



НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

---

**ҐРУНТИ**  
**МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ ДЕФОРМАЦІЙ ОСНОВ**  
**БУДИНКІВ І СПОРУД**

**ДСТУ Б В.2.1-30:2014**

Київ  
Мінрегіон України  
2015

## ПЕРЕДМОВА

**1 РОЗРОБЛЕНО:** Державне підприємство "Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій", ТК 304 "Захист будівель і споруд" ПК 7 "Інженерний захист територій, будівель і споруд в складних інженерно-геологічних умовах"

**РОЗРОБНИКИ:** **В. Шумінський; І. Червинський; О. Бень; С. Бугера; Ю. Мелашенко; Ю. Слюсаренко; Ю. Столярчук; Я. Червинський** (науковий керівник)

**ЗА УЧАСТЮ:**

Державне підприємство "Український Державний головний науково-дослідний і виробничий інститут інженерно-технічних і екологічних вишукувань" (**В. Соколов; Г. Стрижельчик; Н. Джваршеїшвілі; О. Агафонов**)

Науково-дослідний інститут будівельного виробництва (**Г. Григоровський; Ю. Крошка**)

Приватне акціонерне товариство "Геотехнічний інститут" (**М. Наконечний**)

Приватне підприємство "Інститут "КримГІНТІЗ" (**М. Ткаченко; Н. Никифорчук; П. Бучко; П. Варивода**)

**2 ПРИЙНЯТО ТА НАДАНО ЧИННОСТІ:**

наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 17.09.2014 р. №255, з 2015-07-01

**3 УВЕДЕНО ВПЕРШЕ** (зі скасуванням в Україні ГОСТ 24846-81)

## ЗМІСТ

	С.
1 Сфера застосування . . . . .	1
2 Нормативні посилання . . . . .	1
3 Терміни та визначення понять . . . . .	2
4 Загальні положення . . . . .	5
5 Засоби вимірювання та матеріали . . . . .	7
6 Методи вимірювання . . . . .	8
6.1 Методи вимірювання вертикальних переміщень . . . . .	8
6.2 Методи вимірювання горизонтальних переміщень . . . . .	11
6.3 Методи вимірювання кренів . . . . .	14
6.4 Фотограмметричний метод вимірювання горизонтальних і вертикальних переміщень та кренів . . . . .	15
6.5 Метод вимірювання горизонтальних і вертикальних переміщень та кренів лазерним скануванням . . . . .	15
6.6 Метод вимірювання горизонтальних і вертикальних переміщень та кренів із застосуванням автоматизованих систем геодезичного моніторингу . . . . .	15
6.7 Методи спостереження за тріщинами . . . . .	16
7 Обробка результатів вимірювання . . . . .	17
8 Оцінка похибки вимірювань . . . . .	17
9 Вимоги безпеки . . . . .	19
Додаток А	
Вимоги до програми проведення вимірювання деформацій основ фундаментів будинків і споруд . . . . .	20
Додаток Б	
Технічне завдання на виконання вимірювання деформацій основи фундаментів будинків (споруд) . . . . .	21
Додаток В	
Приклади розташування деформаційних марок на будинках і спорудах . . . . .	22
Додаток Г	
Зразок графічного оформлення результатів спостережень за деформаціями основ фундаментів . . . . .	23
Додаток Д	
Зразок схеми розташування деформаційних марок та ґрунтових реперів . . . . .	25
Додаток Е	
Зразок розташування деформаційних марок на фасаді будинку . . . . .	26
Додаток Ж	
Горизонтальні та вертикальні переміщення деформаційних марок та ґрунтових реперів . . . . .	27
Додаток И	
Бібліографія . . . . .	28

---

**НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ**

---

**ҐРУНТИ****МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ ДЕФОРМАЦІЙ ОСНОВ БУДИНКІВ І СПОРУД****ГРУНТЫ****МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ДЕФОРМАЦИЙ ОСНОВАНИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ****SOILS****MEASURING METHODS OF STRAINS OF STRUCTURES AND BUILDINGS BASES**

---

Чинний від **2015-07-01****1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ**

Цей стандарт поширюється на ґрунти всіх видів і встановлює методи вимірювання деформацій (вертикальних і горизонтальних переміщень, кренів) основ фундаментів будинків і споруд на стадії будівництва або експлуатації та зсувів земельних ділянок або масивів.

При виконанні польових вимірювань необхідно керуватись правилами техніки безпеки згідно з НПАОП 74.2-1.01.

**2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ**

У цьому стандарті є посилання на такі нормативно-правові акти, нормативні акти і нормативні документи:

НПАОП 74.2-1.01-89 Правила по технике безопасности на топографо-геодезических работах (ПТБ-88) (Правила з техніки безпеки на топографо-геодезичних работах (ПТБ-88))

ДБН А.1.1-1-93 Система нормування та стандартизації у будівництві. Основні положення

ДБН А.2.1-1-2008 Вишукування, проектування і територіальна діяльність. Вишукування. Інженерні вишукування для будівництва

ДБН В.1.1-5-2000 Захист від небезпечних геологічних процесів. Будинки та споруди на підроблюваних територіях і просідаючих ґрунтах. Ч.1. Будинки і споруди на підроблюваних територіях

ДБН В.1.1-5-2000 Захист від небезпечних геологічних процесів. Будинки та споруди на підроблюваних територіях і просідаючих ґрунтах. Ч.2. Будинки і споруди на просідаючих ґрунтах

ДБН В.1.1-24-2009 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Захист від небезпечних геологічних процесів. Основні положення проектування

ДБН В.1.2-5-2007 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Науково-технічний супровід будівельних об'єктів

ДБН В.1.2-12-2008 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Будівництво в умовах ущільненої забудови. Вимоги безпеки

ДБН В.1.3-2:2010 Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Геодезичні роботи у будівництві

ДБН В.2.1-10-2009 Об'єкти будівництва та промислова продукція будівельного призначення. Основи та фундаменти будинків і споруд. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування

ДБН В.3.2-2-2009 Реконструкція, ремонт, реставрація об'єктів будівництва. Житлові будинки. Реконструкція та капітальний ремонт

ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009 Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Виконання вимірювань, розрахунків та контроль точності геометричних параметрів. Настанова

ДСТУ 2708:2006 Метрологія. Повірка засобів вимірювальної техніки. Організація та порядок проведення

ДСТУ 3215-95 Метрологія. Метрологічна атестація засобів вимірювальної техніки. Організація та порядок проведення

ГОСТ 10528-90 Нивелиры. Общие технические условия (Нівеліри. Загальні технічні умови)

ГОСТ 10529-86 Теодолиты. Общие технические условия (Теодоліти. Загальні технічні умови)

### **3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ**

Нижче подано терміни, вжиті в цьому стандарті, та визначення позначених ними понять.

#### **3.1 автоматичні системи моніторингу деформацій**

Комплекс приладів та/або датчиків, з'єднаних в одну мережу з накопичувачем даних, та інтерпретатор для опрацювання вимірних параметрів в реальному часі і генерування сигналу тривоги та надсилання його за визначеною процедурою в разі отримання деформацій, що перевищують визначені критерії

#### **3.2 вертикальні переміщення основ фундаментів**

Осідання, які відбуваються внаслідок ущільнення ґрунту під впливом зовнішніх навантажень, а в окремих випадках власної ваги ґрунту; просідання, що відбуваються завдяки ущільненню під впливом як зовнішніх навантажень та власної ваги ґрунту, так і додатково діючих з ними факторів (замочування, просідання ґрунту, відтавання льодових прошарків у замерзлому ґрунті тощо); набухання і усадка, що пов'язані зі зміною об'єму деяких видів глинистих ґрунтів при зміні їх вологості, температури (морозне здимання) або при впливі хімічних речовин

#### **3.3 геодезичний моніторинг будівель (споруд)**

Система вимірювань в процесі будівництва та експлуатації будівель (споруд), що виконуються геодезичними методами, у тому числі фіксація результатів та аналітична обробка отриманих даних

#### **3.4 геометричне нівелювання**

Метод визначення різниці висот точок за допомогою геодезичного приладу з горизонтальною візирною віссю та рейок, встановлених прямовисно у цих точках

#### **3.5 гідростатичне нівелювання**

Метод визначення різниці висот точок наглядю за допомогою різниць рівнів рідини в сполучених посудинах

#### **3.6 глобальні навігаційні супутникові системи (далі – ГНСС)**

Сукупність супутників, обладнаних радіочастотним приймально-передавальним обладнанням, що використовується для визначення розташування об'єкта на поверхні Землі. ГНСС дозволяє з максимальною точністю визначити місце розташування об'єкта, його широту, довготу і висоту над рівнем моря, координати будь-якої точки будівлі (споруди) в будь-який час при будь-якій погоді за допомогою спеціальних приймачів. Система складається з трьох сегментів: космічного, контрольного і сегменту користувача (до яких відносяться і геодезичні приймачі). Геодезичні приймачі забезпечують сантиметрову точність визначення координат точок. Програмне забезпечення, яке входить до комплексу геодезичних приймачів, дозволяє попередньо планувати зйомку, експортувати дані з приймача на комп'ютер для подальшої обробки, створювати цифрові карти з атрибутивною інформацією, експортувати дані для подальшої обробки

#### **3.7 горизонтальні переміщення фундаментів**

Зміщення фундаментів (або будинку, споруди в цілому), що відбувається під дією горизонтальних сил або при вичерпанні несучої здатності основи та інших факторів

**3.8 деформаційна марка**

Геодезичний знак, жорстко закріплений на конструкції будинку або споруди (фундаменті, колоні, стіні), який змінює своє положення внаслідок осідання, просідання, підйому, зміщення або крену фундаментів

