

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет водного господарства  
та природокористування

Кафедра технології будівельних виробів  
і матеріалознавства

**03-09-135М**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до практичних занять та самостійної роботи  
з навчальної дисципліни  
«Контроль та управління якістю продукції»  
для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня  
за освітньою програмою  
«Технології будівельних конструкцій, виробів і матеріалів»  
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»  
денної та заочної форм навчання

Рекомендовано  
науково-методичною радою  
з якості ННІБА  
Протокол №5 від 05.11.2024 р.

Рівне – 2024

Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи з навчальної дисципліни «Контроль та управління якістю продукції» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за освітньою програмою «Технології будівельних конструкцій, виробів і матеріалів» спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» денної та заочної форм навчання. [Електронне видання] / Житковський В. В.– Рівне: НУВГП, 2024. – 27 с.

Укладач: Житковський В. В., канд. техн. наук, доцент кафедри технології будівельних виробів і матеріалознавства.

Відповідальний за випуск,  
Дворкін Л. Й., д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри технології будівельних виробів і матеріалознавства.

Керівник освітньої програми: Дворкін Л. Й., д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри технології будівельних виробів і матеріалознавства.

## ЗМІСТ

1. Вступ.....	4
2. Зміст індивідуального завдання .....	4
3. Вказівки до виконання розділів .....	5
3.1. Загальна характеристика виробництва .....	5
3.2. Характеристика продукції, що випускається.....	5
3.3. Характеристика сировини та напівфабрикатів .....	6
3.4. Опис технологічного процесу та схеми.....	6
3.5. Норми витрат сировини .....	9
3.6. Норми технологічного режиму .....	10
3.7. Правила приймання, зберігання продукції .....	10
3.8. Контроль виробництва та управління технологічним процесом.....	11
3.9. Правила безпеки праці та охорона навколишнього середовища .....	13
3.10. Нормативні посилання .....	13
3.11. Побудова і аналіз контрольної карти управління технологіч- ним процесом (розрахункове завдання) .....	14
3.11.1. Теоретичні відомості.....	14
3.11.2. Вказівки до виконання розрахункового завдання .....	18
Рекомендована література .....	27

## 1. Вступ

Під час практичних занять з дисципліни «Контроль та управління якістю продукції» та самостійної роботи передбачається виконання індивідуального завдання, що має на меті навчити здобувачів розробляти технологічну документацію, необхідну для виробництва будівельних виробів, матеріалів і конструкцій на промислових підприємствах. Основним видом такої технологічної документації є технологічні регламенти.

Згідно з ДСТУ 1.3:2004 «Національна стандартизація. Правила побудови, викладання, оформлення, погодження, прийняття та позначання технічних умов» технологічний регламент є основним нормативним документом, який визначає оптимальний технологічний режим, порядок проведення операцій технологічного процесу, який надає можливість забезпечувати випуск продукції заданої якості, безпечні умови праці, а також вимоги по охороні навколишнього середовища. Дотримання вимог технологічного регламенту на підприємстві є обов'язковим, тому що гарантує якість виготовленої продукції, раціональне та економічне ведення технологічного процесу, збереження обладнання, виключення можливості виникнення аварій і забруднення виробничого і навколишнього середовища, безпеку ведення технологічного процесу.

Завдання на виконання роботи видає викладач індивідуально кожному здобувачу. Завдання може бути пов'язане з темою майбутньої кваліфікаційної роботи, яку буде розробляти здобувач. У завданні вказується назва матеріалу, виробу чи конструкції; особливості технології його виготовлення; сировина; продуктивність та вихідні дані для розрахункової частини.

## 2. Зміст індивідуального завдання

У індивідуальному завданні здобувачу пропонується розробити наступні питання:

- загальна характеристика виробництва;
- характеристика продукції, що випускається;
- характеристика сировини та напівфабрикатів;
- опис технологічного процесу та схеми;
- норми витрат сировини;
- норми технологічного режиму;
- правила приймання, зберігання продукції;

- контроль виробництва та управління технологічним процесом;
- правила безпеки праці та охорона навколишнього середовища
- нормативні посилання.
- розрахункове завдання (побудова і аналіз контрольної карти управління технологічним процесом);

Завдання виконується на стандартних аркушах А4 відповідно до вимог ЄСКД. Об'єм – 25...30 сторінок.

### **3. Вказівки до виконання розділів**

#### **3.1. Загальна характеристика виробництва**

В розділі мають бути відображені:

- повна назва виробництва;
- потужність виробництва (продуктивність);
- кількість технологічних ліній (потоків);
- спосіб виробництва.

#### **3.2. Характеристика продукції, що випускається**

В розділі наводиться:

1. Технічна назва продукції відповідно до нормативної документації

2. Назва міждержавного, державного або галузевого стандарту, технічних умов, за якими випускається продукція.

3. Основні властивості, які відображають специфіку виробництва та якість продукції, що випускається; фізико-механічні чи спеціальні характеристики, наприклад: зовнішній вигляд, густина, міцність, модуль крупності, нормальна густина тощо.

Технічні властивості наводяться у вигляді таблиці 1.

4. Всі дані регламенту повинні відповідати аналогічним даним, прийнятим в міжнародних, державних або галузевих стандартах, технічних умовах або приведеним у довідковій і технічній літературі, на які мають бути приведені посилання.

