної опалубки, недостатній якості окремих її елементів, а в більшості випадків використання опалубки виготовленої кустарним способом. Але в цей час дана тенденція змінилася, тому що на українському ринку з'явилася велика кількість різних видів опалубки, і кожний виробник бореться за скорочення трюдомісткості пристрою своєї опалубки. А споживачі вважають це одним з найважливіших показників опалубної системи (таблиця 1.4).

Зниження працезатрат досягається диференційованим застосуванням різних типів опалубки для бетонування монолітних різних конструкцій. Доцільне застосування опалубок з раціонально підібраним перетином (добором профілів і матеріалів) для бетонування не тільки певних монолітних конструкцій, але й для кожної конкретної розрахункової схеми опалубки. Значний ефект (у тому числі зниження маси й тим самим вартості опалубки й трюдомісткості робіт) досягається, наприклад, при використанні спеціальних полегшених опалубок при бетонуванні замкнених конструкцій невеликого перетину із частим розташуванням тяжів.

Замкнені конструкції щодо невеликого обсягу (фундаменти під колони будинку, ростверки, колони і т.д.) найбільше доцільно бетонувати в блоковій опалубці. Причому найбільше зниження працезатрат при бетонуванні східчастих фундаментів досягається при використанні інсмідуальних (на один типорозмір) блок-форм нероз'ємної конструкції. При зведенні крупнорозмірних конструкцій з досить великою опалубною поверхнею завжди вдається

заздалегідь спланувати номенклатуру щитів опалубки й добитися як високої оборотності щитів, так і темпу оборотності в плинні року з використанням мінімальної кількості доборних і дрібних елементів.

Диференційоване застосування опалубок найбільш раціональних типів для різних монолітних конструкцій можливо при досить великій програмі будівництва однотипних споруджень однієї будівельною організацією. Таке використання припускає спеціалізацію будівельних керувань або ретельну організацію зі створенням мобільних підрозділів, що виконують опалубні роботи на субпідряді або, що здають опалубку напрокат.

При різнотипності конструкцій, виконуваних однією організацією, найбільш доцільним і економічно виправданим є застосування розбірно-переставний дрібнощитової опалубки універсального призначення. Використання такої опалубки приводить до збільшення трудомісткості робіт, однак дозволяє знизити їхню вартість завдяки більш повному використанню опалубки до зношування. При використанні дрібнощитової опалубки також доцільне застосування дрібнощитової панелей і блоків, що попередньо збираються із дрібних елементів, що значно підвищує продуктивність праці. Слід заздалегідь планувати застосування такої опалубки для зведення серії однотипних конструкцій з метою значно більшого використання крупнорозмірних панелей і блоків без перебирання вручну на інші розміри.

Таблиця 1.4 - Середня трудомісткість опалубних робіт

Тип опалубки	Вартість 1м ² опалубки, грн.	Трудомісткість, чіл.-ч/м ²		Оборотність	
		МОНТАЖУ, ДЕМОНТАЖУ	ВИГОТОВЛЮВАЧА	ДО ЗНОШУВАННЯ	РІЧНА
1	2	3	4	5	6
Дрібнощитова - для стін - для перекриттів	2600-3200	0,51 0,46	0,85	200	30-40
Дрібнощитова - для стін - для перекриттів	2400-3500	0,2 0,4	0,75	300	60-70
Блокова	3200-3600	0,66	1,8	300	60
1	2	3	4	5	6
Об'ємно-переставна - для стін - для перекриттів	3200-3650	0,86 0,44	2,2	300	100
Ковзна (з гидро- устаткуванням)	4500-7000	3,75*	140	200 м підйому	150 м підйому
Горизонтально-переміщувана	2400-3600	1,01	2,9	150 м підйому	90-100 м підйому
Незнімна	300-900	0,42-0,82	4,2	-	1
* - трудомісткість для 1м підйому опалубки					
Примітка: -ціни на опалубні системи представлені за станом на 31 березня 2007; -трудомісткості монтажу й демонтажу взяті згідно з розрахунками одиничної вартості різних типів опалубок, у поточних цінах на 1 травня 2007 року; - трудомісткості виготовлення взяті з каталогів і інформаційних показників відомих європейських брендів.					

Стінова опалубка РОЗТЕР німецької фірми PASCHAL.

Універсальна система опалубки «РОЗТЕР» із припустимим тиском свіжоприготовленої бетонної суміші до 60 кН/м^2 . Маючи широку номенклатуру типорозмірів по висоті 62,5; 75; 125; 150 см і по ширині 10; 15; 20; 25; 30; 35; 40; 45; 50; 60; 75; 100 см – дозволяє легко бетонувати стрічкові фундаменти, ростверки, ригеля, колони, стіни, басейни. РОЗТЕР можна монтувати як краном, так і вручну, він не замінний при будівництві великих об'єктів і малих споруджень (котеджі), при ремонтних і реставраційних роботах. Основними перевагами опалубки «РОЗТЕР» є:

1. Різнобічність і простота використання;
2. Міцність і довговічність – фанера витримує до 200 заливань із одного боку, металева рама експлуатується до 15 років;
3. Одержання чудової поверхні бетонованих будівельних конструкцій;
4. Легка вага, що не замінне при відсутності крана;
5. Реалізація складних архітектурних форм – закруглені конструкції;
6. З елементів РОЗТЕР, також можливо збирати колони, пілони, ригеля;
7. Можливість використання як однобічної опалубки;
8. Проводиться в Німеччині, згідно з договором доставляється в Київ у плинні 20 календарних днів.

Комплектація й вартість опалубної системи РОЗТЕР для стіни розміром $10000 \times 3000 \times 30$ мм наведена в табл.1.5.

Система: RASTER
 Висота бетонування, см: 300,0

Таблиця 1.5 - Комплектація й вартість опалубної системи РОЗТЕР для стіни розміром 10000х3000х30 мм.

Арт.№	Найменування	Кіл, шт.	Ціна, грн без ПДВ	Сума, грн без ПДВ	Вага. од	Вага.заг.
104.001.0300	Панель 30х150 см	4	646,38	2585,52	20,40	81,60
104.001.1000	Панель 100х150 см	40	1716,82	68672,80	59,00	2360,00
104.006.0000	Зовнішня кутова стійка 150 см	8	166,32	1330,56	7,60	60,80
180.000.0025	Підвіска розкосу до РОЗТЕР у комплекті	8	112,60	900,80	2,50	20,00
189.001.0001	Смушкова гайка ДВ 15	64	19,11	1223,04	0,46	29,44
189.001.0100	Сполучний болт	292	20,37	5948,04	0,19	55,48
189.004.0013	Ходова консоль у кмпл. 90 см	6	197,68	1186,08	11,00	66,00
189.005.0001	Розпірка шпіндельна 105-150 см	4	335,01	1340,04	9,50	38,00
189.005.0006	Телескопічний розкіс без п'яти 180-290 см	4	404,93	1619,72	11,00	44,00
189.005.0023	П'ята із трьома отворами в кмпл.	4	207,34	829,36	3,60	14,40
189.006.0650	Стяжний стрижень із фаскою Д 15х65 см	27	17,29	466,83	0,90	24,30
P2000	Змащення проти прилеплення бетону	1л	15,05	15,05		
Разом без ПДВ:				86117,84		2794,02
Разом із ПДВ:				103341,41		

Таблиця 1.6 - Вартість 1м² стінова опалубка

Виробник	Країна	Система	Вартість 1м ² /грн із ПДВ і доставкою в м. Київ
Фірма «РОБУД»	Україна	РОБУД G-7000	3385
Компанія «КРАМОС Інженеринг»	Білорусь	КРАМОС AL	3650
Фірма «PASCHAL»	Германія	«РОЗТЕР»	3720

Українська опалубка дешевше, ніж опалубка російського і європейського виробництва. Хоча в теж час не можна сказати, що вона буде найбільш вигідної в усі випадках. Для вибору найбільш ефективної опалубки споживачі порівнюють велику кількість параметрів. У розглянутому випадку найбільш ефективною буде опалубка фірми «PASCHAL» системи «РОЗТЕР» за умови що навантаження не перевищують 60кН/м². Це обумовлене тим, що з розглянутих трьох варіантів опалубка «PASCHAL» є найбільш ефективною в таких параметрах:

- «РАСТТЕР» - найбільш універсальна. Має більше рознесення розмірів;
- Має найменшу масу порівнянню-по-порівнянню з іншими, при витримуванні тих самих навантажень, що зменшує трудомісткість її пристрою;
- Витримує в 1, 7 рази більше ніж опалубка «РОБУД», і в 2 рази – ніж опалубка КРАМОС циклів заливання бетону з однієї сторони.

Дані переваги дають виграш для даного типу опалубки фірми PERI «PASCHAL», незважаючи на те що її ціна в 1, 05 рази вище ніж опалубка компанії «КРАМОС», та 1, 24 рази – ніж опалубка фірми «РОБУД».

РОЗДІЛ 2. РІШЕННЯ ТА РОЗРАХУНКИ ОПАЛУБНОЇ СИСТЕМИ «МОРІОН»

2.1 Навантаження та дані для розрахунків опалубки монолітних бетонних і залізобетонних конструкцій

1. При розрахунках опалубки, лісів і кріплень повинні ухвалюватися наступні нормативні навантаження:

Вертикальні навантаження

а) власна маса опалубки й лісів, обумовлена по кресленнях. При пристрої дерев'яних опалубок і лісів об'ємну масу деревини слід ухвалювати: для хвойних порід – 600 кг/м^3 , для листяних порід – 800 кг/м^3 .

б) маса свіжеукладеної бетонної суміші, прийнята для бетону на гравії або щебенях з каменю твердих порід - 2500 кг/м^3 , для бетонів інших видів - по фактичній вазі;

в) маса арматур повинна ухвалюватися по проекту, а при відсутності проектних даних – 100 кг/м^3 залізобетонної конструкції;

г) навантаження від людей і транспортних засобів при розрахунках палуби, настилів і безпосередньо підтримуючих їх елементів лісів - $2,5 \text{ кПа}$; палуби або настилу при розрахунках конструктивних елементів - $1,5 \text{ кПа}$.

Примітки.

1. Палуба, настили й безпосередньо підтримуючі їх елементи повинні перевірятися на зосереджене навантаження від маси робітника з вантажем (1300Н) або від тиску коліс двоколісного візка (2500Н) або іншого зосередженого вантажу залежно від способу подачі бетонної суміші (але не менш 1300Н).

2. При ширині дощок палуби або настилу менш 150мм зазначений зосереджений вантаж розподіляється на дві суміжні дошки.

д) навантаження від вібрування бетонної суміші – 2 кПа горизонтальної поверхні (ураховуються, тільки при відсутності навантажень по підп. "г");

Горизонтальні навантаження

е) нормативні вітрові навантаження

ж) тиск свіжеукладеної бетонної суміші на бічні елементи опалубки, обумовлене по таблиці 2.1.

Примітка.

У всіх випадках величину тиску бетонної суміші слід обмежити величиною гідростатичного тиску

$$P_{\max} = \gamma h, \quad (2.1)$$

де P_{\max} - максимальний бічний тиск бетонної суміші, кПа;

γ - об'ємна маса бетонної суміші, кг/м³;

H - висота покладеного шару бетонної суміші, що виявляє тиск на опалубку, м.

Результуючий тиск при трикутної епюрі:

$$P = \frac{\gamma \cdot h^2}{2}, \quad (2.2)$$

з) навантаження від струсів, що виникають при укладанні бетонної суміші в опалубку бетонуємої конструкції, ухвалюються по табл.2.2

Таблиця 2.1 - Тиск свіжеукладеної бетонної суміші на бічні елементи опалубки.

Спосіб ущільнення	Розрахункові формули для визначення максимального бічного тиску бетонної суміші, кПа	Межі застосування формули
За допомогою вібраторів:	$P = \gamma H$ $P = \gamma(0,27 + 0,78) D_{O1} D_{O2}$	
внутрішніх		$H \leq R$ $v < 0,5$ $v \geq 0,5$ за умови, що $H \geq 1$ м
зовнішніх		$H \leq 2R_1$ $v < 4,5$ $v > 4,5$ за умови, що $H > 2$ м

Позначення, прийняті в таблиця 2.1:

P -P- максимальний бічний тиск бетонної суміші, кПа;

γ - об'ємна маса бетонної суміші, кг/м³;

H - висота покладеного шару бетонної суміші, що виявляє тиск на опалубку, м;

v - швидкість бетонування конструкції, м/ч;

R, R_1 - відповідно радіуси дії внутрішнього й зовнішнього вібратора, м;

K_1 - коефіцієнт, що враховує вплив консистенції бетонної суміші: для твердої й малорухомої суміші з осіданням конуса 0-2см - 0,8; для сумішей з осіданням конуса 4-6см - 1; для сумішей з осіданням конуса 8-12см- 1,2.

K_2 - коефіцієнт для бетонних сумішей з температурою: 5-7°C - 1,15; 12-17°C - 1; 28-32°C - 0,85.

и) навантаження від вібрування бетонної суміші - 4 кПа вертикальної поверхні опалубки.

Примітка.

Зазначені навантаження повинні враховуватися тільки при відсутності навантажень по підп. "з".

2. При зовнішній вібрації несучі елементи опалубки (ребра, схватки, хомути й т.п.), їхні кріплення й з'єднання повинні додатково розраховуватися на місцеві впливи вібраторів. Навантаження ухвалюються згідно із законом гідростатичного тиску.

Таблиця 2.2 - Навантаження від струсів, при укладанні бетонної суміші.

Спосіб подачі бетонної суміші в опалубку	Горизонтальне навантаження на бічну опалубку, кПа
Спуск по лотках і хоботам, а також безпосередньо з бетоноводів	4
Вивантаження з бадей ємністю, м ³ : від 0,2 до 0,8 св. 0,8	4 6

Примітки.

1. Зазначені динамічні навантаження повинні враховуватися повністю при розрахунках дощок палуби й підтримуючих її ребер. Балки (прогони), що підтримують ребра, слід розраховувати відповідно до фактичної схеми конструкції, враховуючи динамічні впливи у вигляді зосереджених вантажів від двох суміжних ребер при відстані між ними до 1 м і від одного ребра при відстані між ребрами 1 м і більш. При цьому повинне враховуватися найбільш не вигідне розташування цих вантажів.

