

Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Полтавська політехніка
імені Юрія Кондратюка»

Кафедра теплогазопостачання, вентиляції
та теплоенергетики

ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМУ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБ'ЄКТУ

Розрахунково-пояснювальна записка до
кваліфікаційної роботи бакалавра

401 НТ 17065 ПЗ

Розробив студент групи 401 НТ Литовка Б.М.

Керівник дипломного проекту Борщ О.Б.

Рецензент

Допустити до захисту

Завідувач кафедри ТГВтаТ

Голік Ю.С.

Полтава 2021

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет, відділення навчально-науковий інститут нафти і газу

Кафедра Теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики

Ступінь вищої освіти бакалавр

Спеціальність 144 теплоенергетика
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

теплогазопостачання, вентиляції

та теплоенергетики Голік Ю.С.

" " 2021 року

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ**

Литовка Богдан Миколайович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) **Оптимізація теплового режиму теплоенергетичного об'єкту**

керівник проекту (роботи) Борщ Олена Борисівна, к.т. наук, доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затвержені наказом вищого навчального закладу від " 03 " березня 2021 року N 158 ф-а

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 15 червня 2020 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) План теплоенергетичного об'єкту

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити).

ВСТУП. Тепловий режим теплоенергетичного об'єкту Оптимізація параметрів теплового режиму теплоенергетичного об'єкту. Література.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень).

План теплоенергетичного об'єкту. Схеми теплового балансу теплоенергетичного об'єкту. Діаграми стану теплоенергетичного об'єкту. Схеми оптимізації теплоенергетичного об'єкту.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____ 2021 р. _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	1 Огляд літературних джерел	10.05.2021	35%
2	2. Тепловий режим теплоенергетичного об'єкту	22.05.2021	70%
3	3. Оптимізація параметрів теплового режиму теплоенергетичного об'єкту	13.06.2021	100%

Студент _____
(підпис)

Литовка Б.М. _____
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи) _____
(підпис)

Борщ О.Б. _____
(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1.1. Інкубаторій і параметри мікроклімату в приміщеннях інкубаторію.....	5
1.2. Типи інкубаторів та принцип їх роботи. Допоміжне обладнання.....	8
1.3. Калібрування яєць по масі.....	10
1.4 Режим інкубації яєць	11
2. Тепловий режим теплоенергетичного об'єкту.....	21
3. Оптимізація параметрів теплового режиму теплоенергетичного об'єкту	30
ЛІТЕРАТУРА.....	47

						ДП1-НТ 17065 КР			
	<i>Кіль</i>	<i>Арк</i>	<i>№д</i>	<i>Підпис</i>	<i>Ла</i>				
<i>Зав.</i>	Голік Ю.С.					Оптимізація теплового режиму теплоенергетичного об'єкту	<i>Стадія</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>	Борш О.Ю.						КР	4	48
<i>Розробив</i>	Литовка Б.М.						НУ «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» Кафедра ТЕРмеТ		
<i>Н.</i>	Борш О.Б.								

Вступ.

Інкубація яєць - найважливіша ланка в технологічному процесі виробництва продуктів птахівництва. Вона дозволяє безперервно, в будь-який сезон року, отримувати великі партії добового молодняку, необхідного для поповнення стада несучок, для вирощування бройлерів на м'ясо і для відтворення племінної птиці різних видів.

В даний час інкубація зазнала докорінних змін, викликані зміною якості інкубаційних яєць, одержуваних від птиці сучасних високопродуктивних порід. Крім того, замість старих інкубаторів на виробництві використовують сучасні інкубаційні та вивідні машини вітчизняних і зарубіжних виробників. Сьогодні сучасна ємність інкубаторів в великих господарствах досягає від 3 до 8 млн. яйцемісць. Для багатьох птахофабрик країни стало нормою отримання високого відсотка виведення молодняка. Так, вивід курчат яєчних досягає 86%, м'ясних курей - 85%, качок і індеек- 80-85%, а гусей - 75-80%.

Відомо, що для успішної інкубації яєць необхідні певні умови: наявність сучасних інкубаторів, біологічно повноцінних яєць, суворе дотримання технологічного процесу. Але, крім цього, в інкубаторії повинні працювати добре навчені і знають свою справу фахівці.

1.1. Інкубаторій і параметри мікроклімату в приміщеннях інкубаторію

Інкубаторій складається з наступних виробничих приміщень:

- камера дезінфекції яєчних упаковок (вхідні дезінфекція)
- приміщення для прийому і сортування яєць
- приміщення для зберігання інкубаційних яєць
- камера дезінфекції яєць
- інкубаційний зал (зали)

									Арк.
									5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП1-НТ 17065 КР				

- вивідний зал (зали)
- зал для вибірки молодняку
- приміщення для добового молодняку
- приміщення для обробки молодняку
- мийна
- приміщення для відходів інкубації
- комора тари для молодняка
- технічні та допоміжні приміщення

Основні приміщення інкубаторію повинні бути спроектовані у вигляді окремих залів або кімнат з полами, що мають тверде покриття, виконане на одному рівні по всій площі інкубаторію. Мінімальна висота виробничих приміщень - не менше 3 м, стіни на всю їх висоту повинні бути покриті вологостійким матеріалом, стійким до дії дезинфікуючих засобів. У інкубаторії слід проектувати дві мийні кімнати: окремо для інкубаційному і вивідний зон.

У приміщеннях інкубаторію повинні підтримуватися параметри мікроклімату, наведені в таблиці 1.

Приміщення прийнято розрізняти на два види:

- 1) приміщення чистої зони - яйцесклад, кімната для сортування яєць, інкубаційний зал;
- 2) приміщення брудної зони - вивідні зали, сортувальна для курчат, експедиція, мийна.

					ДП1-НТ 17065 КР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Параметри мікроклімату в приміщеннях інкубаторію

Приміщення	Температура, °С	Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с	Освітлення, лк
1. Приміщення для приймання яєць	15-22	60-70	0,1-0,5	50
2. Приміщення ля сортування яєць	18-22	60-70	0,1-0,5	50
3. Приміщення для зберігання яєць	8-18	75-80	0,1-0,5	10
4. Дезінфекційна камера	20-26	60-80	0,2-1,0	10
5. Инкубаційниа зала	20-22	50-70	0,2-0,5	30
6. Вивідна зала	20-22	50-70	0,2-0,5	50
7. Приміщення для сортування молодняка	24-26	60-65	0,2-0,5	50
8. Мийна	18-22	до 90	0,3-0,6	30

Всередині будівлі повітря повинне рухатися у напрямку технологічного потоку. Точки забору повітря для подачі в інкубаторій і точки викиду відпрацьованого повітря максимально видаляють один від одного для запобігання рециркуляції. Повітроводи вентиляційних систем повинні легко розбиратися і зніматися для їх знезараження.

У інкубаторіях при виведенні утворюється багато пилу, яка може бути фактором передачі багатьох інфекційних захворювань, тому для зниження запиленості повітря рекомендується проводити його фільтрацію. Для запобігання потрапляння пуху та інших продуктів життєдіяльності ембріонів в приміщеннях необхідно обладнати витяжну систему вентиляції на все вивідні інкубатори. Над викидних отворами вивідних шаф розміщують витяжні парасолі розміром 200 x 200 см на висоті 7-10 см від верху шафи.

					ДП1-НТ 17065 КР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

1.2. Типи інкубаторів та принцип їх роботи. Допоміжне обладнання

Кожен інкубатор має наступні основні системи:

- корпус-термостат;
- автоматичного керування обігрівом;
- зволоження;
- вентиляції;
- механізм перевертання яєць.

Інкубатори, що випускаються в країні і за кордоном, відрізняються за типом, призначенням, об'ємом, властивостями закладки яєць. Вони можуть бути спеціалізованими (для інкубації яєць одного виду птиці) або універсальними (для інкубації яєць птиці різних видів).

Шафи інкубаторів в залежності від технологічного процесу можуть бути інкубаційними, похідними, або з повним циклом інкубації.

В інкубаторах різних марок лоткові системи неоднакові; вони розрізняються по конструкції лотків та їх компонуванні в блоки. Але в будь-якому випадку лоткові системи надійно здійснюють механізоване систематичне перевертання яєць під час інкубації за заданою програмою (12-24 рази на добу).

Нагрівання повітря в інкубаторах відбувається, головним чином, електричними нагрівачами, а зволоження здійснюється форсунками і відцентровими розпилювачами.

Охолоджується повітря за допомогою водяних трубчастих радіаторів. Завдяки повітрообміну (вентиляції) шафи інкубаторів забезпечуються чистим повітрям. Перемішування повітря в них здійснюється вентиляторами.

Практично у всіх інкубаторах відзначаються коливання температури, вологості та швидкості руху повітря близько яєць, розташованих в різних зонах.

					<i>ДП1-НТ 17065 КР</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Такі коливання відбуваються через вплив температури приміщення, охолодження яєць під час закладки нової партії, а також в період вибірки молодняка.