5. Галузь застосування продукції.

6. Якщо продукція підлягає обов'язковій сертифікації, це необхідно відмітити.

Таблиця 1

Технічні властивості продукції, що виготовляється

№	Показник	Од. вимірюв ання	Значення показника	Норма-тив- ний документ
1.	Границя міцності при стиску (марка)	МПа	не менше 10 (М100)	ДСТУ БВ.2.7-7:2008
2.	Відпускна міцність	%	50 (для М100)	
3.	Середня густина	кг/м <sup>3</sup>	не більше 1650	
4.	Морозостійкість	цикли	15, 25	

### 3.3. Характеристика сировини та напівфабрикатів

Дані, які характеризують вхідну сировину, матеріали напівфабрикати, слід наводити у вигляді таблиці (табл. 2).

До табл. 2 вносяться всі види сировини і напівфабрикати, що використовуються у технологічному процесі виробництва.

У графу «Показники, обов'язкові для перевірки» включаються основні показники якості, що незалежно від наявності паспорта постачальника підлягають перевірці перед використанням у виробництві. Всі показники, котрі вносяться до таблиці, наводяться з допустимими відхиленнями.

Контроль показників передбачається у розділі «Контроль виробництва і управління технологічним процесом».

### 3.4. Опис технологічного процесу та схеми

В описі технологічного процесу наводиться його суть, вказують основні параметри – температуру, тиск та інші показники.

Опис технологічної схеми проводиться за стадіями технологічного процесу, починаючи з приймання та підготовки сировини і закінчуючи відвантаженням готової продукції з зазначенням основних технологічних параметрів процесу, з описом будови і характеристик основного обладнання, що використовується.

Таблиця 2

## Характеристика сировини і матеріалів

№	Назва матеріалу, сировини	Нормативний документ	Показники, обов'язкові для перевірки (назва і одиниця вимірювання)	Значення показника з допустимими відхиленнями
1.	Портланд-цемент (за даними паспорта якості)	ДСТУ БВ.2.7-46-96	Тип	I, II, III
			Марка, (активність, МПа)	400, 500 (не менше 40, 50)
			Нормальна густина, %	24...28
			Строки тужавлення	початок – не раніше 1 год, кінець – не пізніше 10 год.
			Тонкість помелу (прохід крізь сито №008), %	не менше 85
2.	Пісок	ДСТУ БВ.2.7-32-96	Модуль крупності	1,5...2,5
			Вміст пиловидних та глинистих домішок, %	не більше 3
			Вміст глини у грудках	не більше 0,35
			Ефективна сумарна питома активність природних радіонуклідів	не більше 370 Бк/кг (1 клас)





Технологічна схема виробництва створюється за однією технологічною лінією та урахуванням загального обладнання. На схему наносяться апарати та матеріальні потоки, точки контролю і регулювання технологічних параметрів виробництва. На схемі повинні бути умовні позначки і експлікація обладнання з зазначенням номерів позицій, найменування обладнання, а також позначення його типу і марок. Приклад технологічної схеми наведено на рис. 1.

### 3.5. Норми витрат сировини

Норми витрат сировинних матеріалів розробляються на основі відомих методик їх визначення (проектування складу бетону, розрахунків складу сировинних шихт тощо), а також з використанням вимог нормативної документації на конкретний вид продукції. В деяких випадках (при відсутності спеціальних методик) приймати типові норми на основі даних довідкової літератури.

Норми витрат всіх видів сировини та матеріалів наводять у вигляді таблиці (табл.3) із розрахунку на одиницю продукції (шт., м<sup>2</sup>, м<sup>3</sup>, т, комплект), на певний період часу (год., зміна, місяць, рік.).

Таблиця 3

Норми витрат сировини (становий бетонних блок)

№ з/п	Сировина	Од. виміру	Норми витрат				
			од. продукції	година	зміна	місяць	рік
1.	Цемент	т	0,00215	0,80625	6,45	129	1548

При розрахунку норм витрат сировини враховуються орієнтовні втрати матеріалів (брак) на окремих технологічних стадіях за формулою:

$$B_1 = \frac{B_2}{1 - \frac{X}{100}},$$

де  $B_1$ ,  $B_2$  – витрати матеріалу перед технологічним етапом і після нього, відповідно,  $X$  – втрати на технологічному етапі, %.

### 3.6. Норми технологічного режиму

Норми технологічного режиму для безперервних і періодичних процесів наводяться у вигляді таблиці (табл. 4).

У графі "Найменування параметрів і одиниця вимірювання" вказуються регламентовані параметри технологічного процесу за стадіями: витрати, температура, тиск, час завантаження компонента і інші показники та відповідні їм одиниці вимірювання.

У графі "Межі допустимих значень параметрів" вказуються межі допустимих значень параметру, тобто максимальне та (або) мінімальне значення, вихід за які може призвести до випуску продукції невідповідної якості або аварійного стану виробництва. В окремих випадках допустимо нормувати односторонні граничні значення параметрів, використовуючи терміни "не менше", "не більше".

У розділ включаються основні показники, які забезпечують випуск продукції відповідної якості та безаварійну роботу.