2. Конструктивні елементи, що служать опорами балок (прогонів), наприклад, підкоси, тяжі

та ін., слід розраховувати на навантаження від двох суміжних ребер, розташованих по обидві сторони елемента, що розраховується (при відстані між ребрами менш 1 м), або від одного ребра, найближчого до цього елемента (при відстані між ребрами 1 м і більш).

3. Вибір найбільш не вигідних комбінацій навантажень при розрахунках опалубки й підтримуючих лісів повинен здійснюватися відповідно до табл.2.3.

4. При розрахунках елементів опалубки й лісів по несучій здатності нормативні навантаження, зазначені в п.1, необхідно множити на коефіцієнти перевантаження, наведені в табл.2.4.

При спільній дії корисних і вітрових навантажень усі розрахункові навантаження, крім власної маси, уводяться з коефіцієнтом 0,9.

Таблиця 2.3 - Найбільш вигідні комбінації навантажень.

Елементи опалубки	Види навантажень на опалубку, ліси й кріплення для розрахунків (см. п. 1)	
	по несучій здатності	по деформації
1. Опалубка плит і зводів і підтримуючі її конструкції	$a + b + v + g$	$a + b + v$
2. Опалубка колон зі стороною перетину до 300 мм і стін товщиною до 100 мм	$ж + i$	ж
3. Опалубка колон зі стороною перетину більш 300 мм і стін товщиною більш 100 мм	$ж + z$	ж
4. Бічні щити коробів балок, прогонів і арок	$ж + i$	ж
5. Днища коробів балок, прогонів і арок	$a + b + v + d$	$a + b + v$
6. Опалубка масивів	$ж + z$	ж

Таблиця 2.4. - Коефіцієнти перевантаження.

Нормативні навантаження	Коефіцієнти перевантаження
1. Власна маса опалубки й лісів	1,1
2. Маса бетону й арматури	1,2
3. Від руху людей і транспортних засобів	1,3
4. Від вібрування бетонної суміші	1,3
5. Бічний тиск бетонної суміші	1,3
6. Динамічні від струсу при вивантаженні бетонної суміші	1,3

5. Розподіл тиску по висоті опалубки прийняте за аналогією з гідростатичним тиском по трикутній епюру.

6. Прогин елементів опалубки під дією сприйманих навантажень не повинен перевищувати наступних значень:

- 1/400 прольоту елемента опалубки;
- 1/500 прольоту для опалубки перекриттів.

7. Розрахунки лісів і опалубки на стійкість проти перекидання слід робити при обліку спільної дії вітрових навантажень і власної маси, а при установці опалубки разом з арматурами - також і маси останньої. Коефіцієнти перевантажень повинні ухвалюватися рівними: для вітрових навантажень 1/2, для утримуючих навантажень - 0,8.

8. Розрахунки опалубки-облицювання, що залишається в тілі спорудження, необхідно виконувати як розрахунки основних елементів спорудження з наступною перевіркою на вплив навантажень, наведених у п. 1.

9. Для розрахунків пристроїв, що забезпечують попередній відрив ступок блок-форм крупнощитової опалубки, об'ємно-переставний і тунельної опалубки, слід ухвалювати нормативні навантаження по табл.2.5 і 2.6. Для розрахунків зусиль зриву катучої опалубки слід ухвалювати нормативні навантаження.

10. Розрахункові опори матеріалів ухвалюються з коефіцієнтом К. Збільшення розрахункових опорів при короткочасності дії навантаження До для деревних матеріалів ухвалюється рівним 1,4.

Зусилля відриву опалубки від бетону рекомендується визначати по формулі:

$$P_{от} = K_{со} \sigma_n F_k, \quad (2.3)$$

де $K_{со}$ - коефіцієнт, що враховує умови відриву й ступінь твердості опалубки, визначається по табл.2.6;

σ_n - нормативне навантаження зчеплення, кПа;

F_k - площа контакту опалубки з бетоном, м².

Таблиця 2.5. - Нормативне навантаження зчеплення при відриві опалубки

Матеріал палуби	Нормативне навантаження зчеплення, кПа, при відриві					
	нормальному			під кутом 45°		
	тривалість контакту бетону з опалубкою, год					
	12	24	72	12	24	72
1. Сталь	<u>4,8*</u> 6,2	<u>5,5</u> 7,6	<u>11,7</u> 13	<u>5,8</u> 7,4	<u>6,5</u> 8,3	<u>15,3</u> 17,1
2. Текстоліт	<u>1</u> 1,6	<u>2,5</u> 2,9	<u>3,3</u> 3,6	<u>2</u> 2,7	<u>3,8</u> 4,1	<u>5,6</u> 6
3. Склопластик	<u>1,7</u> 3,1	<u>2,8</u> 3,6	<u>5,9</u> 7,7	<u>2,7</u> 4	<u>4,5</u> 6,3	<u>7</u> 9,1
4. Фанера без покриття	<u>3,9</u> 5,4	<u>6,4</u> 8,2	<u>7,5</u> 11	<u>4,7</u> 6,9	<u>7</u> 9,5	<u>12</u> 15
5. Фанера із захисною фенолформальдегідною плівкою	<u>2,5</u> 4	<u>3,8</u> 5,1	<u>4,5</u> 6	<u>4</u> 5,8	<u>6</u> 7,5	<u>9</u> 12

* Над рисою - для бетону класу С10/15, під рисою - для бетону класу С20/25.

Таблиця 2.6 - Коефіцієнти умов відриву

Опалубка	K_{co}
1. Дрібнощитова: дерев'яна комбінована сталеві	0,15 0,35 0,40
2. Великопанельна (панелі із дрібних щитів)	0,25
3. Крупнощитова Об'ємно-переставна Блок- Форми	0,30 0,45 0,55

Для визначення розрахункових значень навантаження дотичного зчеплення дані табл. 6 слід помножити на коефіцієнт 1,35.

Таблиця 2.7 - Нормативні навантаження відриву для катучої опалубки

Матеріал труби	Нормативне навантаження дотичного зчеплення, кПа, після контакту з бетонною сумішшю й бетоном протягом			
	20 хв	30 хв	2 год	24 год
1. Сталь	1,6*	1,7	3,1	11
2. Текстоліт	1,4	1,5	3	9,5
3. Склопластик	2,2	2,4	5	12
4. Фанера із захисною фенолформальдегідною плівкою	1,2	1,3	2,7	8

* Для бетону класу С10/15.

2.2 Розрахунки конструкції опалубки «МОРЮН»

Для розрахунків поберемо конструкцію опалубки яка складається з фанерної бакелізованої палуби та металевого каркаса з листової сталі марки Вст3сп5.

Вихідні дані для розрахунків:

Розмір щита, що розраховується, 1х1м.

Швидкість бетонування $V=5$ м/г.

Щільність бетонної суміші $\rho = 1800$ кг/м³.

Д01=1,2 – коефіцієнт враховуючий рухливість бетонної суміші.

Д02=1 – коефіцієнт, який залежить від температури, що укладається суміші.

Розрахунки.

Збір навантажень.

Бічний тиск бетонної суміші становить:

$$P_{\max} = \rho(0,27V + 0,78) = 1800(0,27 * 5 + 0,78) = 3834 \text{ кгс/м}^2 = 38,34 \text{ кПа}$$

де P_{\max} - максимальний тиск бетонної суміші;

$\rho = 1800$ кг/м³ - щільність бетонної суміші; $V=5$ м/г - швидкість бетонування.

Для розрахунків дрібнощитової опалубки прийmemo бічний тиск - 40 кПа.

Заміняємо трикутну схему навантаження на рівномірно розподілену:

Розраховуючи по несучій здатності, нормативне навантаження множимо на коефіцієнт перенавантаження 1,3:

$$q_1 = 20 * 1,3 = 26 \text{ кПа}$$

Динамічне навантаження від подачі бетонної суміші ухвалюється максимальної при укладанні за схемою «кран-баддя» - 600 кгс/м².

Сумарне навантаження:

$$q = q_1 + q_2 = 1,3(20 + 6) = 33,8 \text{ кПа}$$

Розрахунки палуби.

Фанерна палуба опирається на кілька ребер твердості. Максимальний момент ухвалюється за опорний, який рівняється:

$$M = \frac{ql^2}{10} \quad (2.4)$$

де M – опорний момент, кн.м;

q – сумарне навантаження на опалубку від бетонної суміші, кПа;

l – проліт ребер жорсткості, м.

Для початку задамося фанерою товщиною 15 мм. Беремо ділянку палуби L по довжині стінки такий, що рівняється 1м.

Розрахунки аркуша по міцності:

$$\frac{M}{W} = R_u \quad (2.5)$$

де M – опорний момент, кн.м;

W – момент опору, м³;

$R_u=320\text{кгс/см}^2$ - розрахунковий опір вигину.

З формули (2.8) одержуємо наступні формули:

$$M=R_u \cdot W \quad (2.6)$$

$$R_u W = \frac{ql^2}{10} \quad (2.7)$$

З формули (2.10) знаходимо проліт ребер жорсткості:

$$l^2 = \frac{10R_u W}{qL} = \frac{10R_u Lh^2}{6qL} = \frac{10 \cdot 320 \cdot 100 \cdot 1,5^2}{6 \cdot 0,338 \cdot 100} = 3550\text{см}^2$$

Одержали $l=59,58\text{см}^2$.

Перевіряємо на прогин:

$$y = \frac{ql^4}{60EI} = \frac{0,338 \cdot 59,58^4 \cdot 100 \cdot 12}{60 \cdot 150000 \cdot 1,5^2 \cdot 100} = 2,52\text{см}$$

де E – модуль пружності, кгс/см²;

I – момент інерції, см⁴.

Нормативний прогин:

$$\frac{l}{400} = \frac{59,58}{400} = 0,14\text{см}$$

У зв'язку з перевищенням розрахункового прогину над нормативним зменшуємо l до 25 см і ухвалюємо товщину фанерного аркуша 18 мм.

Тоді прогин становить:

$$y = \frac{ql^4}{60EI} = \frac{0,338 \cdot 25^4 \cdot 100 \cdot 12}{60 \cdot 150000 \cdot 1,8^2 \cdot 100} = 0,055 \text{ см}$$

Нормативний прогин:

$$\frac{l}{400} = \frac{25}{400} = 0,0625 \text{ см}$$

Нормативний прогин вище, чим прогин із прийнятими величинами, отже ухвалюємо аркуш фанери товщиною 18 мм і крок установки горизонтальних ребер 25 см.

Перевірка палуби на сколювання.

$$\tau = \frac{Q \cdot S}{I \cdot b} \leq R_{СК} \quad (2.8)$$

Q -Поздовжня сила, кН;

S -Статичний момент, см²;

I -Момент інерції, см⁴;

$R_{СК}$ - опір фанери сколюванню, кгс/м².

З формули (2.16) одержуємо залежність

$$Q = \frac{2}{3} \tau \cdot b \cdot h = \frac{2}{3} R_{СК} \cdot b \cdot h \quad (2.9)$$

Маючи з курсу опору матеріалів формулу

$$Q = \frac{5}{8} q \cdot l \quad (2.10)$$

Одержуємо формулу для знаходження необхідного кроку горизонтальних ребер:

$$l = \frac{8 \cdot 2 \cdot b \cdot h \cdot R_{СК}}{5 \cdot q \cdot L \cdot 3} = \frac{16 \cdot 100 \cdot 1,8 \cdot 18}{5 \cdot 0,338 \cdot 100 \cdot 3} = 102,24 \text{ см}$$

Тому що отриманий крок значно більше прийнятого раніше, те перевірка виконується. [8,21,23]

Розрахунки каркаса.

Ухвалюємо крок установлених горизонтальних ребер 25см. Кожне ребро буде втримувати штабу палуби шириною 25см. Навантаження на 1м ребра становить:

$$q = 0,0338 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 100 \cdot 25 = 845 \text{ кгс/м} = 845 \text{ Н/м} \quad (2.20)$$

Розрахунки вертикального ребра.

Схему навантаження вертикальних ребер від горизонтальних ребер зводимо до рівномірно розподіленої навантаження (Рис.2.1).

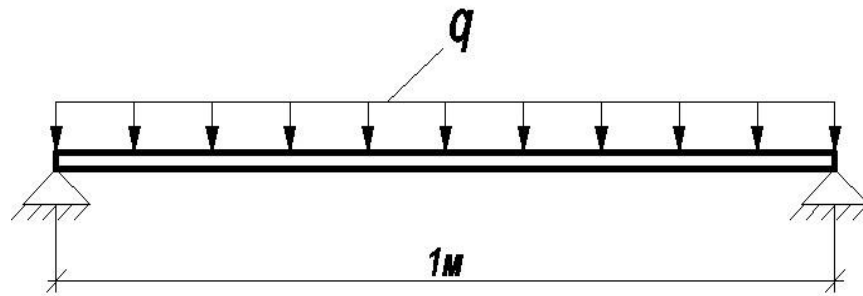


Рисунок 2.1 - Схему навантаження вертикальних ребер.

Тоді

$$q_2 = 4 \cdot 8450 \cdot 0,25 = 8450 \text{ Н/м}$$

Згинальний момент рівний:

$$M = \frac{q \cdot l^2}{8} = \frac{8450 \cdot 1}{8} = 1056,25 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

де M – згинальний момент діючий на вертикальне ребро, Н·м;

q – рівномірно розподілена навантаження на вертикальне ребро, Н/м;

l – проліт балки, м.

Момент опору:

$$W = \frac{M}{[\sigma]} = \frac{1056,25}{210} = 5,03 \text{ см}^3$$

де $[\sigma] = 210 \text{ МПа}$ – границя текучості для сталі ВСт3сп5.

З формули визначення моменту опору для прямокутного профілю знаходимо ширину профілю, попередньо задавшись розміром висоти 6 см.

$$b = \frac{6 \cdot W}{h^2} = \frac{6 \cdot 5,03}{36} = 0,8012 \text{ см}$$

де b – ширина прямокутного профілю;

h – висота прямокутного профілю.

