

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

**ТЕХНОЛОГІЯ БЕТОННИХ
І ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ**
частина 1

Методичні вказівки

до практичних занять і індивідуальної роботи під контролем
викладача для студентів спеціальності 7.092104
«Технологія будівельних конструкцій, виробів і матеріалів»

Київ 2007

ЗМІСТ

Загальні положення	3
1. Характеристика продукції і вимоги до неї	3
2. Характеристика сировинних матеріалів, напівфабрикатів і комплектувальних виробів	5
3. Характеристика альтернативних технологічних ліній	7
4. Транспортно–технологічна схема виготовлення продукції	8
5. Визначення параметрів і режимів операцій стадійних процесів	9
6. Вибір обладнання технологічної лінії	13
7. Розрахунок трудомісткості виготовлення виробів	15
8. Визначення тривалості стадійних процесів	16
9. Карта технологічного процесу	17
10. Рекомендована література	18

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ.

Відповідно до робочої програми першої частини навчальної дисципліни «Технологія бетонних і залізобетонних конструкцій» заплановано 12 годин практичних занять для студентів денної форми навчання і 6 годин індивідуальної роботи під контролем викладача. Для студентів заочної форми навчання – 10 годин практичних занять.

На практичних заняттях розглядаються конкретні задачі, пов'язані з виконанням комплексного курсового проекту.

Вихідними даними до виконання 9 завдань для кожного студента є вихідні дані до його комплексного проекту.

Студенти денної форми навчання виконують ці задачі на практичних заняттях та ІРК за розкладом під керівництвом викладача.

Студенти заочної форми навчання частину завдань виконують самостійно на протязі осіннього семестру, консультуючись з викладачем за графіком деканату.

Завдання виконують послідовно, бо вихідні дані до кожного наступного завдання отримують в результаті виконання попереднього.

Кожне індивідуальне практичне завдання, виконане студентом, перевіряє і підписує викладач.

Заняття 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОДУКЦІЇ І ВИМОГИ ДО НЕЇ

Вихідні дані:

- заданий тип і марка конструкції;
- умови експлуатації конструкцій.

Зміст роботи:

1. Креслення заданої залізобетонної конструкції.
2. Характеристика конструкції.
3. Специфікація арматури.
4. Вимоги нормативних документів для заданої конструкції.
5. Вимоги до виготовлення заданої конструкції.

Вказівки до виконання:

1. Користуючись альбомами робочих креслень та ГОСТ (5,7–16, 22–25, 27–30, 32–34, 35–60, 63, 65, 68–75, 77–88, 90) збірних залізобетонних конструкцій студенти виконують креслення 2–х проєкцій конструкції в масштабі 1:50 із значенням основних розмірів.

2. Характеристику заданої конструкції виконують у формі таблиці 1.1.

Всі зазначені параметри конструкції містяться в альбомах робочих креслень.

Таблиця 1.1

Характеристика _____
назва конструкції

Найменування параметру	Одиниця виміру	Величина	Примітка
Геометричні розміри:			
Довжина			
Ширина			
Висота			
Вид бетону			
Клас бетону			
Марка бетонної суміші			
Об'єм бетону			
Число і маса напружуваних стержнів			
Число одиниць і маса ненапруженої арматури			
Маса виробу			

3. Специфікацію арматури виконують у формі таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

Марка арматурних елементів і їх кількість	Ескіз	Характеристика арматури						
		позиція	клас	діаметр	довжина	кількість	вибірка арматури	
							ΣL , м	ΣG , кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9

4. Вимоги нормативних документів до заданої конструкції визначені стандартами на відповідні конструкції. Не слід переписувати повністю всі вимоги, а тільки основні і сформулювати їх стисло і ясно.

5. Вимоги до виготовлення конструкції, як правило, визначаються в технологічних картах і технічних умовах на виготовлення, і залежать від виду технологічної лінії.

Формулюючи вимоги, слід зазначити положення, в якому передбачено виготовляти конструкцію.

