

## ЗМІСТ

Вступ .....	4
<b>1. МЕТРОЛОГІЯ</b>	
1.1 Метрологія як наука про виміри .....	5
1.2 Метрична система мір .....	6
1.3 Метрологія: основні поняття і визначення .....	9
1.4 Державні метрологічні організації .....	10
1.5 Фізичні величини і їх одиниці .....	11
1.6 Еталони і передача розмірів одиниць робочим засобам вимірів .....	15
2.1 Принципи і методи вимірювань у будівництві .....	17
2.2 Засоби вимірювальної техніки .....	18
2.3 Погрішності результатів виміру .....	20
2.4 Перевірка засобів вимірювальної техніки .....	23
3.1 Організація контролю якості та приймання у будівництві .....	24
3.2 Перевірка якості і стану матеріалів і з'єднань .....	27
3.3 Оцінка міцності матеріалу за механічними характеристиками його поверхневого шару .....	32
3.4 Ультразвуковий імпульсний метод визначення характеристик матеріалів .....	35
3.5 Визначення положення і діаметру арматури в залізобетоні .....	41
4.1 Методика проведення випробувань будівельних конструкцій .....	43
4.2 Вибір елементів для випробувань .....	45
4.3 Вибір схем і видів навантаження .....	46
4.3.1 Визначення величини навантаження для випробувань .....	47
4.3.2 Послідовність навантаження і розвантаження .....	48
4.4 Вимірювальні прилади для статичних випробувань і їх застосування ...	49
4.5 Оцінка результатів статичних випробувань .....	51
4.6 Динамічні випробування будівельних конструкцій .....	51
4.7 Оцінка результатів динамічних випробувань .....	54
4.8 Питання до модульного тестування. Модуль 1 «Метрологія».....	55
<b>5. СТАНДАРТИЗАЦІЯ</b>	
5.1 Стандартизація як основа якості .....	61
5.2 Принципи і методи стандартизації .....	63
5.3 Категорії і види стандартів .....	64
5.4 Система стандартів в промисловості і будівництві .....	66
5.5 Порядок розробки, твердження і впровадження стандартів .....	68
5.6 Системи конструкторської і технологічної документації .....	69
5.7 Міжнародна стандартизація .....	70
5.8 Основи сертифікації продукції .....	71
5.9 Питання до модульного тестування. Модуль 2 «Стандартизація» .....	73
6.1 Завдання до контрольних та лабораторних робіт .....	75
6.2 Лабораторні роботи .....	79
Додаток А .....	90
Список використаних джерел .....	93

## ВСТУП

У цьому навчально-методичному посібнику викладені основні положення метрології і стандартизації, принципи і основні поняття і визначення, деякі закономірності в них, зв'язок цих наук з життям людей. Наведені приклади вимірів, а також випробувань досліджених об'єктів. Викладені методи контролю якості будівельних матеріалів для об'єктів, що будуються, і для тих об'єктів, які деякий час експлуатувалися.

Цей навчально-методичний посібник складений відповідно до програми курсу «Метрологія і стандартизація» для підготовки бакалаврів по спеціальностях напряму підготовки «Будівництво».

Метою вивчення дисципліни є формування у студентів знань, вміння та навичків, що забезпечують кваліфікаційну участь інженерів в діяльності з підвищення якості продукції.

Основні завдання витікають з ролі дисципліни як базової, яка надалі розвивається і заглиблюється в рамках вивчення спеціальних дисциплін.

Галузь науки і техніки, до якої відносяться метрологія і стандартизація включає як фундаментальні закони природи, так і правила, що встановлюються за угодою і закріплені юридичними актами і нормативно технічними документами.

Розуміння законів природи і розумна регламентація необхідних вимог і норм – запорука успіху в цьому напрямі науково-виробничій діяльності.

Вивчення дисципліни «Метрологія і стандартизація» передбачає спадкоємність, коли загальне положення конкретизуються в спеціальних дисциплінах стосовно галузевої специфіки, областей і видів вимірів, напрямів цільової підготовки студентів.

У результаті вивчення дисципліни «Метрологія і стандартизація» студент повинен знати основні метрологічні правила, вимоги і норми, державні акти і нормативно-технічні документи по стандартизації і контролю якості продукції, дотримувати їх в своїй практичній діяльності і уміти застосовувати отримані знання, уміння і навички для підвищення якості продукції і забезпечення її конкурентоспроможності на світовому ринку.

У навчально-методичному посібнику наведено зміст контрольної роботи, приклади виконання контрольної та лабораторних робіт, запитання для тестування засвоєних знань.

Навчально-методичний посібник орієнтований на сучасні методи навчання у вищому навчальному закладі: кожен із розділів супроводжується контрольними питаннями для самоперевірки засвоєння викладеного матеріалу. Видання призначене для самостійного вивчення теоретичного матеріалу і виконання контрольної роботи студентами будівельних спеціальностей денної та заочної форм навчання.

# 1. МЕТРОЛОГІЯ

## 1.1 Метрологія як наука про виміри

Фахівцям, що працюють в області будівництва постійно доводиться займатися тими або іншими вимірами, особливо, за контролем якості продукції, проведенням обстежень будівель і споруд, визначенням показників міцності будівельних конструкцій та ін.

**Виміри** - це процес знаходження значень будь-яких фізичних величин за допомогою технічних засобів і їх порівняння з еталонами і мірами.

**Міра** - цей засіб вимірів, призначений для відтворення фізичної величини заданого розміру. Теорією і практикою вимірів займається метрологія.

**Принцип виміру** - фізичне явище або сукупність фізичних явищ, які покладені в основу виміру певної величини.

Здавна людям досить часто доводилося мати справу з різними вимірами: при будівництві споруд, визначенні напрямку руху морем з використанням астрономії, в торгівлі, при визначенні пропорцій людського тіла. За старих часів частини людського тіла використовувалися як міра довжини: ширина великого пальця - дюйм, ширина долоні - пальма, довжина стопи - фут, відстань від ліктя до кінця середнього пальця - лікоть та ін.

У Англії ще в XVII ст. була прийнята одиниця міри довжини - фут (нога, стопа), що дорівнювала 30,5 см. Уболівальники футболу знають, що розміри футбольних воріт складають 7,22 x 2,44 м або ж 24 x 8 футів, оскільки Англія є батьківщиною футболу.

Різні народи нашої планети перебували на неоднакових стадіях розвитку і міри були різноманітні. Досить згадати, що в XVIII ст. в Європі було понад 100 різних футів, понад 120 фунтів, 46 миль і інших одиниць виміру.

У Київській Русі найбільш поширеними мірами довжини були - верста, сажень, аршин, ступня, долоня, вершок, палець; мірами ваги - пуд, гривна, гривня, золотник, брунька, пиріг та ін.

Одиницями виміру часу на Русі були: рік, місяць, тиждень, доба, година. Причому відлік нового року розпочинався і з березня, і з вересня. Указом Петра I введений початок нового року - з першого січня.

Удосконаленням мір і упорядкуванням їх точності в Російській імперії систематично почали займатися тільки з XVIII століття. Указом від 1735 року «Про систему російських мір і ваг» була закладена основа російської системи вимірів, а в Санкт-Петербурзькій фортеці в одному з особливих приміщень зберігалися нові збори зразкових мір довжини, місткості рідких і твердих тіл та одиниць ваги. По цих зразках були виготовлені і розіслані в губернії Росії вивірені копії аршина, відра, четверні, фунта.

Вагомий внесок в розвиток метрології своїми роботами здійснили такі учені, як Г. І. Вільд, Б. С.Якобі, В. С. Глухов, Д. І. Менделєєв, Н. Г. Єгоров, Л. В. Залуцький, В. В. Бійців та ін.

## 1.2 Метрична система мір

Зміцнення культурних і економічних зв'язків вимагало подальшого упорядкування системи мір з розробкою єдиної прийнятної для держав одноманітної міжнародної системи мір і ваг.

У кінці XVIII ст. у Франції Національні збори прийняли декрет відносно реформи системи мір і доручили Паризькій академії наук провести підготовчу роботу. Комісія під керівництвом Лагранжа запропонувала десяткову систему з кратними і дільними частинами, а комісія під керівництвом Лапласа запропонувала одиницю довжини  $1/40000000$  частина довжини паризького меридіана. Цю одиницю назвали метр. За одиницю маси була запропонована маса 1 кубічного дециметра чистої води при температурі  $4^{\circ}\text{C}$ , яку назвали кілограмом. Таким чином, перша метрична система мір, в якій одиниці довжини, площі, об'єму і маси були чітко пов'язані між собою, була законодавчо прийнята 7 квітня 1795 року Національними зборами Франції. 22 червня 1799 року роботи над метричною системою були завершені, виготовлені з платини прототипи одиниці довжини у вигляді лінійки довжиною 1 метр, товщиною 4 мм і шириною 25 мм, а також одиниці маси - 1 кілограм у вигляді платинового циліндра висотою і діаметром 39 мм. Платинові прототипи метра і кілограма з часом передали на зберігання Національному Архіву Франції.

20 травня 1875 року 17 держав-учасників підписали міжнародну Метричну конвенцію, яка мала вирішальне значення для міжнародної уніфікації одиниць виміру в міжнародному масштабі. Метрична конвенція - це перше свідоцтво міжнародної наукової співпраці учених Європи, Азії і Америки. У 1889 році російська делегація отримала на Першій генеральній конференції із заходів і ваг по дві копії нових прототипів метра № 11 і № 28 і кілограма № 12 і № 26, виготовлених з платино-іридієвого сплаву.

Для збереження одноманітності, точності і взаємної відповідності заходів і ваг на базі російського Депо зразкових мір і ваг в 1893 році була створена Головна палата мір і ваг.

**Головна палата мір і ваг**, установа в 1893 в Санкт-Петербурзі з ініціативи Д. І. Менделєєва, вченого-хранителя Депо зразкових мір і ваг, яке і було перетворено в Головну палату.

Головна палата мір і ваг була центральною установою Міністерства фінансів, який завідував повірочною частиною в Російській імперії і підлеглим відділу торгівлі.

За Положенням про міри та ваги 1899 завданням Палати було "збереження одноманітності, вірності і взаємної відповідності мір і ваг"; за законом 1901 нанеї було покладено завідування місцевими повірочними наметами, тимчасовими їх відділеннями, розподіл за тим і іншим перебували при Палаті повірників, відрядження їх та інші, а також вирішення різних питань по метрології та ведення звітності по надходженню до скарбниці плату за таврування мір і ваг. У самій Палаті влаштування повірочної справи було доведено до можливої науково-технічної досконалості.

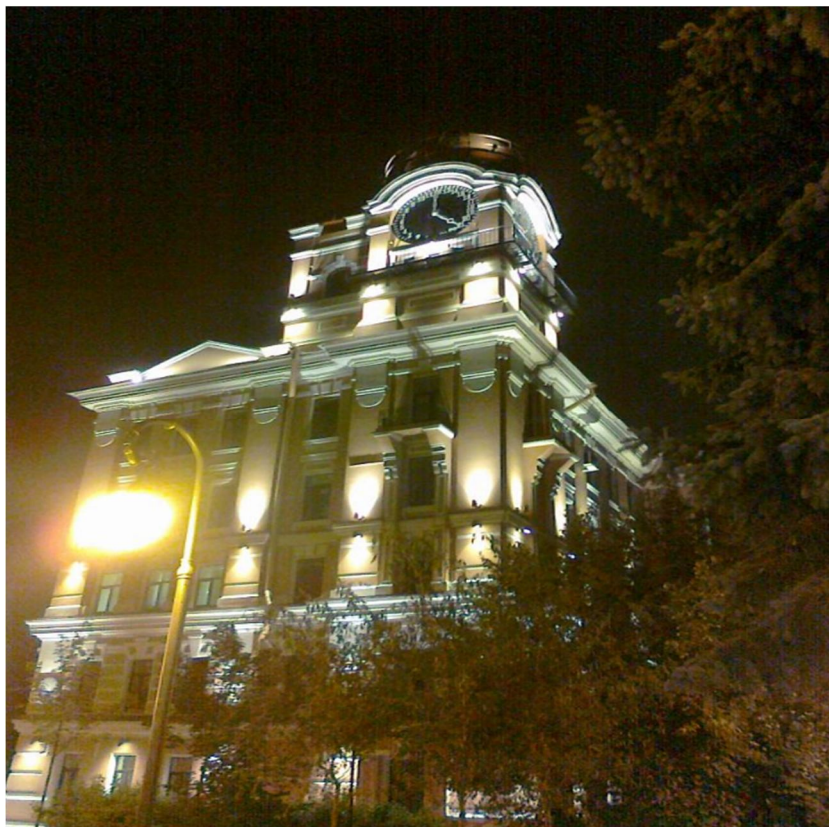


Рис. 1.1 - Метрологічний музей. Музей-квартира Д. І. Менделєєва.

На адміністративному корпусі інституту встановлено електронне табло, що показує точний час, температуру і тиск повітря.



Рис. 1.2 - Палата мір і ваг - НДІ метрології ім. Д. І. Менделєєва.



Рис. 1.3 - Палата мір і ваг - еталонне сховище еталонів. Еталон мільйона доларів - зберігається в палаті мір і ваг в Парижі

Палата мір і ваг - еталонне сховище еталонів, зразковий склад зразків, канонічне зібрання канонів. Знаходиться в Парижі. Перебуває в двох іпостасях - реальній і віртуальній.

Подальша історія розвитку метрології в колишньому СРСР розпочинається з Декрету Раднаркому від 14 вересня 1918 р. про введення метричної системи мір і ваг. Він сприяв подальшому розвитку науково-дослідних робіт відносно забезпечення єдності вимірів і розвитку приладобудування.

Метрологія має найважливіше значення для науково-технічного прогресу, оскільки без вимірів, без постійного підвищення їх точності неможливий розвиток жодної з галузей науки і техніки. Завдяки точним вимірам стали можливими численні фундаментальні відкриття. Наприклад, виміри щільності води з підвищеною точністю зумовило відкриття в 1932р. важкого ізотопу водню - дейтерію, мізерний вміст якого в звичайній воді здатний збільшувати її щільність.

Розвиток науки і промисловості стимулював розвиток вимірювальної техніки, а удосконалення вимірювальної техніки, у свою чергу, активно впливало на розвиток багатьох галузей науки і техніки. Жодне наукове дослідження або процес виробництва не може обійтися без вимірів, без вимірювальної інформації. Ні у кого немає сумніву відносно того, що без розвитку методів і засобів виміру прогрес в науці і техніці неможливий. Для забезпечення науково-технічного прогресу метрологія повинна випереджати у своєму розвитку інші галузі науки, оскільки для кожної з них точні виміри і достовірна інформація є основоположними.

### 1.3 Метрологія: основні поняття і визначення

Галузь науки, яка вивчає виміри, називають метрологією. Слово «метрологія» утворене з двох грецьких слів: (від греч. «метрон» - міра, «логос» - вчення) - наука про виміри фізичних величин, методи і засоби забезпечення їх єдності і способи досягнення необхідної точності. Дослівний переклад - наука про міри.

**Єдність вимірів** - стан вимірів, коли результати виражені в прийнятих одиницях, а погрішності вимірів прийняті із заданою вірогідністю. Єдність вимірів потрібна для порівняння результатів вимірів, які проведені в різних місцях, в різний час, з використанням методів, що відрізняються, і засобів виміру. Результати при цьому мають бути однаковими, незалежно від використання методів і засобів виміру. Так, маса в 1 кг або інша одиниця фізичної величини має бути адекватною в різних місцях, при вимірі різними засобами, методами і експериментаторами.

**Предметом метрології** є отримання кількісної інформації про властивості об'єктів із заданою точністю та достовірністю.

**Точність вимірів** означає максимальну наближеність їх результатів до істинного значення вимірюваної величини.

**Основні завдання метрології :**

- встановлення одиниць фізичних величин і їх еталонів,
- створення методів і засобів вимірів,
- забезпечення єдності вимірів,
- розробка методів оцінки погрішностей вимірів.

**Правильність виміру** - характеристика якості виміру, який відображає близькість до нуля систематичної погрішності виміру.

**Об'єкт виміру** - матеріальний об'єкт, одне або декілька властивостей якого підлягають виміру. Об'єктами виміру можуть бути фізичні величини або ж параметри технологічних процесів, апаратів; наприклад: температура, тиск, рівень, витрата, щільність, концентрація, якість продукції і т.п.

**Вимірювані величини** - фізичні величини або параметри, які відображають властивості об'єкту як в кількісному, так і якісному співвідношеннях. Термін «параметр» походить від грецького слова, яке в перекладі означає «вимірюю, співвідношу» і як фізична величина відображає властивості об'єкту. Параметри можуть бути як поодинокими, так і комплексними показниками властивостей об'єкту.

**Засіб вимірювальної техніки** - технічний засіб, який застосовують під час виміру, і має нормовані метрологічні характеристики. Враховуючи те, що в житті доводиться вимірювати надзвичайно велику кількість фізичних величин і користуватися при цьому різними приладами, вони повинні відповідати своєму класу точності, мати нормовані метрологічні характеристики, своєчасно пройти перевірки і бути одноманітними.

**Одноманітність засобів вимірювальної техніки** - такий стан засобів, при якому вони проградуйовані в узаконених одиницях і їх метрологічні характеристики відповідають нормам.

Таким чином, одним з головних завдань метрології є забезпечення єдності і необхідної точності вимірів на підприємствах, в галузях і державі. У більшості держав світу заходи по забезпеченню єдності і необхідної точності вимірів встановлюються (закріплюються) законодавчо: шляхом прийняття одиниць вимірів, регулярних перевірок технічних, зразкових і еталонних засобів, випробування нових засобів виміру, підготовки кадрів.

#### **1.4 Державні метрологічні організації**

Вищестоящим органом з питань стандартизації, метрології і якості продукції в нашій країні являється Державний комітет України з питань стандартизації, метрології і сертифікації (Держстандарт України).

Структура Держстандарту України налічує 35 центрів стандартизації, метрології і сертифікації, у тому числі - 26 обласних. Крім того, до складу Держстандарту України входять науково-дослідні інститути (наприклад, Харківське науково-виробниче об'єднання «Метрологія»).

Держстандарт України здійснює державне управління забезпеченням єдності вимірів в Україні і організовує проведення фундаментальних досліджень в області метрології, створення і функціонування еталонної бази України, проведення перевірок засобів вимірювальної техніки і тому подібне. Рішення Держстандарту України з питань метрології є обов'язковими для виконання центральними і місцевими органами виконавчої влади, органами місцевого самоврядування, підприємствами, організаціями, громадянами - суб'єктами підприємницької діяльності і іноземними виробниками.

Державна метрологічна служба, очолювана Держстандартом України, також включає державні контрольні лабораторії, відомчі і заводські відділи, лабораторії.

На початку XXI століття Україна реалізує свій державний суверенітет з метою визначення свого місця серед міжнародного співтовариства і забезпечення світу, стабільності, добробуту українському народу, а також заради активної участі у світовій торгівлі і науковій співпраці.

Україні є що запропонувати своїм партнерам - від космічних технологій, продукції суднобудування до ліків, продуктів харчування і будівельних матеріалів. Якість вітчизняної продукції базується більш ніж на 200-річному досвіді, вона закріплена відповідними стандартами і сертифікатами.

Україна вступила у Світову організацію торгівлі (СОТ), що потребує подальшого розвитку і удосконалення національної системи стандартизації, метрології і сертифікації у напрямі зближення з міжнародними і європейськими стандартами, угодами і підходами. Цьому сприятиме участь України в Міжнародній організації з питань стандартизації (ISO) і інших міжнародних організаціях, де її представляє Держстандарт.

Законодавчою основою національної метрологічної системи є Закон України «Про метрологію і метрологічну діяльність» від 11 лютого 1998 року № 113/ 98-ВР, який визначає правові основи забезпечення єдності вимірів в



нашій державі, регулює громадські стосунки у сфері метрологічної діяльності і спрямований на захист громадян і національної економіки від наслідків недостовірних результатів виміру.

У державне метрологічне забезпечення входять:

- система державних еталонів одиниць фізичних величин, яка забезпечує відтворення цих одиниць з найвищою точністю;
- система передачі розмірів одиниць фізичних величин від еталонів усім засобам вимірів;
- система розробки, постановки у виробництво і випуск в побут робочих засобів вимірів, які забезпечують визначення з необхідною точністю характеристик продукції (у промисловості, наукових дослідженнях);
- система стандартних довідкових даних про фізичні константи і властивості речовин і матеріалів, які забезпечують достовірними даними науку і виробництво;
- державні випробування або метрологічна атестація засобів вимірів, призначених для серійного або масового виробництва і ввезення їх через кордон партіями, які забезпечують подібність засобів вимірів при їх розробці і випуску в побут;
- обов'язкова державна і відомча перевірка засобів вимірів, яка забезпечує працездатність засобів вимірів при їх виготовленні, експлуатації і ремонті;
- стандартні зразки складу і властивостей речовин і матеріалів, що забезпечують відтворення одиниць величин, які характеризують склад і властивості речовин і матеріалів.

### 1.5 Фізичні величини і їх одиниці

**Поняття фізичної величини** - це узагальнене поняття у фізиці і метрології. Під фізичною величиною слід розуміти властивість, загальну в якісному відношенні для багатьох матеріальних об'єктів і індивідуальне в кількісному відношенні для кожного з них. Так, усі об'єкти мають масу і температуру, проте, для кожного окремого об'єкту як маса, так і температура різні і конкретні при певних обставинах.

Для встановлення різниці за кількісним вмістом властивостей в кожному об'єкті вводять поняття «Розмір фізичної величини».

Між розмірами кожної фізичної величини існують співвідношення, які має одну і ту ж логічну структуру, що і між числовими формами (цілими, раціональними або дійсними числами, векторами). Тому безліч числових форм з певними співвідношеннями між ними може служити моделлю фізичної величини, тобто безліч її розмірів і співвідношення між ними.

Поняття про систему одиниць фізичних величин ввів німецький астроном і математик К. Гаусс. Було встановлено, що для певної області вимірів (техніка, механіка, акустика, електротехніка, теплотехніка, светотехніка і так далі) можна вибрати декілька величин, а необхідні інші величини утворити від основних за певним правилом. Ці одиниці називають похідними. Сукупність основних і похідних одиниць, які відносяться до деякої системи

величин (області вимірів), називається системою одиниць фізичних величин. Зусиллями вчених різних країн була розроблена форма метричної системи заходів - Міжнародна система одиниць СИ (SI - початкові букви французької назви Systeme International).

У 1997 році Держстандарт України прийняв постанову відносно введення в державі Міжнародної системи одиниць - ДСТУ 3651.097 «Метрологія. Одиниці фізичних величин. Основні одиниці фізичних величин Міжнародної системи одиниць. Основні назви, положення і позначення».

Визначення основних одиниць відповідно до рішення Генеральної конференції із мір і ваг:

**метр** - довжина шляху, який проходить світло у вакуумі за  $1/2979215$  частину секунди;

**кілограм** - одиниця маси, яка дорівнює масі Міжнародного прототипу кілограма (рис. 1.4);



Рис. 1.4 - Міжнародний прототип кілограма - виготовлен з платини, прототип одиниці довжини у вигляді лінійки.

**секунда** - 9 192 631 770 періодів випромінювання переходу між двома надтонкими рівнями основного стану атома цезія- 133 за відсутності обурення зовнішніми полями (рис.1.5);

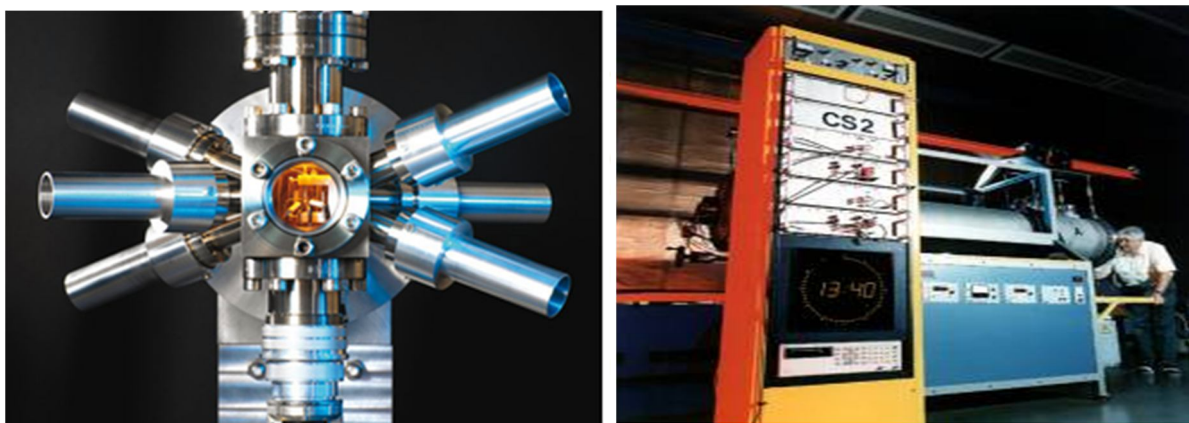


Рис. 1.5 - Еталон одиниці часу - секунда

**ампер** - сила постійного струму, який, проходячи по двох паралельних провідниках нескінченної довжини і нескінченно малого круглого перерізу, розміщених на відстані метра один від одного у вакуумі, утворив би між провідниками силу в  $2 \cdot 10^{-7}$  Н на кожен метр довжини;

Державний первинний еталон ампера — це комплекс вимірювальних засобів у складі струмових ваг електродинамічної системи, ваг з дистанційним управлінням та апаратури для передачі розміру одиниці. Похибка відтворення розміру одиниці сили струму державним первинним еталоном ампера не перевищує  $1 \cdot 10^{-3}$  %.