Для забезпечення нормального технологічного процесу необхідно виконувати наступні вимоги з обслуговування інкубаторів:

1) при перериванні в електропостачанні інкубаторію слід негайно відкрити двері всіх інкубаторів, в першу чергу вивідних; повідомити технічній службі про аварію; переключити інкубаторій на резервне джерело електропостачання; щопівгодини робити поворот лотків вручну;

2) мати в інкубаторії та тримати в готовності прилади освітлення, які можна використовувати в разі перебоїв в елетропостачанні;

3) мати в інкубаторії технічно справні резервні інкубаційні і вивідні шафи, які можна використовувати при аваріях;

4) при виході з ладу механізму перевертання встановити лотки в горизонтальне положення; вжити заходів щодо усунення несправності;

5) періодично - 1 раз на місяць контролювати частоту обертання вентиляторів за допомогою тахометра (ТЧ-10Р);

6) завантажувати в шафу повний комплект інкубаційних і вивідних лотків;

7) при неповному завантаженні камери інкубаторів дотримуватися симетрії розташування заповнених лотків щодо вала барабану та основних вісей шафи; при інкубації двох різновікових партій в шафі завантажувати барабан «ялинкою»;

8) перевіряти контрольні термометри 2 рази в рік; для настройки та контролю температурного режиму застосовувати термометр з ціною поділки 0,2 °С (не більше);

9) встановити контрольний психрометр на дверцятах шафи;

10) проводити періодичні перевірки геометрії лопаток вентиляторів; забезпечити нормативну частоту обертання вентилятора;

					<i>ДП1-НТ 17065 КР</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

11) підтримувати в справному стані та періодично перевіряти звукову та світлову системи контролю інкубаторів;

12) мати в інкубаторії та зберігати в доступному місці запасні частини, готові до застосування (електромотори, психрометри та інш.); запасний генератор перевіряти на справність не менше 1 разу на тиждень;

13) не допускати відкладення солей на дисках відцентрового зволожувача; регулярно промивати їх в розчинах соляної, оцтової кислоти;

14) встановити перед датчиком температури захисний екран; при митті шафи не допускати попадання води на контакти електронагрівачів;

15) регулярно - 1 раз в 10 днів - замінювати гноти на контактному термометрі регулятора вологості;

16) перед завантаженням яйця витримати в інкубаційному залі протягом 6-8 годин для їх прогрівання.

1.3. Калібрування яєць по масі

Особливе значення при інкубації має сортування яєць за масою, так як від маси яєць залежить тривалість інкубації та маса виведеного молодняку. Тому для синхронізації виведення та вирівнювання виведеного молодняку по масі проводять пред інкубаційне калібрування та поетапне закладання яєць різної маси.

Вітчизняні та зарубіжні компанії випускають яйце сортувальні машини різної модифікації, які дозволяють сортувати партію яєць на 6-8 класів. Найбільш широко використовуються сьогодні лінії сортування та пакування яєць «МОВА» і «Staalcat» (Нідерланди).

При відсутності сучасної техніки калібрування яєць можна проводити вручну на 3 класу: великі, середні, дрібні (таблиця 2).

					ДП-НТ 17065 КР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Категорії яєць по масі та інтервали між закладками

Вид птиці	Маса яєць, г			Інтервал між закладками
	великі	середні	дрібні	
Кури: для яєць	62-70	56-61	50-55	4
яйце-м'ясо	67-75	58-66	50-57	5
м'ясні	66-73	58-65	50-57	6
індики	89-100	77-88	65-76	8
вутки	89-110	78-88	70-77	8
гуси	200-230	165-199	140-164	10

При оцінці та сортування яєць їх вкладають в інкубаційні лотки в шаховому порядку, «в замок». При неповному завантаженні лотка ставлять металевий обмежувач, щоб яйця не перекочувалися по лотку та не билися (не можна використовувати папір в якості ущільнювача). Залежно від маси яєць місткість інкубаційних лотків різна.

1.4 Режим інкубації яєць

Закладати яйця слід в попередньо підготовлений, перевірений та налаштований на робочий режим інкубатор. При температурі 18-22 °С розігрів інкубатора проводять протягом 4 годин, при цьому вентиляційні засувки закриті, а зволожувач відключений. Всі системи (обігрів, вентиляція, охолодження, сигналізація) повинні працювати стійко. Повинні бути в наявності та справні контрольні прилади.

Яйця різної маси (після калібрування) закладають в різні шафи або в одну шафу, витримуючи при цьому інтервали між закладками.

Режим інкубації залежить від схеми закладки яєць. При використанні поетапної закладки яєць (дві або три партії в шафі) застосовують наступний режим інкубації (таблиця 3).

					<i>ДП1-НТ 17065 КР</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Режим інкубації яєць

Показник	Шафа	
	інкубаційна	вивідна
Показники психрометра, °С:		
сухий термометр	37,8 (при 30-50 %-й завантаженні), 37,6 (при повному завантаженні)	37,2 (постійна)
вологий термометр	31,0 (при 30-50 %-й завантаженні), 29,0 (при повному завантаженні)	29,0 (до наклева) 33,0 (в період виводу)
Положення вентиляційник засувак, мм	15-20	20-25
Частота перевертання лотків з яйцями, разів на добу	24	відсутнє

При одноразовому закладанні яєць в інкубатор в інкубаційній шафі підтримують температуру 37,6 °С, а вологість – 65 %. При цьому вентиляційні засувки закриті до 11-х діб інкубації, а з 12 по 18-ту добу їх відкривають на 10-15 мм.

У вивідному шафі температуру знижують до 37,2 °С, а вологість не регулюється, вентиляційні отвори тут відкриті на 10-15 мм, а за 2-3 години до вибірки їх повністю відкривають.

Необхідно контролювати вміст вуглекислого газу в шафах, його концентрація в інкубаційному шафі не повинна перевищувати 1%, а в вивідному - 2%.

					ДП-НТ 17065 КР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

The increase in the number of people on the planet Earth significantly exacerbates the problem of their nutrition and increases the consumption of food, meat in particular. Since nature alone is unable to provide humanity with the necessary amount of meat products, the world's agriculture faces the task of constantly increasing the production of high-quality meat suitable for processing. Poultry farming is an important branch of agriculture, which currently provides 30 percent of meat processing enterprises in Ukraine with high-quality dietary meat. Dietary eggs are also an important product of poultry farming, and their consumption in Ukraine is increasing every year.

The solution to the urgent problems of poultry farming is impossible without the use of incubation of poultry eggs artificially with the help of incubators. Along with industrial incubation, the increase in poultry production in rural areas is due to the development of farms in Ukraine that also raise poultry to meet market needs. However, the park of modern incubation equipment for small farms and homesteads in Ukraine is practically absent. Currently, the urgent problem for the farm and homestead poultry farm is the development and creation of a suitable incubator that fully meets the requirements of the incubation process.

It is known that the process of hatching young in an incubator depends on external (exogenous) and internal (endogenous) factors [1, 2].

The internal factors include the components of the egg - the yolk, protein, subshell and shell. The quality of these egg components refers to internal factors that, along with the genetic factor: age and weight of the bird, housing conditions, health of the laying hens, conditions of collection, transportation, storage and disinfection significantly affect the incubation result and the biological base of the egg.

External factors include everything that can affect the egg from the outside: temperature and humidity incubation regimes, air velocity, its composition, placement and inversion of eggs in the cabinet, various irradiations, treatments and more.

					<i>ДП1-НТ 17065 КР</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

As a heat-energy object we will investigate an incubator - (Latin incubare) is a device for artificial hatching of eggs of laying animals (young poultry, etc.). The appearance of the first incubation buildings and their use is associated with Ancient Egypt. About one and a half thousand years BC eggs were incubated in special furnaces or insulated barrels under the supervision of priests. The incubation temperature was maintained by the heat obtained from burning straw. The heat transfer process was monitored around the clock. The use of a special liquid in pots, which were installed inside the thermal power object (incubator), allowed the critical decrease in temperature to go into a viscous state, which was a signal of the need for additional heating.

In China, thermal power plants (incubators) were set up in the ground, and the process of heating them took place through the use of sunlight, heat release as a result of the process of biological decomposition of plant particles and heat release due to the physiological development of the embryo.

This technology, called "cold", persists today. Currently, there are several successful poultry farms in Beijing that operate on the principle of early cooling of eggs. This process is a timely decrease in temperature, the increase of which will occur independently due to the activity of embryos. The productivity of such enterprises is quite high (up to 90%). Some economically backward countries also use the process of hatching eggs by special people who use their body heat to heat the eggs.

The first thermal power plant (incubator) in Europe (Italy) was built in the 18th century. It is authored by the physicist Port. Due to the persecution of the Inquisition, this invention was burned. The next scientist who studied the necessary conditions for successful incubation of eggs (the influence of temperature, humidity and carbon dioxide content on the development of embryos) was a famous French inventor Reomur. At the beginning of the twentieth century, along with the development of special poultry farms, two types of incubators were developed and used: tube and hydro incubators.

					<i>ДП1-НТ 17065 КР</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

The principle of operation of the first consists in lamp heating of water which acted as the heat carrier. Hydro incubators used as a heat source water heated to boiling point. Twice a day, the cooled liquid was replaced with boiling water.

The development of the domestic theory of incubation was influenced by the organization and work of the first hatchery and poultry stations and collective farm poultry. The first manuals "Technical guide to incubation"(MV Orlov, MD Popov, NP Tretyakov and others 1932-1934). where the basics of incubation, structure and operation of incubators of different types, organization of work in the incubation shop were described.

