

УДК 615.478.5

Т. М. Бойчук,

І. П. Бурденюк,

В. Ф. Мислицький,

М. В. Гаврилюк*

Вищий державний навчальний заклад України "Буковинський державний медичний університет", м. Чернівці;
*Інститут термодинаміки Національної академії наук та Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України

ЛАБОРАТОРНИЙ МІНІТЕРМОСТАТ-СТЕРИЛІЗАТОР З ЦИФРОВОЮ ІНДИКАЦІЄЮ ТЕМПЕРАТУРИ

Ключові слова: робоча камера термостата, резисторний нагрівач, трансформаторний блок живлення, пороговий, релейний спосіб регулювання, діапазон термостатування.

Резюме. У роботі наведені дані щодо будови, технічних характеристик, електронної схеми живлення і стабілізації заданих температур у межах 0,1°C, вказані границі термостатування, обґрунтована оригінальність конструкції та переваг моделі в порівнянні з існуючим приладдям такого призначення. Подано детальну інструкцію по експлуатації мінітермостата-стерилізатора. Приведені основні напрямки його використання в біохімії, імунології, біології та медицині.

Вступ

Робота науково-дослідних, клінічних та імунологічних лабораторій практично неможлива без використання приладів для генерації необхідних температурних оптимумів, їх пролонгації в часі та стабільному режимі [1, 2, 3, 4].

Поняття "температурний оптимум" відносно, так як кожен біологічний процес на різних стадіях розвитку характеризується власним оптимумом. Отже, оптимальною температурною ділянкою для живої клітини, біохімічних процесів та імунологічних реакцій, є діапазон, у границях якого створюються найкращі умови для процвітання популяції і виду в цілому [4, 5].

З метою штучного створення оптимальних температур, їх стабілізації у часі в ізольованих об'ємах понад сторіччя використовують термостати [6, 7].

Появу термостатів пов'язують із розвитком мікробіології і тільки пізніше почали користуватися ними при проведенні біохімічних та імунологічних досліджень [1, 8, 9].

На даний час промисловість різних країн виготовляє велику кількість типів рідинних та сухожарових термостатів [10].

До основних вимог щодо роботи термостата слід віднести: мінімальний час виходу на заданий температурний режим, діапазон значень оптимальних температур та їх стабілізація в межах допусків, економічність, надійність у роботі, безпека в експлуатації приладу [11,12,13].

Однак існуючі прилади термостатування серійного виготовлення не завжди відповідають по-

ставленим вимогам сучасних науково-дослідних та клінічних лабораторій за своїми конструктивними та фізико-технічними характеристиками [14,15,16].

Мета дослідження

Сконструювати і виготовити дослідний зразок мінітермостата-стерилізатора з технічними характеристиками: діапазон фіксованих температур від кімнатної до 125 °C з точністю стабілізації $\pm 0,1$ °C, об'ємом робочої камери 230-250 см³, потужністю споживання 50-60 Вт. Випробувати надійність роботи приладу в умовах лабораторії.

Матеріал і методи

Проаналізувавши технічні характеристики діючих термостатуючих приладів, їх вартість, а також можливість використання їх в умовах мікробіологічних та клінічних лабораторій, авторами було прийнято рішення сконструювати, напрацювати технологічну карту, виготовити дослідний зразок мінітермостата-стерилізатора, випробувати надійність його роботи в лабораторних умовах. З цією метою нами був розроблений і виготовлений лабораторний термостат [17], який забезпечує термостатування об'єктів у діапазоні температур від кімнатної - до +125 °C. Точність підтримки температури $\pm 0,1$ °C. Внутрішні розміри робочої камери термостата - діаметр 60 мм, висота 95 мм. Зовнішній вигляд термостата представлений на рис. 1.

Як видно з рисунка, термостат має циліндричну форму і складається з корпусу з кришкою, які