Таблиця 4

Норми технологічного режиму

№ з/п	Найменування стадії	Найменування параметру і одиниця вимірювання	Межі допустимих значень параметру
1.	Зберігання сировини	1.1. Тривалість зберігання цементу, діб	не більше 30
		1.2. Тривалість зберігання заповнювачів, діб	не нормується
		1.3. Тривалість зберігання добавок, пігментів, діб	згідно даних виробника

### 3.7. Правила приймання, зберігання продукції

У розділі, у відповідності з вимогами нормативних документів, вказуються правила згідно з якими повинно проводитись приймання готової продукції службами технічного контролю підприємства.

В розділі наводяться:

- правила поділу продукції на партії;

- правила перевірки відповідності продукції вимогам нормативних документів (перелік характеристик, що відносяться до приймально-здавальних та періодичних випробувань);
- правила здійснення вибіркового контролю (правила відбору проб для випробувань);
- вимоги до документу про якість;
- правила пакування і зберігання продукції.

### **3.8. Контроль виробництва та управління технологічним процесом**

Дані контролю виробництва та управління технологічним процесом слід наводити у вигляді таблиці (табл. 5).

У графі "Найменування стадії, місце вимірювання параметру" вказують на стадію технологічного процесу у відповідності з розділом "Опис технологічного процесу та схеми", починаючи з підготовки сировини і закінчуючи відвантаженням готової продукції, місця відбору проб або виміру параметрів і номери позицій обладнання за технологічною схемою.

У графі «Параметр, котрий контролюється» вказують найменування, одиницю вимірювання всіх параметрів і показників, що контролюються:

- якості сировини, матеріалів і напівпродуктів відповідно до розділу "Характеристика сировини, матеріалів";
- технологічного режиму відповідно до розділу "Норми технологічного режиму";
- якості готової продукції відповідно до розділу "Характеристика продукції, що випускається",
- обліку витрат сировини, матеріалів відповідно до розділу "Норми витрат основних видів сировини, матеріалів".

Таблиця 5

## Схема проведення технічного контролю

№	Найменування стадії, місце вимірювання	Параметр, що контролюється	Норматив. документ	Вимоги	Методика та способи вимірювання	Періодичність контролю	Відповідальний
<b>ВХІДНИЙ КОНТРОЛЬ</b>							
<b>Портландцемент</b>							
1.	Склад сировини	Тип	ДСТУ БВ.2.7-46-96	I, II, III	ДСТУ БВ.2.7-46-96, за даними постачальників	Для кожної партії при необхідності	лабораторія
		Марка, (активність, МПа)		400, 500 (не менше 40, 50)			
		Нормальна густина, %		24...28			
		Строки тужавлення, год		початок – не раніше 1 год, кінець – не пізніше 10 год.			
		Тонкість помелу (прохід крізь сито №008), %		не менше 85			

У графі "Періодичність контролю" вказують частоту вимірів параметрів з реєстрацією у журналі і вид контролю

У графі "Вимоги" приводяться значення параметрів, що контролюються, і показники у відповідності з нормами, встановленими у інших розділах регламенту.

У графі "Методика та способи вимірювання" наводиться інформація про методики виконання вимірювань, які використовуються для контролю показників та параметрів: надається посилання на нормативний документ, в якому викладена відповідна методика.

У графі "Відповідальний" вказують посадову особу, котра відповідає за належне і вчасне проведення вимірювань наведених у таблиці.

### **3.9. Правила безпеки праці та охорона навколишнього середовища**

У розділі надається узагальнений аналіз по визначенню дії на навколишнє середовище виробничої діяльності та розробляються заходи по усуненню негативних наслідків виробництва, або зменшення їх дії на природу до рівня допустимих значень.

#### **3.10. Нормативні посилання**

У розділі вказуються нормативні документи на які є посилання в тексті. Нормативні посилання наводяться у формі таблиці (табл. 6).

Таблиця 6

Нормативні посилання

Позначення нормативного документу	Назва
ДСТУ БВ.2.7-145:2008	Вироби бетонні тротуарні неармовані. Технічні умови”

### **3.11. Побудова і аналіз контрольної карти управління технологічним процесом (розрахункове завдання)**

#### **3.11.1. Теоретичні відомості**

**Призначення і види контрольних карт.** Незважаючи на зусилля з підтримки постійних умов, показники якості виробів все ж піддаються певним коливанням. Це розсіювання можна поділити на дві категорії:

- а) неминуче розсіювання показників якості;
- б) переборне розсіювання показників якості.

Категорія (а) відображає випадкові помилки у виробництві, що виникають через коливання якості сировини та матеріалів (у межах допустимих відхилень) або через зміни умов виробництва (також у межах допустимих відхилень). Оскільки це розсіювання є випадковим, його усунення неефективне.

Категорія (б) — це систематичні помилки, які виникають внаслідок використання нестандартних матеріалів, порушення технологічного режиму, помилок у документації або непередбаченого збою обладнання. Це явище можна усунути, оскільки воно має певну причину.

Контрольна карта (control chart) (рис. 1) графічно відображає зміни показників якості й містить межі регулювання, що базуються на економічних статистичних оцінках. На ній також зазначені зони неминучого та переборного розсіювання. Зазвичай межі регулювання визначаються як  $\pm 3\sigma$  (трикратне стандартне відхилення показника якості). Якщо під час статистичного контролю технологічного процесу точки на графіку не виходять за межі регулювання, процес вважається стабільним, і немає потреби в його корекції. Такі коливання є неминучими. Якщо ж точки виходять за межі регулювання, це сигнал про небезпечну ситуацію, і необхідно вжити заходів для її усунення.