Заняття 2. ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИННИХ МАТЕРІАЛІВ, НАПІВФАБРИКАТІВ І КОМПЛЕКТУВАЛЬНИХ ВИРОБІВ

Вихідні дані:

- характеристика продукції;
- специфікація арматури;
- вимоги до заданої продукції.

Завдання:

1. Вибір сировинних матеріалів для бетонної суміші і будівельних розчинів.

2. Визначення складу бетонної суміші.
3. Характеристика арматурної сталі.
4. Характеристика напівфабрикатів.
5. Характеристика комплектувальних виробів.
6. Складання таблиці 2.1.

1. Виходячи з характеристики продукції і вимог до неї, а також умов експлуатації, вибирають сировинні матеріали до бетонної суміші – вид і марку в'язучого, вид і допустимі фракції крупного і дрібного заповнювача, вид добавки до бетону. Якщо для виготовлення конструкції передбачено використання будівельного розчину, тоді, в залежності від марки і призначення розчину, вибирають вид і марку в'язучого і заповнювача.

Технічну характеристику підібраних сировинних матеріалів для бетонної суміші і розчинів визначають за нормативними документами (ДСТУ і ГОСТ) [6,18,61,62,64,66,67,76,93,94,97,98,101,104,106,107,108–112,114].

2. Склад бетонної суміші визначають виходячи з марки бетону, марки бетонної суміші і умов експлуатації.

Рецептуру бетонної суміші і будівельних розчинів можна прийняти за довідниковими даними, або за розрахунками [89,93,103].

3. Характеристика арматурної сталі для арматурних виробів.

За специфікацією арматури визначають класи і марки арматурної сталі для арматурних сіток, каркасів, закладних деталей і напружуваних елементів, та наводять їх технічну характеристику за ГОСТ і ДСТУ [20,97].

4. Характеристика напівфабрикатів.

Напівфабрикатом для збірної залізобетонної конструкції є бетонна суміш [19,113], напружувані арматурні елементи, сітки, каркаси, закладні деталі будівельні розчини [103].

Для бетонної суміші і розчину визначають вид, марку за жорсткістю або рухливістю [91,120].

Для всіх арматурних елементів – габарити і масу.

5. Комплектуючими виробами в залізобетонних конструкціях різного призначення можуть бути: теплоізоляційні вироби, облицювальні вироби, елементи прихованої електропроводки, столярні вироби і т.і. Їх наявність і

характеристику встановлюють за альбомами робочих креслень заданих конструкцій.

6. Всю інформацію про сировинні матеріали, напівфабрикати і комплектувальні вироби представляють у вигляді таблиці 2.1.

Таблиця 2.1.

Характеристика сировинних матеріалів,
напівфабрикатів і комплектуючих виробів

№позиції	Найменування	Нормативний документ	Технічна характеристика	Правила транспортування, супроводжуюча документація	Правила приймання і складування	Норма витрати на одиницю продукції
1	2	3	4	5	6	7

Заняття 3. ХАРАКТЕРИСТИКА АЛЬТЕРНАТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЛІНІЙ ВИГОТОВЛЕННЯ ПРОДУКЦІЇ

Вихідні дані:

- характеристика базового виробу;
- середньорічний попит на продукцію;
- заданий тип технологічної лінії.

Зміст роботи:

1. Характеристики технологічних ліній.
2. Порівняння показників технологічних ліній.

Вказівки до виконання:

1.1. Склад операцій підготовки форм і оснащення визначають виходячи з особливості конструкції форм (горизонтальна чи вертикальна, одиночна чи групова та інші) та необхідності використання формоутворюючих елементів (прорізоутворювачів, вкладишів матриць та інші) [1, 2, 90, 121, 124–126].

1.2. Операційний склад процесу армування встановлюють в залежності від виду заданої конструкції (ненапружена, напружена). Для попередньо напружених конструкцій слід враховувати спосіб напруження і встановити перелік операцій для його реалізації. [1,120–126].

1.3. Склад операцій формування виробів пов'язаний із особливостями конструкцій, видом формувального оснащення, способом формування і видом технологічної лінії [1,2,4,90,121,124,125,126].

