

## КОРОТКІ ПОВІДОМЛЕННЯ

УДК 536.5

### НАПРЯМИ РОЗВИТКУ КОНТАКТНОЇ ТЕРМОМЕТРІЇ РУХОМИХ ОБ'ЄКТІВ

© Петро Ванкевич, 2000

Львівський державний аграрний університет, кафедра механізації переробки та зберігання сільськогосподарської продукції, Львів-Дубляни, Україна

*Розглядаються проблеми контактної термометрії рухомих тіл. Методи рухомої контактної термометрії поділено на чотири різновидності.*

*Рассматриваются проблемы контактной термометрии подвижных тел. Методы подвижной контактной термометрии разделены на четыре разновидности.*

*The work is devoted to problems contact thermometry of mobile objects. The methods mobile contact thermometry are divided into four versions.*

Ланки найрізноманітніших промислових машин – це об'єкти, температура яких є важливим інформаційним джерелом. Вони можуть здійснювати як прості – поступальний і обертальний, так і складні рухи – плоскопаралельний, сферичний та вільний.

Методи контактної термометрії рухомих об'єктів можна поділити на чотири різновидності.

До першої різновидності належать пристрої, термоперетворювачі яких закріплюють нерухомо на поверхнях рухомих об'єктів, а передача інформації від рухомого термоперетворювача до нерухомої вимірювальної апаратури здійснюється за допомогою як провідного, так і безпровідного зв'язку. Серед безпровідної передачі вимірювальної інформації найбільше поширення отримали індукційний та ємнісний зв'язки, а також модуляційні радіочастотні та телеметричні передавачі [7, 11]. Індукційний та ємнісний види безпровідного зв'язку дуже чутливі до зовнішніх електростатичних та магнітних полів, до вібрацій, ударів, паразитних ємностей та інших факторів. Модуляційні радіочастотні та телеметричні передавачі відрізняються високою стійкістю до перешкод, особливо стійкими є передавачі, що базуються на методі фазової модуляції та числового кодування сигналу. Найбільш широкого застосування дані методи набули в системах аерологічного зондування атмосфери, де забезпечують передачу вимірювальної інформації з високою точністю на великі відстані.

Провідний зв'язок базується на застосуванні струмомознімальних пристроїв різноманітних типів, які складаються із кільця-тролеї, закріпленого за допомогою

ізоляторів на поверхні рухомого об'єкта, та щітки чи іншого струмопровідного елемента, закріпленого зовні рухомого об'єкта [4]. Однак слід мати на увазі, що використання щіткових струмомознімачів передбачає введення в ланцюг термоперетворювача ряду побічних провідників, за рахунок чого при різниці температур на їх границях виникає паразитна термо-ЕРС, котра тим більша, чим більший нагрів щітки. Паразитна термо-ЕРС є джерелом похибки вимірювання, величина якої змінюється із зміною швидкості обертання кільця-тролеї і коефіцієнта тертя. Тому під час проведення вимірювань в одержані результати необхідно вносити певні поправки.

Хороші результати отримують у разі використання струмомознімальних пристроїв з рідинними контактами [7]. Роль щітки виконує спеціальний пристрій, що містить високопровідну рідину і забезпечує надійне передавання електричного сигналу від рухомого кільця-тролеї до нерухомої реєструючої апаратури. Використання рідинних струмомознімальних пристроїв дозволяє повністю уникнути паразитних термо-ЕРС, що наводяться у вимірювальних ланцюгах внаслідок взаємного тертя рухомих і нерухомих елементів.

Перша різновидність контактної методу дозволяє забезпечити високу точність вимірювання за рахунок безпосереднього та постійного контакту термоперетворювача з піддослідним об'єктом. Однак це неприйнятно при вимірюванні температури робочих поверхонь ланок машин, які перебувають в постійному і безпосередньому контакті з іншими ланками, наприклад: вальців, борошномельних верстатів і прокатних

станів та папероробних машин, опор, що використовують як підшипники кочення, ковзання тощо.

Як термоперетворювачі у даній різновидності можуть бути використані різноманітні сучасні перетворювачі температури в електричні, магнітні, шумові, ультразвукові, деформівні, об'ємні та інші характеристики, які з відповідною точністю піддаються вимірюванню [1]. Цікавими є роботи, в яких температура перетворюється у відносне лінійне зміщення матеріалів з різним значенням коефіцієнта лінійного теплового розширення [9].

Істотним недоліком, який гальмує широке застосування пристроїв, що належать до першої різновидності контактного методу термометрії рухомих об'єктів, є те, що зона дії таких термоперетворювачів локалізована, тобто вони вимірюють температуру лише в місці контакту з піддослідною поверхнею. Однак дана різновидність є основною при вимірюванні температури внутрішніх поверхонь та всередині тіл, а також при контролі технологічних процесів, в рухомих машинах безперервної дії /обертіві печі, сушильні барабани та ін./.

Друга різновидність контактного методу охоплює вимірювальні пристрої, що кріпляться нерухомо відносно поверхонь рухомого об'єкта, а їх термоперетворювачі перебувають у безпосередньому контакті з поверхнею.

Результати вимірювань температури пристроями, що належать до даної різновидності контактного методу, значною мірою залежать від механічного та фізичного стану поверхонь піддослідних об'єктів, оскільки їх покази спотворюються через похибки від тертя та різноманітні сторонні речовини /механічні домішки, мастильні та охолоджувальні агенти/, які є невід'ємними супутниками технологічних процесів. Однак розроблено цілий ряд вимірювальних пристроїв, термоперетворювачі яких забезпечують мінімальні похибки вимірювання при роботі з гладкими поверхнями піддослідних об'єктів, за рахунок оптимізації конструкції та підбору відповідних антифрикційних і високопровідних матеріалів [2].