Рис. 1.6 - Еталон одиниці сили електричного струму — ампер

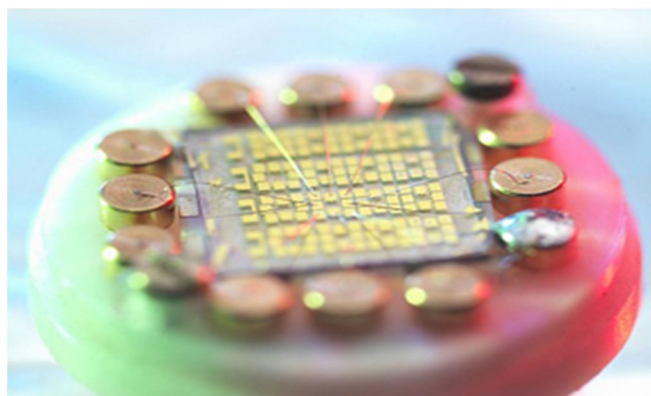


Рис. 1.7 - Новий «графеновий еталон» зовсім не схожий на брусок металу під скляним ковпаком

**кельвин** - одиниця термодинамічної температури -  $1/273,16$  частин термодинамічної температури потрійної точки води;



Рис. 1.8 - Еталон одиниці термодинамічної температури — кельвин

**кандела** - сила світла, яка випромінюється з площі в  $1/600000 \text{ м}^2$  перерізу повного випромінювача в перпендикулярному до цього перерізу напрямі при температурі затвердіння платини і тиску  $101325 \text{ Па}$ ;

**міль** - кількість речовини, яка вміщує стільки ж молекул (атомів, частинок), скільки вміщується атомів в нукліді углерода-12 масою в  $0,012 \text{ кг}$ .

Окрім основних одиниць СИ існує велика група **похідних одиниць**, які визначають за законами взаємозв'язків між фізичними величинами або ж на основі визначення фізичних величин. Відповідні похідні одиниці СИ виводять з рівнянь зв'язку між величинами. Залежно від наукового напрямку утворені похідні одиниці для простору, часу, механічних, теплових, електричних, магнітних, акустичних, світлових величин і величин іонізуючого випромінювання.

Нарівні з основними і похідними одиницями Міжнародної системи СИ є ще позасистемні одиниці. Їх широко застосовують в повсякденному житті. Є також позасистемні одиниці тимчасового використання (морська миля, яка дорівнює, -  $1852 \text{ м}$ , гектар -  $10000 \text{ м}^2$ , ар -  $100 \text{ м}^2$ , бар -  $105 \text{ Па}$  та ін.), а також відносні і логарифмічні величини.

Найбільш прогресивним способом утворення кратних і часткових одиниць є прийнята в метричній системі мір десяткова кратність між великими і малими одиницями. Десяткові кратні і часткові одиниці від одиниць СИ утворюються шляхом використання множителів і приставок від  $10^{18}$  до  $10^{-24}$  (табл. 1.1).

**Когерентні похідні одиниці** Міжнародної системи одиниць, як правило, утворюють за допомогою простих рівнянь зв'язку між величинами (визначальних рівнянь), в яких числові коефіцієнти дорівнюють 1. Для утворення похідних одиниць позначення величин в рівняннях зв'язку замінюють позначеннями одиниць СИ.

Якщо рівняння зв'язку містить числовий коефіцієнт, відмінний від 1, то для утворення когерентної похідної одиниці СИ в праву частину

підставляють позначення величин зі значеннями в одиницях СИ, що дають після множення на коефіцієнт загальне числове значення, рівне 1.

Таблиця 1.1 - Множники і приставки, використовувані для утворення найменувань і позначень десяткових кратних і дольних одиниць СИ

Десятичний множитель	Приставка	Позначення приставки		Десятичний множитель	Приставка	Позначення приставки	
		межд.	укр.			межд.	укр.
$10^{24}$	йотта	Y	I	$10^{-1}$	деці	d	д
$10^{21}$	зетта	Z	З	$10^{-2}$	санті	c	с
$10^{18}$	екса	E	Е	$10^{-3}$	міллі	m	м
$10^{15}$	пета	P	П	$10^{-6}$	мікро	μ	мк
$10^{12}$	тера	T	Т	$10^{-9}$	нано	n	н
$10^9$	гіга	G	Г	$10^{-12}$	піко	p	п
$10^6$	мега	M	М	$10^{-15}$	фемто	f	ф
$10^3$	кіло	k	к	$10^{-18}$	атто	a	а
$10^2$	гекто	h	г	$10^{-21}$	зепто	z	з
$10^1$	дека	da	да	$10^{-24}$	йокто	y	і

## 1.6 Еталони і передача розмірів одиниць робочим засобам вимірів

Єдність вимірів досягає шляхом точного відтворення і збереження встановлених одиниць фізичних величин і передачі їх розмірів робочим засобам вимірів. Відтворення, зберігання і передачу розмірів одиниць здійснюють за допомогою еталонів і зразкових засобів вимірів.

**Еталон** - це спосіб вимірів (чи комплекс способів вимірів), який забезпечує відтворення і зберігання одиниці з метою передачі її розміру нижчестоячим за перевіркою схемою засобам вимірів, виконаний за особливими правилами і затверджений в установленому порядку.

Еталони в порядку підлеглості підрозділяють: на первинні (початкові) і вторинні (підлеглі). Первинні еталони відтворюють одиниці і передають їх розміри з найвищою точністю, досягнутою в цій області вимірів.

Первинні еталони є початковими для країни, їх затверджують як державні еталони. До вторинних еталонів відносять еталони-копії, еталони порівняння і робочі еталони. Еталони-копії призначені для передачі розмірів одиниць робочим еталонам. Еталони порівняння призначені для взаємного порівняння еталонів. Робочі еталони призначені для перевірки зразкових і найбільш точних робочих засобів вимірів.

Державні еталони створюють, стверджують і зберігають організації Держстандарту України. Вторинні еталони створюють, зберігають і застосовують міністерства і відомства. Упродовж терміну служби еталонів вони піддаються систематичним дослідженням з метою забезпечення незмінності розмірів відтворених ними одиниць і підвищення точності.

Кожен еталон - це складна установка, яка включає комплекс засобів вимірів, устаткування, допоміжних пристроїв. Наприклад, одиниця довжини - метр - відтворюється за допомогою інтерференційної установки, яка містить: лампу з криптоном- 86, інтерфотометр з фотоелектричним мікроскопом, рефрактометр для визначення свідчень заломлення повітря, термометричну апаратуру для точних вимірів температури міри і повітря. Процес відтворення метра і його підрозділів полягає в порівнянні довжини штрихових або кінцевих еталонів з первинною еталонною довжиною хвилі відбитої лінії випромінювання криптона - 86 на інтерференційному компараторі.

Еталон метра в Україні зберігається у Харківському науково-виробничому об'єднанні "Метрологія".

Одиницю маси - кілограм відтворюють за допомогою платиново-іридієвого прототипу № 12.

При виготовленні платино-іридієвих еталонів кілограма за міжнародний прототип було прийнято той, маса якого менше за все відрізнялася від маси "кілограма Архіву". Міжнародний прототип кілограма - це гиря у вигляді прямого циліндра із заокругленими ребрами діаметром і висотою 39 мм.

Оскільки прийнятий умовний прототип одиниці маси - літр - також не був абсолютно тотожним кубічному дециметру ( $1 \text{ л} = 1,000028 \text{ дм}^3$ ) і невідповідність між ними становила різницю між масою міжнародного прототипу кілограма і масою кубічного дециметра води, то у 1964 році XII Генеральна конференція з мір та ваги ухвалила рішення про прирівняння об'єму 1 літра до  $1 \text{ дм}^3$ .

Одиницю часу - секунду відтворюють за допомогою еталону, основою якого є генератори на атомарному водні та кварцевий годинник.

Заходи або вимірювальні прилади, призначені для перевірки по них інших засобів вимірів, називають зразковими засобами вимірів. Зразкові засоби зберігають і застосовують органи метрологічної служби. Зразкові засоби виміру проходять метрологічну атестацію, на них видають спеціальні посвідчення з вказівкою параметрів і розряду за державною перевіркою схемою.

## 2.1 Принципи і методи вимірювань у будівництві

**Вимір фізичних величин** - це невід'ємна операція технологічних процесів, контролю і випробувань матеріалів, деталей, конструкцій і приймання готової продукції (будівель і споруд).

**Вимір** - це процес експериментального знаходження значень фізичної величини за допомогою спеціальних засобів виміру.

**Виміряти деяку фізичну величину  $Q$**  - означає зрівняти її з іншою величиною  $q$ , прийнятою за одиницю виміру і виразити першу в долях останньої в математичній формі

$$Q = k \cdot q; \quad (2.1)$$

де  $k$  - будь-яке позитивне ціле або дробне число, що показує в скільки разів  $Q$  більше або менше  $q$ .

В якості істинного значення фізичної величини приймають таке її значення, що ідеальним чином відтворює якісні і кількісні властивості вимірюваного об'єкту. Поняття *«Істинне значення вимірюваної величини»* близьке до поняття номінального або проектного значення.

Значення фізичної величини, яке отримане експериментальним шляхом, і настільки наближається до істинного, що може бути використано замість нього, називають *дійсним значенням фізичної величини*.

Значення фізичної величини може бути отримане в результаті прямих (безпосередніх) вимірів (вимір маси на вагах, температури - термометром, довжини - за допомогою лінійних заходів і так далі) або непрямих (опосередкованих), по яких вона знаходиться як функція безпосередньо вимірюваних величин (щільність по масі і геометричним розмірам, міцність бетону за часом проходження сигналу в неруйнівних методах вимірів, визначення крену споруд за результатами кутових і лінійних вимірів і т.п.).

Виміри розрізняють на необхідні, які дають тільки один результат вимірюваної величини, і повторні (додаткові), в результаті яких набувають декілька значень вимірюваної величини. Оцінка точності вимірів може бути зроблена тільки за наявності повторних вимірів. З метою контролю і оцінки точності необхідно робити, принаймні, два виміри однієї і тієї ж фізичної величини.

Для точних вимірів фізичних величин в метрології розроблені способи використання принципів і засобів вимірювальної техніки, застосування яких дозволяє вилучити з результатів вимірів ряд систематичних і випадкових погрешностей і позбавити експериментатора необхідності вводити поправки для їх компенсації, а в деяких випадках взагалі отримувати точні результати.

**Принцип виміру** - фізичне явище або сукупність фізичних явищ, які покладені в основу виміру певної величини. Наприклад, вимір температури з використанням термоелектричного ефекту, зміни електричного опору тензорезисторного перетворювача або зміни тиску термометричної речовини газового термометра та ін.

**Засіб вимірювальної техніки** - технічний засіб, який застосовують під час вимірів і який має нормовані метрологічні характеристики.

**Метод виміру** - сукупність способів використання засобів вимірювальної техніки і принципів вимірів для створення вимірювальної інформації.

**Вимірювальна інформація** - інформація відносно виміру величин і залежності між ними у вигляді сукупності їх значень.

У метрології в процесі вимірів широко застосовують прямі методи вимірівань, які забезпечують визначення шуканої величини за експериментальними даними.

У будівництві знаходять застосування наступні методи вимірів:

- метод безпосередньої оцінки, при якому значення величини визначають безпосередньо по відліковому пристрою (тиск - манометром, характеристики електричного струму - амперметром, вольтметром). Це, напевно, найбільш поширений метод вимірів;

- метод порівняння з мірою, при якому виміряну величину порівнюють з величиною, відтвореною мірою (порівняння маси на вагах з гирями, лінійні виміри рулеткою, де довжину отримують як набір лінійних величин);

- метод збігів, при якому різниця між виміряною величиною, і величиною, відтвореною мірою, вимірюють по збігу оцінок шкал; цим методом вимірюють усі лінійні величини вимірювальними приладами з ноніусами (штангенциркулі, мікрометри) і кутовими приладами з верньєрами (теодоліти).

У наш час знаходять широке застосування у будівельній практиці неруйнівні методи контролю і випробувань, засновані на магнітних, електричних, ультразвукових явищах.

Розрізняють також прямі і непрямі методи виміру. При прямих вимірах значення виміряної величини знаходять безпосередньо за достовірними даними. Більшість вимірювальних засобів заснована на прямих вимірах (наприклад, вимір температури термометром). При непрямих вимірах шукане значення величини знаходять обчисленням по відомій залежності між цією величиною і величинами, які піддаються прямим вимірам (наприклад, визначення напруги в конструкціях по вимірах деформацій).

Метод виміру може бути контактним, якщо він здійснюється при безпосередньому контакті зразка з вимірювальним наконечником приладу, і безконтактним, якщо механічний контакт відсутній (оптичні, пневматичні і інші виміри).

## **2.2 Засоби вимірювальної техніки**

До засобів вимірів відносять пристрої з нормованими метрологічними характеристиками, які використовують при вимірах.

Розрізняють наступні групи засобів вимірів:

- міра - засіб вимірів, призначений для відтворення фізичної величини заданого розміру (гирі; кінцеві заходи довжини; лінійні заходи, які відтворюють фізичні величини одного розміру - міліметр, сантиметр, метр;



вимірювальні колби; конденсатори постійної місткості; калібри, шаблони; стандартні зразки речовин, твердості, шорсткості та ін.);

вимірювальний прилад - засіб вимірів, який забезпечує доступність вимірювальної інформації для безпосереднього сприйняття;

вимірювальна установка (система) - сукупність способів вимірів, призначених для видачі вимірювальної інформації в зручній для обробки формі (у тому числі - для використання в автоматизованих системах управління);

вимірювальний перетворювач - засіб вимірів, призначений для формування сигналу вимірюваної інформації у формі, зручній для передачі, подальшого перетворення, обробки і збереження, хоча безпосередньо він не сприймається спостерігачем.

### **Основні метрологічні показники засобів вимірів :**

**Ділення шкали приладу** - проміжок між двома сусідніми відмітками шкали.

**Довжина (інтервал) ділення шкали** - відстань між осями двох сусідніх відміток шкали.

**Ціна ділення шкали** - різниця значень величин, які відповідають двом сусіднім відміткам шкали.

**Діапазон свідчень (вимірів за шкалою)** - інтервал значень шкали, який обмежений її початковим і кінцевим значеннями.

Діапазон вимірів - інтервал значень вимірюваної величини, в межах якої нормовані допустимі погрішності засобу вимірів (наприклад, діапазон роботи на гідравлічному пресі 20...80% діапазону показань шкали його силосилувача).

**Межа вимірів** - найбільше або найменше значення діапазону вимірів.

**Вимірювальна сила** - сила дії вимірювального наконечника на вимірювану деталь в зоні контакту.

**Межа допустимої погрішності засобу виміру** - найбільша (без урахування знаку) погрішність засобу вимірів, при якій воно може бути визнане придатним і допущеним до застосування.

**Стабільність засобу виміру** - властивість, яка відбиває постійність в часі його метрологічних показників.

**Погрішність виміру** - різниця між результатом виміру і істинним значенням вимірюваної величини.

**Точність вимірів** - характеристика якості вимірів, яка відбиває близькість до нуля погрішностей їх результатів. При високій точності погрішності усіх видів мінімальні.

**Точність засобів вимірів** - якість засобів вимірів, яка характеризує близькість до нуля їх погрішностей.

**Відтворюваність вимірів** - близькість результатів вимірів однієї і тієї ж конкретної величини, які виконані в різних умовах, в різних місцях різними методами і засобами.

**Чутливість вимірювального приладу** - відношення зміни сигналу на виході вимірювального засобу до зміни вхідної величини. Для шкальних вимірювальних приладів типу індикаторів годинного типу чутливість чисельно дорівнює передатному числу механізму приладу.

**Поправка** - величина, яка має бути алгеброїчно додана до показання вимірювального приладу або до номінального значення міри, щоб виключити систематичні погрішності і отримати значення виміряної величини або значення міри, найбільш близьке їх дійсним значенням.

Залежно від меж допустимих погрішностей засобів вимірів, а також інших їх властивостей, які впливають на точність виміру, багатьом типам вимірювальних засобів надають відповідні класи точності.

Засоби вимірів розділяють на групи за такими ознаками:

- за принципом дії і використанням енергії - механічні, електричні, рідинні, пневматичні, гідравлічні, хімічні, ультразвукові, інфрачервоні, радіоізотопні та ін.;
- формою свідчень - аналогові і цифрові;
- характером відображення - що показують, самописні, реєструючі, інтегруючі;
- призначенням - виробничі (технічні), лабораторні, зразкові, еталонні;
- місцем розташування - щитові, місцеві, дистанційні;
- габаритами - мініатюрні, малогабаритні, нормальні і великогабаритні.

Майже кожен засіб вимірів можна віднести до будь-якої групи. Наприклад, термометр може бути виробничим, самописним, електричним, щитовим, малогабаритним та ін.

Виробничі засоби вимірів є найбільш поширеними засобами вимірювальної техніки. Їх використовують для виміру технологічних або теплотехнічних параметрів, і вони мають порівняно просту структуру і конструкцію, високу надійність і необхідну точність, прості в експлуатації і ремонті.

Лабораторні прилади використовують для точніших лабораторних вимірів в наукових дослідженнях і визначенні погрішностей засобів вимірів. Для отримання більшої точності вимірів лабораторні засоби мають вдосконалені схеми. До їх свідчень вводяться поправки, визначені експериментальним або розрахунковим шляхом.

### 2.3 Погрішності результатів виміру

Умовою будь-якого виміру є існування дійсного значення  $a$  виміряної величини. У зв'язку з тим, що зовнішні умови можуть змінюватися в процесі випробування, то багаторазові виміри однієї і тієї ж величини не виходять однаковими. Різниця між результатом вимірів  $x$  і його істинним значенням  $a$  називають абсолютною погрішністю виміру  $\Delta$ , тобто

$$\Delta = x - a; \quad (2.2)$$

Відносна погрішність вимірів:

$$\frac{\Delta}{x} = \frac{x - a}{x}; \quad (2.3)$$

Абсолютні погрішності вимірів, як правило, складаються з двох компонентів: систематичної та випадкової.

Систематичні погрішності мають певний знак і накопичуються за певним функціональним законом в результаті односторонньо діючих чинників. Вони повинні виключатися з результатів вимірів шляхом введення виправлень або компенсуватися відповідною організацією методики обробки вимірів.

Випадкові погрішності, які виникають в результаті недосконалості техніки і методів вимірів, зміни зовнішніх умов, за рахунок округлення чисел при відліках і тому подібне, неминучі і повністю виключити їх з результатів вимірів неможливо.

Вплив погрішностей на результати випробувань істотним чином залежить від мети випробування. Якщо випробування проводять з метою виявлення характеру деформації і руйнування конструкції, то вплив погрішностей позначатиметься в меншій мірі, ніж при проведенні випробувань з метою отримання чисельних параметрів досліджуваних систем. У останньому випадку потрібна ретельніша підготовка експерименту.

Погрішності випробувань зростають з ускладненням вимірювальної апаратури і методики випробувань. Слід пам'ятати також про самочинну зміну показань приладів, тобто про так званий «дрейф нуля». У прогібомеров це пов'язано з поступовим витягуванням дроту і послабленням кріплення; у наклеєних тензорезисторах - із затвердінням клею.

При обробці матеріалів випробувань будівельних матеріалів і конструкцій використовують статистичні імовірнісні методи, оскільки міцносні та деформативні параметри матеріалів, варіації навантажень, погрішності випробувань носять випадковий, стохастичний характер.

При проведенні вимірів слід дотримуватися наступних правил:

- якщо систематична погрішність є визначальною, тобто її величина істотним чином більше випадкової погрішності властивої цьому методу, то досить виконати виміри лише двічі, оскільки збільшення їх числа не підвищить точності кінцевого результату;

- якщо систематичні погрішності менші за випадкові, то, збільшуючи число вимірів, можна отримати результат, точність якого буде вища, ніж точність одного виміру.

В якості найкращого (надійнішого) значення дійсної фізичної величини приймають середнє арифметичне за результатами вимірів  $x_i$

$$\chi = \sum_1^n x_i / n; \quad (2.4)$$

де  $n$  - кількість вимірів однієї і тієї ж величини.

Мірою точності вимірів служить середнє квадратичне відхилення (стандарт)

$$\sigma_x = \sqrt{\sum_1^n \Delta_i^2 / n}; \quad (2.5)$$

де  $\Delta_i$  - абсолютна погрішність.

Якщо невідоме номінальне або дійсне значення вимірюваної величини, середнє квадратичне відхилення визначають по формулі:

$$\sigma_x = \sqrt{\sum_1^n \delta_i^2 / (n-1)}; \quad (2.6)$$

де  $\delta_i$  - різниця між вимірним значенням фізичної величини  $x_i$  і середнім арифметичним  $\chi$ .

$$\delta_i = x_i - \chi \quad (2.7)$$

Завжди має місце рівність  $\sum_1^n \delta_i = 0$  яку використовують для контролю обчислень середнього арифметичного.

**Мірою розсіяння результатів виміру** - являється дисперсія і середнє квадратичне відхилення.

**Дисперсія випадкової величини** - міра розкиду цієї випадкової величини тобто її відхилення від математичного очікування.

Корінь квадратний з дисперсії  $\sigma$ , називається середньоквадратичним відхиленням, стандартним відхиленням або стандартним розкидом.

У практиці вимірів застосовують різні закони розподілу випадкових погрішностей. Найчастіше - нормальний закон розподілу (Гауса):

$$\varphi(x) = \frac{1}{\sigma \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-\chi)^2}{2\sigma^2}} \quad (2.8)$$

При статистичній обробці матеріалів вимірів мають місце рішення таких завдань:

- визначення середнього значення і довірчого інтервалу вимірюваної характеристики;
- визначення впливу на зміни досліджуваної характеристики змін тих або інших чинників;
- встановлення кореляційної залежності досліджуваних величин від зміни одного або декількох чинників, якщо між ними не можна визначити чіткої функціональної залежності.

Довірчий інтервал досліджуваної величини **a** при заданій вірогідності визначають:

$$\chi - t_\alpha \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}} < x < \chi + t_\alpha \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (2.9)$$

де  $t_{\alpha} = \frac{\Delta_x \cdot \sqrt{n}}{\sigma}$  - коефіцієнт Стюдента, який залежить від числа вимірів  $n$  і вірогідності  $P$ ;  $\sigma$  – стандарт або середньоквадратичне відхилення.

Коефіцієнт Стюдента визначають по спеціальних таблицях залежно від кількості дослідів і вірогідності попадання величини  $a$  в заданий інтервал.

При  $n > 20$  розподіл Стюдента переходить в нормальний розподіл Гауса.

## 2.4 Перевірка засобів вимірювальної техніки

Перевірку, ревізію і експертизу засобів вимірів проводять відповідно до постанов Держстандарту України і поширюють на усі засоби вимірювальної техніки, які знаходяться в експлуатації у державі.

**Перевірка засобів вимірювальної техніки** - це процес порівняння свідчень засобів вимірювальної техніки, що повіряються, зі свідченнями точніших засобів вимірів (зразкових, еталонних) з метою визначення їх класу точності і встановлення придатності до застосування. Залежно від рівня метрологічної служби перевірки можуть бути державними і відомчими, а за призначенням - первинними, періодичними, інспекційними, позачерговими, комплексними, поелементними, вибірковыми та ін.

**Державна перевірка засобів вимірювальної техніки** - це перевірка органами державної метрологічної служби або ж за їх дорученням засобів вимірювальної техніки, що використовують у сферах, що підпадають під державний метрологічний нагляд.

**Відомча перевірка засобів вимірювальної техніки** - це звіряння відомчими метрологічними службами засобів вимірювальної техніки, яка не підлягає державній перевірці. Наприклад, перевірка технічних засобів виміру на підприємствах області за допомогою зразкових засобів вимірювання, які своєчасно пройшли державну перевірку в обласних або міських територіальних органах і мають свідоцтво про перевірку.

**Первинна перевірка** засобів вимірювальної техніки - перевірка, яку виконують уперше після виготовлення засобів вимірювальної техніки або після їх ремонту або за умови імпорту постачань партій засобів вимірів.

**Періодичну перевірку** засобів вимірювальної техніки проводять при експлуатації або зберіганні засобів виміру через певний проміжок часу (міжперевірочний інтервал) з метою встановлення їх придатності для експлуатації або ж при ушкодженні клейма, пломби або втраті документації.

**Інспекційна перевірка** - перевірка засобів вимірювальної техніки органами державного нагляду з метою виявлення метрологічних недоліків в засобах вимірів, які знаходяться в експлуатації, на складах і базах постачання.

Терміни періодичних перевірок встановлюються метрологічними організаціями залежно від типів, умов експлуатації і зберігання на основі систематичного аналізу статистичних даних про їх надійність, інтенсивності роботи, метрологічній стійкості і т. п. Так, для більшості технічних засобів

вимірювальної техніки (наприклад, манометрів, вторинних приладів, термометрів, витратомірів і інших приладів) термін перевірки складає один рік.

При появі дефектів в роботі засобів виміру або ж після їх ремонту необхідно проводити позачергову перевірку.

Метрологічна ревізія полягає в перевірці стану засобів вимірювальної техніки, в контролі за виконанням правил їх перевірки і використанням органами державної метрологічної служби.

Метрологічна експертиза документації - це аналіз і оцінка правильності прийнятих в документацію технічних рішень відносно реалізації метрологічних норм і правил.

Методи і засоби перевірки вимірювальної техніки регламентуються нормативно-технічними документами, стандартами або методичними посібниками.

### **3.1 Організація контролю якості та приймання у будівництві**

Якість будівельно-монтажних робіт при їх прийманні від виконавців оцінює технагляд або майстер з урахуванням результатів контролю якості, що здійснюють представники технагляду замовника, авторського нагляду проектних організацій, лабораторіями, а також органами державного контролю і нагляду. Якість усіх схованих робіт, оцінюють при їх прийомі представники технагляду замовника за участю представника підрядника. Якість робіт по зведенню відповідальних конструкцій оцінюється за участю працівників, що проводять авторський нагляд від проектної організації. Результати оцінки якості заносять в загальні журнали робіт і акти проміжного прийому відповідальних конструкцій, акти огляду прихованих робіт, протоколи робітників і державної приймальної комісії. Якщо відхилення від проекту і нормативних документів не погоджені з проектними організаціями і замовником, виконані роботи підлягають повторному прийому тільки після відповідної переробки. Оцінку якості робіт закінченого об'єкту виконують при здачі його в експлуатацію на основі оцінок якості окремих видів робіт. Приймання закінченого об'єкту будівництва зазвичай здійснює державна комісія і затверджує своїм рішенням орган місцевого самоврядування.

При капітальному ремонті або реконструкції існуючих об'єктів виконують комплексне обстеження конструкцій і об'єкту в цілому.

Обстеження складається з наступних операцій:

- ознайомлення з документацією (вивчення робочих креслень, матеріалів інженерно-геологічних досліджень, будівельно-монтажної документації, акту передачі в експлуатацію, паспорта споруди, журналу експлуатації, документів по ремонту, підсиленню та зміні технологічного режиму);

- обстеження об'єкту в натурі. Встановлюють відповідність проекту і споруди в натурі з фіксацією усіх розбіжностей і встановленням їх причин. Проводять детальний огляд елементів споруди, починаючи з найбільш

відповідальних: опорні частини, стики, стан зв'язків, настилів; встановлюють наявність послаблень в елементах конструкцій, корозії, гниття і інших ушкоджень, наявність осідання, деформацій і взаємних зрушень елементів. За результатами обстеження виставляють попередню оцінку стану споруди;

- виконання обмірів, коли перевіряють основні розміри конструкцій і перерізів елементів.