Further development of this issue was received in the book "Incubation and operation of machines" (1934) and in its second edition "Incubators and their operation" (I. Ya. Pritzker and NP Tretyakov 1937), in the book "Incubation of farm birds" (1951), as well as in its repeated editions in 1954, 1957 and in the book by G.K. Отрыганьева, Г.М. Колобова, В.А. Khmyrov's "Incubation" (1964). The great monograph "Agricultural Bird", written by a team of authors edited by E.E. Penionzhkevich (1962) contains sections "Eggs of a poultry", "Biological bases of incubation", "Incubators and their operation".

The world's leading companies for the production of thermal energy facilities (incubators) (Pas Reform (Netherlands), Becoto (France), Petersime (Belgium), Buckye (England), Victoria (Italy). Naturreform (USA), Chick-Master (USA) , Jamesway (Canada) and others use the latest electronic equipment, which has increased functionality and meets many requirements of poultry farmers and allows to reduce human participation in the incubation process to a minimum.

Ukrainian scientists do not stand aside from the current problem, actively research the issues of incubation of poultry eggs, improve and implement original technical developments based on the latest electronic equipment of domestic production. In particular, in recent years, research in the field of energy efficiency and automation of incubators with the use of Smart-technologies, which allow to

					<i>ДП1-НТ 17065 КР</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

control and manage the technological process of incubation both locally and remotely.

According to research results [3, 4], too high an incubation temperature for eggs accelerates the development of embryos. However, as a result we will have a small brood with physiological defects.

At low temperatures, the incubation process is delayed, which significantly reduces the mobility of the brood. Significant deviations from the optimum incubation temperature threaten the embryos with death.

The situation is similar with humidity indicators. Low humidity in the incubation volume leads to loss of embryo mass due to increased parameters of the air chamber of the egg, which is dangerous for the incubation process, which results in premature cursing. Increased humidity, on the contrary, leads to an increase in incubation time. Sometimes in newborn chicks at low temperatures and humidity, the skin and beak stick to the shell.

The presence of various hazards in the incubation volume (excess carbon dioxide, for example) can also be fatal.

The absence of the process of turning the eggs leads to the connection of the embryo with the egg shell, which significantly reduces the efficiency of the incubation process.

Thus, the successful incubation of eggs depends on a number of factors - ensuring optimal values of temperature, humidity, air exchange within the technological volume of the incubator, periodic inversion of eggs, etc. [5, 6]. Performing these operations in an automated mode significantly simplifies the process of their optimization, increases the efficiency and quality of the incubator and reduces the cost of production. The latter factor significantly depends on the level of energy efficiency of the incubator.

					<i>ДП1-НТ 17065 КР</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Automation of incubators based on the latest technologies allows to reduce human participation in the technological process of incubation to a minimum, but the cost of equipment of the above foreign companies significantly exceeds the cost of similar domestic equipment, which significantly hinders its use [1, 7].

It should also be noted that the automation of the incubation process cannot completely replace the natural process. Taking into account these features when creating designs of incubators allows to increase their efficiency.

If the market of automated industrial heat facilities (incubators) is provided with samples equipped with the latest electronic equipment of a sufficiently high level, the market of automated heat facilities (incubators) for farms and homesteads, which can be divided into farm and household incubators. . Currently, a number of designs of thermal power facilities (incubators) for small rural producers of poultry products are known. These are thermal power facilities (incubators) "Double Micro Battery 90", "Chicken Ripple IB-130", "Teplusha", "Nasedka IB-140", "Tandem-80 + Humidity" and others [1].

Domestic household thermal power facilities (incubators) for use in homesteads such as IBM-30, MI-30, etc. have imperfect equipment to create in the volume of the incubator optimal technological conditions of incubation - temperature and its gradient, humidity, level of harmfulness, control and management of the parameters of the technological process of incubation. The mechanism of egg inversion is also imperfect and energy-consuming [2], which is even absent in some constructions. these.

Analysis of the structures of modern thermal power facilities (incubators) allows us to draw a conclusion about the main technological parameters that require improvement of the structures of incubators [3, 4]:

- high level of biological safety. It is necessary to significantly reduce the infection of young animals in the incubator, which will increase its preservation during the growing period. Based on this, all parts in the incubator must be made of corrosion-resistant materials. One of such materials for the manufacture of

					ДП1-НТ 17065 КР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

incubators is stainless steel, which significantly improves the quality of washing and increases the service life of incubators. The constructions of modern thermal power facilities (incubators) should not have hard-to-reach and hidden places for washing and, accordingly, disinfection. All equipment inside the incubator must be inert to the detergents and disinfectants used;

- the presence of a temperature gradient of the technological volume of the incubator, ie the unevenness of the temperature field. Ensuring the same conditions of development for all embryos can significantly improve the homogeneity and quality of young animals. The trays in the incubators must be installed in such a way that the air flow passes along the axis and blows all the eggs, regardless of their location. The incubator should have a minimum path of air over the eggs. This reduces heat from the embryos and prevents local overheating;

energy costs. The problem of reducing energy consumption is very relevant at any time. The use of modern electronics, directional airflows and energy-saving measures in the modes of incubators can reduce energy losses by radiation during incubation. In modern thermal power plants (incubators), this figure reaches 15-18 watts per egg. In addition, it is advisable to use a recycling ventilation system that efficiently uses the heat that comes out of the embryos and is used to heat the cold air.

This ventilation system reduces energy consumption by 40-50%;

- modern incubators, especially large ones, must have consistent control of the incubation process. In each section it is necessary to install an intermediate fan, heaters for air heating, a heater for air cooling, a set of control and monitoring sensors (each section is a separate incubator inside one cabinet). This arrangement of the incubator allows to obtain high results of incubation when laying eggs of different quality in one incubator;

- Modern computer control system should provide automatic control and regulation of all incubation parameters. The system must have a high degree of integration and a clear graphical interface;

					<i>ДП1-НТ 17065 КР</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

- the incubation tray in modern incubators should be plastic and have a design in the form of honeycombs. The tray should support the eggs in the correct position and minimize damage to the eggs during transport and incubation.

2. Тепловий режим теплоенергетичного об'єкту

Для підтримки необхідних параметрів в теплоенергетичному об'єкті необхідно забезпечувати безперервний інтенсивний повітрообмін, що суттєво впливає на дотримання нормованої температури повітря.

Оптимальне сумарне значення окремих факторів - температура, вологість, швидкість руху та газовий склад повітря, наявність пилу, мікроорганізмів, рівень радіації, іонізація, освітлення, атмосферний тиск та інше - і є мікроклімат.

Мікроклімат в приміщеннях залежить від багатьох умов: місцевого (зонального) клімату, теплозахисних властивостей огорожувальних конструкцій будівлі, рівня повітрообміну, ефективності вентиляції, освітлення, технології утримання та виду тварин і птиці, особливостей їх фізіології та обміну речовин, щільності розміщення та інш.

Велике значення надається також орієнтації будівель, особливостям конструкцій, виду та якості будівельних матеріалів.

Створити оптимальні зоологічні умови можна тільки при здійсненні комплексу заходів:

- раціоналізація об'ємно-планувальних рішень будівель;
- поліпшення теплоізоляції огорожувальних конструкцій;
- застосування ефективних вентиляційних систем;
- застосування систем очищення повітря, іонізації та інш.

Проблему створення мікроклімату в теплоенергетичному об'єкті неможливо вирішити без ефективних систем вентиляції.

					<i>ДП-НТ 17065 КР</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Обмін повітря не тільки повинен створити в приміщенні оптимальний температурно-вологісний режим і підтримувати газовий склад повітря, а й сприяти видаленню пилу та запобіганню попадання мікроорганізмів всередину приміщення.

Встановлено, що якщо в приміщенні відсутній необхідний повітрообмін, зменшується продуктивність тварин і птиці. У той же час надмірно великий повітрообмін веде до нераціональних витрат електроенергії та витрата тепла на обігрів вентиляційного повітря в холодний період року.

Ефективність систем вентиляції приміщень в значній степені визначається аеродинамічними схемами організації повітрообміну. Найбільш економічними і прийнятними для більшості типів приміщень є механічні припливно-витяжні системи вентиляції, суміщені з повітряним опаленням, з аеродинамічною схемою повітрообміну за принципом «зверху вниз»: в холодний період подача свіжого повітря здійснюється через водяні, парові калорифери та відцентрові вентилятори по повітропроводам; в теплий період – через шахти в стельовому перекритті. Видаляють забруднене повітря з нижньої зони за допомогою осьових вентиляторів, встановлених в бічних стінах конструкції.

Досліджуваний теплоенергетичний об'єкт це технологічна камера (об'єм інкубаційної камери становить 1 м^3) з температурою $37,5 \text{ }^\circ\text{C}$.

В технологічній камері в період інкубації повинна підтримуватися температура на рівні $t_{\text{вн}}$ з відхиленням не більше $\pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$, при допустимому відхиленні не більше $Q_{\text{яе}}^{\text{max}}$ та часу регулювання. Відносна вологість повітря $\varphi_{\text{вн}}(\%)$ повинна бути номінальною з відхиленням не більше $\pm 5\%$. Повітрообмін повинен забезпечувати видалення вуглекислого газу CO_2 для зберігання кисневого балансу. Температурні та вологісні поля повинні бути рівномірними (в межах допустимих відхилень).

