

Винахід відноситься до галузі вимірювальної техніки і може бути використаний при вимірюванні динамічного тиску в системах, що працюють в реальному часі, наприклад в таких галузях як теплоенергетика, енерготранспортування та енергооблік, аерокосмічна промисловість, двигунобудування, ядерна енергетика, автомобілебудування.

Найбільш близьким є спосіб вимірювання динамічного тиску [Е.М. Федяков, В.К. Колтаков, Е.Е. Богдатыев. Измерение переменных давлений. - М., Из-во стандартов. 1982. - 216с.], котрий полягає у перетворенні тиску у прогин сприймаючої його пружної мембрани і вимірюванні її прогину в момент часу t .

Однак відомий спосіб має низьку точність та швидкодію, що унеможливорює його застосування у високоточних системах з роботою в реальному масштабі часі (ядерна енергетика, аерокосмічні системи тощо).

В основу винаходу поставлено задачу створення такого способу вимірювання динамічного тиску, які б дозволили підвищити точність та швидкодію вимірювання в реальному масштабі часу.

Поставлена задача вирішується тим, що у способі вимірювання динамічного тиску, який полягає у перетворенні тиску середовища (вхідний сигнал) у прогин сприймаючої його пружної мембрани, вимірюванні прогину мембрани $w(t)$ в момент часу t (вихідний сигнал), згідно з винаходом:

- визначають швидкість руху мембрани $w'(t)$ диференціюванням вихідного сигналу $w(t)$ за формулою

$$w'(t) = \frac{\partial w(t)}{\partial t},$$

- визначають прискорення руху мембрани $w''(t)$ подвійним диференціюванням вихідного сигналу $w(t)$ за формулою

$$w''(t) = \frac{\partial^2 w(t)}{\partial t^2} \text{ та визначають значення вимірюваного тиску } p(t) \text{ в момент часу } t \text{ за формулою}$$

$$p(t) = \frac{w''(t) + 2\beta w'(t) + (\omega^2 + \beta^2)w(t)}{k\omega}$$

де β - коефіцієнт демпфування; ω - частота власних коливань мембрани; k - сталий коефіцієнт статичного перетворення для мембрани.

Зважаючи, що процедура вимірювання динамічного тиску здійснюється за принципом відновлення вхідного сигналу обчислювальним методом, а визначення значення вимірюваного тиску $p(t)$ в момент часу t здійснюються практично одночасово з вимірювальною процедурою, тому точність вимірювання та швидкодія способу є високою, отже вимірювання динамічного тиску відбувається в реальному масштабі часу.

Відомо, що результат вимірювання динамічного тиску містить динамічну похибку. При цьому значення такої похибки залежить від характеру вимірюваної величини. Тому проблема підвищення точності вимірювання динамічної величини в першу чергу полягає в усуненні динамічної похибки зі значення вихідного сигналу.

Найбільш близькі способи вимірювання динамічного тиску полягають у тому, що процедуру встановлення значення вимірюваної величини здійснюють або методом корегування вихідного сигналу в залежності від значення динамічної похибки [Грановский В.А. Динамические измерения: Основы метрологического обеспечения. - Л.: Энергоатомиздат, 1984. - 224 с.], або опрацюванням вихідного сигналу шляхом застосування методу регуляризації [Василенко Г.И. Теория восстановления сигналов: О редукции к идеальному прибору в физике и технике. - М.: Сов. радио, 1979. с.272]. Ефективність усунення динамічної похибки методом корегування в першу чергу залежить від обсягу апіорної інформації про характер вимірюваного тиску. Але власне у багатьох сучасних системах котрі потребують високоточного вимірювання динамічного тиску (аерокосмічна промисловість, двигунобудування, автомобілебудування, енергетика, енергобліковуючі та енерготранспортуючі системи, наукові дослідження тощо) обсяг такої інформації практично мінімальний. Як правило відоме лише амплітудне значення тиску. Крім цього у згаданих системах вимагається вимірювання тиску в реальному масштабі часу, оскільки результати вимірювання є інформацією для різноманітних швидкодіючих систем автоматичного керування та контролю. Проте відомі на сьогодні методи корегування значення динамічної похибки [Грановский В.А. Динамические измерения: Основы метрологического обеспечения. - Л.: Энергоатомиздат, 1984. - 224с.] і спосіб встановлення значення вимірюваної величини шляхом застосування методу регуляризації [Василенко Г. И. Теория восстановления сигналов: О редукции к идеальному прибору в физике и технике. - М.: Сов. радио, 1979. с.272] потребують значних затрат часу на обробку вихідного сигналу вимірювального перетворювача і не дають необхідної точності. Такі обставини унеможливають застосування згаданих способів у високоточних вимірювальних системах, що працюють у реальному масштабі часу.

Як відомо, для вимірювання динамічного тиску $p(t)$ використовують лінійні вимірювальні перетворювачі того чи іншого принципу дії. Найчастіше в таких перетворювачах вимірювальний тиск $p(t)$ сприймається пружною мембраною, котра від його дії зазнає прогину. За виміряним значенням прогину мембрани $w(t)$ отримують значення вимірюваного тиску в момент часу t . Як зазначалося, отримане значення тиску імманентно містить динамічну похибку, усунення якої здійснюють вище згаданими методами.

У лінійних вимірювальних перетворювачів з пружною сприймаючою мембраною її функція перетворення описується інтегралом згортки [М. Тихан. Датчики переменного давления для систем управления с нестационарными термовлияниями. Атореферат на соискание ученой степени кандидата технических наук. Пенза, 1995.]

$$w(r, t) = k \cdot \int_0^t e^{-\beta(t-\tau)} p(\tau) \sin(\omega \cdot (t - \tau)) d\tau \quad (1)$$

де, β - коефіцієнт демпфування; ω - частота власних коливань мембрани; k - сталий коефіцієнт статичного перетворення для мембрани.

Диференціюючи (1) двічі по часу отримуємо

$$p(t) = \frac{w''(t) + 2\beta w'(t) + (\omega^2 + \beta^2)w(t)}{k\omega} \quad (2)$$

Формула (2) дозволяє точно вимірювати динамічний тиск в реальному часі.

Тобто, в заданий момент часу t :

- перетворюємо тиск середовища у прогин сприймаючої його пружної мембрани і вимірюємо її прогин $w(t)$ - вихідний сигнал;

- визначаємо швидкість руху мембрани $w'(t)$ диференціюванням вихідного сигналу $w(t)$ за формулою

$$w'(t) = \frac{\partial w(t)}{\partial t},$$

- визначаємо прискорення руху мембрани $w''(t)$ подвійним диференціюванням вихідного сигналу $w(t)$ за формулою

$$w''(t) = \frac{\partial^2 w(t)}{\partial t^2},$$

- визначаємо значення вимірюваного тиску $p(t)$ в момент часу t за формулою

$$p(t) = \frac{w''(t) + 2\beta w'(t) + (\omega^2 + \beta^2)w(t)}{k\omega}$$

де β - коефіцієнт демпфування; ω - частота власних коливань мембрани; k - сталий коефіцієнт статичного перетворення для мембрани.

Пропонований спосіб дозволяє підвищити точність та швидкодію вимірювання динамічного тиску в реальному часі і таким чином розширити область його застосування.