Перевіряють також вертикальність колон, горизонтальність перекриттів;

- оцінюють характер та ступінь ушкодження конструкцій;

- перевіряють якості матеріалів конструкцій і стан стиків та з'єднань;

- перераховують конструкції з урахуванням цих обстежень.

### **Особливості обстеження окремих видів конструкцій**

При огляді металевих конструкцій в першу чергу визначають стан зв'язків, стислих елементів грат ферм, наявність та ступінь корозії металу, стан зварних швів (особливо в місцях недоступних для нанесення захисних покриттів);

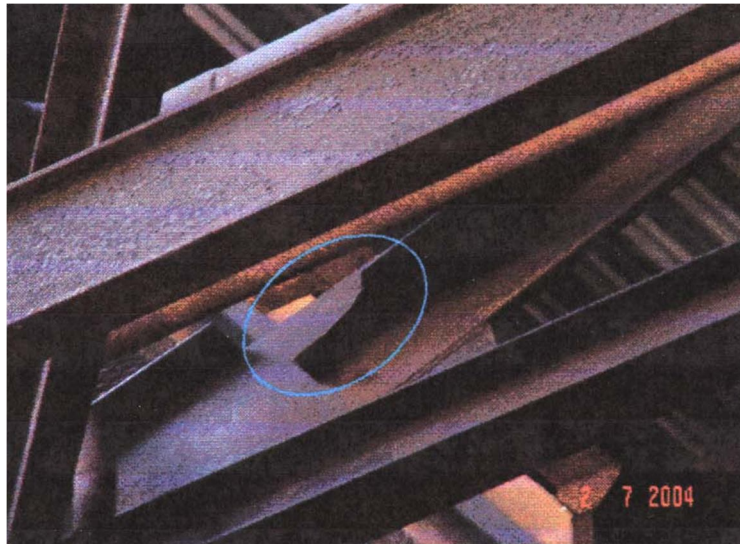


Рис. 3.1 - Корозія металу кроквяної ферми



Рис. 3.2 - Виріз куточка в розкосі ферми

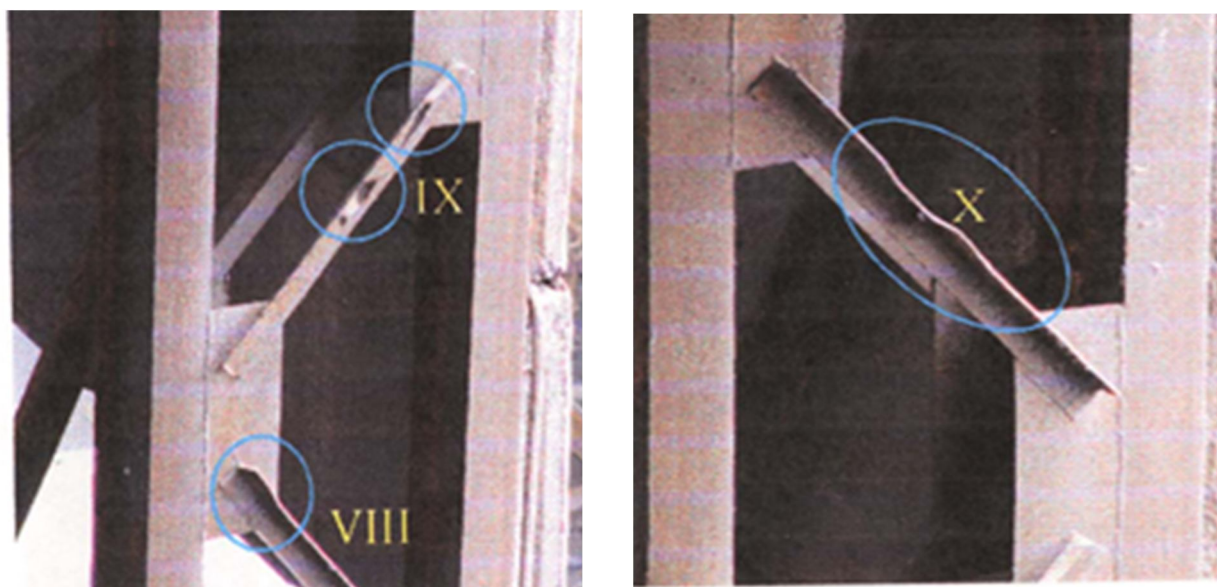


Рис. 3.3 - Дефекти елементів грат колони

**дерев'яних конструкцій** - якість деревини (особливо в розтягнутих елементах), наявність гниття, стан опорних вузлів балок і ферм, стиків розтягнутих елементів; залізобетонних конструкцій - наявність нормальних і похилих тріщин в розтягнутій зоні, відшаровування і вифарбовування бетону стислої зони, наявність тріщин в захисному шарі бетону, що свідчать про корозію арматури;



Рис. 3.4 - Дефекти дерев'яних конструкцій

**кам'яних конструкцій** - наявність вертикальних тріщин в найбільш навантажених простінках, стан ділянок кладки, що примикають до покрівлі, вивітрювання кладки, розчину або окремої цегли.

Результати огляду оформляють актом, в який вносять усі загальні дані відносно споруди, авторів і час розробки проекту, час зведення споруди, термін експлуатації і усі зміни, які могли привести до порушення конструкцій;



- вказують усі помічені дефекти конструкцій і їх причини;
- приводять результати випробувань матеріалів конструкцій.

У кінці акту приводять висновки і рекомендації відносно стану і методів посилення конструкцій, а також обумовлюють умови подальшої експлуатації споруди. Акт підписують усі особи, які проводили огляд.

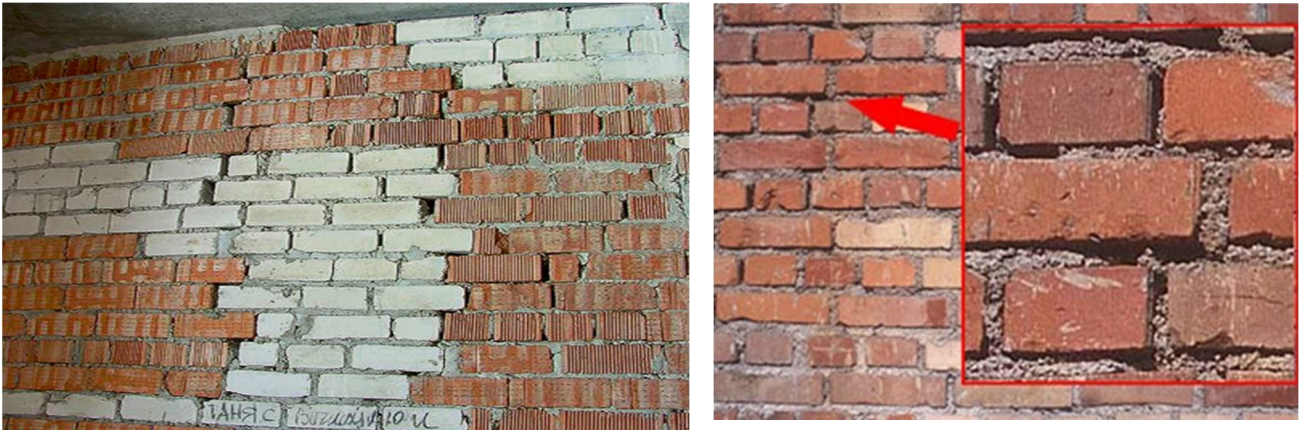


Рис. 3.5 - Дефекти кам'яних конструкцій



Рис. 3.6 - Дефекти ділянок кладки

### 3.2 Перевірка якості і стану матеріалів і з'єднань

Перевірці підлягають найголовніші параметри, які характеризують вид матеріалу і з'єднань, умови їх роботи. При цьому операції, що виконують розділяють на такі групи:

- визначення фізико-механічних характеристик: міцності, деформативності, однорідності, щільності, вологості;
- виконання дефектоскопії матеріалів і з'єднань, тобто виявлення порушень суцільності, сторонніх включень, ураження корозією, гнилизною;
- визначення розмірів елементів конструкцій, у тому числі тих, доступ до яких можливий з однієї сторони;
- перевірка хімічного складу і структури застосованих матеріалів.

В результаті виконаних випробувань встановлюють «марку» матеріалу.

Методи, які застосовують для визначення фізико-механічних характеристик матеріалів, ділять на групи:

- руйнівні методи, пов'язані з відбором зразків, при яких відбувається локальне порушення суцільності матеріалу досліджуваної конструкції;
- неруйнівні методи, коли виміри виконують безпосередньо на об'єкті без ушкодження його елементів;
- проміжна група, коли відбір зразків не потрібен, але до деякої міри ослабляється або порушується поверхня матеріалу.

### **Відбір зразків для руйнівних (лабораторних) методів визначення якості матеріалів.**

Відбір зразків пов'язаний з послабленнями досліджуваних елементів конструкцій. Тому кількість зразків має бути мінімальною.

#### ***Відбір зразків в металевих конструкціях***

Заготівлі для зразків вирізують дисковою фрезою. Розміри заготівель мають бути на 10 мм великими кожної сторони зразка для випробувань.

Розміри зразків відповідно до держстандартів приймають мінімальними. Місця узяття зразків на конструкції мають бути відновлені за допомогою зварювання і підсилення накладками. Зразки металу піддаються випробуванню розривними гідравлічними машинами за стандартом ГОСТ 1497.

#### ***Відбір зразків у бетонних конструкціях***

У зв'язку з неоднорідною структурою бетону держстандарти дозволяють застосовувати для випробувань зразки наступних мінімальних розмірів: кубики з розміром ребра 70,7 мм; балочки для випробувань на вигин розміром 100x100x400 мм. Найкращі умови для зразків будуть при їх вирізці алмазними коронками або алмазними кругами. Порожнечі, які утворилися після виїмки зразків, мають бути заповнені бетоном на безусадочному цементі.

Зразки бетону піддаються випробуванням за стандартною методикою (ГОСТ 10180) на пресах з використанням масштабних коефіцієнтів.



Рис. 3.7 - Відбір зразків у металевих конструкціях



Рис. 3.8 - Зразки металу піддаються випробуванню розривними гідравлічними машинами



Рис. 3.9 - Зразки, вибурені з існуючих конструкцій системами алмазного буріння



Рис. 3.10 - Зразки для випробувань бетонних конструкцій

### ***Контроль якості конструкцій і з'єднань проникаючими рідинами і газами***

#### **Контроль герметичності з'єднань:**

**1. Випробування водою.** Резервуари, газгольдери, які перевіряють, заповнюють водою до відмітки дещо вище, ніж при експлуатації. Гідростатичним тиском води перевіряють як щільність, так і міцність з'єднань та усієї споруди в цілому, тобто з перевіркою з'єднань поєднують статичні випробування досліджуваної місткості (рис. 3.11).



Рис. 3.11 - Випробування водою газгольдерів

**2. Застосування гасу.** При дослідженні поверхню зварного шва з одного боку густо змочують гасом, а з іншої - шов заздалегідь підбілюють водним розчином крейди. Завдяки своїй малій в'язкості та незначному поверхневому натягненню газ легко проникає через найменші пори і тріщини шва, і на світлому фоні, що підсохнув, чітко проявляються іржаві плями або смуги гасу, який просочився через призначений для перевірки шов.

**3. Застосування стислого повітря.** Зварні шви, які перевіряють, змочують мильним розчином, а з іншого боку шов обдувають стислим повітрям (близько 4 атм.). У місцях нещільності утворюються мильні бульбашки.

**4. Застосування вакууму.** Цей метод використовують при доступі з одного боку. До зварного шва приставляють металеву касету у вигляді плоскої коробки без дна з м'якими гумовими прокладками і прозорим верхом. Вакуум - насосом в касеті створюють розрідження. Досліджувану ділянку шва, заздалегідь змочують мильним розчином. У місцях порушень щільності шва проникає повітря та створює в мильній пені чітко видимі пухирі (рис. 3.12).

### **Виявлення тріщин, які виходять на поверхню:**

#### **1. Застосування гасу.**

Контрольовану поверхню металу змочують гасом. Через 20-30 хвилин цю поверхню досуха витирають і покривають шаром рідкої крейдяної обмазки. Після її висихання, розташування поверхневих тріщин проявляється в темних смугах, які виступають на білому фоні.

#### **2. Люмінесцентний метод.**

Цей метод може успішно застосовуватися як в метало- так і в залізобетонних конструкціях (рис. 3.13). Для виявлення поверхневих тріщин використовують рідини або порошкові суспензії, що люмінісцирують під

дією ультрафіолетових променів. Розкриття тріщин, що визначають цим методом, може бути близько 1 мікрона. Ще менші тріщини (до напівмікрона) можуть бути виявлені за допомогою магнітних порошоків, що люмінісцирують.



Рис. 3.12 - Застосування вакууму при контролі герметичності з'єднань

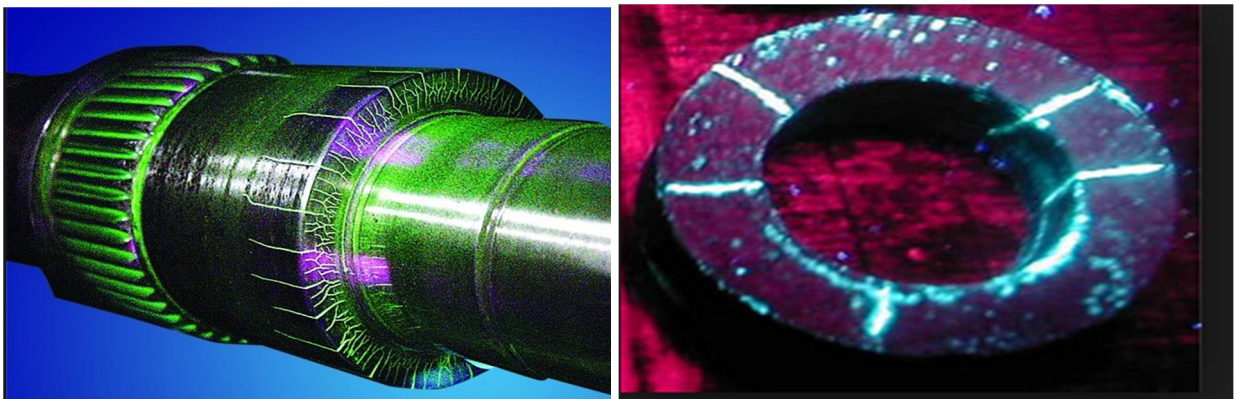


Рис. 3.13 - Виявлення тріщин люмінісцентним методом

### **3.3 Оцінка міцності матеріалу за механічними характеристиками його поверхневого шару**

#### *Оцінка міцності металу*

Найбільше поширення у будівельній практиці отримав прилад Польді, схема якого приведена на рис. 3.14.

Прилад кулькою 2 щільно притискається до поверхні досліджуваного матеріалу 1. По стержню 4 завдають удару молотком. На поверхні металу і еталонного бруска з'являється відбиток кульки, відповідно діаметрами  $d$  і  $d_{em}$ . Якщо  $D$  - діаметр кульки і заздалегідь відома твердість по Бринеллю  $HB_{em}$  еталонного бруска 3, то твердість по Бринеллю металу, що досліджують  $HB$  визначають з наступного вираження:

$$HB = HB_{em} \cdot \frac{D - \sqrt{D^2 - d_{em}^2}}{D - \sqrt{D^2 - d^2}} \quad (3.1)$$

По отриманій твердості  $HB$  міцність і марку металу визначають за допомогою спеціальних таріровочних таблиць.

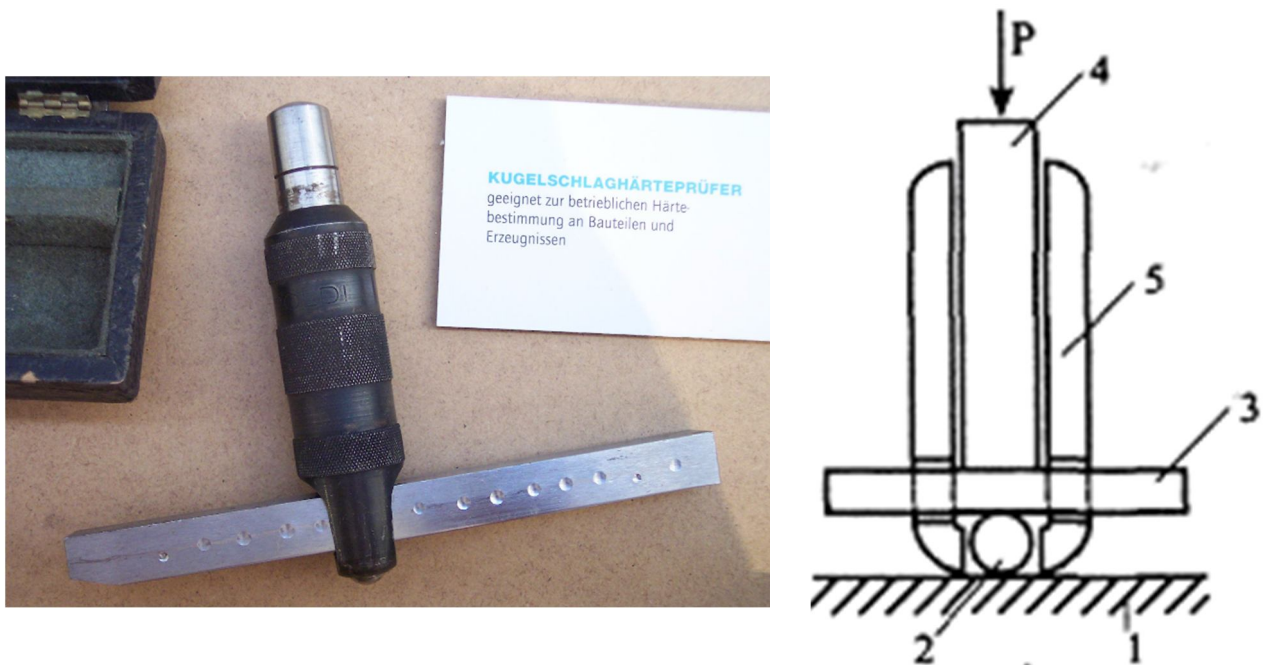


Рис. 3.14 – Схема приладу Польді: 1 – матеріал, що досліджують; 2 – сталеві кулька; 3 – еталонний брусок; 4 – ударний стержень; 5 – корпус приладу

### **Оцінка міцності бетону по ударному відбитку на його поверхні**

Міцність бетону оцінюють еталонним молотком Кашкарова, схема якого приведена на рис. 3.15. Принцип роботи цього молотка аналогічний приладу Польді, але діаметр сталеві кульки прийнятий 15мм і замість сталевого бруска в якості еталону використовують круглий стержень  $\varnothing 10$  і 12 мм із сталі ВСт3. Після удару кульку залишає на поверхні бетону відбиток діаметром  $d_b$ , а на еталонному стержні - відбиток у вигляді еліпсоїдної лунки з великим діаметром  $d_{em}$ .

Міцність бетону оцінюють по середньому значенню відношення  $d\delta/d_{em}$ , що отримали після 10 і більше ударів молотком, з використанням кореляційної залежності між  $d\delta/d_{em}$  і міцністю бетону на стискування, встановленою експериментально.

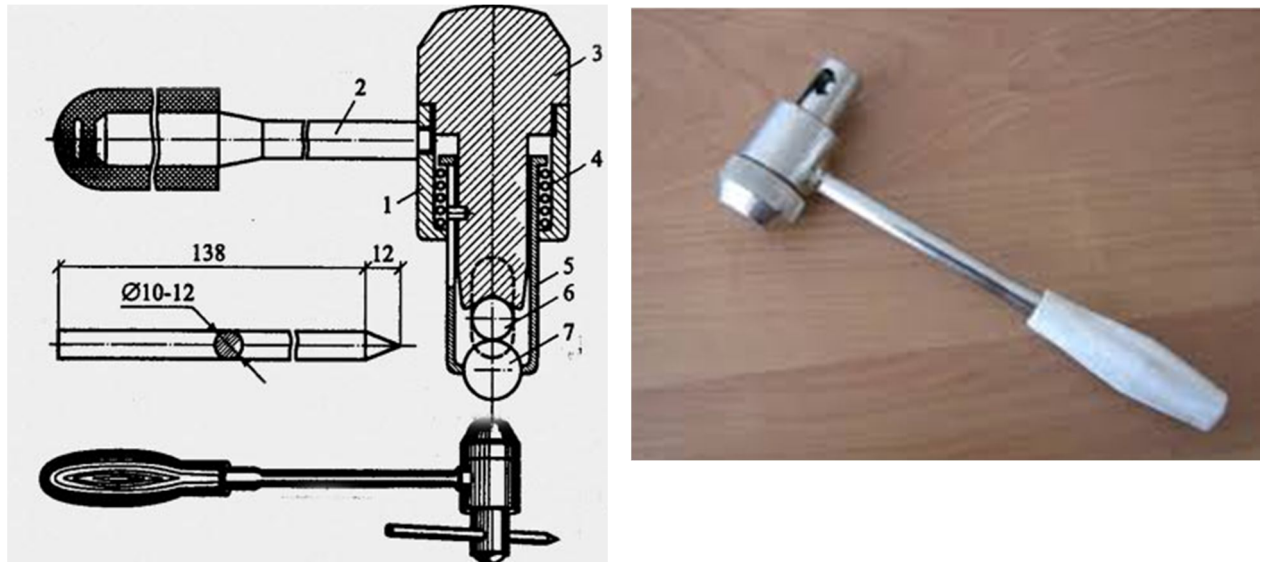


Рис. 3.15 - Схема еталонного молотка К. П. Кашкарова: 1 - корпус; 2 - руків'я; 3 - голівка; 4 - пружина; 5 - склянка з отворами для кульки 7 і еталонного стержня 6.

### ***Оцінка міцності бетону по пружному відскоку бойка при ударі:***

При випробуваннях приладами такого типу відносно характеристики матеріалу судять за величиною відскоку бойка, яким завдають удару по металевому наконечнику, притиснутому до поверхні бетону. Удар здійснюють спуском пружини, що дозволяє піддавати випробуванню будь-яким засобом орієнтовані поверхні та стандартизувати силу удару. Найбільш відомі прилади цього типу: молотки Шмидта, КМ, ЦНІСК. Розглянемо принцип роботи молотка Шмидта (рис. 3.16). Молоток встановлюють перпендикулярно поверхні бетону і натисненням на корпус засовують ударник 1 всередину корпусу 5 приладу. Коли він досягає крайнього положення, молоток 4 автоматично звільняється і під дією пружини 6 завдає удару по ударникові та відскакує назад.

Відскік фіксується стрілкою 2 на шкалі 3. Визначення межі міцності бетону на стискування виконують за допомогою таріровочної кривої «міцність бетону - величина відскоку».



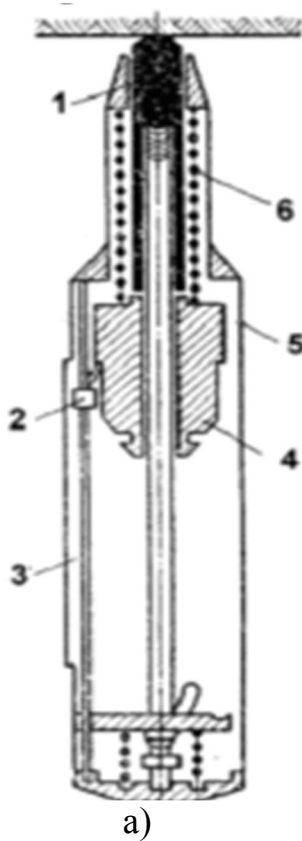


Рис. 3.16 - Молоток Шмидта (а): 1 - ударник; 2 - стрілка; 3 - шкала; 4 - молоток; 5 - корпус; 6 - спіральна пружина. (б) - електронний молоток Шмидта.

### 3.4 Ультразвуковий імпульсний метод визначення характеристик матеріалів

Акустичні неруйнівні методи досліджень матеріалів базуються на збудженні пружних механічних коливань. За параметрами цих коливань і за умов їх поширення роблять висновок відносно фізико-механічних характеристик і стану досліджуваного матеріалу.

**Ультразвуковий імпульсний метод** заснований на використанні механічних коливань високої частоти (для бетону до 200 кГц, для металу 300 кГц - 10 МГц) і на існуванні залежності між параметрами високочастотних коливань, які поширюються в досліджуваному середовищі, і властивостями цього середовища. Наприклад, швидкість поширення пружних хвиль пов'язана з щільністю середовища і модулем пружності цього середовища наступною залежністю:

$$v = \sqrt{\frac{E}{\rho} \cdot K}, \quad (3.2)$$

де  $E$  - модуль пружності;  $\rho$  - щільність середовища;  $K$  - коефіцієнт, який залежить від виду хвиль (подовжніх, поперечних, Релея) і від простору (одновимірного, двовимірного, тривимірного).

Вимірюючи швидкість поширення хвиль і характеристики їх загасання, можна вирішувати завдання дефектоскопії та визначати міцність, щільність,



пружність. Для збудження ультразвукових коливань використовують спеціальні перетворювачі, які трансформують змінний електричний струм ультразвукової частоти в механічні коливання тієї ж частоти, діючи за принципом п'єзоефекту, використовуючи здатність деяких кристалів (кварц, сегнетова сіль) змінювати свої розміри під впливом електричного струму.

Рис. 3.17 - Ультразвуковий імпульсний метод



Рис. 3.18 - Ультразвуковий товщиномір NOVOTEST УТ- 1

Ця властивість зворотня, тобто при деформації таких речовин на них виділяються електричні заряди. Оскільки повітряні прошарки перешкоджають проходженню ультразвукових хвиль, між перетворювачем і

твердим тілом наносять передавальне середовище: для металів - ця мінеральна олія, для бетонів - солідол або технічний вазелін.

Ультразвукові коливання вводять в досліджуване середовище вузьким пучком, і хвилі, переходячи з одного середовища в інше, заломлюються або відбиваються від граней, що розділяють середовища. Це використовується для визначення положення межі середовищ, тобто товщини елементів. У повітряних прошарках ультразвукові коливання затухають майже повністю, що дозволяє виявляти приховані внутрішні дефекти.