**3.9 замикання горизонту**

Вторинне наведення візирної осі кутомірного приладу на початковий орієнтирний пункт і відлік по горизонтальному колу з метою контролю нерухомості кола протягом напівприйому кутових вимірів

**3.10 зворотний висок**

Натягнута струна, закріплена в нижніх горизонтах. За допомогою рівнів або поплавців в рідині нитка приводиться в прямовисний стан, що дозволяє передавати у верхній горизонт координати нижньої точки

**3.11 конвергентний метод стереофотограмметричної зйомки**

Метод зйомки (фотографування) об'єкта спостереження, за якого оптичні осі лівої і правої фотокамер перетинаються

**3.12 крен фундаменту**

Деформації, що відбуваються в результаті нерівномірного осідання, просідання, підйому тощо, які характеризуються різницею вертикальних переміщень точок, у співвідношенні до відстані між ними

**3.13 маяк**

Пристосування для спостереження за розвитком тріщин: гіпсова або алебастрова плитка, що прикріплюється до обох країв тріщини на стіні; дві скляні або плексигласові пластинки, що мають риски для вимірювання величини розкриття тріщини, наклеєні або вставлені в отвори стіни по обидва боки тріщини марки з виїмками для виконання замірів приладами тощо

**3.14 метод координування**

Метод вимірювання крену будинку (споруди), за якого навколо об'єкта прокладають замкнутий хід полігонометрії та вираховують координати трьох або чотирьох постійно закріплених точок, з яких через певні проміжки часу засічками знаходять координати добре помітної точки нагорі будинку (споруди). По різниці координат між циклами спостережень знаходять величину крену та його напрямок

**3.15 метод малих (паралактичних) кутів**

Метод визначення переміщень точок будинку (споруди), за якого відстані визначаються тригонометричним шляхом за точно виміряним малим базисом та розташованим проти нього гострим (паралактичним) кутом

**3.16 метод окремих напрямків**

Метод визначення відхилення деформаційних марок у часі, по зміні горизонтального кута і відстаней від опорних знаків до марок

**3.17 метод спостережень по створах**

Метод визначення відхилення деформаційних марок (які встановлені на будинку, споруді) у часі від лінії створу, кінці якого закріплюються нерухомими опорними знаками

**3.18 метод суміщення при нівелюванні**

Метод відліку за рейкою, за якого обертами елеваційного гвинта суміщають зображення кінців бульбашки рівня нівеліра, після чого, змінюючи нахил плоско-паралельної пластинки мікрометром, суміщають бісектор сітки ниток із штрихом рейки

### **3.19 моніторинг деформацій об'єкта**

Спостереження за станом об'єкта через інтервали часу для визначення і прогнозування моменту переходу в граничний стан. Результат моніторингу стану об'єкта являє собою сукупність діагнозів складових його суб'єктів та інтерпретація вимірних параметрів в термінах стану за допомогою експертної системи підтримки прийняття рішень про стан об'єкта і його подальшого управління

### **3.20 напівприйм вимірювання**

Однократне вимірювання кута при одному (будь-якому) положенні вертикального кола кутомірного приладу

### **3.21 нормальний метод стереофотограмметричної зйомки**

Метод зйомки (фотографування) об'єкта спостереження, за якого оптичні осі лівої та правої фотокамер устатковуються горизонтально та перпендикулярно до базису фотографування

### **3.22 опорний знак**

Знак, практично нерухомий у горизонтальній площині, відносно якого визначаються зміщення та крени фундаментів будинків або споруд

### **3.23 орієнтирний знак**

Знак, що служить для забезпечення вихідного орієнтирного напрямку при вимірюванні зміщень та кренів фундаментів будинків і споруд

### **3.24 полігонометрія**

Метод визначення планового положення точок будинку (споруди) за різницею координат, отриманих шляхом прокладення ходу полігонометрії по опорних знаках і деформаційних марках, у якому вимірюються всі сторони, що з'єднують ці точки та горизонтальні кути між ними

### **3.25 похибка вимірювань**

Відхилення результату вимірювань від дійсного значення вимірюваної величини

### **3.26 прийом вимірювання**

Дворазове вимірювання кута при двох положеннях вертикального кола кутомірного приладу

### **3.27 проекційний метод**

Метод вимірювання крену будинку (споруди), коли на двох взаємно перпендикулярних осях об'єкта закладають опорні знаки, з яких теодолітом встановлюють проекцію помітної верхньої точки на будь-яку горизонтально встановлену палетку (рейку), закріплену знизу будинку (споруди). Зафіксований протягом часу на палетці ряд точок є центральною проекцією траєкторії верхньої спостережуваної точки на площину

### **3.28 репер**

Геодезичний знак, що закріплює пункт нівелірної мережі

### **3.29 репер глибинний**

Геодезичний знак, основа якого встановлюється на скельні, напівскельні або інші ґрунти, які практично не ущільнюються та не мають особливих властивостей

### **3.30 репер ґрунтовий**

Геодезичний знак, основа якого встановлюється нижче глибини сезонного промерзання або переміщення ґрунту

### **3.31 репер стінний**

Геодезичний знак, що встановлюється на несучих конструкціях будинків і споруд, осідання фундаментів яких практично стабілізувалося

### **3.32 рівномірно відхилений метод стереофотограмметричної зйомки**

Метод зйомки (фотографування) об'єкта спостереження, за якого оптичні осі лівої та правої фотокамер відхиляються праворуч та ліворуч на один і той же кут

### **3.33 стабілізаційний період експлуатації об'єкта**

Період стабілізації деформацій основ, фундаментів та несучих конструкцій об'єкта, який вважається завершеним, якщо протягом трьох циклів спостережень, визначених технічним завданням на моніторинг об'єкта, значення вимірюваної величини деформацій коливається в межах заданої точності вимірювань

### **3.34 стаціонарна гідростатична система**

Прилад для вимірювання осідання, який складається з великої кількості водомірних стаканів-п'єзометрів, жорстко закріплених на фундаментах або конструкціях будинку (споруди)

### **3.35 тахеометр електронний**

Прилад для визначення величин деформацій в режимі реального часу, в якому конструктивно об'єднані теодоліт, електронний віддалемір і мікропроцесор з прикладним геодезичним програмним забезпеченням. Мікропроцесор дозволяє зберігати дані вимірювань у внутрішній пам'яті та робити обчислення і аналіз результатів за допомогою комп'ютера безпосередньо в польових умовах

### **3.36 точність вимірювань**

Якість вимірювань, що відображає наближення результатів до дійсних значень вимірюваної величини

### **3.37 тригонометричне нівелювання**

Метод визначення перевищення за допомогою геодезичного приладу з похилою візірною віссю

### **3.38 тріангуляція**

Метод визначення планового положення точок, які є вершинами побудованих на місцевості суміжно розташованих трикутників, у яких вимірюють кути та деякі із сторін, а координати вершин і довжини інших сторін отримують за допомогою обчислень

### **3.39 тріщиномір**

Пристрій для вимірювання величини розвитку тріщин

### **3.40 трилатерація**

Метод визначення планового положення точок, які є вершинами побудованих на місцевості суміжно розташованих трикутників, у яких вимірюють всі сторони, а координати вершин і горизонтальні кути між сторонами визначають за допомогою обчислень

### **3.41 центрувальний пристрій**

Пристрій на опорному знаку для багаторазового встановлення геодезичних інструментів у однаковому положенні

## **4 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ**

**4.1** Вимірювання деформацій основ фундаментів будинків і споруд відповідно до ДБН В.1.3-2 виконуються у складі геодезичного моніторингу будівель (споруд), який включає в себе систему вимірювань, фіксацію результатів та аналітичну обробку отриманих даних. Геодезичному моніторингу, як правило, підлягають основи, фундаменти, конструкції будівель (споруд) або їх частин об'єкта нового будівництва, інженерні мережі, підземні споруди та об'єкти інфраструктури, що його оточують.

Для висотних будинків, експериментальних, складних будівель (споруд) та інших об'єктів, передбачених вимогами ДБН В.1.2-5, геодезичний моніторинг входить до робіт з науково-технічного супроводу, є складовою частиною загального моніторингу об'єкта будівництва.

**4.2** Виконання вимірювань, розрахунків та контроль точності геометричних параметрів при будівництві та експлуатації будівель (споруд) виконуються у відповідності з ДСТУ-Н Б В.1.3-1.



Вимоги до програмного забезпечення обробки результатів геодезичних робіт наведено в ДБН В.1.3-2.

**4.3** Вимірювання деформацій основ фундаментів будинків і споруд, що виконуються, методи геодезичного контролю, порядок, обсяг та періодичність його здійснення повинні відповідати вимогам ДБН В.1.3-2 та бути встановлені проектом виконання геодезичних робіт (ПВГР) у відповідності до вимог технічного завдання та програми, що відповідає вимогам, наведеним у додатку А, з метою:

- визначення абсолютних і відносних величин деформацій та порівняння їх з раніше проведеними циклами спостережень із складанням таблиці переміщень (додаток Ж);
- порівняння отриманих величин деформацій з розрахунковими та нормативними значеннями;
- виявлення причин виникнення та ступеня небезпеки деформацій для нормальної експлуатації будинків і споруд; вжиття своєчасних заходів щодо боротьби з деформаціями, що виникли, або усуненню їх наслідків;
- одержання необхідних характеристик стійкості основ і фундаментів;
- уточнення розрахункових даних фізико-механічних властивостей ґрунтів;
- уточнення методів розрахунку та встановлення граничних допустимих величин деформацій для різних ґрунтів основи і типів будинків і споруд.

Вимоги до складу проекту виконання геодезичних робіт наведено в ДБН В.1.3-2.