Крім того, межі регулювання дозволяють оцінити ймовірність положення середніх значень показників, що надає корисну інформацію про процес. Таким чином, контрольні карти є інструментом для аналізу та вдосконалення технологічних процесів.

1. Контрольні карти для регулювання по кількісних ознаках.

Вимірювані величини виражаються кількісними значеннями:

а) контрольна карта для середніх значень і для розмаху ( $\bar{x}$  - R);

б) контрольна карта для медіани і для розмаху ( $\widehat{x}$  - R)

в) контрольна карта для окремих значень вимірюваних величин (x).

2. Контрольна карта для регулювання за якісними ознаками.

У цій контрольній карті використовуються дискретні значення в наступних варіантах: цифрове значення, ділене на цифрове значення, цифрове значення, ділене на якісне значення. Перший варіант - це а) і б), другий - це в) і г):

а) контрольна карта для частки дефектних виробів (p);

б) контрольна карта для кількості дефектних виробів ( $p_n$ );

в) контрольна карта для кількості дефектів (c);

г) контрольна карта для кількості дефектів, що припадають на одиницю виробу (i).

3. Інші види контрольних карт:

а) контрольна карта, що використовує граничні значення допуску;

б) контрольна карта для середніх значень і середніх квадратичних відхилень ( $\bar{x}$  - s);

в) контрольна карта для крайніх значень (L - S);

г) контрольна карта для ковзного середнього і для ковзного розмаху.

В залежності від сфери застосування контрольні карти поділяють на наступні види:

– контрольна карта для регулювання технологічних процесів;

– контрольна карта для аналізу технологічних процесів.

**Границі регулювання.** Границі регулювання - це лінії, що передбачають раціональний і економічний поділ широти розсіювання, викликаного неминучими причинами, і розсіювання, обумовленого певними факторами, які можна усунути. Вони супроводжують проведену уздовж контрольної карти середню лінію (center line, CL) і називаються верхньою границею регулювання (upper control limit, UCL) і нижньою границею регулювання (lower control limit, LCL) (рис. 1).

**Помилки першого і другого роду, властиві контрольним картам.** Грані регулювання, як уже зазначалося, визначають

діапазон, у межах якого розміщуються майже всі точки на графіку за умови відсутності відхилень у технологічному процесі. Проте при встановленні меж слід враховувати ймовірність, хоча й невелику, того, що деякі точки можуть виходити за ці межі, навіть якщо процес протікає стабільно.

Таким чином, навіть без відхилень у технологічному процесі, межі регулювання на контрольній карті можуть бути порушені через помилкову оцінку. Це явище називається помилкою першого роду, або "ризик зайвого налагодження". Відстань між середньою лінією і межами регулювання зазвичай дорівнює  $3\sigma$  (три стандартні відхилення), і ймовірність виникнення помилки першого роду становить близько 0,3%.

З іншого боку, є ризик того, що навіть за наявності відхилень у технологічному процесі, вони не будуть виявлені, оскільки точки ще залишаються всередині меж регулювання. Це називається помилкою другого роду, або "ризик непоміченого розладу".

Якщо звужити межі регулювання, кількість помилок другого роду зменшиться, але водночас збільшиться кількість помилок першого роду. Навпаки, розширення меж зменшить кількість помилок першого роду, але призведе до збільшення помилок другого роду. Отже, основний принцип встановлення меж регулювання полягає у знаходженні раціонального та економічно обґрунтованого балансу між цими двома аспектами.

### **Способи застосування контрольних карт. Вибір елементів контролю.**

1. Оскільки зазвичай не обмежуються лише однією характеристикою якості, а використовують кілька елементів контролю, спершу визначають основні характерні ознаки. Відбирають ті елементи, які мають безпосередній стосунок до призначення виробу.

2. При виборі елементів контролю не варто обмежуватися лише показниками якості кінцевого виробу. Доцільно враховувати показники якості попередніх етапів технологічного процесу, умови виробництва тощо. Тому до елементів контролю також включають показники якості сировини та напівфабрикатів. Коли технологічний процес виготовлення одного виробу контролюється за допомогою контрольних карт, що охоплюють кілька технологічних етапів, можна



відслідковувати партії виробів, пов'язані з кожною контрольною картою, що є надзвичайно важливим.

3. Вибирають для контролю ті елементи, які легко вимірюються, а для технологічних процесів — ті, на які можна легко впливати. Елементи, що не впливають на якість, не вибираються.

4. У випадках, коли безпосереднє вимірювання деяких показників якості є технічно або економічно складним, обирають такі показники якості або умови виробництва, які мають тісний взаємозв'язок з основним показником якості, тобто корелюють з ним.

5. Як елементи контролю можуть бути обрані не тільки об'єкти, що стосуються якості, але й побічні процеси.

**Вибір контрольних карт.** Існує багато різновидів контрольних карт, і оскільки кожна з них має характерні особливості, то при їх виборі необхідно чітко усвідомити особливості і призначення тих елементів, які плануються для контролю і регулювання. Наведемо основні положення, які слід врахувати при використанні найпоширеніших контрольних карт.