					ДП1-НТ 17065 КР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Відносне розташування яєць в просторі під час інкубації повинно змінюватися. Технологічні вимоги до режиму інкубації представлені в таблиці 4.

Таблиця 4

Режим інкубації

Параметр, що контролюється	Значення
Температура повітря $t_{вн}$	37,0 – 38,5 °С
Відносна вологість повітря $\varphi_{вн}$	65 – 80 %
Концентрація вуглекислого газу K_{co_2}	0,1 %

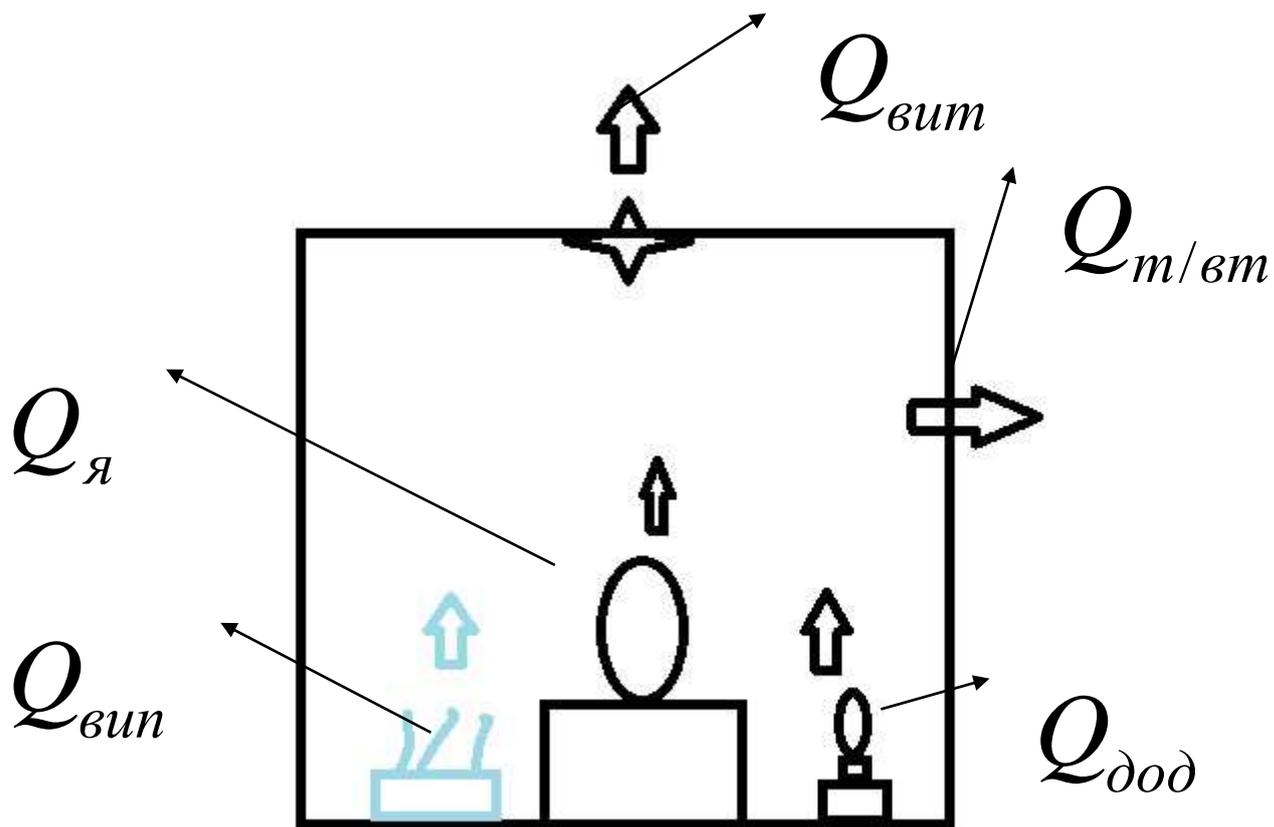


Рис. 1 – Схема теплового режиму теплоенергетичного об'єкту

Загальне рівняння теплового режиму теплоенергетичного об'єкту має вигляд:

$$Q_{я} + Q_{доод} = Q_{m/вт} + Q_{вип} + Q_{вит} ,$$

де: $Q_{я}$ – теплота, що виділяється від матеріалу, кДж;

$Q_{доод}$ – теплота, яка надходить від внутрішніх джерел, кДж;

$Q_{m/вт}$ – тепловтрати через огорожувальні конструкції теплоенергетичного об'єкту, кДж;

$Q_{вип}$ – кількість теплоти, що витрачається на випаровування, кДж;

$Q_{вит}$ – втрати теплоти з витяжним повітрям, кДж.

1. Розраховуємо кількість теплоти, що виділяється від біологічного процесу в теплоенергетичному об'єкті (параметри процесу інкубації та дані результатів наведені в таблиці 5). В якості спрощення було прийнято, що тепловиділення теплоенергетичного об'єкту незмінне, а враховано тільки середню вагу 1 гусячого яйця в залежності від розміру:

- великі - 200 гр.;
- середні - 140 гр.;
- дрібні - 120 гр..

Таблиця 5

Кількість виділеної теплоти, вологи та вуглекислого газу

Доба	Кількість виділеної теплоти, кДж/год на 1000 яєць	Кількість виділеної вологи, г/год на 1000 яєць	Виділення вуглекислого газу, г/год на 1000 яєць
1	2	3	4
1	-62,8	30	1,2
3	-54,5	30	1,2
5	-41,9	30	1,8
7	33,5	30	2,5
9	-21	30	3,4

					ДП1-НТ 17065 КР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

11	2,1	30	5,1
13	54,4	30	8,9
15	138,1	32	15,4
17	293	34	27
18	401,9	36	35,3
19	422,8	38	37,5
20	619,5	42	52,2
21	720	44	59,9
23	879,1	48	72,1
25	929,3	53	76,8
26	1029,8	55	84,4
27	1255,8	57	101,3
28	1544,6	59	122,8
29	1507	265	153,5
30	1548,8	475	190,3

2. Розраховуємо втрати теплоти $Q_{m/вт}$ через стінки огорожувальної конструкції теплоенергетичного об'єкту (дані наведені в таблиці 6). В якості спрощення було прийнято, що температура зовнішнього повітря становить $t_{зов} = 18^{\circ}\text{C}$.

В якості утеплювача застосовуються плити з мінеральної вати на синтетичному зв'язуючому товщиною $\delta = 50$ мм та коефіцієнтом теплопровідності $\lambda = 0,032$ Вт/(м·°C).

					Д01-НТ 17065 КР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Таблиця 6

Тепловтрати через огорожувальні конструкції теплоенергетичного об'єкту

Найменування та температура внутрішнього повітря, $t_{вн}$, °С	Характеристика огороження			Коефіцієнт теплопередачі K , Вт/(м ² ·°С)	Розрахункова різниця температур, $(t_{вн} - t_{зов})$ °С	Добавки		$1 + \Sigma \beta$	Тепловтрати через огороження, $Q_{т/вт}$, кДж
	Найменування огороження	Розміри в плані, $a \times b$, м	Площа, F , м ²			На орієнтацію	Інші		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
теплоенергетичний об'єкт + 37,5 °С	ЗС	1,0×1,0	6,0	0,64	19,5	–	–	1,0	7,4

3. Розраховуємо кількість теплоти $Q_{вит}$, що втрачається з витяжним повітрям.

В технологічному процесі матеріал поглинає велику кількість кисню та виділяють багато вуглекислого газу. Вміст кисню в повітрі менше 18-15% призводить до загибелі. Концентрація вуглекислого газу вище 1% затримує ріст та збільшує смертність зародків. Тому необхідно забезпечити регулярний повітрообмін в теплоенергетичному об'єкті: він має бути невеликим на початку та значно збільшуватися в другий період. В повітрі теплоенергетичного об'єкту повинно міститись 21% кисню і не більше 0,2 – 0,3 % вуглекислого газу. Нормальний склад повітря забезпечується при 10-кратному його обміні за годину. Виділення вуглекислого газу в об'ємі інкубатора наведені в таблиці 5.

Як видно із таблиці, виділення вуглекислого газу збільшується по мірі зростання ембріонів, але орієнтуватися потрібно на максимальне виділення, тобто на останній день.