Програма проведення вимірювань складається організацією, якою виконуються вимірювання, на основі технічного завдання (додаток Б), виданого проектно-вишукувальною або науково-дослідною організацією за узгодженням з організацією, що здійснює будівництво або експлуатацію.

**4.4** Вимірювання деформацій основ фундаментів будинків і споруд, що будуються, проводять протягом усього періоду будівництва та у період експлуатації до досягнення умовної стабілізації деформацій, тобто протягом стабілізаційного періоду експлуатації об'єкта у відповідності з ДБН В.1.2-12, якщо інше не встановлено проектною або експлуатуючою організацією та не вказано в технічному завданні. Якщо вимогами ДБН В.1.2-5 передбачено виконання науково-технічного супроводу будівництва об'єкта, то спостереження за деформаціями основ фундаментів будинків і споруд, що будуються та розташовані в зоні впливу даного будівництва, виконуються в рамках вказаного супроводу.

**4.5** Вимірювання деформацій основ фундаментів будинків і споруд, що перебувають в експлуатації, проводять у випадку появи неприпустимих тріщин, розкриття швів, а також різкої зміни стану будинку або споруди. Обов'язковим є вимірювання деформацій основ фундаментів будинків і споруд, що перебувають в експлуатації, якщо вони знаходяться в зоні впливу нового будівництва. Згідно з ДБН В.1.2-12 спостереження за деформаціями будинків і споруд, що перебувають в експлуатації та знаходяться в зоні впливу нового будівництва, проводять протягом усього періоду будівництва та у період експлуатації до досягнення умовної стабілізації деформацій.

**4.6** Вимірювання деформацій виконують на спорудах класу наслідків (відповідальності) ССЗ, V категорії складності, а також на спорудах, ідентифікованих як об'єкт підвищеної небезпеки згідно з законодавством (оболонки реакторів атомних електростанцій, сховища відпрацьованого ядерного палива, тіло гребель великих водосховищ тощо).

При цьому встановлюється система моніторингу із здатністю вести спостереження за деформаціями їх основ в режимі "реального часу". Для цього слід використовувати роботизовані тахеометри, електронні датчики нахилу, акселерометри, гідростатичні системи з електронними п'єзометрами тощо та відповідне програмне забезпечення, яке миттєво генерує сигнал "тривога" у разі виникнення понаднормативних деформацій.

**4.7** У процесі вимірювання деформацій основ фундаментів повинні бути визначені (окремо або спільно) величини:

- вертикальних переміщень (осідань, просідань, підйомів);
- горизонтальних переміщень (зсувів);
- кренів.

**4.8** Спостереження за деформаціями основ фундаментів виконують в наступній послідовності:

- розробляють програму вимірювань;
- вибирають конструкції, місця розташування та установки вихідних геодезичних знаків висотної і планової основи;
- здійснюють висотну і планову прив'язку встановлених вихідних геодезичних знаків;
- встановлюють деформаційні марки на будинках і спорудах;
- проводять інструментальні вимірювання величин вертикальних і горизонтальних переміщень та кренів;
- обробляють та аналізують результати вимірів.

**4.9** Метод вимірювання вертикальних і горизонтальних переміщень і визначення крену фундаментів встановлюють програмою вимірювань деформацій в залежності від необхідної точності вимірювання, конструктивних особливостей фундаментів, інженерно-геологічних та гідрогеологічних властивостей ґрунтів основи, можливості застосування та економічної доцільності методу в даних умовах.

**4.10** Клас точності вимірювання вертикальних і горизонтальних переміщень фундаментів будинків і споруд та значення допустимої похибки вимірювань наведені у розділі 8.

**4.11** При виконанні інженерно-геодезичних робіт з вимірювань деформацій будівель, споруд у період будівництва та експлуатації (у тому числі в районах розвитку небезпечних природних і природно-техногенних процесів) з виявленням причин недопустимих осідань керуються вимогами ДБН А.2.1-1 та чинних нормативних документів України.

**4.12** Деформації основ фундаментів будинків і споруд, що будуються, не повинні перевищувати граничних значень, встановлених у відповідності з вимогами ДБН В.2.1-10.

**4.13** Деформації основ фундаментів будинків і споруд, що будуються на підроблюваних територіях і просідаючих ґрунтах, не повинні перевищувати граничних значень, встановлених у ДБН В.1.1-5.

**4.14** Додаткові деформації основ фундаментів будинків і споруд, що перебувають в експлуатації, не повинні перевищувати граничних значень, встановлених у ВСН 490 [1].

**4.15** Допустимі додаткові деформації основ фундаментів житлових будинків при реконструкції і капітальному ремонті встановлюються з урахуванням компенсаційних заходів, встановлених у відповідності з вимогами ДБН В.3.2-2.

## 5 ЗАСОБИ ВИМІРЮВАННЯ ТА МАТЕРІАЛИ

Нижче наведено перелік засобів вимірювання, які необхідні для визначення деформацій ґрунтів основи будинків і споруд:

- точні нівеліри (типу Н-3 згідно з ГОСТ 10528) та рівноточні електронні нівеліри згідно з чинними нормативними документами;
- високоточні нівеліри (типу Н-05 згідно з ГОСТ 10528) та рівноточні електронні нівеліри згідно з чинними нормативними документами;
- точні теодоліти (типу Т-2, Т-5 з накладними циліндричними рівнями згідно з ГОСТ 10529) та рівноточні їм електронні теодоліти згідно з чинними нормативними документами;
- високоточні теодоліти (типу Т-0,5, Т-1 з накладними циліндричними рівнями згідно з ГОСТ 10529) та рівноточні їм електронні теодоліти згідно з чинними нормативними документами;
- точні електронні тахеометри (середня квадратична похибка, далі СКП, вимірювання горизонтального кута не гірше ніж 5", СКП вимірювання похилої відстані не гірше ніж  $(5 + 3 \cdot 10^{-6}D)$ , мм ( $D$  – відстань від приладу до точки вимірювання, мм);
- високоточні електронні тахеометри, СКП вимірювання кута не гірше ніж 1", СКП вимірювання похилої відстані не гірше ніж  $(2 + 2 \cdot 10^{-6}D)$ , мм;
- рейки нівелірні (типу РН-05 або рівноточні) одnobічні штрихові (кодові) з інварною смугою та рівнем згідно з чинними нормативними документами;

- рейки нівелірні (типу РН-3 або рівноточні) двобічні шашкові (кодові) згідно з чинними нормативними документами;

- обладнання для супутникових систем визначення координат – одно- та/або двочастотні приймачі (базовий та роверний), антени, програмне забезпечення;

- трищитоміри;

- обладнання для гідростатичного нівелювання: переносний шланговий прилад або стаціонарна гідростатична система;

- різноманітні датчики деформацій, які використовують як в автоматичних системах моніторингу, так і при ручних вимірюваннях (екстензометри, інклінометри, датчики тиску або рівня рідини, тензодатчики, акселерометри);

- прямий та зворотній висок;

- матеріали та обладнання для виготовлення та встановлення реперів, знаків, маяків, марок.

Засоби вимірювальної техніки (прилади, що використовуються при спостереженнях за деформаціями) повинні бути сертифіковані в Україні, повірені та мати метрологічну атестацію відповідно до ДСТУ 2708 та ДСТУ 3215-95.

## **6 МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ**

### **6.1 Методи вимірювання вертикальних переміщень**

#### **6.1.1 Підготовка до вимірювання**

**6.1.1.1** Перед початком вимірювання вертикальних переміщень основ фундаментів встановлюють:

- репери – вихідні геодезичні знаки висотної основи;

- деформаційні марки – контрольні геодезичні знаки, що розташовують на будинках і спорудах, для яких визначаються вертикальні переміщення.

**6.1.1.2** У залежності від точності вимірювання встановлюють репери наступних типів:

- для I та II класів точності вимірювань – глибинні репери, основи яких закладають в скельні, напівскельні або інші ґрунти, які практично не ущільнюються та не володіють особливими властивостями;

- для III і IV класів точності вимірювань – ґрунтові репери, основи яких закладають нижче глибини сезонного промерзання або переміщення ґрунту; стінні репери, що встановлюють на несучих конструкціях будинків і споруд, осідання фундаментів яких практично стабілізувалося.

За наявності на будівельному майданчику набивних, ін'єкційних, забивних та інших паль, що верхнім кінцем виступають на поверхню, допускається використовувати їх як ґрунтові репери із відповідним оформленням верхньої частини палі.

**6.1.1.3** У відповідності з ДБН В.2.1-10 та ДБН В.1.1-24 складні інженерно-геологічні умови ділянки будівництва обумовлюються наявністю особливих умов території та ґрунтів з особливими властивостями в основі будівель та споруд, а також впливами на основи та фундаменти при особливих впливах, умовах та навантаженнях. Ґрунти з особливими властивостями: просідаючі, набрякливі, елювіальні, засолені, насипні, намівні, здимальні, водонасичені, біогенні ґрунти та мули. Особливі умови території: підземні виробки, сейсмічні райони, закарстовані, зсувонебезпечні, затоплювані та підтоплювані території, на яких відбуваються процеси ерозії та розмиву берегів водогонів та водойм, абразійні руйнування морських берегів, суфозії, селеві потоки, снігові лавини, обвали та їх поєднання. Додаткові деформації, що виникають при будівництві в складних інженерно-геологічних умовах, в особливих умовах території викликають додаткові навантаження на будівлі та споруди.