1. Контрольна карта  $\bar{x} - R$ .

Контрольна карта  $\bar{x} - R$  складається з контрольної карти  $\bar{x}$ , що здійснює контроль за змінами середнього арифметичного, і контрольної карти  $R$ , що здійснює контроль за змінами розсіювання значень показника якості. Ця карта застосовується при вимірі таких регульованих показників, як довжина, маса, діаметр, час, межа міцності при розтяганні, чистота, прибуток і т.д.

2. Контрольна карта  $\hat{x} - R$ .

Контрольна карта  $\hat{x} - R$  являє собою поєднання контрольної карти  $\hat{x}$ , що здійснює контроль за змінами значень медіани, і контрольної карти  $R$ , що здійснює контроль за змінами розсіювання значень показника якості. Тому й застосовують її для таких же елементів контролю, що й контрольну карту  $\bar{x} - R$ . Разом з тим, порівнюючи цю контрольну карту з контрольною картою  $\bar{x} - R$ , можна помітити:

а) карта менш точна і тому дає меншу можливість виявляти відхилення;

б) оскільки карта простіша, полегшується її складання;

в) вимірювані величини можна безпосередньо порівнювати з нормованими значеннями.

3. Контрольна карта  $p$  (для частки дефектних виробів).

Контрольна карта  $p$  застосовується для контролю і регулювання технологічного процесу (після перевірки невеликої частини виробів і поділу їх на якісні і дефектні вироби) на основі використання частки дефектних виробів, отриманої діленням кількості виявлених дефектних виробів на кількість перевірених виробів. Хоча вимірювані показники якості відносяться до кількісних ознак, після розподілу виробів на якісні і дефектні вони переходять у категорію якісних ознак, тому в таких випадках звичайно використовують специфічні контрольні карти. Крім застосування контрольної карти  $p$  для частки дефектних виробів, її можна застосовувати для визначення інтенсивності випуску продукції.

#### 4. Контрольна карта $p_n$ .

Контрольна карта  $p_n$  застосовується для контролю у тих випадках, коли контрольованим параметром є кількість дефектних виробів при постійному обсязі вибірки  $n$ . Ця контрольна карта відповідає контрольній карті  $p$  з варіантом постійного  $n$ .

#### 5. Контрольна карта $c$ .

Контрольна карта  $c$  використовується, в тих випадках, коли контрольованим параметром є кількість дефектів, які виявляються серед постійних об'ємів продукції. Як такі постійні обсяги продукції найкраще брати якусь певну площу, об'єм тощо. Наприклад, якщо це гіпсокартонний лист, то один або 10 аркушів.

#### 6. Контрольна карта $u$ .

Контрольна карта  $u$ , так само як і контрольна карта  $c$ , застосовується в тих випадках, коли контрольованим параметром є кількість дефектів. Разом з тим ці карти використовують у ситуаціях, коли користуватись вибіркою як певним об'ємом продукції неможливо. Наприклад, ці карти використовують, коли площа, довжина, об'єм, маса, сорт і т.д. непостійні.

### 3.11.2. Вказівки до виконання розрахункового завдання

Завданням передбачається провести аналіз даних випробувань деякої властивості будівельного матеріалу чи виробу протягом певного періоду за допомогою побудови контрольної карти.

Дані для аналізу задаються викладачем індивідуально кожному здобувачу з урахуванням особливостей того матеріалу чи виробу, на який розробляється технологічний регламент згідно із завданням.

Приклад завдання на розрахунок наведений у табл. 7.

На основі даних (табл. 7) потрібно побудувати і проаналізувати контрольну карту  $\bar{x} - R$ , що складається з контрольної карти  $\bar{x}$  (середніх арифметичних значень показника), і контрольної карти  $R$  (розсіювання значень показника якості).

### Послідовність виконання завдання

1. Розрахувати середні арифметичні значення в кожній вибірці ( $\bar{x}_n$ )
2. Розрахувати значення центральної лінії контрольної карти середніх арифметичних значень. Для цього знаходиться середнє арифметичне значення ( $\bar{\bar{x}}$ ) із середніх арифметичних значень усіх вибірок.
3. Розрахувати значення розмахів ( $R_n$ ) як різницю між найбільшим і найменшим значенням в кожній вибірці:  
$$R_n = x_{max} - x_{min}.$$
4. Розрахувати значення центральної лінії контрольної карти розмахів. Для цього знаходиться середнє арифметичне значення ( $\bar{R}$ ) із значень розмахів усіх вибірок.

