

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Київський національний університет будівництва і архітектури

О.Ю. Ковальчук, О.В. Бойко, В.В. Зозулинець

КОНТРОЛЬ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ, ВИРОБІВ І МАТЕРІАЛІВ

Конспект лекцій
для студентів спеціальності 192 „Будівництво та цивільна
інженерія” спеціалізації 192.04 „Технологія будівельних
конструкцій, виробів і матеріалів”

Київ 2020

УДК 691
К 64

Рецензент А.А. Майстренко, канд. техн. наук, доцент

*Затверджено на засіданні кафедри ТБКВ, протокол № 6 від
20 жовтня 2020 р.*

Ковальчук О.Ю.

К64 Контроль при виробництві будівельних конструкцій, виробів
і матеріалів: конспект лекцій / О.Ю. Ковальчук, О.В. Бойко,
В.В. Зозулинець. - Київ: КНУБА, 2020. – 75 с.

Розглянуто основні підходи щодо вивчення дисципліни.
Містить питання організації проведення виробничого контролю
матеріалів, метрологічного забезпечення процесів вимірювання,
застосування статистичних методів контролю.

Призначені для студентів спеціальності 192 „Будівництво та
цивільна інженерія” спеціалізації 192.4 „Технологія будівельних
конструкцій, виробів і матеріалів”

УДК 691

© О.Ю. Ковальчук,
О.В. Бойко,
В.В. Зозулинець, 2020
©КНУБА, 2020

Зміст

ВСТУП.....	4
Тема 1. Сертифікація матеріалів, виробів та конструкцій	5
Тема 2. Нормативна база, стандартизація.....	16
Тема 3. Метрологічне забезпечення в виробництві будівельних матеріалів, виробів та конструкцій	21
Тема 4. Статичні методи контролю	26
Тема 5. Основи надійності ЗБВ як важливого показника якості	35
Тема 6. Основні види та об'єкти технічного контролю	39
Тема 7. Випробування залізобетонних та керамічних конструкцій	63
Тема 8. Випробування матеріалів та конструкцій методами неруйнівного контролю	66
Список літератури	71

ВСТУП

Питання організації виробничого контролю на підприємствах будіндустрії та виробничих майданчиках є основоположним елементом системи отримання якісних будівельних матеріалів та конструкцій на їх основі.

Контроль якості при виробництві ЗБК охоплює різноманітні сфери та етапи виробничого циклу: від випробування та контролю властивостей сировинних матеріалів до випробування властивостей матеріалів та конструкцій методами руйнівного та неруйнівного контролю.

Невід’ємною частиною виробничого контролю є комплекс заходів із забезпечення якості виконання виробничих операцій, так звана «система управління якістю», яка охоплює в своїй суті всі процеси і операції виробничого та невиробничого циклу, описує процедури виконання тих або інших робіт, порядок взаємодії суб’єктів виробничих відносин, документообігу, послідовності операцій, тощо.

Процедура оцінювання відповідності будівельних матеріалів та виробів також є важливою складовою будівельного комплексу. Поетапний перехід від обов’язкової системи сертифікації продукції до добровільної сертифікації, а також запровадження схеми сертифікації продукції за технічними регламентами докорінно змінюють систему сертифікації продукції в Україні, спрощуючи процедури та порядки проведення робіт та дозволяючи проведення сертифікації на добровільній основі в умовах конкурентного ринку як матеріалів, так і інститутів – учасників процесу.

Важливим аспектом системи контролю якості в Україні є той факт, що всі операції та процедури в системі здійснюються у законодавчо врегульованій сфері та проводяться у атестованих та акредитованих інституціях, що підвищує довіру споживача до результатів оцінювання та обумовлює незаангажованість проведення робіт.

Метою даної дисципліни є забезпечення підготовки майбутніх спеціалістів до проведення виробничого контролю та оволодіння принципами і методами роботи з будівельними конструкціями, виробами та матеріалами на кожному з етапів їх виготовлення.

Завданням дисципліни є набуття студентами теоретичної та практичної підготовки для раціональної організації всіх процесів виробничого контролю на підприємствах будіндустрії.

Тема 1. Сертифікація матеріалів, виробів та конструкцій



Схема 1. Система визначень та термінів в галузі оцінювання відповідності згідно до ДСТУ ISO/IEC 17000:2007

Відповідно ДСТУ ISO/IEC 17000 – **оцінювання відповідності** – це «доведення того, що встановлені вимоги до продукції, процесу, системи, осіб або органу виконано».

Типовим прикладом дій стосовно встановлення відповідності є відбір зразків, випробування та інспектування, оцінювання, вивірення та запевнення у відповідності (декларування про відповідність, сертифікація), реєстрація, акредитація та затвердження, а також комбінації цих дій.

Підтвердження відповідності – це «видання заяви на підставі ухваленого після критичного огляду рішення про те, що встановленні вимоги виконано».

Підтвердження відповідності здійснюється шляхом декларування відповідності постачальником або сертифікацією (дивитись схему 1).

Декларування відповідності постачальником – це «підтвердження відповідності першою стороною» (постачальник).

Сертифікація – це «підтвердження відповідності третьою стороною, яка стосується продукції, процесів, систем чи персоналу». Третя сторона – незалежна від постачальника і користувача.

Важлива особливість оцінювання відповідності полягає в тому, що всі процедури проводяться в межах системи.

Система оцінювання відповідності – це «правила та настанови для проведення оцінювання відповідності».

Системи можуть діяти на національному, регіональному і міжнародному рівні.

Сертифікацію проводять акредитовані або призначені (уповноважені) в системі органи оцінювання відповідності:

- продукції та послуг;
- систем управління;
- персоналу.

Випробування продукції проводиться випробувальними лабораторіями (центрами), які акредитовані відповідно до ДСТУ ISO/IEC 17025.

Акредитація – це «підтвердження відповідності третьою стороною, що стосується органу оцінювання відповідності, яке слугує офіційним доказом його компетентності».

Орган акредитації – це авторитетний орган, який виконує акредитування.

Функцією органу акредитації є формування довіри до:

- відповідності продукції нормативним документам;
- незалежності і компетентності випробувальних лабораторій;
- незалежності і компетентності органів шляхом застосування загальної концепції оцінювання відповідності (Схема 2).

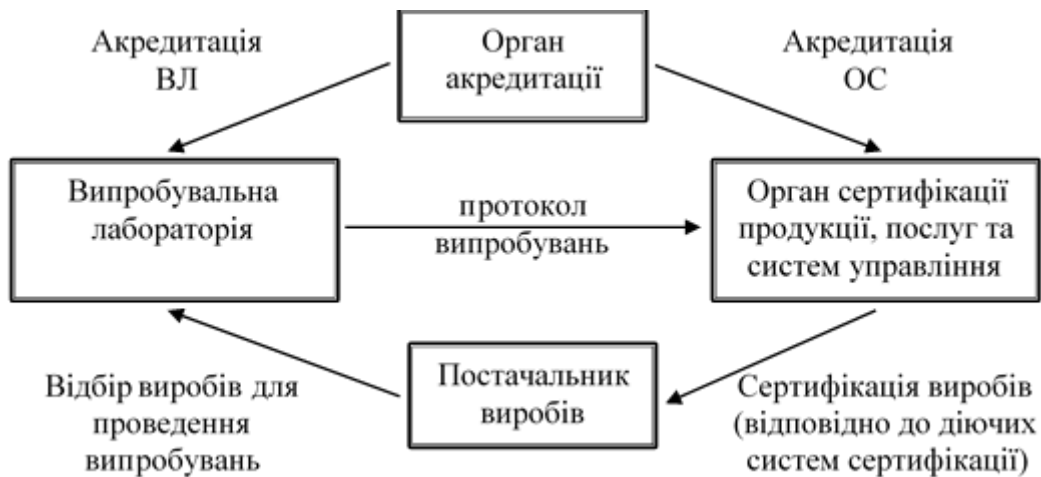


Схема 2. Концепція оцінювання відповідності

В кожному конкретному випадку використовується окрема схема сертифікації.

Схема оцінювання відповідності – (у т. ч. сертифікації) стосується певних об'єктів оцінювання відповідності, до яких застосовують ті самі встановлені вимоги, конкретні правила та процедури.

При одержанні позитивних результатів з сертифікації заявник отримує сертифікат відповідності і право маркування продукції знаком відповідності.

Сертифікат відповідності – це «документ, виданий за правилами системи сертифікації, який підтверджує, що ідентифіковані належним чином виріб, процес чи послуга відповідають вимогам конкретного стандарту чи іншого нормативного документу».

Сертифікат відповідності є юридичним документом і за правильність закладеної інформації несе відповідальність особа, яка підписала його.

Знак відповідності – це «охоронний знак, виданий за правилами системи сертифікації із зазначенням відповідності даних виробу, процесу чи послуги вимогам конкретного стандарту чи іншого нормативного документу».

Право маркування продукції знаком відповідності надає орган сертифікації, який видав сертифікат відповідності, на підставі двосторонньої угоди.

Кожна система сертифікації має власний знак відповідності. Важливо, що знак відповідності – це засіб інформування споживачів.

Обов'язкова і добровільна сертифікація

Обов'язкова сертифікація проводиться для окремих видів продукції, які небезпечні для життя та здоров'я людини, тварин, рослин, а також майна споживачів та охорони довкілля.

Обов'язкова сертифікація проводиться в законодавчо регульованій сфері.

Законодавчо регульована сфера – це сфера, в якій вимоги до продукції та умови введення її в обіг регламентуються законодавством (директивами ЕС або національним законодавством в Європейському союзі, Технічними регламентами з підтвердження відповідності – в Україні).

Як правило, сертифікацію в законодавчо регульованій сфері проводять акредитовані органи з сертифікації будь-якої форми власності, призначені на здійснення цієї діяльності.

Добровільна сертифікація проводиться на відповідність усім необхідним вимогам споживачів. Добровільна сертифікація проводиться в законодавчо нерегульованій сфері.

Законодавчо нерегульована сфера – це сфера, в якій вимоги до продукції та умови введення її в обіг не регламентуються законодавством.

Добровільна сертифікація проводиться з метою реклами продукції, освоєння нових ринків збуту, формування і підтримки іміджу фірми, а також, якщо це обумовлено в умовах контракту, постачання продукції.

Міжнародні та Європейські нормативні документи в галузі оцінки відповідності

Технічний комітет «СЕРТИКО»

Відомо, що сертифікація продукції в розвинутих країнах виникла в двадцятих-тридцятих роках минулого століття, але національні системи сертифікації почали функціонувати лише в шістдесятих роках.

Введення сертифікації було необхідним для захисту споживачів від неякісної продукції. З розвитком об'єму готової продукції в світовому товарообміні зросла роль сертифікації, як важливої умови укладання контрактів. З метою усунення «сертифікаційних бар'єрів» в ІЗО був створений технічний комітет «СЕРТИКО» (1970 р.).

З 1985 р. найменування та функції комітету були змінені.

Комітет з оцінки відповідності (CAZCO) був впроваджений з метою:

- вивчення засобів оцінки відповідності продукції, процесів, послуг і систем управління відповідно вимогам нормативних документів;
- розроблення спільно з ІЕС настанов і стандартів в галузі випробувань, контролю і сертифікації;
- допомоги взаємовизнання національних систем оцінки відповідності;
- визнання міжнародних документів на випробування, сертифікацію та оцінку.

З 1982 р. комітет займається розробкою настанов (з 1997 р. – стандартів) в галузі оцінювання відповідності. Основні настанови і стандарти наведені нижче в переліку.

Обов'язкова сертифікація – це сертифікація на відповідність обов'язковим вимогам, встановленим чинними законодавчими актами України або нормативними документами (вимоги, що забезпечують безпечність продукції для життя, здоров'я і майна громадян, її сумісність і взаємозамінність, охорону навколишнього середовища). Організацію робіт з обов'язкової сертифікації виконує Національний орган з сертифікації – Держспоживстандарт України. Наказом Держстандарту України від 30 червня 1993 р. № 95 діє «Перелік продукції, що підлягає обов'язковій сертифікації в Україні».

Основні законодавчі акти України в галузі сертифікації

1. Закон України «Про захист прав споживачів»

- ст. 16 п. 4 «Товари (роботи, послуги), на які актами законодавства або іншими нормативними документами встановлені обов'язкові вимоги по забезпеченню безпеки життя, здоров'я споживачів, їх майна, навколишнього середовища, підлягають обов'язковій сертифікації відповідно до чинного законодавства».

Реалізація і використання таких товарів (у тому числі імпортних), виконання робіт і надання послуг без сертифікату відповідності забороняється.

- ст. 23 Відповідальність за порушення законодавства з питань захисту прав споживачів.

2. Декрет КМ України № 30-93 від 08.04.93 р. «Про Державний нагляд за дотриманням стандартів, норм і правил і відповідальності за їх порушення».

- розд. 3 ст. 6 п. 8 «Забороняти випуск і реалізацію продукції, що підлягає обов'язковій сертифікації, але не пройшла її у встановлені терміни».

3. Декрет КМ України № 46-93 від 10.05.93 р. «Про стандартизацію і сертифікацію».

4. Закон України «Про метрологію і метрологічну діяльність» № 113-98 від 11.02.98 р.

5. Закон України «Про стандарти, технічні регламенти та процедури оцінки відповідності» № 3164 від 01.12.2005 р.

6. Кодекс України «Про адміністративні порушення» (ст. 167, 169, 170, 171, 172, 244).

Подальший розвиток національної системи технічного регулювання, пов'язаний з введенням в червні 2001 р. законів України:

- «Про стандартизацію» (№2408-III від 17.05.01);

- «Про підтвердження відповідності» (№ 2406-III від 17.05.01);

- «Про акредитацію органів з оцінки відповідності» (№ 2407-III від 17.05.01),

а також у грудні 2005 року Закону України

- «Про стандарти, технічні регламенти та процедури оцінки відповідності» (№ 3164 від 01.12.2005).

Ці закони є основою для побудови національної системи оцінки відповідності, яка буде максимально відповідати міжнародній і європейській практиці з урахуванням наміру України інтегруватися в ЄС, ВТО (Всесвітня торговельна організація).

Законами здійснюється втілення таких основоположних принципів:

- поетапний перехід від обов'язкової системи сертифікації до оцінки відповідності в законодавчо регульованій та в законодавчо нерегульованій сферах;

- процедура підтвердження відповідності в законодавчо регульованій сфері запроваджується технічними регламентами з підтвердженням відповідності (нормативно-правовий акт, затверджений Кабінетом Міністрів України, в якому викладені вимоги безпеки для життя та

здоров'я людини, а також майна та охорони довкілля, процедури підтвердження відповідності, правила маркування і введення продукції в обіг);

- побудова національного органу з акредитації та проведення акредитації відповідно вимогам стандартів EN серії 45000, ISO/IEC серії 17000;

- застосування «Модульної концепції підтвердження відповідності ЄС»

(в тому числі модуля, який передбачає декларацію виробника про відповідність);

- визначення відповідальності за випуск і реалізацію продукції, яка не відповідає встановленим вимогам.

Розпорядженням Кабінету Міністрів України схвалена Концепція розвитку технічного регулювання та споживчої політики у 2006-2010 роках від 11.05.2006 р. №267-р.

Постановою Кабінету Міністрів від 7.11.2003 року № 1585 в Україні затверджено перший технічний регламент «Модулі оцінки відповідності та вимоги щодо маркування Національним знаком відповідності». На 01.07.2009 р. затверджено 30 технічних регламентів.

Державні стандарти України

1) ДСТУ 2296-93 «Національний знак відповідності. Форма, розміри, технічні вимоги і правила застосування»;

2) ДСТУ ISO/IEC 17000-2007 «Словник термінів і загальні принципи»

3 травня 2007 року в Системі введена процедура декларування відповідності продукції:

1) Наказ Держспоживстандарту України від 01.12.2005 р. № 342 «Про затвердження Тимчасового порядку декларування відповідності продукції з низьким ступенем ризику для життя і здоров'я споживачів», зареєстровано в Міністерстві юстиції України 22.12.2005 за № 1549/11829;

2) Наказ Держспоживстандарту України від 29.01.2007 р. № 6 «Про затвердження Переліку продукції, відповідність якої може бути підтверджена декларацією про відповідність».

Порядок проведення сертифікації продукції

Порядок проведення в загальному випадку включає:

- подача і розгляд заявки на сертифікацію продукції;
- прийняття рішення за заявою із зазначенням схеми сертифікації;
- обстеження, атестація виробництва, оцінка або сертифікація системи управління якістю, якщо це передбачено схемою сертифікації;
- відбір, ідентифікація зразків продукції і їх випробування;
- аналіз результатів і ухвалення рішення про видачу сертифіката;
- видача сертифіката відповідності та укладання угоди з занесенням сертифікованої продукції до Реєстру Системи;
- технічний нагляд за сертифікованою продукцією;
- інформація про результати робіт з сертифікації.

