

УДК 536.5

СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ПРИЛАДІВ ТЕМПЕРАТУРНОГО КОНТРОЛЮ

© Гук О., 2003

Науково-виробниче об'єднання "Термоприлад", вул. Наукова, 3, Львів, Україна

Розглянуто основні проблеми сучасної електротермометрії для різних галузей промисловості і характеру наукових досліджень.

Проаналізовано метрологічні характеристики вимірювання деяких термометричних засобів контактної та безконтактної термометрії, науково обґрунтовуються способи підвищення їх точності та надійності з урахуванням результатів дослідницьких робіт, виконаних в об'єднанні.

Рассмотрены основные проблемы современной электротермометрии для различных отраслей промышленности и характера научных исследований.

Проанализированы метрологические характеристики ряда термометрических средств измерения контактной и бесконтактной термометрии, научно обоснованы пути повышения их точности и надежности с учетом результатов исследовательских работ, выполненных в объединении.

The fundamental problems of modern thermometry according to various branches of industry and nature of scientific investigation are examined.

The analysis of metrological characteristics of measurement by means of contact and non-contact thermometry is done. The scientific basis of the ways of increasing their accuracy and reliability, taking into account the results of research works made in association, is done.

Розвиток сучасної економіки, промислового виробництва, наукових досліджень ставить певні вимоги як до розробки нових методів вимірювання температури, так і до підвищення точності і надійності відомих.

Так, зокрема, для забезпечення людства дешевою енергією, перспективними є роботи, пов'язані з використанням керованої реакції термоядерного синтезу. Однак складність вирішення цієї проблеми полягає в тому, що фізичні процеси в установках термоядерного синтезу (Токамак-1) відбуваються при надзвичайно високих температурах. Тому за таких умов, коли всі відомі речовини миттєво випаровуються і перетворюються в плазму, традиційні методи вимірювання температури непридатні. Найперспективнішими для цієї мети є методи, які ґрунтуються на вимірюванні електронної температури плазми за її випромінюванням. Роботи з дослідження методів і засобів вимірювання температури плазми є надзвичайно важливими.

Інша проблема полягає у тому, що, враховуючи постійне зростання світових цін на енергоносії і, що через територію України проходять основні нафто- та газопроводи в Європу, вимірювання температури на перекачувальних станціях навіть з похибкою $\pm 0,5$ К призводить до втрат десятків тисяч тонн нафти. Тому

проблема зменшення похибки вимірювання температури при зміні впливових чинників довікля вимагає як вдосконалення самих методів вимірювання, так і самих засобів вимірювання, особливо якщо враховувати умови підвищеного тиску і порівняно великих швидкостей нафто- і газопродуктів у трубопроводах.

Не менш важливою проблемою сьогодні є енергоощадні технології. Проблема енергозбереження, особливо в районах з холодним і помірним кліматом, є надзвичайно актуальною, оскільки тут значна частина енергії витрачається на продукування, передавання та збереження тепла. Відомо, що в Україні витрати на паливо в собівартості електричної та теплової енергії, що виробляється на ТЕС, становлять майже 85%. Тому втрати тепла істотно впливають на формування ціни на паливо.

Щоб підвищити ефективність обліку і витрат енергоресурсів, останнім часом в розвинутих країнах світу почали використовувати комп'ютерні системи з високим рівнем інтелектуалізації. Їх застосування значно підвищило точність обліку енергоносіїв, що сприяє їх економії.

Аналогічна картина у деяких галузях чорної та кольорової металургії, атомній промисловості, маши-

нобудуванні та інших, в яких вимоги до точності вимірювання температури, наприклад, розплавленої сталі, чавуну, алюмінію і інших матеріалів різко підвищились. Температурні межі розливки сталі, які істотно впливають на її якість, неможливо дотримати без достатньо точних температурних вимірювальних приладів, що викликало необхідність розробки термоелектричних перетворювачів зі змінною головкою, час вимірювання для яких становить кілька секунд і дає змогу контролювати температуру сталі в будь-який момент часу.

Отже, всі вищезазначені і багато інших технічних проблем ставлять вимоги до методів та засобів вимірювання температури, їх наукової обґрунтованості, універсальності, точності та надійності. Тому удосконалення класичних методів та засобів вимірювання температури відповідно до сучасного розвитку технологій і проблем промисловості залишається актуальним.