Таблиця 7

Приклад завдання для проведення розрахунку

Номер вибірki	Дані випробувань зразків				
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>
1.	796,5	796,6	796,6	796,7	796,3
2.	796,3	796,3	796,2	796,9	795,9
3.	796,6	796,2	796,8	796,9	796,1
4.	796,4	796,9	796,5	796,8	796,5
5.	796,2	796,3	796,3	796,9	796,5
6.	796,9	796,9	796,4	796,9	796,0
7.	796,8	796,7	796,7	796,5	796,6
8.	796,9	796,4	796,9	797,0	796,3
9.	796,6	796,6	797,0	796,6	796,2
10.	796,1	796,7	796,7	796,7	796,3
11.	796,4	796,3	796,4	796,7	796,4
12.	796,5	796,7	796,2	797,0	796,3
13.	796,2	796,7	796,7	796,9	796,3
14.	796,3	796,5	796,9	797,0	796,4
15.	796,3	796,5	796,6	796,5	796,6
16.	796,4	796,9	796,8	796,7	796,5
17.	796,4	796,5	796,8	796,4	796,4
18.	796,5	796,7	796,4	796,6	796,0
19.	796,5	796,8	796,9	796,6	796,3
20.	796,1	796,6	797,0	796,5	796,4
21.	796,2	796,6	796,3	797,1	796,2
22.	796,8	796,2	796,8	797,1	796,6
23.	796,6	796,8	796,2	796,8	796,1
24.	796,7	796,9	796,3	797,1	796,1
25.	796,3	796,7	796,8	796,3	796,5
...	...	...	...	...	...
50.	796,6	796,8	796,6	796,4	796,3

5. Розрахувати значення нижньої і верхньої контрольних границь ( $UCL_x$  і  $LCL_x$ ) контрольної карти середніх арифметичних значень:

$$UCL_x (LCL_x) = \bar{\bar{x}} \pm A_1 \cdot \bar{R} \quad ,$$

де  $A_1$  – коефіцієнт (табл. 8)

6. Розрахувати значення нижньої і верхньої контрольних границь ( $UCL_R$  і  $LCL_R$ ) контрольної карти розмахів:

$$LCL_R = D_1 \cdot \bar{R}$$

$$UCL_R = D_2 \cdot \bar{R} \quad ,$$

де  $D_1, D_2$  – коефіцієнти (табл. 8)

7. Отримані дані звести у таблицю (приклад – табл. 9), і побудувати контрольні карти (приклад – рис. 1).

### Аналіз контрольних карт

Статистичне регулювання технологічних процесів з використанням контрольних карт полягає у виявленні відхилень у технологічних процесах, що досягається нанесенням на контрольні карти статистичних оцінок у вигляді точок і оперативним застосуванням керуючих впливів.

Таблиця 8

Таблиця для вибору коефіцієнтів для розрахунку контрольних границь контрольної карти  $\bar{x} - R$

Кількість спостережень у вибірці	Коефіцієнти		
	$A_1$	$D_1$	$D_2$
2	1,88	0,0	3,267
3	1,023	0,0	2,574
4	0,729	0,0	2,282
5	0,577	0,0	2,114
6	0,483	0,0	2,004
7	0,419	0,076	1,924
8	0,373	0,136	1,864
9	0,337	0,184	1,816
10	0,308	0,223	1,777

Загальна класифікація випадків, коли доводиться приймати рішення, чи є відхилення в технологічному процесі, виглядає таким чином:

1. Випадки, коли нанесені точки виходять за межі регулювання або вже перебувають поза цими границями.

2. Випадки, коли нанесені точки перебувають у рамках границь регулювання, але їх розташування носить специфічний характер.

Стосовно пункту 1), то приймають рішення про зміну технологічного процесу.

Особливості ж пункту 2) пояснюються періодичністю і тенденціями. Їх можна поділити на наступні варіанти ситуацій:

- з однієї сторони від центральної лінії виявилось: підряд сім точок; 10 з 11 точок; 12 з 14 точок; 16 з 20 точок;

- сім послідовних точок виявляють тенденцію до підвищення або до зниження значень;

- точки періодично або безладно переміщуються;

- дві точки із трьох послідовних точок або більше трьох точок із семи послідовних точок наближаються до границь регулювання;

- всі точки вибудовуються поблизу середньої лінії і не відходять до границь регулювання, або коли точки розташовуються по обидві сторони однієї границі, розділяючись на групи чи утворюючи скупчення у вигляді окремих шарів.

Про існування особливих причин, що викликають відхилення у технологічному процесі свідчить також наявність структур на контрольних картах, які зображені на рис. 2:

1- Одна точка поза зоною А;

2- Дев'ять точок підряд в зоні С чи з однієї сторони центральної лінії;

3- Шість точок підряд, що зростають чи спадають;

4- Чотирнадцять точок, які почергово зростають і спадають;

5- Дві з трьох послідовних точок в зоні А чи поза нею;

6- Чотири з п'яти послідовних точок в зоні В чи поза нею;

7- П'ятнадцять послідовних точок в зоні С вище і нижче центральної лінії;

8- Вісім послідовних точок по обидві сторони центральної лінії і жодної в зоні С.

Всі ці ситуації свідчать про розлад у технологічному процесі і вимагають здійснення відповідних керуючих впливів.