1.4. Стадійний процес тверднення залежить від способу прискореного тверднення і теплотехнічного обладнання прийнятої технологічної лінії [120,121,124,125].

1.5. Процес розпалублення за складом операцій залежить від стадії на якій виконують часткове або повне розпалублення, від способу тверднення, а для попередньо напружених конструкцій і способу передавання напруги на бетон.

2. Транспортно–технологічна схема повинна відображувати повний склад операцій (робочих, транспортних і контрольних), послідовність їх виконання з моменту підготовки формувального оснащення до моменту вивезення готової продукції до складу з урахуванням подавання напівфабрикатів (бетонної суміші, арматурних виробів) та комплектувальних виробів (облицювальної плитки, теплоізоляційних виробів та інші); [126].

Заняття 5. ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ І РЕЖИМІВ ОПЕРАЦІЙ СТАДІЙНИХ ПРОЦЕСІВ.

Вихідні дані:

- технічні вимоги до залізобетонної конструкції;
- операційний склад стадійних процесів.

Зміст роботи:

1. Параметри операцій підготовки формувального оснащення.
2. Параметри операцій армування ненапруженими елементами і режими напруження арматури.
3. Параметри і режими процесу формування.
4. Режим тверднення.
5. Умови та параметри розпалублення.

Вказівки до виконання:

1. Основними параметрами формувального оснащення є:

– формувальна площа, m^2 , тобто площа, яка безпосередньо контактує з бетоном і яку необхідно чистити і змащувати.

Відповідно до конструкції форми обчислюють площу всіх елементів форми (піддон, бортові елементи, розділювальні елементи, тощо);

– масу формооснащення, т, визначають за питомою металомісткістю форм, яка залежить від виду і конструкції форми і, перш за все, виду виробу, який в ній формують. Масу визначають за довідниковими даними [31,120,126];

– маса формоутворюючих елементів, які встановлюють у форму додатково для отримання прорізів і отворів, особливих профілів та інше, обчислюють за геометричними розмірами деталі, враховуючи товщину сталі 5–8 мм і її середню густину – $7,8 \text{ т/м}^3$;

– число формоутворюючих елементів залежить від конструкції виробу;

– число з'єднань в формах визначають конкретно для різних видів форм.

Результати розрахунків наводять у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1.

Параметри операцій підготовки формувального оснащення

Операції стадійного процесу	Одиниця виміру	Параметри				
		Площа формооснащення, m^2	Маса формооснащення, т	Маса формоутворюючих елементів, т	Число формоутворюючих елементів, шт.	Число з'єднань форми, шт.

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

2.1. Параметри операцій армування ненапруженими арматурними виробами є:
– габарити арматурних виробів, їх число і маса.

Дані про кожний арматурний елемент записують у таблиці 5.2.

Таблиця 5.2.

Параметри операцій армування ненапружених залізобетонних конструкцій

Операції стадійного процесу	Параметри			
	Довжина, м	Ширина, м	Маса, кг	Число, шт
1	2	3	4	5

2.2. Операції армування напружуваними арматурними елементами характеризується:

параметрами: – масою напружуваних елементів, їх числом, довжиною заготовки, розрахунковим подовженням;

режимами: – проектним напруженням, зусиллям натягу (для механічного напруження), температурою і тривалістю нагрівання для електротермічного напруження [120,121,123].

Визначені параметри і режими записують у таблицю 5.3.

Таблиця 5.3.

Параметри і режими операцій армування попередньо напружуваними елементами

Операції стадійного процесу	Параметри				Режими			
	Маса арматур. елементу, кг	Число арматур. елементу, шт	Довжина заготовки $L_{заг}$, мм	Розрахункове подовж. Δl_{o_2} , мм	Проектне напруження, σ_{sp} , МПа	Зусилля натиску, кН	Температура нагрівання, °С	Тривалість нагрівання, τ_c
1	2	3	4	5	6	7	8	9

3. Параметри і режими процесу формування встановлюють в залежності від розмірів виробу, прийнятого способу укладання та розрівнювання бетонної суміші у формі, ущільнення її.

Визначені значення параметрів і режимів наводять у таблиці 5.4.

