DOI:

LCC – № TA174

# РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОННОГО ТЕРМОСТАБІЛІЗАТОРА МІНІ - ІНКУБАТОРА

**Литвиненко Віктор Миколайович[1], Варламов Олексій Євгенійович[1]**

[1]Херсонський національний технічний університет, Херсон, Україна

**Address for Correspondence:** Литвиненко Віктор Миколайович, к.т.н., доцент

Місце роботи: Херсонський національний технічний університет Бериславське шосе, 24

E-mail: hersonlvn@gmail.com

**Abstract.** Розроблено електронний термостабілізатор міні-інкубатора, який характеризується високою надійністю та порівняно невисокою вартістю. За рахунок удосконалення схеми аналога збільшено надійність розробленого приладу. Представлені практичні рекомендації по виготовленню розробленого електронного термостабілізатора міні-інкубатора.

**Keywords**: термостабілізатор, міні-інкубатор, мікросхема, терморезистор, стабілітрон.

**Introduction.** Розвиток сучасної електроніки та підвищені вимоги до якісних та експлуатаційних показників апаратури привели до того, що не тільки в професійній, а і в побутовій апаратурі застосовується все більша кількість автоматичних пристроїв.

Термостабілізатор в побуті застосовується в самих різних пристроях, починаючи від холодильника і закінчуючи прасками і паяльниками. Найчастіше в якості датчика або сенсора температури в різних аматорських конструкціях використовуються терморезистори , транзистори або діоди [1].

Середньотемпературні термостабілізатори призначені для автоматичного вимірювання і підтримки стабільної температури, наприклад , в термостатах, інкубаторах, теплицях, акваріумах, та ін. Регулятори температури ,або, як їх ще називають, терморегулятори, призначені для підтримання заданої температури рідини (наприклад, фоторозчину , води в акваріумі, води в системі електричного водяного опалення), повітря в теплиці та міні-інкубаторі, в жилому приміщенні і т. ін. Принцип роботи будь-якого терморегулятора полягає в плавній або стрибкоподібній зміні потужності нагрівного елемента згідно з температурою датчика.

ISSN 2311-1100 CC-BY-NC

Існують термостабілізатори із стрибкоподібною зміною потужності, при загрузці яких нагрівний елемент відключається, як тільки температура датчика досягає певного значення, і включається при зниженні температури до її заданого значення. Нагрівний елемент при цьому знаходиться в одному з двох положень: включений або виключений, тому регулятор з таким законом керування часто називають релейним [2].

В наш час випускається багато різновидів термостабілізаторів міні-інкубаторів. Але більшість з них мають високу вартість, низьку надійність, нестабільні в роботі.

У зв'язку з цим є актуальним продовження робіт по удосконаленню термостабілізаторів міні-інкубаторів.

**Objective.** Метою даної статті є розробка високонадійного термостабілізатора міні-інкубаторів, який має невелику вартість.

**Materials and methods.** Для разробки термостабілізатора міні-інкубатора був вибраний аналог [3]. Принципова схема розробленого термостабілізатора міні-інкубатора приведена на рис. 1.