Таблиця 9

Таблиця розрахунку даних для побудови контрольної карти

Номер вибірki	Дані випробувань						$\bar{x}$	Розмах, R	$\bar{x}$	Границі регулювання значень		$\bar{R}$	Границі регулювання розмаху	
	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	x <sub>4</sub>	x <sub>5</sub>	Σ x				UCL <sub>x</sub>	LCL <sub>x</sub>		UCL <sub>R</sub>	LCL <sub>R</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	796,5	796,6	796,6	796,7	796,3	3982,7	796,5	0,4	796,6	796,9	796,2	0,6	1,4	0
2	796,3	796,3	796,2	796,9	795,9	3981,6	796,3	1,0	796,6	796,9	796,2	0,6	1,4	0
3	796,6	796,2	796,8	796,9	796,1	3982,6	796,5	0,8	796,6	796,9	796,2	0,6	1,4	0
4	796,4	796,9	796,5	796,8	796,5	3983,1	796,6	0,5	796,6	796,9	796,2	0,6	1,4	0
5	796,2	796,3	796,3	796,9	796,5	3982,2	796,4	0,6	796,6	796,9	796,2	0,6	1,4	0
6	796,9	796,9	796,4	796,9	796,0	3983,1	796,6	0,9	796,6	796,9	796,2	0,6	1,4	0
7	796,8	796,7	796,7	796,5	796,6	3983,3	796,7	0,4	796,6	796,9	796,2	0,6	1,4	0
8	796,9	796,4	796,9	797,0	796,3	3983,4	796,7	0,7	796,6	796,9	796,2	0,6	1,4	0
9	796,6	796,6	797,0	796,6	796,2	3983,1	796,6	0,7	796,6	796,9	796,2	0,6	1,4	0
10	796,1	796,7	796,7	796,7	796,3	3982,6	796,5	0,6	796,6	796,9	796,2	0,6	1,4	0
11	796,4	796,3	796,4	796,7	796,4	3982,1	796,4	0,4	796,6	796,9	796,2	0,6	1,4	0
12	796,5	796,7	796,2	797,0	796,3	3982,7	796,5	0,8	796,6	796,9	796,2	0,6	1,4	0
13	796,2	796,7	796,7	796,9	796,3	3982,8	796,6	0,7	796,6	796,9	796,2	0,6	1,4	0
14	796,3	796,5	796,9	797,0	796,4	3983,0	796,6	0,7	796,6	796,9	796,2	0,6	1,4	0
15	796,3	796,5	796,6	796,5	796,6	3982,4	796,5	0,3	796,6	796,9	796,2	0,6	1,4	0

прод. табл. 9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
16	796,4	796,9	796,8	796,7	796,5	3983,2	796,6	0,5	796,6	796,9	796,2	0,6	1,4	0
17	796,4	796,5	796,8	796,4	796,4	3982,5	796,5	0,5	796,6	796,9	796,2	0,6	1,4	0
18	796,5	796,7	796,4	796,6	796,0	3982,2	796,4	0,6	796,6	796,9	796,2	0,6	1,4	0
19	796,5	796,8	796,9	796,6	796,3	3983,1	796,6	0,6	796,6	796,9	796,2	0,6	1,4	0
20	796,1	796,6	797,0	796,5	796,4	3982,6	796,5	0,8	796,6	796,9	796,2	0,6	1,4	0
21	796,2	796,6	796,3	797,1	796,2	3982,3	796,5	0,9	796,6	796,9	796,2	0,6	1,4	0
22	796,8	796,2	796,8	797,1	796,6	3983,6	796,7	0,9	796,6	796,9	796,2	0,6	1,4	0
23	796,9	796,2	796,5	796,6	796,7	3982,8	796,6	0,7	796,6	796,9	796,2	0,6	1,4	0
24	796,6	796,8	796,2	796,8	796,1	3982,7	796,5	0,7	796,6	796,9	796,2	0,6	1,4	0
25	796,7	796,9	796,3	797,1	796,1	3983,2	796,6	0,9	796,6	796,9	796,2	0,6	1,4	0
26	796,6	796,8	796,6	796,4	796,3	3982,7	796,5	0,6	796,6	796,9	796,2	0,6	1,4	0
27	796,8	796,4	797,0	797,0	796,2	3983,5	796,7	0,8	796,6	796,9	796,2	0,6	1,4	0
28	796,3	796,7	796,8	796,3	796,5	3982,7	796,5	0,5	796,6	796,9	796,2	0,6	1,4	0
29	796,9	796,5	796,9	796,9	796,5	3983,7	796,7	0,5	796,6	796,9	796,2	0,6	1,4	0
30	796,9	796,4	796,8	796,6	796,4	3983,1	796,6	0,5	796,6	796,9	796,2	0,6	1,4	0



