

АВТОМАТИЧНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАБІЛЬНОСТІ РОБОТИ МОБІЛЬНОГО ЕВТЕКТИЧНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕПЕРА

© Прохоренко С.В., 2004

Запропоновано методологію побудови системи контролю та управління мобільним температурним репером з робочим матеріалом – розплавом евтектичної концентрації на основі раніше випробуваних нами технічних рішень.

The methodology of build-up of a monitoring and management system of a mobile temperature reference point with the eutectic melt of in the capacity as a working material on a basis of the before the designs approved to us is offered.

Вступ. З огляду на прогресуючу інтенсифікацію та прецизизацію виробничих (технологічних) процесів {ВП} принципової ролі набуває підвищення точності відтворення умов їх проведення (зокрема, визначальну роль відіграє звуження температурного діапазону). Необхідна точність вимірювання температури у різних галузях промисловості – є дуже високою та постійно зростає, у той самий час, з огляду на більш критичні умови роботи, – значної ваги набирає і нестабільність характеристик різного типу термоперетворювачів. З огляду на ці причини – суттєвою стає можливість (в разі необхідності) проведення перевірки термоперетворювачів, використовуваних для контролю стратегічно важливих ВП. Особливо важливою така можливість є для ВП на автономних (мобільних) об'єктах (зокрема – енергетичної, ядерної та, особливо, – космічної техніки).

Нами було проведено аналіз публікацій у сучасних виданнях, де публікуються статті з наближеної тематики (температурні репери; евтектика, плавлення, контроль седиментації, акустична емісія) а також глибокий (від 1963 р. до жовтня 2004 р.) аналіз баз рефератів OVID а також Current Contents Connect®.

Слід відмітити розлогу увагу до питання седиментації у евтектиках (переважно – гравітаційної) у працях авторів-металургів та ливарників, а також деяке звернення на це уваги дослідників-метрологів. Для боротьби з цим явищем запропоновано та апробовано значну кількість методик гомогенізуючого впливу на розплав. На жаль, оскільки ці завдання ставилися та вирішувалися переважно в інтересах ливарництва – то у більшості з них для подрібнювання структури передбачалися хімічні методики впливу (внесення легуючих домішок, зокрема), що, у нашому випадку, неприпустимо.

Згідно із завданням, що висувалися у фізиці металів, – було опрацьовано значну кількість методик дослідження розтопів. Більшість з них дає змогу проводити діагностування седиментації, проте вони опрацьовувалися під вимоги лабораторних експериментів – високоенергетичне або крихке обладнання або необхідність розміщування досліджуваних речовин у спеціальних умовах (тиглях).

На підставі аналізу проведених напрацювань нами було обрано для використання у мобільній конструкції метод ультразвукової енергетичної обробки – як гомогенізуючий та метод акустичної емісії як контролюючий.

Для вирішення проблеми автоматизованого періодичного контролю процесів нами запропоновано конструкцію, виготовлено та проведено оціночне випробування [1] евтектичного температурного репера {ETRP}, з температурою контролювання (температурою топлення евтектики) $\approx 10,56$ °C.

У межах згаданої проблеми (під загальним керівництвом проф. Б.І. Стадника) було перевірено можливість використання розробленого нами комплексу (рис. 1), що складається з мобіль-

ного термоелектричного стабілізатора температури підпору (МТСТП) евтектичного репера температури та комірки (рис. 2) зі сплавом евтектичної концентрації системи In–Ga–Sn як температурного репера, який забезпечував би можливість повірки 100-омних термометрів опору класу “А”.

У межах проведених дослідів як робочу речовину репера було обрано біляевтектичний потрійний сплав In–Ga–Sn із складом: 66.960 мас. %Ga; 20.497 мас. %In; 12.543 мас %Sn. Для вимірювання температури у реперній комірці використано платиновий термометр опору Pt100, тип ОР2530, виготовлений на Краківській KFAP S.A., клас 1/3В, встановлений у шахту реперної комірки (рис. 2), реєстрація зміни опору (за дводровою схемою) проводилася автоматичним реєстратором Keithley 2700.