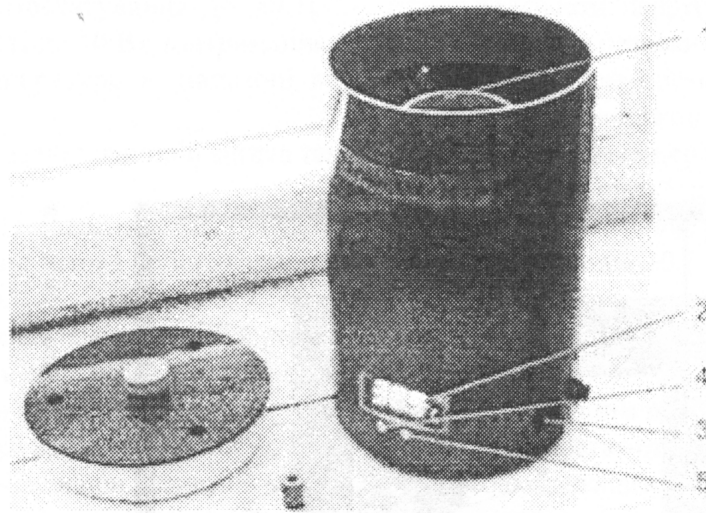


Рис.1. Зовнішній вигляд термостата

1-робоча камера; 2 - цифрове табло; 3- клавіша вмикання-вимикання; 4, 5 - кнопки установки діапазону термостатування.

також відіграють роль пасивного термостата, внутрішнього активного термостата та блоку управління й індикації. Живиться термостат від мережі змінного струму 220 В, 50 Гц і споживає від мережі до 50 Вт. Органи управління термостата і табло індикації заданої і фактичної температур об'єкта термостатування виведені на бокову стінку зовнішнього корпусу.

Внутрішній активний термостат має робочу камеру, у вигляді циліндричного товстостінного алюмінієвого стакана, з високою теплопровідністю і добре вирівнює температуру у своєму об'ємі. Робоча камера зверху закривається кришкою, виготовленою з такого ж матеріалу, як і стакан та має з нею добрий тепловий контакт. До дна робочої камери, із зовнішньої сторони, прикріплений нагрівний елемент, а до бічної поверхні, в нижній її частині - датчик температури. Простір між стінками робочої камери і корпусом термостата заповнений високоефективним теплоізоляційним матеріалом - кварцовою ватою. Корпус термостата також герметичний - для запобігання попадання рідини усередину між стінками робочої камери і корпусу.

У нижній частині корпусу під перегородкою розміщений електронний вузол термостата - плата терморегулятора і силовий трансформатор.

Схема термостата та його конструкція представлена на рис. 2.

Температура робочої камери підтримується за допомогою одноплатного терморегулятора, виконаного на основі мікроконтролера сімейства ATME1. Значення температури відображається на цифровому табло. Нагрів камери відбувається за допомогою резистивного нагрівача від трансформаторного блоку живлення, з вихідною напругою 20 В, що також забезпечує його надійну галь-

ванічну розв'язку від мережі змінного струму і тим самим підвищує безпеку всього приладу. Спосіб регулювання - пороговий, релейний. За допомогою кнопок К-1 і К-2 виставляється задана температура термостатування робочої камери, а також величина гістерезису терморегулювання - різниця температур між максимальним і мінімальним значенням температури камери при терморегулюванні.

Слід зазначити, що на табло відображається температура власне датчика, що є близькою до температури робочої камери. При виході на режим термостатування температура об'єкта в камері в часі буде відставати від температури самої камери. Цей час залежатиме як від самого об'єкта, так і від якості його теплового контакту зі стінками камери. На рис. 3 представлена динамічна характеристика роботи терморегулятора, який завантажений конічною колбою, заповненою 50 мл. води. Як видно з рисунка, температура самої води в колбі відстає в часі, при виході терморегулятора в стаціонарний режим.

При термостатуванні об'єктів, які знаходяться в закритих герметичних посудинах (колбах, пробірках т.п.) можна прискорити час виходу, доливши в стакан робочої камери на дно трохи води, або іншої рідини (наприклад гліцерину, ця рідина кипить при значно вищій від води температурі, а значить і менше випаровується). Це покращить тепловий контакт стінки робочої камери з самою колбою та її вмістом.

Обговорення результатів дослідження

Частково вирішено задачу по вдосконаленню термостата-стерилізатора лабораторного з цифровою індикацією, шляхом використання стабілізатора і реле, зменшення маси до 1,5 кг, підви-