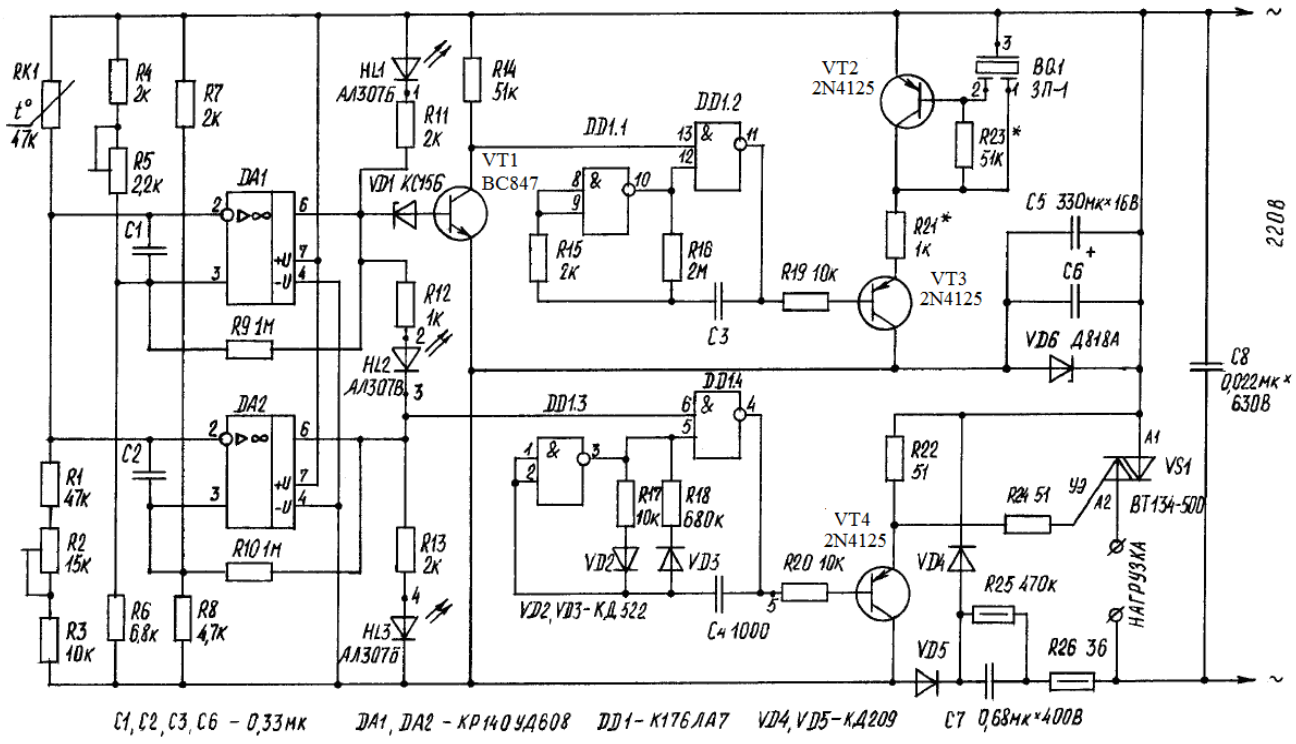


Рис. 1. Принципова схема розробленого термостабілізатора

По відношенню до схеми аналога [3] в розробленій нами схемі було зроблено заміну транзистора КТ315Б (VT1) на його аналог - транзистор ВС847 та заміну транзисторів КТ361Б (VT1…VT4) на їх аналоги – транзистори 2N4125.

Термостабілізатор призначений для підтримання постійної температури в інкубаторі. Точність підтримки температури в інкубаторі "Квочка" 0,2°С. Температуру можна встановлювати в межах 37 ... 38,5 ° С.

Термостабілізатор містить терморезисторний міст RK1, R1 ... R8, два компаратора на операційних підсилювачах DA1, DA2, вузол індикації температури "норма", "перегрів", вузол звукової індикації перевищення верхньої межі температури на пьезодзвінку BQ1 і ланцюг управління симистором VS1 [4, 5].

У термостабілізаторі застосований блок живлення з конденсатором С7, що гасить, та однопівперіодним випрямлячем на діодах VD4, VD5. Конденсатор С7, що гасить, включений послідовно до мережі. Він являється баластом, на якому гаситься частина вхідної напруги. Напруга живлення схеми стабілізована стабілітроном VD6, згладжена і відфільтрована конденсаторами С5 і С6.

Так як симистор VS1 можна включити при будь-якій полярності між анодами А1 і А2 негативним імпульсом напруги на керуючому електроді по відношенню до анода А1, то живлення схеми здійснюється негативною напругою. На компараторі DA2 зібраний пороговий елемент, що включає нагрів інкубатора. Коли температура повітря всередині інкубатора нижче встановленої резистором R2, опір терморезистора RK1 великий, напруга на виводі 2 DA2 вище ніж на виводі 3 DA2, задана дільником R7R8, тоді на виведенні 6 DA2 встановлюється низький потенціал, що дозволяє роботу генератора імпульсів на DD1.3, DD1 .4.

Світлодіод HL3 індукує режим "нагрів". Так як нагрівальним елементом в інкубаторі "Квочка" служать чотири послідовно з'єднані 60-ватні лампи розжарювання, то в індикації протікання струму через навантаження немає необхідності.