В нормальному атмосферному повітря кисень складає приблизно 5-ту частину, тому повітрообмін в теплоенергетичному об'єкті буде складати, г/год.:

$$G_{\min} = 1,2 \times 10 = 12,0;$$

$$G_{\max} = 190,3 \times 10 = 1903,0.$$

Густина повітря при температурі в об'ємі інкубатора $1,13 \text{ кг/м}^3$. Визначаємо об'ємні витрати повітря, $\text{м}^3/\text{год}$:

$$L_{\min} = \frac{G_{\min}}{\rho} = \frac{12 \times 10^{-3}}{1,13} = 0,01;$$

$$L_{\max} = \frac{G_{\max}}{\rho} = \frac{1903 \times 10^{-3}}{1,13} = 1,68.$$

Необхідно також враховувати дихальний коефіцієнт ембріонів, він дорівнює 0,03. Таким чином:

$$L_{\min'} = \frac{L_{\min}}{0,03} = \frac{0,01}{0,03} = 0,33;$$

$$L_{\max'} = \frac{L_{\max}}{0,03} = \frac{1,68}{0,03} = 56,0.$$

Об'єм теплоенергетичного об'єкту становить 1 м^3 і тому, беручи до уваги те, що вентилятор $3/4$ своєї продуктивності витрачає на переміщення повітря всередині теплоенергетичного об'єкту, потрібно, з урахуванням коефіцієнта запасу, обрати вентилятор, витрати повітря якого не менші ніж $70,0 \text{ м}^3/\text{год}$. Для забезпечення розрахункового повітрообміну доцільно встановити вентилятор з датчиком вологості ВЕНТС iFan 100 (це вказати в літературі <https://vencon.ua/products/ventilyator-vents-ifan-100>) максимальна продуктивність якого становить $106,0 \text{ м}^3/\text{год}$, потужністю електродвигуна $3,8 \text{ Вт}$, частотою обертання 2200 об/хв , рівнем шуму 31 дБ .

					ДП1-НТ 17065 КР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Таким чином кількість теплоти, кДж:

$$Q_{вум}^{\min} = 1,005 \times 0,33 \times 1,213 \times (37,5 - 18) / 3600 = 0,002;$$

$$Q_{вум}^{\max} = 1,005 \times 70 \times 1,213 \times (37,5 - 18) / 3600 = 0,46.$$

4. На I – d діаграмі вологого повітря визначаємо параметри середовища в теплоенергетичному об'єкті (рис. 2)

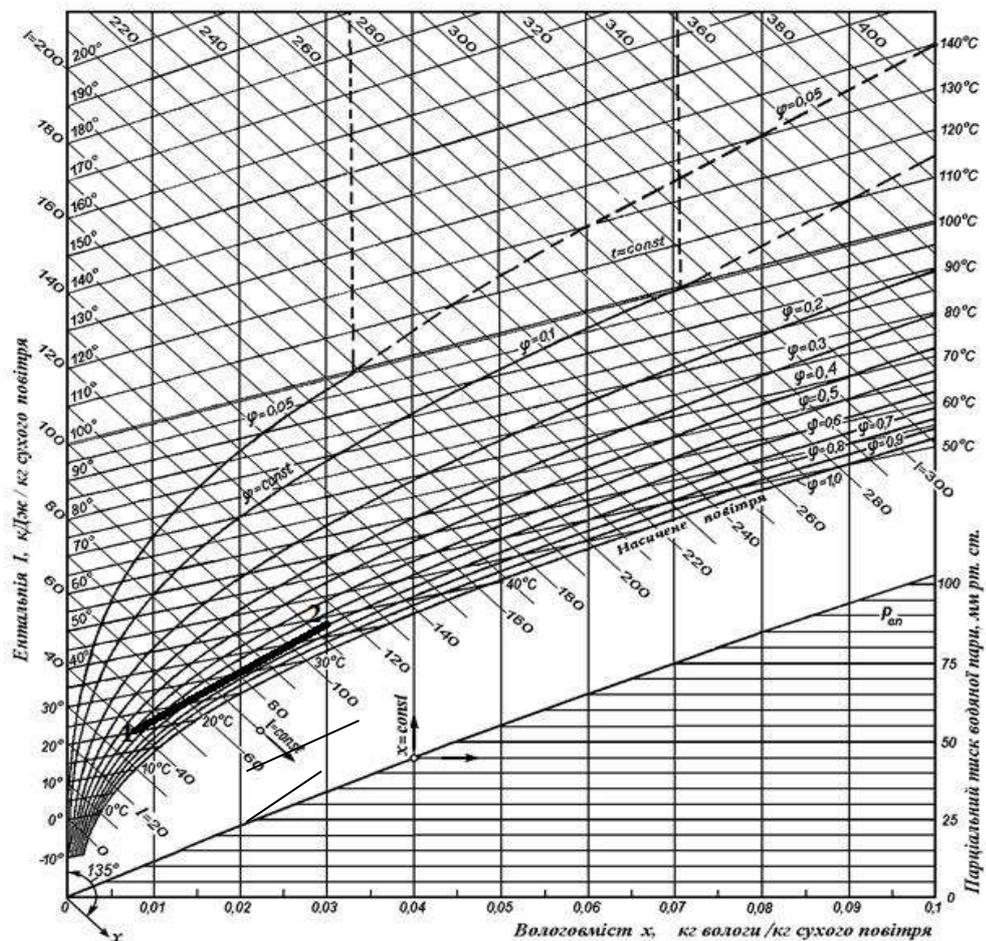


Рис. 2 – Процес зміни стану повітря в теплоенергетичному об'єкті
 точка 1 – параметри повітря, яка вноситиметься в теплоенергетичний об'єкт
 $t_1 = +18,0 \text{ }^\circ\text{C}$; $I_1 = 35,6 \text{ кДж/кг}$; $\varphi_1 = 50\%$; $d_1 = 5,7 \text{ г/кг}$
 точка 2 – параметри повітря, яке необхідно підтримувати в теплоенергетичному об'єкті
 $t_2 = +37,5 \text{ }^\circ\text{C}$; $I_2 = 112 \text{ кДж/кг}$; $\varphi_2 = 60\%$; $d_2 = 30,0 \text{ г/кг}$

						Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП1-НТ 17065 КР	

Також згідно таблиці 3 волога в об'єм теплоенергетичного об'єкту буде надходити від матеріалу W_y ,

Визначаємо кількість води, яку потрібно подати в об'єм теплоенергетичного об'єкту, кг/год:

$$W = L \cdot \rho \cdot (d_2 - d_1) \cdot 10^{-3} - W_y,$$

де d_2 – вологовміст повітря на виході із теплоенергетичного об'єкту, г/кг;

d_1 – вологовміст повітря на вході в теплоенергетичний об'єкт г/кг.

$$W_{\min} = 0,33 \cdot 1,213 \cdot (30,0 - 5,7) \cdot 10^{-3} - 30 \cdot 10^{-3} = -0,02;$$

$$W_{\max} = 56 \cdot 1,213 \cdot (30,0 - 5,7) \cdot 10^{-3} - 475 \cdot 10^{-3} = 1,17$$

Кількість теплоти, яка витрачається на випаровування, кДж:

$$Q_{\text{вип}}^{\min} = \frac{2500 \times 0,02}{3600} = - 0,01;$$

$$Q_{\text{вип}}^{\max} = \frac{2500 \times 1,17}{3600} = 0,89$$

5. Виходячи з рівняння теплового балансу обраховуємо кількість теплоти, яка надходитиме від внутрішніх джерел, кДж;

$$Q_{\text{од}} = Q_{\text{т/вт}} + Q_{\text{вип}} + Q_{\text{вип}} - Q_y,$$

Дані результатів розрахунків наведено в таблиці 7 та на рисунку 2.

					ДП1-НТ 17065 КР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Таблиця 7

Розрахункові значення складових теплового балансу

Доба	$Q_{яе}$, Дж	$Q_{т/вт}$, Дж	$Q_{пр}$, Дж	$Q_{зв}$, Дж	Q_p , Дж
1	2	3	4	5	6
1	7400	-31,4	-37,1087	4,207392	7398,499
3	7400	-27,25	-37,1087	4,207392	7394,349
5	7400	-20,95	-36,9131	6,311089	7390,348
7	7400	16,75	-36,6848	8,765401	7355,331
9	7400	-10,5	-36,3914	11,92095	7386,03
11	7400	1,05	-35,8371	17,88142	7380,994
13	7400	27,2	-34,5981	31,20483	7369,407
15	7400	69,05	-34,9787	53,99487	7349,966
17	7400	146,5	-33,6964	94,66633	7314,47
18	7400	200,95	-33,4901	123,7675	7289,327
19	7400	211,4	-35,2727	131,481	7284,808
20	7400	309,75	-35,4796	183,0216	7237,792
21	7400	360	-35,469	210,019	7214,55
23	7400	439,55	-36,491	252,7942	7176,753
25	7400	464,65	-41,2085	269,2731	7163,415
26	7400	514,9	-41,2305	295,9199	7139,789
27	7400	627,9	-38,22	355,174	7089,054
28	7400	772,3	-33,7097	430,5565	7024,547
29	7400	753,5	-281,2	538,1956	6903,496
30	7400	774,4	-531,701	667,2223	6761,122

					ДП-НТ 17065 КР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Змін.	
Арк.	
№ докум.	
Підпис	
Дата	