**6.1.1.4** В особливих ґрунтових умовах установлюють наступні репери:

- у насипних неоднорідних за складом ґрунтах, процес ущільнення яких не закінчений, застосовують репери, що анкерують або забивають в ґрунти на глибину не менше ніж 1,5 м нижче насипної товщі та захищають їх колодязями для запобігання від змерзання з навколишнім ґрунтом;

- у просідаючих ґрунтах закладають нижній кінець репера в підстилаючі ґрунти, на глибину не менше ніж 1,0 м у піщані або не менше ніж 2,0 м у глинисті ґрунти, а також не менше ніж 5,0 м при товщині шару просідаючого ґрунту понад 10 м;

- у заторфованих ґрунтах застосовують забивні палі, що занурюють до щільних ґрунтів, які мало деформуються;

- у набрякливих ґрунтах закладають нижній кінець репера на глибину не менше ніж 1,0 м нижче підшви залягання ґрунтів, що набухають. При значній товщині шару набрякливого ґрунту башмак репера повинен бути розміщений на глибині, де природний тиск перевищує тиск набрякання.

**6.1.1.5** Кількість реперів повинна бути не менше трьох.

**6.1.1.6** Репери розміщують:

- осторонь від проїздів, підземних комунікацій, складських та інших територій, де є можливим руйнування або зміна положення репера;

- поза зоною поширення тиску від будинку або споруди;

- поза межами впливу явищ осідання, зсувних схилів, нестабілізованих насипів, торф'яних боліт, підземних виробок, карстових утворень та інших несприятливих інженерно-геологічних і гідрогеологічних умов;

- на відстані від будинку (споруди) не менше ніж потрібна товщина шару просідаючого ґрунту;

- на відстані, яка виключає вплив вібрації від транспортних засобів, машин, механізмів;

- у місцях, де протягом усього періоду спостережень є можливим безперешкодний і зручний підхід до реперів для установки геодезичних інструментів.

Конкретне місце розташування та конструкцію реперів визначає організація, яка виконує вимірювання, за узгодженням із проектною, будівельною або експлуатуючою організацією, а також з відповідними службами, що мають у даному районі підземне господарство (кабельні, водопровідні, каналізаційні та інші інженерні мережі).

Вимірювання повинні виконуватись не раніше 10 днів після закладання знаків.

**6.1.1.7** Після установки репера на нього передають позначку висоти від найближчих пунктів державної або місцевої опорної висотної геодезичної мережі (не менше ніж від трьох вихідних пунктів – основний та два контрольних). При значному (більше ніж 2 км) віддаленні пунктів геодезичної мережі від установлених реперів допускається прив'язка до одного пункту ГНСС.

**6.1.1.8** На кожному репері повинні бути позначені найменування організації, що встановила його, і порядковий номер знака.

Установлені репери необхідно здати на зберігання будівельній або експлуатуючій організаціям згідно з актом.

**6.1.1.9** У процесі вимірювання вертикальних деформацій контролюють стійкість вихідних реперів для кожного циклу спостережень.

**6.1.1.10** Деформаційні марки для визначення вертикальних переміщень встановлюють в нижній частині несучих конструкцій по всьому периметру будинку (споруди), всередині його, у тому числі на кутах, на стиках будівельних блоків, по обох сторонах осадових або температурних швів, у місцях примикання поздовжніх і поперечних стін, на поперечних стінах у місцях перетину їх з поздовжньою віссю, на несучих колонах, навколо зон з великими динамічними навантаженнями, на ділянках із несприятливими геологічними умовами (додаток В).

Місця конкретного розташування деформаційних марок на будинках і спорудах, а також конструкцію марок визначає організація, яка виконує вимірювання, за узгодженням із проектною, будівельною або експлуатуючою організацією, з урахуванням конструктивних особливостей (форми, розмірів, жорсткості) фундаментів будинку або споруди, статичних та динамічних навантажень на окремі їх частини, очікуваної величини осідання та його нерівномірності, інженерно-геологічних і гідрогеологічних умов будівельного майданчика, особливостей експлуатації будинку або споруди, забезпечення найбільш сприятливих умов проведення робіт з вимірювання переміщень.

### 6.1.2 Проведення вимірювання

**6.1.2.1** Вертикальні переміщення основи фундаменту вимірюють одним з наступних методів або їх комбінуванням: геометричним, тригонометричним або гідростатичним нівелюванням, фотограмметрією.

Окремі методи вимірювання вертикальних переміщень приймають в залежності від класів точності вимірювання, доцільних для даного методу: метод геометричного нівелювання – I-IV класи; метод тригонометричного нівелювання – II-IV класи; метод гідростатичного нівелювання – I-IV класи; метод фотограмметрії – II-IV класи.

### 6.1.3 Метод геометричного нівелювання

**6.1.3.1** Геометричне нівелювання застосовують в якості основного методу вимірювання вертикальних переміщень.

**6.1.3.2** Основні технічні характеристики та допуски для геометричного нівелювання приймають відповідно до таблиці 6.1.

**Таблиця 6.1**

Умови геометричного нівелювання		Основні технічні характеристики та допуски для геометричного нівелювання класів			
		I	II	III	IV
Застосовувані нівеліри		високоточні		точні	
Застосовувані рейки		однобічні штрихові з інварною смугою та двома шкалами		двобічні шашкові	
Візорний промінь	Довжина, м, не більше ніж	25	40	50	100
	Висота над перешкодою, м, не менше ніж	1,0	0,8	0,5	0,3
Нерівність плечей (відстань від нівеліру до рейок) на станції, м, не більше ніж		0,2	0,4	1,0	3,0
Накопичення нерівностей плечей у замкнутому ході, м, не більше ніж		1,0	2,0	5,0	10,0
Допустима нев'язка у замкнутому ході, мм ( $n$ – кількість станцій)		$\pm 0,15\sqrt{n}$	$\pm 0,5\sqrt{n}$	$\pm 1,5\sqrt{n}$	$\pm 5\sqrt{n}$

Метод проведення робіт приймають для нівелювання класів:

I – подвійним горизонтом, методом суміщення, у прямому та зворотному напрямках незалежно від замикання ходу;

II – одним горизонтом, методом суміщення у прямому та зворотному напрямках незалежно від замикання ходу;

III – одним горизонтом, методом наведення, замкнутий хід;

IV – одним горизонтом, методом наведення.

**6.1.3.3** При нівелюванні I та II класів необхідно вимірювати температуру повітря через дві станції, при нівелюванні III та IV класів – перед початком та після закінчення вимірювань.

**6.1.3.4** При вимірюваннях в умовах будівельного майданчика або всередині будівель не завжди існує можливість контролювати нерівність плечей (відстань до рейок), тому в подібних умовах слід застосовувати метод "короткого променя" – відстань до рейок не повинна перевищувати 25 м.

### 6.1.4 Метод тригонометричного нівелювання

**6.1.4.1** Тригонометричне нівелювання застосовують при вимірюванні вертикальних переміщень фундаментів в умовах різких перепадів висот (великих насипів, глибоких котлованів, косогорів тощо).

**6.1.4.2** Вимірювання вертикальних переміщень методом тригонометричного нівелювання виконують короткими візирними променями (до 60 м), точними та високоточними теодолітами з накладними циліндричними рівнями.

**6.1.4.3** Допустимі похибки вимірювань відстаней і вертикальних кутів у залежності від вибраного класу точності вимірювань для тригонометричного нівелювання наведені у таблиці 8.3.

#### **6.1.5 Метод гідростатичного нівелювання**

**6.1.5.1** Гідростатичне нівелювання (переносним шланговим приладом або стаціонарною гідростатичною системою, яку встановлюють за периметром фундаментів) застосовують для вимірювань відносних вертикальних переміщень великої кількості точок, важкодоступних для вимірювання іншими методами, а також у випадках, коли немає прямої видимості між марками або коли на місці виконання вимірювальних робіт за умовами техніки безпеки неможливо перебувати людям.

**6.1.5.2** Не допускається проводити вимірювання вертикальних переміщень методом гідростатичного нівелювання для будинків або споруд, які знаходяться під дією динамічних навантажень та впливів.

#### **6.1.6 Метод фотограмметрії, лазерного сканування та застосування автоматизованих систем**

**6.1.6.1** Фотограмметричний метод, метод лазерного сканування та автоматизовані системи застосовують для вимірювань деформацій при необмеженій кількості спостережуваних марок, які встановлені у важкодоступних для вимірювання місцях функціонуючих будинків і споруд.

**6.1.6.2** Фотограмметричний (стереофотограмметричний) метод, метод лазерного сканування та автоматизовані системи вимірювань деформацій описані в 6.4 – 6.6.

### **6.2 Методи вимірювання горизонтальних переміщень**

#### **6.2.1 Підготовка до вимірювання**

**6.2.1.1** Перед початком вимірювання горизонтальних переміщень фундаментів або будинку (споруди) у цілому встановлюють геодезичну розмічувальну мережу згідно з ДБН В.1.3-2:

- опорні знаки у вигляді нерухливих у горизонтальній площині стовпів, що мають центрувальні пристрої у верхній частини знаків, для встановлення геодезичного інструменту; допускається використовувати в якості опорних знаків зворотні виски та репери;

- деформаційні марки, що розташовують безпосередньо на зовнішніх і внутрішніх частинах будинків або споруд;

- орієнтирні знаки у вигляді нерухливих у горизонтальній площині стовпів; допускається використовувати у якості орієнтирних знаків пункти тріангуляції або зручні для візування точки будинків і споруд.

**6.2.1.2** Стабільність пунктів опорної мережі при вимірюваннях горизонтальних переміщень слід контролювати для кожного циклу спостережень.

#### **6.2.2 Проведення вимірювання**

**6.2.2.1** Горизонтальні переміщення фундаментів будинків і споруд вимірюють одним з наступних методів або їх комбінуванням: спостережень по створах; окремих напрямків; тріангуляції; фотограмметрії. Допускається застосування методів трилатерації та полігонометрії.