Для одержання сертифіката відповідності в Системі необхідно подати заявку в уповноважений орган з сертифікації продукції

Якщо на момент подачі заявки орган з сертифікації даної продукції відсутній, заявка подається в Національний орган.

Орган розглядає заявку і не пізніше 30 днів оповіщає заявника про своє рішення (письмово) про основні умови сертифікації (а саме: схема сертифікації, акредитована випробувальна лабораторія).

Схеми сертифікації з Системи зазначені в ДСТУ 3413-96.

Найбільш поширені:

- для партії продукції - відбір і сертифікаційні випробування зразків із видачею сертифіката на дану партію;
- для серійної продукції - відбір і сертифікаційні випробування зразків, технічний нагляд із видачею сертифіката на термін до 1 року;
- обстеження виробництва, відбір і сертифікаційні випробування зразків, технічний нагляд з видачею сертифіката на термін до 2 років.

Обстеження, атестацію виробництва, оцінку систем управління якістю проводить у Системі орган з сертифікації продукції відповідно до зазначеної в рішенні схеми сертифікації продукції.

Обстеження виробництва виконується з метою визначення можливості підприємства-виготовлювача випускати продукцію відповідно до вимог чинних нормативних документів.

При обстеженні виробництва розглядаються такі питання:

- стан нормативної, конструкторської і технологічної документації;

- внесення змін у технічну документацію;
- вхідний контроль комплектуючих, сировини і матеріалів;
- контроль у процесі виробництва;
- випробування продукції;
- реєстрація результатів контролю і випробувань;
- управління процесами виробництва;
- стан контрольного, вимірювального та випробувального обладнання;
- підготовка персоналу.

За результатами обстеження представники органу складають акт.

Атестація виробництва проводиться з метою оцінки технічних можливостей підприємства забезпечити випуск продукції відповідно до вимог нормативних документів.

Для проведення атестації виробництва підприємство повинне:

- мати комплект конструкторської, технологічної документації, а також документи підприємства з питань, зазначених у ДСТУ 3414-96;
- розробити «Інструкцію з атестації технічних можливостей» відповідно до ДСТУ 3414-96.

Етапи проведення робіт з атестації виробництва:

- подача заявки (якщо проводиться з ініціативи підприємства);
- попередня оцінка;
- складання програми і методики атестації;
- перевірка виробництва й атестація його технічних можливостей;
- технічний нагляд за атестованим виробництвом.

У випадку позитивного звіту про перевірку виробництва підприємству видається атестат виробництва на термін не більш 3 років.

За результатами технічного нагляду за атестованим виробництвом орган з сертифікації продукції, у випадку виявлення порушень, має право призупинити або припинити дію атестату.

Порядок відбору і кількість зразків для сертифікаційних випробувань встановлює орган з сертифікації. Відібрані зразки з актами відбору й ідентифікації подаються Заявником в акредитовану випробувальну лабораторію.

У випадку отримання негативних результатів хоча б по одному з показників - випробування припиняються і лабораторія інформує про це орган.

Для проведення нових випробувань Заявник оформляє нову заявку і надає переконливі докази усунення причин невідповідності.

У випадку позитивних результатів випробувань лабораторія передає органу протоколи випробувань, копії - Заявнику.

При наявності протоколів із позитивними результатами випробувань і позитивного звіту про попереднє обстеження виробництва або атестації виробництва, сертифікату на систему управління якості (залежно від прийнятої схеми), орган з сертифікації продукції оформляє і видає Заявнику сертифікат.

Термін дії сертифіката відповідності на продукцію, що виробляється серійно, визначає орган з урахуванням схеми сертифікації, терміну дії нормативних документів на продукцію, атестата виробництва, сертифіката на систему управління якості.

Одночасно орган укладає з Заявником угоду та надає право маркувати кожен одиницю продукції знаком відповідності.

У випадку сертифікації одиничного виробу або партії продукції сертифікат відповідності поширюється тільки на виріб або дану партію.

Сертифікат реєструється в Реєстрі Системи.

Якщо Заявник після отримання сертифіката вносить зміни в конструкцію виробу, технологію виготовлення, то він зобов'язаний попередньо сповістити про це орган з сертифікації продукції.

Технічний нагляд за стабільністю показників сертифікованої продукції, під час її виробництва, здійснює орган, що видав сертифікат відповідності. Обсяг, порядок і періодичність технічного нагляду встановлює орган.

У випадку виявлення порушень орган з сертифікації продукції може призупинити або припинити дію угоди на право використання сертифіката відповідності і знака відповідності.

Принципи оплати робіт з сертифікації в Системі передбачені «Правилами визначення вартості робіт із сертифікації продукції і послуг» і включають:

- попередня оплата робіт Заявником;
- рентабельність робіт з сертифікації не повинна перевищувати 20% собівартості;
- визначення прямих і непрямих витрат на виконання робіт із сертифікації.

Під час сертифікації продукції (послуг) оплаті підлягають:

- прийняття рішення за заявкою, включаючи визначення схеми сертифікації;
- відбір, ідентифікація продукції та їх випробування;
- оцінка стану виробництва (якщо це передбачено схемою сертифікації);
- аналіз одержаних результатів та прийняття рішення про видачу (або відмову щодо видачі) сертифіката відповідності;
- видача сертифіката відповідності та укладання угоди;
- здійснення технічного нагляду за сертифікованою продукцією (якщо це передбачено схемою сертифікації);
- коригувальні заходи в разі порушення відповідності продукції встановленим вимогам та неправильного застосування знаку відповідності;
- видача інформації про результати сертифікації.

Порядок митного оформлення продукції, що імпортується і підлягає обов'язковій сертифікації в Україні

Постановою Кабінету Міністрів України № 446 від 14.05.2008 р. затверджений «Порядок митного оформлення імпортованих товарів (продукції), що підлягають в Україні обов'язковій сертифікації».

Документи, які підтверджують відповідність продукції обов'язковим вимогам нормативних документів і є підставою для використання на митній території України:

- Свідоцтво про визнання іноземного сертифіката, видане органом з сертифікації продукції;
- Сертифікат відповідності або його копія, видані органом з сертифікації продукції.

Визнаються такі сертифікати:

- видані в національних системах сертифікації країн СНД, з якими укладені двосторонні угоди про взаємовизнання;

• видані в рамках міжнародних систем сертифікації, до яких приєдналася Україна:

- система сертифікації електронних компонентів (IECO);
- система сертифікації електрообладнання на відповідність стандартам безпеки (IECEE), схема CB.
- заявка на визнання;
- іноземний сертифікат відповідності;
- стандарт (технічні умови) на продукцію (за вимогою органу);
- протокол випробувань (за вимогою органу);
- інша необхідна документація за вимогою органу з сертифікації.

Запитання для самоконтролю

1. Яка установа виконує сертифікацію продукції в Україні?
2. Які організації співпрацюють в системі оцінювання відповідності?
3. Що таке сертифікація?
4. Які продукти підлягають обов'язковій сертифікації?
5. Процедура проведення сертифікації?
6. Схеми сертифікації.
7. Що таке декларація?
8. Атестація виробництва та етапи її проведення

Тема 2. Нормативна база, стандартизація

Категорії та види стандартів

Національна система стандартизації України вміщує різноманітні стандарти, в яких встановлені вимоги до конкретних об'єктів стандартизації. Залежно від об'єкта стандартизації, складу, змісту, сфери діяльності та призначення вони поділяються на такі види:

- державні стандарти України - ДСТУ;
- галузеві стандарти України - ГСТУ;
- стандарти науково-технічних та інженерних товариств і спілок України - СТТУ;
- технічні умови України - ТУУ;
- стандарти підприємств - СТП;
- кодекси усталеної практики.

Державні стандарти України (ДСТУ) - це нормативні документи, які діють на території України і використовуються усіма підприємствами

незалежно від форми власності та підпорядкування, громадянами-суб'єктами підприємницької діяльності, міністерствами (відомствами), органами державної виконавчої влади, на діяльність яких поширюється дія стандартів. ДСТУ для будь-якої держави світу є національним стандартом України, який затверджується Держспоживстандартом України. ДСТУ мають міжгалузеве використання і запроваджуються переважно на продукцію масового чи серійного виробництва, на норми, правила, вимоги, терміни та поняття, позначення й інші об'єкти, регламентування яких потрібно для забезпечення оптимальної якості продукції, а також для єдності та взаємозв'язку різних галузей науки, техніки, виробництва та культури.

До державних стандартів прирівнюються державні будівельні норми і правила, а також державні класифікатори техніко-економічної та соціальної інформації. Республіканські стандарти колишнього УРСР застосовуються як державні стандарти України до часу їх заміни або скасування.

Державні будівельні норми (ДБН) — сукупність прийнятих органами виконавчої влади нормативних актів технічного, економічного та правового характеру, що регламентують здійснення діяльності містобудування, а також інженерних вишукувань, архітектурно-будівельного проектування та будівництва.

Державні стандарти України містять обов'язкові та рекомендовані вимоги. *До обов'язкових належать:*

- вимоги, що забезпечують безпечність продукції для життя, здоров'я, майна громадян, її сумісність і взаємозамінність, охорону навколишнього природного середовища та вимоги методів випробувань цих показників;
- вимоги техніки безпеки та гігієни праці з посиланням на відповідні норми і правила;
- метрологічні норми, правила, вимоги та положення, що забезпечують достовірність і єдність вимірювань;
- положення, що забезпечують технічну єдність під час розроблення, виготовлення, експлуатації (застосування) продукції.

Обов'язкові вимоги ДСТУ підлягають безумовному виконанню органами державної виконавчої влади, всіма підприємствами та громадянами-суб'єктами підприємницької діяльності, на діяльність яких поширюється дія стандартів.

Рекомендовані вимоги ДСТУ є обов'язковими для виконання, якщо:

- це передбачено чинними актами законодавства;
- ці вимоги включено до договорів на розроблення, виготовлення та поставку продукції;
- виробником (постачальником) продукції документально заявлено про відповідність продукції цим стандартам.

Галузеві стандарти України (ГСТУ) розробляють на продукцію, послуги в разі відсутності ДСТУ, або за потребою встановлення вимог, які перевищують або доповнюють вимоги державних стандартів. Вимоги ГСТУ не повинні суперечити обов'язковим вимогам ДСТУ. ГСТУ є обов'язковими для всіх підприємств і організацій даної галузі, а також для підприємств і організацій інших галузей (замовників), які використовують чи застосовують продукцію цієї галузі.

Стандарти науково-технічних та інженерних товариств (спілок) України (СТТУ) розробляють за потребою розповсюдження та впровадження систематизованих, узагальнених результатів фундаментальних і прикладних досліджень, одержаних у певних галузях знань та сферах професійних інтересів. Вимоги СТТУ не повинні суперечити обов'язковим вимогам ДСТУ та ГСТУ.

Підприємства застосовують СТТУ добровільно, а окремі громадяни - суб'єкти підприємницької діяльності, якщо вважають доцільним використовувати нові передові засоби, технології, методи та інші вимоги, які містяться в цих стандартах. Використання СТТУ для виготовлення продукції можливе лише за згодою замовника або споживача цієї продукції, що закріплено договором або іншою угодою.

Технічні умови (ТУ) - нормативний документ, який розробляють для встановлення вимог, що регулюють відносини між постачальником (розробником, виробником) і споживачем (замовником) продукції, для якої відсутні державні чи галузеві стандарти (або за потребою конкретизації

вимог зазначених документів). ТУ затверджують на продукцію, що перебуває на стадії освоєння і виробляється невеликими партіями. ТУ розробляються на один чи кілька конкретних виробів, матеріалів, речовин, послугу чи групу послуг. Запроваджують ТУ в дію на короткі строки, термін їх дії обмежений або встановлюється за погодженням із замовником. Підприємства використовують ТУ незалежно від форми власності та підлеглості, громадяни - суб'єкти господарювання - за договірними зобов'язаннями або ліцензіями на право виготовлення та реалізацію продукції (надання послуг).

Стандарти підприємств (СТП) розробляються на продукцію (процес, роботу, послугу), яку виробляють і застосовують (надають) лише на конкретному підприємстві. СТП не повинні суперечити обов'язковим вимогам ДСТУ та ГСТУ. Об'єктами СТП є складові продукції, технологічне оснащення та інструмент; технологічні процеси; послуги, які надають на певному підприємстві; процеси організації та управління виробництвом. СТП - основний організаційно-методичний документ у діючих на підприємствах системах управління якістю продукції. Як СТП можуть використовуватися міжнародні, регіональні та національні стандарти інших країн на підставі міжнародних угод про співробітництво.

Кодекси ustalеної практики розробляють на устаткування, конструкції, технічні системи, які різняться конструктивним виконанням. В кодексах ustalеної практики зазначають правила та методи розв'язування завдань щодо координації робіт зі стандартизації та метрології, а також реалізації певних вимог технічних регламентів чи стандартів.

Технічний регламент - це новий вид нормативного документу, який створено з метою розмежування законодавчо регульованої та нерегульованої сфери використання нормативних документів. Водночасно прийнятому Законі України "Про підтвердження відповідності" від 17.05.2001 № 2406-III такий документ названо технічний регламент з підтвердження відповідності і йому надано статус урядового нормативно-правового акту. Тут встановлено, що цей ТР має містити: опис видів продукції, що підлягає обов'язковому підтвердженню відповідності; вимоги до такої продукції, які мають убезпечувати людей, тварин,

рослини, майно і довкілля; процедури підтвердження відповідності таким вимогам. Отже технічний регламент - це закон України або нормативно-правовий акт, прийнятий Кабінетом Міністрів України, у якому визначено характеристики продукції або пов'язані з нею процеси чи способи виробництва, а також вимоги до послуг, включаючи відповідні положення, дотримання яких є обов'язковим. Він може також містити вимоги до термінології, позначок, пакування, маркування чи етикетування, які застосовуються до певної продукції, процесу чи способу виробництва.

Залежно від специфіки об'єкта стандартизації, призначення, складу та змісту вимог, які встановлені до нього, для різних категорій нормативних документів зі стандартизації розробляють стандарти таких видів:

- основоположні;
- на продукцію, послуги;
- на процеси;
- на методи контролю (випробувань, вимірювань, аналізу)

Основоположні стандарти встановлюють організаційно-методичні та загальнотехнічні положення для визначеної галузі стандартизації, а також терміни та визначення, загальнотехнічні вимоги, норми та правила, що забезпечують впорядкованість, сумісність, взаємозв'язок та взаємоузгодженість різних видів технічної та виробничої діяльності під час розроблення, виготовлення, транспортування та утилізації продукції, безпечність продукції, охорону навколишнього середовища.

Стандарти на продукцію, послуги встановлюють вимоги до груп однорідної або певної продукції, послуги, які забезпечують її відповідність своєму призначенню. У них наводяться технічні вимоги до якості продукції (послуг) при її виготовленні, постачанні та використанні; визначаються правила приймання, способи контролю та випробування, вимоги до пакування, маркування, транспортування, зберігання продукції або якості наданих послуг.

Стандарти на процеси встановлюють основні вимоги до послідовності та методів (засобів, режимів, норм) виконання різних робіт (операцій) у процесах, що використовуються у різних видах діяльності та які забезпечують відповідність процесу його призначення.

Стандарти на методи контролю (випробувань, вимірювань, аналізу) регламентують послідовність (операцій), способи (правила, режими, норми) і технічні засоби їх виконання для різних видів та об'єктів контролю продукції, процесів, послуг. У них наводяться уніфіковані методи контролю якості, що засновані на досягненнях сучасної науки і техніки.

Запитання для самоконтролю

1. Що таке ДСТУ?
2. Обов'язкові та рекомендовані вимоги ДСТУ
3. Що таке ГСТУ та СТТУ?
4. Що таке ТУ, СТП та кодекси усталеної практики?
5. Що таке технічний регламент та для чого він?
6. Види стандартів та опис кожного з них.

Тема 3. Метрологічне забезпечення в виробництві будівельних матеріалів, виробів та конструкцій

ДСТУ ISO 10012:2005 «Системи керування вимірюванням. Вимоги до процесів вимірювання та вимірювального обладнання». Введено на заміну ДСТУ 3921.1-1999 та ДСТУ 3921.2-2000.

Стандарт містить як вимоги, так і настанови щодо запровадження систем керування вимірюванням і може бути корисним у покращенні процесу вимірювання та якості продукції.

ДСТУ ISO 9000-2007 «Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів».

Система керування вимірюванням – сукупність взаємопов'язаних або взаємодіючих елементів, необхідних для забезпечення метрологічного підтвердження та постійного контролю процесів вимірювання.

Процес вимірювання – сукупність операцій для визначення значення величини.

Вимірювальне обладнання – вимірювальний прилад, програмний засіб, еталон одиниці фізичної величини, стандартний зразок або допоміжні прилади чи їх комбінація, необхідні для виконання процесу вимірювання.

Метрологічна служба – функційна структура, що відповідає адміністративно та технічно за визначення та запровадження системи керування вимірюванням.