Перевіряємо на прогин:

$$y = \frac{ql^4}{60EI} = \frac{8,45 \cdot 1^4 \cdot 12}{60 \cdot 2,1 \cdot 10^8 \cdot 2,13 \cdot 10^{-4} \cdot 0,008} = 0,0046 \text{ м}$$

де E – модуль пружності, кгс/см²;

I – момент інерції, см⁴.

Нормативний прогин:

$$\frac{l}{400} = \frac{1}{400} = 0,0025 \text{ м}$$

У зв'язку з перевищенням розрахункового прогину над нормативним зменшуємо збільшимо висоту аркуша до 7,5см

Тоді прогин становить:

$$y = \frac{ql^4}{60EI} = \frac{8,45 \cdot 1^4 \cdot 12}{60 \cdot 2,1 \cdot 10^8 \cdot 4,21 \cdot 10^{-4} \cdot 0,008} = 0,0023 \text{ м}$$

Нормативний прогин згідно формули (2.26) становить 0,0025м.

Нормативний прогин вище, чим прогин із прийнятими величинами, отже ухвалюємо вертикальні елементи опорні 7,8х0,8см і рядові 6х0,8см. [8,20,21,27]

Розрахунки горизонтального каркаса.

Навантаження на горизонтальні ребра становить згідно (2.20) $q=845$ кн/м.

Знаходимо відстань максимально можливої відстані установки вертикальних ребер, якщо за конструктивними значенням задаємося розмірами горизонтального ребра 6х0,6см.

$$l^2 = \frac{8 \cdot b \cdot h^2 \cdot [\sigma]}{6 \cdot q} = \frac{8 \cdot 0,006 \cdot 0,06^2 \cdot 210 \cdot 10^6}{6 \cdot 8,450 \cdot 10^3} = 0,071 \text{ м}^2$$

З формули (2.28) $l=0.26$ м. Прийнемо для однакових геометричних розмірів крок вертикальних ребер 25см.

Перевіряємо на прогин:

$$y = \frac{ql^4}{60EI} = \frac{8,45 \cdot 0,25^4 \cdot 12}{60 \cdot 2,1 \cdot 10^8 \cdot 2,13 \cdot 10^{-4} \cdot 0,006} = 0,000024 \text{ м} = 0,0024 \text{ см}$$

де E – модуль пружності, кгс/см²;

I – момент інерції, см^4 .

Нормативний прогин:

$$\frac{l}{400} = \frac{25}{400} = 0,0625\text{см}$$

Нормативний прогин вище, чим прогин від навантаження отже перевірка виконується. [8,20,21,27]

Розрахунки стяжок.

Збираємо навантаження на один тяж. На одне вертикальне ребро буде встановлюватися два тяжа.

Навантаження на щит 1x1 становить $q=33,8\text{кПа}$.

Навантаження на один тяж буде становити:

$$P = 33,8 \cdot \frac{2}{3} = 22,5\text{кН}$$

Площа тяжа.

$$F = \frac{P}{[\sigma]} = \frac{225000}{21000} = 1,098\text{см}^2$$

де F – площа тяжа, см^2 ;

P – навантаження на один тяж, кН;

$[\sigma]=210\text{МПа}$ – границя текучості для сталі ВСт3сп5.

Діаметр тяжа:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,098}{3,14}} = \sqrt{1,45} = 1,2\text{см}$$

Ухвалюємо діаметр тяжа 14мм. [18,20,21,27]

Розрахунки універсального кріплення.

Діаметр кріплення підбираємо з умови міцності на зріз:

$$\frac{N}{F} \leq [\tau] \quad (2.11)$$

де $N=22,5\text{кН}$ – розтяжне зусилля;

$F = \frac{\pi d^2}{4}$ - площа круглого перетину кріплення; $[\tau]=200\text{МПа}$ - допустиме

напруження на зріз.

З формули (2.34) одержуємо вираження для знаходження необхідного діаметра кріплення:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot N}{[\tau] \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 22,5}{3,14 \cdot 20}} = 1,19 \text{ см}$$

Ухвалюємо діаметр круглого профілю рівний 12мм.

2.3 Переваги опалубки «МОРЮН»

Після аналізу українських і закордонних опалубних систем аналогічного типу можна виділити ряд переваг опалубної системи «МОРЮН»:

1. Низька вартість виготовлення опалубки – 1616грн/м²;
2. Простота виготовлення. Солідні будівельні компанії, що мають більшу виробничу базу можуть виготовити дану опалубку власними силами, яка буде відповідати 1-му класу;
3. Модульний принцип, коли всі елементи при з'єднанні завжди підходять друг до друга у вертикальним або горизонтальним напрямках;
4. Застосування універсальних сполучних болтів;
5. Можливість регулювання монтажу з точністю до 1 мм;
6. Невелика вага елементів опалубки дозволяє робити ручний монтаж і демонтаж опалубки;
7. Елементи опалубки прості в обслуговуванні (зберігання, змащення, ремонт і т.д.);
8. Універсальність. За допомогою опалубки «МОРЮН» можна зробити опалубку для стін, колон, ліфтових шахт і т.д.;
9. Можливість регулювання товщини конструкцій, використовуючи ті самі елементи;

10.Можливість збільшення обсягу опалубок без зниження технологічності робіт.

РОЗДІЛ 3 АСПЕКТИ БЕТОНУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙ

3.1 Аналіз складових бетонних сумішей для монолітного будівництва

На сьогоднішній день, завдяки технології монолітного будівництва, товарний бетон стає основою для реалізації нових архітектурних концепцій. Цей будівельний матеріал активно використовується при зведенні промислових і житлових будинків, інженерних споруджень і об'єктів соціально-культурного призначення.

Характеристики бетонів і бетонних сумішей.

Бетон – штучний кам'яний матеріал, одержуваний у результаті раціонально підібраної й ретельно перемешанної з наступному затвердінням суміші в'язкого речовини, заповнювачів, води й добавок, узятих у певних співвідношеннях. До затвердіння цю суміш називають бетонною.

Бетони ділять:

По щільності, кг/м³

особливо важкі	>2500
важкі	2200...2500
полегшені	1800...2200
легені	500...1800
особливо легені	≤500

По міцності - на класи

C8/10
C10/12,5
C12/15
C16/20
C18/22,5
C20/25
C25/30

C28/35

C32/40

C35/45

C40/50

C45/55

ніздрюваті

B1,5; B2; B3,5; B5; B7,5; B12,5;

B10; B15;

крупнопористі

B1,5; B2; B3,5; B5; B7,5;

поризовані

B2; B3,5; B5; B7,5;

По призначенню

- конструкційні;

- теплоізоляційні;

- конструкційно-теплоізоляційні;

- жаростійкі;

- хімічно стійкі;

- декоративні.

По найбільшій крупності застосовуваних заповнювачів, мм

дрібнозернисті

До 10

грубозернисті

10-150

По морозостійкості

важкі

F50, F75, F100, F150, F200,

F300, F400, F500

на пористих

F25, F35, F50, F75, F100, F150,

заповнювачах

F200, F300, F400, F500

Ніздрюваті,

поризовані й

F15, F25, F35, F50, F75, F100

крупнопористі

По водонепроникності

B2, B4, B6, B8, B10, B12

По виду застосовуваних заповнювачів

- на щільні;
- на пористі;
- на спеціальні.

По виду застосовуваного в'язкого

- цементні;
- вапняні;
- гіпсові;
- полімерні.

По режиму твердіння

- природнього твердіння;
- піддані тепловій обробці;
- автоклавні.

У цей час 95% готування товарного бетону не обходиться без застосування хімічних добавок. У сучасних технологіях добавки вважаються найбільш ефективним засобом регулювання состава й властивостей бетону. Номенклатура добавок і можливості досягнення заданих властивостей постійно розширюються. Хімічно дисперсні мінеральні й комплексні добавки, особливо нового покоління, дозволили обґрунтувати й нові концепції бетоноведення.

Добавки до бетонних сумішей.

Застосуванн добавк бу сьогодні провідн тенденці у технологі цементн бетон, оскільки дозволя досить просто й ефективно вирішува завданн по зниженн енерго та трудомісткіст работ, підвищенн якіст бетонн суміш й бетон, а також при міня суміш й бетон, одержанн як без добавк неможливо (лит смеси, що самонивелирующиеся, высокопрочные и особобыстротвердеющие бетоны и др. Номенклатура добавок і обсяг їх застосування зростають, що визначає потреба в методиках, що дозволяють оперативно й надійно порівнювати ефективність різних добавок, у т.ч. поліфункціональних. Це завдання є актуальним ще й тому, що виробники, а частіше, постачальники добавок не

завжди представляють вичерпну технічну інформацію, підмінюючи її даними рекламного характеру.

Широкий діапазон застосовуваних у цей час в усьому світі хімічних добавок, для регулювання властивостей бетонних сумішей і модифікації бетонів, що підрозділяються по основному ефекту їх дії (мал.3.1). Це добавки регулюючі реологічні властивості бетонних сумішей, строки схоплювання цементного тесту й бетонних сумішей, строки твердіння й набору критичної відпускної міцності бетону, а також добавки, що забезпечують процес твердіння і й набору міцності при негативних температурах; пластифіковані, що збільшують рухливість або, що знижують твердість бетонних сумішей; водоутримуючі; регулюючі пористість бетону; повітрозалучаємих, газотвірні, піноутворюючі, що ущільнюють; гідрофобізуючі; що змінюють електропровідність бетону, що підвищують протирадіаційний захист, що підвищують бактерицидні й інсектицидні властивості; підвищувальні стійкість у різних хімічно агресивних середовищах; підвищувальні жаростійкість бетону, захисні властивості арматур у бетоні.

Застарілі нормативні документи, існуючий порядок дозволів на виробництво й застосування добавок, і відсутність представницьких органів, сприяє появі на ринку недостатньо вивчених і апробованих добавок. Деякі хімічні добавки є відходами й побічними продуктами промислових підприємств, не завжди належним чином підготовлені, у деяких випадках змішані з вітчизняними й імпортованими компонентами без необхідних досліджень і обґрунтувань. Багато фірм пропонують добавки під торговельними марками й шифрами без опису складових компонентів, що ускладнює з'ясування їх походження, хімічного складу й можливих наслідків використання [2,10,28,33].

Особливий інтерес, останнім часом, представляють дослідження й пропозиції по застосуванню високоефективних розчинувачів бетонної суміші – суперпластифікаторів. У закордонній практиці суперпластифікатори

застосовуються досить широко й фірми, що випускають ці добавки, настійно пропонують їх під різними марками й назвами.

Особливо актуально тепер застосування добавок, які можуть змінити відношення між компонентами суміші щодо еталонного состава. Наприклад, застосування суперпластифікаторів (СП) можливо як з метою підвищення - міцності за рахунок зниження величини В/Ц у рівнорухливих сумішах, так і для одержання литих сумішей при незмінній витраті води в порівнянні з контрольним составом. У цьому випадку при оцінці ефективності СП як добавки, що підвищує міцність бетону, у першому випадку результат буде позитивним, а в другому - немає. Перелік подібних проблем можна продовжити. Очевидно, що вдосконалювання системи оцінки ефективності добавок для бетонів є актуальним завданням.

При оцінці ефективності добавок слід урахувувати наступні аспекти:

- можлива зміна первісного співвідношення між компонентами бетонної суміші;
- наявність як позитивного, так і негативного ефекту при використанні добавок, а також різний механізм дії добавки по основному й другорядних ефектах;
- як правило, S-Образний характер зміни ефективності добавок залежно від дозування й неоднозначність ефекту від дозування в різних областях ефективності дії добавки. При збільшенні дозування на першому етапі ефект незначний, на другому етапі підвищення дозування приводить практично до пропорційного росту якості, на третьому етапі підвищення дозування практично не дає ефекту. Очевидно, що раціональною областю дозування є другий етап (мал.3.2);
- неприпустимість підміни параметрів при оцінці ефективності, наприклад, зниження водопотреби, що й розріджує ефект при застосуванні СП не обов'язково будуть однаково ефективні.

У зв'язку із цим в основу методики оцінки ефективності повинні бути покладені принципи, що враховують вищевказані фактори. Основні положення по оцінці ефективності добавок запропоновані Батраковым В.Г., Демьяновой В.с., Калашниковим В.І., Мчедловым-Петросяном О.П., Ушеровым-маршаком А.В. і ін. Стосовно до практичної оцінки ефективності доцільно застосовувати метод, що відповідає сформульованим вище положенням. Сутність методу полягає в оцінці ефективності добавки з урахуванням можливої зміни состава бетону щодо еталона, тобто в оцінці впливу добавки на зміну залежності «властивість бетону - основний фактор» і виявленні ефективності добавки у всім діапазоні дозувань, у виявленні S- Образної залежності «властивість - дозування».

Як відомо всі корисні властивості визначаються його пористістю, а пористість у першу чергу залежить від величини В/Ц. У зв'язку із цим при можливій зміні величини В/Ц при застосуванні добавки (водоредуцильні або поліфункціональної) «автоматично» відбудеться зміна всіх властивостей бетону. Тому коректно говорити про ефективність впливу добавок на властивості бетону можливо тільки з обліком вищесказаного. Наприклад, при введенні СП можливе зниження водопотреби суміші на 20% і більш, при цьому внаслідок зниження В/Ц при незмінній витраті цементу відбудеться підвищення міцності бетону, зниження усадки й повзучості, підвищення модуля пружності, зміна кінетики твердіння і т.д. Для того, щоб виділити ефект саме від застосування добавки, необхідно спочатку виявити ступінь зміни якої-небудь властивості від зміни величини В/Ц. Якщо ефект від застосування, добавки не пояснюється тільки, зміною величини В/Ц, те додатковий ефект можна розглядати як результат від дії добавки. Такий підхід особливо доцільний для комплексних модифікаторів, оскільки оцінка ефективності впливу добавок на властивості бетону будується, на принципі «приведення» значень властивостей до рівної величини В/Ц. Необхідні для цього деякі основні, або «базові», залежності властивостей бетону від величини В/Ц або іншого «основного фактора» (який є функцією В/Ц).