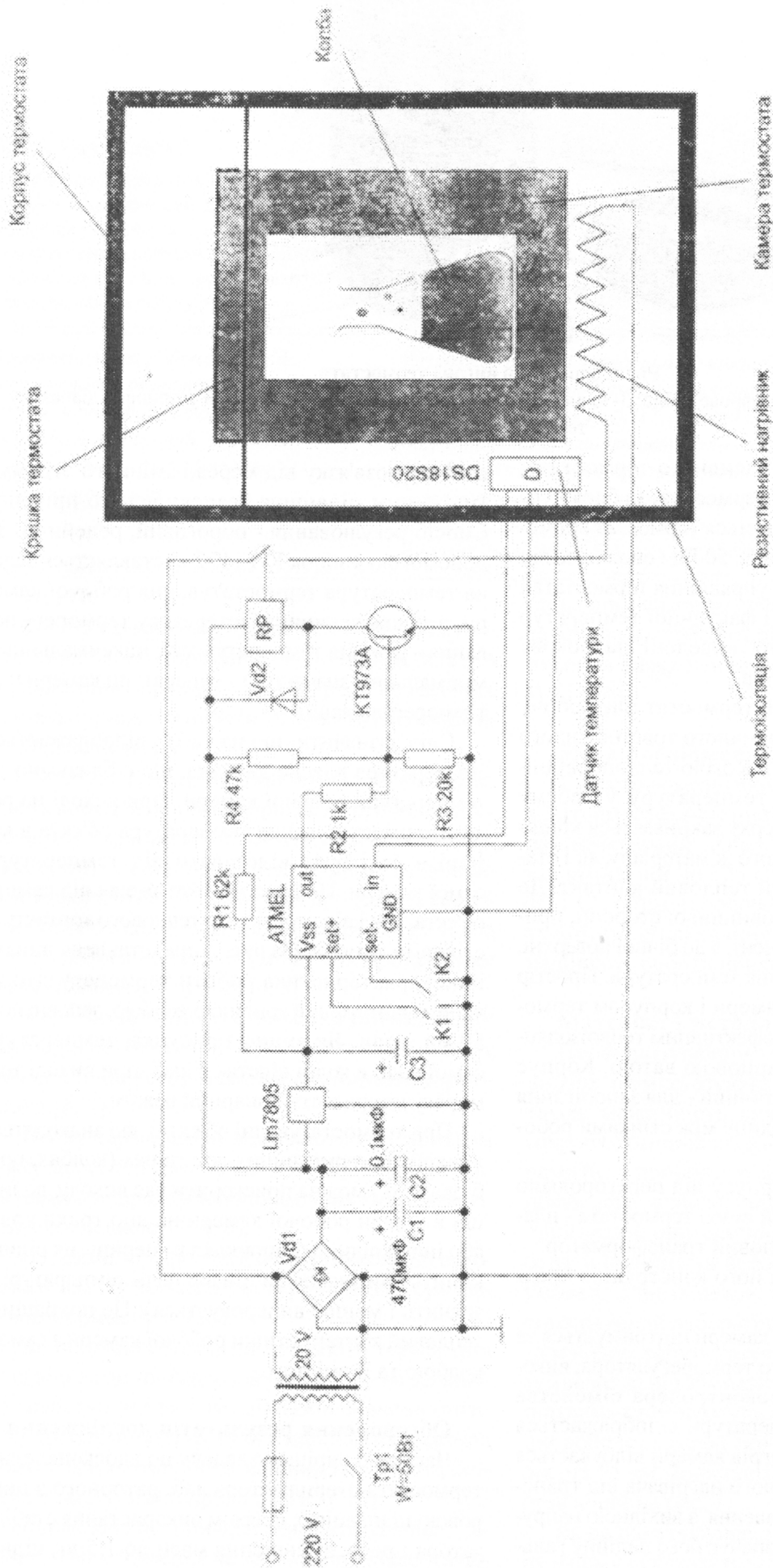


Рис. 2. Схема мінітермостата-стерилізатора ТС-125

щення точності термостатування до $\pm 0,1^\circ\text{C}$, зменшення потужності до 50 Вт, підтримання в робочій камері температури в діапазоні від кімнатної до $+125^\circ\text{C}$.

На малюнку 1 наведено зовнішній вигляд термостата.

На малюнку 2 представлена схема побудови мінітермостата-стерилізатора лабораторного з цифровою індикацією.

На малюнку 3 представлений графік виходу на режим термостатування, тобто співвідношення між температурою камери і температурою води в колбі при виході на режим термостатування від моменту включення при кімнатній температурі $+26^\circ\text{C}$ до заданої температури $+80^\circ\text{C}$.

При реалізації корисної моделі отримані на-

ступні результати: напруга живлення 20 В відповідає параметрам безпеки при експлуатації термостата; енергоекономність експлуатації приладу - споживання термостатом енергії 50 Вт/год.; широкий діапазон температур - від кімнатної до $+125^\circ\text{C}$; стабільність у підтриманні заданої температури з мінімальною різницею між порогами терморегулювання $\pm 0,1^\circ\text{C}$; мобільність термостата - можливість швидкої зміни місця роботи термостата в лабораторії (маса термостата 1,5 кг).