Рис. 3.19 – Ультразвуковий портативний товщиномір металу

### Застосування ультразвукових методів

#### *Визначення пружних характеристик матеріалів за швидкістю поширення ультразвукових хвиль.*

Використовуючи залежність (3.2) способом наскрізного прозвучивання, можна отримати значення пружних характеристик матеріалу.

Динамічний модуль пружності:

$$E_{дин} = v_{np}^2 \cdot \rho. \quad (3.3)$$

Динамічний коефіцієнт Пуассона:

$$\mu_{дин} = 2 \frac{v_{np}}{v_{поп}} - 1, \quad (3.4)$$

де  $v_{пр}$  - швидкість поширення подовжніх ультразвукових хвиль;  
 $v_{поп}$  – теж, поперечних хвиль.

### **Визначення товщини матеріалу при односторонньому доступі**

Для таких вимірів використовують ехо-метод (рис. 3.21). Ехо-метод заснований на реєстрації ехо-сигнала, відбитого від дефекту. Окрім переваги одностороннього доступу він також має найбільшу чутливість до виявлення внутрішніх дефектів, високу точність визначення координат дефектів. До недоліків методу слід віднести передусім низьку перешкодостійкість до зовнішніх відбивачів, різку залежність амплітуди сигналу від орієнтації дефекту. Цим методом контролюють близько 90% усіх зварних з'єднань товщиною 4 мм і більше (рис. 3.20).

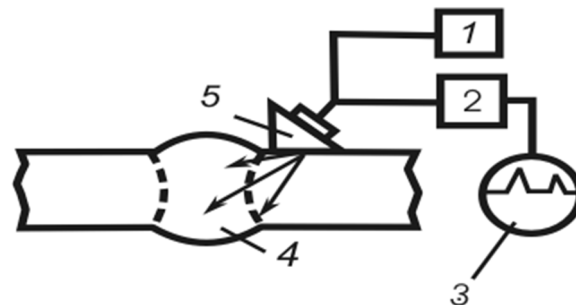


Рис. 3.20 - Контроль ехо-методом: 1 - генератор; 2 - підсилювач; 3 - індикатор; 4 - об'єкт контролю (шов); 5-перетворювач

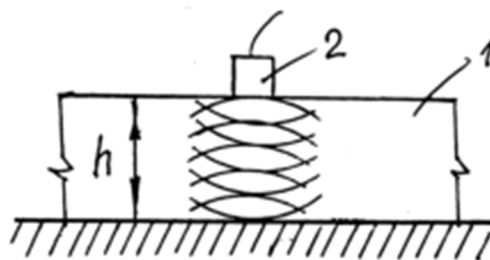


Рис. 3.21- Схема ехо-метода: 1 - досліджуваний матеріал; 2- випромінювач - приймач

Товщина матеріалу дорівнює:

$$h = \frac{1}{2} v \cdot t, \quad (3.5)$$

де  $v$  - відома швидкість поширення ультразвукових хвиль;  
 $t$  - час проходження ультразвукової хвилі через матеріал і повернення відбитої хвилі.

### Визначення глибини тріщини у бетоні

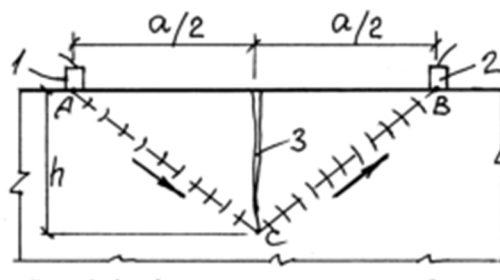


Рис. 3.22 - Схема визначення глибини тріщини: 1 - випромінювач; 2 - приймач; 3 - тріщина

Ультразвукова хвиля пройде найкоротшою відстанню  $ACB = \sqrt{4h^2 + a^2}$ , по рис. 3.22.

При відомій швидкості  $v$  час проходження сигналу  $t_h = \sqrt{\frac{4h^2 + a^2}{v^2}}$ , визначають експериментально.

Звідси глибина тріщини дорівнює: 
$$h = \frac{1}{2} \sqrt{(vt_h)^2 - a^2}, \quad (3.6)$$

### Визначення міцності бетону

Залежність між швидкістю ультразвуку та міцністю бетону будують на основі випробування бетонних кубиків. Прозвучивання кубиків виконують в напрямі, перпендикулярному напрямку укладання бетону у формі в точках, вказаних на рис. 3.23.

За значенням  $l$  і часу проходження ультразвукової хвилі  $t$  обчислюють її швидкість

$$v = \frac{l}{t - \Delta t}, \quad (3.7)$$

де  $\Delta t$  - година проходження ультразвукового сигналу в перетворювачах і в мастильній олії, що визначають за схемою, на рис. 3.23б.

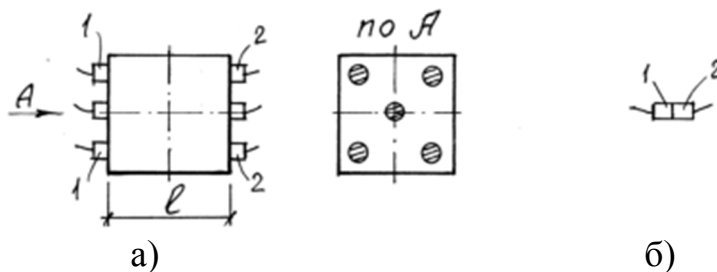


Рис. 3.23 - Схема прозвучивання бетонних кубиків:

- а - схема установки випромінювачів-приймачів при прозвучиванні;
- б - установка випромінювачів-приймачів при визначенні  $\Delta t$ ;
- 1 - випромінювач; 2 – приймач

З отриманих значень швидкостей визначають середні значення, які наносять на таріровочний графік, куди заносять також значення межі міцності бетону, отримані випробуваннями кубиків на стискування.

### **Ультразвукова дефектоскопія**

#### **а) Дефектоскопія зварних швів.**

При дефектоскопії зварних швів використовують тіньовий і ехо-методи. Перший базується на загасанні коливань в повітряних прослойках, другий - на відображенні хвилі від межі матеріалу і повітряного середовища.

#### **б) Дефектоскопія бетону.**

При дефектоскопії бетону можна визначати дефекти, розміри яких більше максимального розміру заповнювача. При наскрізному прозвучиванні визначають ділянки бетону зі зниженою міцністю, порушення суцільності, тріщини.



Рис. 3.24 - Прилад УКС-МГ4, призначен для контролю дефектів, визначення міцності бетону в збірних і монолітних конструкціях

Рис. 3.25 - Ультразвуковий прилад з візуалізацією (дефектоскоп) ПУЛЬСАР- 2.2



Рис. 3.26 - Дефектоскоп ультразвуковою для визначення міцності бетону

### 3.5 Визначення положення і діаметру арматури в залізобетоні

Суть електромагнітного методу дослідження будівельних конструкцій полягає у фіксації викривлених силових ліній магнітного потоку в місцях наявності тріщин або феромагнітних включень. Місцеві потоки розсіяння будуть тим більшими, чим більшими будуть дефекти або включення, які їх викликають. За однакових умов найбільшим буде вплив дефекту орієнтованого перпендикулярно силовим лініям, тому для виявлення усіх дефектів необхідно виміри проводити в двох взаємно перпендикулярних напрямках.

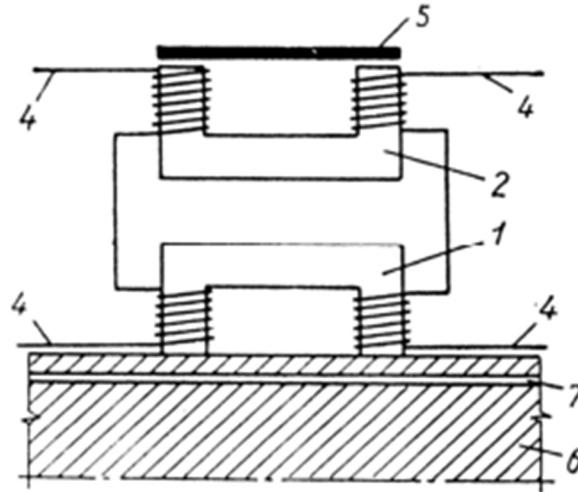


Рис. 3.27 - Принципова схема електромагнітного пристрою типу ІЗС-10Н: 1 - пошуковий електромагніт; 2 - ферозонд; 4 - виводи для пристрою, який реєструє відхилення магнітних силових ліній; 5 - еталонний стержень або пластинка; 6 - досліджуваний залізобетон; 7 - арматура



Рис. 3.28 - Електромагнітний пристрій типу ІЗС-10Н

Для цієї мети використовують прилад (рис. 3.28), який використовує індуктивний збалансований міст з двох електромагнітів, сполучених із стрілкою-показчиком. При наближенні до арматури розбалансування моста, яке залежить від діаметру і розташування стержня, зменшиться, і стрілка буде обертатися. Екстремум відхилення стрілки відповідає положенню приладу над віссю арматурного стержня. Встановивши щуп приладу з електромагнітом 1 в положення, яке відповідає максимальному відліку, записує товщину захисного шару, яка відповідає різним діаметрам арматури. Після цього між щупом і залізобетонною конструкцією закладають прокладення з діаманетика (оргскло) товщиною 10 мм і знову знімають відліки. Діаметр арматури відповідатиме тій з шкал, різниця відліків по якій дорівнюватиме 10 мм.



Рис. 3.29 - Визначення захисного шару бетону приладом ІЗС-10Ц

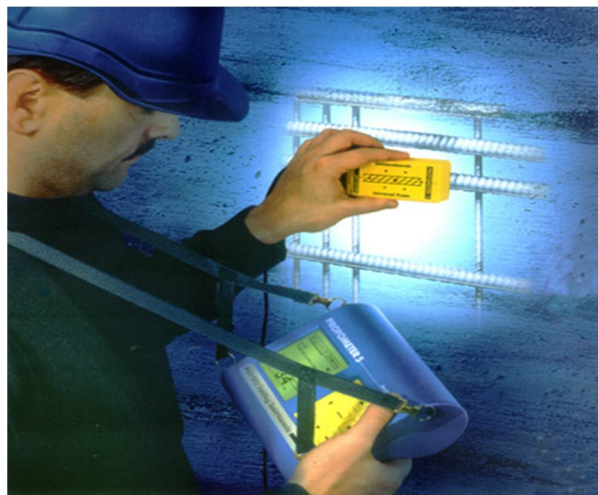


Рис. 3.30 -Тестер Локатор визначення арматури у бетоні ТС100. Тестер для пошуку арматури у бетоні виміру діаметру арматури, а так само визначення товщини захисного шару



#### 4.1 Методика проведення випробувань будівельних конструкцій

Основне завдання випробувань будівельних конструкцій - це встановлення їх напружено-деформованого стану під навантаженням для оцінки несучої здатності, жорсткості або тріщиностійкості (для бетонних і залізобетонних конструкцій).

##### Види випробувань

Приймальні випробування проводять для перевірки відповідності показників роботи споруди проектним і нормативним вимогам.

Випробування об'єктів, які знаходяться в експлуатації, проводять для перевірки можливості продовження нормальної роботи під експлуатаційним навантаженням, якщо виникають сумніви в придатності споруди, і для перевірки можливості збільшення експлуатаційного навантаження при реконструкції споруди.

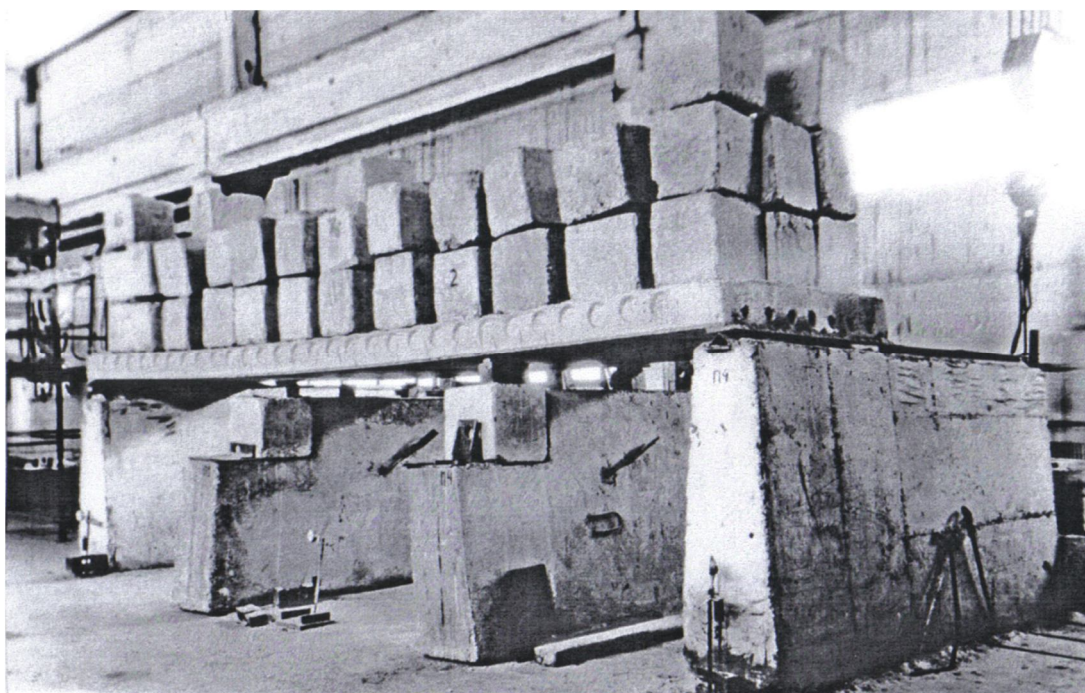
Випробування конструкцій і деталей при їх серійному випуску проводять шляхом вибіркового випробування окремих зразків з доведенням навантаження до руйнування.

Науково-дослідні випробування проводять для апробації нових конструктивних рішень і нових методів розрахунку, при використанні нових матеріалів, при особливих режимах експлуатації конструкцій і споруд.

Залежно від типу основного навантаження, випробування можуть бути статичними (рис. 4.1, 4.2) і динамічними (рис. 4.3, 4.4).



Рис. 4.1 - Випробування бурових паль статичними навантаженнями на ділянці будівництва



а)



б)

Рис. 4.2 - Проведення статичних випробувань плит перекриттів

Залежно від місця проведення, випробування можуть бути: лабораторними (виробничими), або польовими (на місцевості, об'єкті будівництва або реконструкції).

Залежно від розмірів конструкцій, випробування можуть бути: натурними (на конструкціях або фрагментах будівель і споруд з натуральними розмірами), або на моделях (конструкцій, елементів будівель і споруд).



Рис. 4.3 - Випробування талих ґрунтів динамічним (ударним або вібраційним) навантаженням



Рис. 4.4 - Випробування мостів динамічними навантаженнями

## 4.2 Вибір елементів для випробувань

При випробуваннях споруд вибір елементів для них пов'язаний з вибором місця прикладання навантаження. При цьому необхідно керуватися наступними міркуваннями:

- кількість елементів, що навантажують, має бути мінімальною (час і вартість);

- випробуваннями мають бути охоплені основні елементи споруд або несучі конструкції, що працюють з максимальною інтенсивністю, а також, що мають дефекти та ушкодження;

- слід відбирати об'єкти з найбільш чіткою статичною схемою роботи і закріплення, вільні від додаткових зв'язків, які можуть вносити спотворення в роботу досліджуваних елементів.

При відборі зразків для серійних випробувань з кожної партії відбирають найкращі та найгірші зразки, виявлені шляхом огляду і контролю якості неруйнівними методами.

### 4.3 Вибір схем і видів навантаження

Схему навантаження уточнюють одночасно з вибором елементів для випробувань. Обрана схема розподілу навантажень повинна забезпечити виявлення в досліджуваних елементах необхідних зусиль і деформацій, достатніх для виявлення характеристик, що визначають. Вибираючи схему навантаження, слід враховувати реальні можливості та умови проведення випробувань, а також їх вартість.

Для статичних випробувань будівельних конструкцій застосовують рівномірно-розподілені (рис. 4.5) і зосереджені навантаження (рис. 4.6). До навантажень для статичних випробувань пред'являють наступні вимоги: їх слід прикладати без ривків і ударів; давати можливість чітко визначати зусилля, що передаються на об'єкт; бути транспортабельними; не вимагати великих витрат роботи і часу для їх застосування і зняття. При випробуваннях з тривалою витримкою навантаження мають бути стабільними.

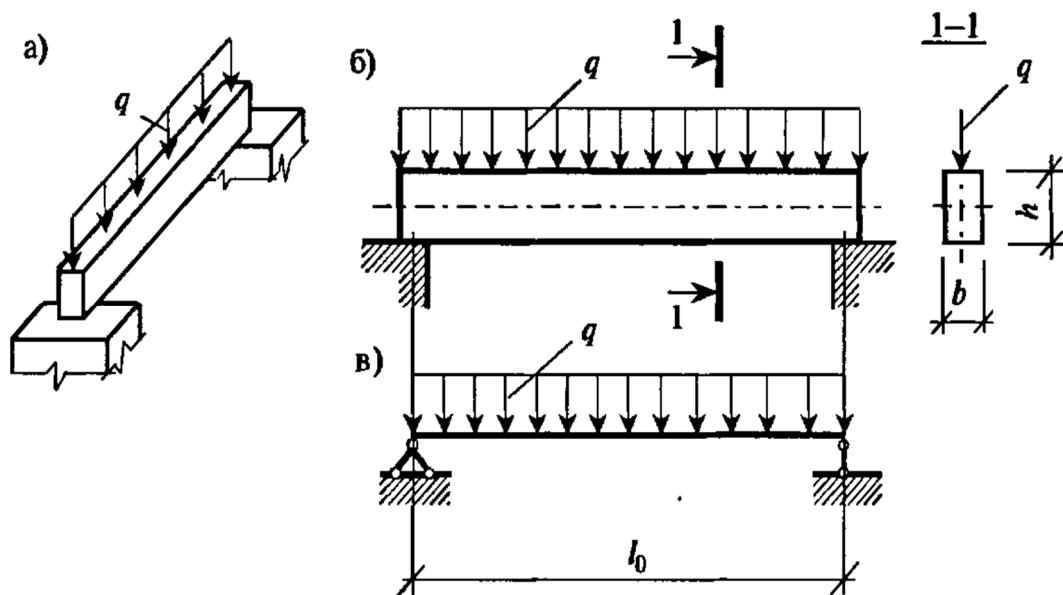


Рис. 4.5 - Рівномірно-розподілені навантаження

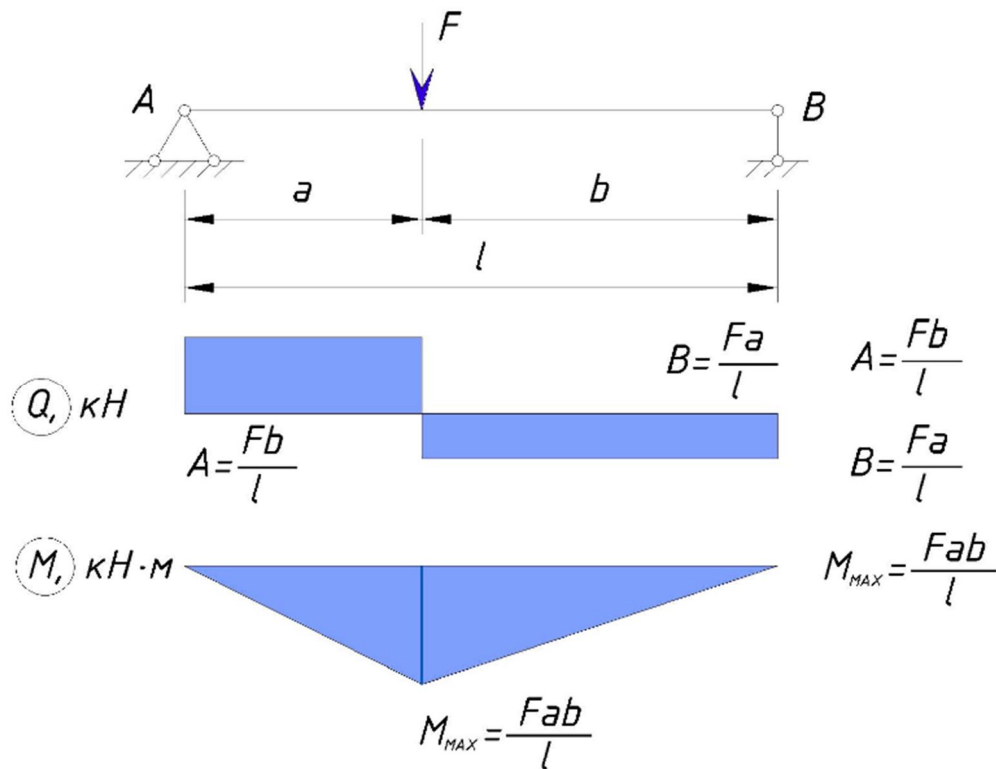


Рис. 4.6 - Зосереджені навантаження

Рівномірно-розподілені навантаження можуть бути прикладені способом завантаження:

- сипкими матеріалами (піском, щебенем) см. рис. 4.2б;
- дрібними штучними вантажами (цеглиною, дрібними блоками) рис. 4.2а;
- великими штучними вантажами (фундаментними блоками);
- водою;
- тиском повітря.

Зосереджені навантаження можуть бути прикладені у такий спосіб:

- підвішуванням вантажів;
- натягачами: лебідками, талями, поліспасти;
- домкратами (рис. 4.7).

### 4.3.1 Визначення величини навантаження для випробувань

Якщо споруда після випробування передається в експлуатацію, то за максимальне випробувальне навантаження приймають розрахункове навантаження в самому несприятливому положенні конструкції.

При необхідності визначити несучу здатність споруди, як дослідницького об'єкту, коли його експлуатацію не передбачають, величина навантаження для випробувань повинна дещо перевищувати руйнівне навантаження, розраховане орієнтовно.

Під час випробування залізобетонних виробів серійного виготовлення за навантаження для випробувань приймають:

- а) при перевірці несучої здатності - розрахункове навантаження, помножене на коефіцієнт  $k = 1,25 \dots 1,9$ , який залежить від типу конструкції, виду бетону та очікуваного виду руйнування;
- б) при перевірці жорсткості - експлуатаційне значення навантаження.



Рис. 4.7 - Зосереджені навантаження - телескопічні стійки-домкрати

### 4.3.2 Послідовність навантаження і розвантаження

Ступінь навантаження призначають залежно від цілей випробувань:

- при перевірці міцності і тріщиностійкості ступінь навантаження не повина перевищувати 10% від максимального навантаження;
- при перевірці жорсткості - не більше 20% відповідного контрольного навантаження.

Початковий ступінь навантаження приймають в межах 5...10% від контрольного навантаження. Для стабілізації показань приладів проводять зняття і повторне додавання початкового ступеня навантаження, щоб виключити вплив змінання опорних і навантажених елементів.

При випробуваннях зразків залізобетонних конструкцій діючі стандарти передбачають обов'язкову витримку під навантаженням:

- при контрольних навантаженнях по тріщиностійкості та жорсткості - не менше 30 хвилин;
- після кожного проміжного ступеня вантаження - не менше 10 хвилин.

#### 4.4 Вимірювальні прилади для статичних випробувань і їх застосування

При статичних випробуваннях визначають переміщення або деформації досліджуваного об'єкту. Під переміщеннями розуміють лінійні або кутові відхилення точок даного об'єкту, виміряні в одиницях довжини або градусах. Під деформацією розуміють відносну величину, яка характеризує зміну розмірів в області точки тієї конструкції, або її частині, що досліджують.

Нині для статичних випробувань використовують такі вимірювальні пристрої:

- **для виміру лінійних переміщень:** прогібомери (рис. 4.8, а), сдвігомери (рис. 4.8, б), індикатори годинного типу (рис. 4.8, в) і перетворювачі лінійних переміщень (рис. 4.8, г);

- **для виміру кутових переміщень:** клінометри (рис. 4.9, а, б), схили (рис. 4.9, в), і перетворювачі кутових переміщень (рис. 4.9, г);

- **для виміру лінійних деформацій:** тензометри (рис. 4.10, а), тензорезистори (рис. 4.10, б) і перетворювачі лінійних деформацій;

- **для виміру зусиль:** динамометри і перетворювачі сили (рис. 4.11);

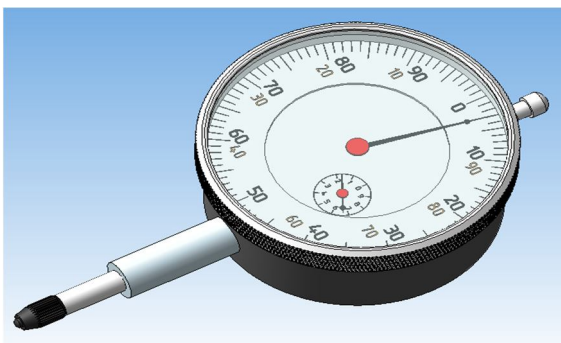
- **для виміру напруження** - перетворювачі напруження.



а)



б)

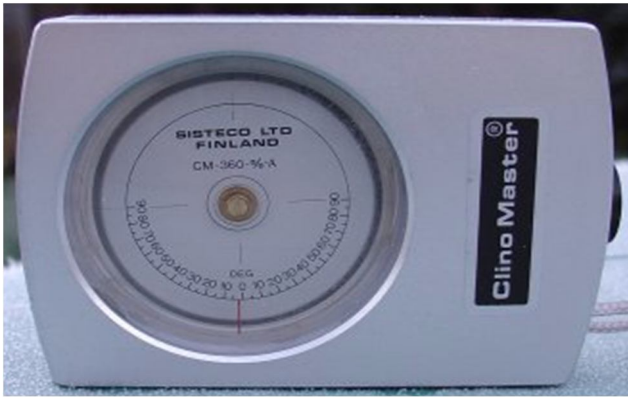


в)



г)

Рис. 4.8 - Прилади для виміру лінійних переміщень



a)



б)



в)

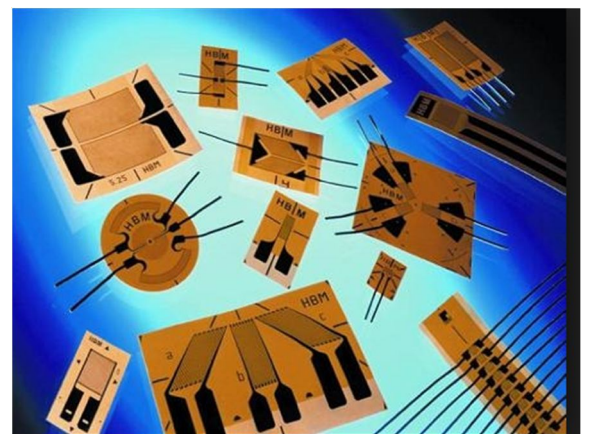


г)

Рис. 4.9 - Прилади для виміру кутових переміщень



a)



б)

Рис. 4.10 - Прилади для виміру лінійних деформацій





Рис. 4.11 - Прилади для виміру зусиль

#### 4.5 Оцінка результатів статичних випробувань

Оцінку результатів випробувань проводять на основі аналізу результатів випробувань з порівнянням їх з розрахунковими даними, отриманими по фактичних розмірах, характеристиках міцності і жорсткості. Якнайповніша оцінка може бути отримана при випробуванні конструкції до руйнування. При цьому можна отримати такі дані: характер руйнування, руйнівне навантаження, переміщення конструкції під навантаженням. Ці дані порівнюють з розрахунковими, що і дозволяє судити відносно придатності випробуваної конструкції до подальшої експлуатації або достовірності розрахункових схем і прийнятих методів розрахунку.