При дослідженнях бетонних сумішей без добавок і з добавками суперпластифікаторів, що мають однакову зручноукладиваємого, яку регулювали водоцементним відношенням, кінетика водовідділення в пластифікованих бетонних сумішей спостерігається менша, через їхню меншу водопотреби. Це визначає меншу схильність пластифікованих сумішей до розшарування, з'являється важливим фактором розшаровуваності бетонних сумішей при незмінній витраті піску й цементу й збереження однорідності суміші. Наприклад при транспортуванні й укладанню бетону із застосуванням бетононасосів коли для бетонних сумішей без добавок доводиться збільшувати коефіцієнт розсунення зерен великого заповнювача й, відповідно, увеличувать кількість розчинної частини.

Підвищення рухливості бетонної суміші дозволяє також скоротити час вібрування суміші, підвищити довговічність ущільнюючого встаткування й форм, одержати економію електроенергії й поліпшити умови праці.

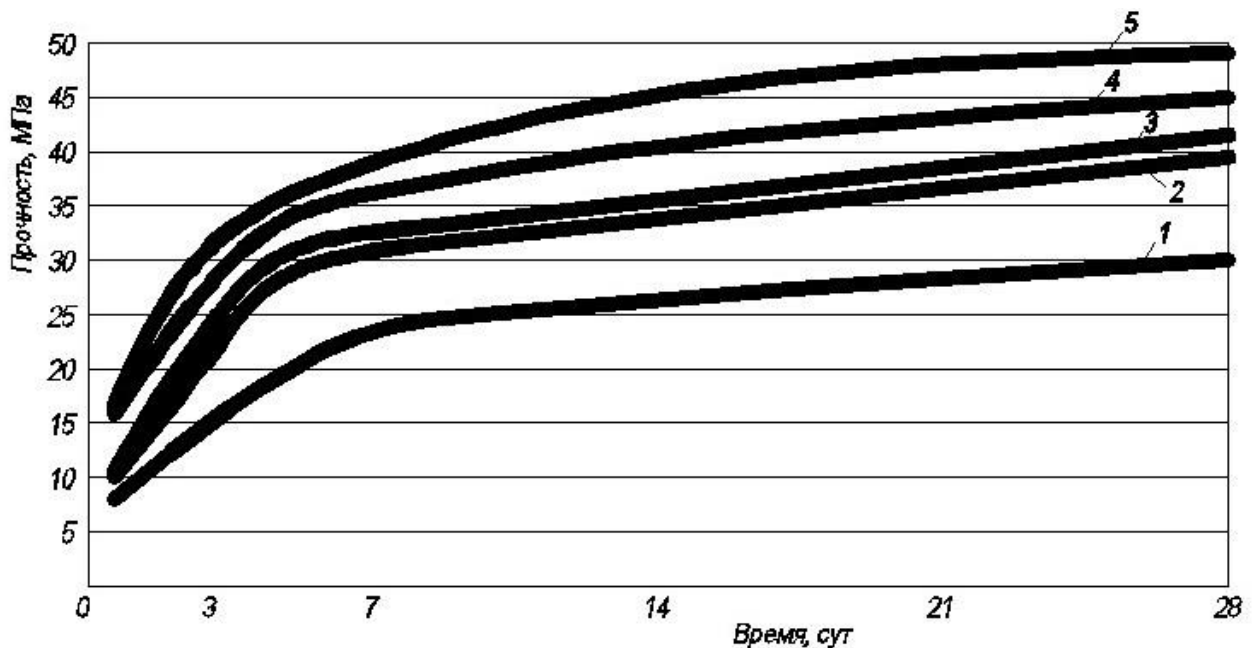


Рисунок 3.1 - Кінетика набору міцності бетону C25/30 залежно від типу суперпластифікатора

Порівняння ефективності застосування добавок українського й закордонного виробництва показало, що закордонні добавки не мають переваг,

як у відношенні пластифікуючої здатності, так і у відношенні прочностних характеристик. Тому при застосуванні суперпластифікаторів необхідно враховувати, що вони є дорогими матеріалами, а найчастіше й дефіцитні, особливо закордонні. Отже, суперпластифікатори повинні застосовуватися не тільки для економії цементу, вартість якого може покриватися вартістю добавки пластифікатору, а його слід застосовувати в першу чергу там, де вони можуть забезпечити найбільший ефект у грошовім вираженні, у комплекснім зниженні матеріально-технічних, міцностних і інших властивостей, що виготовляються конструкцій.

Суміші легкого бетону

Найпоширеніший у будівництві звичайний важкий бетон на цементному в'язкому. Останнім часом у південній частині України дуже широке застосування в монолітнім будівництві житлових і цивільних будинків і споруджень почав одержувати легкий бетон на пористих заповнювачах. Це обумовлене рядом переваг:

- легкі бетони менш теплопровідні в порівнянні з важкими бетонами, що дуже суттєво в наш час боротьби за збереження тепла;
- легкі бетони мають меншу об'ємну масу, через цей конструкцію з легкого бетону в 1,3-1,7 рази легше;
- показники міцності бетону дозволяють зводити будинку до 16-поверхів у висоту;
- можливість укладання в опалубку без ущільнення;
- можливість використання більш полегшених опалубних систем, за рахунок зменшення тиску бетонної суміші на опалубку внаслідок меншої об'ємної маси;
- роботи із транспортування, укладання, і догляду за бетонною сумішшю є більш економічно ефективними.

3.2 Аспекти приготування бетонних сумішей

Бетонну суміш готують, як правило, на стаціонарні й приоб'єктних бетонних заводах. Постійно діючі стаціонарні заводи випускають товарний бетон для споживачів прилеглих районів. Приоб'єктні заводи зводять для будівництва конкретних об'єктів, і строк їх експлуатації не перевищує 2-3 року. Їх споруджують збірно-розбірними або з окремих блоків.

У цей час широке поширення в будівництві одержують пересувні легкоперебазуючі, бетонозмішувальні установки. Вони розташовуються, у безпосередній близькості від місць укладання бетону і є одним з ланок комплексної механізації виробництва бетонних робіт.

Пересувні бетонозмішувальні установки компонують із укрупнених вузлів, які можна переміщати на: автомашинах, трейлерах або ж на власному колісному ході за допомогою тягачів. Бетонозмішувальні установки на колісному ходу маневрові й відрізняються різноманіттям типорозмірів і конструктивних розв'язків. Продуктивність їх коливається - від 5 до 7 м³/ч.

По способу, монтаж мобільних установок можна підрозділити на, що самомонтируючіся и монтируемые с помощью грузоподъемных установки, що самомонтируючіся, оборудованы механизмами для перевода установки из рабочего положения в транспортное,

Перебазування установок, з об'єкта на, об'єкт не вимагає залучення вантажопідійомних засобів і фахівців монтажників. Продуктивність установок, що самомонтируючіся, не превышает 30 м

На об'єктах, що споживають бетонну суміш однієї марки, або в тих випадках, коли не потрібна часта зміна її состава, використовуються бетонозмішувальні установки безперервної дії. Їхнє застосування найбільш ефективно. на об'єктах дорожнього, аеродромного, гідротехнічного, міліоративного й інших видів будівництва.

У сучаснім будівельнім виробництві великі бетонні заводи в комплекті з паренням бетонотранспортних засобів забезпечують бетонною сумішшю об'єкти промислового й цивільного будівництва, розташовані в радіусі так 100 км. Основним засобом доставки бетонної суміші служить автомобільний транспорт.

По способу готування бетонної суміші розрізняють заводи й установки циклового (порціонного) і безперервної дії, обладнані відповідно змішувальними машинами циклового або безперервної дії.

Залежно від способу подачі складових компонентів у бетонозмішувальні машини розрізняють одне- і двоступінчасті технологічні схеми.

При одноступінчастій схемі матеріали подають у видаткові бункери, а потім, пройшовши через систему дозаторів, вони під дією власної ваги (гравітаційний принцип) попадають у бетонозмішувальні машини. Це полегшує можливість автоматизації готування суміші, При двоступінчастій схемі має місце дворазовий підйом матеріалів.

Заводи з одноступінчастою схемою більш компактні, але мають значну висоту, що ускладнює їхній монтаж і демонтаж. У цьому зв'язку їх рекомендується застосовувати при витраті бетону понад 25... 35 м³/ч.

Компоненти бетонної суміші дозують по масі; для води можна застосовувати об'ємне дозування. При допускається відхилення на заміс не перевищує для води й цементу 1% і для заповнювачів 2%.

Сучасні бетонні заводи й бетонозмішувальні установки є автоматизованими комплексами різної потужності.

Готування легкобетонних сумішей.

Застосування напірного й литьового способів бетонування монолітних конструкцій з легкого бетону характеризується зміною рухливості легкобетонних сумішей у результаті поглинання води заутвору пористим заповнювачем, схильністю до розшарування при впливі динамічних і вібраційних навантажень, підвищенням стискальності й опору при подачі й укладанню.

Одержання високорухливих і литих сумішей з легкого бетону, залежать від водопоглинення й водовіддачі пористих заповнювачів. При визначенні водовбирної здатності пористого заповнювача необхідно враховувати як кількість уведення пластифікуючі добавки в бетонну суміш, так і інтенсивність втрати її рухливості при виробництві бетонних робіт. У порівнянні з бетонними сумішами для одержання рівної легкоукладуваності вимагають збільшення витрати добавок на 20 – 30%. Тривалість збереження вихідної рухливості в легкобетонних сумішей в 1,5 – 2 рази менше.

При подачі по трубах легкобетоні суміші під впливом надлишкового тиску збезводнюються й втрачають свою здатність до перекачування. Водовіддача заповнювача відбувається в результаті розширення повітря, що втримується в зернах пористого заповнювача, при зниженні тиску на бетонну суміш або при її нагріванні. вода, що витісняється з пор заповнювача, збільшує розшаровуваність бетонної суміші, що погіршує властивості бетону. Для зменшення водопоглинення пористих заповнювачів застосовують попередню їхню обробку, яка включає: перемішування з водою, зрошення, замочування, вакуумування.

Водонасичення пористих заповнювачів перемішуванням з водою. Роблять у бетонозмішувачах і автобетонозмішувачах безпосередньо в процесі готування легкобетонних сумішей. Пористі заповнювачі завантажують у змішувальний барабан і подають у нього воду.

Зрошення заповнювачів. Найбільш простий спосіб, що не вимагає складного спеціального устаткування. Зрошення використовують в основному, щоб зменшити водопоглинення пористих заповнювачів для збереження рухливості легкобетонної суміші в процесі її готування й доставки на будівельний об'єкт. Зрошувальна установка складається із пристрою, що розприскує, і майданчика складування з похилою бетонною підставою для стоку води. Заповнювачі складують у штабель і в плинні двох-трьох днів обприскують водою. З появою в підставі штабеля води зрошення переривають і відновляють тільки після її видалення. Це триває в плинні 2 – 3 годин.

Зрошення заповнювачів забезпечує невисокий відсоток заповнення їх пор. Тому такий спосіб обробки найбільш ефективний для заповнювачів з відкритою пористою структурою й незначним обсягом пор.

Замочування пористих заповнювачів. Здійснюють у відкритих ємностях, наприклад резервуарах, баках, зливальних басейнах, протягом 1-2 доби. Заповнювачі складують і заливають водою так, щоб її рівень над поверхнею матеріалу становив 20 – 25см. Причому необхідно, щоб заповнювач не плавав на поверхні, а був повністю втоплений у воді. Для цього його вкривають сталеву сіткою із гніздами розміром 5мм, яка перешкоджає спливання крупних зерен пористого матеріалу.

Найбільша інтенсивність водопоглинення заповнювачів при замочуванні у воді спостерігається в першій годинник, потім вона загасає.

Цей спосіб найбільш ефективний для водонасичення матеріалів з незначною пористістю (пористий вапняк) або з відкритої крупнопористої структурою (жужільна пемза).

Водонасичення пористих заповнювачів з попереднім вакуумування. Забезпечує максимальне заповнення пор водою, тому що дозволяє вилучити з них усе повітря, що перешкоджає проникненню усередину води. При цьому ступінь заповнення пор водою пропорційна величині створюваного розрідження, тривалості вакуумування й витримування заповнювача у воді. Для просочення пористих заповнювачів з попереднім вакуумуванням використовується спеціальне устаткування – вакуум-установка.

Принцип роботи вакуум-установки полягає в наступному: пористий заповнювач дозують у прийомному бункері завантажувального пристрою й подають у вакуум-установку або дозують безпосередньо у вакуум-камері. Вона герметично закривається, і в ній вакуум-насосом створюється необхідне розрідження.

Отвакуумування заповнювач витримують при заданім розрідженні протягом заданого часу, після чого, підтримуючи досягнутий вакуум, у камеру з видаткового бака подають воду. По закінченню заповнення вакуум-камери

водою запірним клапаном перекривають трубопровід, що з'єднує її з вакуум-насосом. Після витримування у воді пористого заповнювача його вивантажують із камери й транспортером подають у спеціальні накопичувальні бункери. Відпрацьовану воду накачують гідронасосом у видатковий бак, що бракує обсяг води для наступного циклу водонасичення компенсують із магістрального водопроводу.

Складають і зберігають пористі водонасичення заповнювачі в спеціальних накопичувальних бункерах із кришками. Тривалість зберігання не повинна перевищувати 3 – 4 ч. При температурі повітря 10 – 18^oС і 1,5 – 2 ч. - більш 20^oС. Для збереження досягнутого ступеня водонасичення протягом тривалого часу використовують періодичне зволоження матеріалу або зберігають його в ємностях з водою. Перед використанням водонасичення заповнювачів воду з ємностей зливають.