ЛП1-ЦТ 17065 КД

Арк.	29
------	----

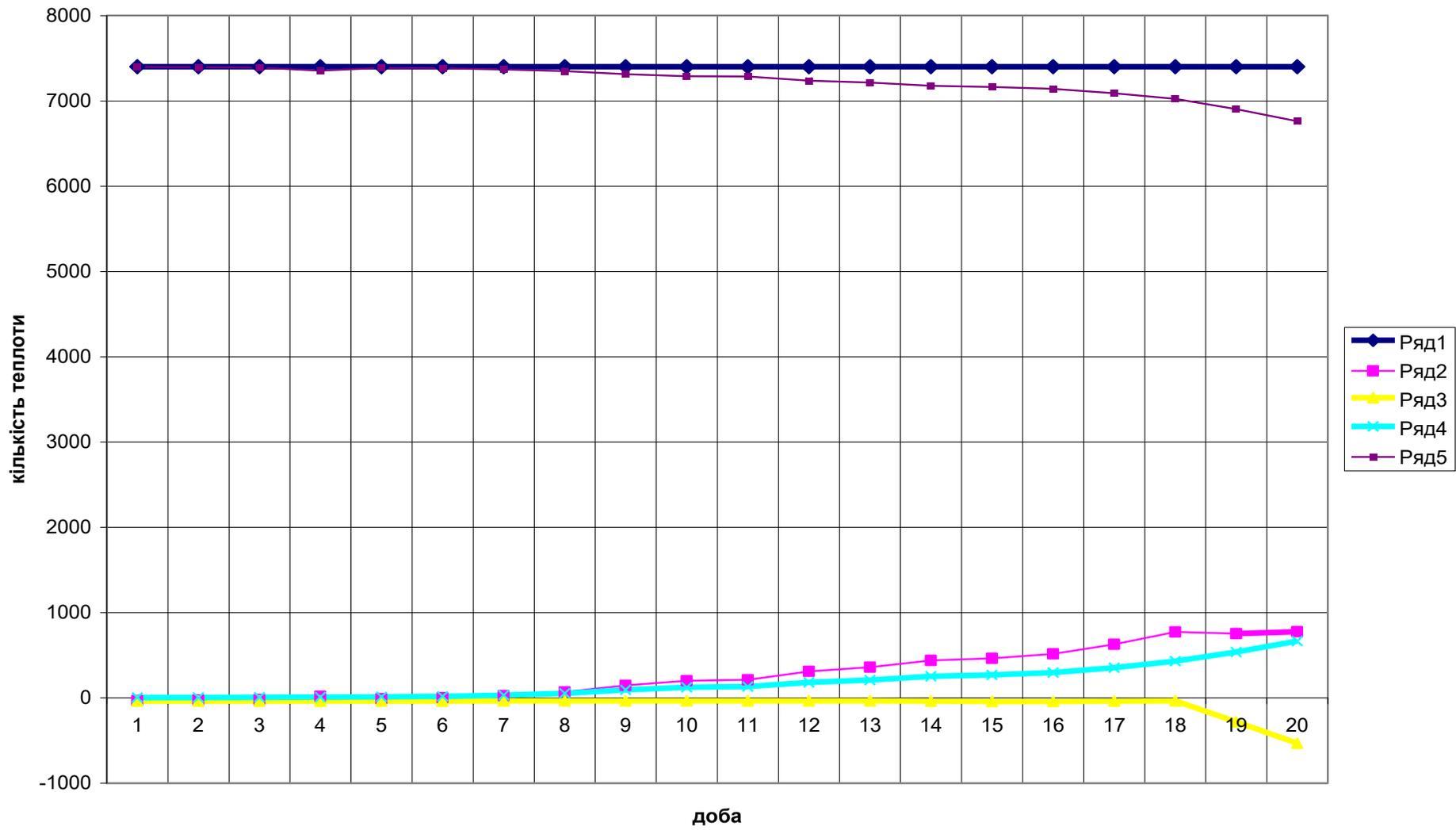


Рисунок 2 – Тепловий баланс теплоенергетичного об'єкту

3. Оптимізація параметрів теплового режиму теплоенергетичного об'єкту

Розглянемо основні технічні параметрами теплоенергетичного об'єкту:

1. Рівномірне температурне поле в теплоенергетичного об'єкту

Забезпечує однакові умови розвитку для всіх ембріонів, значний покращує однорідність та якість молодняка. Бажано візки в теплоенергетичному об'єкті встановити так, щоб потік повітря йшов уздовж осі повороту та продувають матеріалу незалежно від повороту. В теплоенергетичному об'єкті повинен бути мінімальній шлях проходження повітря над матеріалом. Це зменшує знос ембріонального тепла та можливість локальних перегрівів.

2. Енергетичні витрати

Проблема зниження енерговитрат дуже актуальна останнім часом. Використання більш досконалої електроніки, правильного повітряного потоку та енергозберігаючих режимів роботи дозволяє значно скоротити витрати енергії під час інкубації. В сучасних теплоенергетичних об'єктах цей показник становить 15-18 Вт на одне яйце. Крім того, необхідно використання енергозберігаючої системи вентиляції в теплоенергетичному об'єкті. Вона дуже ефективно використовує теплоту, що виділяється від матеріалу та холод зовнішнього повітря. Дана система вентиляції зніжує витрати на електроенергію та газ в теплоенергетичному об'єкті на 40-50%.

Науково-технічний прогрес невідривно пов'язаний з бурхливим розвитком автоматичних систем управління теплотехнічними процесами сучасних виробництв. До складу таких систем входять пристрої для вимірювання величин, що характеризують стан теплотехнічних процесів.

На використанні різноманітних і часто складних вимірювальних засобів, комплексів і систем ґрунтується контроль якості продукції та сировини.

					ДП1-НТ 17065 КР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Галузь вимірювальної техніки, що поєднує вимірювальні пристрої та методи вимірювань, які використовуються в теплотехнічних процесах, визначають поняттям технологічні вимірювання. Технологічні вимірювання включають в себе теплотехнічні, фізико-хімічні та електричні вимірювання.

Сучасні виробництва характеризуються складністю, значною потужністю теплотехнічних апаратів, а також великою кількістю теплотехнічних параметрів, що зумовлює необхідність їх часткової або повної автоматизації.

Для автоматичного контролю, регулювання та керування теплотехнічними процесами необхідно мати певну інформацію про стан об'єкту, яку одержують за допомогою вимірювань з використанням комплексу технічних засобів.

Сучасні технічні засоби охоплюють різноманітні елементи та пристрої, що призначені для отримання, передавання, перетворення та збереження контрольної інформації, порівняння контрольної та програмної інформації, виконання прийнятого рішення.

Управління теплотехнічним процесом (ТП) ґрунтується на одержанні та обробці вимірювальної інформації, яка дає можливість оцінювати роботу виробництва в цілому, та окремих його ланок.

Вимірювальна інформація умовно поділяється на головну, допоміжну та додаткову.

1. Головна вимірювальна інформація – є основою оцінки роботи теплоенергетичного об'єкту. До неї відносяться:

- кількість та якість продукції, яка випускається;
- вартість затрат на випуск продукції;
- затрати виробництва;
- ступінь використання обладнання;
- кількість та якість вхідної сировини.

					ДП1-НТ 17065 КР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Безпосереднє одержання головної інформації в більшості випадків практично неможливе.

2. Допоміжна інформація обмежується визначенням лише деякого числа параметрів, які характеризують надійність та ефективність. Вона носить автономний характер і не вводиться в канали обробки інформаційно-вимірювальної системи.
3. Додаткова інформація – це різні фізичні величини:
 - сила струму, напруга, потужність;
 - частота, фаза, опір;
 - лінійна та кутова швидкості, прискорення;
 - витрата енергоносіїв, інших матеріалів;
 - температура, тиск, обертовий момент;
 - кутові та лінійні переміщення.

Основним завданням інформаційно-вимірювальних пристроїв є одержання додаткової інформації та її обробка, в результаті чого з'являється можливість видачі головної вимірювальної інформації з наступною передачею її в структуру управління. В будь-якій галузі промисловості управління теплотехнічним процесом ґрунтується на одержанні та переробці вимірювальної інформації, яка повинна давати можливість оцінки роботи виробництва в цілому, а також окремих його ланок.

Ефективність роботи системи автоматизації в першу чергу залежить від вибору структури керування теплотехнічним процесом.

Під структурою керування теплотехнічним процесом розуміється сукупність частин автоматичної системи на які вона може бути поділена за певною ознакою, а також шляхи передачі дій між ними.

Графічне зображення структури керування називається структурною схемою.

На даний час відомі 3 принципи, які покладені в основу роботи систем автоматичного керування (САК) теплотехнічним процесом.

					<i>ДП1-НТ 17065 КР</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

1. Принцип керування «*за відхиленням*»; керувальний вплив здійснюється після того, як з'явилася похибка вихідного параметра процесу, тобто відбувається із запізненням.
2. Принцип керування «*з компенсацією збурення*»; величина збурення вимірюється раніше від його впливу на вихідний параметр процесу, а корекція цілком компенсує збурення, запобігаючи тим самим відхиленню вихідного параметра.
3. **Комбінований принцип керування** передбачає використання одночасно принципів керування за збуренням і відхиленням.

У **комбінованих САК** принцип керування за відхиленням реалізується за допомогою зворотного зв'язку, а принцип керування за збуренням – за допомогою зв'язків, які компенсуються.

Перевагами такого способу керування є:

- повна компенсація помилок керування, які викликаються основними факторами, що збурюють;
- зменшення помилок керування, що спричинюються без вимірними збурювальними факторами;
- менша чутливість до зміни параметрів порівняно з розімкнутими САК.

Недоліком комбінованого способу керування є конструктивна складність та складність налагодження, що пов'язана з великою кількістю каналів керування.

Загальний вигляд структурної схеми системи автоматизації теплотехнічного процесу в основу якої покладено комбінований принцип керування, представлений на рис.3.