Дещо складніше ці питання вирішуються при випробуваннях конструкцій, призначених до експлуатації. В цьому випадку про стан конструкції судять по таких чинниках:

- по напружено-деформованому стану під навантаженням;
- за величиною пружних і залишкових деформацій;
- по поведінці конструкцій при витримці під навантаженням;
- по втратах напруження в заздалегідь напруженій арматурі після навантаження і развантаження.

#### 4.6 Динамічні випробування будівельних конструкцій

Під динамічними навантаженнями розуміють такі дії, параметри яких змінюються в часі за величиною або напрямом:

- інерційні сили, які виникають при роботі стаціонарного устаткування;
- ударні навантаження, які передаються від копров, молотів, пресів і інших механізмів;
- рухливі навантаження, які виникають від кранів, транспортних засобів, руху людських мас;
- пульсації вітру або рідин і газів в трубах і місткостях;
- сейсмічні впливи - при землетрусах і вибухах.

По закономірностях зміни динамічних впливів в часі розрізняють періодичні навантаження і імпульсні. Періодичне навантаження може носити синусоїдальний або складніший характер. Синусоїдальне навантаження називається гармонійним. Будь-який складний періодичний закон зміни динамічних навантажень може бути представлений у вигляді суми гармонійних навантажень.

Різний характер динамічних дій створює і різні види коливальних переміщень. При гармонійних або періодичних навантаженнях в елементах конструкцій виникають постійні коливання, які є результатом дії динамічних сил, інерційної маси конструкції, пружних і непружних реакцій.

При гармонійних коливаннях закон зміни переміщення  $z$  залежно від часу  $t$  має такий вигляд (рис. 4.12) :

$$z = a \sin(\omega t + \alpha), \quad (4.1)$$

де  $a$  - амплітуда коливань;

$(\omega t + \alpha)$  – фаза коливань, яка визначає положення точки, що коливається, у момент часу  $t$ ;

$\alpha$  – початкова фаза коливань при  $t=0$ ;

$\omega = \frac{2\pi}{T}$  – кругова (циклічна) частота збудливої сили, дорівнює числу циклів коливань за  $2\pi$  секунд;

$T$  - період коливань, дорівнює тривалості одного циклу коливання, сек.;

$f = \frac{1}{T}$  (Гц) - частота коливань, дорівнює числу циклів коливань за одиницю часу.

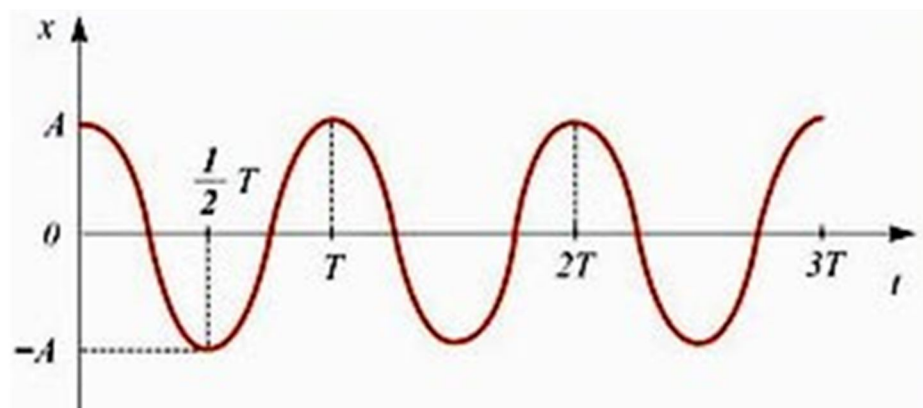


Рис. 4.12 - Графік незгасаючих гармонійних коливань

Основною динамічною характеристикою будь-якої конструкції є властиві їй частоти власних коливань, число яких визначається числом ступенів свободи коливальної системи. До числа систем з одним ступенем свободи відносяться гнучкі балки із зосередженою масою в середині прольоту,

масивні жорсткі фундаменти при вертикальних коливаннях і так далі. Балки з рівномірно розподіленим навантаженням є системою з нескінченним числом ступенів свободи. Кожній частоті власних коливань відповідає своя форма коливань балки (рис. 4.13).

З наближенням частоти збудливої сили, до частоти власних коливань амплітуда коливань конструкції збільшується. При збіжності цих частот амплітуда коливань досягає максимального значення і настає так зване явище «резонансу».

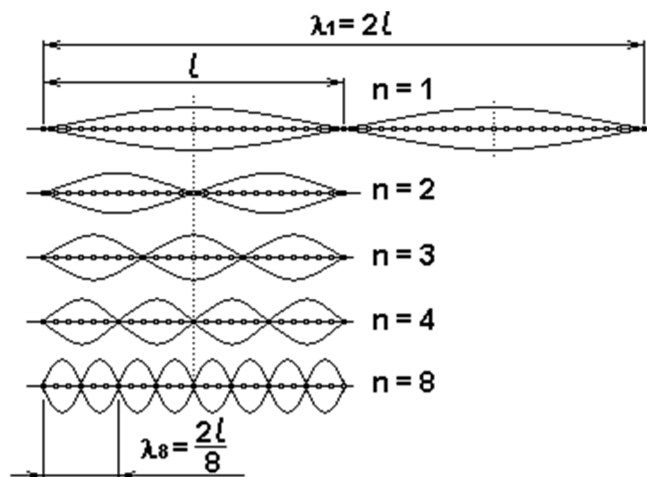


Рис. 4.13 - Форми коливань однопролітної балки

Проте, у зв'язку з тим, що усі будівельні матеріали окрім пружних мають також і непружні властивості, то амплітуда при резонансі завжди буває кінцевою. Як правило, максимального значення амплітуди досягають при частотах збудливої сили, близьких частоті основного (першого) тону власних коливань конструкції.

Динамічні характеристики матеріалів, які визначають за результатами вібраційних випробувань: динамічний модуль пружності (для бетону, каменю і деревини він вище чим статичний модуль пружності); логарифмічний декремент загасання власних коливань; динамічні міцнісні характеристики.

Логарифмічний декремент загасання розраховується по амплітудах власних коливань (рис. 4.14) :

$$\delta = \ln \frac{a_n}{a_{n+1}} \quad (4.2)$$

Основні завдання динамічних випробувань:

- визначення динамічних характеристик конструкцій - частот власних коливань, періоду, коефіцієнтів загасання і форми коливань;
- визначення характеристик динамічних експлуатаційних навантажень - їх значень, напрямку, частоти;

- встановлення впливу динамічного навантаження на міцність, жорсткість і тріщиностійкість конструкції;
- встановлення можливості установки на конструкцію агрегатів з динамічними навантаженнями;
- виявлення впливу динамічних навантажень на експлуатаційні умови споруд і на хід технологічного процесу;
- встановлення фізіологічних дій вібрації споруди на організм людини;
- експериментальна перевірка нової методики розрахунку конструкцій на динамічні дії.

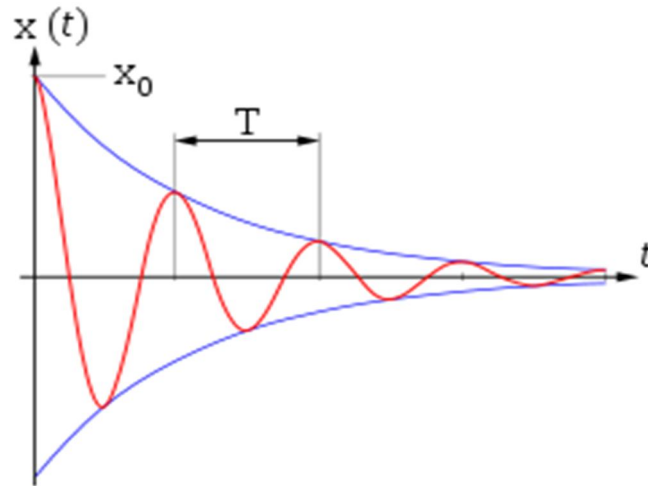


Рис. 4.14 - Графік затухаючих власних коливань

#### 4.7 Оцінка результатів динамічних випробувань

Порівняння результатів динамічних випробувань з результатами розрахункового визначення динамічних параметрів досліджуваних конструкцій дозволяє судити про достовірність прийнятих розрахункових схем і розрахункових параметрів.

При випробуванні конструкцій експлуатаційним навантаженням отримані значення динамічних параметрів конструкції порівнюються з допустимими параметрами (амплітудами, швидкостями, прискореннями) за санітарними або технологічними вимогами.

Експериментально знайдені частоти вільних коливань конструкцій допомагають встановити допустимі режими роботи технологічного устаткування для виключення можливих резонансних явищ. Для запобігання резонансу частоти власних і вимушених коливань повинні відрізнятися не менше чим на 20%.

При динамічних випробуваннях однотипних конструкцій порівняння частот і інтенсивності загасання коливань дозволяє дати порівняльну оцінку стану і експлуатаційної придатності конструкції.

Якщо замір'яні амплітуди конструкції виявляються меншими  $0,2 \cdot 10^{-4} \cdot l$

де  $l$  - довжина конструкції, той вплив динамічного навантаження на її несучу здатність, не враховується.

#### 4.8 Питання до модульного тестування. Модуль 1 «Метрологія».

##### 1. Метрологія - це

- а) теорія передачі розмірів одиниць фізичних величин;
- б) теорія початкових засобів вимірів (еталонів);
- в) наука про виміри, методи і засоби забезпечення їх єдності і способах досягнення необхідної точності;

##### 2. До об'єктів вимірів відносяться

- а) зразкові заходи і прилади;
- б) фізичні величини;
- в) заходи і стандартні зразки.

##### 3. Для перевірки робочих еталонів служать

- а) еталони-копії;
- б) державні еталони;
- в) еталони порівняння.

##### 4. Залежно від числа вимірів виміру діляться на

- а) одноразові і багатократні;
- б) технічні і метрологічні;
- в) равноточные і неравноточные.

##### 5. Для виміру лінійних деформацій використовують такі вимірювальні пристрої

- а) тензometri, тензорезистори;
- б) динамометри;
- в) індикатори годинного типу.

##### 6. Принцип виміру

- а) сукупність способів використання засобів вимірювальної техніки і принципів вимірів для створення вимірювальної інформації;
- б) фізичне явище або сукупність фізичних явищ, які покладені в основу виміру певної величини;
- в) сукупність фізичних явищ для створення вимірювальної інформації.

##### 7. Мірою розсіяння результатів виміру є

- а) дисперсія і середнє квадратичне відхилення;
- б) ексцес;
- в) медіана.

##### 8. Для виміру кутових переміщень використовують такі вимірювальні пристрої

- а) клинометри;
- б) динамометри;
- в) індикатори годинного типу.

##### 9. Щільність визначається за допомогою виміру маси і довжини (об'єму). Такі виміри називаються

- а) прямими;
- б) непрямыми;
- в) відносними.

**10. Зменшення впливу систематичних погрешностей на результат вимірів досягається**

- а) виміром з багатократним спостереженням вимірюваної величини;
- б) внесенням поправки в результат виміру;
- в) повторними вимірами іншим оператором або з використанням іншого засобу виміру.

**11. Для перевірки еталонів-копій служать**

- а) державні еталони;
- б) еталони порівняння;
- в) еталони 1-го розряду.

**12. Фізична величина - це**

- а) об'єкт виміру;
- б) величина, що підлягає виміру, вимірювана або виміряна відповідно до основної мети вимірювального завдання;
- в) одна з властивостей фізичного об'єкту, загальне в якісному відношенні для багатьох фізичних об'єктів, але в кількісному відношенні індивідуальне для кожного з них.

**13. Випадкову складову погрешності виміру можна зменшити**

- а) переходом на іншу межу виміру приладу;
- б) введенням поправок в результат виміру;
- в)  $n$  - кратним спостереженням досліджуваної величини.

**14. Під динамічними навантаженнями розуміють такі дії, параметри яких змінюються**

- а) по напрямку;
- б) в часі за величиною або напрямом;
- в) за величиною або напрямом.

**15. Кількісна характеристика фізичної величини називається**

- а) розміром;
- б) розмірністю;
- в) об'єктом виміру.

**16. При описі електричних і магнітних явищ в СІ за основну одиницю приймається**

- а) вольт;
- б) ом;
- в) ампер.

**17. Для перевірки робочих заходів і приладів служать**

- а) робочі еталони;
- б) еталони-копії;
- в) еталони порівняння.

**18. Правильність вимірів - це**

- а) характеристика якості вимірів, відбиваюча близькість до нуля систематичних погрешностей результатів вимірів;
- б) характеристика якості вимірів, відбиваюча близькість один до одного результатів вимірів однієї і тієї ж величини, виконуваних повторно одними і

тими ж методами і засобами вимірів і в одних і тих же умовах; відбиває вплив випадкових погрішностей на результат виміру;

в) характеристика якості вимірів, відбиваюча близькість один до одного результатів вимірів однієї і тієї ж величини, отриманих в різних місцях, різними методами і засобами вимірів, різними операторами, але приведених до одних і тих же умовам.

**19. Кратними одиницями фізичних величин називають**

- а) одиниці, в ціле число разів більші системної одиниці;
- б) одиниці, в ціле число разів менші системної одиниці;
- в) одиниці, що мають ознаки системи.

**20. Виміри, при яких швидкість зміни вимірюваної величини соизмерима із швидкістю вимірів, називаються**

- а) технічними;
- б) метрологічними;
- в) динамічними.

**21. Динамометр - вимірювальний пристрій призначений для виміру**

- а) лінійних переміщень;
- б) для виміру напруги;
- в) для виміру зусиль.

**22. Якісна характеристика фізичної величини називається**

- а) розміром;
- б) розмірністю;
- в) кількісними вимірами нефізичних величин.

**23. При описі просторово-часових і механічних явищ у СІ за основні одиниці беруться**

- а) кг, м, Н;
- б) м, кг, Дж, ;
- в) кг, м, с.

**24. Різновидами прямих методів виміру є**

- а) методи безпосередньої оцінки;
- б) методи порівняння;
- в) методи безпосередньої оцінки і методи порівняння.

**25. Збіжність вимірів - це**

- а) характеристика якості вимірів, відбиваюча близькість до нуля систематичних погрішностей результатів вимірів;
- б) характеристика якості вимірів, відбиваюча близькість один до одного результатів вимірів, здійснюваних в однакових умовах;
- в) характеристика якості вимірів, відбиваюча близькість один до одного результатів вимірів, здійснюваних в різних умовах.

**26. Долиними одиницями фізичних величин називають**

- а) одиниці, в ціле число разів більші системної одиниці;
- б) одиниці, в ціле число разів менші системної одиниці;
- в) одиниці, що мають ознаки системи.

**27. Виміри, при яких швидкість зміни вимірюваної величини багато менше швидкості вимірів, називаються**

- а) технічними;
- б) метрологічними;
- в) статичними.

**28. Міра**

- а) це величина вимірів;
- б) цей засіб вимірів, призначений для відтворення фізичної величини заданого розміру;
- в) це довжина шляху, прохідного світлом у вакуумі за  $(1/299\,792\,458)$  секунди.

**29. Виміром називається**

- а) вибір технічного засобу, що має нормовані метрологічні характеристики;
- б) операція порівняння невідомого з відомим;
- в) досвідчене знаходження значення фізичної величини за допомогою технічних засобів.

**30. При описі світлових явищ в СІ за основну одиницю приймається**

- а) світловий квант;
- б) кандела;
- в) люмен.

**31. За способом отримання результату усі виміри діляться на**

- а) статичні і динамічні;
- б) прямі і непрямі;
- в) прямі, непрямі, спільні і сукупні.

**32. Відтворюваність вимірів - це**

- а) якість вимірів, що відбиває близькість до нуля систематичних погрешностей результатів вимірів;
- б) якість вимірів, що відбиває близькість один до одного результатів вимірів, що виконуються в різних умовах (у різний час, в різних місцях) за цією методикою;
- в) якість вимірів, що відбиває близькість один до одного результатів вимірів, що виконуються в однакових умовах (у різний час, в однакових місцях) за цією методикою.

**33. Засіб вимірів, призначений для відтворення величини заданого розміру, називають**

- а) речовою мірою,
- б) вимірювальною установкою;
- в) первинним еталоном величини.

**34. Функція перетворення засобу виміру відноситься до групи метрологічних характеристик**

- а) для визначення результатів вимірів;
- б) чутливості до впливаючих чинників;
- в) динамічних.

**35. Точність вимірів означає**



- а) максимальну наближеність їх результатів до максимального значення вимірної величини;
- б) мінімальну наближеність їх результатів до істинного значення вимірної величини;
- в) максимальну наближеність їх результатів до істинного значення вимірної величини.

**36. До об'єктів виміри відносяться**

- а) зразкові заходи і прилади;
- б) фізичні величини;
- в) заходи і стандартні зразки.

**37. Для перевірки еталонів-копій служать**

- а) державні еталони;
- б) еталони порівняння;
- в) еталони 1-го розряду.

**38. По відношенню до зміни вимірюваної величини виміру діляться на**

- а) статичні і динамічні;
- б) равноточные і неравноточные;
- в) прямі, непрямі, спільні і сукупні.

**39. Для виміру лінійних переміщень використовують такі вимірювальні пристрої**

- а) тензometri, тензорезистори;
- б) динамометри;
- в) індикатори годинного типу.

**40. При одночасному вимірі декількох однойменних величин виміри називають**

- а) непрямыми;
- б) спільними;
- в) сукупними.

**41. Єдність вимірів потрібна**

- а) для порівняння результатів вимірів, які проведені в різних місцях, в різний час, з використанням методів, що відрізняються. Результати при цьому мають бути різними, незалежно від використання методів і засобів виміру;
- б) для порівняння результатів вимірів, які проведені в різних місцях, в різний час, з використанням методів, що відрізняються, і засобів виміру. Результати при цьому мають бути однаковими, незалежно від використання методів і засобів виміру;
- в) для порівняння результатів вимірів, які проведені в одному місці, в різний час, з використанням методів, що відрізняються, і засобів виміру. Результати при цьому мають бути різними, незалежно від використання методів і засобів виміру.

**42. Для статичних випробувань застосовують**

- а) рівномірно-розподілені і зосереджені навантаження;
- б) рівномірно-розподілені навантаження;
- в) зосереджені навантаження.

**43. При описі електричних і магнітних явищ в СІ за основну одиницю приймається**

- а) вольт;
- б) ом;
- в) ампер.

**44. Міжнародна система одиниць**

- а) ISO;
- б) GSE;
- в) СІ.

**45. Середнє арифметичне за результатами вимірів  $x_i$  визначається вираженням**

- а)  $\chi = \sum_1^n x_i / n$ ;
- б)  $\chi = x_i / n$ ;
- в)  $\chi = \sum_1^n n / x_i$ ;

**46. Виміри, при яких значення вимірюваної величини знаходять на підставі відомої залежності між нею і величинами, що піддаються прямим вимірам, називають**

- а) непрямыми;
- б) спільними;
- в) сукупними.

**47. Найважливішим джерелом додаткової погрішності виміру є**

- а) вживаний метод виміру;
- б) відхилення умов виконання вимірів від нормальних;
- в) невідповідність реального об'єкту прийнятої моделі.

**48. Виміри, при яких швидкість зміни вимірюваної величини вимірена із швидкістю вимірів, називаються**

- а) технічними;
- б) метрологічними;
- в) динамічними.

**49. Мірою розсіяння результатів виміру є**

- а) дисперсія і середнє квадратичне відхилення;
- б) ексцес;
- в) медіана.

**50. Для виміру кутових переміщень використовують такі вимірювальні пристрої**

- а) клинометри;
- б) динамометри;
- в) індикатори годинного типу.

**51. Початковий ступінь навантаження приймають в межах**

- а) 20...30% від контрольного навантаження;
- б) 30...40% від контрольного навантаження;
- в) 5...10% від контрольного навантаження.

## 5. СТАНДАРТИЗАЦІЯ

### 5.1 Стандартизація як основа якості

Стандартизація вивчає дію стандартів в народному господарстві. Стандартизація - це перелік правил для впорядкування діяльності в певній області.

Науково-технічний прогрес характерний прискореними темпами розвитку науки і техніки, тіснішою їх взаємодією і впливом на виробництво. Відбувається значне ускладнення зв'язків між областями народного господарства, підприємствами і організаціями, зростають вимоги до сировини, матеріалів, що комплектують виробам і готовою продукцією. Первинного значення набувають питання якості, надійності і безпеки товарів виробничого призначення і товарів народного споживання.

Стандартизація сприяє швидкому впровадженню наукових досягнень в практику, допомагає визначити найбільш економічні і перспективні напрями розвитку науково-технічного прогресу і народного господарства країни. Зростає роль стандартизації як важливої ланки в системі управління технічним рівнем якості продукції - від наукових розробок до експлуатації та утилізації виробів.

**Основні цілі стандартизації** - оптимальне упорядкування об'єктів стандартизації для прискорення науково - технічного прогресу, поліпшення якості продукції, удосконалення організації управління народним господарством, розвиток міжнародної науково-технічної співпраці.

**Головним завданням стандартизації** є створення системи нормативної документації, яка визначає прогресивні вимоги до продукції, її розробки, виготовлення і застосування. Останнім часом однією з ключових проблем науково - технічного і економічного розвитку країн є проблема якості продукції. Поліпшення якості продукції (процесів, робіт і послуг) - це не лише споживча або технічна, а і економічна, соціальна і політична проблеми суспільства.

У 1993р. Кабінет Міністрів України прийняв Декрет «Про стандартизацію і сертифікацію», чим сприяв подальшому розвитку стандартизації і сертифікації в країні. У 1993р. Україна вступила в Міжнародну організацію по стандартизації (ISO).

#### **Основні визначення стандартизації:**

**Стандартизація** - це встановлення і застосування правил з метою упорядкування діяльності в певній області в користь і за участю усіх зацікавлених сторін для досягнення загальної економії при дотриманні умов експлуатації і вимог безпеки.

Стандартизація, заснована на об'єднаних досягненнях науки, техніки і передового досвіду, визначає основу не лише сьогодення, але і майбутнього розвитку промисловості.

**З визначення виходить, що стандартизація** - це планова діяльність по встановленню обов'язкових правил, норм і вимог, виконання яких забезпечує

економічно оптимальну якість продукції, підвищення продуктивності громадської роботи і ефективності використання матеріальних цінностей при дотриманні вимог безпеки.

**Стандарт** - нормативно-технічний документ по стандартизації, який встановлює комплекс норм, правил, вимог до об'єкту стандартизації і затверджений компетентним органом. Стандарт, розроблений на основі науки, техніки, передового досвіду, повинен передбачати оптимальні для суспільства рішення. Стандарти розробляють як на матеріальні предмети (продукцію, еталони, зразки речовин і тому подібне), так і на норми, правила, вимоги до об'єктів організаційно-методичного і загальнотехнічного характеру. Стандарт - це найдоцільніше рішення повторюваної задачі для досягнення певної мети. Стандарти містять показники, які гарантують можливість підвищення якості продукції і економічності її виробництва, а також підвищення рівня її взаємозамінюваності.

**Технічні умови** - документ, який встановлює технічні вимоги, яким повинні відповідати продукція, процеси або послуги. Технічні умови можуть бути стандартом, частиною стандарту або окремим документом.

#### **Завдання стандартизації :**

1. Підвищення рівня безпеки :
  - життя і здоров'я громадян;
  - майна фізичних і юридичних осіб;
  - державного і муніципального майна;
  - у області екології;
  - життя і здоров'я тварин і рослин;
  - об'єктів з урахуванням ризику виникнення надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру.
2. Забезпечення:
  - конкурентоспроможності продукції, робіт, послуг;
  - науково-технічного прогресу;
  - раціонального використання ресурсів;
  - сумісності і взаємозамінюваності технічних засобів (машин і устаткування, їх складових частин, комплектуючих виробів і матеріалів);
  - інформаційній сумісності;
  - порівнянності результатів досліджень (випробувань) і вимірів технічних і економіко-статистичних даних;
3. Створення:
  - систем класифікації і кодування техніко-економічної і соціальної інформації;
  - систем каталогізації продукції;
  - систем забезпечення якості продукції;
  - систем пошуку і передачі даних;
  - доказової бази і умов виконання вимог технічних регламентів.
4. Сприяння проведенню робіт по уніфікації.

## 5.2 Принципи і методи стандартизації

Стандартизація як діяльність охоплює комплекс взаємозв'язаних подій, фактів в житті суспільства, що впливають на процес узагальнення і розробку нових нормативних документів і забезпечує їх застосування в матеріальній, культурній і торговій сферах діяльності.

Теорія, принципи і методи в стандартизації сформувалися в процесі її розвитку і використовуються при розробці нових нормативних документів. Принципи стандартизації пов'язані з її загальним проведенням і рішенням поставлених перед нею завдань.

**Принцип плановості враховують** при складанні перспективних і поточних планів по розробці нових і заміни застарілих стандартів. У плани обов'язково включають основні завдання комплексної стандартизації, метрології і сертифікації, виконання яких контролює Держстандарт України.

**Принцип оптимальності** полягає в тому, що розробка нових стандартів і нормативних документів має бути спрямована на врахування нових досягнень в науці, промисловості, щоб законодавчо закріпити оптимальні рішення. Прийняті нові стандарти повинні сприяти економії сировини, матеріальних, трудових, енергетичних ресурсів і т.п.