Раціональне використання попереднє водонасичених пористих заповнювачів значно знижує адсорбування добавок, що вводяться в бетонну суміш, і виключає поглинання води заутвору пористими матеріалами. У результаті цього для одержання рівнорухливих легкобетонних сумішей потрібно на 25 – 30% менше добавок, чому для сумішей на сухих заповнювачах. Крім того, збільшуючи щільність пористих заповнювачів, попереднє водонасичення запобігає спливання крупних зерен, що підвищує однорідність легкобетонної суміші. Зменшується й тертя між твердими частками в бетонній суміші, що поліпшує її розтікання при укладанні. Досвід показує, що фізико-механічні й теплофізичні властивості легкого бетону в результаті застосування водонасичених заповнювачів не погіршуються. Однак даних по експлуатаційних характеристиках бетону недостатньо, щоб рекомендувати попереднє водонасичення в зимових умовах для виготовлення конструкцій, до яких пред'являються спеціальні вимоги по морозостійкості.

При водонасичення пористих заповнювачів необхідно вибирати оптимальні способи їх обробки (таблиця 3.1).

Початковий зміст води в пористих заповнювачах у порівнянні з матеріалами, що мають щільну структуру, залежить від вологості навколишнього середовища. Слід зазначити, що вологість пористих заповнювачів неоднорідна по висоті штабеля. Враховуючи, що щільність навіть сухих заповнювачів в одній партії може відрізнятися на 10 - 15%, а залежно від вологості зерен показники варіації об'ємної маси можуть досягтися ще більшої величини, пористі матеріали дозують об'ємним або об'ємно-масовим способом.

Готування однорідних високорухливих і литих легкобетонних сумішей на пористих заповнювачах щільністю менш 600 кг/м^3 найбільше ефективно здійснювати в бетонозмішувачах примусової дії. При використанні пористих заповнювачів щільністю більш 600 кг/м^3 або водонасичених матеріалів застосовують гравітаційні змішувачі.

Послідовність завантаження компонентів бетонної суміші в барабан бетонозмішувача залежить від способу готування й структури пористих заповнювачів, а також їх стану (сухий або водонасичений): (мал.3.5)

Готування легкобетонної суміші в змішувачах примусової дії. Для готування легкобетонних сумішей на низькоміцних пористих заповнювачах (П25 – П75) у змішувач подають спочатку цемент і $2/3$ води заутвору. Якщо використовують щільний пісок, останній завантажують у змішувач разом із цементом. Зазначені компоненти перемішують протягом 1 хв., потім після подачі пористих заповнювачів і залишку води, ще 4 хв. на сухі й 3 хв. – на водонасичених пористих матеріалах.

При використанні міцних пористих заповнювачів (марки по міцності П125 і більш) у змішувач завантажують відразу все компоненти й перемішують із $2/3$ води заутвору протягом 1,5 – 2 хв. Потім подають іншу воду з хімічною добавкою й остаточно перемішують протягом 0,75 – 1 хв.

Готування легкобетонної суміші в турбулентних змішувачах. Турбулентні змішувачі дозволяють інтенсифікувати процес готування легкобетонних сумішей, у результаті скорочується час перемішування в порівнянні зі

змішувачами примусової дії з 3-4 до 1-1,5 хв. Готування легкобетонних сумішей у турбулетном змішувачі найбільше ефективно для одержання бетону класів по міцності В3,5 – В7,5 на низькоміцних пористих заповнювачах при відсутності пористого піску.

Цей спосіб передбачає використання ефекту дроблення пористих зерен, у першу чергу слабких, і утвір активної тонкомолотої добавки, що веде до підвищення середньої міцності заповнювача, а отже, і бетону. Це дає можливість одержати равнопрочные бетони й заощадити до 15 – 20% цементу.

Послідовність готування легкобетонних сумішей: спочатку в змішувач заливають воду, потім уводять цемент і перемішують протягом 5-10с. Після цього завантажують пористий заповнювач і перемішують ще 40-80с. Щільність застосовуваного пористого заповнювача в насипному стані повинна бути не більш 600 кг/м^3 . Добавки вводять наприкінці перемішування.

Готування легкобетонної суміші в гравітаційних змішувачах. Для готування легкобетонних сумішей на сухих пористих заповнювачах у змішувач подають цемент, дрібний і великий заповнювачі й перемішують протягом 45-60з, потім подають воду затвердіння й знову перемішують протягом 90-270с.

Для попереднього водонасичення заповнювачів у процесі готування пористі матеріали завантажують у змішувач разом з водою й перемішують протягом заданого часу. Потім додають інші компоненти, залишок води заутвору, добавку й перемішують протягом 90-240с.

При використанні попередньо водонасичених пористих заповнювачів їх уводять із щільним піском, після чого перемішують протягом 60з, а потім подають цемент, воду й добавку. Якщо в якості дрібного заповнювача застосовують водонасичений пористий пісок, усе компоненти для готування бетонної суміші вводять одночасно.

3.3 Аспекти транспортування, укладання та ущільнення бетонних сумішей

У будівельному виробництві найбільше поширення мають дві основні схеми транспортування бетонної суміші:

- Від пункту готування до місця перевантаження на будівельному об'єкті або укладання безпосередньо в конструкцію;
- Від місця перевантаження на будівельному майданчику до місця укладання в бетонуєму конструкцію.

Неодмінною технологічною умовою при транспортуванні бетонної суміші є збереження до моменту укладання в бетонуєму конструкцію заданих при її готуванні однорідності, рухливості температури. Цього досягають правильним добором состава бетонної суміші, модифікацією її добавками, максимальним скороченням і оптимізацією маршрутів перевезень, застосуванням спеціалізованих автотранспортних засобів, транспортуванням «сухих» або «напівсухих» компонентів бетонних сумішей з її готуванням у шляху або в об'єкта й іншими технологічними прийманнями.

Якщо в результаті перевезення бетонної суміші за прийнятою схемою зміна первісна заданих їй характеристик здобуває необоротний характер, то це потрібно розглядати як технологічну відмову, при якій слід шукати інший спосіб транспортування бетонної суміші.

Залежно від далекості об'єктів від місця готування бетонної суміші, характеру доріг, кліматичних і інших умов доставку бетонної суміші до споруджуваних об'єктів можна здійснювати автомобілями-самоскидами, автобетоновозами, автобетонозмішувачами, під час перевезення сухих компонентів бетонної суміші - автомобілями в капсулах або м'якій вологонепроникній тарі, у бункерах і баддях. Останній спосіб технологічно й економічно виправданий в основному при бетонуванні великих, масивних конструкцій, що допускають застосування бадей великої місткості і їх доставки

великовантажним транспортом. В окремих випадках для доставки бетонних сумішей може бути вигідним використання стрічкових конвеєрів, наприклад при невеликих відстанях між місцем готування й укладання суміші, готуванні бетонної суміші на установках безперервної дії, більших обсягах робіт і високої інтенсивності процесу бетонування.

Доставку бетонної суміші від місця її розвантаження в об'єкта, до місця укладання в конструкцію залежно від визначальних умов можна здійснювати: кранами за схемою «кран-баддя», підйомниками з наступним транспортуванням бетонної суміші на оцінці робочого об'єкту, конвеєрами, бетоноукладачами, а також бетононасосами та пневмонагнітачами по трубопроводах.

Транспортування бетонної суміші автотранспортом.

Автомобільні перевезення бетонної суміші здійснюють автомобілями-самоскидами, автобетоновозами, автобетонозмішувачами, а також автомобілями, обладнаними платформою.

При цьому мають місце дві основні технологічні схеми доставки бетонної суміші:

- від місця готування до місця розвантаження безпосередньо в бетонувальну конструкцію;
- від місця готування до місця перевантаження в інший транспортний засіб або пристрій.

Першу схему застосовують при бетонуванні конструкцій, розташованих на рівні або нижче рівня землі (фундаментів під устаткування, підпірних стінок, фундаментних плит і т.д.). При цьому залежно від відстаней доставки, характеру доріг, температури навколишнього середовища й інших умов використовують автомобілі-самоскиди, автобетоновози та автобетонозмішувачі.

Друга схема передбачає доставку бетонної суміші і її розвантаження в бункери-перевантажувачі, прийомні бункери бетононасосів і пневмонагнітачів, бадді з наступною доставкою кранами на робоче місце й ін.

При транспортуванні бетонної суміші основним технологічним завданням є збереження заданих проектом її однорідності й рухливості. Із цією метою необхідно по можливості виключити вібрацію, що передається через раму автомобіля, що приводить до тиксотропного розрідження суміші. При інтенсивних струсах під час перевезення, горизонтальних динамічних навантаженнях у результаті різкого гальмування, розвантаженню або перевантаженню великий заповнювач осідає вниз, а цементне молоко й розчин спливають і бетонна суміш втрачає однорідність.

При перевезеннях, здійснюваний узимку, виникає необхідність у запобіганні бетонної суміші від заморожування або збереженні заданої позитивної температури до моменту її доставки на місце, а при перевезеннях в умовах сухого жаркого клімату - запобіганні суміші від швидкого зневоднювання.

Технологічно припустима тривалість транспортування бетонної суміші залежить від початкової температури останньої, температури повітря, виду цементу й типу транспорту. Вона обчислюється з моменту завантаження суміші в транспортний засіб до початку ущільнення й у середньому не повинна перевищувати 60 хв (при цементах зі строками схоплювання не менш 1 г) при знижених температурах зовнішнього повітря (+5... + 100 С) тривалість транспортування може бути збільшена до 120 хв. Ця умова й визначає граничну дальність доставки бетонної суміші з урахуванням стану доріг швидкості, що допускається, руху й виду транспортного засобу.

Деякі дослідники вважають, що при позитивній температурі повітря під час перевезення бетонної суміші має місце приріст міцності бетону на 5. . . 8%. Це може бути пояснене лише тим, що первинна маломіцна крупнокристалічна структура суміші, що утворюється відразу після заутвору в результаті динамічних впливів у процесі транспортування й розвантаження, руйнується й внаслідок повторної гідратації на її основі утворюється вторинна, більш міцна кристалічна структура.

При відсутності спецавторанспорту допускається транспортувати бетонні суміші на короткі відстані самоскидами, при цьому слід здійснювати наступні заходи щодо їхнього вдосконалення:

- для зменшення втрат бетонної суміші при її перевезенні в самоскидах у результаті її виплескування рекомендується нарощувати борти його кузова не менш чому на 40 см;

- для ліквідації витoku розчинної частини бетонної суміші рекомендується ущільнювати місце, примикання заднього борту до кузова прокладками з листової гуми; транспортних стрічок, шлангів і т.д.;

- для збереження температури бетонної суміші, перевезеної автосамоскидами при температурах зовнішнього повітря, вище $+15^{\circ}\text{C}$ і нижче -5°C рекомендується термоізолювати кузов;

- для полегшення й, скорочення часу вивантаження бетонної суміші з кузова рекомендується використовувати вібробуджувачі, наявні в гідроциліндрах деяких самоскидів.

Автобетонозмішувачі. Автобетонозмішувач являє собою бетонозмішувальний барабан, змонтований на шасі автомобіля або на напівпричепі, буксованим сідельним тягачем, що й приводиться в рух від автономного двигуна автомобіля через коробку відбору потужності.

Автобетонозмішувачі в порівнянні з автомобілями-самоскидами й бетоновозами мають дві основні технологічні переваги:

- можливість збільшення відстані транспортування (до відомих меж) без зниження якості бетонної суміші і її втрат у шляху;

- порціонне розвантаження бетонної суміші, що дозволяє завантажувати бункера й бадді незалежно від співвідношення їх обсягів, і кузова машини, а також здійснювати дозовану подачу суміші при її розвантаженні безпосередньо в конструкцію.

В автобетонозмішувачах можна перевозити як суху, так і готову суміш. Під час перевезення сухої суміші в автобетонозмішувач завантажують отдозовані сухі компоненти. Вода надходить у барабан у шляху проходження з

водяного бачка. Початок перемішування призначають залежно від відстані перевезення, звичайно не раніше чому за 5...10 хв до доставки на пункт призначення. В умовах підвищеної вологості зовнішнього середовища дальність транспортування сухої суміші звичайно не повинна перевищувати 100... 120 км, тому що в результаті контакту сухої суміші з вологим заповнювачем, абсорбції вологи з повітря й, як наслідок, дострокової гідратації цементу якість бетонної суміші, перевезеної в автобетонозмішувачах, суттєво погіршується вже через 2...3 год перевезення. Є рекомендації, що передбачають пошарове завантаження зафіксованого барабана автобетонозмішувача через бічний завантажувальний отвір, що дає можливість уникнути контакту цементу всією своєю масою з вологими заповнювачами. Однак цей спосіб, що вимагає наявності в барабані завантажувального люка й пристрою для його відкривання й закривання, подовжує й ускладнює завантаження й тому мало використовується.

Закордонні фірми іноді практикують перевезення в автобетонозмішувачах компонентів бетонної суміші, перемішаних з невеликою порцією води. Утворену в такий спосіб вологу масу (шринк-бетон) можна перевозити на трохи більші відстані, чому готову суміш. З наближенням до місця розвантаження в барабан додають воду до норми. Однак цей метод порівняно складний і тому не може бути рекомендований для використання у вітчизняній практиці.

Транспортування легкобетонної суміші.

Доставляти легкобетоні суміші із заводу товарного бетону на об'єкт рекомендується в автобетонозмішувачах, у яких можна транспортувати не тільки готову бетонну суміш, але й частково приготовлену суху, а також додатково перемішувати її перед вивантаженням для підвищення однорідності й відновлення рухливості.

Тривалість транспортування готової легкобетонної суміші в автобетонозмішувачах залежно від її початкової рухливості й температури навколишнього повітря не повинна перевищувати 45-60 при використанні

водонасичених і 30-40 хв. – сухих заповнювачів. При більшій тривалості транспортування необхідно збільшити початкову рухливість бетонної суміші, що виготовленої на заводі, що веде до перевитрати цементу й підвищенню собівартості бетону. Щоб уникнути цього, легкобетону суміш додають у сухому виді або частково приготовлену. При використанні водонасичених пористих заповнювачів матеріали в бетонозмішувальний барабан завантажують у такому порядку: водонасичений пористий заповнювач, щільний пісок і цемент. Перед подачею води заутвору сипучий матеріал перемішують протягом 3-5 хв. Вода заутвору з водяного бака при обертанні барабана зі швидкістю 6-10 про/хв. Тривалість перемішування для одержання однорідної легкобетонної суміші – 15-20 хв.