Як і раніше, контактні методи вимірювання температури використовуються найширше, вони реалізуються за допомогою перетворювачів термоелектричних та термоперетворювачів опору, питома вага яких в основних галузях промисловості (металургії, енергетиці, зокрема атомній, нафто- і газопереробній промисловостях) становить 80÷90%.

У НВО "Термоприлад" сьогодні розроблено і серійно випускається низка термометричних комплексів контактної і безконтактної термометрії, зокрема:

- термоперетворювачі опору;
- термоелектричні перетворювачі;
- різницеві термоперетворювачі опору;
- термоперетворювачі з уніфікованим сигналом;
- термоперетворювачі цифрові, зокрема переносні;
- регулятори температури;
- сигналізатори температури;
- пірометричні перетворювачі і пірометри;
- теплотільники;
- засоби метрологічного забезпечення.

Цей перелік засобів вимірювальної техніки для контролю температури не охоплює всю гаму приладів, що випускає наше об'єднання, які використовують в різних галузях промисловості і експлуатують дуже часто при високих і низьких температурах, тисках, вібраціях, у агресивних середовищах, за циклічних змін температури.

Так, наприклад, для потреб чорної і кольорової металургії, машинобудування наше об'єднання

виготовляє: мідні і платинові термоперетворювачі опору – ТСМ–1088, ТСМ–1188, ТСПР–1291, ТСП–1388;

Термоелектричні перетворювачі: хромель–алюмелеві ХА(К) – ТХА–472, ТХА–1007, ТХА–2388; хромель–копелеві ХК(Л) – ТХК–1073, ТХК–1090, ТХК–472; платиноводій–платинові ПП(С) – ТПП–0688, ТПП–0788, ТПП–1788; платиноводій–платиноводієві ПР(В) – ТПР–290, ТПР–0573, ТПР–1888; вольфрам–ренієві ВР(А) – ТВР–301–01, ТВР–0687, ТВР–0688; вимірювальні перетворювачі – ПВПУ–0197, ПВУ–0197; цифрові термометри – ТТ–Ц016, ТТЦ–103; пірометри – Смотрич 4МП1, 5МП, 6МП, Термозонд Ал; регулятори – РТ–0100, РТ–0193, РТ–0199, РЕ–201, РЕ–202; сигналізатори – СТС–0189; вимірювальні системи – СКТР–0597, ПКРГ–0198 і багато інших приладів.

Значний відсоток продукції об'єднання становлять прилади для атомних електричних станцій, які використовують для вимірювання температури теплоносіїв, повітря, води, пари, масла, бетонного захисту, металоконструкцій реакторів, корпусів турбін та інших елементів, тобто працюють в складі системи АСУТП СВРК. До них належать також компенсаційні пристрої, вимірювальні перетворювачі, багатоканальні електричні реєстратори.

Впровадивши систему збереження якості та створивши службу забезпечення якості, вдалося істотно покращити якість приладів для АЕС.

Термоперетворювачі та компенсаційні пристрої, розроблені на початку 90-х років минулого століття, модернізовано відповідно до сучасних вимог і правил безпеки для технічних засобів, які діють в системах, важливих для безпеки атомних електростанцій.

Приведена у відповідність до вимог міжнародних стандартів технічна документація на ці прилади.

Здійснені заходи дали змогу:

- вийти на ринок з конкурентоспроможними, досить дешевими приладами, які мають значні технологічні і технічні переваги, порівняно з існуючою продукцією українських і зарубіжних фірм;
- відновити поставки в європейські країни, де діють вимоги кваліфікації безпеки ІЕ, а саме Чехію, Словаччину, Угорщину, Болгарію;
- забезпечити поставку на АЕС АСУ ТП, які поставляють фірми Сіменс, Вестінгауз, Фраматома та які вимагають, щоб технічні засоби відповідали вимогам стандартів ІЕС 751, ІЕС 584 і класу безпеки ІЕ.

Кваліфікація кадрів і сучасна технологія в НВО "Термоприлад" дає змогу сьогодні розробляти пер-

винні перетворювачі для контролю активної зони, зокрема давачі нейтронного потоку.