Генератор на DD1.3, DD1.4 виробляє імпульси високої шпаруватості з періодом проходження 0,7 мс. Посилені по струму транзистором VT4 імпульси негативної полярності надходять через обмежувальний резистор R24 на керуючий електрод симистора VS1, і він включається. Як тільки температура в інкубаторі досягає заданої, опір терморезистора RK1 знижується настільки, що на виводі 2 DA2 напруга стає нижче, ніж на виводі 3 DA2. В цей час на виведенні 6 DA2 напруга низького рівня змінюється на високий рівень. Генератор імпульсів вимикається, отже, припиняється нагрів. Світлодіод HL3 гасне, а світлодіод HL2 "норма" запалюється. Гістерезис між режимами "нагрів" і "норма" становить 0,2°С.

ISSN 2311-1100 CC-BY-NC

Для яєць всіх видів сільськогосподарської птиці в усі періоди інкубації найбільш сприятлива температура повітря біля яєць в діапазоні 37,7...38,3°С. Перегрів вище 39,4°С небезпечний для розвитку ембріона. Перегрів в останні дні інкубації викликає масову загибель зародків [7]. Для запобігання перегріву інкубаційного матеріалу призначений вузол на DA1. Коли температура повітря всередині інкубатора перевищить граничне значення, встановлене резистором R5, на виведенні 6 DA1 з'явиться напруга високого рівня, засвітиться світлодіод HL1 "перегрів". Проінвертована транзистором VT1 напруга дозволяє роботу низькочастотного генератора на DD1.1, DD1.2. Цей генератор модулює по амплітуді тональний генератор на VT2 і BQ1. Переривчастий акустичний сигнал сповіщає про те, що температура вийшла за верхню допустиму межу і необхідно додатково відкрити вентиляційні отвори або вимкнути інкубатор.

Схема терморегулятора розташована на друкованій платі розмірами 115 мм х 45 мм з одностороннього фольгованого склотекстоліта товщиною 1,5 мм. Розташування струмопровідних доріжок і радіоелементів показано на рис.2.

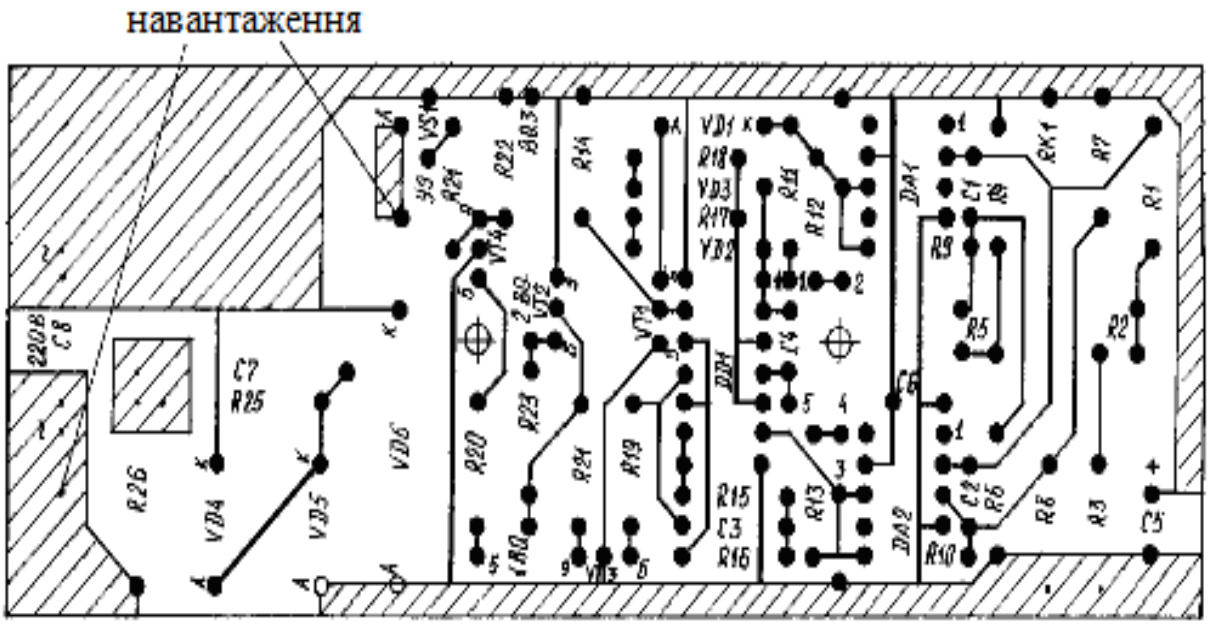


Рис.2. Топологія друкованої плати

Плата розрахована на установку постійних резисторів типу МЛТ. В якості резисторів R1 ... R8 моста необхідно використовувати стабільні з малим ТКО резистори типу С2-29 з допуском, не гірше 5%. В якості терморезистора RK1 використовувати терморезистор типу ММТ-1. В якості підлаштувальних резисторів використовувати дротяні резистори типу СП5-16, ВА-0,25Вт. В якості

ISSN 2311-1100 CC-BY-NC

конденсаторів С1-С4, С6 використовувати конденсатори типу К10-17, а конденсатора С7 - типу К73-17. В якості електролітичного конденсатора використовувати конденсатор типу К50-35.