Укладання бетонної суміші.

Подачу й укладання бетону в різні спорудження виконують, як правило, із застосуванням баштових і самохідних кранів, стрічкових конвеєрів, бетононасосів, пневмонагнітачів, бетоноукладачів, вібротранспорту.

Укладання бетонної суміші за допомогою кранів, бетоноукладачів, лотків використовується при укладанні до 50 м³ у зміну, за допомогою бетононасосів – при будь-яких обсягах, але економічно доцільно його застосування при укладанні не менш 45 м³ бетонної суміші в зміну.

До недавнього часу у більшості випадків бетонування монолітних конструкцій робили за схемою «кран-баддя». Але останнім часом широке поширення одержало напірне бетонування за допомогою бетононасосів. Воно має ряд переваг:

- можливість безперегрузочної доставки бетонної суміші безпосередньо до місця укладання без втрати її якості, у тому числі в недоступні або важкодоступні для інших видів місця;

- можливість ефективного розподілу бетонної суміші за допомогою доданих бетононасосам стріл-маніпуляторів;

- безперервність подачі бетонної суміші, що дозволяє при достатньому фронті робіт підвищувати інтенсивність бетонування й, що досить суттєво, зводити конструкцію без технологічних перерв і, отже без пристрою швів;

- захищеність бетонної суміші, що транспортується, від впливу зовнішнього середовища;

- відсутність значних вертикальних динамічних навантажень, які мають місце при розвантаженні з бадей і в ряді випадків є причиною обвалення опалубки й риштування;

- можливість бетонування масивних і протяжних заглиблених у ґрунт конструкцій без пристрою автомобільних естакад.

«Кран-баддя». Доставлена на будівельний об'єкт бетонна суміш подається кранами в баддях і вивантажується в опалублену бетонувальну конструкцію. Основні технологічні вимоги, пропоновані до бадей: герметичність, виключення втрат цементного розчину; зручність завантаження, розвантаження, очищення; мінімальна маса й вертикальний розмір бадді в робочім положенні; регульоване вивантаження бетонної суміші, що особливо необхідно при бетонуванні армованих і протяжних конструкцій; правильність розташування, надійність і зручність в експлуатації строповочних петель.

Напірне. Практика показала, що за інших рівних умов виробництва бетонних робіт виробіток одного бетонника при використанні автобетононасосів зростає приблизно вдвічі, а при укладанні суміші у важкодоступні для кранової подачі місця – в 3-5 раз.

До безсумнівних технологічних переваг напірного бетонування, слід віднести й порівняно високі вимоги до якості бетонної суміші. Ця обставина накладає тверді технологічні обмеження на весь технологічний ланцюжок, включаючи готування бетонної суміші, її доставку на будівельний майданчик і укладання її в конструкцію, і, отже, сприяє примусовій технологічній нормалізації всього процесу бетонування. Застосування напірного бетонування посилює й вимоги до конструкції опалубок у частині підвищення їх твердості й

міцності, тому що на бічні елементи опалубки залежно від інтенсивності бетонування може діяти значний розпірний тиск.

Тому що напірне бетонування здійснюється машинами безперервної дії, його найбільше доцільно використовувати при наявності на об'єкті більших зосереджених обсягів бетонних робіт. Разом з тим, як показала вітчизняна й закордонна практика, якщо бетононасоси мають мобільне виконання (змонтовані на автомобілі, самохідному або причіпному шасі) і оснащені спеціальними пристроями для розподілу бетонної суміші, їх застосування може виявитися економічно виправданим і в умовах розосередженого будівництва при обмежених обсягах бетонних робіт.

Зіставлення відносної собівартості подачі бетонної суміші в конструкції різними технологічними комплектами машин показано нижче.

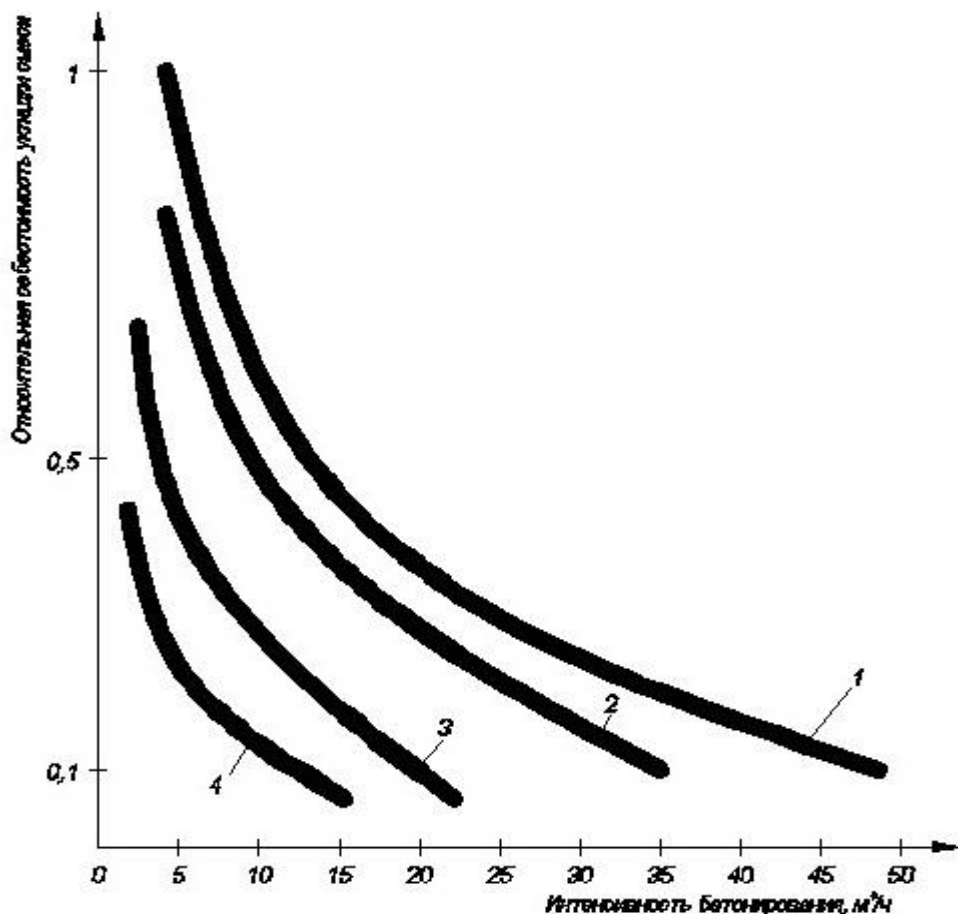


Рисунок 3.2 - Зміна відносної собівартості укладання бетонної суміші різними технологічними комплектами

1-бетононасос «Штеттер» з бетонозмішувачем СБ-69; 2-те ж, АБН-60 і СБ-69; 3-схема «кран-баддя»; 4-стрічковий бетоноукладач ЧОЛУ-20 і СБ-69.

Ущільнення бетонної суміші.

Однією з умов одержання високоякісного бетону із заданими фізико-механічними властивостями (міцність, щільність, водонепроникність, морозостійкість і ін.) є якісне ущільнення бетонної суміші. Його можна здійснювати:

- вібрацією в процесі укладання бетонної суміші (у цьому випадку забезпечується також і необхідний ступінь її зручноуладаємості);
- методом укочення в процесі укладання бетонної суміші; методом вакуумування покладеної бетонної суміші відразу після її укладання.

До ущільнення бетонна суміш являє собою багатокомпонентний конгломерат з пухкою структурою й пружно грузлими властивостями. Вона містить значну кількість повітря: у суміші твердої консистенції обсяг повітря досягає 40...45%, у пластичній - 10... ..15%. Орієнтовно ж можна вважати, що кожний відсоток повітря в суміші зменшує міцність бетону на 3...5%. Завдання ущільнення бетонної суміші полягає у видаленні повітря й поліпшенні внаслідок цього структури бетону.

Вібраційне ущільнення бетонної суміші.

Механізм вібраційного ущільнення бетонної суміші наступний. Під впливом вібрації частки бетонної суміші роблять змушені коливання, при цьому енергія, що спонукує, витрачається на визначення сил тертя й зчеплення між частками, отже, на руйнування структури цементного тесту. При вібрації частки суміші під дією гравітаційних сил перегруповуються, прагнучи зайняти по відношенню друг до друга більш стійке положення, і відбувається більш щільна «упакування» часток суміші. Одночасно під впливом цього фактора й виникаючого в зоні вібрації підвищеного тиску затиснені пухирці повітря витісняються з бетонної суміші. У результаті поліпшується структура бетону.

При зіставленні технологічної ефективності вібраторів різного типу враховують два критерії: хвильовий тиск на бетонну суміш і частоту коливань вібратора. Частота коливань визначає ступінь тиксотропності цементного тесту, а хвильовий тиск активізує внутрішні сили взаємодії в його структурі й сприяє ущільненню бетонної суміші.

Режим вібрування бетонної суміші характеризується зв'язаними між собою параметрами – амплітудою частотою коливань, а також тривалістю вібрування. При цьому чим нижче частота коливань, тим більше амплітуда.

По способу передачі коливань на бетон розрізняють вібратори: внутрішні (глибинні), що поринають робочим органом у бетонну суміш; зовнішні, прикріплені до опалубки й передавальні через неї коливання на суміш; поверхневі, установлювані на бетонувальну поверхню й передавальні коливання на шар, що укладається.

Ущільнення бетонної суміші укоченням.

При пристрої важких дорожніх покриттів і потужних плит, бетонуванні гребель і у ряді інших випадків, коли через більші об'єми укладання бетону вирішальними факторами є інтенсивність бетонування й скорочення вартості будівництва, успішно використовують метод ущільнення бетону, як укочення.

Практика ущільнення бетонної суміші методом укочення дозволяє рекомендувати бетонування масивних конструкцій із кладкою суміші двома трьома шарами товщиною 200-700 мм залежно від потужності котка. При цьому по кожному шару коток перші два проходи виконує без вібрації, а наступні з вібрацією. Число проходів котка встановлюють експериментально залежно від состава суміші, товщини шару й потужності котка.

Ущільнення бетонної суміші вакуумуванням.

Вакуумування бетонної суміші при бетонуванні тонкостінних конструкцій є одним з ефективних технологічних методів її ущільнення. Він дозволяє витягти з покладеної й уже ущільненої суміші близько 10...20% надлишкової (вільної) води заутвору й внаслідок цього суттєво поліпшити фізико-механічні властивості бетону. Вакуумування здійснюють за допомогою

вакуум-установки, яка створює розрідження, і приєднаних до неї поверхневих або внутрішніх приладів вакуумування.

Вакуумування бетонної суміші в порівнянні з іншими методами ущільнення (для певного класу конструкцій) має рядом техніко-економічних переваг. До них відносять наступне:

- можливість досягнення відразу після вакуумування міцності бетону 0,3...0,5 мПа, достатньої для часткового або повного распалубливання бетонувальною конструкції, затирання, залізнення або іншої обробки поверхонь;

- прискорення твердіння бетону, при яким міцність при стиску вже у віці 1...2 дня збільшується на 40..60 %, а у віці 5...7 днів - на 35.. ..40%. По даним деяких закордонних фірм, вакуумування дозволяє без додаткової витрати цементу підвищити міцність на стиск бетону в 28-денному віці (в умовах природнього твердіння) на 25. . .40% і на вигин - на 30%;

- зменшення у вакуумированном бетоні в порівнянні з вибруванням усадочних деформацій;

- підвищення морозостійкості бетону, тому що вакуумування зменшує водопоглинання бетону на 20...25% і капілярне підсмоктування в 2-3 рази.

[1,4,6,24,34]

Укладання легкобетонної суміші.

Бетонні суміші на пористих заповнювачах укладають за такою технологією. Щоб уникнути розшарування, а також порушення структури легкобетонних сумішей їх необхідно вивантажувати безпосередньо з автобетонозмішувачів і автобетоновозів або змішувачів-перевантажувачів у переносні бункери.

Висота вивантаження легкобетонної суміші з бетоноукладальних засобів не повинна перевищувати при бетонуванні конструкцій: вертикальних - 1,5, горизонтальних - 0,7 м. Трудомісткість укладання легкобетонної суміші вище, чим трудомісткість укладання важкої внаслідок зменшення часу її витримування до укладання в опалубку (для збереження підвищеної

зручноуладаємості). Крім того, при вивантаженні литий легкобетонної суміші з автотранспортних засобів і при подачі її бетоноукладальним устаткуванням неминуче відбувається часткова втрата рідкої фази, що містить пластифіцируючу добавку, що веде до зниження зручноуладаємості суміші. Тому при укладанні литтям доцільно використовувати бетононасосні установки. При перекачуванні легкобетонних сумішей у міру підвищення тиску й збільшення тривалості процесу зростає водовбирна здатність пористого заповнювача, і суміш збезднюється. У результаті змінюються її структурно-механічні й реологічні властивості, погіршується режим руху суміші по трубах і удобоперекачіваемость.

Максимальний розмір зерен великого заповнювача для важких бетонів - 40 мм, для легеньких - 20, але не більш $1/3$ діаметра трубопроводу застосовуваної бетононасосної установки. Зміст фракцій великого заповнювача визначається гранулометричним составом заповнювачів, який дозволяє одержувати бетонні суміші із заданими властивостями при мінімальній витраті цементу. Коефіцієнт розсунення зерен заповнювачів цементним тестом (з урахуванням залученого повітря) ухвалюють рівним 1,16...1,26.

Висока рухливість бетонних сумішей досягається введенням хімічних добавок. Вибір добавок і їх концентрації необхідно робити виходячи з умови одержання максимального технічного й економічного ефекту від їхнього застосування з урахуванням вимог, пропонованих до технології бетонних робіт і до бетону будівельних конструкцій.