Третя різновидність контактного методу охоплює вимірювальні пристрої, термоперетворювачі яких закріплені нерухомо відносно поверхонь рухомих об'єктів та на певному віддаленні від них і вимірюють температуру прилеглих шарів повітря або інших проміжних агентів, які знаходяться у функціональній залежності

від температури поверхні. Варто звернути увагу на пристрої, котрі як проміжні агенти використовують рідини з підвищеним значенням коефіцієнта теплопровідності [10]. В процесі роботи таких вимірювачів температури теплопровідна рідина, замкнута в обмеженому об'ємі, нагрівається до температури поверхні піддослідного об'єкта і передає набуту інформацію термоперетворювачу. Аналогічно, як і в попередній різновидності, результати вимірювань великою мірою залежать від стану піддослідної поверхні та навколишнього середовища. Але, на відміну від другої різновидності, де як термоперетворювачі використовуються лише термоелектричні та перетворювачі опору, в даній різновидності можуть бути використані ультразвукові, шумові та магнітні термоперетворювачі. Дана різновидність є базовою для створення термовимірювачів, здатних вимірювати температуру захищених елементів машин: підшипників ковзання та кочення, валів електро- та газогенераторів, опор обертювних печей, вальців, борошномельних верстатів, прокатних станів тощо.

Четверта різновидність контактного методу полягає в тому, що термоперетворювачі нерухомих вимірювальних пристроїв здійснюють переміщення, контактуючи з поверхнями рухомих об'єктів. Дана різновидність контактного методу отримала два різних напрямки розвитку. Перший напрямок охоплює вимірювальні пристрої, термоперетворювачі яких в процесі роботи описують траєкторію, тотожну до траєкторії піддослідної поверхні [6]. Другий – пристрої, термоперетворювачі яких, контактуючи з піддослідною поверхнею, описують траєкторію, відмінну від траєкторії руху поверхні [8]. Вимірювальні пристрої цієї різновидності здебільшого мають складну конструкцію, оскільки вимагають застосування спеціальних кінематичних елементів, що забезпечують спряження термоперетворювача з поверхнями піддослідних об'єктів. Найбільш цікавими є роботи, в яких термоперетворювачі підводяться до об'єктів вимірювання за допомогою пружних систем, здатних відтворювати траєкторії руху об'єктів [3, 5].

У процесі вимірювань, аналогічно до термоперетворювачів першої різновидності забезпечується висока точність за рахунок безпосереднього контакту термоперетворювача з піддослідною поверхнею. Ця різновидність контактного методу є найбільш ефективною для розробки на її основі термовимірювальних

пристроїв, здатних вимірювати температуру об'єктів, котрі не мають фіксованої траєкторії руху, знаходяться під впливом вібраційних, ударних та деформівних навантажень, поверхні яких мають різноманітні нерівності, виступи, вм'ятини, зварні шви та ін. Однак вказана різновидність контактного методу розвивається лише останнім часом, тому немає ні теоретичних напрацювань, ні промислових зразків приладів, що базуються на даному методі.

1. Геращенко О.А., Горбов А.Н., Еремина А.К. и др. Температурные измерения. Справочник. К., 1989.  
2. Ванкевич П.И., Величко Л.Д., Фединець В.О. Теоретичні дослідження уюв теплообміну при контактному вимірюванні температури поверхні // Тези доповіді до Міжнародної конференції "Моделювання і дослідження стійкості систем". Київ, 1997. 3. А.С. №1610313 СССР Устройство для измерения температуры вращающихся объектов / Ванкевич П.И., Кузьо И.В., Панкевич Б.В. // Бюл. изобрет. №44. 1999. 5. А.С. №1647289 СССР Токосъемное устройство для конт-

роля температуры вращающейся печи/ Ванкевич П.И., Кузьо И.В., Пашистый В.А. и др. // Бюл. изобрет. №17. 1991. 6. А.С. №1779952 СССР Устройство для измерения температуры вращающихся объектов / Ванкевич П.И., Пашистый В.А., Кузьо И.В. и др. // Бюл. изобрет. №45. 1992. 6. А.С. №17447951 СССР Устройство для измерения температуры вращающихся объектов / Ванкевич П.И., Феденець В.А., Куритный И.П. // Бюл. изобрет. №26. 1992. 7. Канарчук В.Е., Деркачев О.Б., Чигринець А.Д. Термометрическая диагностика машин. К., 1985. 8 А.С. №838426 СССР Устройство для измерения температуры движущейся поверхности /. Литвиненко А.М., Кутарев М.И., Шелякин В.П. // Бюл. изобрет. №22. 1981. 9 А.С. №1742643 СССР Устройство для измерения температуры вращающихся объектов /. Пашистый В.А., Ванкевич П.И., Кузьо И.В. и др. // Бюл. изобрет. №23. 1992. 10. А.С. №1186968 СССР Устройство для измерения температуры вращающихся деталей / Шаравин М.П., Третьяков А.В., Хасанов Р.А. и др. // Бюл. изобрет. №39. 1985. 11. Kemp R.E. Closed-coupled Telemetry for measurement of Gas Turbines // Instrumentation Technology. 1978. P.105-112.