Таблиця 5.4.

Параметри і режими формування

Операції стадійного процесу	Параметри конструкції				Режими ущільнення бетонної суміші			
	Довжина, L, мм	Ширина, B, мм	Висота, h, мм	Об'єм V, м ³	Амплітуда коливань, A, мм	Частота коливань, f, Гц	Тиск вібропресування або віброштампування, P, МПа	Тривалість ущільнення, $\tau_{\text{хв}}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9

4. Визначення режиму тверднення виконують за нормативними даними [91,92,120,121,124,126].

Число стадій тверднення, температурно-вологісний режим і тривалість процесу залежать від конструктивних особливостей виробу і характеристики бетонної суміші. Режими тверднення записують у таблицю 5.5.

Таблиця 5.5.

Режими тверднення

Стадії процесу	Режим			
	Тривалість, T, год	Температура, t, °C	Вологість, W, %	Швидкість нагрівання, °C/год
1	2	3	4	5

5. Параметри процесу розпалублення встановлюють виходячи з прийнятих в технології умов розпалублення, маси розпалублюваних виробів, кількості

виробів в одній формі, числа формоутворюючих елементів, які виймають або переміщують при розпалубленні та їх маси, а також числа попередньо–напружених стержнів, напругу яких треба передати з упорів форми на бетон. Значення зазначених параметрів наводять в таблиці 5.6.

Таблиця 5.6.

Параметри операцій розпалублення

Операції стадійного процесу	Параметри					
	Маса виробу, т.	Число виробів у формі, шт.	Число формоутворюючих елементів, шт.	Маса формоутворюючих елементів, т.	Число з'єднань у формі, шт.	Число напружених стержнів, шт.
1	2	3	4	5	6	7

Заняття 6. ВИБІР ОБЛАДНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ.

Вихідні дані:

- операційний склад стадійних процесів;
- параметри і режими операцій.

Завдання:

1. Підібрати обладнання для виконання всіх операцій стадійних процесів.
2. Скласти таблицю 6.1 технічної характеристики всіх видів обладнання.

Вказівки до виконання:

1. Підбирати обладнання слід виходячи з того, що операції всіх стадійних процесів повинні бути максимально механізованими і автоматизованими.

Визначальним при виборі обладнання є параметри і режими операцій стадійних процесів [121,123,125].

– Для очищення і змазування форм і формоснащення не існує стандартного обладнання, а нестандартне комплектується із окремих робочих блоків (інерційних фрез, щіток, перфорованих розпилювачів) в залежності від виду і розмірів формувального оснащення [124,126].

– Складання форм і формувального оснащення (встановлення у робоче положення бічних конструктивних елементів) може здійснюватися пристроями з пневматичними, або гідроциліндрами, а невисокі (до 30 см) бічні борти горизонтальних форм – вручну [124].

– Укладання арматурних елементів виконують спеціальними арматуроукладачами, мостовими або консольними кранами, і якщо маса арматурного елемента менша 25 кг – вручну. Для попереднього напруження механічного і електротермічного підбирають відповідно гідродомкрат за розрахунковим зусиллям натягу або установку для електротермічного розігрівання арматури. Для закріплення в упорах – відповідні затискачі, або анкери.

– Формування конструкцій здійснюють обладнанням для укладання бетонної суміші і для її ущільнення. Значна частина бетонороздавачів і бетоно– і розчиноукладачів, а також віброплощадок центрифуг, касетних установок – це серійне обладнання [1,115,121,125].

Для формування деяких видів залізобетонних конструкцій (об’ємних блоків, віброгідропресованих труб, мостових конструкцій, та інш.) використовують нестандартне обладнання, характеристики якого визначають виходячи із габаритних розмірів і параметрів операцій процесу.

– Теплотехнічне обладнання визначається типом заданої технологічної лінії. В цьому параграфі визначають габарити секції ямних камер, розміри попереднього перерізу щілинних і тунельних камер, розміри пакета термоформ при безкамерній тепловій обробці [116].

– Для розпалублення більшості виготовлених конструкцій використовують теж саме обладнання, що і для складання форм і формувального оснащення.