Контролюючи температуру повітря всередині інкубатора термометром, наприклад ТЛ-4 (ГОСТ 215-73) з ціною поділки 0,1 ° С, на відстані 125 мм від верхнього краю кришки встановлюють поріг включення нагрівача резистором R2 при температурі 37,7 ... 38 ° С. Через півгодини роботи інкубатора уточнюють поріг включення. Потім, замкнувши виведення симистора А1 і А2, спостерігають підвищення температури. При температурі 39 ° С регулюванням резистор R5 включають світлову і звукову індикацію "перегрів". На цьому налагодження термостабілізатора можна вважати закінченим.

Дослідна експлуатація розробленого термостабілізатора при виведенні декількох закладок курячих, гусячих, качиних яєць показала повну перевагу над механічним терморегулятором. Даний термостабілізатор можна використовувати в інших саморобних інкубаторах з потужністю нагрівача до 200 Вт.

Стабілітрон VD6 (D818A) забезпечує стабільну напругу на навантажені термостабілізатора (60-ти ватних лампах розжарювання), що в свою чергу є залогом підтримання стабільної температури в інкубаторі. Так як стабілітрон VD6 (D818A) являється дуже важливим елементом в механізмі стабілізації температури інкубатора, то було досліджено його параметри і характеристики.

Була знята зворотна гілка ВАХ стабілітрону, встановлена залежність диференційного опору від струму стабілізації та температури (рис. 3), а також одержана залежність температурного коефіцієнта напруги стабілізації від струму стабілізації.

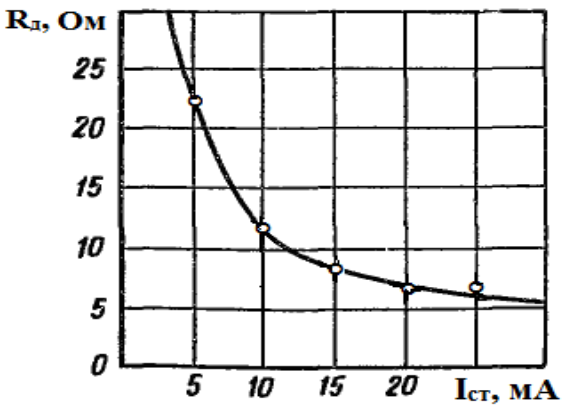


Рис.3. Залежність диференційного опору стабілітрона D818A
від струму стабілізації

ISSN 2311-1100 CC-BY-NC

Досліджені параметри та характеристики стабілітрону Д818А підтвердили його високу якість та надійність, а також його спроможність виконувати свої функції в схемі термостабілізатора для міні-інкубатора.

Також було проведено дослідження терморезистора RK1 (типу ММТ-1), який відіграє значну роль в забезпеченні стабільної температури в міні-інкубаторі.

На рис.4 зображена крива, що показує у відсотках зміну омічного опору термістора ММТ -1 залежно від його температури (тобто залежність відносного опору $R_{відн}$, % від температури навколишнього середовища). На цьому графіку за початкове значення прийнятий опір при 20° С.

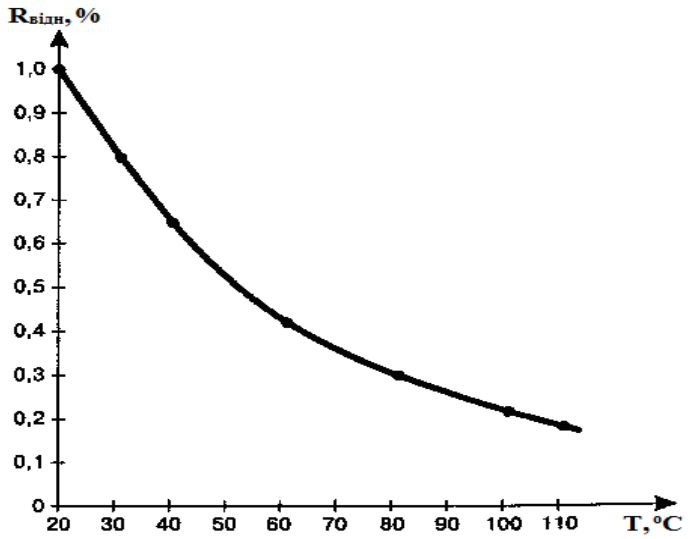


Рис. 4. Температурна залежність опору термістора ММТ-1

Як видно з рис. 4, опір термістора зі збільшенням температури зменшується.