Отже технічним результатом є сконструйований мінітермостат-стерилізатор лабораторний з цифровою індикацією, який дозволяє підтримувати в робочій камері температуру від кімнатної до $+125^\circ\text{C}$, підвищити точність термостатування

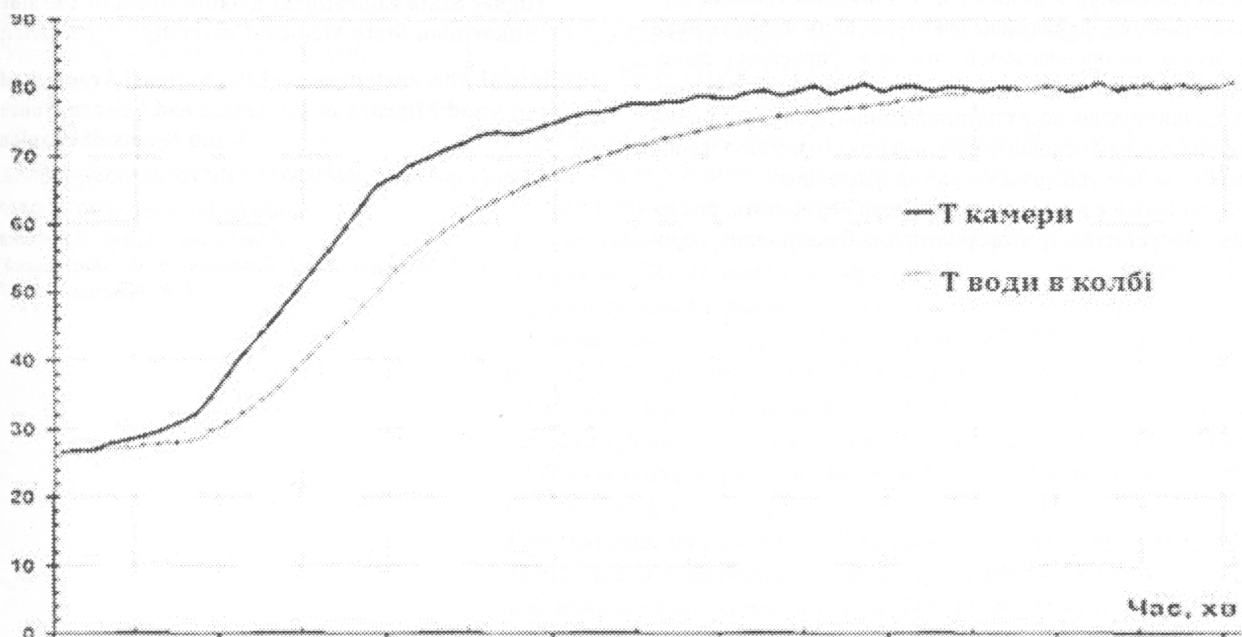


Рис. 3. Динамічна характеристика роботи терморегулятора.

при зменшенні потужності до 50 Вт та зменшенні маси пристрою до 1,5 кг.

Висновки

Виготовлено дослідний зразок оригінальної конструкції мінітермостата-стерилізатора із діапазоном робочих температур від її кімнатного значення до $+125^\circ\text{C}$. Стабілізація заданих дослідником температур забезпечується в межах $\pm 0,1^\circ\text{C}$, а отже прилад має широкий діапазон застосування в лабораторіях мікробіологічного, біохімічного та імунологічного профілю. Безінерційність і швидкий вихід термостата на заданий температурний режим, точність стабілізації температури, мобільність (швидка зміна місця роботи), енергоекономність і безпечність у роботі - це далеко не всі корисні показники термостата.

Перспективи подальших досліджень

Подальша робота над покращенням показ-

ників конструкції, дизайну, діапазону термостатування, точності стабілізації заданої температури, економічності, надійності в роботі та вартості мінітермостата-стерилізатора.