Окремі методи вимірювання горизонтальних переміщень приймають в залежності від класів точності вимірювань, доцільних для даного методу: метод спостережень по створах – I-III класи; метод окремих напрямків – I-III класи; метод тріангуляції – I-IV класи; метод фотограмметрії – II-IV класи; метод трилатерації – II-IV класи; метод полігонометрії – III-IV класи.

### 6.2.3 Метод спостережень по створах

**6.2.3.1** Метод спостережень по створах при вимірюванні горизонтальних переміщень фундаментів застосовують у випадку прямолінійності будинку (споруди) або його частини та за можливості забезпечення стійкості кінцевих опорних знаків створу.

**6.2.3.2** Відхилення деформаційної марки від заданого створу в часі вимірюють способами: рухомої візирної цілі; вимірювання малих (паралактичних) кутів при нерухомій візирній цілі.

**6.2.3.3** Спосіб рухомої візирної цілі застосовують для безпосереднього вимірювання відхилення деформаційної марки від створу в лінійних величинах.

Візування на рухливу візирну ціль, що строго центрована на марці, здійснюють точними та високоточними теодолітами з накладними рівнями.

При використанні в якості візирної лінії променя лазера роль рухливої візирної цілі здійснює приймач світла з відліковим пристосуванням.

**6.2.3.4** Вимірювання способом рухливої візирної цілі проводять при двох колах теодоліта в прямому та зворотному напрямках, при цьому кількість прийомів вимірювань повинна бути не менше ніж 5. Розбіжності між окремими прийомами не мають перевищувати 1,0 мм.

Відлік положення рухливої візирної цілі за мікрометром теодоліта виконують не менше 3 разів, а розбіжності у відліках мікрометра візирної цілі не повинні перевищувати 0,3 мм.

**6.2.3.5** Для визначення відхилення деформаційної марки від створу при способі вимірювання малих (паралактичних) кутів вимірюють відстані від пункту розташування інструмента до марок.

Вимірювання кута відхилення марки від створу проводять точним або високоточним теодолітом з окулярним або оптичним мікрометром.

**6.2.3.6** Кількість прийомів і допустимі середні квадратичні похибки вимірювань малих кутів при вимірюваннях способом рухомої візирної цілі наведені у таблиці 8.4.

**6.2.3.7** При вимірюваннях малих кутів окулярним мікрометром теодоліта розбіжності не повинні перевищувати:

- між трьома наведеннями в напівприйомах, а також між значеннями одного й того ж кута, виведеного з напівприймів, – 1,5 поділки окулярного мікрометра;
- між значеннями одного й того ж кута з різних прийомів у прямому та зворотному ходах – однієї поділки окулярного мікрометра.

**6.2.3.8** При вимірюванні малих кутів оптичним мікрометром теодоліта розбіжності не повинні перевищувати:

- між значеннями одного й того ж кута, виведеного з напівприймів, – 3,0";
- між значеннями одного й того ж кута з різних прийомів у прямому та зворотному ходах – 1,5".

### 6.2.4 Метод окремих напрямків

**6.2.4.1** Метод окремих напрямків застосовують для вимірювання горизонтальних переміщень будинків і споруд за неможливості закріпити створ або забезпечити стійкість кінцевих опорних знаків створу.

**6.2.4.2** Для вимірювання горизонтальних переміщень методом окремих напрямків необхідно встановити не менше трьох опорних знаків, що утворюють трикутник з кутами не менше ніж 30°.

**6.2.4.3** Величина горизонтального переміщення деформаційної марки з кожного опорного знака обчислюється за формулою:

$$q = \Delta \alpha \cdot L / \rho, \text{ мм}, \quad (1)$$

де  $L$  – відстань від опорного знака до марки, мм;  
 $\Delta \alpha''$  – зміна напрямку між орієнтирним знаком та маркою;  
 $\rho = 206\,265''$ .

Величину та напрямок горизонтального переміщення кожної марки допускається визначати графічно.

У випадку розбіжності напрямку вектора горизонтального переміщення з напрямком сили, що діє на фундамент будинку (споруди), величину горизонтального переміщення деформаційної марки по напрямку сили одержують як проекцію вектора на напрямок сили.

**6.2.4.4** При вимірюванні переміщень методом окремих напрямків застосовують високоточні теодоліти. Необхідна кількість кругових прийомів і відповідні допустимі похибки вимірювань наведені у таблиці 8.5.

**6.2.4.5** При вимірюванні переміщень методом окремих напрямків із застосуванням електронних тахеометрів величина та напрямок вектора горизонтального переміщення  $q$  дорівнює сумі квадратів приростів координат в початковому та поточних циклах вимірювань.

Для методу окремих напрямків із застосуванням електронних тахеометрів допускається приймати умовну систему координат. При цьому потрібно намагатися, щоб координатні осі були паралельні головним ортогональним осям будівлі чи споруди.

### **6.2.5 Метод тріангуляції**

**6.2.5.1** Метод тріангуляції застосовують для вимірювання горизонтальних переміщень фундаментів будинків і споруд, що будуються в пересіченій або гірській місцевості, а також за неможливості забезпечення стійкості кінцевих опорних знаків створу.

**6.2.5.2** Величину та напрямок горизонтального переміщення фундаментів (або їх частини) визначають за зміною координат деформаційних марок у проміжок часу між циклами спостережень.

**6.2.5.3** Для методу тріангуляції допускається приймати умовну систему координат. При цьому потрібно намагатися, щоб координатні осі були паралельні головним ортогональним осям будівлі чи споруди.

**6.2.5.4** Допустимі похибки вимірювань горизонтальних кутів при застосуванні методу тріангуляції наведені у таблиці 8.6.

### **6.2.6 Метод трилатерації**

**6.2.6.1** Метод трилатерації застосовують в умовах, несприятливих для кутових вимірів.

**6.2.6.2** Визначають планове положення точок, які є вершинами побудованих на місцевості суміжно розташованих трикутників, у яких вимірюють всі сторони, а координати вершин і горизонтальні кути між сторонами визначають за допомогою обчислень.

### **6.2.7 Метод полігонометрії**

**6.2.7.1** Метод визначення планового положення точок шляхом вимірювання ліній і кутів полігонометричних ходів.

**6.2.7.2** Метод полігонометрії застосовують для вимірювання горизонтальних переміщень фундаментів будинків і споруд, що будуються в пересіченій або гірській місцевості за неможливості вимірювання всіх кутів або сторін суміжно розташованих трикутників.

### **6.2.8 Метод визначення координат за допомогою супутникових систем**

**6.2.8.1** Метод визначення координат за допомогою супутникових систем застосовують для вимірювання горизонтальних переміщень фундаментів або елементів великомасштабних будинків і споруд, або за неможливості забезпечення стійкості опорних знаків в межах прямої видимості від деформаційних марок, або коли попередній розрахунок точності визначення координат або переміщень деформаційних марок методами класичної геодезії не задовольняє вимогам технічного завдання. Величина та напрямок вектора горизонтального переміщення  $q$  визначається із суми квадратів приростів координат в початковому та поточних циклах вимірювань.

**6.2.8.2** Метод визначення координат за допомогою супутникових систем застосовують для моніторингу висотних (понад 100 м) та надвисотних (понад 300 м) будівель та споруд. Такі будівлі та споруди є динамічними, тобто такими, що постійно змінюють положення у просторі під впливом температурних деформацій та вітрового навантаження.



**6.2.8.3** При визначенні координат за допомогою супутникових систем дотримуються наступних вимог:

- мережу опорних знаків проектують так, щоб деформаційні марки знаходилися всередині фігури, окресленої векторами між опорними знаками;
- на стоянках забезпечують відсутність перешкод для розповсюдження сигналу супутника по всьому горизонту (кут місця  $\alpha > (15^\circ - 20^\circ)$ );
- слідкують за відсутністю відбиваючих сигнал поверхонь (металеві споруди, водні поверхні, огорожі) та відсутністю джерел електромагнітних перешкод (передавальні антени, висовольтні лінії електропередач).

### **6.2.9 Метод фотограмметрії, лазерного сканування та застосування автоматизованих систем**

**6.2.9.1** Фотограмметричний метод, метод лазерного сканування та автоматизовані системи застосовують для вимірювань деформацій при необмеженій кількості спостережуваних марок, які встановлені у важкодоступних для вимірювання місцях функціонуючих будинків і споруд.

**6.2.9.2** Фотограмметричний (стереофотограмметричний) метод, метод лазерного сканування та автоматизовані системи вимірювань деформацій описані в 6.4 – 6.6.

## **6.3 Методи вимірювання кренів**

### **6.3.1 Підготовка до вимірювання**

**6.3.1.1** Підготовку до вимірювання кренів проводять згідно з 6.2.1.1 та 6.2.1.2.

**6.3.1.2** Крен фундаментів (або будинку, споруди в цілому) вимірюють одним з наступних методів або їх комбінуванням: проекційний; координування; вимірювання кутів або напрямків; фотограмметрії; механічними способами із застосуванням кренометрів, прямих і зворотних висків, за допомогою інклінометрів.

### **6.3.2 Проведення вимірювання**

**6.3.2.1** При вимірюванні кренів фундаментів (будинку, споруди в цілому) проекційним методом застосовують теодоліти з накладним рівнем або прилади вертикального проекціювання.

Проекціювання верхньої деформаційної марки вниз і відлік за палеткою (рейкою) виконують при двох положеннях візирної труби оптичного інструменту не менше ніж трьома прийомами.

Величину крену визначають за різницею відліків, що віднесена до висоти будинку (споруди) у двох циклах спостережень.