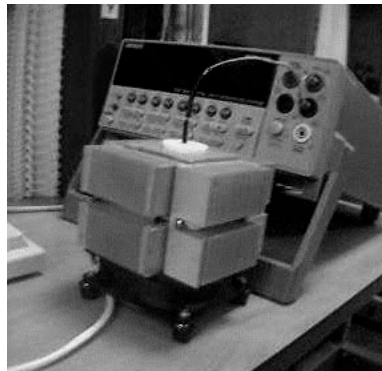


Рис. 1. Мобільний температурний репер з вимірювачем Keithley 2700

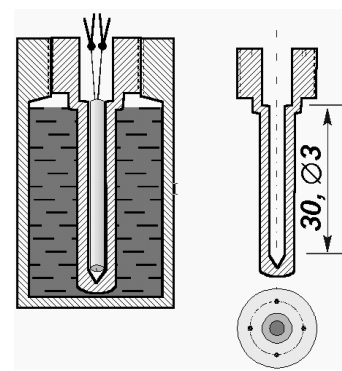


Рис. 2. Комірka евтектичного репера температури із 100 Ом термометром

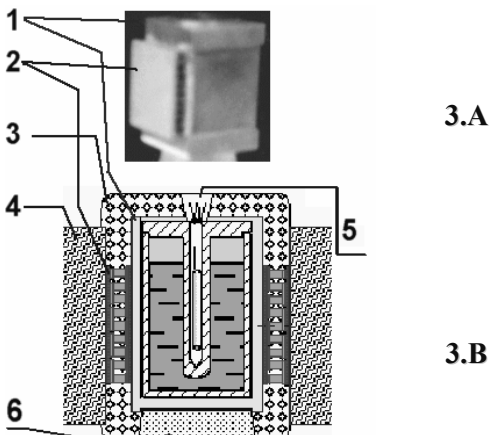


Рис. 3. МТСТП: переріз (3.В) та загальний вигляд центральної частини (3.А)

Для забезпечення рівномірного відведення тепла від дна та стінок реперної комірки останню встановлювали у щільно припасоване заглиблення у мідному блоці (паралелепіпеді) з покришкою (див. 1 на рис. 3). До зовнішньої його поверхні через теплопровідний контактний шар центросиметрично припасовано батарею з 4-х термоелементів Пельтьє (2 на рис. 3) виробництва ВО “Львівприлад”. Батарея термоелементів за допомогою керуючої системи з оберненим зв’язком (термометр опору вмонтовано у дотичний до стінки комірки шар металічного блока) забезпечувала необхідну (± 0.1 °С) стабільність температури підпору (температури перегріву над температурою плавлення використовуваного металевго стопу евтектичної концентрації). Оптимізація роботи термоелектричних батареї забезпечувалась покриттям мідного блока шаром піноматеріалу (3 на рис. 3) низької теплопровідності та встановленням на термоелементи радіаторів з примусовим охолодженням (4 на рис. 3).

Технологія використання стаціонарних монометалічних температурних реперів {TRP} загалом вже достатньо опрацьована, так само як і мініатюрних ETRP {mETRP}. Проте суттєвим недоліком є недостатнє врахування структурних особливостей використовуваного робочого тіла (RT), використовуваного у TRP – у стані розтопу вона не є гомогенною, але мікро-гетерогенна [2]. Результатом негомогенності є те, що при перебуванні RT достатньо тривалий час поблизу зони нестабільності структури (при температурах, наближених до температури фазового переходу, – які, власне, є “робочими” для TRP) – його структура суттєво втрапить однорідність аж до макронегомогенності. Така макронегомогенна структура, природно, не зможе забезпечити достатню для повірки термоперетворювачів рівномірність виділення тепла на фронті плавлення. Пропонована нами технологія дозволяє контролювати та компенсувати вказані процеси макророзшарування.

Нарощування кристалічної структури при кристалізації відбувається не поатомно, але покластерно. Отже, і виділення енергії при переході у менш енергетично насичений стан теж не гомогенне. Параметри процесу енерговиділення піддаються контролю. Достатньо оптимальним по співвідношенню точність контролю/рівень складності процесу контролювання є метод акустичної

емісії АЕ, що полягає у реєстрації “ударних” хвиль діапазону 0,1–1,5 МГц. Апробована нами АЕ-система складається з ✦ реєстраційної секції {АЕr} – широкопасмового п’єзоелектричного датчика та аналітичної секції {АЕа} – блока аналогового аналізу параметрів фронту хвилі {АЕаW} та логічного блоку {АЕаS} – аналізу температурно-часової залежності параметрів реєстрованих АЕ-сигналів. Як нами було показано – аналіз часових виборок АЕ-сигналів (“супроводження” фронту кристалізації) дає можливість контролю рівня седиментації [3, 4], а також ступеня подрібнення кристалічної структури RT [5]. За відхиленням параметрів сигналів або їх часовим розподілом (рис. 4) можна приймати рішення щодо необхідності проведення заходів щодо стабілізації роботи ETRP.

