

## ВИКОРИСТАННЯ ТЕНЗО- ТА ГІГРОДАТЧИКІВ В СИСТЕМАХ МОНІТОРИНГУ ДОРОЖНЬОЇ КОНСТРУКЦІЇ

**Петрович В.В.**  
**Скрипник В.Ю.**

*Національний транспортний університет*

---

### **Актуальність**

Переважним фактором, що впливає на стабільність конструкції автомобільної дороги є збільшення статичних і динамічних навантажень на них. Перехід від обліку руху одиночних автомобілів з високими розрахунковими швидкостями до обліку руху по автомобільних дорогах щільних потоків автомобілів, що особливо актуально у зв'язку з тим, що ще на ряд років збережеться випереджальний розвиток автомобілебудування в порівнянні із приростом довжини дорожньої мережі.

Стабільність конструкції слід підвищувати за рахунок спрямованого регулювання стабільності водно-теплового режиму активної зони земляного полотна й дорожнього одягу протягом року. Запобігання можливості осіннє - весняного зниження міцності ґрунтів, на яке зараз вимушено орієнтується проектування дорожніх одягів, шляхом збереження ґрунтової основи в сухому стані створенням водо- й теплоізолювальних прошарків із синтетичних матеріалів (геотекстиль), при одночасному контролі стану дорожньої конструкції неруйнівними методами.

Зміна стану та властивостей ґрунтів насипу, внутрішньої будови, та, як наслідок, форми та розмірів земляного полотна, призводить до зниження експлуатаційних властивостей автомобільної дороги в цілому, виникненню низки дефектів та деформацій.

Дефекти та деформації земляного полотна виникають також через неспроможність існуючих конструкцій земляного полотна відповідати темпам росту сучасних навантажень; через недосконалість технологій та будівельні помилки, зроблені в процесі зведення автомобільної дороги; через незадовільний стан дорожнього одягу, через відсутність або малу працездатність захисних та укріпних споруд.

Наявність дефектів та деформації земляного полотна часто призводить до підвищення кількості дорожньо-транспортних пригод, до обмеження швидкості руху автотранспорту або, в більш рідких випадках, до його повного припинення на термін проведення ремонтних робіт. Все це суттєво впливає на перевізний процес та безпеку руху транспорту.

### **Рішення проблеми моніторингу насипу земляного полотна**

Вперше поняття „моніторинг” було введено в 1972 р. стосовно зовнішнього середовища та формулювалось як „система повторних наглядів за одним та більшою кількістю елементів зовнішнього середовища в просторі та часі з визначеною метою у відповідності із задалегідь підготовленою програмою”. В наступні роки теорія моніторингу зовнішнього середовища (інше поняття ”екологічний моніторинг”) отримала значний розвиток в Росії в трудах академіка Ю.А. Ізраєля, який визнав, що моніторингу властиві не тільки спостереження але й прогноз, а також, що в кінці кінців моніторинг впливає на стан зовнішнього середовища.

Подальший розвиток теорії моніторингу зовнішнього середовища йшов шляхом розподілу загальної системи моніторингу на підсистеми, проводилася розробка та деталізація понять для підсистем, однією з яких є моніторинг геологічної середи, або літомоніторинг.

Основні наукові роботи за проблемою літомоніторингу відносяться до другої половини 1980-х – 1990-х рр. Одним із важливих понять, введених у літомоніторингу, є поняття природно-технічної системи (ПТС), під якою розуміють сукупність інженерних споруд та частини геологічного середовища в зоні впливу, яка має операційно-фіксовані межі. Таким чином, при літологічному моніторингу геологічне середовище розглядається не саме по собі, а у взаємодії із інженерними спорудами.

Узагальнене поняття моніторингу геологічного середовища надано В.А. Корольовим в його підручнику, виданому в МГУ у 1995 році. Згідно цьому поняттю, моніторингом геологічного середовища називають „систему постійних наглядів, оцінки, прогнозу та управління геологічним середовищем або деякою його частиною, що проводиться за визначеною програмою із метою забезпечення оптимальних екологічних умов для людини в межах розглядуваної „природно-технічної системи”. Приведене визначення показує принципову різницю між моніторингом та режимними спостереженнями, які входять до нього як складова частина.

Вперше підхід до проектування земляного полотна, базуючись на принципах та поняттях екологічного моніторингу, із розробкою загальної моделі екосистемного управління геотехнічною системою „Земляне полотно” запропоновано А.А. Цернантом в 1990 р.

Поняття „моніторинг стану земляного полотна” базується на понятті „земляне полотно” як геотехнічна система, що є об’єктом управління, а також постановкою для цієї системи мети управління та обмежувальних функцій допустимого стану.

При моніторингу насипу використовують наступні методи вишукування: сейморозвідка, електророзвідка, гідролокація, сейсмоакустичне профілювання, магніторозвідка, георадіолокація, термометрія. Насамперед моніторинг виконується не постійно, а через деякий час. Але набагато практичніше своєчасно виявити руйнування насипу, а не відбудовувати зруйнований насип, для цього пропонується використовувати сенсори тиску із подальшим їх об’єднанням у сукупність – сенсорне поле. Насамперед розташування сенсорного поля необхідне у високих насипах, насипах із слабкою основою та насипах на косогорах, для чого існує широкий спектр різноманітних датчиків тиску в ґрунті, різноманітних як за розміром, так і за технічними властивостями.

Для своєчасного виявлення деформацій (осідання від переущільнення ґрунту в тілі насипу; осідання від розтікання перезволоженого ґрунту; сповзання відкосу насипу; зсуву насипу на косогорі; осідання зі стиском ґрунту основи; осідання через вичавлювання слабкої основи; зміщення через сповзання схилу; сповзання відкосів; вичавлювання слабого ґрунту) слід використовувати датчики тиску та вологості. Процеси деформації як ґрунтового масиву в основі споруди, так і самої споруди викликані перерозподілом сил в літотехнічній системі (ґрунт - споруда). Одним з основних параметрів, рекомендованих для контролю при проведенні геотехнічного моніторингу є визначення тиску, який здійснює споруда на основу. Для його визначення використовуються датчики тиску на ґрунт.

Датчик складається із „подушки” тиску та вимірювального елемента, поєднаних між собою сталюю трубою. „Подушка” тиску представляє собою дві сталеві пластини, зваренні між собою по периметру. Вільний простір між ними у вакуумі заповнюється деаерованою олією. Тиск олії через з’єднувальну трубку передається на вимірювальний елемент, таким чином

датчик створює закриту гідравлічну систему. Вихідний електричний сигнал реєструється за допомогою портативного реєстратора або комплексом автоматичної реєстрації.

Датчики вологості – гігристи, це резистивні датчики, які змінюють свій опір в залежності від зміни вологості зовнішнього середовища. Вони можуть бути виконані у вигляді діелектричної пластини із нанесенням провідників та вологопоглинального шару (наприклад із застосуванням солі стронцію), опір якого змінюється при зміні вологості. В залежності від складу покривного шару, гігристи можуть збільшувати опір при збільшенні вологості, чи зменшувати його.

В різноманітних модифікаціях датчики тиску та вологості можуть бути використані в процесі моніторингу стану насипу автомобільних доріг та залізниць, земляних гребель, закладатися в зону примикання штучної споруди до ґрунтових устоїв або гідротехнічних споруд.

### **Висновок**

Датчики при будівництві та експлуатації автомобільних шляхів та автобанів, розповсюджені насамперед в країнах Європи (Германія, Франція та ін.) та в США.

Досвід використання датчиків у світовому дорожньому будівництві, показує, що набагато ефективніше та економічніше заздалегідь виявити та ліквідувати дефект, ніж усувати наслідки руйнування земляних споруд.

### **Література**

1. Гинзбург В.Б. Магнитоупругие датчики. – М.: Энергия, 1970. – С. 72.
2. Воробьев С.А. Электрические измерения неэлектрических величин. Свердловск: – УПИ, 1975. – С. 231.
3. Гуманюк М.Н. Магнитоупругие силоизмерители. – К.: Техника, 1981. С. 183.
4. Методы и средства измерения неэлектрических величин. Под ред. Петухова В.И. – Рязань, 1973. – С. 154.
5. Шалманов С. Как работает GPS-мониторинг. ([http://www.cnews.ru/cgi-bin/orgnews/get\\_news.cgi?tmpl=com\\_print&news\\_id=156842](http://www.cnews.ru/cgi-bin/orgnews/get_news.cgi?tmpl=com_print&news_id=156842)).
6. Гурьев В.В., Дорофеев В.М. Обеспечение безопасности работы несущих конструкций высотных зданий. (<http://www.stroinauka.ru/detailview.asp?d=12&dc=26&dr=5139>).
7. Коряков В.И., Запорожец А.С. Приборы в системах контроля влажности твердых веществ и их метрологические характеристики. // Практика приборостроения. – № 1. 2002. – С. 5-11.
8. Ивченко Ю.А., Федоров А.А. Чем измерить влажность? // Датчики и системы. № 8. 2003. – С. 53-54.
9. Баркалов Б.В., Карпис Б.Е. Кондиционирование воздуха в промышленных, общественных и жилых зданиях. Стройиздат. – М., 1971.