**6.3.2.2** При вимірюванні кренів методом координування встановлюють не менше ніж два опорних знаки для утворення базису, з кінців якого визначають координати верхньої та нижньої точок будинку (споруди).

У випадку, якщо з кінців базису не видно основи будинку (споруди), необхідно способом засічок вирахувати координати верхньої точки будинку (споруди), а координати основи визначити, використовуючи хід полігонометрії, що прокладений від пунктів базису і має не більше двох сторін.

**6.3.2.3** Для вимірювання крену будинків і споруд складної геометричної форми використовують метод вимірювання горизонтальних напрямків (за методикою, наведеною в 6.2.4.1 – 6.2.4.4) з двох постійно закріплених опорних знаків, розташованих на взаємно перпендикулярних напрямках (по відношенню до будинку, споруди).

Величину крену (у кутовому вимірюванні) визначають за лінійною величиною переміщення, що віднесена до висоти деформаційної марки над підшвою фундаменту.

**6.3.2.4** Фотограмметричний метод вимірювання кренів описаний в 6.4.

**6.3.2.5** Для вимірювання кренів фундаментів під машини та агрегати в промислових будинках і спорудах застосовують переносні або стаціонарні кренометри, які дозволяють визначити нахил у градусній або відносній мірі.

**6.3.2.6** Вимірювання крену гідротехнічних споруд проводять за допомогою прямих та зворотних висків, що мають відлікові пристрої, або приладом для вертикального проєкціювання.

**6.3.2.7** Граничні похибки вимірювань крену в залежності від висоти  $H$  спостережуваного будинку (споруди) наведені у 8.6.

#### **6.4 Фотограмметричний метод вимірювання горизонтальних і вертикальних переміщень та кренів**

**6.4.1** Фотограмметричний (стереофотограмметричний) метод застосовують для вимірювання осідань, переміщень, кренів та інших деформацій при необмеженій кількості спостережуваних марок, які встановлені у важкодоступних для вимірювання місцях функціонуючих будинків і споруд.

**6.4.2** Для вимірювання деформацій стереофотограмметричним методом одночасно за трьома координатними осями  $X$ ,  $Y$  та  $Z$  виконують фототеодолітну зйомку (фотографування) з двох опорних знаків, які є кінцями базису фотографування, не змінюючи місця розташування і орієнтування фототеодоліта в різних циклах спостережень.

При цьому використовують нормальний спосіб зйомки. Допускається застосовувати рівномірно відхилений (для визначення деформацій будинків і споруд великої довжини) та конвергентний (для визначення загального нахилу високих будинків і споруд) способи зйомок.

**6.4.3** Довжину базису фотографування приймають в межах від  $1/5$  до  $1/10$  відстані від фототеодоліта до спостережуваного об'єкта.

Гранична похибка вимірювань довжини базису наведена у 8.7.

**6.4.4** Для фотограмметричного вимірювання в одній вертикальній площині ( $XZ$ ) фототеодолітну зйомку проводять з одного опорного знака в різних циклах спостережень.

**6.4.5** Величини сумарних деформацій, що виникли за відповідний період спостережень, визначають за різницею координат, отриманих за даними початкового та поточного циклів спостережень.

#### **6.5 Метод вимірювання горизонтальних і вертикальних переміщень та кренів лазерним скануванням**

**6.5.1** Наземне лазерне сканування забезпечує можливість оперативного контролю польових вимірювань протягом тривалого періоду, значно менші витрати часу та матеріальні витрати на обробку їх результатів, отримання тривимірної моделі об'єкта з більш високою точністю на основі безпосередньо вимірюваних величин.

**6.5.2** Лазерний сканер забезпечує поворот лазерного променя (за допомогою якого і визначається положення кожної точки в просторі) на  $360$  град. в горизонтальній площині і на  $270$  град. у вертикальній.

**6.5.3** Метод забезпечує найвищу ступінь автоматизації вимірювань, комп'ютеризацію всіх етапів робіт.

**6.5.4** Кінцевим результатом робіт із сканування, в залежності від поставлених завдань, може бути просторовий растр точок або повноцінна тривимірна модель об'єкта.

#### **6.6 Метод вимірювання горизонтальних і вертикальних переміщень та кренів із застосуванням автоматизованих систем геодезичного моніторингу**

**6.6.1** Автоматизовані системи геодезичного моніторингу з використанням світловідбивальних призм або без їх використання застосовують для безперервних вимірювань осідань, переміщень, кренів та інших деформацій при необмеженій кількості спостережуваних марок, які встановлені у важкодоступних для вимірювання місцях будинків і споруд без освітлення (автоматична геодезична зйомка в будь-який час доби).

**6.6.2** Для вимірювання деформацій застосовують автоматизований модуль, призначення якого полягає в управлінні різними типами тахеометрів. Вимірювання проводяться автоматично в режимі реального часу в трьохкоординатній системі, при цьому використовуються дані по кутах

та відстані до призми-відбивача. Для виконання вимірювань використовуються призми-відбивачі, які в залежності від призначення називають деформаційними або опорними призмами.

**6.6.3** Геодезичні вимірювання виконуються на спеціальні оптичні призми (призми відбивання) і після автоматичного збору і обробки даних результати вимірювань передаються в базу даних для накопичення та візуалізації в режимі реального часу через відповідне програмне забезпечення.

**6.6.4** Опорні призми використовуються автоматизованою системою для визначення власного місцеположення приладу, який може бути встановлено в зоні деформацій.

**6.6.5** Цикл вимірювання автоматизованою системою – це виконання прийому вимірювань кутів та ліній на задані точки (опорні, деформаційні призми та точки на поверхні, що вимірюються в безвідбивному режимі).

**6.6.6** Результатом вимірювань кожного циклу є просторове положення точок спостереження в тривимірній системі координат (X, Y, Z), яке розраховується за допомогою зворотної лінійно-кутової засічки, та врівноваження методом найменших квадратів параметричним способом.

**6.6.7** За допомогою автоматизованих систем вимірювань, контролю і обробки результатів в режимі реального часу, що складаються з високоточного тахеометра та засобів управління і зв'язку і спеціалізованого програмного забезпечення, виконується геодезичний моніторинг в автоматичному режимі.

**6.6.8** Автоматизовані системи дозволяють автоматично вимірювати моторизованим тахеометром кути та лінії, які в результаті обробки дають можливість визначити осідання (просідання) горизонтальних поверхонь (поверхня асфальтна, бетонна тощо) без необхідності встановлення наземних призми-відбивачів.

**6.6.9** Автоматизовані системи можуть бути представлені у вигляді кількох об'єднаних у вимірювальну мережу тахеометрів, що збільшує точність результатів вимірювань.

**6.6.10** Усі результати автоматизованих вимірювань за весь період спостережень або за окремий конкретний проміжок часу доступні для візуалізації та аналізу у графічній та табличній формі в режимі реального часу авторизованим інтернет-користувачам з використанням відповідного програмного забезпечення візуалізації даних вимірювань.

## **6.7 Методи спостереження за тріщинами**

**6.7.1** Систематичне спостереження за розвитком тріщин проводять з моменту їх появи у несучих конструкціях будинків і споруд для того, щоб з'ясувати характер деформацій і ступінь їх небезпеки для подальшої експлуатації об'єкта.

**6.7.2** При спостереженнях за розвитком тріщини по довжині її кінці періодично фіксують поперечними штрихами, нанесеними фарбою, поруч з якими проставляють дату огляду.

**6.7.3** При спостереженнях за розкриттям тріщин по ширині використовують вимірювальні або фіксуючі пристрої, які закріплюють з обох сторін тріщини: маяки, тріщиноміри, поруч з якими проставляють їх номери і дату установки.

**6.7.4** При ширині тріщини понад 1 мм вимірюють її глибину.

**6.7.5** При спостереженні за розкриттям тріщин необхідно:

- вести журнал вимірювань ширини розкриття тріщин і розвитку тріщин по довжині та глибині (за необхідності);
- виконувати періодичну фотофіксацію розвитку тріщин;
- встановлювати періодичність вимірювань в залежності від швидкості розвитку деформацій, сезону та зміни водно-кліматичних умов, особливо для здимальних ґрунтів, яким властиві явища усадки-набрякання.

## 7 ОБРОБКА РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАННЯ

**7.1** У процесі робіт з вимірювання деформацій основи фундаментів будинків і споруд виконують камеральну обробку отриманих результатів: перевірку польових журналів; вирівнювання геодезичних мереж; складання відомостей відміток і переміщень, напрямків (кутів), величин крену та переміщень деформаційних марок, установлених на будинках або спорудах, для кожного циклу спостережень; оцінку точності проведених вимірювань, включаючи порівняння отриманих похибок (або неув'язок) з допустимими для даного методу і класу точності вимірювань; графічне оформлення результатів вимірювання.

**7.2** За результатами вимірювань деформацій основи фундаментів складають технічний звіт, який повинен включати:

- пояснювальну записку;
- опис мети вимірювання деформацій на даному об'єкті;
- конструктивні особливості будинку (споруди) та його фундаментів;
- характеристики геологічної будови основи та фізико-механічних властивостей ґрунтів;
- геологічний розріз основи фундаменту;
- схему створеної опорної геодезичної мережі;
- схеми розташування, розміри та опис конструкцій встановлених реперів, опорних і орієнтирних знаків, деформаційних марок, пристроїв для вимірювання величин розвитку тріщин;
- план будинку або споруди із вказівкою місць розташування деформаційних марок;
- застосовану методику вимірювання;
- матеріали обчислень, порівняння та оцінки точності, каталоги координат та висот пунктів;
- таблицю переміщень деформаційних марок та ґрунтових реперів;
- графіків і епюр горизонтальних, вертикальних переміщень, кренів і розвитку тріщин у часі;
- перелік факторів, що сприяють виникненню деформацій;
- відомості про метрологічну атестацію засобів вимірювання;
- за необхідності, згідно з додатковими вимогами замовника видаються результати спостережень в тривимірній моделі;
- висновок за результатами спостережень.