Метрологічне підтвердження – сукупність операцій, необхідних для гарантування того, що вимірювальне обладнання відповідає метрологічним вимогам щодо його використання за призначенням.

Калібрування – сукупність операцій, що встановлює співвідношення показів вимірювального приладу, вимірювальної системи або значення, що відтворюється матеріальною мірою або еталонною речовиною зі значенням відповідного еталону.

Згідно Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність» метрологічне підтвердження та виконання процесів вимірювання розповсюджується на:

- технічні засоби;
- методи виконання вимірювань;
- вимірювальні лабораторії.

Об'єкти державного метрологічного контролю та нагляду:

- засоби вимірювальної техніки;
- методики виконання вимірювань;
- кількість фасованого товару в упаковках.

Види державного метрологічного контролю та нагляду

До державного метрологічного контролю належать:

- уповноваження та атестація у державній метрологічній системі;
- державні випробування засобів вимірювальної техніки і затвердження їх типів;
- державна метрологічна атестація засобів вимірювальної техніки;
- перевірка засобів вимірювальної техніки.

До державного метрологічного нагляду належать:

- державний метрологічний нагляд за забезпеченням єдності вимірювань;
- державний метрологічний нагляд за кількістю фасованого товару в упаковці.

Технічні засоби:

- засоби вимірювальної техніки, в тому числі стандартні зразки;
- випробувальне обладнання;
- допоміжне обладнання.

Сфера державного метрологічного нагляду і контролю:

- роботи із забезпечення охорони здоров'я;
- роботи із забезпечення захисту життя та здоров'я громадян;
- контроль якості та безпеки продуктів харчування та лікарських засобів;
- контроль стану навколишнього середовища;
- контроль безпеки умов праці;
- геодезичні та гідрометеорологічні роботи;
- торгівельно-комерційні операції та розрахунки між покупцем та виконавцем;
- податкові, банківські та митні операції;
- облік енергетичних та матеріальних ресурсів, за винятком внутрішнього обліку, що ведеться підприємствами;
- роботи, пов'язані з державної реєстрацією земельних ділянок і нерухомого майна;
- роботи із забезпечення технічного захисту інформації;
- роботи, що виконуються за дорученням органів прокуратури та правосуддя;
- реєстрація національних та міжнародних рекордів.

Контроль якості продукції – контроль кількісних та (чи) якісних характеристик властивостей продукції.

Випробування – експериментальне визначення кількісних та (чи) якісних властивостей об'єкта як наслідок дії на нього під час його функціонування та при моделюванні об'єкта та (чи) дій на нього.

Класифікація видів контролю якості продукції:

- в залежності від об'єкті контролю (стадії процесу виробництва)
- в залежності від засобів контролю
- в залежності від характеру та методів контролю.

В залежності від об'єкту контролю:

- вхідний контроль (контроль матеріалів, сировини, комплектуючих);
- поточний контроль (летучий, періодичний, безперервний. Включає в себе контроль засобів вимірювальної техніки, контроль інструменту та технологічної оснастки, контроль технологічного обладнання, операційний контроль);
- вихідний контроль (приймальний контроль готової продукції, контроль пакування, транспортування, контроль зберігання).

В залежності від засобів контролю:

- візуальний контроль;
- органолептичний контроль;
- інструментальний контроль (ручний, автоматизований, автоматичний).

В залежності від характеру та методів контролю:

- по обсягу продукції (суцільний чи вибірковий);
- по характеру впливу на процес або об'єкт (активний/пасивний, руйнівний/неруйнівний);
- по типу параметрів, які перевіряються (геометричні, фізичні, хімічні, металографічні, спеціальні, механічні).

Види випробувань класифікуються залежно від:

- стадії життєвого циклу (дослідження, розробка, виробництва, експлуатація);
- рівня проведення (державні, міжвідомчі, відомчі, заводські);
- умов та місця проведення (лабораторні, стендові, полігонні, натурні, з використанням моделей);
- терміну проведення (нормальні, прискорені, скорочені);
- результату впливу (неруйнівні, руйнівні);
- характеристик об'єкту (функціональні, на надійність, на міцність, на стійкість, на безпеку, на транспортабельність, технологічні, граничні).

Види випробувань відповідно до зовнішнього фактору впливу:

- механічні;
- кліматичні;
- біологічні;
- радіаційні;

- електромагнітних полів;
- електричні;
- спеціальних середовищ;
- термічні.

Атестації підлягає випробувальне обладнання, яке відтворює нормований зовнішній фактор впливу та (або) навантаження.

Випробувальне обладнання в залежності від сфери застосування поділяється на:

- загальнопромислового призначення;
- галузевого призначення;
- спеціального призначення (обладнання, що виготовлене в одиничних екземплярах).

Для опису вимірювань використовують різні характеристики:

- вид вимірювання;
- метод;
- похибка;
- точність;
- правильність;
- збіжність;
- відтворюваність.

Метод вимірювання – сукупність способів використання засобів вимірювальної техніки і принципів вимірювання для створення вимірювальної інформації.

Похибка вимірювання – відхилення результату вимірювання від істинного значення вимірюваної фізичної величини.

Точність – це характеристика якості вимірювань, яка відображає близькість результатів до істинного значення.

Правильність – це характеристика якості вимірювання, що відображає близькість до нуля систематичних похибок в результаті вимірювань.

Збіжність – характеристика якості вимірювань, що відображає близькість результатів повторних вимірювань однієї і тієї ж величини, проведених в однакових умовах.

Відтворюваність – це характеристика якості вимірювань, що відображає близькість результатів вимірювань однієї і тієї ж величини, виконаних в різних умовах (в різний час, в різних місцях, різними методами і засобами).

Документація, що опрацьовується випробувальними лабораторіями:

- сертифікати якості на наданий матеріал;
- акти відбору проб;
- паспорт на партію продукції;
- протокол досліджень.

Запитання для самоконтролю

1. Система керування вимірюванням, процес вимірювання та вимірювальне обладнання.
2. Метрологічна служба та метрологічне підтвердження.
3. Що таке калібрування?
4. Об'єкти та види державного метрологічного контролю та нагляду.
5. Контроль якості продукції та класифікація видів контролю.
6. Випробування та класифікація видів випробувань.
7. Що таке метод вимірювання?
8. Що таке точність, правильність та похибка вимірювання?
9. Що таке збіжність та відтворюваність?

Тема 4. Статичні методи контролю

Основні поняття математичної статистики та теорії ймовірності:

- випадкова величина, дискретна, безперервна;
- функція розподілення випадкової величини;
- щільність розподілення випадкової величини;
- моменти випадкової величини, перший момент, дисперсія;
- вибірка, частотне розподілення;
- точкові оцінки параметрів випадкових величин, середнє арифметичне;
- регресія та кореляція.

Випадковою називається величина, яка внаслідок випробування може набути того чи іншого числового значення, причому заздалегідь невідомо, якого саме. Випадкові величини поділяються на два типи: дискретні та неперервні.

Випадкову величину називають **дискретною**, якщо всі можливі значення ізольовані одне від одного і їх можна пронумерувати.

Випадкову величину називають **неперервною**, якщо всі її можливі значення заповнюють деякий скінченний або нескінченний інтервал.

Законом розподілу випадкової величини називається відповідність, що встановлює зв'язок між можливими значеннями випадкової величини та її ймовірностями.

Найпростішою формою завдання закону розподілу дискретної випадкової величини X є ряд розподілу — таблиця, що складається з двох рядків: у верхньому перелічуються всі можливі значення випадкової величини $(x_1, x_2, \dots, x_n)$, у нижньому — ймовірності $(p_1, p_2, \dots, p_n)$, що їм відповідають.

Однією з форм закону розподілу як дискретних, так і неперервних випадкових величин є **функція розподілу** $F(x)$, яка визначає для кожного значення x імовірність того, що випадкова величина X набуде значення, яке менше за x , тобто $F(x) = P(X < x)$.

Функцію розподілу $F(x)$ називають також інтегральною функцією розподілу, або інтегральним законом розподілу. Інтегральна функція розподілу має такі властивості:

1. Значення функції розподілу належать відрізку $[0; 1]$: $0 \leq F(x) \leq 1$.
2. $F(x)$ — неспадна функція, тобто при $x_2 > x_1$, $F(x_2) \geq F(x_1)$.

Наслідок 1. Імовірність того, що випадкова величина X набуде значення в інтервалі (a, b) , дорівнює приросту функції розподілу на інтервалі (1):

$$P(a < x < b) = F(b) - F(a) \quad (1)$$

Наслідок 2. Імовірність того, що неперервна випадкова величина X набуде одного (певного) значення, наприклад x_1 , дорівнює нулю, як показано у формулі (2):

$$P(X = x_1) = 0 \quad (2)$$

Якщо всі можливі значення випадкової величини X належать інтервалу (a, b) , тоді $F(x)=0$, при $x \leq a$; $F(x)=1$, при $x > b$.

Наслідок 1. Якщо всі можливі значення неперервної випадкової величини розташовані на всій осі OX , то слушні такі граничні співвідношення (3):

$$\lim_{x \rightarrow -\infty} F(x) = 0; \quad \lim_{x \rightarrow +\infty} F(x) = 1 \quad (3)$$

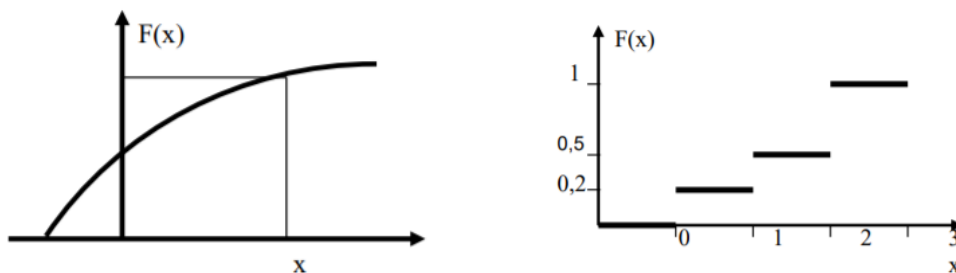


Рис. 1. Графіки інтегральної функції випадкової величини (ліворуч – неперервної, праворуч – дискретної).

Однією з форм закону розподілу, що існує тільки для неперервних випадкових величин, є **щільність розподілу** $f(x)$, яка дорівнює першій похідній функції розподілу $F(x)$: $f(x) = F'(x)$.

Функцію $f(x)$ називають також диференціальним законом розподілу випадкової величини X , або диференціальною функцією розподілу.

Узагальненням основних числових характеристик випадкових величин є поняття **моментів випадкової величини** (початкових і центральних).

Початковим моментом k -го степеня випадкової величини X є математичне сподівання k -го степеня цієї випадкової величини: $V_k = M(X^k)$.

Якщо X – дискретна випадкова величина, то формула має вигляд (4):

$$V_k = \sum_{i=1}^n x_i^k p_i \quad (4)$$

Якщо X – неперервна випадкова величина, тоді формула набуває вигляду (5):

$$V_k = \int_{-\infty}^{+\infty} x^k f(x) dx \quad (5)$$

Математичне сподівання X – це початковий момент першого порядку (6):

$$V_1 = M(X) \quad (6)$$

Числовою характеристикою розсіювання можливих значень випадкової величини навколо її математичного сподівання є дисперсія.

Дисперсією випадкової величини називається математичне сподівання квадрата відхилення випадкової величини від її математичного сподівання (7):

$$D(X) = [X - M(X)]^2 \quad (7)$$

Медіана – серединне значення даних, що впорядковані за критерієм збільшення чи зменшення. Для парного числа значень медіана – середнє значення двох найближчих до центру значень.

Переваги використання медіани:

- дозволяє уявити, де розташована більша частина даних;
- потребує зовсім мало обчислень.

Недоліки медіани:

- дані потрібно сортувати і впорядковувати;
- використовуються не всі дані;
- значення, що різко відрізняються, можуть бути суттєвими.

Головні статистичні методи керування якістю (7 методів):

- контрольний листок;
- контрольна карта;
- діаграма розсіювання;
- гістограма;
- діаграма Ісікави;
- діаграма Парето;
- стратифікація.

Контрольний листок допомагає відповісти на питання, наскільки часто трапляється певна подія. Дозволяє перейти від передбачень до фактів.

Послідовність дій:

- 1) якомога точніше встановлюється подія, за якою буде вестися спостереження;
- 2) визначається період, під час якого буде вестися спостереження і збирання даних про подію;
- 3) створюється форма (таблиця), яка має бути простою при заповненні і зрозумілою при читанні;
- 4) спостереження за подією і фіксація даних ведеться постійно та через рівні проміжки часу.

Діаграма Парето застосовується, коли є необхідність представити відносну важливість всіх проблем чи умов з метою вибору вихідної точки для вирішення проблем, прослідкувати за їх результатом та визначити основну причину проблеми.

Являє собою особливу форму стовпчикового графіку, що допомагає визначити наявність проблем, а також ступінь важливості кожної з них.

Це дозволяє визначитись із порядком їх вирішення. Діаграми Парето, побудовані на основі даних, що містяться в контрольних листках або інших формах обліку, допомагають привернути увагу та зусилля до дійсно важливих проблем. Чим більша важлива проблема, тим вищий стовпчик, що відображає цю проблему.

Порядок побудови діаграми Парето:

- 1) обираються проблеми, які необхідно порівняти, та розташовуються у порядку важливості. Ступінь важливості проблем встановлюється за звітними документами (даними спостережень);
- 2) визначається критерій для порівняння одиниць виміру (в натуральних чи вартісних характеристиках);
- 3) визначається період часу для вивчення;
- 4) дані узагальнюються по категоріях, порівнюються критерії кожної групи;
- 5) категорії перераховуються зліва направо в порядку зменшення важливості критерію (причини). В останній стовпчик вносяться категорії, що мають найменше значення.

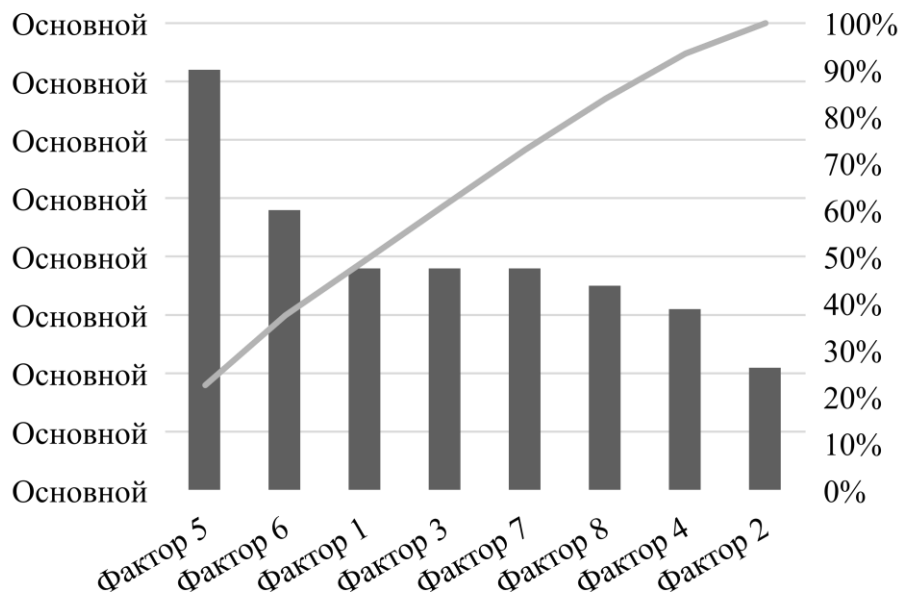


Рис. 2. Прилад діаграми Парето

Стратифікація являє собою розбивання (групування) даних на страти (групи).

Діаграма Ісікави – причинно-наслідкова діаграма (діаграма «скелет риби»). Застосовується тоді, коли потрібно дослідити і відобразити всі можливі причини певних проблем та умов. Діаграма добре зображує співвідношення між наслідком, результатами та можливими причинами, що на них впливають. Наслідок, результат чи проблема зображуються на правій стороні діаграми, а головні впливи чи причини – на лівій.

