УДК 528.031

# ВИЗНАЧЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ РОЗМІРІВ ГЕОДЕЗИЧНИХ СТІННИХ ЗНАКІВ ЗА ДОПОМОГОЮ УЛЬТРАЗВУКУ

**І. Тревого**
Національний університет “ Львівська політехніка”

**Є. Ільків, М. Галярник, В. Яворський**
Івано-Франківський національний університет нафти і газу

**Ключові слова:** стінний репер, марка, тимчасовий (робочий) центр пункту полігонометрії, геометричні розміри, ультразвуковий ехоімпульсний метод.

**Постановка проблеми та її зв’язок із важливими науковими і практичними завданнями**

Проблемі функціонування, модернізації та реконструкції державних, міських геодезичних мереж у програмі “Про схвалення Концепції Державної цільової науково-технічної програми розвитку топографо-геодезичної діяльності та національного картографування на 2011–2015 роки” приділено значну увагу. Для сучасного стану контролю якості закладання, обстеження та оновлення геодезичних стінних знаків, горизонтальних марок та тимчасових (робочих) центрів полігонометрії характерна відсутність інструментального контролю якості закладання та їх обстеження і оновлення [1–3].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій, які стосуються вирішення цієї проблеми**

Теоретичні рекомендації щодо вирішення проблеми оцінки якості топографо-геодезичної та картографічної продукції наведено у праці [4]. В опублікованих наукових працях [5, 6] представлено результати інструментального контролю визначення глибини закладання ґрунтових геодезичних знаків. Фізичною основою інструментального контролю є електророзвідка постійним струмом, а для металевих центрів, реперів може бути магніторозвідка. Перерахованими геофізичними методами неможливо виконати контроль якості закладання та обстеження геодезичних стінних знаків у зв’язку з незначними розмірами та впливом локальних електромагнітних полів місцевих інженерних комунікацій на магніторозвідувальні та електророзвідувальні вимірювання.

**Невирішені частини загальної проблеми**

Міста – це територія інтенсивної інженерно-господарської діяльності, що приводить до значної втрати ґрунтових геодезичних знаків, тому переважна частина нівелірних ходів та міських полігонометричних мереж закріплюється стінними знаками [7]. Інспектувальники контролю правильності закладання не виконують, оскільки в геодезичній нормативній літературі відсутні положення про інструментальний контроль якості закладання, обстеження та оновлення стінних марок, реперів та горизонтальних геодезичних марок.

**Постановка завдання**

Для вибору фізичного методу інструментального контролю необхідно проаналізувати не тільки методи інженерної геофізики, неруйнівного контролю, але й врахувати особливості закладання та конструкцій стінних і горизонтальних геодезичних знаків, процентний склад стінних геознаків у геодезичних мережах, кількість збережених стінних знаків і перспективність їх використання для потреб топографо-геодезичного виробництва, ведення земельного кадастру, наукових досліджень.

Завдання роботи – у перевірці правильності запропонованого методу для проведення інструментального контролю закладання, обстеження стінних реперів, марок, тимчасових (робочих) центрів пунктів полігонометрії, горизонтальних марок, а саме ультразвукового ехоімпульсного методу та показати необхідність внесення змін, доповнень у Інструкцію [1] на основі проведених польових досліджень.

**Викладення основного матеріалу**

До геодезичних стінних знаків належать: тимчасовий (робочий) центр пункту полігонометрії 4 класу, 1 і 2 розрядів на ділянках з твердим покриттям, стінний знак пункту полігонометрії 4 класу, 1 і 2 розрядів (тип 143), стінний репер для ліній нівелювання всіх класів (тип 143) [2], стінний знак пункту полігонометрії 2, 3, 4 класів, 1 і 2 розрядів (тип 8 г.р.) [8], стінний знак пункту полігонометрії 2, 3, 4 класів та 1 і 2 розрядів (тип 7 г.р.) [9], трійні настінні полігонометричні центри та їх різноманітні системи, що розробив С.Н. Марченко [10].

Для визначення частки геодезичних стінних знаків у геодезичних мережах проаналізовано склад міських полігонометричних мереж міст та селищ Івано-Франківської області, ліній нівелювання ІІ класу, які прокладені через територію цієї області та двох ліній нівелювання І класу на території Львівської і Закарпатської областей.

**Результати визначення частки геодезичних стінних знаків у мережах**

| Назва об’єкта | Процентне відношення стінних знаків до загальної кількості геознаків |
|---|---|
| Івано-Франківськ | 31,9 |
| Надвірна | 23,2 |
| Отинія | 28,3 |
| Рожнятів | 15,0 |
| Городенка | 27,1 |
| Рогатин | 10,2 |
| Вигода | 18,6 |
| Войнилів | 47,3 |
| Нівелювання ІІ класу | 65,1 |
| Нівелювання І класу (Львівська) | 77,5 |
| Нівелювання І класу (Закарпатська) | 68,5 |

Як видно із таблиці, більш ніж половину нівелірних знаків у нівелірних мережах закріплено стінними знаками. Зазначимо, що процент збереження стінних знаків міських полігонометричних мереж міст, селищ Івано-Франківської області коливається у межах від 53,9 до 89,3 % [7].