## 8 ОЦІНКА ПОХИБКИ ВИМІРЮВАНЬ

**8.1** Попереднє визначення точності вимірювань вертикальних і горизонтальних деформацій виконують залежно від очікуваної величини переміщень, яка встановлюється проектом, відповідно до таблиці 8.1.

**Таблиця 8.1**

Розрахункова величина вертикальних або горизонтальних переміщень, передбачених проектом, мм	Допустима похибка при вимірюванні переміщень для періоду, мм			
	будівельного		експлуатаційного	
	ґрунти			
	піщані	глинисті	піщані	глинисті
До 50	1	1	1	2
Понад 50 до 100	2	1	1	2
Понад 100 до 250	5	2	1	2
Понад 250 до 500	10	5	2	5
Понад 500	15	10	5	10

На підставі визначеної згідно з таблицею 8.1 допустимої похибки встановлюють клас точності вимірювання вертикальних і горизонтальних переміщень фундаментів будинків і споруд відповідно до таблиці 8.2.

Таблиця 8.2

Клас точності вимірювань	Допустима похибка при вимірюванні переміщень, мм	
	вертикальних	горизонтальних
I	1	2
II	2	5
III	5	10
IV	10	15

За відсутності даних про розрахункові величини деформацій основи фундаменту клас точності вимірювання вертикальних і горизонтальних переміщень встановлюють:

I – для унікальних будинків і споруд та будинків і споруд, що тривалий період (більше ніж 50 років) знаходяться в експлуатації, а також зведених на скельних і напівскельних ґрунтах;

II – для будинків і споруд, розташованих на піщаних, глинистих й інших стискальних ґрунтах;

III – для будинків і споруд, розташованих на насипних, просідаючих, заторфованих та інших сильно стискальних ґрунтах;

IV – для земляних споруд.

**8.2** При вимірюваннях методом тригонометричного нівелювання допустимі похибки вимірювань відстаней і вертикальних кутів в залежності від обраного класу точності вимірювання не повинні перевищувати величин, наведених у таблиці 8.3.

Таблиця 8.3

Клас точності вимірювання	Допустимі похибки вимірювань			
	відстаней, мм, при значенні вертикальних кутів		вертикальних кутів при їх значеннях	
	до 10°	від 10° до 40°	до 10°	від 10° до 40°
II	7	1	2,5"	1,5"
III	15	3	5,0"	3,0"
IV	35	8	12,0"	10,0"

**8.3** При вимірюванні способом рухомої візирної цілі кількість прийомів і допустимі середні квадратичні похибки вимірювань малих кутів повинні відповідати наведеним у таблиці 8.4.

Таблиця 8.4

Відстань від опорного знака до марки, м	Допустима середня квадратична похибка вимірювань кута	Кількість прийомів для теодоліту, оснащеного:	
		оптичним мікрометром	окулярним мікрометром
100 та менше	2,0"	3	2
200	1,0"	6	4

**8.4** При вимірюванні переміщень методом окремих напрямків необхідна кількість кругових прийомів і відповідні похибки вимірювань не повинні перевищувати значень, наведених у таблиці 8.5.

Таблиця 8.5

Теодоліт	Необхідна кількість кругових прийомів	Допустимі похибки вимірювань			
		замикання горизонту	коливання напрямків в окремих прийомах	коливання подвійної колімаційної помилки у прийомі	середня квадратична похибка напрямку
Високоточний	9	3"	3"	10"	0,5"
Точний	12	4"	4"	10"	1,0"

8.5 При застосуванні методу триангуляції вимірювання горизонтальних кутів допускається виконувати з похибкою, що не перевищує наведену в таблиці 8.6.

Таблиця 8.6

Клас точності вимірювання	Допустима середня квадратична похибка вимірювань кутів для відстаней, м					
	50	100	150	200	500	1000
I	8"	4"	3"	2"	1"	—
II	20"	10"	7"	5"	2"	1"
III	40"	20"	14"	10"	4"	2"
IV	60"	30"	20"	15"	6"	3"

8.6 Граничні похибки вимірювань крену в залежності від висоти  $H$  спостережуваного будинку (споруди) не повинні перевищувати величин: для цивільних будинків і споруд –  $0,0001 H$ ; промислових будинків і споруд, димарів, доменних печей, щогл, веж тощо –  $0,0005 H$ ; фундаментів під машини та агрегати –  $0,00001 H$ .

8.7 При застосуванні фотограмметричного методу вимірювання горизонтальних і вертикальних переміщень та кренів похибка вимірювань довжини базису не повинна перевищувати 1 мм.

## 9 ВИМОГИ БЕЗПЕКИ

9.1 До самостійної роботи з польового вимірювання деформацій основ будинків і споруд допускаються особи не молодше 18 років, що пройшли медичну комісію, навчання та атестовані за правилами технічної безпеки, пожежної безпеки, електробезпеки та охорони праці.

9.2 Виконання вимірювань дозволяється за наявності відповідного до погодних умов спецодягу.

9.3 При виконанні польових вимірювань необхідно дотримуватись правил техніки безпеки згідно з НПАОП 74.2-1.01.

**ДОДАТОК А**  
**(обов'язковий)**

**ВИМОГИ ДО ПРОГРАМИ ПРОВЕДЕННЯ ВИМІРЮВАННЯ ДЕФОРМАЦІЙ ОСНОВ**  
**ФУНДАМЕНТІВ БУДИНКІВ І СПОРУД**

**А.1** У програмі проведення вимірювання деформацій основ фундаментів будинків і споруд повинні бути зазначені:

- мета проведення та завдання вимірювання;
- характеристики фундаментів будинків і споруд, а також їх конструктивні особливості;
- інженерно-геологічні та гідрогеологічні умови основи;
- розрахункові величини деформацій основи;
- встановлена циклічність проведення робіт з вимірювання деформацій;
- частини будинків або споруд, за якими необхідно вести спостереження;
- для будинків (споруд), що будуються – етапи виконання будівельних робіт, результати візуального огляду котловану та фундаментів;
- для експлуатованих будинків (споруд) – період експлуатації, результати огляду об'єкта, наявність тріщин і місця закладання маяків;
- відомості про наявність пунктів державної геодезичної мережі, а також знаків, установлених для цілей будівництва;
- дані про систему координат і позначок висоти;
- відомості про раніше виконані роботи з вимірювання деформацій і їх зв'язок з наступними роботами;
- опис місць закладки геодезичних знаків, обґрунтування вибору типу знаків;
- попередня схема вимірювальної мережі, розрахунок точності вимірювань деформацій;
- методи вимірювань та інструменти, що будуть застосовані;
- порядок обробки результатів вимірювання.

**А.2** У програмі повинна бути встановлена відповідальність проектної (науково-дослідної) організації за проект розміщення знаків; будівельної організації – за установку, схоронність та доступність знаків, які закладаються в будинку (споруді) і на будівельному майданчику; служби геодезії – за безпосередні вимірювання та первинну обробку результатів вимірювань; проектної (науково-дослідної) організації – за складання технічних звітів.

**А.3** Додатки до програми робіт складаються з: копії технічного завдання, виданого замовником; схеми проєктованих геодезичних мереж, креслень геодезичних знаків та іншої необхідної документації; календарного плану проведення робіт і подання замовникові звітних матеріалів; кошторису витрат на проведення вимірювальних робіт.