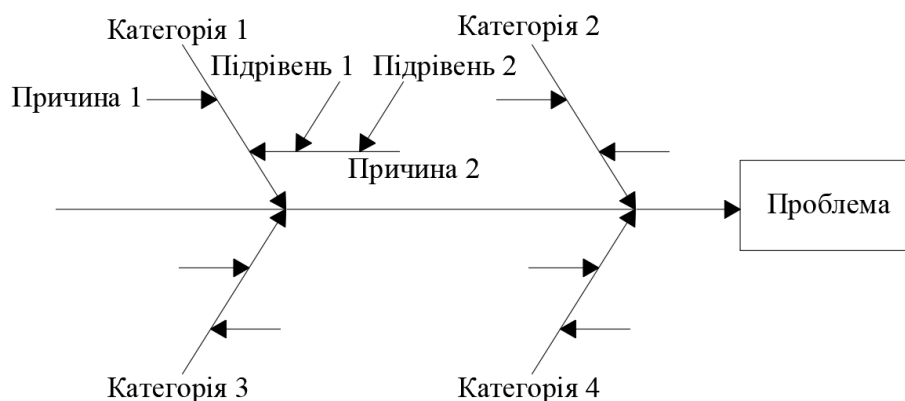


Рис. 3. Діаграма Ісікави (Риб'яча кістка)

Порядок побудови причинно-наслідкової діаграми:

- 1) процес побудови починається з опису обраної проблеми, а саме: в чому її особливості, де вона виникає, коли проявляється і як далеко розповсюджується;
 - 2) перераховуються причини, необхідні для побудови причинно-наслідкової діаграми;
 - 3) будується дійсна причинно-наслідкова діаграма;
 - 4) дається тлумачення всім взаємозв'язкам, що зображені на діаграмі.
- Для того, щоб відшукати основні причини проблеми, виявляються часто повторювані причини.

Гістограма – спосіб графічного представлення табличних даних. Являє собою діаграму, що складається з прямокутників без розривів між ними. Кількісні співвідношення деякого показника представлені у вигляді прямокутників, площі яких пропорційні. Найчастіше для зручності сприйняття ширину прямокутників беруть однакою, при цьому їх висота визначає співвідношення відображуваного параметра.

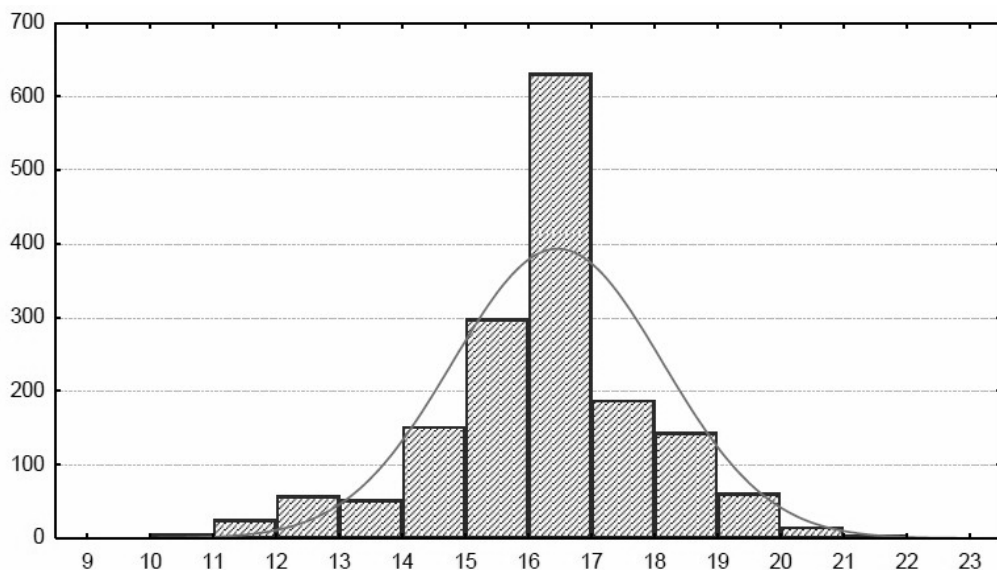


Рис. 4. Гістограма

Діаграма розсіювання - один з типів математичних діаграм, що використовує декартову систему координат для відображення значень двох змінних для набору даних. Дані показані у вигляді набору точок, кожен з яких має значення однієї змінної, тобто визначає її положення на горизонтальній осі та значення іншої змінної — її положення на вертикальній осі.

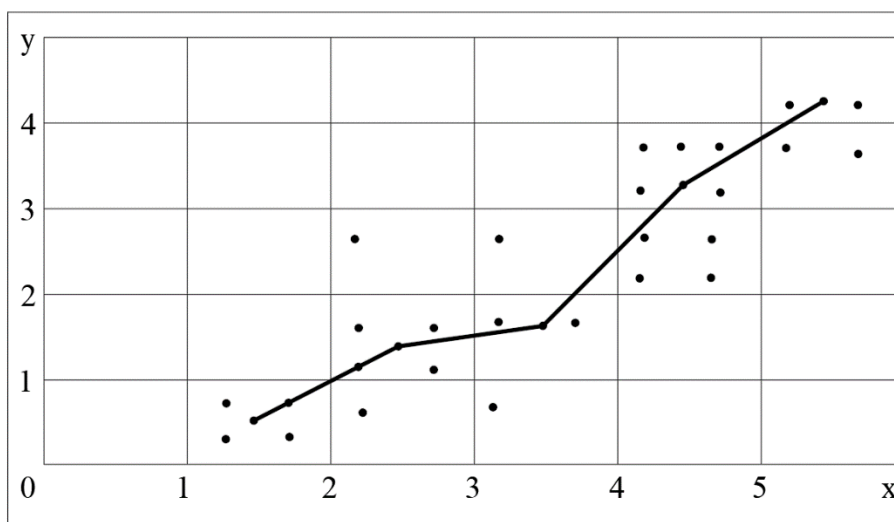


Рис. 5. Діаграма розсіювання

Контрольні карти Шухарта – один з графічних засобів застосування статистичних методів, що являє собою графік залежностей контрольованої характеристики від часу або від порядкового номеру даної характеристики. На графіку нанесені спеціальні лінії – Центр, Верхня контрольна межа (ВКМ), Нижня контрольна межа (НКМ).

Вперше був застосований У. Шухартом у 1931 р.

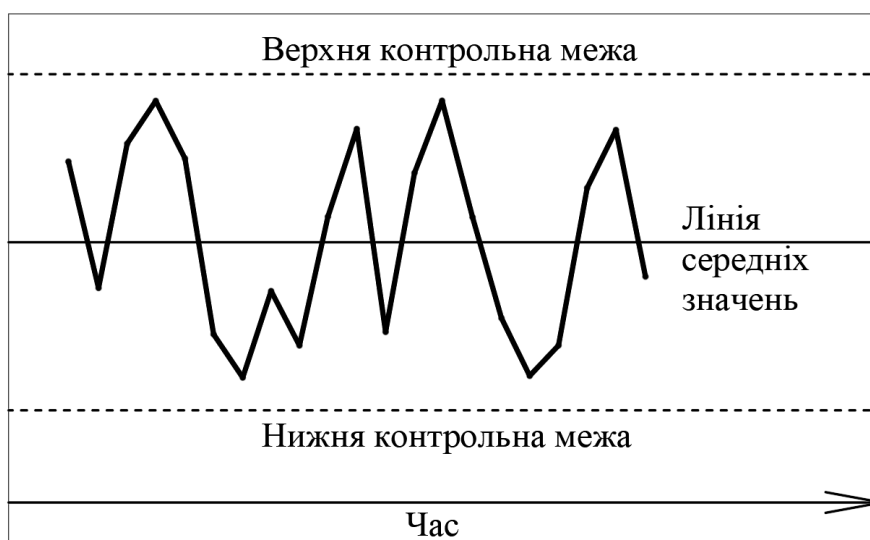


Рис. 6. Контрольна карта Шухарта

Типи ККШ

Характеристикою, що контролюється, може бути індивідуальне значення величини, що вимірюється, середнє значення або стандартне відхилення величини з підгрупи вимірів одного зразка. В залежності від цієї характеристики карти поділяються на типи:

- 1) індивідуальних значень;

- 2) розбіжностей, що ковзають;
- 3) середніх значень;
- 4) розбіжностей (відносних);
- 5) стандартного відхилення (відносних);
- 6) медіан.

Зазвичай карти аналізують парами – одну для контролю середнього, одну для розсіювання.

Окрім цього, карти будуються й по альтернативним даним:

- часток невідповідних елементів у підгрупі;
- кількості невідповідних елементів в підгрупі;
- кількості невідповідностей у підгрупі;
- кількості невідповідностей на одиницю у підгрупі.

Для побудови ККШ необхідні дані по підгрупах, отримані через приблизно рівні інтервали часу, або через рівну кількість продукції (кожен день, кожну партію, тощо).

Центральна лінія контрольної карти відповідає центральному значенню процесу. В залежності від того, чи заданий центр процесу, відрізняють контрольні карти зі стандартними значеннями заданими чи не заданими.

Контрольні межі обчислюють за формулами, що приведені в стандарті, на основі оцінки стандартного відхилення.

Ймовірність потрапляння у межі 99.97%.

Коли значення виходить за одну з контрольних меж, чи серія значень відповідає критеріям особливих причин, відповідний стан неможливо надалі вважати станом статистичної керованості процесу. В цьому випадку необхідно дослідити і знайти невинуваті причини, ввести коригуючі дії. Після знаходження причин невідповідності та їх усунення необхідно впевнитись у ефективності коригуючої дії.

Якщо ККШ не відповідає жодному з вказаних критеріїв, процес знаходиться у стані статистичної керованості. Якщо ж ККШ сигналізують про відповідність хоча б одному критерію, це свідчить, що є небажані, невинуваті «особливі» зміни у процесі випробувань», тобто невідповідності. Необхідно призупинити процес та провести коригуючі дії.

В промисловості причини «особливих» змін переважно можуть бути викликані старінням обладнання, дефектами матеріалу та людським фактором, кліматичними умовами и т. д. У будь-якому випадку, ККШ є лише діагностичним інструментом, а пошук причини невідповідності є задачею оператора процесу чи менеджера по якості.

Запитання для самоконтролю

1. Навести види статистичного контролю.
2. Розкрити принцип дії статистичного контролю методом контрольного листка.
3. Розкрити принцип дії статистичного контролю методом контрольних карт Шухарта.
4. Розкрити принцип дії статистичного контролю методом діаграми Парето.
5. Розкрити принцип дії статистичного контролю методом Діаграми Ісікави.
6. Розкрити принцип дії статистичного контролю методом стратифікації.
7. Розкрити принцип дії статистичного контролю методом гістограми.
8. Розкрити принцип дії статистичного контролю методом діаграми розсіювання.

Тема 5. Основи надійності ЗБВ як важливого показника якості

Оцінка якості збірних залізобетонних виробів і конструкцій за показниками міцності, жорсткості та тріщиностійкості проводиться шляхом проведення натурних випробувань відповідно ДСТУ Б В.2.6-7-95.

Випробування навантажуванням виконується з метою комплексної перевірки забезпечення технологічними процесами виготовлення виробів з необхідними показниками їх міцності, жорсткості та тріщиностійкості, передбаченими в проектній документації на ці вироби. В результаті випробувань мають визначатись фактичні значення руйнівних навантажень при випробуваннях виробів на міцність (перша група граничних станів) та фактичні значення прогинів та ширини розкриття тріщин під контрольним навантаженням при випробуваннях на жорсткість та тріщиностійкість (друга група граничних станів).

Оцінка міцності, жорсткості та тріщиностійкості виробу здійснюється за результатами випробувань на підставі співставлення фактичних значень руйнівного навантаження, прогину та ширини розкриття тріщин під

контрольним навантаженням з відповідними контрольними значеннями, встановленими у проектній документації на виріб.

Контрольні випробування навантажуванням проводять за схемами, передбаченими у проектній документації, перед початком масового виготовлення виробів, при внесенні в них конструктивних змін та при зміні технології виготовлення, виду та якості застосовуваних матеріалів, а також періодично у процесі виготовлення виробів у відповідності з ДСТУ Б В.2.6-2-95 (в частині прийняття виробів).

Порядок відбору виробів для випробувань

Відбір виробів для випробувань слід проводити у відповідності з вимогами стандартів чи проектною документацією на вироби конкретних видів у кількості, встановленій цими документами, але не менше:

- для випробувань, що проводяться перед початком масового виготовлення виробів та в подальшому при внесенні в них конструктивних змін або при зміні технології виготовлення - 1 шт.;
- для періодичних випробувань (якщо їх проведення передбачено стандартами та технічними умовами) - у відповідності з нижче наведеною таблицею.

Як зразки для випробувань слід відбирати вироби однієї марки, прийнятої за погодженням з проектною організацією - автором робочих креслень як представника виробів даного типу. При кількості зразків більше 1 у вибірку слід включати вироби однієї марки. Порядок відбору зразків наведено у табл. 1

Таблиця 1

Порядок відбору зразків для періодичних випробувань

Кількість виробів, що виготовляються протягом періоду між випробуваннями	Число зразків виробів, що відбирають для випробувань, не менше
До 250	1
Від 251 до 1000	2
Від 1001 до 3000	3
Від 3001 і більше	4
Примітка. Період між випробуваннями приймається згідно з стандартом або проектною документацією на вироби	

Порядок підготовки до проведення випробувань

Випробування виробів слід проводити при плюсовій температурі повітря при потрібній міцності бетону (встановлюваній згідно з ДСТУ Б В.2.7-224:2011), що відповідає його класу за міцністю, прийнятому у проекті.

Вироби, що зберігалися при мінусовій температурі, або ті, що надійшли на випробування безпосередньо після термовологісної обробки, повинні бути попередньо витримані не менше однієї доби у приміщенні при температурі не нижче за 15°C.

Правила оцінки міцності

Міцність виробу, що підлягає випробуванню, оцінюють за значеннями максимального (руйнівного) навантаження, зареєстрованого до моменту прояву ознак, що свідчать про вичерпність несучої спроможності.

Вироби визнають такими, що задовольняють встановлені вимоги за міцністю, якщо виконуються такі умови:

- при випробуванні одного виробу руйнівне навантаження повинно складати не менше 100% контрольного;
- при випробуванні двох виробів мінімальне руйнівне навантаження повинно складати не менше 95 %, а при випробуванні трьох та більше виробів - не менше 90 % контрольного.

Попередньо напружені вироби з самоанкеруючою арматурою без додаткових анкерів визнають такими, що задовольняють встановлені вимоги з міцності, якщо виконується така додаткова умова: при випробуванні одного виробу під навантаженням, що дорівнює контрольному навантаженню, зміщення кінців арматури відносно бетону на торцях складає не більше 0,1 мм, а у випадку випробування двох та більшої кількості виробів максимальне зазначене зміщення складає не більше 0,2 мм. При невиконанні зазначеної умови виріб визнається таким, що не витримав випробування.

Правила оцінки жорсткості

Жорсткість слід оцінювати, порівнюючи фактичний прогин виробу під контрольним навантаженням з контрольним значенням прогину.

Вироби визнають такими, що витримали випробування, при виконанні таких умов:

- при випробуванні одного виробу фактичний прогин не перевищує контрольний більше ніж на 10 %;

- при випробуванні двох виробів максимальний фактичний прогин не перевищує контрольний більше ніж на 15 %;
- при випробуванні трьох та більшої кількості виробів – більше ніж на 20 %.

Якщо зазначені умови не виконуються, вироби, які перевіряються, визнають такими, що не витримали випробування.

Правила оцінки тріщиностійкості

Тріщиностійкість виробів, що підлягають випробуванню, слід оцінювати по навантаженню, при якому утворюються перші тріщини у бетоні, та по ширині розкриття тріщин. Фактичне навантаження утворення тріщин слід співставляти зі значеннями контрольного навантаження по утворенню тріщин, а виміряні значення ширини розкриття тріщин - з контрольними величинами розкриття.

Вироби, до тріщиностійкості яких пред'являються вимоги I категорії, визнають такими, що витримали випробування, якщо виконуються такі умови:

- у випадку випробувань одного виробу навантаження при появі першої тріщини повинно бути не менше 95 % контрольного;
- у випадку випробувань двох виробів мінімальне з навантажень при появі першої тріщини складає не менше 90 % контрольного, а у випадку випробувань трьох та більше виробів – не менше 85 % контрольного.

Вироби та (або) їх частини, до тріщиностійкості яких пред'являються вимоги II та III категорій, визнають придатними, якщо при дії навантаження, що прикладається, виконуються такі умови: у випадку випробувань одного, двох, трьох та більше виробів максимальна ширина розкриття тріщин не повинна перевищувати контрольну, помножену відповідно на коефіцієнти 1,05; 1,10; 1,15, та, крім того, не повинна перевищувати нормованого значення граничне допустимої ширини нетривалого розкриття тріщин. При невиконанні зазначених умов вироби визнають такими, що не витримали випробування.

Правила комплексної оцінки виробів за результатами випробувань

Вироби, що перевіряються, визнають придатними за показниками міцності, жорсткості та тріщиностійкості, якщо відібрані для випробувань зразки витримали всі передбачені у проектній документації випробування за цими показниками.

Правила оформлення результатів випробувань

Результати випробувань, проведених у відповідності з цим стандартом, повинні заноситись у спеціальний журнал, що зберігається в лабораторії підприємства-виробника або у відділі технічного контролю, та оформлятися актами.

Запитання для самоконтролю

1. Як та для чого проводиться оцінка якості ЗБВ?
2. Навести порядок відбору виробів для випробувань.
3. Навести порядок підготовки до проведення випробувань.
4. Навести правила оцінки міцності.
5. Навести правила оцінки жорсткості.
6. Навести правила оцінки тріщиностійкості.
7. Навести правила комплексної оцінки та оформлення результатів випробувань.