**Принцип перспективності** полягає в тому, що нові стандарти повинні враховувати підвищені норми і вимоги до об'єктів стандартизації і мають бути випереджаючими стандартами, враховувати новітні досягнення науки і техніки.

**Принцип динамічності** забезпечує проведення як планових, так і періодичних перевірок стандартів з метою внесення до них відповідних змін і своєчасного їх перегляду. Якщо ж стандарти не відповідають сучасним вимогам, то їх необхідно відмінити, щоб вони не заважали прогресивному розвитку.

**Принцип системності** визначає розробку стандартів як елементу системи і забезпечує упорядкування розроблених і взаємозв'язаних об'єктів стандартизації в єдину систему стандартизації.

**Принцип обов'язковості** полягає в тому, що розроблені і прийняті стандарти мають обов'язковий характер в державі і їх повинні дотримуватися усі підприємства і організації незалежно від форми власності.

**У стандартизації застосовують уніфікацію, агрегування, типізацію** - найбільш поширені методи, які забезпечують взаємозамінюваність і спеціалізацію на усіх рівнях діяльності.

**Уніфікація** - найбільш поширений і ефективний метод стандартизації, який передбачає приведення об'єктів до одноманітності і встановлення раціонального числа їх різновидів, наприклад, раціональне скорочення типів приладів або розмірів виробів функціонально однакового призначення (болти, гайки, швелери та ін.). Уніфікація дає можливість понизити вартість виробів, підвищити серійність і рівень механізації і автоматизації виробничих процесів.

**Агрегативання** - метод стандартизації, який полягає в утворенні виробів шляхом компонування їх з обмеженої кількості стандартних і уніфікованих деталей, вузлів, агрегатів (наприклад, зборка приладів, двигунів, машин і т.п).

**Типізація** - метод стандартизації, спрямована на розробку типових конструкцій, технологічних, організаційних і інших рішень на основі загальних технічних характеристик (наприклад, типові будівлі, типова технологія, типова структура управління і т.п).

**Взаємозамінюваність** - це можливість використання одного виробу, вузла, агрегату або послуги замість іншого подібного виробу, вузла, агрегату, не змінюючи їх функціонального призначення (наприклад, заміна старого двигуна автомашини новим і т. п).

**Спеціалізація** - це організаційно-технічні заходи, спрямовані на створення виробництва для випуску однотипної продукції або послуг в широкому масштабі (наприклад, завод для випуску збірного залізобетону і т.п).

### 5.3 Категорії і види стандартів

Нормативні документи Державної системи стандартизації України включають різноманітні стандарти, в яких встановлені вимоги до конкретних об'єктів стандартизації. Залежно від об'єкту стандартизації, складу, змісту, сфери діяльності і призначення, нормативні документи розділяють на категорії і види.

Категорії нормативних документів (залежно від об'єкту стандартизації і сфери діяльності) розподіляють так: Державні стандарти України (ДСТУ) - це нормативні документи, які діють на території України і застосовуються усіма підприємствами незалежно від форми власності і підпорядкування, громадянами - суб'єктами підприємницької діяльності, міністерствами (відомствами), органами державної виконавчої влади. ДСТУ для будь-якої держави світу є національним стандартом України, який затверджує Держстандарт України, а в області будівництва - Мінстрой України.

Для ДСТУ характерне міжгалузеве використання і поширення переважно на продукцію масового або серійного виробництва, на норми, правила, вимоги, терміни і визначення.

Галузеві стандарти України (ГСТУ) розробляють на продукцію, послуги у разі відсутності ДСТУ, або по потребі встановлення вимог, які доповнюють вимоги державних стандартів. Вимоги ГСТУ не повинні суперечити обов'язковим вимогам ДСТУ. ГСТУ є обов'язковими для усіх підприємств і організацій певної галузі, а також для підприємств і організацій інших галузей (замовників), які використовують або застосовують продукцію цієї галузі.

Стандарти науково-технічних і інженерних суспільств України (СТТУ) розробляють по потребі поширення і впровадження систематизованих, узагальнених результатів фундаментальних і прикладних досліджень, отриманих в певних галузях знань або сферах професійних інтересів. Вимоги СТТУ не повинні суперечити обов'язковим вимогам ДСТУ і ГСТУ.

Підприємства застосовують СТТУ добровільно, а окремі громадяни (суб'єкти підприємницької діяльності) - якщо вважають за доцільне використати нові передові засоби, технології, методи і інші вимоги, які містяться в цих стандартах.

Використання СТТУ для виготовлення продукції можливо лише за згодою замовника або споживача цієї продукції, що підтверджується договором або іншою угодою.

**Технічні умови (ТУ)** - нормативний документ, який розробляють для встановлення вимог, що регулюють стосунки між постачальниками (розробником, виробником) і споживачем (замовником) продукції, для якої немає державних або галузевих стандартів (чи по потребі конкретизації вимог вказаних документів). ТУ затверджують на продукцію, яка знаходиться у стадії освоєння або виробляють її невеликими групами. ТУ розробляють на одне або декілька конкретних виробів, матеріалів, речовин, послугу або групу послуг. Вводять ТУ в дію на короткі терміни (термін їх дії обмежений або встановлюють його за узгодженням із замовником).

Стандарти підприємств (СТП) розробляють на продукцію (процес, послугу), яку виробляють і застосовують (надають) лише на конкретному підприємстві. СТП не можуть суперечити обов'язковим вимогам ДСТУ і ГСТУ. Об'єктами СТП є частина продукції, технологічне оснащення і інструмент, технологічні процеси; послуги, які надають на цьому підприємстві; процеси організації і управління виробництвом. СТП - основний організаційно-методичний документ в діючих на підприємствах системах управління якістю продукції. В якості СТП можуть використовуватися також міжнародні, регіональні і національні стандарти інших країн на підставі міжнародних угод про співпрацю.

До державних стандартів України прирівнюють державні будівельні норми (ДБН), а також державні класифікатори техніко-економічної і соціальної інформації.

Порядок і правила розробки і застосування державних класифікаторів встановлює Державний комітет України із стандартизації, метрології і сертифікації. Міжнародні, регіональні і національні стандарти інших країн використовують в Україні відповідно до її міжнародних договорів.

Вид нормативного документу залежить від специфіки об'єкту стандартизації, призначення, складу і змісту вимог, встановлених до нього.

Основополагаючі стандарти встановлюють організаційно-методичні і технічні положення для певної області стандартизації, а також терміни і визначення, вимоги, норми і правила, що забезпечують впорядкованість, сумісність, взаємозв'язок різних видів технічної і виробничої діяльності на час розробки, виготовлення, транспортування та утилізації продукції, безпеку продукції, охорону довкілля.

Стандарти на продукцію, послуги встановлюють вимоги до груп однорідної або визначеної продукції, послуг, які забезпечують їх відповідність своєму призначенню. У них приводять технічні вимоги до

якості продукції (послуг) при її виготовленні, постачанні і використанні; визначаються правила прийому, способи контролю і випробування, вимоги до упаковки, маркіровки, транспортування, зберігання продукції або якості послуг, що робляться.

Стандарти на процеси встановлюють основні вимоги до послідовності і методів (засобам, режимам, нормам) виконання різних робіт (операцій), що використовуваних в різних видах діяльності і забезпечують відповідність процесу його призначенню.

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

#### **5.4 Система стандартів в промисловості і будівництві**

Державні стандарти України містять обов'язкові і рекомендаційні вимоги. До обов'язкових відносять:

- вимоги, що забезпечують безпеку продукції для життя, здоров'я і майна громадян, її сумісність і взаємозамінюваність, охорону довкілля, і вимоги до методів випробувань цих показників;
- вимоги охорони і гігієни праці з посиланнями на відповідні санітарні норми і правила;
- метрологічні норми, правила, вимоги і положення, які забезпечують достовірність і точність вимірів;
- положення, які забезпечують технічну сумісність під час розробки, виготовлення, експлуатації продукції.

Обов'язкові вимоги державних стандартів підлягають безумовному виконанню органами державної виконавчої влади, усіма підприємствами, їх об'єднаннями, організаціями і громадянами (суб'єктами підприємницької діяльності), на діяльність яких поширюється дія стандартів.

Рекомендаційні вимоги державних стандартів України підлягають безумовному виконанню, якщо:

- це передбачено відповідними законодавчими актами;
- ці вимоги включені в договори на розробку, виготовлення і постачання продукції;
- виготівником (постачальником) продукції зроблена заява відносно відповідності продукції цим стандартам.

Стандартизація у будівництві, як складова частина державної системи стандартизації, спрямована на підвищення якості будівель, що зводяться, і споруд, рівня індустріалізації, продуктивності робіт.

Вимоги стандартів спрямовані на підвищення надійності і довговічності будівель і споруд, поліпшення їх архітектурно-естетичних характеристик.

Основними державними нормативними документами, які регламентують усі питання у будівництві під час інженерних досліджень, проектуванні і



будівництві будівель і споруд, є будівельні норми, що обов'язкові для усіх проектних, будівельних і монтажних організацій, підприємств промисловості будівельних матеріалів і конструкцій незалежно від їх відомчої підлеглості.

Державні і галузеві стандарти, які діють у будівництві, можна розділити на такі стандарти:

- будівлі і споруди;
- будівельні матеріали і конструкції;
- інженерне устаткування будівель, оздоблення та інструмент;
- загальні норми і правила.

Технічні умови у будівництві встановлюють вимоги до виготовлення, контролю, приймання і постачання будівельних матеріалів, конструкцій і виробів, а також іншої будівельної продукції конкретних типів (марок) за відсутності на неї державних і галузевих стандартів типу «Технічні умови».

На групи продукції у будівництві розробляють стандарти, які регламентують для цієї групи загальні технічні вимоги, правила приймання, методи контролю та ін., або стандарти типу «Загальні технічні умови», які об'єднують ці вимоги. Вимоги до конкретної продукції встановлюють стандарти типу «Технічні умови», «Конструкція і розміри», «Типи, конструкція і розміри».

На групи будівельних конструкцій, однорідних по функціональному призначенню і спільності конструктивного рішення, розробляють стандарти «Типи і основні параметри», які встановлюють типи конструкцій, їх координаційні розміри і призначені для використання при проектуванні і розробці стандартів або технічних умов на конструкції конкретних категорій.

Для будівельних конструкцій в стандартах типу «Технічні умови» встановлюють номенклатуру марок конструкцій і вимог, що забезпечують їх якість, приводять креслення з основними розмірами, посиланнями на робочі креслення конструкцій.

Робочі креслення типових конструкцій можуть включатися до складу стандарту. Стандарти на тільки що розроблені типові конструкції, що переробляються, повинні розроблятися одночасно з робочими кресленнями цих конструкцій.

При розробці стандартів на типові конструкції, які не вимагають перегляду, одночасно роблять необхідні коригування робочих креслень. Технічні умови на будівельні конструкції розробляють разом з робочими кресленнями цих конструкцій.

Ряди координаційних модульних розмірів, а також функціональні параметри будівель, споруд і їх елементів встановлюють в стандартах типу «Параметри».

Вимоги до якості елементів будівель і споруд, правила їх приймання і методи контролю встановлюють в стандартах типу «Технічні вимоги, правила приймання, методи контролю».

## 5.5 Порядок розробки, твердження і впровадження стандартів

Стандарти розробляють відповідно до планів державної стандартизації з урахуванням норм чинного законодавства України, вимог Держстандарту України і документів міжнародних і регіональних організацій по стандартизації.

Розробку державних стандартів України здійснюють технічні комітети із стандартизації (ТК), міністерств (відомства), головних (базові) організацій по стандартизації або організації, які мають у відповідній галузі необхідний науково-технічний потенціал.

Протягом року різні підприємства, організації і науково-дослідні інститути розробляють велику кількість стандартів різноманітних категорій і типів, що ускладнює організацію і контроль робіт в цій сфері. Для досягнення організаційно-методичної єдності в розробці стандартів, забезпечення координації і контролю над розробкою стандартів, підготовки до їх впровадження Держстандарт передбачає певні правила і порядок. Ці правила не залежать від об'єкту стандартизації, вони є загальними і приведені в ДСТУ 1.2.

При розробці стандартів необхідно дотримуватися таких стадій виконання робіт:

- організація розробки;
- розробка в першій редакції проекту;
- розробка в остаточній редакції проекту;
- твердження і державна реєстрація;
- видання і впровадження.

Державні стандарти України затверджує Державний комітет України із стандартизації, метрології і сертифікації, а державні стандарти у галузі будівництва і промисловості будівельних матеріалів - Міністерство будівництва України.

Майнова частина авторського права на державні стандарти належить державі незалежно від джерел фінансування, їх розробки, а на ГСТУ, СТТУ і СТП - належить підприємствам, організаціям або органам, які їх затвердили.

Відповідальність за відповідність нормативних документів вимогам актів законодавства, а також їх науково-технічний рівень несуть розробники, організації і установи, які провели експертизу, і органи, підприємства, установи, організації і громадяни (суб'єкти підприємницької діяльності), які ухвалили ці документи.

Державну реєстрацію стандарту проводять з метою виключення дублювання стандартів і забезпечення централізованої інформації відносно стандартів в країні.

При реєстрації стандартам надають відповідну категорію і позначення, яке складається з індексу (ДСТУ, ТУ, ГСТУ, СТП, СТТУ), реєстраційного номера і року твердження або перегляду стандарту (дві останні цифри роки, які відокремлені тире). У позначенні державного стандарту України, який входить в комплекс стандартів міжгалузевих систем, в його реєстраційному

номері перші цифри з точкою визначають комплекс стандартів. Під час затвердження стандарту визначають дату введення в дію стандарту з урахуванням часу на виконання підготовчих заходів по його впровадженню.

Видання та поширення державних стандартів здійснює Держстандарт України (Мінстрой України). Галузеві та інші стандарти видають міністерства (відомства), підприємства і організації. Поширюють стандарти через мережу спеціалізованих магазинів стандартів.

Державний нагляд і відомчий контроль за дотриманням стандартів здійснюють з метою запобігання порушенням стандартів, технічних вимог, іншої нормативної документації, випуску продукції з порушенням вимог стандартів, підвищення державної дисципліни і законності в області стандартизації. Суб'єкти підприємницької діяльності за порушення обов'язкових вимог стандартів, норм і правил несуть відповідальність згідно з чинним законодавством України.

Державний нагляд здійснюють шляхом проведення періодичних або постійних перевірок. Періодичні перевірки мають форму інспекційного контролю по планах державного нагляду територіальних органів Держстандарту України або по зверненнях громадян.

## **5.6 Системи конструкторської і технологічної документації**

Використання міжгалузевих систем стандартизації сприяє розвитку народного господарства країни за рахунок зменшення витрат часу на розробку і постановку продукту у виробництво, створення єдиної інформаційної бази, єдиної мови і єдиних форм документів і т.п. Найважливішими міжгалузевими системами для народного господарства є такі системи: конструкторської документації; технологічної документації; класифікації і кодування інформації; стандартів безпеки роботи; стандартів в області охорони природи і раціонального використання природи і природних ресурсів.

Роль нормативного документу, який встановлює єдині правила оформлення конструкторської документації і однозначні визначення графічних позначень, а також однаковий порядок їх використання у виробництві в усіх індустріальних країнах світу виконують стандарти на конструкторську документацію.

Удосконалення стандартів на креслення і систему креслярського господарства, використання досвіду застосування галузевих систем конструкторської документації і забезпечення узгодження правил оформлення графічних документів з рекомендаціями міжнародних організацій ISO і ІЕС дало можливість розробити систему конструкторської документації (СКД). СКД - це комплекс державних стандартів, які встановлюють єдині, взаємозв'язані правила і положення на складання, оформлення і використання конструкторської документації в промисловості, науково-дослідних і проектно-конструкторських організаціях країни.

Комплекс СКД містить близько 200 стандартів, дія яких направлено на поліпшення якості проектних виробів і поліпшення умов взаємообміну конструкторською документацією між різними організаціями і підприємствами.

У області будівництва діють і міждержавні стандарти - система проектною документації для будівництва (наприклад, «Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень» ДСТУ Б.А. 2.4-7-95).

Практична діяльність довела, що стандартизація більше поширена на ті об'єкти, числові значення параметрів яких застосовують з використанням спеціальних чисел, або ж ряду чисел, побудованих по певній математичній залежності (називають їх переважними числами).

Переважні числа - це числа, побудовані по певній закономірності, або ж як закруглені значення рядів геометричної, арифметичної прогресії, які використовують при встановленні градації відповідних параметрів (маси, розмірів, шкал, класів точності і т.п). Використання переважних чисел і рядів має міжнародне значення.

Параметричні ряди переважних чисел, або ж параметричні стандарти встановлюють ряди параметрів і розмірів найбільш раціональних типів і видів деталей, вузлів, машин, устаткування та ін.

Ряди переважних чисел повинні відповідати таким вимогам:

- ряди будуються на основі математичної залежності;
- ряди чисел мають бути нескінченними від 1 до  $\infty$ ;
- усі числа повинні включати десяткові значення;
- числа мають бути простими і легко запам'ятовуватися.

## 5.7 Міжнародна стандартизація

**Міжнародна стандартизація** - це сукупність міжнародних організацій по стандартизації і продуктів її діяльності - стандартів, рекомендацій, технічних звітів і іншої науково-технічної продукції. Таких організацій три: Міжнародна організація по стандартизації (ISO), Міжнародна електротехнічна комісія (IEC), міжнародний союз електрозв'язку (ITU).

Міжнародна організація по стандартизації (ISO) створена в 1946р. її органи знаходяться в Женеві (Швейцарія). Офіційні мови ISO - англійська, французька, російська. На цих мовах видають усі матеріали і документи.

Основна мета ISO - забезпечення розвитку стандартизації і суміжних з нею областей для сприяння міжнародному обміну товарами і послугами, а також розвитку співпраці в інтелектуальній, науковій, технічній і економічній діяльності. ISO, як неурядова організація, має консультативний статус ООН і є найбільшою міжнародною організацією в області стандартизації по широкому колу питань; її члени це 160 країн світу.

Користувачі міжнародних стандартів ISO - промислові і ділові круги, урядові і неурядові організації, споживач і суспільство - в цілому.

Міжнародні стандарти ISO не мають статусу обов'язкових для усіх країн-учасниць. Будь-яка країна світу має право застосовувати або не

застосовувати їх. Вирішення питання відносно застосування міжнародного стандарту ISO пов'язане в основному з мірою участі країни в міжнародному розподілі праці і станом її зовнішньої торгівлі.

По своєму сенсу стандарти ISO відрізняються тим, що лише близько 20% з них включають вимоги до конкретної продукції. Основна ж маса нормативних документів торкається вимог безпеки, взаємозамінюваності, технічної сумісності, методів випробувань продукції, а також інших загальних і методичних питань. Таким чином, використання більшості міжнародних стандартів ISO допускає, що конкретні технічні вимоги до товару встановлюють в договірних стосунках.

**Основне призначення Міжнародних стандартів** - це створення на міжнародному рівні єдиної методичної основи для розробки нових і удосконалення діючих систем якості і їх сертифікацій.

Хоча міжнародні стандарти розробляють на основі консенсусу і добровільного визнання закладених в них вимог, на практиці відповідність ним продукції в принципі обов'язково, оскільки це є критерієм конкурентоспроможності і допуску на міжнародний ринок. Міжнародні стандарти стали ефективним засобом усунення технічних бар'єрів в міжнародній торгівлі, оскільки набули статусу документів, які визначають науково-технічний рівень і якість виробів.

## 5.8 Основи сертифікації продукції

Визначення і терміни в області сертифікації потрібні для забезпечення єдиного розуміння фахівцями правил і процедур сертифікації і акредитації в міжнародному масштабі. Терміни і визначення встановлені вказівками ISO/IEC2 і на європейському рівні закріплені в стандарті EN 45020.

**Сертифікація** - контрольні випробування, на основі яких встановлюють відповідність продукції або послуг вимогам нормативного документу, по якому здійснювалося виготовлення продукції або надання послуг, і які проводяться третьою незалежною стороною.

**Сертифікація відповідності** - дія третьої сторони, яка доводить, що належним чином ідентифікована продукція, процес, послуги відповідають конкретному стандарту або нормативному документу. Мета цієї роботи - забезпечення відповідності продукції або послуг прийнятним вимогам на основі результатів випробувань, проведених третьою стороною.

**Система сертифікації** - це система, яка має власні правила, процедури і управління для проведення сертифікації відповідності і функціонує на міжнародному або національному рівні.

**Орган по сертифікації** - орган, який проводить сертифікацію відповідності самостійно або ж здійснює нагляд за цією діяльністю, яку проводить інша організація за його дорученням.

**Сертифікат відповідності** - документ, який вказує на те, що певна продукція, процеси і послуги належним чином відповідають конкретному

стандарту або нормативному документу. Останній видають по правилами системи сертифікації.

**Знак відповідності** - знак, який гарантує, що ця продукція, процеси або послуги відповідають конкретному стандарту або ж нормативному документу. Знак видають відповідно до правил системи сертифікації.

**Третя сторона** - особа або орган, який визнають незалежними від сторін (виробника і споживача), що беруть участь в питанні, яке розглядають або обговорюють.

**Випробування** - технічна операція, яка полягає у встановленні однієї або декількох характеристик цієї продукції, процесів або послуг відповідно до встановленої процедури.

**Випробувальна лабораторія** - лабораторія, яка проводить випробування продукції і її характеристик.

**Акредитація (лабораторії)**. Офіційне визнання того, що випробувальна лабораторія правомочна здійснювати конкретні випробування або конкретні типи випробувань.

**Орган по акредитації (лабораторії)**. Орган, який керує системою акредитації лабораторій і проводить акредитацію.

Інтеграційні процеси у світовій економіці сприяли розвитку і удосконаленню в Україні процесів сертифікації і акредитації, погоджуючи їх з міжнародними стандартами.

У 1992 р. відповідно до Закону України «Про захист прав споживачів» в державі почалася сертифікація продукції і послуг під керівництвом Держстандарту України. Прийнятий в 1993 р. Кабміном України Декрет «Про стандартизацію і сертифікацію», сприяв подальшому розвитку стандартизації і сертифікації в державі. Україна в 1997 р. увійшла до Міжнародної системи сертифікації МЕКСЕ і МЕКБ.

Сертифікацію продукції в Україні ділять на обов'язкову і добровільну.

Сертифікацію продукції здійснюють уповноважені на те органи по сертифікації - підприємства, установи і організації з метою:

- запобігання реалізації продукції, небезпечної для життя, здоров'я і майна громадян і природного довкілля;
- сприяння споживачеві в компетентному виборі продукції;
- створення умов для участі суб'єктів підприємницької діяльності в міжнародному економічному, науково-технічному співробітництві і міжнародній торгівлі.

Під час проведення сертифікації і при позитивному рішенні органу по сертифікації заявникові видають сертифікат і право маркірувати продукцію спеціальним знаком відповідності. Форму, розміри і технічні вимоги до знаку відповідності визначають державним стандартом. Знак відповідності не може бути застосований, якщо порушуються правила його використання. Відповідність продукції (товару), ввезеної і реалізованої на території України, стандартам, які діють в Україні, повинна підтверджуватися сертифікатом відповідності або свідоцтвом про визнання відповідності.

## 5.9 Питання до модульного тестування. Модуль 2 «Стандартизація»

### 1. Кінцевим результатом робіт по стандартизації є

- а) загальне застосування діючих стандартів;
- б) гармонізація національних стандартів з міжнародними;
- в) оновлення діючих стандартів, розробка і прийняття нових.

### 2. Офіційними мовами ISO (Міжнародної організації по стандартизації) є

- а) англійський, французький, німецький;
- б) англійський, французький, російський;
- в) англійський, німецький, російський.

### 3. Рішенням задачі на оптимальність в стандартизації досягається

- а) вибір з декількох можливих варіантів найкращого на основі наукового аналізу моделей;
- б) аналіз об'єкту в цілому і його складових частин окремо;
- в) виявлення типових об'єктів.

### 4. Гармонізація національних стандартів з міжнародними досягається

- а) розвитком міжнародної стандартизації;
- б) підвищенням рівня стандартів;
- в) усуненням бар'єрів в міжнародній торгівлі.

### 5. Провідною організацією в області міжнародної стандартизації є

- а) Міжнародна електротехнічна комісія (МЕК);
- б) Міжнародна організація по стандартизації (ISO);
- в) Всесвітня організація охорони (ВООЗ) здоров'я.

### 6. Перелік продукції, належній обов'язковій сертифікації, регламентує

- а) Закон України «Про технічне регулювання»;
- б) Закон України «Про захист прав споживачів»;
- в) Номенклатура продукції, робіт, послуг, що підлягають обов'язковій сертифікації.

### 7. Конструкторські і технологічні коди потрібні для

- а) ідентифікації і прослеживаємості об'єктів, а також скорочення і спрощення конструкторської і технологічної документації;
- б) поліпшення якості продукції, що розробляється;
- в) поліпшення якості технології виготовлення продукції.

### 8. До документів в області стандартизації не відносяться

- а) загальноукраїнські класифікатори техніко-економічної інформації;
- б) національні стандарти;
- в) юридичні кодекси.

### 9. Суть стандартизації - це

- а) правове регулювання стосунків в області встановлення, застосування і використання обов'язкових вимог;
- б) підтвердження відповідності характеристик об'єктів вимогам;
- в) діяльність по розробці нормативних документів, що встановлюють правила і характеристики для добровільного багатократного застосування.

**10. Об'єктом стандартизації не є**

- а) конструктивні параметри окремих складових об'єкту, якщо він стандартизований в цілому;
- б) плани;
- в) конструктивні параметри об'єкту в цілому.

**11. Штрихове кодування обов'язкове**

- а) при ідентифікації товарів в торгових операціях;
- б) в медичній практиці;
- в) при випробуваннях продукції.

**12. Міжнародні стандарти мають статус**

- а) обов'язковий;
- б) рекомендаційний;
- в) додатковий.

**13. Цілі стандартизації - це**

- а) аудит систем якості;
- б) впровадження результатів уніфікації;
- в) розробка норм, вимог, правил, що забезпечують безпеку продукції, взаємозамінюваність і технічну сумісність, єдність вимірів, економію ресурсів.

**14. Впровадженням міжнародних стандартів в якості національних досягається**

- а) гармонізація національних стандартів;
- б) зміцнення міжнародних відносин;
- в) підвищення економічної ефективності стандартизації.