Щодо стінних знаків відзначимо таке: довжини стінних геодезичних знаків коливаються у межах 100 – 150 мм; матеріал виготовлення – чавун, сталь; обмеженість товщини й однорідність середовища знаходження стінного геознака; постійний вплив локальних електромагнітних факторів на інженерно-геофізичні виміри. Під час контролю закладання та обстеження треба враховувати, що гальванічний контакт повинен бути одностороннім або безконтактним. Діапазон температур навколишнього середовища, в якому має виконуватися контроль, повинен відповідати діапазону робочих температур оптико-електронних, як масових, так і точних геодезичних приладів. Контролювальний прилад має бути недорогий, виконаний у ручному варіанті з автономним джерелом живлення. Камеральна обробка вимірювань – проста, наочна й оперативна.

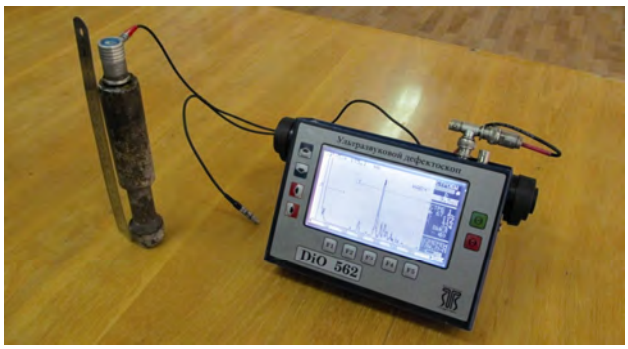


*Рис. 1. Вимірювання довжини стінного репера ультразвуковим дефектоскопом DiO 562*

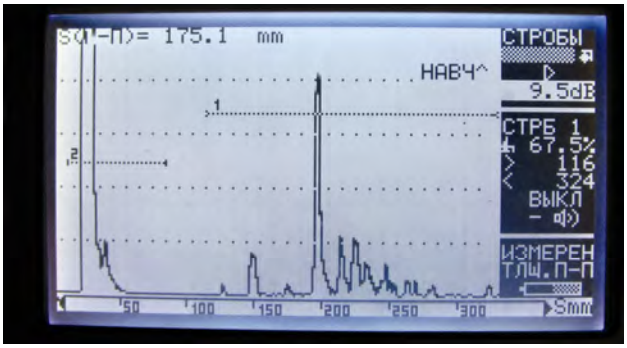


*Рис. 2. Результати вимірювання довжини стінного репера ультразвуковим дефектоскопом DiO 562*

*Рис. 3. Вимірювання довжини стінного репера ультразвуковим дефектоскопом УТ-31*

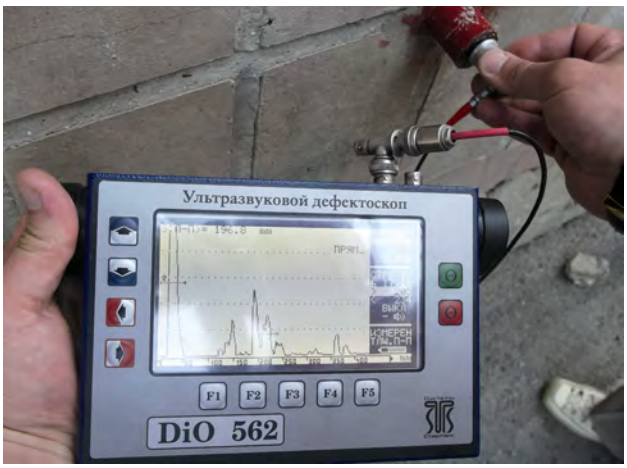


*Рис. 4. Визначення довжини стінного репера 1018(2)*

Виконаний аналіз ультразвукових методів неруйнівного контролю [11] показав, що вищеперерахованим умовам найкраще відповідає ехоімпульсний метод ультразвукової дефектоскопії.

В ехоімпульсному методі забезпечується односторонній доступ до досліджуваного об'єкта. Фізичною основою методу є випромінювання в об'єкт контролю коротких імпульсів пружних коливань і реєстрації інтенсивності та часу приходу сигналів від протилежної поверхні об'єкта контролю.

Такі ультразвукові вимірювання виконують за допомогою ультразвукових дефектоскопів або товщиномірів. Для цього необхідно на контрольному репері підготувати для введення в репер ультразвукових хвиль контактну поверхню діаметром 14 мм та класом жорсткості, не нижчим за 5. Для зменшення повітряного зазора на поверхню репера наносять контактну речовину.