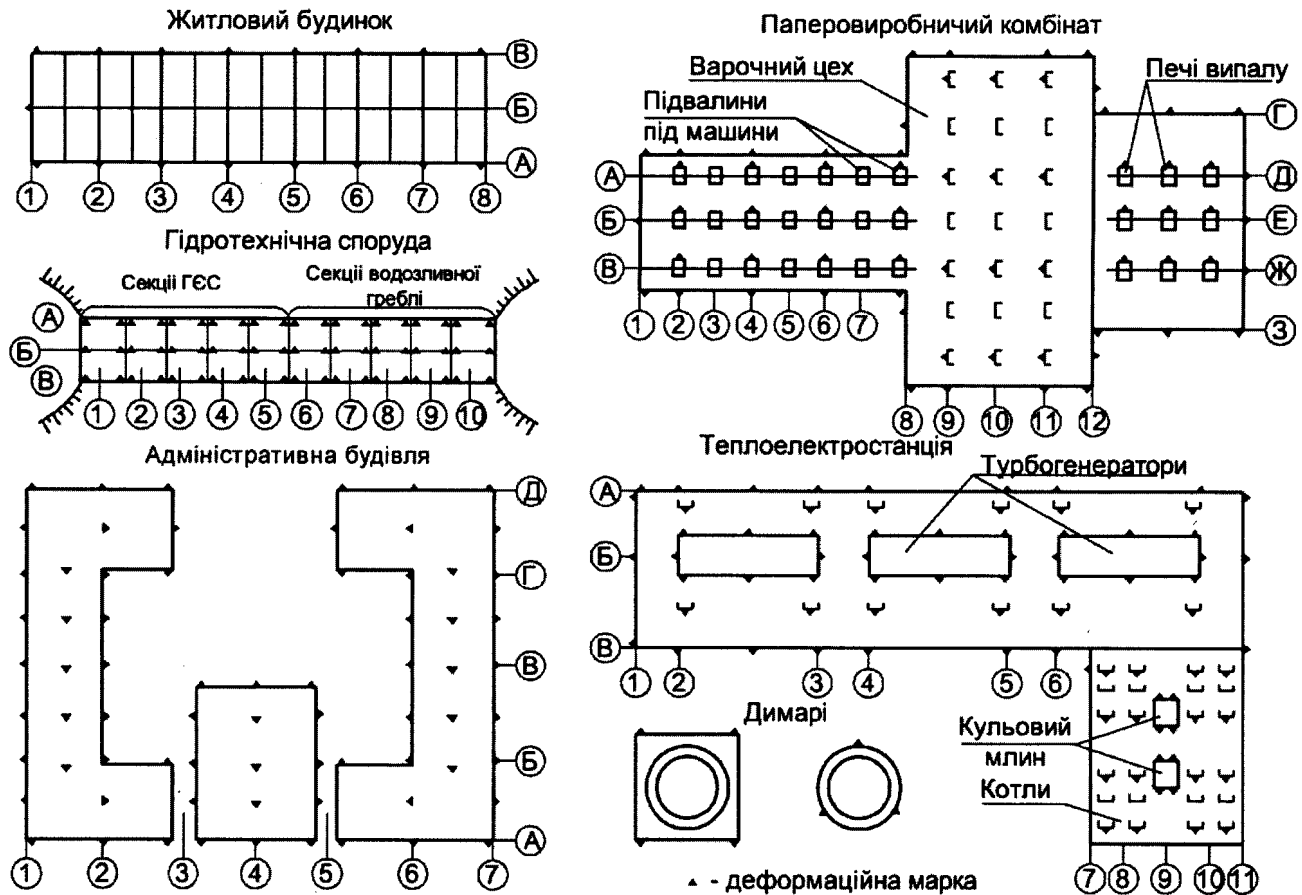




ДОДАТОК В  
(довідковий)

**ПРИКЛАДИ РОЗТАШУВАННЯ ДЕФОРМАЦІЙНИХ МАРОК НА БУДИНКАХ І СПОРУДАХ**

Приклади розташування деформаційних марок на будинках і спорудах наведений на рисунку В.1.



**Рисунок В.1** – Розташування деформаційних марок на будинках і спорудах



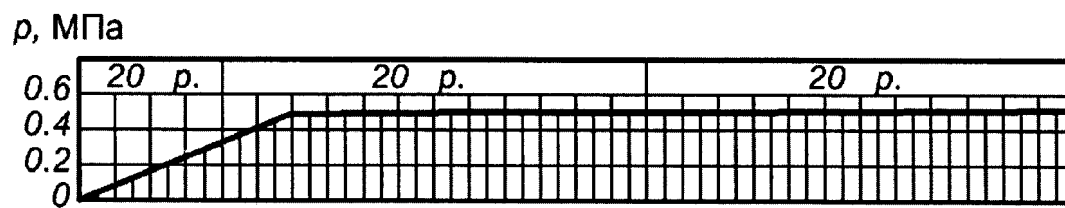


Рисунок Г.2 – Графік тиску на основу фундаменту

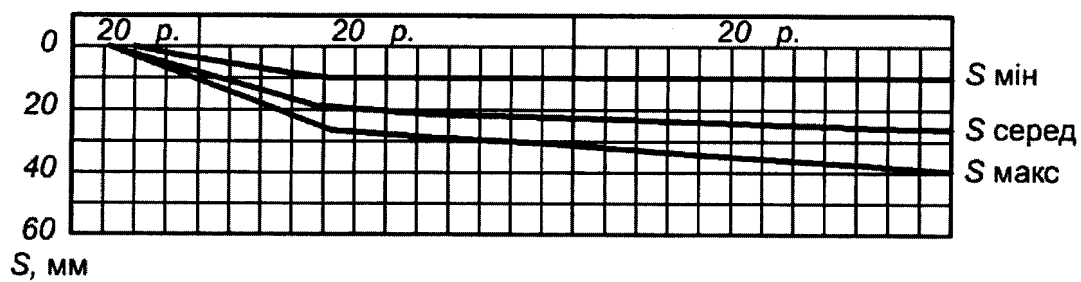


Рисунок Г.3 – Графік розвитку переміщень

ДОДАТОК Д  
(довідковий)

**ЗРАЗОК СХЕМИ РОЗТАШУВАННЯ ДЕФОРМАЦІЙНИХ МАРОК ТА ҐРУНТОВИХ РЕПЕРІВ**

Схема розташування деформаційних марок та ґрунтових реперів наведена на рисунку Д.1.

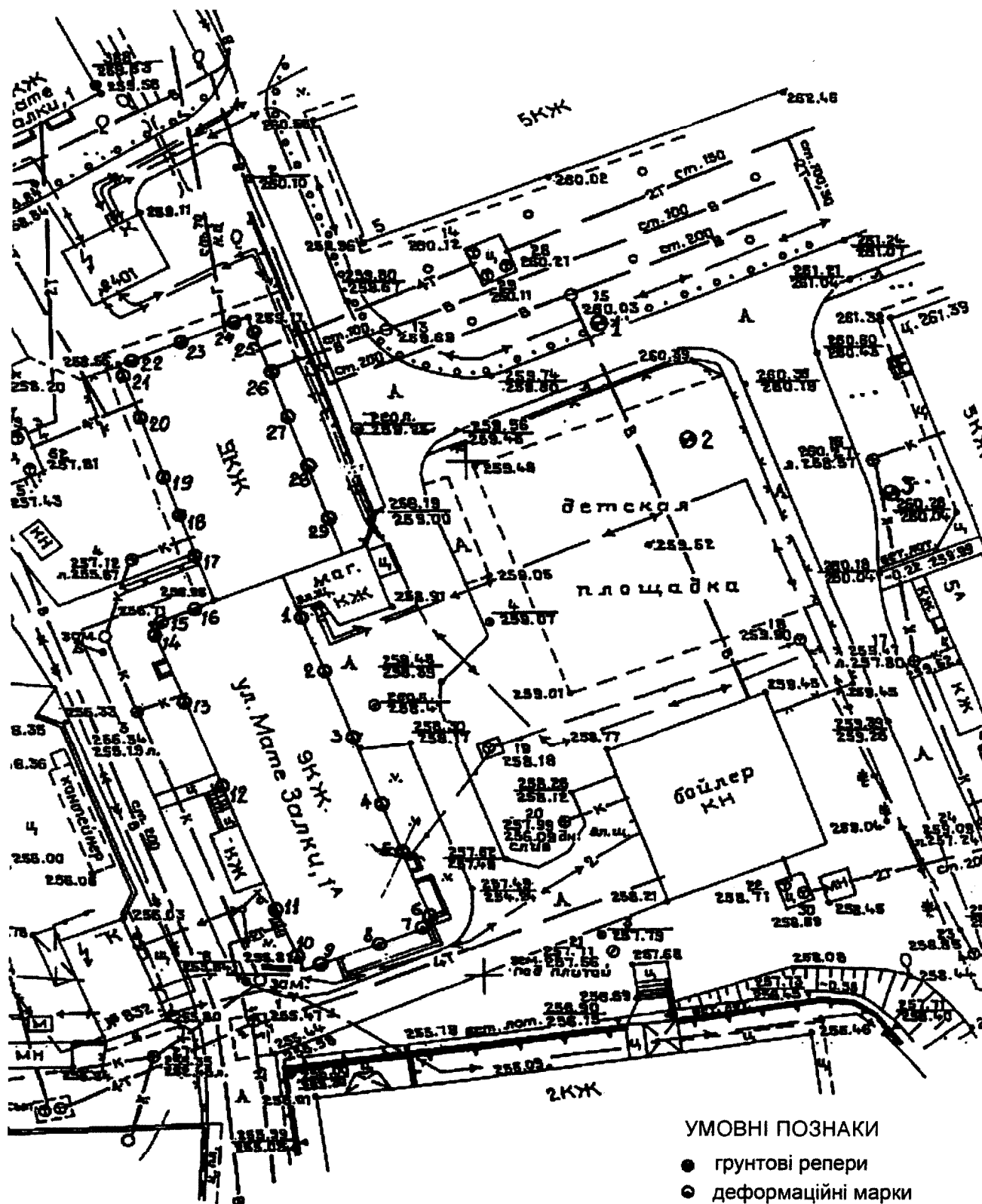


Рисунок Д.1 – Схема розташування деформаційних марок та ґрунтових реперів

ДОДАТОК Е  
(довідковий)

**ЗРАЗОК РОЗТАШУВАННЯ ДЕФОРМАЦІЙНИХ МАРОК НА ФАСАДІ БУДИНКУ**

Місця розташування деформаційних марок на фасаді будинку наведені на рисунку Е.1.



**Рисунок Е.1** – Місця розташування деформаційних марок на фасаді будинку

**ДОДАТОК Ж**  
**(довідковий)**

# ГОРИЗОНТАЛЬНІ ТА ВЕРТИКАЛЬНІ ПЕРЕМІЩЕННЯ ДЕФОРМАЦІЙНИХ МАРОК ТА ҐРУНТОВИХ РЕПЕРІВ

[illegible]

## Виконав

Посада, П.И.Б.

## Перевірів

Посада, П.И.Б.

**ДОДАТОК И**  
**(обов'язковий)**

**БІБЛІОГРАФІЯ**

1. ВСН 490-87 Проектирование и устройство свайных фундаментов и шпунтовых ограждений в условиях реконструкции промышленных предприятий и городской застройки. (Проектування і влаштування пальових фундаментів і шпунтових огорож в умовах реконструкції промислових підприємств і міської забудови).

93.020; 13.080.20

**Ключові слова:** геодезичне устаткування, ґрунт, деформації, зміщення, крен, марка, маяк, основи, переміщення, репер, фундамент