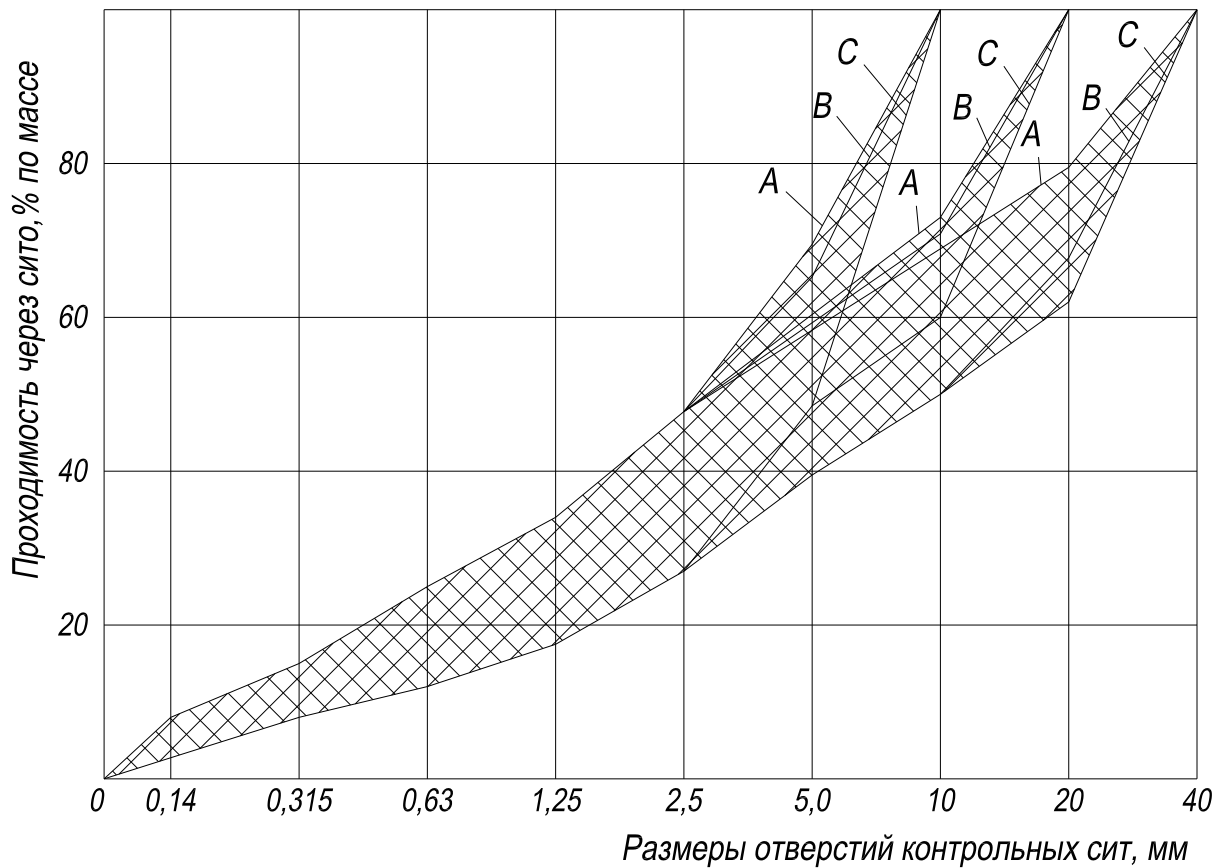


Рисунок 3.3 - Гранулометричний склад суміші й заповнювачів для високорухливих і литих бетонних сумішей з добавками:

А,В,С - граничні значення для сумішей відповідно рухливості 20...22,
16...18, 12...15 см

Установлене, що чим менше вводиться в легко бетонну суміш води для компенсації водовбирної здатності пористих заповнювачів, тем менше витрата цементу. Тому доцільно домагатися максимального зниження водовбирної здатності пористих заповнювачів їх попереднім водонасиченням.

Через підвищення внутрішнього тертя й опору зрушенню, а також повітрямісту легкобетонної суміші при укладанні й необхідності якісного заповнення елементів конструкцій зі складною конфігурацією й насичених арматурами вузлів слід надавати суміш короткочасної високочастотної (160-200Гц) віброобробці. Для цього використовують глибинні вібратори. Товщину шару оброблюваної легко бетонної суміші ухвалюють 20...25 см.

При бетонуванні плоских конструкцій з легкого бетону впливає мати на увазі, що зерна великого пористого заповнювача через меншу щільність можуть спливати. Тому для одержання рівної горизонтальної поверхні без наступного пристрою цементної стяжки застосовують спеціальні перфоровані настили й ґратчастий ролик, за допомогою яких частки, що спливали, утапливають у бетонну суміш, дозволяючи розчину піднятися до утвору рівного поверхневого шару. Щоб запобігти розшаруванню литий легкобетонної суміші й всплытие пористого заповнювача при віброущільненні, у суміш вводять повітрязалучаючих добавки в комплексі із пластифікаторами. Після закінчення укладання й розрівнювання на горизонтальній поверхні забетонуваних конструкцій іноді утворюється суцільний тонкий шар води, який через 20...30 хв знову поглинається бетоном. Це погіршує якість, знижує міцність, морозостійкість і зносостійкість поверхневого шару бетону. Вилучити воду, що виділилася, можна вакуумуванням бетонної поверхні або вібромеханізмом. На поверхні бетону укладають фільтрувальний матеріал (бавовняні тканини), а на нього перфорований аркуш або сітку. Під впливом переміщеного по сітці вібромеханізму вода з поверхневого шару бетону віджимається через фільтрувальний матеріал і сітку й надходить у водозбірник. Цей спосіб застосовують переважно при пристрої перекриттів і теплоізоляційних стяжок.

Вакуумування монолітних конструкцій з легкого бетону більш ефективно, ніж з важкого, тому що при цьому відсмоктуються вода й повітря не тільки з бетонної суміші, але й з пористого заповнювача, що підвищує його капілярну контракцію. У результаті ущільнюється структура бетону й підсилюється зчеплення цементного каменю з пористим заповнювачем. Кількість води, що відсмоктується з легкобетонної суміші, більше, чим з рівнорухливої важкої. Для підвищення інтенсивності вібровакуумування легень бетону доцільно створювати розрядження у вакуум-щитах не менш 0,07 мПа.

Легко бетонні суміші вимагають більш ретельного перемішування, тому трудомісткість їх готування трохи вище, чим важких. Однак при використанні

попередньо водонасичених пористих заповнювачів тривалість перемішування легко бетонних сумішей така ж, як і для сумішей на щільних заповнювачах.

При скороченні обсягів робіт по зведенню монолітних конструкцій у результаті заміни важкого бетону легеньом зменшуються кількість бетону, що укладається в бетонируемые конструкції, і відповідно витрати на його готування, транспортування із заводу на об'єкт, подачу й укладання.

Укладання легкобетонних сумішей при зведенні монолітних стін у ковзної й переставний опалубках здійснюють аналогічно укладанню литтям важкого бетону. Інтенсивність бетонування призначають залежно від тривалості досягнення бетоном мінімальної распалубочної міцності. Для прискорення досягнення распалубочної міцності застосовують термообробку, добавки-прискорювачі твердіння, просочення пористих заповнювачів розчинами добавок-прискорювачів, обігрівши конструкцій гарячим повітрям і ін.

3.4 Аналіз українського ринку встаткування для виробництва, транспортування й подачі товарного бетону

Устаткування для бетонних заводів.

За словами фахівців, сьогодні в Україні товарний бетон роблять:

- на будівельному майданчику: роблять у малих кількостях за допомогою найпростіших бетономішалок (у цьому випадку якість товарного бетону не гарантоване);
- на заводах ЗБК: роблять у відносно невеликих обсягах на пристосовані для цього бетонозмішувальних установках (стабільність якості товарного бетону не постійна через застаріле обладнання);
- на спеціальних бетонних заводах, побудованих тільки для випуску готових будівельних сумішей у промислових обсягах (стабільна якість товарного бетону, завдяки сучасним техніці й технології).

Застосування технології монолітного будівництва залежить від наявності підприємств, що виготовляють товарний бетон, саме в промислових обсягах. Для цього на українському ринку реалізуються стаціонарні й пересувні бетонні заводи як вітчизняні, так і закордонні.

Провідним українським виробником бетонозмішувального встаткування фахівці називають ЗАТ «Бетонмаш» (Слов'янськ, Донецька обл.).

У цей час це підприємство виготовляє різні типи бетонозмішувальних установок продуктивністю від 15 до 135 м³/год (з можливістю оснащення комп'ютерною системою керування).

Житомирське АТЗТ «Будмаш» спеціалізується на випуску бетонорозчинозмішувачів та ліній по виробництві бетону продуктивністю від 15 до 40 м³/ч. Зовсім недавно на ринку з'явився новий виробник – ЗАТ «Станкинпром» (Харків). У його номенклатурі – бетонорозчинозмішувальні установки продуктивністю 20, 40 і 80 м³/ч. Також металоконструкції для бетонозмішувальних установок виготовляють у Києві, Донецьку, Запоріжжі, Дніпропетровську й інших містах України.

Активно освоюють український ринок будівельних матеріалів і закордонні виробники.

На сьогоднішній день на ринку України представлений широкий спектр устаткування для виробництва бетону. Слід зазначити, що закордонні виробники встаткування приділяють особливої уваги різноманітним конструктивним особливостям. Завдяки такому підходу, сьогодні замовник може вибрати бетонний завод, не тільки виходячи з його вартості і якості виконання основних вузлів, але й залежно від передбачуваних умов роботи й особливостей наявного майданчика. Для цього існують різні моделі, у тому числі й бетонозмішувальні установки на автомобільному шасі. Поряд із цим інженерні розв'язки, які закладені в устаткування закордонних виробників, дозволяють підібрати замовникові інсмідуальний і оптимальний проект заводу для виготовлення товарного бетону.

Значну частину українського ринку займає встаткування німецьких виробників. Українському споживачеві знайома компанія «ТЕКА Гмбх». Устаткування цього виробника встановлене в Києві, Донецьку, Харкову, Львову. Характерна риса компанії – її унікальні інженерні розв'язки для кожного конкретного заводу, що включають можливість модернізації й удосконалення діючого виробництва.

Сьогодні ця компанія пропонує установки TRANSMIX і MIXOMAT з радіальним або рядовим способом завантаження інертних матеріалів, скіповою або транспортною подачею, продуктивністю від 20 до 120 м³/ч.

При цьому модельний ряд представлено трьома типами змішувачів: тарілчастий змішувач застосовується для виготовлення товарного бетону; двухвальний змішувач використовують, коли необхідні більші масиви твердого бетону при будівництві аеродромів, мостів і інших споруджень; планетарний змішувач застосовується при виготовленні дрібноштучних бетонних виробів (плитка, стінові блоки, бордюрні камені).

Вітчизняні забудовники знають і встаткування компанії LIEBHERR – Mischtechnik GmbH, яка виготовляє й реалізує широкий модельний ряд устаткування для виробництва товарного бетону.

Реалізується на українському ринку встаткування компанії ELBA – WERK Maschinen-Gesellschaft mbh (Німеччина). Сьогодні цей виробник виготовляє компактні міксцентри (EMC/ELMC), супермобільні установки (ESM), стаціонарні бетонні заводи модульного (EBC, EMA) і баштового типів (EMT).

Крім бетонних заводів фірма ELBA робить модулі бетонозмішувальних установок, які дозволяють здійснити реконструкцію й модернізацію вже існуючих застарілих бетонних заводів різних виробників. Установка нових модулів не вимагає таких капіталовкладень, як покупка нового бетонного заводу, підвищує продуктивність і оптимізує виробництво. При цьому проектування й комплектація кожного модуля проводиться після аналізу діючого виробництва замовника.

Виробнича програма компанії Schwing Stetter (Німеччина) включає компактні, горизонтальні, вертикальні й мобільні бетонозмішувальні установки. Горизонтальні заводи серії Н с виходом суміші від 55 до 125 м³/год поставляються із зіркоподібними, рядними складами або вертикальними бункерами, тарілчастими або двухвальними змішувачами. Найбільше поширення одержав завод Н1 продуктивністю 56 м³/год, а з нового покоління цієї серії – завод HN 2,25 із двухвальним змішувачем місткістю 2250 л фірми BHS.

На українському ринку широко представлене встаткування італійських виробників. Компанія Officine PICCINI виготовляє бетонні заводи продуктивністю 30 – 180 м³/год бетонозмішувальні установки (5-20 м³/ч).

Реалізується на вітчизняному ринку й устаткування для виробництва товарного бетону компанії O.CUOGHI. У даний момент цей виробник здатний запропонувати розв'язок будь-якої складності й для будь-якої компанії, будь те будівельна організація або компанія, що займається реалізацією будівельних матеріалів. З обліком цього на український ринок поставляється як устаткування, невеликої продуктивності від 5 м³/год – мобільні бетонні заводи на шасі, так і стаціонарні бетонні заводи продуктивністю від 20 до 270 м³/год, всілякої комплектації й модифікації.

Представлена на ринку й продукція компанії CIFA. Цей виробник пропонує кілька технічних розв'язків, пов'язаних з питаннями виготовлення бетонної суміші й виробництва бетону з великою фракцією заповнювача.

Заявив про свою зацікавленість вийти на український ринок і ще один італійський виробник устаткування для готування товарного бетону – компанія IME S.r.L. Ця фірма має багаторічний досвід виробництва й спеціалізується на виробництві бетонозмішувальних установок (5-20 м³/ч), стаціонарних і мобільних заводів (20 до 300 м³/ч).

Просувається на ринку й устаткування компанії ELKON A.S.(Туреччина) – стаціонарні й мобільні заводи продуктивністю від 16 до 120 м³ бетону й

розчину в годину й компанії SANY (Китай) – продуктивністю 90 і 120 м³ у годину.

Якість бетону в спорудженнях залежить не тільки від якості встаткування, яка використовується для виробництва цього будівельного матеріалу. На всіх етапах виробництва бетонних робіт є безліч факторів, які можуть впливати на якість бетону. Одна з них – це своєчасне укладання бетонної суміші в конструкцію. Зв'язане це з тим, що «строк життя» якості суміші всього 90-120 хвилин. І щоб не вийти за межі цього тимчасового інтервалу необхідно мати парк сучасних автобетонозмішувачів (АБЗ).

Автобетонозмішувачі.