Крім вищезгаданих галузей промисловості, в яких широко використовуються прилади нашого об'єднання, слід згадати цементну, паперову, алюмінієву промисловості, кріогенну техніку, медицину, кріобіологію тощо, тобто цілий ряд виробництв, де температура є визначальним параметром і відчутно впливає як на сам технологічний процес, так і на економічні показники виробництва.

За своїми технічними характеристиками термоперетворювачі контактної електрометрії відповідають кращим зразкам зарубіжних фірм.

Сучасна елементна база дала змогу створити вимірювальні перетворювачі з уніфікованим вихідним сигналом, які розміщені безпосередньо в головках термоперетворювачів.

Розроблені і серійно випускаються нашим об'єднанням різнищеві термоперетворювачі опору ТСРР-0196, якими комплектуються тепловимірювальні системи обліку тепла, і якими можна контролювати різницю температур з похибкою $\pm 0,05^\circ\text{C}$. Розробляються різнищеві малогабаритні термоперетворювачі опору з використанням плівкових платинових чутливих елементів. Зацікавленість до таких термоперетворювачів проявляють деякі зарубіжні фірми.

Слід зауважити, що сьогодні відсутня стандартна методика перевірки різнищевих термоперетворювачів, які входять до складу тепловимірювальних систем, тобто не розв'язана задача забезпечення єдності вимірювань різниці температури теплоносія у водяних системах теплопостачання.

В об'єднанні виконують дослідні роботи, спрямовані на використання нових термоелектричних матеріалів, а також матеріалів для захисних оболонок термопарного кабелю, що підвищують температурну межу їх застосування, збільшують їх ресурс, тим самим забезпечують нові розробки термоелектричних перетворювачів з урахуванням специфіки внутрішньореакторних і внутрішньозонних вимірювань на АЕС.

Щоб підвищити стабільність метрологічних характеристик термоелектричних перетворювачів, виготовлених з термопарного кабелю, їх механічної і хімічної стійкості, виконані дослідження із встановлення оптимального режиму відпалу і впроваджено в технологію виготовлення перетворювачів.

Однак вітчизняна промисловість не випускає термопарного кабелю, компенсаційних дротів для термоелектричних перетворювачів.

На Придніпровському заводі кольорових металів м. Дніпродзержинська розпочато роботу із створення дроту із платини ПЛТ для термоперетворювачів опору і термоелектродного дроту ПР-6, 100, 30 для термоелектричних перетворювачів.

Виконуються дослідні і розроблена методика щодо проблеми неруйнівного контролю термоперетворювачів в умовах неперервного технологічного процесу (впливу високих температур, механічних навантажень, тиску, вібрацій, агресивних середовищ), тобто в умовах, коли неможливе обслуговування термоперетворювачів під час експлуатації, зокрема неможливе здійснення періодичної перевірки.

Для потреб чорної металургії нашим об'єднанням розроблені і серійно випускаються великими партіями термоелектричні перетворювачі одноразового використання ТПР-0290, ТПП-0788, а також ТВР-3101, ТВР-0688, уможливує необхідний температурний контроль на всіх ланках виготовлення сталі і чавуну. Дані вимірювання опрацьовуються системою контролю температури розплавлених металів СКТР-0597, розробленою нашим об'єднанням.

Серед цифрових приладів слід згадати термометр цифровий ТО-ЦО 24-10, який в комплекті з термоперетворювачами опору використовують для температурних досліджень в різних галузях промисловості. Границя допустимої основної похибки такого комплекту становить $\pm 0,2^\circ\text{C}$ при $-80 \div 100^\circ\text{C}$.

За технічними характеристиками квадрупольний цифровий термометр типу ТН-Ц021 відповідає рівню вірцевих мір і забезпечує вимірювання температури в інтервалі $-196 \div 100^\circ\text{C}$ з точністю $\pm 0,01^\circ\text{C}$.

Однак не завжди контактні методи вимірювання температури забезпечують необхідну точність, надійність, термін служби. Тому в народному господарстві широко використовують засоби безконтактної термометрії. В об'єднанні ведуться роботи, спрямовані на створення як нових пірометрів, так і на модернізацію існуючих.