Тема 6. Основні види та об'єкти технічного контролю

Вхідний контроль

В'яжучі речовини

При проведенні вхідного контролю цементу кожного типу визначають наступні характеристики: марку цементу (клас міцності), строки тужавлення, тонину помелу, нормальну густину тіста та рівномірність зміни об'єму. Вони повинні відповідати вимогам, регламентованим діючими нормативними документами, в першу чергу, Державним стандартам України (ДСТУ).

На сьогодні в Україні діють одночасно дві групи стандартів, що регламентують випробування цементів загальнобудівельного призначення. В першу чергу, відрізняються методи оцінювання міцності цементу. Це пов'язано із розділенням цементів на такі, що виготовлені в Україні і передбачаються до використання в Україні (до них стосуються вимоги ДСТУ Б В.2.7-187:2009) і такі, що виготовлені за кордоном або виготовлені в Україні, але передбачені до використання за кордоном (до таких цементів застосовують методики випробувань за ДСТУ EN 196).

ДСТУ Б В.2.7-187:2009 регламентує використання рекомендованого водоцементного відношення 0,39 за умови забезпечення розпливу конуса цементно-піщаного розчину на струшуючому столику не менше 106 мм. Крім того, у стандарті ДСТУ Б В.2.7-189 обумовлено можливість

використання трьох видів стандартного піску для випробувань: монофракційного, поліфракційного та еталонного.

На відміну від вимог ДСТУ Б В.2.7-187 у ДСТУ EN 196 існує обов'язкова норма використання водоцементного відношення 0,5 та стандартного поліфракційного піску.

Тонину помелу цементу визначають у відповідності до вимог ДСТУ Б В.2.7-188 за залишком на ситі 008 або апаратним способом (шляхом вимірювання повітряпроникності) із використанням приладів типу Блейна, ПСХ, тощо.

Строки тужавлення визначають відповідно до вимог ДСТУ Б В.2.7-185:2009 і характеризують строками початку і кінця тужавлення.

Тісто нормальної густоти визначають у відповідності до вимог ДСТУ Б В.2.7-185:2009.

Заповнювачі для бетону

Як *крупні заповнювачі* для бетонів використовують щебінь та гравій із щільних гірських порід, вимоги до яких обумовлені ДСТУ Б В.2.7-75, щебінь із шлаків чорної та кольорової металургії згідно з ДСТУ Б В.2.7-39.

Якість крупного заповнювача в залежності від вимог до бетону визначають за такими показниками: зерновим складом та найбільшою крупністю, вмістом пиловидних та глинистих часток, шкідливих домішок, формою зерен, міцністю, вмістом зерен слабких порід, петрографічним складом та радіаційно-гігієнічною характеристикою. При проектуванні складу бетону враховують також густину, пористість, водопоглинання, пустотність. Крупні заповнювачі повинні мати середню густину зерен від $2,0 \text{ г/см}^3$ до $2,8 \text{ г/см}^3$.

Як *дрібний заповнювач* для бетонів застосовують природний пісок, пісок з відсівів дроблення вивержених гірських порід, з порід, що попутно видобуваються, та їх суміші з модулем крупності від 1,5 до 3,25, які задовольняють вимогам ДСТУ Б В.2.7-32, пісок із шлаків чорної та кольорової металургії згідно з ДСТУ Б В.2.7-39, а також золи - виносу теплових електростанцій згідно з ДСТУ Б В.2.7-205.

Якість дрібного заповнювача для бетону перевіряють за зерновим складом, вмістом пиловидних та глинистих часток, петрографічним складом, радіаційно-гігієнічною характеристикою. При проектуванні

складу бетону враховують густину, водопоглинання (для пісків з відсівів дроблення), пустотність, а також міцність вихідної гірської породи на стиск в насиченому водою стані (для пісків з відсівів дроблення).

Дрібні заповнювачі повинні мати середню густину зерен від 2,0 г/см³ до 2,8 г/см³ відповідно до ДСТУ Б В.2.7-29.

Допускається після відповідних випробувань та техніко-економічного обґрунтування як дрібний заповнювач застосовувати піски та відходи промисловості з $M_{кр} = 0,6-1,3$.

Допускається після відповідних випробувань застосовувати дрібні заповнювачі, в яких вміст пиловидних та глинистих часток в сумі складає не більше 25 %. При цьому вміст глинистих не повинен перевищувати 5 %.

Не допускається використовувати заповнювачі, що містять зерна гіпсу та ангідриду.

Вода

Вода для замішування бетонної суміші повинна відповідати вимогам ДСТУ Б В.2.7-273:2011.

Арматура та арматурні вироби

При прийманні (надходженні) металопродукції необхідно співставити результати зовнішнього огляду, обмірювання і даних сертифікату з вимогами нормативних документів до даного виду і класу сталі. Матеріали повинні відповідати вимогам ДСТУ Б В.2.6-16:2011.

Якість поверхні арматурної сталі оглядають без застосування оптичних збільшувачих приладів. На поверхні дроту і стержнів, включаючи поверхню ребер і виступів, не повинно бути тріщин, шпарин, раковин, закатів, плям. На поверхні дротин канату не повинно бути тріщин, пелен, раковин, розшарувань, вм'ятин і зрізів; в канатах не повинно бути обірваних дротин, таких, що перехрещуються і виступаючих за межі встановлених допусків. При наявності перелічених дефектів партія арматурної сталі бракується і повертається на підприємство–постачальник.

Допускаються окремі поверхневі дефекти:

- для дроту – забоїни, риски, сліди від протягування і профілювання, що не перевищують встановлені границі за діаметром;

- для арматурних стержнів – окремі місцеві пошкодження ребер і виступів (не більше 3-х на 1 м довжини), вм'ятини, напливи, рябизни, шорсткість;

- для канатів – забоїни, risks, сліди від протягування не більш $1/3$ допустимого відхилення за діаметром канату, а також кольори мінливості і наліт іржі.

Геометричні параметри арматурних сталей перевіряють вимірювальними приладами необхідної точності. Розміри вимірюють на відстані не менш 150 мм від кінця стержня чи не менше 300 мм від кінця мотка. Крок сукання визначають на відстані не менше 5 м від кінця канату.

Діаметр і овальність арматурної сталі заміряють в двох взаємоперпендикулярних напрямках і визначають як середнє арифметичне значення трьох вимірювань, проведених на ділянках 1 м.

Марку і клас арматури контролюють за заводським сертифікатом.

Поопераційний контроль

Поопераційний контроль на виробництві збірного залізобетону складається переважно із операцій контролю виготовлення бетонної суміші (точність дозування, тривалість перемішування, дотримання заданої легкоукладальності бетонної суміші), контролю армування (перевірки положення арматурних елементів та закладних деталей, контролю ступеню натягування арматури), контролю форм і опалубки (перевірки правильності складання форм, якості опалубки, якості змащування форм), контролю при бетонуванні (укладання бетонної суміші, тривалість та ступінь ущільнення бетонної суміші), контролю режиму тепловологісної обробки (контроль температури, часу і вологості), а також контролю розпалубочної міцності.

Контроль якості бетонної суміші та бетону

Точність дозування компонентів бетонної суміші та параметрів приготування бетонної суміші на сучасних заводах забезпечуються автоматичними комплексами управління БЗВ. Наладка та повірка відповідних комплексів проводяться сертифікованими спеціалістами.

Поопераційний контроль міцності бетонної суміші виконують шляхом виготовлення та подальшого випробування контрольних зразків-кубів.

Випробування усереднених проб бетонної суміші для виготовлення контрольних зразків, що підлягають випробуванню на стиск і вигин, проводять залежно від виду конструкції, методу укладання і тверднення бетонної суміші та інших факторів.

Контроль легкоукладальності бетонної суміші виконують для рухливих сумішей із застосуванням стандартного конуса Абрамса, а для жорстких сумішей – із використанням стандартних консистометрів (прилади Вебе, Краснова, Скрамтаєва) і вібромайданчика.

Контроль формооснащення

Контроль формооснащення виконують шляхом вимірювання геометричних параметрів форм та опалубки за допомогою приладів інструментального контролю.

Якість змащення форм виконують візуально, а також за допомогою спеціальних приладів-товщиномірів, що встановлюють товщину шару мастила на поверхні форми чи опалубки.

Контроль армування

Контроль армування виробів виконують за допомогою вимірювання положення арматурних елементів у відповідності до робочих креслень. Захисний шар бетону конструкції забезпечується шляхом встановлення фіксаторів захисного шару відповідної величини.

Контроль ступеню напруження арматури забезпечується за допомогою динамометрів при механічному способі напруження арматури, а також за допомогою контролю сили струму і тривалості перебування виробу в установці при використанні електричного способу напруження арматури.

Контроль укладання бетонної суміші

Контроль укладання бетонної суміші у форму чи опалубку оцінюється візуально, а також за допомогою контролю часу укладання та ущільнення бетонної суміші. Повірку приладів, що відповідають за забезпечення належного укладання та ущільнення бетонної суміші, проводить лабораторія заводу.

Контроль параметрів тепловологісної обробки

Контроль параметрів тепловологісної обробки на сучасних заводах забезпечується шляхом використання автоматизованої системи, яка

контролює дані щодо температури, часу ТВО, швидкості підйому температури, параметрів вологості та ін.

Приймальний контроль

При контрольній перевірці зовнішнього виду, геометричних розмірів, товщини захисного шару і т.д. від кожної партії виробів відбирають зразки відповідно до вимог ДСТУ Б В.2.6-2-95.

Значення технологічних допусків розмірів і форми виробів необхідно приймати за ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009 в залежності від інтервалу номінального розміру та класу точності.

Бетон

Бетон у виробі повинен відповідати вимогам робочих креслень або замовлення на постачання.

В загальному випадку якість бетону визначають за наступними показниками:

- вид;
- міцність в проектному віці, передаточна (для попередньо напружених виробів) та нормована відпускна;
- середня густина легкого і ніздрюватого бетону;
- теплопровідність легкого бетону в сухому стані;
- водопоглинання, відпускна вологість, пористість, стійкість проти дії попереминого заморожування і відтавання (морозостійкість), високої температури, хімічно агресивного середовища та стирання;
- водонепроникність.

Міцність бетону при стиску згідно вимог ДСТУ Б В.2.7-214:2009 визначають, випробовуючи зразки-куби з довжиною ребер 300, 200, 150, 100 мм, а також зразки-циліндри діаметром d 300, 200, 150, 100 мм, висотою $h = 2d$. Допускається застосовувати:

- куби з ребром завдовжки 70 мм;
- призми розміром 70 мм × 70 мм × 280 мм;
- циліндри висотою, що дорівнює відповідному діаметру при визначенні міцності на розтяг при розколюванні, і висотою що дорівнює від двох до чотирьох діаметрів при визначенні міцності на осьовий розтяг;
- вісімки розмірами за табл. 3 при визначенні міцності на осьовий розтяг;

- половинки зразків-призм, отримані після випробувань на розтяг при згині зразків-призм, для визначення міцності бетону на стиск;
- куби, що виготовлені у нерознімних формах з технологічним ухилом.

За базовий зразок при всіх видах випробувань приймають зразок з розміром робочого перерізу 150×150 мм.

Міцність бетону при стиску обчислюють за формулою (8):

$$f_{c,cube} = \frac{(\alpha \cdot F \cdot K_W)}{A}, \text{ МПа}, \quad (8)$$

де F – руйнівне навантаження, МПа; A – середня робоча площа, см²;
 α – масштабний коефіцієнт зразків до міцності еталонного зразка, K_W – поправочний коефіцієнт для ніздрюватого бетону, що враховує вологість на момент випробування.

Масштабні коефіцієнти від міцності зразків до міцності бетону, що визначається на зразках-кубах з ребром 150 мм, залежно від розміру зразка наведені у табл. 2:

Таблиця 2

Масштабні коефіцієнти від міцності зразків до міцності бетону

Форма і розміри зразка	Масштабні коефіцієнти, що застосовуються при				
	стиску α , всіх видів бетону, крім ноздрюватого	розтягу при розколюванні γ		розтягу при згині важкого бетону δ	осьовому розтягу β
		важкого бетону	дрібно- зернистого бетону		
Куб із розміром ребра або квадратна призма із розміром сторони:					
70	0,85	0,78	0,87	0,86	0,86
100	0,95	0,88	0,92	0,92	0,92
150	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
200	1,05	1,10	1,05	1,15	1,08
300	1,10	-	-	1,34	-
Циліндр (діаметр×висота)					
100×200	1,16	0,98	0,99	-	-
150×300	1,20	1,13	1,08	-	-
200×400	1,24	-	-	-	-
300×600	1,28	-	-	-	-

Розміри зразків приймають залежно від найбільшої крупності зерен заповнювача такими, щоб вони не перевищували значень, приведених в табл. 3-4.

Таблиця 3

Розміри зразків-вісімок для визначення міцності на розрив

Позначення розміру	Значення при поперечному перерізі зразка, мм			
	70×70	100×100	150×150	200×200
A	70	100	150	200
B	100	150	250	350
L	490	700	1050	1400
l_1	210	300	450	600
l_2	45	65	110	160
l_3	95	135	180	250

Таблиця 4

Розміри зразків для визначення властивостей бетонної суміші

Найбільший розмір фракції заповнювача, мм	Найменший розмір зразка (ребро куба, бік поперечного перерізу призми або вісімки, діаметр і висота циліндра), мм
20	100
40	150
80	300

Еталонні зразки випробовують на пресі і визначають показник середньої міцності, як показано у формулі (9):

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n} \quad (9)$$

де R_i – межа міцності окремих зразків даного розміру в серії, МПа;

n – число зразків даного розміру в серії.

Кількість зразків у серії приймають згідно з табл. 5 залежно від середнього внутрішньосерійного коефіцієнта V_{cm} варіації міцності бетону, що визначається не рідше одного разу на рік.

Таблиця 5

Кількість зразків у серії для випробувань з визначення міцності бетону

Внутрішньосерійний коефіцієнт	5 і менше	Більше 5 до 8	Більше 8
-------------------------------	-----------	---------------	----------

варіації V_{cm} , %		включно	
Кількість зразків бетону в серії, шт., не менше	2	3	6

Середній внутрішньосерійний коефіцієнт варіації V_{cm} , %, визначають за результатами випробувань будь-яких послідовностей 30 серій зразків бетону одного класу. Для цього визначають розмах W_{cj} у кожній серії, а також середній розмах W_{cm} МПа, і середню міцність f_{cm} , МПа, за всіма серіями за формулами (10), (11), (12) та (13):

$$W_{cj} = f_{j \max} - f_{j \min} \quad (10)$$

$$W_{cm} = \frac{\sum_{j=1}^{\mathfrak{I}_0} W_{cj}}{\mathfrak{I}_0} \quad (11)$$

$$f_{cm} = \frac{\sum_{j=1}^{\mathfrak{I}_0} f_{cmj}}{\mathfrak{I}_0} \quad (12)$$

$$V_{cm} = \frac{W_{cm}}{d \cdot f_{cm}} \quad (13)$$

де f_j - максимальне та мінімальне значення міцності бетону в кожній серії зразків, МПа; f_{cmj} та W_{cm} - середня та розмах міцності бетону в кожній серії зразків, МПа; d - коефіцієнт, що приймають залежно від кількості зразків n у серії:

при $n=2$	$d=1,13$
при $n=3$	$d=1,69$
при $n=4$	$d=2,06$
при $n=6$	$d=2,50$

Міцність бетону на розтяг при згині і на осьовий розтяг згідно вимог ДСТУ Б В.2.7-214:2009 визначають шляхом випробування зразків-призм розмірами у перерізі $a \times a$ 100×100; 150×150; 200×200, висотою $h=4a$ та циліндри діаметром $d=100, 150, 200, 300$, висотою $h=2d$.

Міцність бетону на стиск та на розтяг, МПа (кгс/см²) розраховується з точністю до 0,1 МПа (1 кгс/см²) при випробуванні на стиск та 0,01 МПа

(0,1 кгс/см²) при випробуваннях на розтяг для кожного зразка за формулами (14) та (15):

$$\text{- на стиск} \quad f_{c.cube} = \frac{\alpha \cdot F \cdot k_w}{A} \quad (14)$$

$$\text{- на розтяг при згині} \quad f_{c.tf} = \frac{\delta \cdot F \cdot l \cdot k_w}{a \cdot b^2} \quad (15)$$

де F – руйнівне навантаження, Н (кгс); A - площа робочого перерізу зразка, мм² (см²); a - ширина поперечного перерізу призми мм (см); b - висота поперечного перерізу призми мм (см); l - відстань між опорами при випробуваннях зразків-призм на розтяг при згині мм (см); α, δ- масштабні коефіцієнти для приведення міцності бетону до міцності бетону в зразках базового розміру та форми; k_w- поправочний коефіцієнт для бетону, який враховує вологість зразків на момент випробування.