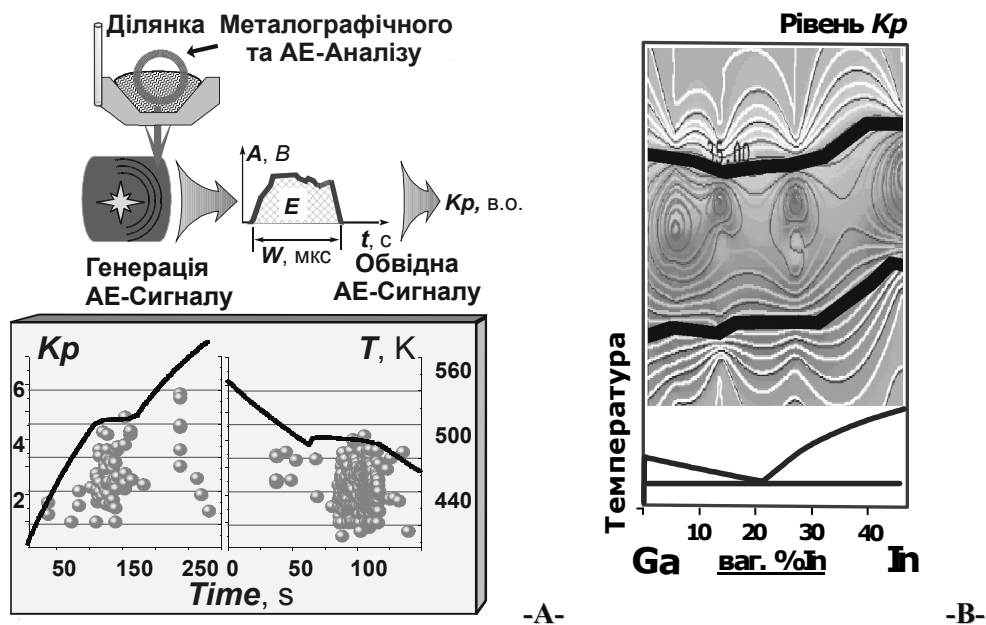


Рис. 4. Взірець отримання АЕ-сигналів та температурної залежності рівня катастрофічності АЕ-сигналів (4-А) та (4-В) – Біляевтектична частина діаграми стану, суміщена з контурною картою Кр для АЕ-сигналів, емітованих при кристалізації вказаних на діаграмі концентрацій розплавів. “Висота” (ступінь сірості) – кількість нормованих сигналів вказаної критичності

Унеодноріднення структури евтектичних розтопів відбувається під дією монотонних та векторних впливів. Основними діючими впливами у нашому випадку є кооперація складових евтектики у моноелементні кластери а також гравітація та скерованість тепловідводу (неоднорідність температурних полів) у процесі роботи mETRP. Результатами такої дії є суттєво (макроскопічно) унеодноріднювальні RT великорозмірні кристали та дендритні структури.

Як було неодноразово показано [5, 6] – дія зовнішніх енергетичних полів на розтоп RT змінює його кристалічну структуру. Серед різних методик енергообробки {ЕО} нами було обрано ультразвукову енергообробку {uVT}. Вона стимулює утворення у об’ємі розтопу “звукового вітру” – вимішувального конвективного потоку.