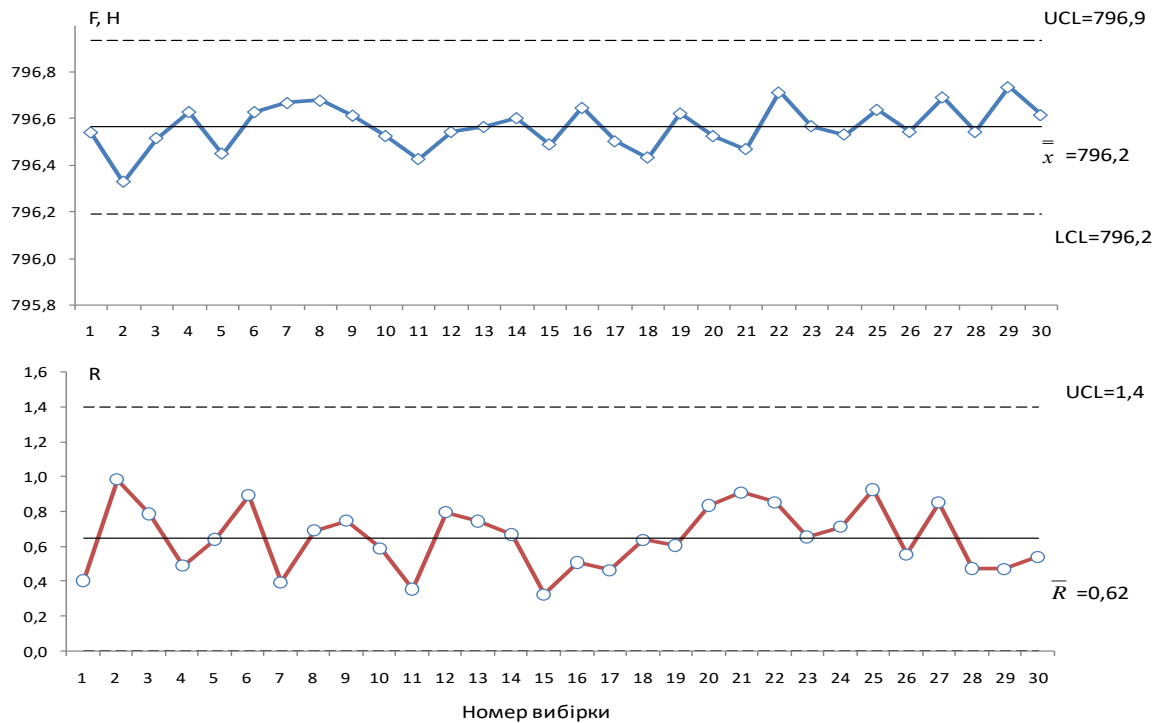
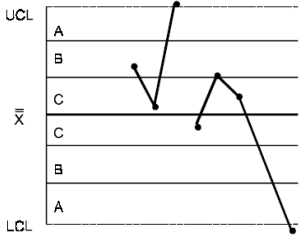
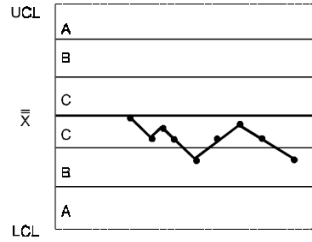


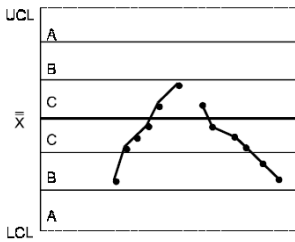
Рис.1. Контрольні карти середнього арифметичного значення (розривної сили (F, H)) та розмаху



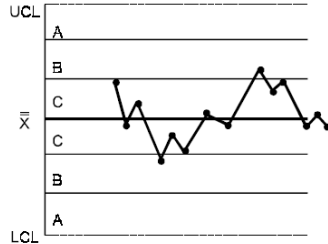
1



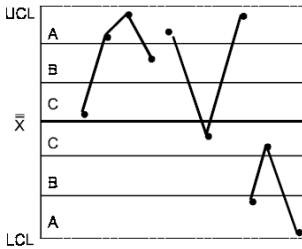
2



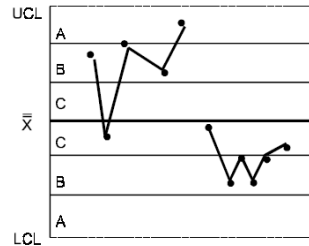
3



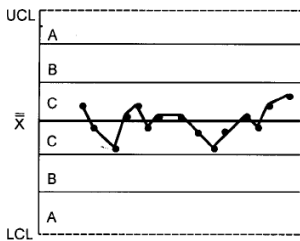
4



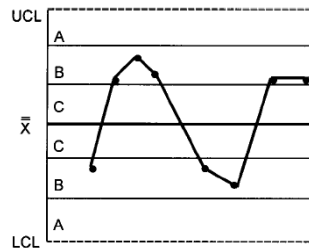
5



6



7



8

Рис. 2. Критерії перевірки структур контрольних карт на особливі причини (вихід ситуації з під контролю).

## Рекомендована література

1. ДСТУ 1.3:2004 «Національна стандартизація. Правила побудови, викладання, оформлення, погодження, прийняття та позначання технічних умов»
2. ДСТУ ISO 8258:2001 «Статистичні методи. Контрольні карти Шухарта»
3. Дворкін Л. Й. Експериментально-статистичне моделювання при проектуванні складів бетонів : навчальний посібник. К. : Видавничий дім «Кондор», 2020. 205 с.
4. Саранча Г. А. Метрологія, стандартизація, відповідність, акредитація та управління якістю : підручник. К. : ЦНЛ, 2006. 360 с.
5. Основи стандартизації, метрології та управління якістю : навч. посіб. / Н. О. Машта, О. П. Бенчук, Г. П. Бенчук та ін. Рівне: О. Зень, 2015. 388 с..
6. Дворкін Л. Й., Гоц В. І., Дворкін О. Л. Випробування бетонів і будівельних розчинів. Проектування їх складів : навчальний посібник. К. : Основа, 2014. 304 с.
7. Захожай В. Б. Статистичне забезпечення управління якістю : навч. посібник. К. : ЦНЛ, 2003.-340 с.
8. Дворкін Л. Й., Лаповська С. Д. Будівельне матеріалознавство : підручник. Рівне : НУВГП, 2016. 448 с.