– При розпалубленні попередньо напружених конструкцій вибирають засоби передавання напруги на бетон.

2. Технічну характеристику технологічного обладнання наводять у формі таблиці 6.1.

Таблиця 6.1

Технічна характеристика технологічного і
теплотехнічного обладнання

№	Найменування	Марка	Характеристика				
			Продуктивність	Встановлена потужність, кВт	Габарити, мм		
					L	B	H
1	2	3	4	5	6	7	8

Для стандартного серійного обладнання всі технічні дані вписують із довідників, для нестандартного обладнання – з технологічних карт та інших інформаційних джерел.

Заняття 7. РОЗРАХУНОК ТРУДОМІСТКОСТІ.

Вихідні дані:

- операційний склад стадійних процесів;
- параметри і режими стадійних процесів;
- характеристика технологічного обладнання лінії.

Зміст роботи:

Трудомісткість процесів:

- підготовки форм і формувального оснащення;
- армування;
- формування;
- тепловологої обробки;
- розпалублення.

Вказівки до виконання:

Для визначення трудомісткості операцій стадійних процесів за методикою [3] необхідно скористатися нормативами часу на виробництво відповідної продукції [117,118,119,127,128], заводськими технологічними картами.

Розрахунки трудомісткості і тривалості виконання операцій наводять у формі таблиці 7.1.

Таблиця 7.1

Поопераційна трудомісткість процесу

Стадійний процес	Операції і елементи операцій	Об'єм роботи на виріб	Одиниця виміру	Норма на одиницю			Витрати часу, хв.
				Професія, розряд	Число робітників	Трудо-місткість, люд. хв.	
1	2	3	4	5	6	7	8

Заняття 8. ВИЗНАЧЕННЯ ТРИВАЛОСТІ СТАДІЙНИХ ПРОЦЕСІВ.

Вихідні дані:

- операційний склад стадійних процесів;
- обладнання постів технологічного процесу;
- поопераційна трудомісткість процесу.

Завдання:

- 1– побудова поопераційного графіка;
- 2– оптимізація виконання робіт на всіх постах технологічної лінії;
- 3– визначення тривалості стадійних процесів;
- 4– визначення числа робітників.

Вказівки до виконання:

1. Знаючи операційний склад і трудомісткість виконання процесу виготовлення конструкції розробляють поопераційний графік стадійних процесів за формою таблиці 8.1 [3].

Таблиця 8.1

Поопераційний графік

5	○	○	Виконавці	Г	Г	Поточний час
---	---	---	-----------	---	---	--------------

В карті технологічного процесу (ТП) розглядається не повний технологічний процес, а тільки та його частина, яка здійснюється у формувальному цеху, тобто, ті стадійні процеси, які розглянуті у транспортно–технологічній схемі. Карта ТП вміщує інформацію про стадійні процеси, операції стадійних процесів (завдання 4), режими і параметри операцій стадійних процесів (завдання 5), технологічне і теплотехнічне обладнання (завдання 6), тривалість виконання операції (завдання 8), та вимоги до якості напівфабрикатів в межах даної операції, які треба сформулювати.

1. Виходячи з вимог до виконання кожної наступної операції визначають основні вимоги до стану і якості виробу на даній стадії (напівфабрикату). Наприклад, операція негайного вилучення формоутворюючих елементів – порожниноутворювачів може бути виконана тільки після закінчення ущільнення бетонної суміші і забезпечення коефіцієнта ущільнення в межах 0,96–0,98, або операція передавання напруги на бетон при розпалубленні попередньо напружених конструкцій може відбуватися тільки при набутті бетоном передавальної міцності, 70–80% проектної міцності і т.ін.

2. Карту технологічного процесу виготовлення конструкцій складають у формі таблиці 9.1.

Таблиця 9.1.

Карта технологічного процесу виготовлення

№ по зиції	Стадійні процеси і технологічні операції	Параметри і режими процесів і операцій	Технологічне обладнання	Тривалість виконання операцій, хв.	Вимоги до якості напівфабрикатів в межах даної операції
1	2	3	4	5	6