Міцність бетону (крім ніздрюватого) у серії зразків визначають як середнє арифметичне значення в серії:

- з двох зразків – за двома зразками;
- з трьох зразків – за двома зразками з найбільшою міцністю;
- з чотирьох зразків – за трьома зразками з найбільшою міцністю;
- з шести зразків – за чотирма зразками з найбільшою міцністю.

Для ніздрюватого бетону міцність у серії зразків визначають як середнє арифметичне значення всіх зразків серії, що випробувались.

Згідно з робочими кресленнями або замовленням на поставку нормована відпускна міцність бетону виробів може бути нижчою за його нормовану міцність у проектному віці. При цьому нормовану відпускну міцність бетону на стиск не допускається встановлювати нижче: міцності в проектному віці для виробів типу паль, шпунту, деталей кріплення тунелів, а також для виробів з бетону автоклавного тверднення; передаточної міцності для попередньо напружених виробів; за зазначену в табл. 6.

Таблиця 6

Нормативи відпускної міцності бетону

Вид бетону	Проектне значення класу	Мінімальне значення нормованої відпускної міцності у відсотках від проектного значення
Важкий та	B10 і вище	50

легкий		
Важкий	Важкий В7,5 і нижче	70
Легкий	Те саме	80

Відпускна вологість ніздрюватого або вологість легкого бетону у виробках для огорожувальних конструкцій повинна бути не більше вказаної в табл. 7.

Таблиця 7

Відпускна вологість ніздрюватого або легкого бетону

Характеристики бетону	Граничне значення частки вологи у відсотках для деталей будівель	
	житлових, громадських та допоміжних	виробничих
Масова вологість W_m ніздрюватого бетону на золі	35	
Те саме, на піску	25	
Об'ємна вологість W_v легкого бетону на спученому перлітовому піску	15	18
Те саме, на іншому заповнювачі	13	15

Арматурні і закладні вироби, зварні з'єднання

Арматурні і закладні вироби, зварні з'єднання арматури і закладних виробів повинні бути прийняті на місці їх виготовлення відділом технічного контролю підприємства-виробника чи будівельно-монтажної організації за результатами візуального огляду, вимірювань, механічних випробувань у відповідності з вимогами діючих нормативних документів. Допускається приймання виробів на складі заводу чи арматурного цеху будівництва.

Приймання готових арматурних і закладних виробів і зварних з'єднань арматури і закладних виробів здійснюють партіями.

Партія складається з виробів одного типу-розміру (однієї марки), виготовлених за однією технологією одним зварником. Партію групують згідно ДСТУ Б В.2.6-168:2011.

В кожному відібраному арматурному виробі перевіряють:

- клас, діаметр і марку арматурної сталі за даними документу про якість, а при його відсутності – за результатами лабораторних випробувань арматурної сталі;

- довжину окремих стержнів, відстані між крайніми стержнями по ширині, довжині чи висоті виробу, довжину випусків стержнів у виробі, а також відстані між двома сусідніми поздовжніми стержнями в арматурних каркасах;

- всі зварні з'єднання, виконані дуговим й контактно-стиковим зварюванням, й не менше п'яти з'єднань, виконаних контактно-точковим зварюванням.

Лінійну густину (масу 1 погонного метру) визначають як середнє арифметичне значення маси двох зразків довжиною 1 м, зважених з точністю до 0,01 кг. Прямолінійність дроту і канатів визначають згідно методик, наведених у відповідних стандартах.

В кожному відібраному закладному виробі перевіряють:

- марку сталі плоских елементів, клас і діаметр анкерних стержнів за даними документа про якість, а при його відсутності – за результатами лабораторних випробувань сталі;

- відхилення від площинності лицьових поверхонь виробів;

- лінійні розміри плоских елементів, розташування і довжину анкерних стержнів;

- відстані між зовнішніми площинами у виробих закритого типу;

- стан кромek плоских елементів і розмір кутів між плоскими елементами і анкерними стержнями;

- всі зварні з'єднання.

Розміри арматурних зварних виробів і зварних з'єднань перевіряють вимірювальними рулетками, вимірювальними лінійками, штангенциркулями, з похибкою до 1,0 мм.

Поверхні закладних виробів повинні бути без іржі і окалини, слідів бітуму, олій і інших забруднень.

Контроль зварних з'єднань арматури здійснюють зовнішнім оглядом, з лупою 5-10 кратного збільшення, виявляють насамперед дефекти швів, які можна помітити зовні у вигляді тріщин, подрізів, каверн, свищів, пропалів, напливів і непроварів у нижній частині шва. Шви також вистукують молотком, при вистукуванні не повинно бути деренчливих звуків. Дефекти, виявлені на слух під час простукування, перевіряють.

Якщо в результаті огляду і вимірювань хоча б один виріб чи одне з'єднання не буде відповідати вимогам нормативних документів, то проводять повторну перевірку подвоєної кількості виробів. Якщо при повторній перевірці хоча б один виріб чи з'єднання не буде відповідати вимогам нормативних документів, то всі вироби цієї партії підлягають поштучному прийманню і виправленню.

Механічні випробування контрольних зразків зварних з'єднань проводять з використанням розривних машин різних систем. Для проведення механічних випробувань від партії відбирають три контрольні зразки.

В залежності від арматурних виробів і способів зварювання зразки вирізаються з готових виробів, допускається це робити з одного виробу, чи виготовляють спеціально в довільній момент часу разом з іншими виробами при збереженні режимів і матеріалів.

Контроль і приймання готових виробів

Вироби рекомендується контролювати і приймати партіями. В партію включають вироби одного типу, послідовно виготовлені в стабільних технологічних умовах на протязі певного часу. Розмір партії встановлює виробник в залежності від умов виробництва. В склад партії рекомендується включати вироби, виготовлені на протязі не більше одного тижня. Допускаються розділення чи об'єднання партій за окремими характеристиками виробів.

План вибіркового контролю за відхиленням від номінальних розмірів та форми виробів, товщини захисного шару бетону і якості лицьових поверхонь приймає виробник за ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009.

В залежності від способу одержання під час виготовлення встановлені чотири категорії поверхні виробів (табл. 8).

До категорії КПЕ відносять глянцеві, рельєфні, з оголеним заповнювачем, облицьовані під час виготовлення плиткою та подібні поверхні.

До категорії КПЗ зокрема відносять:

- неопоряджувану лицьову поверхню дорожньої плити, опори ЛЕП, шпали, труби та подібних виробів;

- неліцьову поверхню, що в конструкції контактує з ґрунтом, бетоном замонолічування, засипкою або стяжкою.

Якість поверхонь виробів повинна відповідати вимогам робочих креслень та замовлення на постачання.

Таблиця 8

Категорії поверхні виробу

Спосіб одержання	Категорія	Призначення в конструкції
За спеціально встановленою технологією (відповідно до зразка-еталона)	КПЕ	Декоративне без додаткового опорядження
Формування в гладкій опалубці або загладжування поверхні за (при необхідності шпаклювання)	КП1	Під якісне фарбування (при необхідності-із додатковим шпаклюванням) або опоряджування пастоподібною сумішшю
Те саме, без шпаклювання	КП2	Під обклеювання шпалерами, лінолеумом або плиткою
Формування в опалубці, також вирівнювання відкритої поверхні заглажуванням вручну або під час вібрування	КП3	Під звичайне фарбування, облицювання плиткою на розчині чи обштукатурювання, а також неопоряджувана або неліцьева поверхня
Примітка. Встановленим тут категоріям відповідають такі категорії, що застосовували раніше: КПЕ-А1; КП1-А2; А; КП2-А4; КП3-А5; А6 та А7		

Припустимі дефекти лицьових поверхонь, виробів визначені в табл. 9.

Таблиця 9

Допустимі дефекти лицьових поверхонь

Категорія	Раковини		Висота місцевих напливів	Обколи ребер	
	розмір	кількість на 1 м ²		глибина	сумарна довжина
КПЕ	За описом зразка-еталона			2	20
КП1	1	3	1*	5	50
КП2	10	5	2	5	100
КП3	Дефекти не регламентуються				
* Стосується також глибини вм'ятин					

На поверхні виробів не допускаються оголення арматури (крім передбачених робочими кресленнями, ділянки недостатньо ущільненого бетону та тріщини в бетоні.

Допускаються поперечні тріщини від обтиснення бетону в попередньо-напружених виробах, а також усадочні та інші поверхневі технологічні тріщини завширшки не більше:

- 0,1 мм у попередньо напружених виробів, в елементах колон і стояків, а також у виробів із важкого бетону, до якого встановлені вимоги морозостійкості;

- 0,2 мм в інших випадках.

На лицьових поверхнях категорій КПЕ, КП1 і КП2 не допускаються масляні та іржаві плями.

Суцільний (для кожного виробу) контроль виконують:

а) всіх виробів:

- для перевірки відповідності робочим кресленням - за формою, наявністю поверхневого антикорозійного захисту, стикувальних елементів і стропувальних пристроїв, категорії поверхні, а також правильності маркування;

- для виявлення видимих дефектів - ділянок недостатньо ущільненого бетону, тріщин, оголення арматури, наявності масних або іржавих плям, стану стикувальних елементів та стропувальних пристроїв;

б) виробів окремої партії у випадку незадовільних результатів вибіркового контролю - за характеристиками, значення яких не відповідає встановленим вимогам. В цьому разі міцність бетону визначають стандартизованими неруйнівними методами;

в) окремих видів виробів - у відповідності з вказівками робочих креслень або замовлення на постачання.

Дефекти які можна виправити, усувають перед поданням виробів до приймання. Приймання виробів слід виконувати за результатами контролю, що вказаний в табл. 10.

Таблиця 10

**Комплекс контролю, результати якого використовують для
приймання партії виробів**

Характеристика виробів, яка контролюється	Контроль		Спосіб одержання результату
	Вид	обсяг	
1. Відповідність виробів робочим кресленням			
1.1. За видом та властивостями бетону	Вхідний	-	За документом про якість бетонної суміші
1.2. За марками та якістю арматурних і закладних виробів	- "-	-	Те саме, арматурних та закладних виробів

1.3. За марками та якістю комплектуючих виробів (заповнення прорізів, елементи інженерного обладнання тощо)	-"	-	Те саме, комплектуючих виробів
1.4. За характеристиками суцільного контролю	Приймальний	Суцільний	Технічний огляд
2. Міцність, жорсткість і тріщиностійкість виробів	-"	Вибірковий	За комплексом неруйнівного контролю на відповідних стадіях виробництва
3. Відповідність армування кресленням при встановленні та фіксації арматури	Операційний	-"	Технічний огляд
3.1. Зусилля натягу арматури, що напружується (при наявності)	Операційний	Вибірковий	Вимірювальний контроль за ДСТУ Б В.2.6-124:2010
3.2. Передаточна міцність бетону (для попередньо напружених виробів)	-"	-"	Статистичний контроль за ДСТУ Б В.2.7-224:2011
4. Маса виробу	Приймальний	-"	Пряме зважування з похибкою не більше 2,5%
5. Відхилення від номінальних розмірів та форми	-"	-"	Вимірювальний контроль за ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009.
6. Додержання граничних відхилень товщини захисного шару бетону	Приймальний	Вибірковий	Вимірювальний за ДСТУ Б В.2.6-4-95 або технічний огляд у вирубаних борознах
7. Категорія та дефекти лицьових поверхень	-"	-"	Технічний огляд
8. Міцність бетону	-"	-"	Статистичний контроль за ДСТУ Б В.2.7-224:2011

Критичними дефектами необхідно вважати:

а) наявність тріщин, які проходять уздовж стержнів робочої арматури, їх забороняється приховувати (наприклад, за допомогою затирання розчином);

б) невідповідність зразків встановленим вимогам щодо міцності, жорсткості або тріщиностійкості виробів, яка визначена за результатами випробувань навантаженням;

в) перевищення більше ніж в 1,5 рази нормованих відхилень від проектного положення випусків арматури діаметром 20 мм і більше, що призначені для стикування ваним зварюванням.

До критичних дефектів слід відносити також відсутність у виробника вірогідних даних про армування виробів у тому випадку, коли не проводиться контроль їх міцності, жорсткості та тріщиностійкості за результатами випробувань зразків навантаженням.

Вироби, що мають критичні дефекти, не можуть бути використані за призначенням. Можливе використання таких виробів за іншим призначенням, для якого конкретний дефект не є критичним.

Всі вироби, що постачаються, необхідно супроводжувати паспортом чи іншим документом про якість.

Паспорт складають на вироби однієї назви, виготовлені за одними робочими кресленнями та одним замовленням на постачання, подають у формі таблиці (табл. : 11). В нього можуть бути включені декілька партій, партія, частина партії або окремі вироби. Виробник зберігає в себе дублікат (копію) паспорта.

Контрольні навантаження зразків виробів згідно з вказівками ДСТУ Б В.2.6-7 та робочими кресленнями обов'язкові при виробництві 200 і більше шт. на рік таких попередньо напружених виробів: балки і ригелі завдовжки 9 м і більше, ферми і балки покриттів, підкранові балки, стояки опор ЛЕП, контактної мережі та електроблокування.

Таблиця 11

Відомості про вироби, включені в паспорт

Характеристика	Значення характеристики для партії виробів або виробу
Марка виробів	
Номер партії	
Дата виготовлення	
Кількість виробів шт.	
Відпускні значення міцності	

Операції контролю якості будівельних матеріалів та напівфабрикатів, що виконуються за межами виробництва

В даному розділі зазначені специфічні випробування та підтвердження якості сировинних матеріалів, напівфабрикатів та продукції, що не проводяться безпосередньо на виробництві. Натомість, виконання таких випробувань може бути необхідним з точки зору підтвердження відповідності продукції всім вимогам регламентуючих документів, для сертифікації виробу, для покращення конкурентноспроможності продукції або на вимогу Замовника.

В'язуча речовина (цемент)

Рівномірність зміни об'єму цементу є важливим показником для оцінки відповідності хімічного складу цементу та забезпечення тріщиностійкості матеріалів на його основі. Виконується переважно на підприємствах – виробниках цементу.

Рівномірність зміни об'єму цементу (при необхідності) у відповідності до вимог ДСТУ Б В.2.7-185:2009 можна визначити за двома способами – за кільцем Ле-Шательє та за методом кип'ятіння плескачків. У випадку використання кільця Ле-Шательє показником рівномірності зміни об'єму є розходження індикаторних стрілок кільця не більше ніж на 10 мм після кип'ятіння протягом 4 годин, а для плескачків – відсутність тріщин на зразку після кип'ятіння.

Арматура та арматурні вироби

Для проведення випробувань механічних властивостей арматурної сталі від кожної партії стержньової арматури відбирають по 2 прутки, від яких потім відрізають по одному зразку для перевірки сталі на розтягування і згинання в холодному стані. Від кожної партії дротяної арматури, як звичайної, так і високоміцної, відбирають 10 % від партії але не менше 5 для випробування зразків на розтягування, згинання і на перегинання.

Особливістю вимог до механічних властивостей високоміцної, переважно напруженої, арматурної сталі є обов'язкове визначення

відносного рівномірного подовження після розривання δ_r чи перед розриванням δ_p .

Випробування арматурної сталі на розтягування проводять на серійних універсальних машинах вітчизняного і закордонного виробництва МР - 100, МР - 500, МР - 1000, Шоппер - 20, Амслер - 50 і інших з граничними зусиллями не менше, ніж 1,25 від можливого розривного зусилля арматури.

Для визначення характеристик опору сталі пластичним деформаціям $\sigma_{0,05}$; $\sigma_{0,2}$; $\sigma_{0,5}$ і початкового модуля пружності E_s , а також побудови діаграми розтягування поздовжньої деформації арматури вимірювання проводять за двома діаметрально протилежними твірними за допомогою індикаторних чи важільних тензометрів.

Найбільше розповсюдження на практиці отримали важільно-індикаторні тензометри МК - 3 „Шоппер”, індикаторні тензометри НДІЗБ і важільно-стрілочні тензометри типу Окхайцена – Гугенбергера.

При роботі з індикаторними тензометрами база вимірювань складає, як правило, 100 чи 200 мм, а при використанні важільних тензометрів – 20 мм.

За результатами випробувань значення шуканих характеристик визначають графічними чи аналітичними методами у відповідності з вимогами ДСТУ 3760:2006.

Регламентована ДСТУ 3760:2006 методика дозволяє визначити (у разі необхідності) такі механічні властивості:

- повне відносне подовження при максимальному навантаженні;
- відносне подовження після розривання;
- відносне рівномірне подовження після розривання;
- відносне звужування після розривання;
- тимчасовий опір;
- границю текучості (фізичну);
- границі текучості і пружності (умовні);

Повна довжина зразка підбирається в залежності від робочої довжини зразка і конструкції захватів випробувальної машини.

Випробування на розтягування. Випробуванню на розтягування підлягають стикові, таврові і напускні зварні з'єднання арматури, а також хрестоподібні з'єднання стержньової арматури з міцністю, що нормується.