Література. 1. Карлов Л. Ф. / Методы и приборы для клинических лабораторных исследований / Л. Ф. Карлов // М., 1979. - 229 с. 2. Киселёв А. А. Термостабилизатор с цифровой индикацией / А. А. Киселёв. - М.: Радио, 1994. - № 9. - С. 26-28. 3. Шапов А. Электронный градусник / А. Шапов, Г. Шик // Моделіст-конструктор. - 1984. - №6. - С. 20-22. 4. Воронина З.Т. Роль температурного фактора в изменении иммунореактивных свойств организма / З.Т. Воронина // Врачебное дело. - 1960. - № 10. - С 77. 5. Лещенко В. Г. Медицинская и биологическая физика / В. Г. Лещенко, Г. К. Ильич. - Минск: Новое знание; М.: ИНФРА, 2012. - 552 с. 6. С. А. Цифровые устройства на МОП-интегральных микросхемах / С. А. Бирюков. - М.: Радио и связь, 1990. - № 4. - С 13-16. 7. Фромберг Э.М. Конструкции на элементах цифровой техники / Э.М. Фромберг. - М.: Радио и связь, 1991. - № 3. - С 17-19. 8. Herter K. Untersuchungen über den Temperatursin der Feuerwanze (*Purthacaris artemis* L.), *Biol., Zbl.*, Bd.43, S.27, 1923. 9. Кальве Э. Микрокалориметрия (перевод с франц.) / Э. Кальве, А. Прат. - М., 1963. *Experimental Thermochemistry*. V.1-2, N.Y.-1, 1956-62. 10. БМЭ. - 1963. - Т. 32. - С. 83-86. 11. Сосновский А. Г. Измерение температур / А.Г. Сосновский, Н.И. Столярова. - М.,

1970. 12. Шашкова А. Г. Терморезисторы и их применение / А.Г. Шашкова. - М., 1967. 13. Шефтель И.Т. Терморезисторы / И.Т. Шефтель. - М., 1973. 14. Medical and Biological Physics (Val. IV Quantum Mechanics and Elements of Nuclear Physics in Medicine). - Chernivtsi: Bucovinian State Medical University, 2014. - 191 с. 15. Касткевич Б. В. Электронные приборы для измерения и регулирования температуры / Б. В. Касткевич.-М., 1952. - С. 7-8. 16. Миронов К. А. Автоматические регуляторы / К. А. Миронов, Л. И. Шилетин.- М., 1961. - С. 311-312. 17. Бойчук Т. М. Мінітермостат-стерилізатор з цифровою індикацією // Патент України № 101787. - 25.02.2016 р.

ЛАБОРАТОРНЫЙ МИНИТЕРМОСТАТ-СТЕРИЛИЗАТОР С ЦИФРОВОЙ ИНДИКАЦИЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ

Т. Н. Бойчук, И. П. Бурденюк, В. Ф. Мыслицкий, Н. В. Гаврилюк

Резюме. Приведены данные устройства, технических характеристик, электронной схемы питания и стабилизации заданных температур в пределах 0,1 с, указанные границы термостатирования, обоснованы оригинальность конструкции и преимущества предлагаемой модели в сравнении с существующими приборами подобного назначения. Подана детальная инструкция по эксплуатации минитермостата-стерилизатора, а также основные направления его использования в биохимии, иммунологии, биологии и медицине.

Ключевые слова: рабочая камера термостата, резисторный нагреватель, трансформаторный блок питания, пор-

товый, релейный способ регулирования, диапазон термостатирования.

THE LABORATORY MINITHERMOSTAT-STERILIZER WITH DIGITAL DISPLAY OF TEMPERATURE

T. N. Boichuk, I. P. Burdenyuk, V. F. Myslytsky, M. V. Gavrylyuk

Abstract. The authors have described the structure, specifications, electronic power circuitry and stabilization the set temperatures within 0,1 Co. They also have pointed the borders of thermostating, have substantiated the originality of design and advantages of this model compared with existing devices of similar purpose. Detailed manual instructions of the minithermostat-sterilizer was filed. The main ways of its application in biochemistry, immunology, biology and medicine were given.

Key words: working chamber of the thermostat, resistor heater, power transformer unit, the threshold relay method of regulation, thermostating range.

Higher State Educational Establishment of Ukraine "Bukovinian State Medical University", Chernivtsi;

Institute of Thermodynamics of the National Academy of Sciences and Ministry of Education and Science, Youth and Sports of Ukraine

Clin. and experim. pathol. - 2017. - Vol.16, №1 (59). - P.28-32.

Надійшла до редакції 10.01.2017

Рецензент – проф. В.І. Федів

© Т. М. Бойчук, І. П. Бурденюк, В. Ф. Мыслицкий,

М. В. Гаврилюк, 2017