**15. При обов'язковій сертифікації продукції один з 10 аналізованих показників виявився таким, що не відповідає нормативній документації.****Чи може бути виданий сертифікат?**

- а) так;
- б) ні;
- в) так, з вказівкою показників, по яких продукція відповідає нормативній документації.

**16. Євроорма EN вважається прийнятною, якщо «проти» подано голосів не більше**

- а) 20 %;
- б) 25 %;
- в) 10 %.

**17. Головною метою діяльності ISO (Міжнародної організації по стандартизації) являється**

- а) підвищення значущості міжнародних стандартів;
- б) підготовка провідних фахівців в області стандартизації і підтвердження відповідності;
- в) сприяння розвитку стандартизації і суміжних видів діяльності у світі з метою забезпечення міжнародного обміну товарами і послугами.



### 6.1 Завдання до контрольних робіт (заочне відділення) та лабораторних робіт (денне відділення)

Таблиця 6.1 - Завдання до контрольної роботи

№ завдання	Довжина споруди Лн.ув., мм	Довжина панелі Лн.розум., мм	Довжина фундаментного блоку Лн., мм	Висота панелі Н, мм
1	2	3	4	5
1	36000	750	1500	6000
2	36000	900	1800	5500
3	36000	1000	2000	5000
4	36000	1200	2400	4800
5	36000	1500	3000	4600
6	36000	1800	3600	4000
7	36000	2000	4000	3500
8	36000	2400	3600	3000
9	36000	3000	1500	2000
10	48000	3000	4800	3000
11	48000	6000	3000	2500
12	54000	3000	6000	2400
13	54000	4500	3000	1200
14	60000	5000	1000	1200
15	66000	6000	3000	3000
16	72000	4000	1800	800
17	72000	3000	3600	1600
18	42000	6000	1500	1200
19	42000	3000	3000	2400
20	48000	2400	4800	2600
21	78000	5200	6000	1600
22	78000	3000	3000	2800
23	84000	4200	4200	2400
24	84000	4000	2000	4000
25	84000	3000	6000	1500
26	90000	6000	3000	2580
27	90000	4500	4500	4100
28	96000	3200	3000	4500
29	84000	5500	2000	4000
30	96000	2400	4800	4200

Продовження таблиці 6.1 - Завдання до контрольної роботи

№ завдання	Довжина споруди Ln.ув., мм	Довжина панелі Ln.розум., мм	Довжина фундаментного блоку Ln., мм	Висота панелі H, мм
1	2	3	4	5
31	96000	3000	1500	4100
32	102000	6000	3000	1200
33	102000	5100	5100	1800
34	108000	3000	4500	4100
35	108000	6000	4000	3000
36	114000	3000	6000	1800
37	120000	6000	1500	2600
38	120000	4000	2000	1200
39	42000	4200	1200	4200
40	42000	2800	2000	2000
41	48000	4000	3000	3000
42	48000	4800	6000	4800
43	54000	3000	5400	2600
44	54000	6000	2700	4200
45	60000	3000	3000	3000
46	60000	4000	1500	5000
47	66000	3000	6000	4500
48	64000	4000	4000	2400
49	77000	3500	2200	2600
50	77000	5500	3500	4600
51	85000	2500	5000	2500
52	84000	3500	4000	5000
53	90000	2500	6000	2100
54	90000	3000	2500	6000
55	96000	6000	2000	2400
56	94500	4500	1500	3500
57	100000	2500	4000	4000
58	102000	6000	6000	3500
59	108000	6000	6000	2280
60	110000	5500	4400	4900
61	48000	6000	3000	2500

Продовження таблиці 6.1 - Завдання до контрольної роботи

№ завдання	Довжина споруди Лн.ув., мм	Довжина панелі Лн.розум., мм	Довжина фундаментного блоку Лн., мм	Висота панелі Н, мм
1	2	3	4	5
62	54000	3000	6000	2400
63	54000	4500	3000	1200
64	60000	5000	1000	1200
65	66000	6000	3000	3000
66	72000	4000	1800	800
67	72000	3000	3600	1600
68	114000	3000	6000	1800
69	120000	6000	1500	2600
70	120000	4000	2000	1200
71	42000	4200	1200	4200
72	42000	2800	2000	2000
73	48000	4000	3000	3000
74	48000	4800	6000	4800
75	54000	3000	5400	2600
76	54000	6000	2700	4200
77	60000	3000	3000	3000
78	60000	4000	1500	5000
79	66000	3000	6000	4500
80	64000	4000	4000	2400
81	77000	3500	2200	2600
82	77000	5500	3500	4600
83	85000	2500	5000	2500
84	84000	3500	4000	5000
85	90000	2500	6000	2100
86	90000	3000	2500	6000
87	96000	6000	2000	2400
88	94500	4500	1500	3500
89	100000	2500	4000	4000
90	102000	6000	6000	3500
91	84000	4000	2000	4000
92	84000	3000	6000	1500
93	48000	2400	3000	2500

Продовження таблиці 6.1 - Завдання до контрольної роботи

№ завдання	Довжина споруди Лн.ув., мм	Довжина панелі Лн.розум., мм	Довжина фундаментного блоку Лн., мм	Висота панелі Н, мм
1	2	3	4	5
94	54000	3000	6000	2400
95	54000	6000	3000	1200
96	60000	5100	1000	1200
97	66000	3000	3000	3000
98	72000	6000	1800	800
99	72000	3000	3600	1600
100	114000	6000	6000	1800
101	120000	4000	1500	2600
102	120000	4200	2000	1200
103	42000	2800	1200	4200
104	42000	4000	2000	2000
105	48000	4800	3000	3000
106	48000	3000	6000	4800
107	54000	6000	5400	2600
108	54000	3000	2700	4200
109	60000	4000	3000	3000
110	60000	3000	1500	5000
111	66000	4000	6000	4500
112	64000	3500	4000	2400
113	77000	5500	2200	2600
114	77000	2500	3500	4600
115	85000	3500	5000	2500
116	84000	2500	4000	5000
117	90000	3000	6000	2100
118	90000	6000	2500	6000
119	96000	4500	2000	2400
120	94500	2500	1500	3500
121	100000	6000	4000	4000
122	102000	6000	6000	3500
123	104000	6000	8000	4000
124	106000	6000	10000	3500
125	84000	4000	3000	4000

## 6.2 Лабораторні роботи

### 6.2.1 Лабораторна робота №1

#### Методи рішення розмірних ланцюгів

Ряд взаємозв'язаних розмірів, що утворюють замкнутий контур, складає розмірний ланцюг.

Будь-який розмірний ланцюг має первинні складові ланки-аргументи, тобто ланки, розмір яких не залежить від інших ланок ланцюга (позначимо їх буквою  $L$ ) і замикаючі ланки, розміри яких залежать від зміни складових ланок (позначимо їх буквою  $S$ ). В якості ланок в складальних лінійних розмірних ланцюгах найчастіше конструктивні проміжки (натяг) - шви.

Складові ланки (аргументи) діляться на збільшуючі  $L_{ув}$ , при збільшенні яких збільшується ланка-функція, що замикає, і зменшуючі  $L_{ум}$ , при збільшенні яких зменшується ланка-функція, що замикає.

Значення проміжків, натягу і допусків для триланкового розмірного ланцюга, ланок-аргументів, що складаються з двох складових, і одного, що замикає ланки-функції, можливо, визначити через верхнє і нижнє відхилення по довідкових таблицях. Якщо в розмірному ланцюзі число складових ланок більше двох, то такий розмірний ланцюг необхідно вирішувати.

Рішення розмірних ланцюгів підрозділяється на рішення прямої і зворотної задачі. При рішенні прямої задачі, усі ланки розмірного ланцюга окрім одного - відомі. Це так звані прямі завдання з одним невідомим, одержуючі певне рішення.

При рішенні зворотної задачі - декілька невідомих значень розмірів ланцюга - декілька невідомих в одному рівнянні, які можливо вирішити тільки умовно.

Прямі завдання зазвичай вирішують технологи, зворотні завдання вирішують проектувальники.

**Мета:** Навчитися застосувати метод зворотної задачі для рішення розмірних ланцюгів по деяким заданим значенням.

Нижче наводяться головні рівняння, розроблені для подібних випадків. У їх систему покладені головні залежності системи допусків. Відомо, що різниця між максимальним і мінімальним проміжками, дорівнює сумі допусків розмірів, які впливають на цей проміжок - шов.

Таким чином, для багато ланкового розмірного ланцюга матимемо:

$$1. S_{\max} = S_{\min} + \frac{T_{po}}{n_n} + 2 \frac{T_{mf}}{n_\phi} + T_{p\phi} + T_{m\phi} + 2T_{\phi} + T_{un} ;$$

$$2. T_s = S_{\max} - S_{\min} = \frac{T_{po}}{n_n} + 2 \frac{T_{mf}}{n_\phi} + T_{p\phi} + T_{m\phi} + 2T_{\phi} + T_{un} ;$$

$$3. es = \frac{2n_n \cdot S_{\min} + 2T_{po} + 4n_n \frac{T_{mf}}{n_\phi} + 2n_n \cdot T_{p\phi} + 2n_n \cdot T_{m\phi} + 2n_n \cdot T_{un} + n_n \cdot T_o}{2n_n} ;$$

$$4. S_{\min} = \frac{2n_n \cdot e_s - 2T_{po} - 4n_n \frac{T_{mf}}{n_{\phi}} - 2n_n \cdot T_{pb} + -2n_n \cdot T_{mb} - 2n_n \cdot T_{nn} - n_n \cdot T_o}{2n_n};$$

$$5. S_{\max} = \frac{2e_s + T_{po} + 2T_{\delta}}{2};$$

$$6. T_{ув.р.ц.} = T_{po} + 2T_{mf} + 2T_{pb} + 2T_{mb} + 2T_{\delta} + 2T_n$$

**Дано:** Довжина споруди  $L_{н.ув.}=48000$  мм, довжина панелі  $L_{н.ум.}=4000$  мм; довжина фундаментного блоку  $L'_{н.}=3000$  мм; висота панелі  $H=3000$  мм; максимальний зазор – шов  $S_{\max} \leq 40$  мм; мінімальний зазор  $S_{\min} \geq 5$  мм.

Визначаємо значення:  $C_n, C_{\phi}, n_n, n_{\phi}, T_{po}, T_{mf}, T_{pb}, T_{mb}, T_{\delta}, T_n, e_s, e_i, S_{\max}, S_{\min}$ .

$C_n = L_{н.ув.} / L_{н.ум.} = 48000 / 4000 = 12$  панелей

$C_{\phi} = L_{н.ув.} / L'_{н.} = 48000 / 3000 = 16$  блоків

$n_n = C_n - 1 = 12 - 1 = 11$  швів між панелями

$n_{\phi} = C_{\phi} - 1 = 16 - 1 = 15$  швів між блоками.

По рівнянню визначаємо допуск зазору – шва з'єднання:

$$T_s = 40 - 5 = 35 = \frac{T_{po}}{11} + 2 \frac{T_{mf}}{15} + T_{pb} + T_{mb} + 2T_{\delta} + T_n \text{ (мм)}$$

Приймаємо умовно, що класи точності на виробництво елементів конструкції, розбивку вісей і монтаж.

Для розміру  **$L_{н.ув.} = 48000$  мм** (згідно табл. 1, додатку А) приймаємо:

для 3-го класу точності  $T_{po} = 24$  мм

для 4-го класу точності  $T_{po} = 40$  мм

для 5-го класу точності  $T_{po} = 60$  мм

Для розміру  **$L_{н.ум.} = 4000$  мм** приймаємо:

для 3-го класу точності  $T_{pb} = 2,4$  мм

для 4-го класу точності  $T_{pb} = 4$  мм

для 5-го класу точності  $T_{pb} = 6$  мм

Для розміру  **$L'_{н.} = 3000$  мм** (згідно табл. 2, додатку А) приймаємо:

для 3-го класу точності  $T_{mf} = 6$  мм

для 4-го класу точності  $T_{mf} = 10$  мм

для 5-го класу точності  $T_{mf} = 16$  мм

Для розміру  **$L_{н.ум.} = 4000$  мм** приймаємо:

для 3-го класу точності  $T_{mb} = 6$  мм

для 4-го класу точності  $T_{mb} = 10$  мм

для 5-го класу точності  $T_{mb} = 16$  мм

Для розміру  **$L_{н.ум.} = 4000$  мм** (згідно табл. 3, додатку А) приймаємо допуск:

для 3-го класу точності  $T_{\delta} = 5$  мм

для 4-го класу точності  $T_{\delta} = 8$  мм

для 5-го класу точності  $T_{\delta} = 12$  мм

Для розміру  **$H = 3000$  мм** (згідно табл. 4, додатку А) приймаємо допуск:

для 3-го класу точності  $T_{нп}=1$  мм  
 для 4-го класу точності  $T_{нп}=1,6$  мм  
 для 5-го класу точності  $T_{нп}=2,4$  мм.

При класі точності 3:

$$T_s = \frac{24}{11} + 2 \frac{6}{15} + 2,4 + 6 + 2 \cdot 6 + 1 = 24,4 < 35(\text{мм})$$

При класі точності 4:

$$T_s = \frac{40}{11} + 2 \frac{10}{15} + 4 + 10 + 2 \cdot 8 + 1,6 = 36,6 > 35(\text{мм})$$

При класі точності 5:

$$T_s = \frac{60}{11} + 2 \frac{10}{15} + 6 + 16 + 2 \cdot 12 + 2,4 = 55,2 > 35(\text{мм})$$

Якщо прийняти до уваги, що для розрахунків прийняті значення  $S_{\max}$  та  $S_{\min}$ , то слід прийняти для всіх параметрів клас точності 3.

Таким чином нами визначено класи точності ті значення допусків такі:

$T_{ро}=24$  мм,  $T_{рб}=2,4$  мм,  $T_{мф}=6$  мм,  $T_{мб}=6$  мм,  $T_{б}=T_{о}=5$  мм,  $T_{нп}=1$  мм.

Як відомо, величина мінімального зазору у системі отворів визначається верхнім відхиленням балки  $es$ .

$$es = \frac{2n_n \cdot S_{\min} + 2T_{po} + 4n_n \frac{T_{мф}}{n_{ф}} + 2n_n \cdot T_{рб} + 2n_n \cdot T_{мб} + 2n_n \cdot T_{нп} + n_n \cdot T_o}{2n_n} \quad (\text{мм})$$

$$es = \frac{2 \cdot 11 \cdot 5 + 2 \cdot 24 + 4 \cdot 11 \cdot \frac{6}{15} + 2 \cdot 11 \cdot 2,4 + 2 \cdot 11 \cdot 6 + 2 \cdot 11 \cdot 1 + 11 \cdot 5}{2 \cdot 11} = 19,88(\text{мм})$$

Для розміру  $L_{н.ум.}=4000$  мм можна прийняти посадку 5S (верхнє відхилення  $es'=27,9$ мм).

Знаходимо достеменне значення мінімального зазору:

$$S'_{\min} = \frac{2 \cdot 11 \cdot 27,9 - 2 \cdot 24 - 4 \cdot 11 \cdot \frac{6}{15} - 2 \cdot 11 \cdot 2,4 - 2 \cdot 11 \cdot 6 - 2 \cdot 11 \cdot 1 - 11 \cdot 5}{2 \cdot 11} = 13,02 > 5(\text{мм})$$

По рівнянню

$$S_{\max} = \frac{2 \cdot 27,9 + 3 \cdot 5}{2} = 35,4 < 40(\text{мм})$$

Умова виконується, тому приймаємо клас точності 3.

Для розміру  $L_{н.ум.}=4000$  мм можна прийняти посадку 5S3 (верхнє відхилення  $ei=35,4$  мм).

$T_{ув.р.ц}=24+2 \cdot 6+2 \cdot 2,4+2 \cdot 6+2 \cdot 5+2 \cdot 1=64,8=\pm 32,4$ мм

Розрахункове значення допуску  $T_{ув.р.ц}$  порівнюємо з сумарними половинами допуск на монтаж блоків і панелей.

При монтажі фундаменту сумарна половина допуску:

$$\sum \frac{T_{мф}}{2} = n_{ф} \cdot \frac{T_{мф}}{2} = 15 \cdot \pm 3 = \pm 45(\text{мм})$$

При монтажі панелей

$$\sum \frac{T_{\text{мб}}}{2} = n_n \cdot \frac{T_{\text{мб}}}{2} = 11 \cdot \pm 3 = \pm 33(\text{мм})$$

Тому кінцево приймаємо  $T_{\text{ув.р.ц}} = \pm 45$  мм

Виконуємо спрощене креслення (Рис 6.1 - послідовність монтажу споруди):

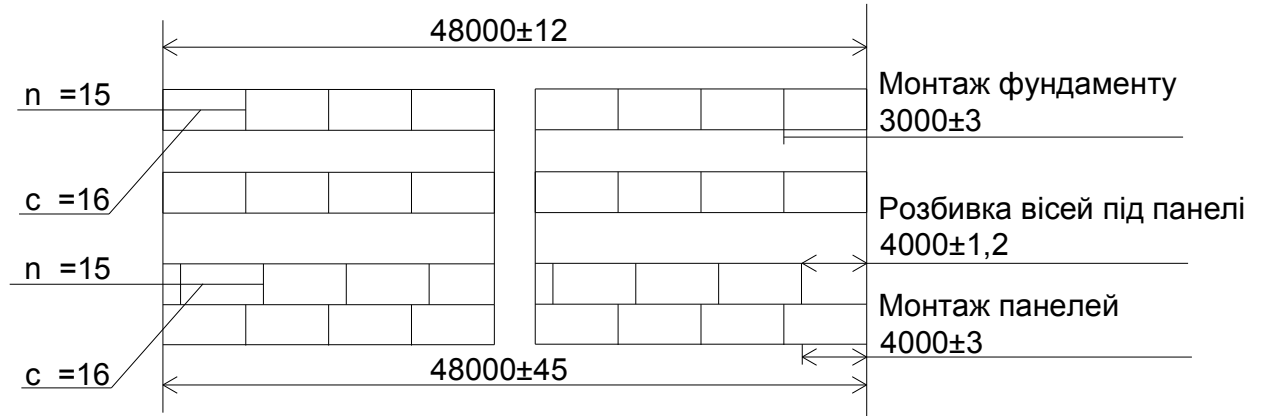


Рис 6.1 - Послідовність монтажу споруди

Висновок: При рішенні зворотньої задачі – декілька невідомих значень розмірів ланцюга – декілька невідомих в одному рівнянні, які можливо визначити тільки умовно.

## 6.2.2 Лабораторна робота №2

### Розрахунок допусків через одиницю допусків

**Мета:** Визначити допуск через одиницю допуску, який дає можливість зрівняти, яка деталь виготовлена точніше.

**Дано:** Довжина спорудження  $L_{\text{н.ув.}} = 48000$  мм, довжина панелі  $L_{\text{н.ум.}} = 4000$  мм; довжина фундаментного блоку  $L'_{\text{н.}} = 3000$  мм; висота панелі  $H = 3000$  мм;

Визначаємо значення:  $T_{\text{р}}$ ,  $T_{\text{мф}}$ ,  $T_{\text{рб}}$ ,  $T_{\text{мб}}$ ,  $T_{\text{б}}$ ,  $T_{\text{нп}}$ . У попередній лабораторній роботі №1 ми визначили допуски лінійних розмірів  $L$  для класу точності 3. Клас точності визначають значенням допуску з урахуванням певних умов. Користуючись таблицею 6 та додатком А, розраховуємо допуски для 3го класу точності на розміри  $L_{\text{н.ум.}}$ ,  $L_{\text{н.ув.}}$ ,  $L'_{\text{н.}}$ ,  $H$  та зрівнюємо з табличними значеннями для другого, третього, четвертого класів.

Для розміру  $L_{\text{н.ув.}} = 48000$  мм:

$$T = i \cdot k = 48 \cdot 0,6 = 28,8(\text{мм})$$

$$i = \alpha \cdot L = 1 \cdot 48 = 48(\text{мм})$$

Для розміру  $L_{\text{н.ум.}} = 4000$  мм:

$$T_{\text{рб}} = i \cdot k = 4 \cdot 0,6 = 2,4(\text{мм})$$

$$i = \alpha \cdot L = 1 \cdot 4 = 4(\text{мм})$$

$$T_{\text{мб}} = i \cdot k = 9,55 \cdot 0,6 = 5,73(\text{мм})$$

$$i = \alpha(0,8 + 0,001\sqrt{L}) \cdot (\sqrt[3]{L + 25} + 0,01\sqrt{L^2}) = 0,6(0,8 + 0,001\sqrt{4000}) \cdot (\sqrt[3]{4000 + 25} + 0,01\sqrt{4000}) = 9,55(\text{мм})$$



Для розміру  $L'_{н} = 3000$  мм:

$$T_{мф} = i \cdot k = 8,48 \cdot 0,6 = 5(мм)$$

$$i = \alpha(0,8 + 0,001\sqrt{L}) \cdot (\sqrt[3]{L+25} + 0,0\sqrt[3]{L^2}) = 0,6(0,8 + 0,001\sqrt{3000}) \cdot (\sqrt[3]{3000+25} + 0,0\sqrt[3]{3000^2}) = 8,48(мм)$$

Для розміру  $L_{н.ум.} = 4000$  мм:

$$T_{\sigma} = i \cdot k = 9,51 \cdot 0,6 = 5,71(мм)$$

$$i = \alpha(0,8 + 0,001\sqrt{L}) \cdot (\sqrt[3]{L+25} + 0,0\sqrt[3]{L^2}) = 0,6(0,8 + 0,001\sqrt{4000}) \cdot (\sqrt[3]{4000+25} + 0,0\sqrt[3]{4000^2}) = 9,51(мм)$$

Для розміру  $H = 3000$  мм:

$$T_{м} = i \cdot k = 1,2 \cdot 0,6 = 0,72(мм)$$

$$i = \alpha \cdot H = 0,4 \cdot 3 = 1,2(мм)$$

Таблиця 6.2 - Порівняльні величини допусків за класами точності 2, 3, 4.

Розмір параметру	Позначення допуску	2 клас	3 клас	4 клас
$L_{н.ув.} = 48000$ мм	Тро	16,0	24,0 (28,8)	40,0
$L_{н.ум.} = 4000$ мм	Трб	1,6	2,4 (2,4)	4,0
	Тмб	4	6 (5,73)	10
	Тб	2,4	4 (9,51)	6
$L'_{н} = 4000$ мм	Тмф	4	6 (5)	10
$H = 3000$ мм	Тнп	0,6	1 (0,72)	1,6

Висновок: Отже ми визначили клас точності значенням допуску з урахуванням певних умов. Визначали допуск через одиницю допуску, тому що тільки це дає змогу зрівнювати, яка деталь виготовлена точніше.

### 6.2.3 Лабораторна робота №3

#### Робочі еталони (на прикладі динамометра зразкового переносного типу ДОСМ - 3)

**Мета:** Вивчити пристрій і принцип роботи динамометра зразкового переносного типу ДОСМ – 3.

Навчитися правильно знімати звіти по індикатору вартового типу, а також обробляти результати вимірювань, враховуючи приріст переміщень на кожному ступені вантаження;

Побудувати таріровочний графік, по якому можна задавати навантаження певної величини за відсутності гідравлічних машин з вимірником зусилля.

#### Пристрій і принцип роботи динамометра

Динамометр зразковий переносний призначений для перевірки випробувальних – робочих засобів вимірювань при статичних навантаженнях. Разом з тим, часто динамометр використовується для

перевірки гідравлічних пресів, що мають шкалу і стрілку, по яких визначається зусилля, передане на випробовуваний конструктивний елемент (бетонні кубики і призми, балочки, і т. п.).

Динамометр внесений до Державного реєстру і затверджений до випуску в звернення.

Поріг чутливості динамометра не повинен бути більше 0,02% від найбільшої межі вимірювання. Наприклад, для ДОСМ-3-1 найбільша межа вимірювання складає 10 кН (1тс) і поріг чутливості для нього не повинен бути більше  $10\text{кН} \cdot 0,02 = 0,2\text{кН} = 200\text{Н} = 0,02\text{тс}$ . Для ДОСМ - 3 - 5 межа вимірювання складає 50 кН (5тс) і поріг чутливості не повинен бути більше 50 кН.

Значення різниці середніх свідчень, що допускаються, від вимірюваної величини при вантаженні і загрузці і при 50% навантаженню не повинні бути більше 0,5% для динамометра вищою, і 0,8% для динамометра першої категорії якості.

При загрузці динамометра неповернення покажчика звітного пристрою на нульову відмітку не повинне перевищувати 0,5 ділення.

Динамометр працює за принципом визначення сили по величині деформації силового пружного елемента спеціальної форми.

Відлік свідчень значень величини сили проводять по індикатору часового типу і перевідній таблиці (графіку), що одержаний при створенні відомого зусилля повіреної гідравлічною машиною із стрілочним покажчиком і шкалою.

Принципова схема конструкції динамометра показана на рис. 6.2.

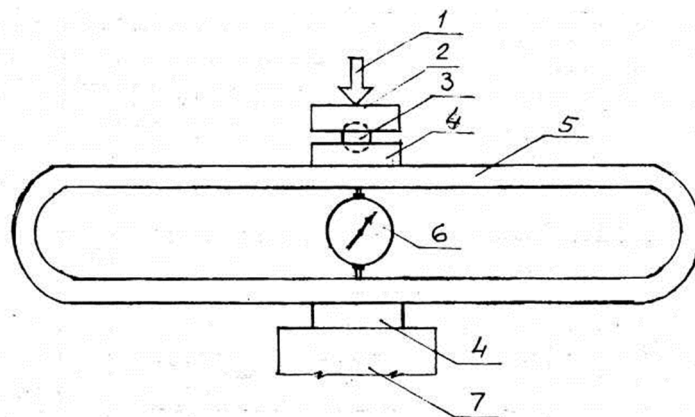


Рис. 6.2. – Принципова схема конструкції динамометра

1 – зусилля, що створюване гідравлічною машиною із стрілочним покажчиком і шкалою; 2 - накладка; 3 - сталева кулька (шарнір); 4 - упор; 5 - пружний силовий елемент; 6 - індикатор; 7 - опорна частина гідравлічної машини.

Навантаження на пружний елемент 5 передається через накладку 2, кулька 3 і упор 4. Під дією навантаження пружний елемент деформується. Величина його прогину фіксується індикатором 6, пов'язаним з пружним елементом передавальним механізмом.