					ДП1-НТ 17065 КР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

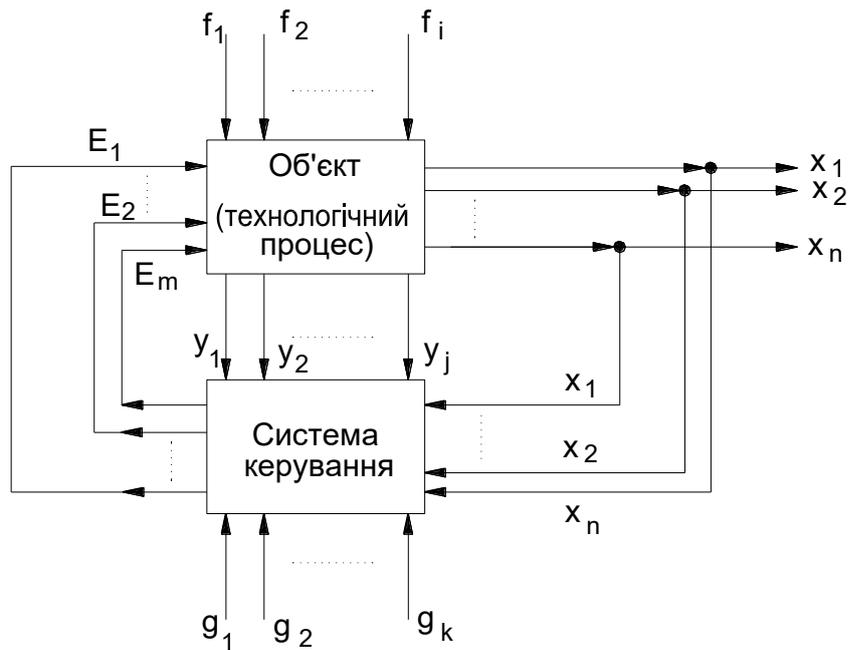


Рис. 3 - Загальний вигляд структурної схеми системи автоматизації, в основу якої покладено комбінований принцип керування

$x_1, x_2 \dots x_n$ – параметри, які характеризують кінцевий продукт ТП (окремі параметри, які визначають хід ТП, його економічність, забезпечення безаварійності і т. д.);

$y_1, y_2 \dots y_j$ – допоміжні парметри;

$f_1, f_2 \dots f_i$ – збурювальні дії;

$g_1, g_2 \dots g_k$ – задані параметри;

$E_1, E_2 \dots E_m$ – керуючі дії.

Сучасні системи керування в якості вимірювачів параметрів теплотехнічним процесів використовують різноманітні датчики, які через комутатор підключаються до єдиного ЦВП (див. рис.4).

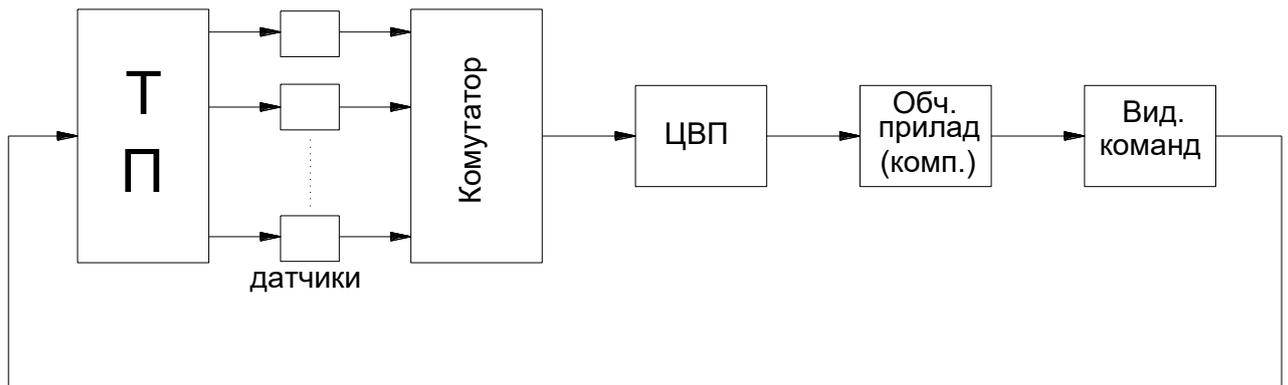


Рис. 4 – Блок- схема системи керування теплотехнічним процесом

За показами ЦВП формується керуюча команда, яка подається на об'єкт керування - ТП.

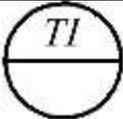
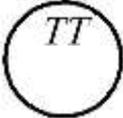
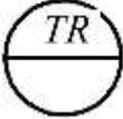
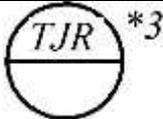
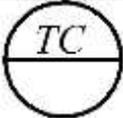
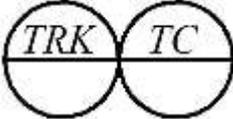
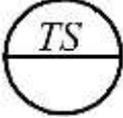
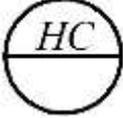
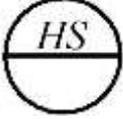
В якості пристрою для обробки результатів в основному використовуються комп'ютери.

Приклади побудови умовних позначень приладів і засобів автоматизації відповідно до Міждержавного стандарту ГОСТ 21.408-93 і ДСТУ Б А.2.4-3-95 наведено в таблиці 7.

Таблиця 7.

Приклади побудови умовних позначень приладів і засобів автоматизації

Порядковий номер	Назва	Позначення
1	2	3
1	Первинний вимірювальний перетворювач (чутливий елемент) для вимірювання температури місцевий (перетворювач термоелектричний або термоперетворювач опору, термобалон манометричного термометра, датчик пірометра, тощо)	
2	Прилад для вимірювання температури показувальний місцевий (наприклад, термометр розширення)	

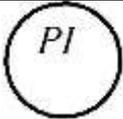
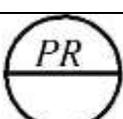
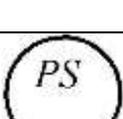
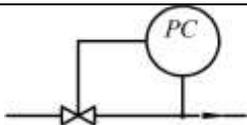
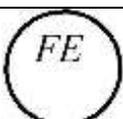
3	Прилад для вимірювання температури показувальний, встановлений на щиті (мілівольтметр, логометр, потенціометр, міст автоматичний, тощо)	
4	Прилад місцевий для вимірювання температури безшкальний з дистанційним передаванням показань (термометрманометричний безшкальний з пневмо- чи електропередачею сигналу)	
5	Прилад для вимірювання температури одноточковий реєструвальний (самописний), установлений на щиті (логометр, потенціометр, міст автоматичний і т. ін.)	
6	Прилад для вимірювання температури з автоматичним оббігальним пристроєм реєструвальний, установлений на щиті (потенціометр триточковий самописний, міст автоматичний триточковий, тощо)	
7	Регулятор температури безшкальний місцевий (наприклад динамометричний регулятор температури)	
8	Комплект для вимірювання температури самописний регулювальний, оснащений станцією керування, установлений на щиті (наприклад, пневматичний вторинний і регулювальний блок системи СТАРТ)	
9	Прилад для вимірювання температури, безшкальний, з контактним пристроєм, місцевий (наприклад, термореле)	
10	Панель дистанційного ручного керування (електрична чи пневматична), установлена на щиті	
11	Перемикач електричних каналів вимірювання (керування) або перемикач для газових чи повітряних ліній, установлений на щиті	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП1-НТ 17065 КР

Арк.

36

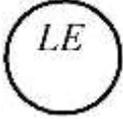
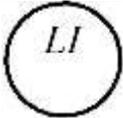
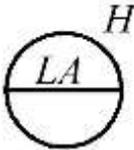
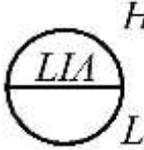
12	Прилад для вимірювання тиску (розрідження)показувальний місцевий (будь-який показувальний манометр, динамометр, тягомір, напоромір, вакуумметр тощо)	
13	Прилад для вимірювання перепаду тиску показувальний місцевий (наприклад, дифманометрпоказувальний)	
14	Прилад для вимірювання тиску (розрідження) безшкальний з дистанційним передаванням показань місцевий (наприклад, малометр або дифманометр безшкальні з пневмо- чи електропередачею сигналу)	
15	Прилад для вимірювання тиску (розрідження) безшкальний реєструвальний, установлений на щиті(наприклад, самописний ма-нометр чи будь-який самописний прилад для реєстрування тиску)	
16	Прилад місцевий для вимірювання тиску з контактним пристроєм (наприклад, реле тиску)	
17	Прилад місцевий для вимірювання тиску (розрідження) показувальний з контактним пристроєм(наприклад, електроконтактні манометри, вакуумметри т. ін.)	
18	Регулятор тиску, що працює без використання стороннього джерела енергії (регулятор тиску прямої дії, місцевий)	
19	Первинний вимірювальний перетворювач (чутливий елемент) для вимірювання витрати місцевий (діафрагма, сопло, труба Вентурі, датчик індукційного витратоміра тощо)	
20	Прилад для вимірювання витрати безшкальний з дистанційним передаванням показань місцевий (наприклад, безшкальний дифманометр-витратомір або ротаметр з пневмо- чи електропередачею сигналів)	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП1-НТ 17065 КР

Арк.