Відстані між захватами розривної машини при випробуванні на розтягування зразків стикових з'єднань залежить від діаметра стержнів і складає:

- при d_n до 25 мм – не менше 20 діаметрів стержня більшого діаметру;

- при d_n до 25 мм – не менше 10 діаметрів стержня більшого діаметру.

Міцність стикових з'єднань арматурних стержнів і з'єднань стержнів з елементами закладних деталей, P_k , при випробуванні на розтягування, відривання і зрізування повинна бути не менше величини, що розраховується за формулою (16):

$$P_k = F_a \cdot \sigma, \text{ Н} \quad (16)$$

де F_a – номінальна площа перерізу стержня, при різних діаметрах – меншого, см^2 ; σ – тимчасовий опір розриву арматурної сталі, кгс/см^2 .

Залежно від способу зварювання допускається коливання значення P_k .

За результатами випробувань визначають:

- межу міцності стержнів, по осі якого діяло руйнівне навантаження ($\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$);

- розмах значень межі міцності, за формулою (17):

$$R = \sigma_{\max} - \sigma_{\min}, \text{ кгс/см}^2 \quad (17)$$

де $\sigma_{\max}$ і $\sigma_{\min}$ – значення межі міцності з значень $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$;

- середнє арифметичне значення границі міцності, σ , визначають за формулою (18):

$$\sigma = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{3}, \text{ кгс/см}^2 \quad (18)$$

- зменшення вихідного діаметра, Δ , в відсотках, одного з стержнів, що зварюється, в місці розриву за формулою (19):

$$\Delta = \frac{d_1^2 - d_2^2}{d_1^2} \cdot 100\%, \quad (19)$$

де d_1 – вихідний діаметр стержня до зварювання, мм^2 , d_2 – діаметр стержня в місці розриву стержня, мм^2 .

Партія підлягає прийманню при забезпеченні таких умов:

- $R \leq 118 \text{ Н/мм}^2$;

- $\sigma \geq C$ де C – середнє значення границі міцності, яке підбирається за ДСТУ Б В.2.6-168:2011 в залежності від розмаху значень межі міцності і класу арматурної сталі;

- $\Delta \geq 20 \%$.

При порушенні першої умови – партію бракують, випуск продукції припиняють, а технологію зварювання доводять до необхідної стабільності.

При порушенні другої чи третьої умови проводять повторну вибірку зразків в кількості 6 шт. і проводять їх випробування. Якщо при повторних випробуваннях хоча б одна з умов не буде виконана, партію бракують.

Випробування зварних таврових з'єднань в закладних деталях на відривання стержня від плоского елемента проводять за схемою, наведеною на рис. 7 (а). Схема випробування напускних з'єднань стержнів з плоскими елементами закладних деталей наведена на рис. 7 (б).

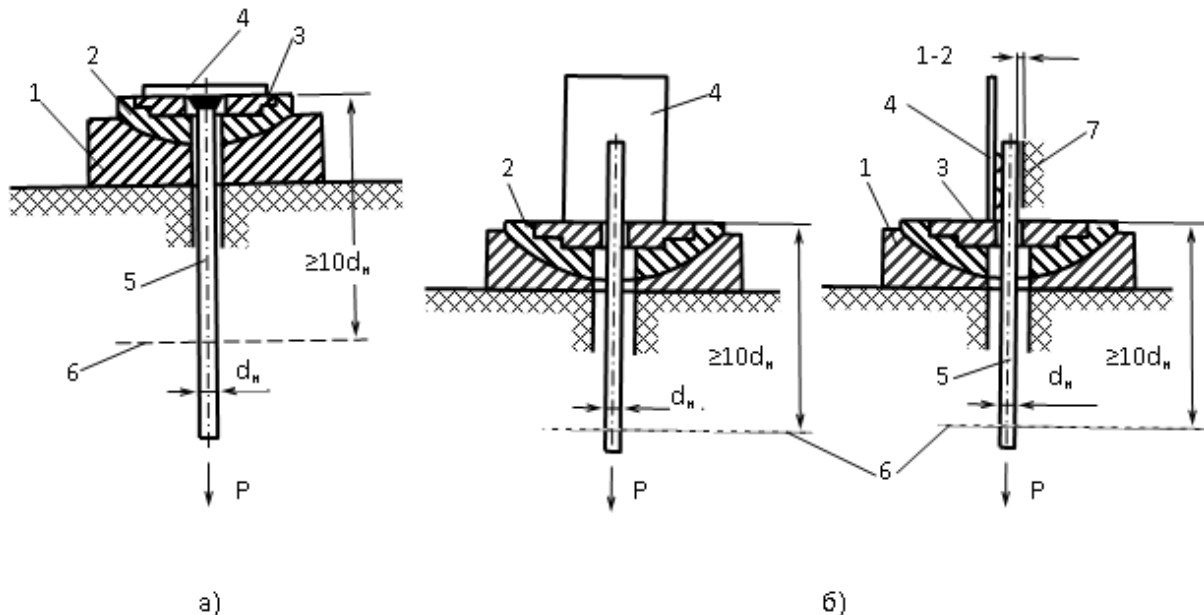


Рис. 7. Схема випробування з'єднань анкерних стержнів закладних виробів на відривання:

а – таврових; б – напускних; 1 – сферична опора; 2 – сферичний вкладиш; 3 – змінне опірне кільце; 4 – плоский елемент закладного виробу; 5 – анкерний стержень; 6 – границя закріплення в захвати розривної машини; 7 – упор, що запобігає вигинання зразка; d_n – номінальний діаметр анкерного стержня; P – випробувальне навантаження.

Випробування на зрізування. Контрольні зразки хрестоподібних з'єднань, які підлягають випробуванням на зрізування, повинні мати

форму і розміри наведені на рис. 8. Розміри підбирають залежно від номінального діаметра стержня.

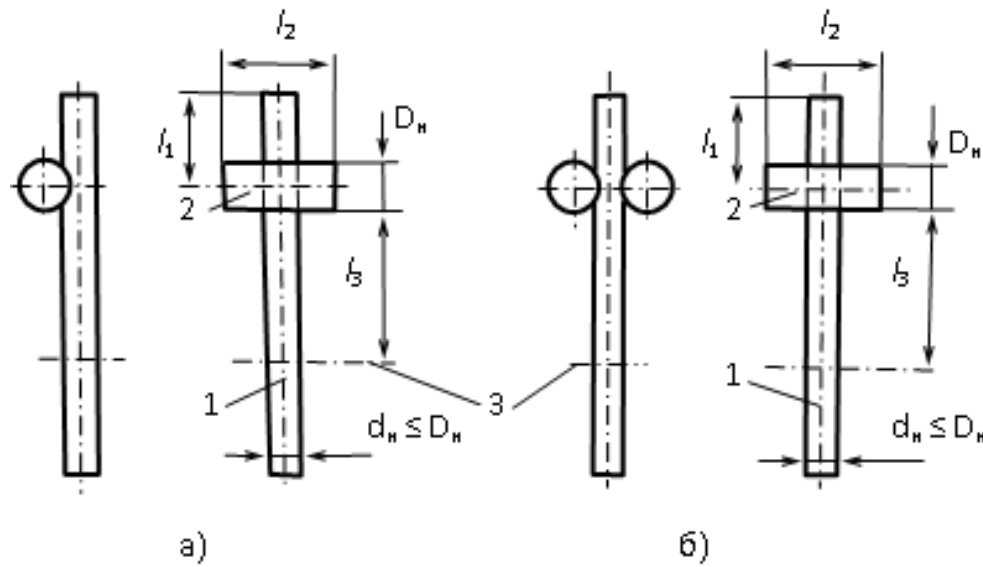


Рис. 8. Форма і розміри зразків для випробування хрестоподібних з'єднань на зрізування:

а – однозрізне з'єднання; б – двозрізне з'єднання; 1, 2 – арматурні стержні; 3 – границя закріплення в захваті розривної машини l_1 , l_2 , l_3 – підбирають залежно від номінального діаметра стержнів.

Зразки випробують на розривних машинах за схемами, наведеними на рис. 9. За схемою рис. 9 (а) повинно бути забезпечено міцне закріплення стержня діаметром D_H , яке б виключало можливість його повороту навколо своєї осі.

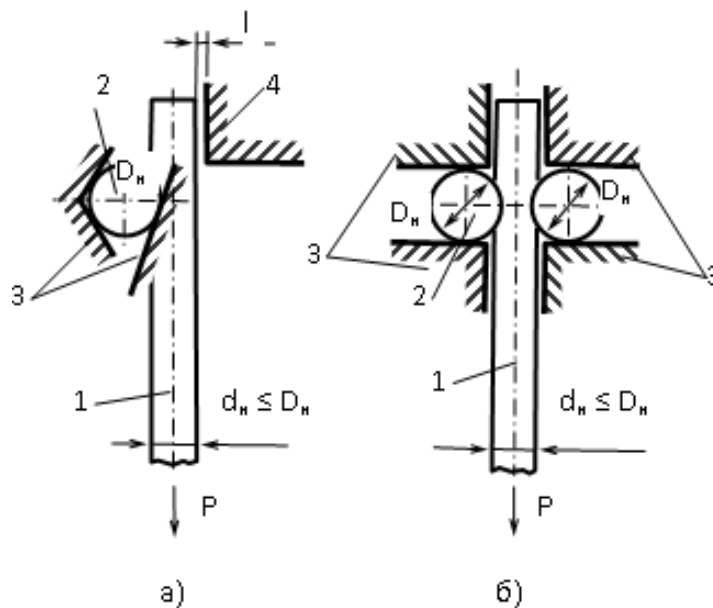


Рис. 9. Схема випробувань хрестоподібних з'єднань на зрізування:
а – однозрізне з'єднання; б – двозрізне з'єднання; 1, 2 – арматурні стержні;
3 – затискачі; 4 – упор, що запобігає відгинанню кінця стержня; Р –
випробувальне навантаження

Міцність хрестоподібних з'єднань арматури, виконаних контактноточковим зварюванням при випробуванні на зрізування визначають за формулою (20):

$$P_k = F_a \cdot R_a \cdot K \quad (20)$$

де F_a – площа поперечного перерізу стержня, см^2 , до якого прикладене навантаження; R_a – нормативне навантаження на стержень, кгс/см^2 ; K – коефіцієнт, для А-I(A240) та А-II(A300) – 1,5; для А-III(A400) – 1,25; для дроту – 1.

За результатами механічних випробувань на зрізування, незалежно від характеру і місця руйнування зразків визначають:

- руйнівне навантаження для кожного зразка P_1, P_2, P_3 ;
- мінімальне значення руйнуючого навантаження $P_{\min}$ з P_1, P_2, P_3 .

Партія продукції за результатами випробування хрестоподібних з'єднань на зрізування підлягає прийманню, якщо забезпечується виконання рівняння (21):

$$P_{\min} \geq P_{cp} \quad (21)$$

де P_{cp} – приймають за діючою нормативною документацією, залежно від діаметра

При порушенні цієї умови проводять повторну вибірку подвоєної кількості контрольних зразків (6 шт.) і випробування. Результати повторних випробувань є остаточними і якщо умова не виконується, то партію бракують.

Випробування на знеміцнення арматурної сталі контактноточковим чи дуговим зварюванням прихватками. Для перевірки величини зниження міцності основного металу робочої арматури відбирають зразки хрестоподібних з'єднань, які повинні мати форму і розміри вказані на рис. 10.

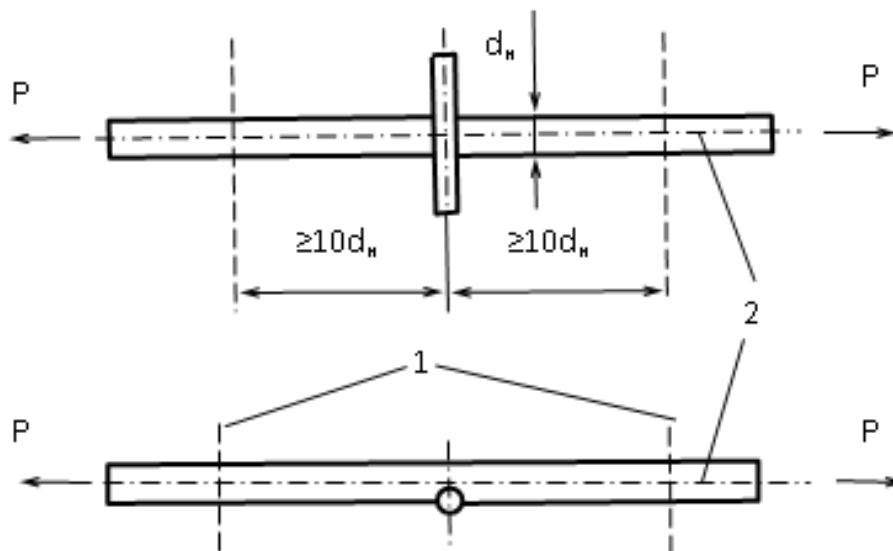


Рис. 10. Схема і розміри зразків для випробування робочої арматури на втрату міцності зварюванням:

1 – границя закріплення в захватах розривної машини; 2 – стержень робочої арматури; d_n – номінальний діаметр робочої арматури; P – випробувальне навантаження

При випробуванні повинні бути визначені і підраховані наступні показники:

- розривне зусилля для дроту Вр-I – P_1, P_2, P_3 ;
- $P_{\min}$ – мінімальне значення розривного зусилля з числа P_1, P_2, P_3 .
- межа міцності для гарячекатаної чи термомеханічно зміцненої арматурної сталі $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$;
- $\sigma_{\min}$ – мінімальне значення межі міцності з числа $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$.

Партію арматурних виробів за результатами випробувань приймають, якщо забезпечується умова (22):

$$P_{\min} \geq P_p \text{ або } P_{\min} \geq \sigma_b \quad (22)$$

де P_p і σ_b – визначається згідно ДСТУ Б В.2.6-168:2011.

При порушенні умов проводять повторну вибірку зразків у кількості 6 шт., якщо в результаті повторних випробувань вказані умови не забезпечується, партію бракують.

Конструкція армування і закладних виробів, а також застосовані марки сталі повинні відповідати робочим кресленням.

Монтажні петлі повинні бути виготовленими із гарячекатаної арматури за ГОСТ 5781: гладкої класу А-I (А240) марок СтЗпс (тільки для

використання при температурі не нижче мінус 40°C) і СтЗсп чи періодичного профілю класу Ас-II (Ас300) марки 10 ГТ.

У виробках з ніздрюватого бетону та легкого бетону крупнопористої структури арматурні вироби повинні мати антикорозійне покриття.

Запитання для самоконтролю

1. Навести класифікацію видів контролю залежно від місця контролю.
2. Навести класифікацію видів контролю залежно від періодичності контролю.
3. Навести класифікацію видів контролю залежно від методів контролю.
4. Які головні технологічні фактори впливають на якість продукції?
5. Які головні властивості сировини необхідно досліджувати при виробництві залізобетонних виробів?
6. Які головні властивості сировини необхідно досліджувати при виробництві керамічних виробів?
7. Які операції контролю якості будівельних матеріалів та напівфабрикатів виконуються за межами виробництва?

Тема 7. Випробування залізобетонних та керамічних конструкцій

Об'єктами випробування можуть бути зразки матеріалів, виробів, окремих вузлів, конструкцій, фрагментів будівель та споруд.

Випробування є засобом, який дає можливість отримати відомості про відповідність реальної конструкції її теоретичній моделі та при необхідності підтвердити або уточнити її розрахункові параметри.

За цілями дослідження випробування розділяють на:

- науково-дослідні, які проводяться для оцінки нових конструктивних рішень, дослідження властивостей нових конструкційних матеріалів, для перевірки нових методів розрахунку;
- експлуатаційні випробування конструкцій, наприклад з передбаченою реконструкцією будівель;
- контрольно-приймальні випробування заводського виготовлення для оцінки відповідності конструкцій заданим параметрам;
- сертифікаційні випробування для перевірки продукції, діючим державним нормам.

За видами об'єктів випробування поділяють на:

- натурні випробування, що проводяться на об'єктах для з'ясування дійсної роботи конструкцій під навантаженням;

- випробування конструкцій і їх елементів на спеціальних стендах, які проводяться у випробувальних залах;

- випробування зразків виробів та матеріалів на відповідному устаткуванні.

Випробування конструкцій дозволяють встановити фактичний їх напружено-деформований стан і несучу здатність, особливості роботи окремих елементів і вузлів, характер руйнування конструкцій.

До всіх будівельних конструкцій і споруд пред'являються вимоги, викладені в будівельних нормах, технічних вимогах і стандартах.

Контроль якості залізобетонних виробів та конструкцій у заводських умовах забезпечується сукупністю операцій контролю на всіх етапах виробництва.

Випробування будівельних матеріалів:

- випробування контрольних зразків;
- випробування реальних конструкцій.