До найбільш відомих українських виробників автобетонозмішувачів фахівці відносять автобетонозмішувачі TIGARBO з корисним обсягом барабана 7 і 9 м³ на базі автошасі КрАЗ виготовляє ХК «АвтоКрАЗ» (Кременчук).

Активно освоюють український ринок і закордонні виробники. Досить великим виробником автобетонозмішувачів є німецька компанія LIEBHERR – Mischtechnik GmbH. Сьогодні цей виробник виготовляє вісім типорозмірів засобів для транспортування бетону з корисним внутрішнім обсягом від 5 до 15 м³.

Представлена на ринку й техніка компанії PICCINI – автобетонозмішувачі із самозавантаженням SCOUT. Даний вид техніки дозволяє одержати від 1,5 до 5,7 м³ бетону на виході.

На вітчизняному ринку реалізується техніка таких компаній, як Schwing Stetter (Німеччина), GIFA (Італія), SANY (Китай) і інших виробників з далекого зарубіжжя.

Бетононасоси

На думку фахівців, своєчасна доставка товарного бетону на будівельний об'єкт важлива, але не єдина складова його якості. Обов'язкове дотримання правил обігу з бетоном під час подачі й укладання його в будівельну конструкцію – відповідальний етап, що впливає на якість об'єкта. На

будівельному майданчику близько 30 % працезатрат припадає на подачу й укладання бетону, а самі бетонні роботи належать до категорії найбільш трудомістких. Застосування бетононасосів забезпечує ефективність робіт з бетоном, значно підвищує якість і швидкість будівництва. Устаткування для подачі бетону може бути як стаціонарним, так і на базі автошасі. При цьому автобетононасоси постачені гідравлічною розподільною стрілою, що робить цю техніку більш мобільною.

Український ринок бетононасосів, в основному, це сфера діяльності закордонних виробників. При цьому широко представлена бетоноподавальна техніка німецьких компаній. Фірма ELBA – WERK виготовляє дві серії стаціонарних бетононасосів з потужністю подачі бетону від 45 до 57 м³/год і від 70 до 100 м³/ч. Насосна частина автобетононасосів ELBA має потужність подачі бетону від 70 до 130 м³/ч.

Модельний ряд компанії Putzmeister AG представлений різними моделями бетононасосів із продуктивністю від 17 до 200 м³/ч. Компанія Schwing Stetter виготовляє бетононасоси з подачею бетону від 90 до 163 м³/год на висоту від 23 до 58 м.

На будівельному ринку України реалізують різні моделі бетононасосів італійських виробників. Стаціонарні й автобетононасоси продуктивністю 15 – 150 м³/година (дистанція подачі до 200 м по вертикалі й до 500 м по горизонталі з висотою стріли автобетононасоса від 18 до 53,5 м) виготовляє італійська компанія MECBO. Цей виробник виготовляє також бетонораздаточні стріли різних моделей, які значно розширюють виробничі можливості стаціонарних бетононасосів, дозволяючи укладати бетон у місцях важкодоступних для прокладки бетоновода.

У виробничому асортименті компанії CIFA присутні бетононасоси з подачею від 87 до 180 м³/год на висоту від 24 до 52 метрів.

Представлена на українському ринку техніка з Китаю. Фірма SANY виготовляє стаціонарні бетононасоси продуктивністю від 40 м³ до 121 м³ у годину, з дальністю подачі до 1500 м по горизонталі й до 350 м по вертикалі. А

також автобетононасоси з вильотом стріли від 37 м до 56 м. Крім цього, окрему позицію займають бетонороздаточні стріли.

Розглядаючи встаткування для подачі бетону, а також розвиток будівельної галузі, можна із упевненістю говорити про те, що основним завданням, яке коштує перед конструкторами при розробці нових моделей бетононасосів, залишається збільшення висоти подачі бетону. При цьому актуальним питанням, залишається підвищення надійності конструкції, зниження або збереження на колишньому рівні маси й габаритної довжини установки в транспортнім положенні, її стійкості при роботі й безпеки.

Реалізація

Фахівці відзначають, що бетонні заводи, автобетонозмішувачі й бетононасоси ставляться до розряду високотехнічного встаткування, застосування якого вимагає певних навичок. З обліком цього система реалізації має свої особливості. Деякі закордонні виробники цього встаткування мають в Україні свої представництва або надають ці функції відомим українським компаніям.

Офіційним і ексклюзивним представником німецького виробника ТЕКА є компанія «СБТ» (сучасні бетонні технології), яка концептуально підходить уводити, увести до ладу реалізації встаткування й пропонує своїм клієнтам ряд додаткових послуг. Серед них можна відзначити, виготовлення частини встаткування в Україні, навчання персоналу замовника, а також фінансування угоди на тривалий строк під невеликі відсотки. Наприклад, можливість кредитування по міжнародній лінії HERMES (авансовий платіж становить 15% на строк до 5 років, із процентною ставкою від 10,5% річних у євро). Фінансовий лізинг (авансовий платіж від 20% на строк до 7-10 років, подорожчання об'єкта лізингу в рік 7%).

Інтереси італійських виробників – МЕКВО (бетононасоси) і PİCCINI (бетонозаводи) на українському ринку представляє компанія MSBUD, яка також використовує різні механізми для просування встаткування. Прикладом цього може служити фінансовий лізинг – спеціальна програма компанії разом з

Українською Лізинговою Компанією із продажу будівельної техніки з авансовим платежем від 25% вартості лізингового майна на строк до 3-5 років.

Роботу із просування встаткування здійснюють і інші представництва закордонних виробників. Так, устаткування ELBA на українському ринку представляє представництво компанії ELBA-WERK Maschinen-Gesellschaft mbh В Україні, а встаткування LIEBHERR – представництво компанії LIEBHERR. Офіційний представник італійського виробника встаткування для бетонних заводів O.CUOGHI у СНД – компанія «Універсал Сервіс» (Одеса).

Поряд із представництвами закордонні виробники для реалізації свого встаткування розбудовують дилерську мережу. Офіційним дилером машинобудівного заводу PUTZMEISTER В Україні виступає фірма «ВАРТ».

Ексклюзивний дилер компанії SANY – компанія «Авіабудсервіс» (Київ).

Автобетонозмішувачі під торговельної маркою TIGARBO реалізує супермаркет вантажний автотехники «Автек», з 2006 р. офіційній промислово-торговельній групі «TIGARBO» на території України.

Розглядаючи систему реалізації, слід зазначити, що більшість компаній, які займаються продажем устаткування для виробництва, транспортування й подачі товарного бетону проводять консультування й навчання своїх клієнтів, здійснюють проектування, монтаж і пуско- налагодження бетонних заводів, надають гарантійне й післягарантійне сервісне обслуговування.

Ключовими фігурами на ринку продавців змішувального встаткування зможуть стати тільки ті виробники, які запропонують своїм споживачам можливість реструктуризації існуючого бізнесу, допоможе своїм покупцям у фінансуванні й організації бізнесу з нуля. Сьогодні це дуже актуальне питання для українських виробників товарного бетону.

Головна проблема українського ринку встаткування для виробництва, транспортування й подачі товарного бетону – наявність великої кількості морально й фізично застарілої бетонної техніки, на якій неможливо стабільно випускати необхідні марки бетону, через пріоритет людського фактора в технологічних процесах.

Фахівці компанії «Універсал Сервіс» (Одеса), погоджуючись із цим твердженням, відзначають, що проблемою є недостатнє фінансування. Відомо, що багато виробників виготовляють бетон на застарілім обладнанні й не кожний власник підприємства має фінансові ресурси для придбання імпортного або вітчизняного заводу. Подібна ситуація характерна й у сегменті засобів доставки й подачі товарного бетону.

Ще однією проблемою даного ринку, на думку фахівців MSBUD, є відставання регіонів в оснащенні сучасним устаткуванням; чому далі від столиці, тем менше пропозицій по сучасній будівельній техніці, відповідно, і попит на неї великий. Це, у свою чергу, впливає на своєчасне забезпечення будівельного об'єкта всіма необхідними видами бетонної суміші.

Ряд аналітиків відзначають, що основними замовниками «бетонного» устаткування будуть, насамперед, великі будівельні компанії. Однак не виключене, що власниками сучасних бетонних заводів можуть стати й виробники цементу. Тим більше, що контрольний пакет акцій багатьох українських цементних підприємств належить іноземним компаніям.

ВИСНОВКИ

1. Аналіз українського ринку будівельної опалубки показав, що в сегменті вертикальної опалубки по застосовності в Україні лідируюче місце займають опалубні системи німецького виробництва, а в сегменті горизонтальної опалубки - лідируюче місце займають українські виробники.

2. Детальний аналіз конструктивних технологічних і техніко-економічних параметрів найбільше широко використовуваних типів опалубок показав, що найбільш економічними й менш трудомісткими є крупнощитова та блокова конструктивний тип опалубних систем.

3. Порівняльний аналіз вартісних показників і оборотність найбільш застосовуваних типів крупнощитові опалубки виробництва України, та Німеччини показав, що по величині питомої вартості ($C_{yo} = \frac{C_{об}}{n}$) провідне місце займають німецькі опалубні системи.

4. Для зведення монолітних будинків найбільш перспективними можуть бути бетонні суміші на пористих заповнювачах з добавками суперпластифікаторів (Дофен, Релаксол, BOERMAN, DRIZORO, ISOMAT, DEITERMAN), що дозволяє застосовувати оптимізовані технології монолітного будівництва.

5. Найбільш прийнятними методами транспортування й укладання бетонних сумішей можуть уважатися по засобах бетононасосів і пневмонагнітачів виробників SCNWING, ZOONLION, ELBA, які мають певна перевага при порівнянні з укладанням за схемою «кран-баддя» або насосами інших типів.

6. Найбільш широке поширення по догляду за бетонною сумішшю в жаркий або холодний період одержав метод застосування хімічних добавок, залежно від часу робіт сповільнювачі або прискорювачі схоплювання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Атаев С.С. Технология индустриального строительства из монолитного бетона. Москва : Стройиздат, 1989. 336 с.
2. Батраков В.Г. «Добавки – ключ к решению проблем технологии бетона». *Химические и минеральные добавки в бетон*. 2005г.
3. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны. *Теория и практика*. 2-е изд., перераб. и доп. Москва : Стройиздат, 1998. 768с.
4. Башлай К.И. Бетонные и железобетонные работы. Москва : Стройиздат, 1987. 320 с.
5. Березовский Б.И., Евдокимов Н.И., Жадановский Б.В. Возведение монолитных конструкций зданий и сооружений. Москва : Стройиздат, 1981. 335 с.
6. Галышева А.Б., Бачинский В.Я. Железобетонные конструкции. Киев : Логос, 2001. 418 с.
7. Горчаков Г.И. Строительные материалы. Учебник для студентов вузов. Москва : Высшая школа, 1981. 412 с.
8. Журнал «Строительство и реконструкция». №5. 2006г.
9. Журнал «Строительство и реконструкция». №3. 2007г.
10. Збірник наукових праць „Будівельні конструкції”. Вип.56/ Під. ред. Кривошеєв П.І. Київ: НДІБК, 2002. 358с.
11. Инструкция по эксплуатации опалубки «КРАМОС» . Москва : 2005. 74с.
12. Каталог елементів опалубки ТМ „БудМайстер” Павлоград : 2006. 30с.
13. Каталог элементов опалубки «КРАМОС». Москва : 2005. 128 с.
14. Каталог опалубки «РОБУД». Киев, 2006. 85с.
15. Королев П.Г. Сборник задач по сопротивлению материалов. Изд.2. Киев : Высшая школа, 1977. 288с.

16. Косенков Е.Д. Возведение высотных зданий и сооружений из монолитного железобетона. Киев : Будівельник, 1982. 144с.
17. Металлические конструкции. Общий курс: Учебник для вузов. 6-е изд., перераб. и доп. Москва : Стройиздат, 1986. 560с.
18. Притула С.Ф. Технологія будівельних процесів: Навч. посібник. Київ: ІЗМН, 1996. 140 с.
19. Руководство к опалубочным системам PASCHAL – Германия, 2006. 258с.
20. Руководство по конструкциям опалубок и производству опалубочных работ. Центр. н.-и. и проект.эксперимент. ин-т организации, механизации и технической помощи строительству Госстроя СССР. Москва : Стройиздат, 1983. 501 с.
21. Савинов О.А. Лавринович Е.В. Вибрационная техника уплотнения и формирования бетонных смесей. Ленинград: Стройиздат, Ленингр. отд-ние, 1986. 280 с.
22. Сборник докладов и тезисов «Дни современного бетона» - Запорожье: ООО «Будиндустрия», 2005. 104с.
23. Современные бетоны. Под.ред.-А.В.Ушерова-Маршак. Запорожье: ООО «Будиндустрия», 2007. 225 с.
24. Шихненко И.В., Власенко И.А., Бондарчук А.В. Справочник по бетонным работам. – Киев : Будівельник, 1987. 208 с.
25. Хімічні і мінеральні добавки в бетон / За заг. ред. О. Ушера – Маршака. Харків : Колорит, 2005. 280 с.
26. Чирков Ю.Б., Коломиец В.Д. Напорное бетонирование монолитных конструкций и сооружений. Киев : Будівельник, 1989. 96с.
27. ДБН Г.1-5-96 Будівельна техніка, оснастка, інвентар та інструмент. Нормативна база оснащення будівельних організацій (бригад) засобами механізації, інструментом і інвентарем. Київ: Держкоммістобудування України, 1997. 161 с.

28. ДСТУ Б А.3.1-13:2010 Номенклатура показників якості будівельної продукції. Основні положення. Київ : Мінрегіонбуд України.2010. 32 с.
29. ДСТУ Б А.2.4-4:2009. Система проектної документації для будівництва. Основні вимоги до проектної та робочої документації– [Чинний від 2009–01–24]. Київ : Держстандарт України, 2009. 70 с.
30. Павлов І. Д. Системотехнічні основи вироблення оптимальних організаційно-технологічних рішень будівельного виробництва. : автореф. дисс. ... докт. техн. наук: 05.02.21 /І. Д. Павлов. Харьков, 1997. 47 с.