### Завантаження динамометра і зняття відліків по індикатору. Побудова таріровочного графіка.

Спочатку динамометр встановлюють на опорну поверхню гідравлічної машини, повіренної відповідно до вимог стандартів. Потім навантаження подається ступенями по 1 кН і знімаються відліки по індикатору на кожному ступені навантаження. Ця операція повторюється 3 рази і знаходиться середнє значення трьох вимірювань по індикатору. Результати заносяться в таблицю. По цих результатах вимірювань будується таріровочний графік, по якому згодом можна задавати навантаження певної величини за відсутності гідравлічної машини із стрілочним вимірником.

Як приклад наводяться результати вимірювань прогину пружного елемента залежно від навантаження  $N$  (табл. 6.3.), а також таріровочний графік, побудований за наслідками прогину пружного елемента динамометра (рис. 6.3.).

Таблиця 6.3 - Результати вимірювань прогину пружного елемента динамометра

Навантаження, $N$ , кН	Середнє значення 3-х вимірювань по індикатору		
	Відлік, мм	Приріст, мм	Прогин, мм
0	1,000	0,000	0
1	1,640	0,640	0,640
2	2,275	0,635	1,275
3	2,909	0,634	1,909
4	3,545	0,636	2,545
5	4,180	0,635	3,18
6	4,812	0,632	3,812
7	5,445	0,633	4,445
8	6,075	0,630	5,075
9	6,710	0,635	5,710
10	7,332	0,622	6,332

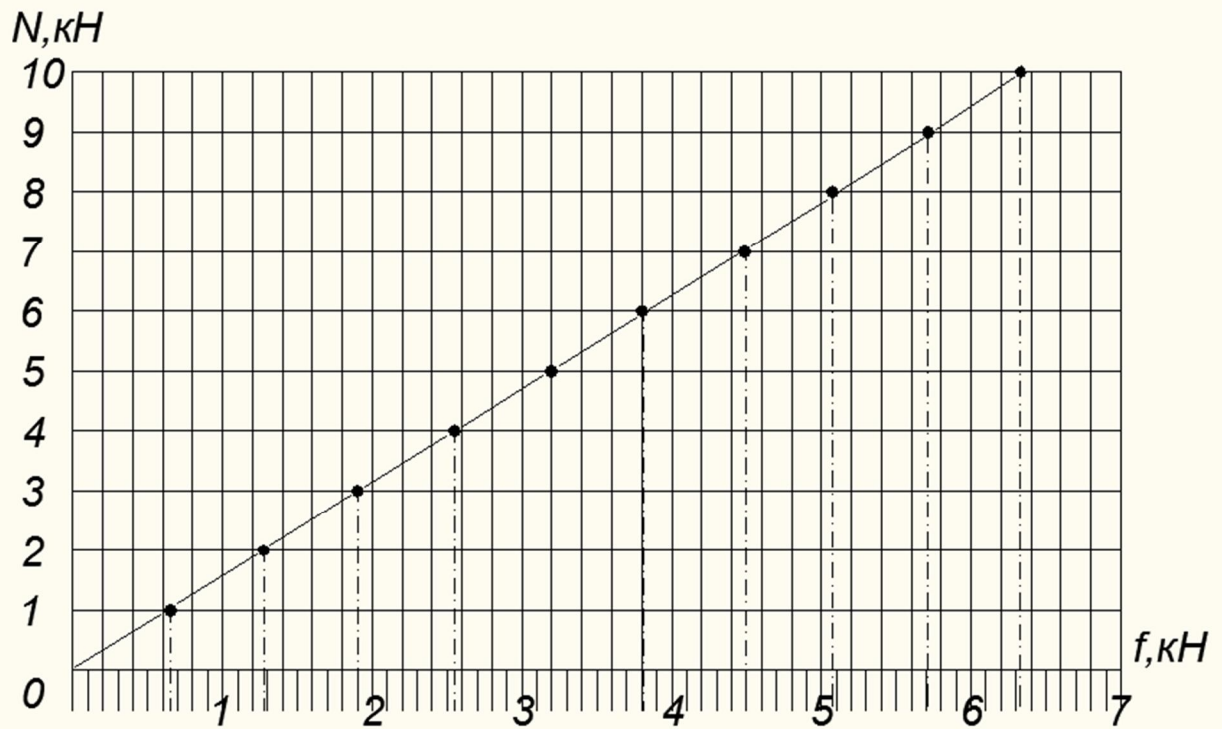


Рис. 6.3 – Таріровочний графік для задання навантаження певної величин

#### 6.2.4 Лабораторна робота №4

##### Обробка результатів вимірювання прогинів

**Мета:** вивчити пристрій і принцип роботи індикатора годинникового типу для вимірювання прогинів; закріпити уміння правильно знімати відліки по індикаторах, а також навчитися обробляти результати вимірювання переміщення перетинів конструкції і осідання опор конструкції, що знаходиться під навантаженням; за наслідками обробки вимірювання переміщення перетинів і осідання опор конструкції побудувати графічну залежність прогинів від навантаження  $N$ .

Індикатор годинникового типу - прилад для вимірювання лінійних розмірів у якому шкала має колову форму (форму циферблата), на якій значення вимірюваної величини зчитується за показом стрілки (стрілок). Індикатори найчастіше оснащуються зубчастою передачею завдяки якій вказівна стрілка може виконувати декілька обертів у діапазоні вимірювань.

##### Будова індикатора годинникового типу

На лицьовому боці циферблата індикатора є дві стрілки і дві шкали; велика стрілка 5 над оцифрованою круговою шкалою 6 і мала стрілка 3 над відліковою (мала) шкалою 10. Кругова шкала індикатора має ціну поділки 0,01 мм, а відлікова шкала - 1 мм. Пересування вимірювального стрижня 8 на 1 мм викликає поворот стрілки 1 на 100 поділок (один повний оберт), а

стрілки 4 на одну поділку. Діапазон вимірювань такого індикатора становить 0...10 мм. Шкала 6 індикатора разом із обідком при установці шкали на нульову поділку повертається відносно великої стрілки 5.

Конструкція індикатора годинникового типу являє собою вимірювальну голівку з поздовжнім пересуванням вимірювального наконечника 9. Основою індикатора є корпус, усередині якого змонтовано перетворювальний механізм - рейково-зубчаста передача. Крізь корпус у втулці 7 проходить вимірювальний стрижень 8 із наконечником 9. На стрижні нарізано рейку. Рухи вимірювального стрижня-рейки 8 передаються зубчастими колесами основній стрілці 5, величина повороту якої відлічується за круглою шкалою - циферблатом. Для установки на «0» кругла шкала повертається обідком.

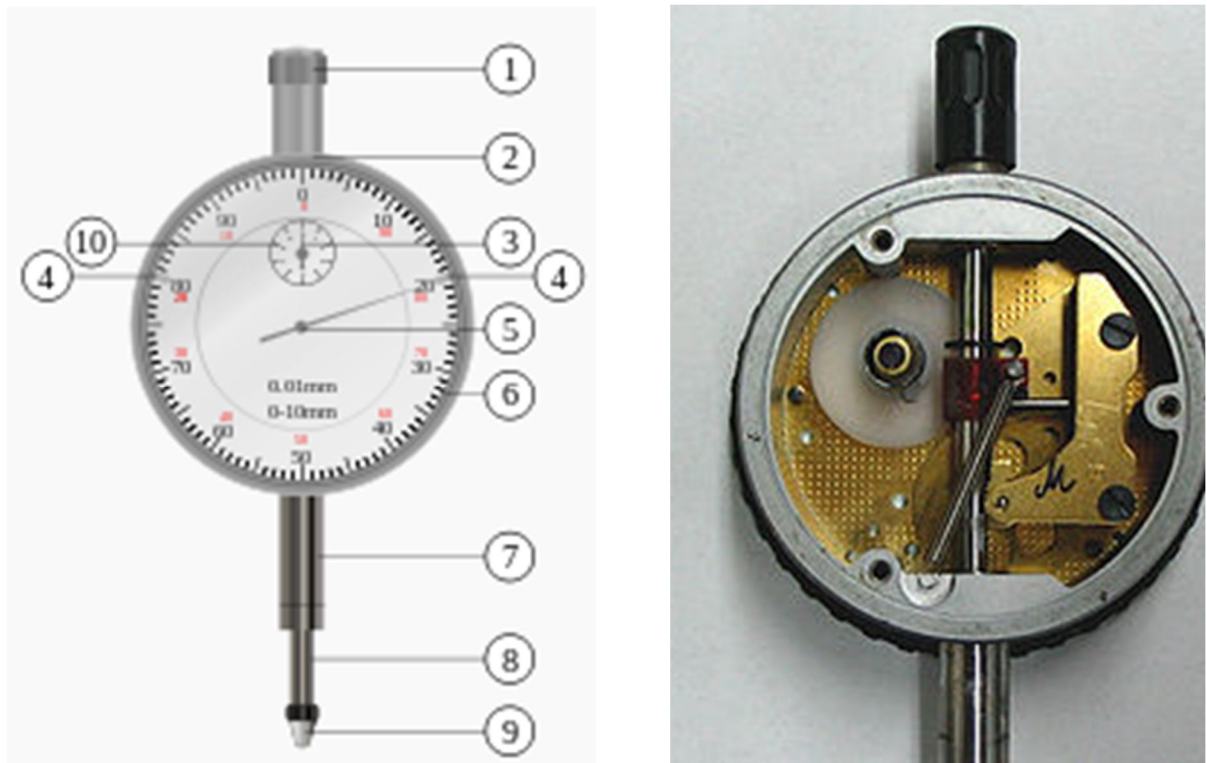


Рис. 6.4 - Будова індикатора годинникового типу:

1 – ручка для підйому і опускання вимірювального стрижня; 2 – кільце встановлення початку відліку; 3 – мала стрілка (мм); 4 – уставні вказівки допуску; 5 – велика стрілка; 6 – кругова шкала індикатора; 7- втулка вимірювального стрижня; 8 – вимірювальний стрижень; 9 – вимірювальний наконечник; 10 – відлікова (мала) шкала (мм).

#### **Принцип роботи індикатора годинникового типу**

При натисненні на шток він долає опір пружини і переміщається, приводячи в рух всі шестерінки і обидві стрілки. Звільнений від зовнішнього тиску шток повертається в колишній стан. Коефіцієнт передачі шестерінки

підібраний таким чином, що пересуванню кінця штока на 1 мм відповідає поворот великої стрілки на  $360^\circ$ . Число ділення на великій шкалі рівне 100, тому одному її діленню відповідає переміщення кінця штока на 0,01 мм.

При випробуванні конструкції індикатори встановлюють за допомогою спеціального штатива і особливого кулачка - утримувача, до яких прилад кріпиться через муфту або серезку. Перед початком випробувань слід перевірити роботу встановленого індикатора, для чого потрібно плавно втопити на 2-3 мм і опустити вимірювальний шток. Якщо, після цього стрілка індикатора повертатиметься в початкове положення, означає індикатор закріплений правильно.

### Урахування осідання опор при визначенні прогинів

Відомо, що при дії навантаження на конструкцію, що згинається, в місцях її обпирання відбувається змінання матеріалу, тобто має місце осідання опорної частини. Таким чином, при обробці результатів вимірювання прогинів перетину конструкції слід враховувати осідання опор, встановлюючи індикатори на опорних частинах конструкції (рис. 6.5.).

Згідно схеми осідання опор і переміщення середини перетину балки, прогин визначиться по формулі:

$$f = y_2 - \frac{y_1 + y_3}{2} \quad (6.1)$$

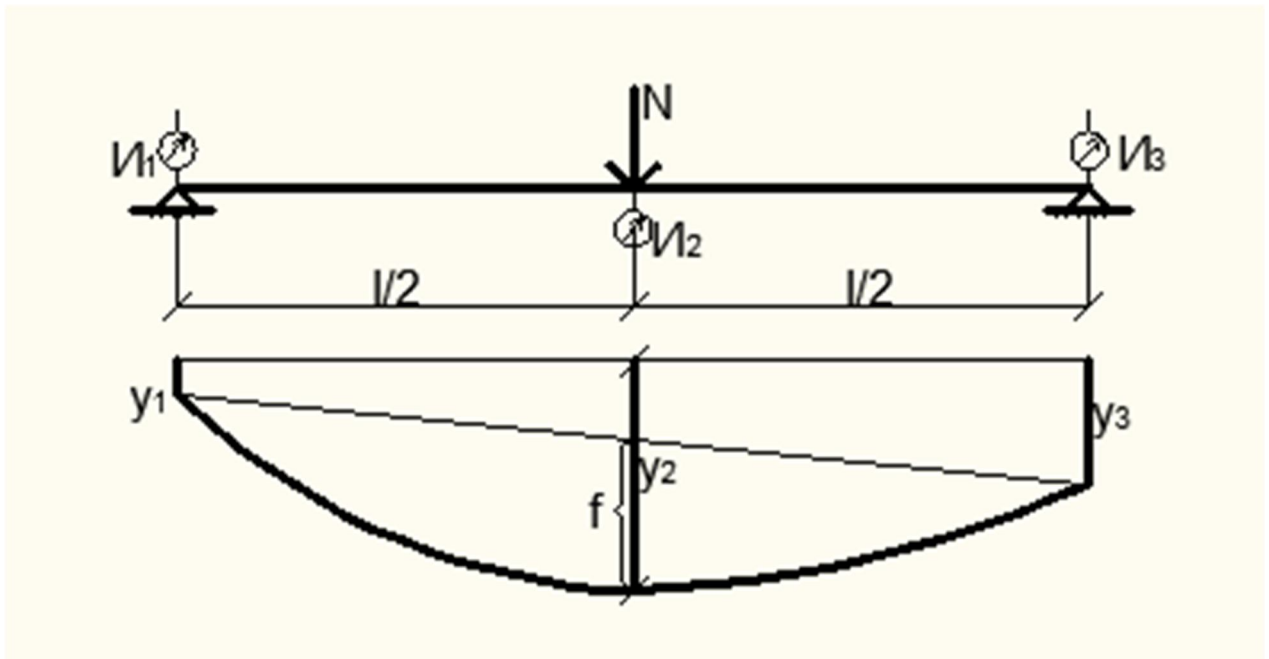


Рис. 6.5 - Схема осідання опор і переміщення середини перетину балки

Випробування конструкції і обробка результатів вимірювання переміщення і осідання (наведені в табл. 6.4)

Таблиця 6.4. – Результати вимірювання переміщення і осідання

Навантаження	Індикатори І1 (І3)			Індикатор І2			Прогин
	Відлік, мм	Приріст, мм	Осідання, мм	Відлік, мм	Приріст, мм	Осідання, мм	
0	4,16	0	0	8	0	0	0
10	4,15	0,01	0,01	7,37	0,63	0,63	0,62
20	4,15	0	0,01	7,16	0,21	0,84	0,83
30	4,13	0,02	0,03	6,15	1,01	1,85	1,82
40	4,12	0,01	0,04	5,9	0,25	2,1	2,06
50	4,09	0,03	0,07	5,36	0,54	2,64	2,57
60	4,09	0	0,07	5,15	0,21	2,85	2,78
70	4,08	0,01	0,08	4,72	0,43	3,28	3,20
80	4,06	0,02	0,10	4,56	0,16	3,44	3,34
90	4,05	0,01	0,11	3,98	0,58	4,02	3,91
100	4,03	0,02	0,13	3,39	0,59	4,61	4,48

По отриманих результатах вимірювань переміщення середини перетину балки і осідання опор (табл. 6.4.) визначається величина прогину конструкції на кожному ступені навантаження по формулі 6.1. Окрім цього будуюмо графік залежності «N – f» (рис. 6.6).

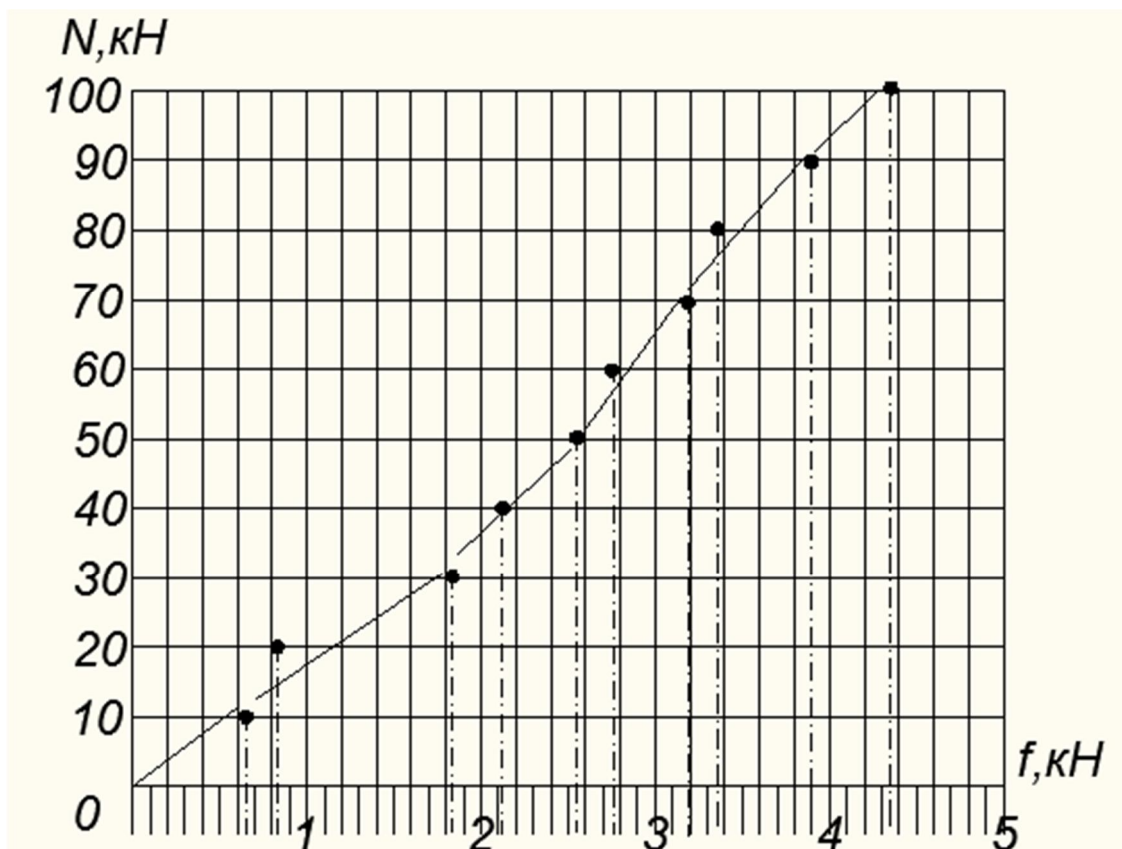


Рис. 6.6 – Графік залежності « N – f »

## Додаток А

Таблиця 1 - Допуски на розбиття точок та осей в плані

Інтервал номінального розміру, L	Значення допуску для класу точності					
	1	2	3	4	5	6
До 2500	0,6	1,0	1,6	2,4	4	6
Більше 2500 до 4000	1,0	1,6	2,4	4	6	10
4000...8000	1,6	2,4	4	6	10	16
8000...16000	2,4	4	6	10	16	24
16000...25000	4	6	10	16	24	40
25000...40000	6	10	16	24	40	60
40000...60000	10	16	24	40	60	100
60000...100000	16	24	40	60	100	160
100000...160000	24	40	60	100	160	...
Значення K	0,25	0,4	0,6	1,0	1,6	2,5

Таблиця 2 - Допуски симетричності установки

Інтервал номінального розміру, L	Значення допуску для класу точності					
	1	2	3	4	5	6
До 2500	2	3	5	8	12	20
Більше 2500 до 4000	2,4	4	6	10	16	24
4000...8000	3	5	8	12	20	30
8000...16000	4	6	10	16	24	40
16000...25000	5	8	12	20	30	50
25000...40000	6	10	16	24	40	60
40000...60000	8	12	20	30	50	80
Значення K	0,25	0,4	0,6	1,0	1,6	2,5



Таблиця 3 - Допуски лінейних розмірів

Інтервал номінального розміру, L	Значення допуску для класу точності								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
До 20	0,24	0,4	0,6	1	1,6	2,4	4	6	10
Більше 20...60	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12
60...120	0,4	0,6	1	1,6	2,4	4	6	10	16
120...250	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20
250...500	0,6	1	1,6	2,4	4	6	10	16	24
500...1000	0,8	1,2	2	3,5	5	8	12	20	30
1000...1600	1	1,6	2,4	4	6	10	16	24	40
1600...2500	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50
2500...4000	1,6	2,4	4	6	10	16	24	40	60
4000...8000	2	3	5	8	12	20	30	50	60
8000...16000	2,4	4	6	10	16	24	40	60	100
16000...25000	3	5	8	12	20	30	50	80	120
25000...40000	4	6	10	16	24	40	60	100	160
40000...60000	5	8	12	20	30	50	80	120	200
Значення K	0,1	0,16	0,25	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4

Таблиця 4 - Допуски передачі точок і осей по вертикалі

Інтервал номінального розміру, L	Значення допуску для класу точності					
	1	2	3	4	5	6
До 2500	...	...	0,6	1	1,6	2,4
Більше 2500 до 4000	...	0,6	1	1,6	2,4	4
4000...8000	0,6	1	1,6	2,4	4	6
8000...16000	1	1,6	2,4	4	6	10
16000...25000	1,6	2,4	4	6	10	16
25000...40000	2,4	4	6	10	16	24
40000...60000	4	6	10	16	24	40
60000...100000	6	10	16	24	40	60
100000...160000	10	16	24	40	60	...
Значення K	0,25	0,4	0,6	1,0	1,6	2,5

Таблиця 5 - Величини верхніх і нижніх відхилень для посадок з проміжком

Інтервал розміру, м	Клас точності								
	3			4			5		
	3S3	4S3	5S3	3S3	4S3	5S3	3S3	4S3	5S3
1000...1250	6,1	9,7	15,6	9,3	14,9	23,9	15,8	24,8	39,8
	9,9	13,5	19,4	15,1	20,7	29,7	25,4	34,4	49,4
1250...1600	6,7	10,8	17,2	10,6	17,3	27,3	17,3	28,3	45,3
	10,9	15	21,4	17,2	23,9	33,9	27,9	38,9	55,9
1600...2000	7,4	11,8	18,8	11,9	18,7	30,7	18,8	30,8	48,8
	12	16,4	23,4	19,3	26,1	38,1	30,4	42,4	60,4
2000...2500	8,3	13,3	21,3	13,1	21,1	34,1	20,5	33,5	53,5
	13,5	18,5	26,5	21,1	29,3	42,3	33,5	46,5	66,5
2500...3150	9,6	15,4	24,6	14,6	23,6	37,6	23,3	38,8	61,3
	15,6	21,4	30,6	23,8	32,8	46,8	39,7	52,9	75,9
3150...4000	10,9	17,4	27,9	17,3	27,3	43,3	27,3	43,3	69,3
	17,7	24,2	34,7	27,9	37,9	53,9	43,9	59,9	85,9
4000...5000	12,2	19,5	31,1	19	31	49	30,5	48,5	78,5
	19,8	27,1	38,7	31	43	61	49,5	67,5	97,5
5000...6300	14,1	22,5	36	21	34,8	55,8	35	56	91
	22,9	31,3	44,8	35,4	48,4	69,4	57	78	113

Таблиця 6 - Види допусків геометричних параметрів і формули для обчислення одиниць допуску

Технологічний процес	Допуск	Формула	Значення $\alpha$
Виготовлення	Лінійний розмір	$i = \alpha \cdot (0,8 + 0,001\sqrt{L}) \cdot \sqrt[3]{L + 25 + 0,01\sqrt{L^2}}$	1
	Прямолінійності	де, L, в мм	1
	Площинній		1
	Перпендикулярності		0,6
	Равности діагоналей		1
Разбивка	Розбиття точок і осей в плані	$i = \alpha \cdot L$ , де L в (м)	1
	Передача точок і осей по вертикалі		0,4
	Створности точок		0,25
	Розбиття висотних відміток		0,6
	Передача висотних відміток		0,25
	Перпендикулярності осей		0,4
Установка (монтаж)	Поєднання орієнтирів	$i = \alpha \cdot (0,8 + 0,001\sqrt{L}) \cdot \sqrt[3]{L + 25 + 0,01\sqrt{L^2}}$	1,6
	Симетричності установки	де L в мм	0,6

## Список використаних джерел

1. Борисенко В.Г., Андреев Ф.В. Метрологическое обеспечение строительного производства. Справочник строителя. - М.: Стройиздат, 1990. - 160 с.
2. Головка Д. Б., Рего К. Г., Скрипник Ю. О. Основи метрології та вимірювань: Навчальний посібник .-К.: Либідь, 2001. - 408 с.
3. Дудніков А. А. Основи стандартизації, допуски, посадки і технічні вимірювання: Підручник-К.: Центр навчальної літератури, 2006.- 352с.
4. ДБН А.1.1-4-93 Система стандартизації та нормування в будівництві. Положення про головну і базову організацію по стандартизації та нормуванню.
5. ДСТУ Б В.1.2-3:2006. СНББ. Прогини і переміщення. Вимоги проектування.
6. Испытания сооружений: Справ. пособие/ Под ред. Ю.Д.Золотухина. - Минск: Высшая школа, 1992. - 272 с.
7. Метрология. Основные термины и определения. – К.: Издательство стандартов, 2000. – 19 с.
8. Молодченко Г.А., Попельнух В.М. Метрологія і стандартизація: Учебное пособие. - Харьков: ХДАМГ, 2001. - 76 с.
9. Поліщук Є.С. Метрологія та вимірювальна техніка. Підручник для ВНЗ / Нац. Університет «Львів-Політехніка» / Є.С. Поліщук. – Львів: Бескид Біт, 2003.– 543 с.
10. Саранча Г.А. Метрологія і стандартизація: Підручник. – К: Либідь, 1997 – 192 с.
11. Цюцюра С.В., Цюцюра В.Д. Метрологія, основи вимірювань, стандартизація и сертифікація: Учебное пособие. - К.: Знання, 2005. - 242 с.
12. Еталони / Сост. К. В. Сафронова - Львів: Пензи. держ. ун-т, 2006.

## Інформаційні ресурси

1. <http://www.bibliotekar.ru/>
2. [www.dwg.ru](http://www.dwg.ru)
3. [www.engineering.ua/library](http://www.engineering.ua/library)
4. <http://uchebnikonline.ru>
5. <http://www.easc.org.by>