**Conclusions.** В розробленій нами схемі термостабілізатора у порівняні зі схемою аналога було зроблено заміну транзистора КТ315Б на його аналог – транзистор ВС847, який у порівняні з транзистором КТ315Б має більш широкий діапазон робочих температур та заміна транзистора КТ361Б на транзистор 2N4125, який у порівняні з транзистором КТ361Б, який має більш високе значення максимальної розсіювальної потужності колектора та більш широкий діапазон робочих температур. Зроблені заміни дали можливість підвищити надійність розробленого термостабілізатора.

**Conflict of interest statement:** The authors state that there are no conflicts of interest regarding the publication of this article.

ISSN 2311-1100 CC-BY-NC

## REFERENCES:

1. Возмилов А.Г., Галимарданов И.И. Методика расчёта и выбора рациональной мощности системы нагрева в бытовом инкубаторе. Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2005; №3: с. 18-19.

2. Данилов В.Н., Галимарданов И.И. Тепловой баланс инкубационной камеры бытового инкубатора. Вестник Челябинского агроинженерного университета: Челябинск. 2003. №38: с.7-10.

3. Белоусов О.В. Термостабилизатор для мини-инкубатора. Радіоаматор-Электрик. 2000. №8: с. 20-22.

4. Васильев В.И., Гусев Ю.М., Миронов В.Н. Электронные промышленные устройства. М.: Высшая школа; 1988.

5. Колонтаєвський Ю.П., Сосков А.Г. Промислова електроніка та мікросхемотехніка. К.: Каравелла; 2003.

ISSN 2311-1100 CC-BY-NC


## 100% Unique

**Total 10869 chars (2000 limit exceeded) , 214 words, 13 unique sentence(s).**

***Essay Writing Service - Paper writing service you can trust. Your assignment is our priority! Papers ready in 3 hours! Proficient writing: top academic writers at your service 24/7! Receive a premium level paper!***

| Results | Query | Domains (original links) |
|---|---|---|
| Unique | н., доцент Місце роботи: Херсонський національний технічний університет Бериславське шосе, 24E-mail: hersonlvn@gmail.comAbstract | - |
| Unique | Розроблено електронний термостабілізатор міні-інкубатора, який характеризується високою надійністю та порівняно невисокою вартістю | - |
| Unique | За рахунок удосконалення схеми аналога збільшено надійність розробленого приладу | - |
| Unique | Представлені практичні рекомендації по виготовленню розробленого електронного термостабілізатора міні-інкубатора | - |
| Unique | Keywords: термостабілізатор, міні-інкубатор, мікросхема, терморезистор, стабілітрон | - |
| Unique | Існують термостабілізатори із стрибкоподібною зміною поту | - |
| Unique | DOI:LCC – № ТА174РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОННОГО ТЕРМОСТАБІЛІЗАТОРАМІНІ - ІНКУБАТОРАЛитвиненко Віктор Миколайович1, Варламов Олексій Євгенійович1 1Херсонський національний | - |
| Unique | того, що не тільки в професійній, а і в побутовій апаратурі застосовується все більша кількість | - |
| Unique | Термостабілізатор в побуті застосовується в самих різних пристроях, починаючи від холодильника і закінчуючи прасками | - |
| Unique | Найчастіше в якості датчика або сенсора температури в різних аматорських конструкціях використовуються терморезистори | - |
| Unique | Середньотемпературні термостабілізатори призначені для автоматичного вимірювання і підтримки стабільної температури, наприклад , в термостатах, | - |
| Unique | (наприклад, фоторозчину , води в акваріумі, води в системі електричного водяного опалення), повітря в теплиці | - |
| Unique | Принцип роботи будь-якого терморегулятора полягає в плавній або стрибкоподібній зміні потужності нагрівного елемента згідно | - |