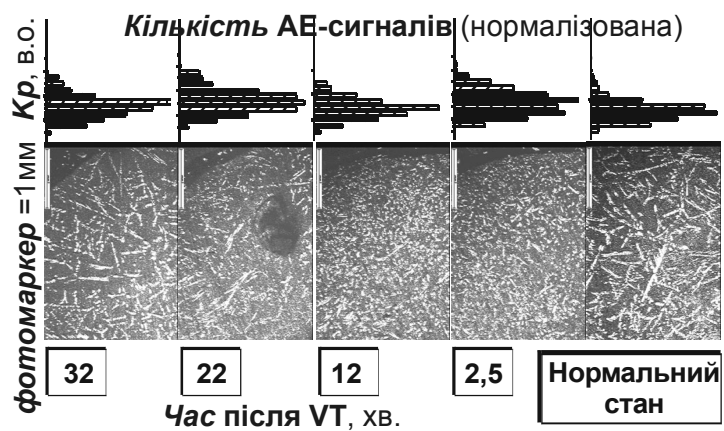


Рис. 5. Кореляція між гістограмою Кр та структурою закристалізованого розтопу залежно від часу, що пройшов від закінчення вібраційної обробки

Механізм генерації “звукового вітру” – при прийнятті блоком АЕаС рішення про доцільність урухомлення режиму стабілізаційної обробки – подається збуджувальний сигнал на силовий п’єзоелемент – пластину припасовану до денця комірки TRP. Тривалість ЕО задається після тестування конкретної RT (тобто RT з конкретним складом, підібраним так, щоб температура його плавлення відповідала робочому інтервалу контрольованого процесу).

Після проведення ЕО рекомендованих параметрів – проводиться повторний контроль процесу ФП – при реєстрації АЕ-сигналів (рис. 5) належних параметрів (відповідаючим кристалізації максимально дрібнозернистої та гомогенної структури RT) – видається дозвіл/рекомендація щодо можливості проведення тестування термометрів.

Запропонована система дає змогу контролювати відтворюваність температури топлення евтектичного репера в межах $\pm 0.05\text{K}$.

1. Прохоренко С., Стадник Б., Войтурський Я. Попередні результати апробації температурного репера на базі In-Ga-Sn евтектики // *Вимірювальна техніка та метрологія*. – 2003. – 63. – 32 с. 2. Prokhorenko S.V., Mudry S.I. Metal Melts at the Clusters and Fractals Representation // *Acta Metallurgica Slovaca*. – 2001. – 7. – P. 422–426. 3. Прохоренко С., Стадник Б., Бояр З. Контроль гравітаційної седиментації робочого елемента температурного репера з використанням методики акустичної емісії // *Вимірювальна техніка та метрологія*. – 2002. – № 59. – С. 76–80. 4. Prokhorenko S., Stadnyk B., Bylica A. Determination of structural and thermal-physic requirements of stabilization of an equilibrium crystallization of a eutectic alloys // *Archives of Foundry*. – 2002. – Vol. 2. – N 6. – P. 189–194. 5. Прохоренко С., Стадник Б. Гомогенізація евтектичного розтопу температурного репера шляхом віброобробки // *Вимірювальна техніка та метрологія*. – 2002. – № 61. – С. 44–46. 6. Prokhorenko V., Bylica A., Mudry S., Prokhorenko S. Effect of magnetic field and cooling speed on crystallization processes of Sn-Bi alloys // *Acta Metallurgica Slovaca*. – 2001. – 7. – P. 412–415.

УДК 681.3

В.М. Сокіл

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра електронних обчислювальних машин

ГЕНЕРАТОР ВИПАДКОВИХ ЧИСЕЛ

© Сокіл В.М., 2004

Запропоновано новий варіант реалізації апаратного генератора випадкових чисел. Розглянуто структуру пристрою та описано основні принципи його функціонування.

New solution proposes for the hardware random number generator’s implementation. The structure of system is considered and the principles of its functionality are described.

Вступ. Сьогодні в світі спостерігається помітна зміна пріоритетів при виборі шляхів здійснення комерційної діяльності. Зараз електронною поштою передають не тільки якісь нотатки чи тексти, але й комерційні контракти та іншу важливу фінансову інформацію. WEB використовується для розповсюдження програмного забезпечення та здійснення електронного бізнесу. Віртуальні захищені мережі (Virtual Private Network – VPN) розширюють корпоративні мережі за рахунок відкритих каналів мережі Internet. Захищена електронна пошта, доступ по WEB, VPN вимагають так званої “сильної” криптографії (strong security) [1]. Така криптографія забезпечує конфіденційність, аутентифікацію, контроль доступу, цілісність інформації та повну звітність. Основними складовими “сильної” криптографії є цифрові сертифікати та криптографія з відкритими ключами. Багато великих компаній вже розгорнули та успішно експлуатують корпоративні системи безпеки, основою яких є інфраструктура відкритих ключів та цифрові сертифікати. Такі системи використовують такі механізми: