

**Лютак І.З., професор кафедри інженерії
програмного забезпечення**

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

ВИБІР МАТЕРІАЛІВ П'ЄЗОПЕРЕТВОРЮВАЧА ДЛЯ ПРИСТРОЮ КОНТРОЛЮ НАПРУЖЕНО – ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ТРУБОПРОВІДІВ АВТОМОБІЛЬНИХ ГАЗОНАПОВНЮЮЧИХ КОМПРЕСОРНИХ СТАНЦІЙ

Вибір матеріалів п'єзоперетворювача є ключовим етапом у створенні пристрою для контролю напружено-деформованого стану технологічних трубопроводів автомобільних газонаповнюючих компресорних станцій. Ці трубопроводи зазнають значних механічних навантажень через високий тиск газу, що транспортується, а також через температурні коливання. Тому точний моніторинг їхнього стану дозволяє запобігти аваріям і підтримувати ефективну роботу системи. Для цього необхідні надійні п'єзоперетворювачі, здатні точно вимірювати напруження і деформації в різних умовах експлуатації. При виборі матеріалів для п'єзоперетворювача важливо враховувати їхні фізико-механічні властивості, зокрема п'єзоелектричний коефіцієнт, електромеханічну стабільність, термостійкість і корозійну стійкість. Також важливо, щоб обраний матеріал був сумісним із середовищем трубопроводів і міг витримувати довготривалий вплив високих тисків та температур. Ефективність роботи п'єзоперетворювача напряму залежить від правильного вибору матеріалу, що забезпечить стабільну і точну роботу пристрою в умовах реальної експлуатації на компресорних станціях.

Класифікація матеріалів п'єзоперетворювача на основі їхніх п'єзоелектричних властивостей. Загалом п'єзоматеріали поділяються на дві основні групи: неполярні та полярні п'єзоелектрики. Ці групи включають в себе різні класи речовин, що використовуються у п'єзоперетворювачах, залежно від їхньої внутрішньої структури та здатності генерувати електричний заряд під впливом механічного навантаження. До неполярних п'єзоелектриків відносяться дві підгрупи: п'єзодіелектрики та п'єзонапівпровідники. П'єзодіелектрики, як, наприклад, кварц, характеризуються тим, що не проводять електричний струм, але здатні акумулювати електричний заряд у відповідь на механічну деформацію. П'єзонапівпровідники, такі як сульфід та селенід кадмію, поєднують в собі властивості п'єзоелектриків і напівпровідників, що дозволяє їм частково проводити електричний струм. Полярні п'єзоелектрики, в свою чергу, поділяються на піроелектрики та сегнетоелектрики. Піроелектрики, такі як турмалін і сульфат літію, здатні генерувати електричний заряд не лише під дією механічного тиску, але й у відповідь на зміни температури. Це робить їх придатними для використання у різних датчиках, що реагують на температурні коливання. Сегнетоелектрики, до яких належать титанат барію, полівінілденфторид (ПВДФ) та ЦТС (цирконат-титанат свинцю), мають здатність зберігати поляризацію навіть після зняття зовнішнього електричного поля. Завдяки своїм властивостям сегнетоелектрики широко використовуються в сучасних п'єзоелектричних пристроях для точного вимірювання механічних параметрів.

Використання кварцу як матеріалу для п'єзоперетворювачів є одним із найбільш вигідних варіантів завдяки його винятковим фізико-механічним властивостям. По-перше, кварц має високу стабільність і стійкість до старіння, що робить його надзвичайно надійним для тривалого використання. Він не втрачає своїх п'єзоелектричних властивостей з часом, забезпечуючи точні вимірювання протягом довгих періодів. Крім того, кварц добре переносить вплив температурних коливань, що дозволяє використовувати його у складних умовах експлуатації. Простота виготовлення та обробки цього матеріалу також робить його економічно вигідним варіантом для широкого застосування в різних галузях, зокрема в технологіях контролю напружено-деформованого стану трубопроводів. Щодо ультразвукових застосувань, кварц залишається одним із провідних матеріалів завдяки своїй високій точності передачі та прийому ультразвукових сигналів. Останні дослідження [1, 2] підтверджують його ефективність у створенні точних ультразвукових п'єзодатчиків, які використовуються для моніторингу механічних напружень і дефектоскопії. Зокрема, дослідження показали, що кварцові п'єзоперетворювачі мають високу чутливість і низький рівень деградації властивостей навіть після тривалих періодів експлуатації в умовах високих частот ультразвуку.

Вибір матеріалів для п'єзоперетворювачів є критично важливим для забезпечення точного і стабільного моніторингу напружено-деформованого стану трубопроводів автомобільних газонаповнюючих компресорних станцій. Серед численних матеріалів, кварц є одним із найефективніших завдяки своїм високим п'єзоелектричним властивостям, стабільності та довговічності.

Література

1. Rupitsch, S. (2019). Piezoelectric Sensors and Actuators: Fundamentals and Applications. Springer. DOI: 10.1007/978-3-662-57534-5.
2. Fachberger, R., Bruckner, G., Knoll, G., & Hauser, R. (2004). Applicability of LiNbO₃, langasite, and GaPO₄ in high-temperature SAW sensors operating at radio frequencies. IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control, 51(11), 1427–1431.