Модернізовано пірометри "Смотрич-7", "Смотрич-7", "Смотрич-13". Розроблено комплекти первинних пірометричних перетворювачів ПЧД і ПЧТ в комплекті з вторинним перетворювачем ПВ-16, які мають ширший температурний діапазон вимірювання, необхідний набір функціональних можливостей, забезпечують високу надійність, а також можуть бути пристосовані до технологічних процесів на вимогу замовника.

Для вимірювання температури малих об'єктів з великої відстані розроблено пірометр "Термооко-теле", який широко застосовується для вимірювання температури контактних з'єднань високовольтних ЛЕП, а також в металургійній галузі для вимірювання температури катанки малих діаметрів.

Для вимірювання температури об'єктів з високою точністю ($\pm 0,1^\circ\text{C}$) розроблено мініатюрний термометр "Термозонд", який широко використовують в медицині, ветеринарії, техніці.

Роботи з стандартизації в НВО "Термоприлад" спрямовані на гармонізацію національних стандартів з міжнародними європейськими стандартами на аналогічну продукцію, забезпечення конкурентоспроможності продукції на світовому ринку і підвищення її якості, розширення експорту, економії ресурсів.

Упродовж 1993–2003 років в НВО "Термоприлад" розроблено, узгоджено із зацікавленими організаціями низку державних стандартів. Серед них є такі, що одержали статус міждержавних.

У галузі температурного контролю розроблено такі стандарти: ДСТУ 2837–94 (ГОСТ 3044–94) "Перетворювачі термоелектричні. Номінальні статичні характеристики перетворення", ДСТУ 2857–94

(ГОСТ 6616–94) "Перетворювачі термоелектричні. Загальні технічні умови", ДСТУ 3307–96 (ГОСТ 30409–96) "Перетворювачі термоелектричні. Подовжуючі і компенсаційні проводи. Допуски і система ідентифікації", ДСТУ 2858–94 (ГОСТ 6651–94) "Термоперетворювачі опору. Загальні технічні вимоги і методи випробувань", ДСТУ 3170–95 (ГОСТ 28243–96) "Пірометри. Загальні технічні вимоги" та інші.

Розроблені стандарти, в основному, узгоджено з відповідними міждержавними стандартами ISO, IEC та європейськими стандартами EN на аналогічну продукцію.

НВО "Термоприлад" бере участь в розгляді міжнародних стандартів, що розробляють міжнародні організації із стандартизації, подає свої пропозиції, які враховують під час подальшого розроблення міжнародних стандартів. Співпраця з міжнародними організаціями з стандартизації дає змогу одержувати оперативну інформацію в галузі міжнародної стандартизації, а також забезпечувати єдину технічну політику із стандартизації приладів промислового контролю не тільки в національному, але і міжнародному масштабі. А це особливо актуально нині в зв'язку з приєднанням України до ГАТТ/СОТ.

УДК 536.5

ДЕЯКІ ПЕРСПЕКТИВИ РОЗРОБЛЕННЯ ЦИФРОВИХ ПРИЛАДІВ У ЛЬВІВСЬКОМУ НВО "ТЕРМОПРИЛАД"

© Пилип'юк В., Пастернак Я., Рубель А., Мельник Р., 2003

Науково-виробниче об'єднання "Термоприлад", вул. Наукова, 3, Львів, Україна

Наведено характеристики цифрових приладів: регуляторів температури з архівуванням результатів вимірювання, системи контролю температури розплавлених металів.

Приведены характеристики ряда цифровых приборов: регуляторов температуры с архивированием результатов измерений, системы контроля температуры расплавленных металлов.

The characteristics of digital devices: temperature controllers, which can store the results of measuring, molten metals temperature control systems, are adduced.

Діяльність НВО "Термоприлад" має системний характер і спрямована на забезпечення споживачів широкою гамою приладів контролю температури від первинного перетворювача до вимірювального комплексу, включаючи і програмне забезпечення останнього. Така діяльність вимагає чутливого і оперативного реагування на потреби споживачів,

особливо щодо сервісної обробки і видачі інформації. Останнє закладено одразу в цифрові прилади або перенесено в програмну частину роботи персонального комп'ютера (ПК), з яким відбувається обмін цифрового приладу.

Серед дешевих функціонально закінчених цифрових приладів, що розроблені в НВО "Термоприлад"