*Рис. 5. Визначення довжини стінного репера 1018(2)*

Для перевірки можливості застосування ультразвукових хвиль для контролю якості, обстеження та оновлення закладання стінних геознаків вирішено провести експеримент у лабораторних умовах, який показав позитивний результат, а саме точність вимірювання довжини стінного репера трійного настінного полігонометричного центра системи С.Н. Марченко становила 1 мм. Вимірювання виконано за допомогою ультразвукового дефектоскопа DIO 562 й ультразвукового товщинометра УТ – 31. Технологія та одержані результати ультразвукових вимірювань представлені на рис. 1–3.

Проведені польові ультразвукові дослідження визначення геометричних розмірів робочого центра пункту полігонометрії 4 класу, 1 і 2 розрядів, стінних реперів полігонометрії та нівелювання тип 143 показали таку саму точність визначення – 1 мм.

**Висновки з дослідження та перспективи подальших розвідок у цьому напрямі**

Оскільки геодезичні стінні знаки в нівелірних мережах – це більш ніж половина всієї кількості геознаків, а в міських полігонометричних мережах – третина, то важливим є контроль закладання та обстеження цих знаків. Для цього проведено дослідження щодо використання ультразвукових приладів.

Виконані польові дослідження для стінних реперів 1018(2) і 1018(3) полігонометричного пункту 1018 (рис. 3, 4) показали доцільність використання запропонованих методів для контролю якості закладання та обстеження. Враховуючи результати досліджень, доцільно внести зміни до “Інструкції про порядок контролю і приймання топографо-геодезичних та картографічних робіт” [1], зокрема в розділи 3, 4, 7, 8. Зауважимо, що неповна інформація про типи геодезичних стінних знаків, закладених топографо-геодезичними установами Австро-Угорщини, Польщі, Чехії, Румунії та Росії, конструкції яких не представлені в нормативних документах [2, 6–8], у майбутньому потребує подальших ультразвукових досліджень геометричних параметрів для обстеження та оновлення стінних марок, реперів.

**Література**


1. Інструкція про порядок контролю і приймання топографо-геодезичних та картографічних робіт: затверджена наказом Головного управління геодезії, картографії та кадастру України № 19 від 17.02.2000 р.
2. Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500. ГКНТА-2.04-02-98. – Київ, 1999. – 155 с.
3. Інструкція з обстеження та оновлення пунктів Державної геодезичної мережі України. Топографо-геодезична та картографічна діяльність: законодавчі та нормативні акти: в 2-х частинах. – Вінниця: Антекс, 2000. – Ч. 1. – С.294–319.
4. Нестеренко О. В. Методичні основи сертифікації топографо-геодезичної продукції в Україні [Текст]: автореф. дис. … канд. техн. наук: [спец.] 05.24.01 “Геодезія, фотограмметрія та картографія / О.В. Нестеренко. – К.: Київськ. нац. ун-т буд-ва і архіт., 2010. – 19 с.
5. Варзар В.Д. Один из методов определения глубины закладки металлических центров / В.Д. Варзар // Геодезия и картография. – 1971. – № 7. – С.13–16
6. Галярник М.В., Квятковский Г.Й. О результатах определения глубины закладки и длины подземного центра геодезического пункта / М.В. Галярник, Г.Й. Квятковский. – Ивано-Франковск: Ивано-Франк. институт нефти и газа, 1993. – 6 с. Библиогр. 2 назв. – Укр. – Деп. в ГНТБ Украины 01.11.93, № 2161 – УК 93.
7. Галярник М.В. Обстеження і відновлення пунктів державної геодезичної мережі / М.В. Галярник // Вісник геодезії та картографії. – 1998. – № 3. – С.30–32.
8. Инструкция по топографической съемке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500 / Главное управление геодезии и картографи при Совете Министров СССР. – М.: Недра , 1982. –160 с.
9. Центры геодезических пунктов для территорий городов, поселков и промышленных площадок. Главное управление геодезии и картографии при Совете Министров СССР. – М.: Недра, 1972. – 24 с.
10. Марченко С.Н. Настенная городская полигонометрия / С.Н. Марченко. – К.: Изд-во Академии архитектуры УССР , 1950. – 66 с.
11. Клюев В.В. Неразрушающий контроль. Т. 3: справочник. В 7 кн. / под ред. В.В. Клюева. – М.: Машиностроение, 2004.


**Визначення геометричних розмірів геодезичних стінних знаків за допомогою ультразвуку**

І. Тревого, Є. Ільків, М. Галярник, В. Яворський

Наведено способи визначення геометричних розмірів геодезичних стінних знаків за допомогою ультразвукового ехоімпульсного методу, запропоновано внести зміни в нормативний документ.

**Определение геометрических размеров геодезических стенных знаков с помощью ультразвука**

И. Тревого, Е. Илькив, М. Галярник, В. Яворский

Приведены пути определения геометрических размеров геодезических стенных знаков с помощью ультразвукового луна-метода, предложено внести изменения в нормативный документ.

**Determination of the geometric dimensions of geodetic wall characters using ultrasound**

I. Trevoho, E. Ilkiv, M. Galyarnik, V. Yavorsky

Given the way the geometric dimensions geodetic wall signs with ultrasonic method moon, offered to make changes in the regulations.