Визначення міцності матеріалу полягає у вимірюванні мінімальних зусиль, що призводять до руйнування спеціально виготовлених контрольних зразків при їх навантаженні з постійною швидкістю зростання навантаження і наступному розрахунку напружень при цих зусиллях.

Проби бетонної суміші для виготовлення контрольних зразків під час виробничого контролю міцності бетону слід відбирати згідно з вимогами ДСТУ Б В.2.7-114.

За базовий зразок при всіх видах випробувань слід приймати зразок з розміром робочого перерізу 150x150 мм. Дозволяється використання кубів з розміром грані 7,07 та 10 см при використанні коефіцієнтів 0,9 та 0,95 відповідно.

При виготовленні однієї або декількох серій зразків, що призначені для визначення різних характеристик бетону, всі зразки слід виготовляти з однієї проби бетонної суміші і ущільнювати їх в однакових умовах. При виробничому контролі формування контрольних зразків слід виконувати за тією ж технологією, що і конструкції. У випадках застосування на виробництві способів і режимів ущільнення бетону, що призводять до зміни його складу, спосіб виготовлення контрольних зразків бетону або поправочний коефіцієнт до міцності бетону мають бути зазначені в стандартах або технічних умовах на збірні конструкції або в робочих кресленнях на монолітні конструкції.

Випробувальне обладнання

Засоби вимірювань, які випускаються серійно (великими або малими серіями), допускається використовувати, якщо вони пройшли державні або відомчі випробування відповідно до ДСТУ 3400 і внесені до державного або відомчого реєстру, про що повинна бути зроблена помітка або запис в експлуатаційних документах (паспорт-формуляр, інструкція з експлуатації), а також пройшли первинну перевірку при їх випуску з виробництва, що підтверджено свідоцтвом про перевірку або записом у паспорті.

Засоби вимірювання, які виготовлені або ввезені з-за кордону одиничними екземплярами, допускається використовувати, якщо вони пройшли атестацію згідно з ДСТУ 3215, що засвідчується свідоцтвом про метрологічну атестацію.

Випробувальне обладнання допускається використовувати, якщо воно пройшло первинну атестацію згідно з ГОСТ 24555. Для обладнання, яке випускається серійно, це засвідчується атестатом або записом в експлуатаційних документах, а для обладнання, що випускається в одиничних екземплярах або ввозиться з-за кордону в одиничних екземплярах, атестатом, протоколом атестації і формуляром згідно з ДСТУ ГОСТ 2.601.

Під час експлуатації засоби вимірювань повинні проходити періодичну перевірку, а випробувальне обладнання – періодичну атестацію. Перевірку засобів вимірювання проводять органи державної або відомчої метрологічної служби у відповідності із вказівками в експлуатаційній документації для засобів, що випускається серійно або в акті метрологічної атестації. Строк між двома послідовними перевірками засобів вимірювань зазначається в експлуатаційній документації або в акті метрологічної атестації. Періодична атестація випробувального обладнання проводиться в строки, визначені під час первинної атестації.

Загальні вимоги до проведення випробувань

- перед установленням зразка на прес або випробувальну машину видаляють частинки бетону, що залишились від попереднього випробування на опорних плитах пресу;

- шкалу вимірювача сили випробувальної машини, преса або випробувального обладнання вибирають таким чином, щоб очікуване

значення руйнівного навантаження було в межах від 20 % до 80 % максимального навантаження, що допускається вибраною шкалою;

- навантаження зразків здійснюються безперервно зі швидкістю, що забезпечує підвищення розрахункового напруження в зразку до його повного руйнування в межах $(0,6 \pm 0,4)$ МПа/с при випробуваннях на стиск та в межах $(0,05 \pm 0,02)$ МПа/с при випробуваннях на розтяг;

- максимальне зусилля, що досягається в процесі випробувань, приймають за руйнівне навантаження і записують його в журналі випробувань.

Випробування зразків для визначення міцності бетону та керамічних виробів відбувається за схемами, наведеними в [20, 24-26].

Запитання для самоконтролю

1. Які головні властивості сировини необхідно досліджувати при виробництві залізобетонних виробів?
2. Які головні властивості сировини необхідно досліджувати при виробництві керамічних виробів?

Тема 8. Випробування матеріалів та конструкцій методами неруйнівного контролю

Неруйнівні методи випробувань підрозділяються на такі основні групи:

- склерометричні (пластичних деформацій та пружного відскоку);
- відриву зі сколюванням;
- електронно-акустичні;
- радіоізотопні;
- магнітні та електромагнітні;
- електричні;
- комплексні.

Метод пластичних деформацій полягає у тому, що міцність бетону оцінюють за величиною пластичних деформацій, отриманих від вдавлювання в бетон насадки кульоподібної, дискової чи конусної форми. Для проведення випробувань використовуються прилади трьох типів: ударні молотки із заданою енергією удару, гідравлічні штампи та ударні молотки із еталонним стрижнем. При чому, в перших двох випадках

показником є відбиток на бетоні, а в третьому – співвідношення відбитків на бетоні та еталонному стрижні.

Метод пружного відскоку полягає в тому, що показником міцності матеріалу є величина пружного відскоку бійка, який за допомогою пружини б'є по ударнику та відскакує від нього на певну висоту, що фіксується шкалою приладу. Співвідношення між величиною відскоку та реальною міцністю матеріалу встановлюється експериментально, за допомогою побудови залежностей.

Метод відриву зі сколюванням полягає в тому, що міцність бетону при стиску визначається шляхом місцевого руйнування штучного каменю при висмикуванні з нього спеціального анкерного пристрою, що відображає формула (23). Як анкерні пристрої використовують стрижні з анкерною головкою або пристрої, що анкеряться самостійно за допомогою сегментних щік (встановлюються в шпуре готової конструкції).

$$R = \alpha \cdot m \cdot P \quad (23)$$

де P – зусилля висмикування, α – коефіцієнт між зусиллям та міцністю бетону, m – коефіцієнт, що враховує максимальний розмір заповнювача.

Електронно-акустичні методи підрозділяють на дві підгрупи: ультразвукові імпульсні методи та резонансні методи випробувань

Ультразвукові імпульсні методи контролю засновані на кореляційному зв'язку між швидкістю розповсюдження повздовжньої ультразвукової хвилі у бетоні та його фізико-механічними характеристиками. Застосовуються для визначення структурних змін в бетоні та інших властивостей матеріалу, від яких залежить його міцність.

Можуть бути використані для контролю процесів тверднення бетону, визначення дефектів в бетоні та зварних швах, якості швів при замоноличуванні збірних конструкцій, глибини розкриття тріщин, товщини шару бетону, що розмерзся, тощо. Визначення шару бетону виконують по заздалегідь побудованій залежності «швидкість – прозорість», яку встановлюють за результатами ультразвукових та руйнівних випробувань.

Вимірювання швидкості ультразвуку може бути виконано наскрізним прозвучуванням та способом повздовжнього профілювання. При наскрізному прозвучуванні перетворювачі встановлюють з обох боків

виробу по одній осі, а швидкість розповсюдження ультразвуку обчислюють за формулою (24):

$$V = \frac{l}{t} \cdot 1000 \quad (24)$$

де l – база прозвучування, t – час розповсюдження ультразвуку

При прозвучуванні методом повздовжнього профілювання перетворювачі встановлюються лише з одного боку, причому випромінювач залишається нерухомим, а приймач переміщується послідовно по ряду позицій вздовж однієї осі.

Експериментальну залежність «швидкість-міцність» будують по результатах ультразвукових та механічних випробувань бетонних зразків.

Резонансні методи контролю базуються на вимірюванні частоти власних коливань та визначенні характеристик їх затухання. В залежності від способу збудження контроль може здійснюватись по проявленню резонансу та способом затухання коливань. В обох випадках по частоті власних коливань обчислюють динамічні модулі пружності, динамічний коефіцієнт Пуансона та логарифмічний декремент затухання.

Радіоізотопні методи призначені для визначення густини бетонної суміші і бетону у готових виробах. Засновані на реєстрації радіації, що випромінюється радіоактивним джерелом та проходить крізь бетон. Характеристики матеріалу оцінюють по зміні інтенсивності гамма-променів.

Як джерело випромінювання зазвичай використовують радіоактивний кобальт Co^{60} та радіоактивний цезій Cs^{137} . Контроль густини методом розсіювання може виконуватись на незначній глибині. При просвічування легкого та ніздрюватого бетону товщина шару, що просвічується, збільшується пропорційно зниженню величини густини легкого бетону.

Для контролю розташування арматури у бетоні використовують прилади, що працюють на методі розсіювання гамма-випромінювання. Розташування арматури фіксується за зменшенням кількості промінів при наближенні осі приладу до осі арматури. Метод гаммаграфії полягає в тому, що з одного боку конструкції розташовується контейнер з джерелом, а з іншого – касета з рентгенівською плівкою.

Магнітні та електромагнітні методи засновані на вимірюванні зміни магнітних силових полів та напруженості магнітного поля при наявності дефектів, а також зміни магнітних властивостей матеріалу під дією зовнішніх сил.

Магнітні методи застосовують у магнітній порошковій дефектоскопії, яка заснована на тому, що наявність дефекту у намагніченому металі визначається розсіюванням феромагнітних часок навколо дефекту. Ефективні для виявлення тріщин та інших дефектів на поверхні металу та незначній глибині в ньому.

Електромагнітні методи використовуються у промисловості для виявлення тріщин, не проварів та інших дефектів у зварних швах та з'єднаннях. Засновані на виявленні полів розсіювання у намагніченому металі поблизу дефекту. Розрізняють методи: ферозондів, магнітно-індукційний, магнітнографічний та ін.

Електричні методи досліджень неелектричних величин характеризуються більшою чутливістю порівняно із механічними методами, малою інерційністю, дають можливість проводити вимірювання на відстані, а також дозволяють автоматизувати процес випробування. Широко застосовуються для визначення вологості заповнювачів, бетонних сумішей та бетону. Найбільшою точністю при визначенні вологості характеризуються *термоелектричний* та *діелектричний* методи.

Термоелектричний метод заснований на залежності теплопровідності піску від його вологості (25):

$$\alpha \cdot K = f(W) \quad (25)$$

де α – теплопровідність піску; K – коефіцієнт, що враховує густину та питому теплоємність; W – вологість піску.

Точність приладів в межах 2%, час випробування приблизно 5 хвилин (радянський прилад ИВП-50).

Діелектричний метод заснований на вимірюванні електроємності конденсатору, між пластинами якого розміщується проба піску з певною вологістю. Ємність конденсатора обчислюють за формулою (26):

$$C = \varepsilon \cdot c \quad (26)$$

де ε – діелектрична проникність вологого піску, c – ємність конденсатору в порожнині.

Комплексні методи застосовуються для оцінювання міцності бетону в конструкціях при її визначенні декількома методами, що базуються на різних принципах дії. Це дозволяє найбільш ефективно визначити міцність бетону в конструкції при експлуатації, під час аварійних ситуацій, тощо. Метод враховує похибку кожного приладу та отриману міцність.

Оцінювання міцності та однорідності бетону в конструкціях неруйнівними методами дослідження може проводитись для партії конструкцій чи для окремих виробів. Контроль партії може біти суцільним або вибіркоvim. Якщо в партії три або менше виробів, контроль має бути суцільним. При більшій кількості виробів, залежно від виду і призначення, контроль може бути вибіркоvim чи суцільним.

При вибіркоvom контролі кількість конструкцій, що перевіряється, має бути не менше 10% від кількості виробів, але не менше трьох. Тривалість періоду контролю та аналізу приймається залежно від виду виробу та технології виготовлення і може біти від одного тижня до одного місяця. Впродовж цього періоду має бути випробувано не менше 25 конструкцій.

Запитання для самоконтролю

1. Навести основні принципи дії приладів неруйнівного контролю.
2. Склерометричні методи контролю.
3. Електронно-акустичні методи контролю.
4. Електричні, магнітні та електромагнітні методи контролю.
5. Радіоізотопні методи контролю.
6. Метод відриву зі сколюванням.
7. Комплексні методи контролю.

Список літератури

1. ISO 7870 Control Charts – General guide and introduction
2. ISO 8258 Контрольные карты Шухарта
3. Справочник по технологии сборного железобетона. Под общей редакцией Стефанова Б.В. Киев, издательское объединение «Вища школа». Головное издательство, 1978 г. 256 с.
4. Закон України «Про підтвердження відповідності» від 17 травня 2001р. № 2406-III.
5. Закон України «Про акредитацію органів з оцінки відповідності» від 17 травня 2001 р. № 2407-III.
6. Декрет Кабінету Міністрів України «Про стандартизацію і сертифікацію» від 10 травня 1993 р. № 46-93.
7. Закон України «Про захист прав споживачів» від 12 травня 1991 р. №1023-XII
8. Закон України «Про технічні регламенти та оцінку відповідності» від 15.01.2015 №124-VIII
9. Закон України «Про стандартизацію» від 05.06.2015 №1315- VII
10. Директива ЕС № 768/2008 від 09.07.2008 р. щодо спільної структури для реалізації продукції (додаток 1 - вимоги до нотифікації ОС, додаток 2 - оцінки відповідності в модульній концепції).
11. Технічний регламент «Модулі оцінки відповідності та вимоги щодо маркування знаком відповідності».
12. Постанова Кабінету Міністрів «Про затвердження порядку митного оформлення імпортованих товарів (продукції), що підлягають обов'язковій сертифікації в Україні» від 14.05.08 р. № 446.
13. Збірник з гармонізованих стандартів «Оцінювання відповідності», Київ, Держстандарт України, 2002 р.
14. Сборник «Сертификация продукции», кн.1, Москва, 1990г.
15. ДСТУ 1.1-2015 Стандартизація та суміжні види діяльності. Словник термінів – [Чинний від 2015-08-19] – К.: ДП«УкрНДНЦ», 2015. – 54 с.
16. ДСТУ ISO/IEC 17000:207 (ISO/IEC 17000:2004, IDT) Словник термінів і загальні принципи – [Чинний від 2007-12-04] – К.: ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ УКРАЇНИ, 2008. – 26 с.

17. ДСТУ ISO/IEC 17025:2017 (ISO/IEC 17025:2017, IDT) Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій – [Чинний від 2018-01-01]. – К.: Держстандарт України, 2018. – 26 с.
18. ДСТУ ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015, IDT) Національний стандарт України. Системи управління якістю – [Чинний від 2016-07-01]. – К.: Держстандарт України, 2016. – 22 с.
19. Фурман Т. Ю., Загоруйко М. О. Статистичні методи контролю якості продукції [Електронний ресурс]: мат. конф. «Сучасність, наука, час. Взаємодія та взаємовплив», 18-20 листоп. 2013 р.
20. ДСТУ Б В.2.7-214:2009 Бетони. Методи визначення міцності за контрольними зразками – [Чинний від 2010-09-01]. – К.: Держстандарт України, 2010. – 43 с.
21. ДСТУ Б В.2.6-2:2009. Вироби бетонні і залізобетонні. Загальні технічні умови – [Чинний від 2010-10-01]. – К.: Держстандарт України, 2010. – 29 с.
22. ДСТУ Б В.2.7-220:2009. Бетони. Визначення міцності механічними методами неруйнівного контролю – [Чинний від 2010-09-01]. – К.: Держстандарт України, 2010. – 23 с.
23. ДСТУ Б В.2.7-226:2009. Бетони. Ультразвуковий метод визначення міцності – [Чинний від 2010-01-01]. – К.: Держстандарт України, 2010. – 22 с.
24. ДСТУ Б В.2.7-245:2010 Вироби керамічні клінкерні. Технічні умови – [Чинний від 2010-12-16]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 35 с.
25. ДСТУ Б.В 2.7-283:2011 Плитки керамічні. Методи випробувань – [Чинний від 2013-01-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2012. – 29 с.
26. ДСТУ Б EN 772-1:2016 Методи випробувань стінових каменів. Визначення міцності при стиску – [Чинний від 2017-07-01]. – К.: Держстандарт України, 2017. – 16 с.

Навчальне видання

Ковальчук Олександр Юрійович

Бойко Ольга Володимирівна

Зозулинець Вікторія Василівна

**Контроль при виробництві
будівельних конструкцій, виробів і
матеріалів**

Конспект лекцій

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Київський національний університет будівництва і архітектури

О.Ю. Ковальчук, О.В. Бойко, В.В. Зозулинець

КОНТРОЛЬ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ, ВИРОБІВ І МАТЕРІАЛІВ

Конспект лекцій
для студентів спеціальності 192 „Будівництво та цивільна
інженерія” спеціалізації 192.04 „Технологія будівельних
конструкцій, виробів і матеріалів”

Усі цитати, цифровий та
фактичний матеріал,
бібліографічні відомості
перевірено. Написання
одиниць вимірювання
відповідає стандартам

Підпис (и) автора (ів) _____

«__» _____ 20__ р.

Підпис голови методичної комісії спеціальності

«__» _____ 20__ р.

Київ 2020