37

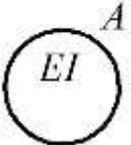
21	Регулятор співвідношення витрат, установлений на щиті (наприклад, блок регулювання співвідношення витрат системи СТАРТ)	
22	Прилад для вимірювання витрати показувальний місцевий (наприклад, дифманометр чи ротаметр показувальний)	
23	Прилад для вимірювання витрати показувальний інтегрувальний місцевий (наприклад, будь-який лічильник-витратомір з інтегратором або дифманометр-витратомір із вмонтованим інтегратором)	
24	Первинний вимірювальний перетворювач (чутливий елемент) для вимірювання рівня місцевий (наприклад, первинний вимірювальний перетворювач електричного чи акустичного рівнемірів)	
25	Прилад для вимірювання рівня показувальний місцевий (наприклад, дифманометр для вимірювання рівня)	
26	Прилад для вимірювання рівня з контактним пристроєм місцевий (наприклад, датчик-реле рівня, використовуваний для сигналізації; літера H означає, що здійснюється сигналізація тільки верхнього граничного значення рівня)	
27	Прилад для вимірювання рівня безшкальний з дистанційним передаванням показань місцевий (наприклад, дифманометр-рівнемір безшкальний з пневмо- чи електропередачею сигналу; датчик рівнометра тощо)	
28	Прилад для вимірювання рівня показувальний із сигнальним пристроєм, установлений на щиті (літери H і L означають сигналізацію верхнього та нижнього граничних рівнів)	
29	Прилад для вимірювання густини розчину безшкальний із дистанційним передаванням показань місцевий (наприклад, датчик густиноміра з пневмо- чи електропередачею)	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП1-НТ 17065 КР

Арк.

38

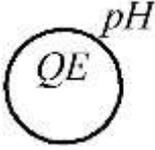
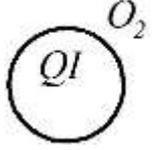
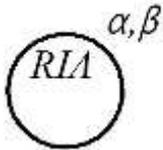
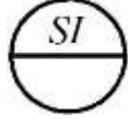
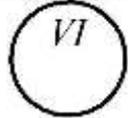
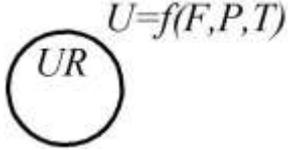
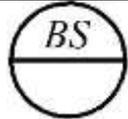
30	Прилад для вимірювання розмірів показувальний місцевий (наприклад, показувальний прилад для вимірювання товщини сталюї стрічки)	
31	Пристрій для перетворення положення вихідного штока регульовального органу з дистанційним передаванням показань місцевий (наприклад, дистанційний показчик положення типу ДПУ або датчик положення – реостатний чи індуктивний – змонтований на електричному приводі)	
32	Прилад для вимірювання будь-якої електричної величини показувальний місцевий (написи, що розшифровують конкретно виміряну величину, розшифровуються або поруч з приладом. Або у вигляді таблиці на полі креслення) (наприклад, п.п.33-35)	
33	Вольтметр місцевий	
34	Амперметр місцевий	
35	Ватметр, установлений на щиті	
36	Прилад для керування процесом за часовою програмою, установлений на щиті (наприклад, командний електро-пневматичний прилад, багатоланцюгового реле часу тощо)	
37	Прилад для вимірювання вологості реєструвальний, установлений на щиті (наприклад, вторинний прилад вологоміра самописного)	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП1-НТ 17065 КР

Арк.

39

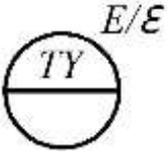
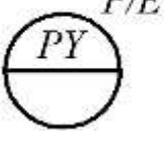
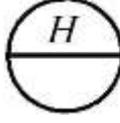
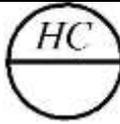
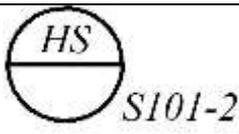
38	Первинний вимірювальний перетворювач (чутливий елемент) для вимірювання якості продукту, місцевий(наприклад. датчик рН-метра)	
39	Прилад для вимірювання якості продукту показувальний місцевий(наприклад, газоаналізатор показувальний для контролю вмісту кисню в димових газах)	
40	Прилад для вимірювання якості продукту реєструвальний регульовальний, установлений на щиті(наприклад, вторинний самописний прилад регулятора концентрації азотної кислоти в розчині)	
41	Прилад для вимірювання радіоактивності показувальний із сигнальним пристроєм місцевий (наприклад, прилад показувальний із сигналізацією граничнодопустимої інтенсивності α - і β -випромінювання)	
42	Прилад для вимірювання частоти обертання приводу показувальний, установлений на щиті (наприклад. вторинний прилад тахогенератора)	
43	Прилад для вимірювання в'язкості показувальний місцевий (наприклад, піскозиметр показувальний)	
44	Прилад для вимірювання декількох різнорідних величин реєструвальний місцевий(наприклад, самописний дифманометр-витратомір з додатковим записом тиску і температури пари; напис, що розшифровує вимірювані величини, наноситься або справа від приладу, або на вільному полі схеми в примітці)	
45	Прилад для контролю погашення факела в печі безшкальний, з контактним пристроєм, установлений на щиті (наприклад, вторинний пристрій запально-запобіжного пристрою; застосування резервної літери <i>B</i> має бути зазначено на полі схеми)	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП1-НТ 17065 КР

Арк.

40

46	Перетворювач сигналу, установлений на щиті; вхідний сигнал – електричний, вхідний сигнал також електричний (наприклад, нормувальний перетворювач термоелектричної сили)	
47	Перетворювач сигналу перехідний, місцевий, вихідний сигнал пневматичний, вихідний – електричний (наприклад, пневмоелектричний перетворювач)	
48	Пускова апаратура для керування електродвигуном(наприклад, магнітний пускач, контактор і т. ін.; застосування резервної літери N має бути зазначено на полі схеми)	
49	Апаратура, призначена для ручного дистанційного керування, установлена на щиті (кнопка керування, ключ керування ручний задавач тощо)	
50	Апаратура, призначена для ручного дистанційного керування, оснащена пристроєм для сигналізації, установлена на щиті (кнопка з вбудованою лампочкою, ключ керування з підсвіткою і т. ін.)	
51	Апаратура, призначена для ручного дистанційного керування, установлена на щиті (пневматична чи електрична панель керування)	
52	Ключ керування, призначений для вибору режиму керування, установлений на щиті(приклад наведено для ілюстрації випадку, коли позиційне позначення завелике і тому його наносять поза колом)	

Вимірювання параметрів теплотехнічних процесів.

Вимірювання температури

Температура - це статистично сформована термодинамічна величина, що визначається рівнем внутрішньої енергії тіла.

					ДП1-НТ 17065 КР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Носіями внутрішньої енергії є атоми і молекули тіла, кінетична енергії руху яких визначає температуру В процесі співудару молекул відбувається обмін їх енергетичних імпульсів і вирівнювання розподілу енергій між ними, тобто встановлюється рівноважний стан, при якому всі форми кінетичної енергії молекул і атомів тіла характеризуються одним значення температури. Таку рівноважну температуру називають термодинамічною.

Термодинамічна температура входить у фундаментальні співвідношення, що визначають характер перебігу ряду фізичних процесів або зв'язок з іншими фізичними величинами. Серед них:

1. Рівняння стану ідеального газу - рівняння Клапейрона;

$$pV = RT$$

де p і V - відповідно, тиск і об'єм газу; R - універсальна газова стала.

2. Закон Кюрі, що встановлює залежність магнітної сприйнятливості парамагнетика від температури:

$$\mu(T) = \frac{C}{T}$$

де μ - магнітна сприйнятливості парамагнітної речовини; C - стала Кюрі.

3. Рівняння Найквіста, що визначає інтенсивність, теплових флуктуацій напруги (теплових шумів) на кінцях провідника активною опору R , який перебуває в стані теплової рівноваги при абсолютній температурі T :

$$\bar{U}_{кв} = 4kRT\Delta f$$

де $\bar{U}_{кв}$ - середньоквадратичне значення напруги на кінцях провідника з опором R ; k – стала Больцмана, Δf - смуга частот, в межах якої вимірюють флуктуації напруги

4. Закон Планка, що визначає властивості теплового випромінення абсолютно чорного тіла для довжини хвилі λ :

$$E^0_{\lambda T} = C_1 \lambda^{-5} (e^{C_2/\lambda T} - 1)^{-1}$$

де $E^0_{\lambda T}$ - спектральна світність, Вт/м², C_1 і C_2 - сталі коефіцієнти.

5. Рівняння швидкості поширення звуку v в газоподібному середовищі:

					ДП1-НТ 17065 КД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

$$v = \sqrt{\gamma \frac{RT}{M}}$$

де $\gamma = C_p / C_v$ відношення теплоємностей газу за сталого тиску та сталого об'єму; R -універсальна газова стала; M - молярна маса газу.

Приведені закони та рівняння становлять основу так званої первинної термометрії. Під первинною термометрією розуміють термометрію, яку здійснюють за допомогою термометра, рівняння стану якого можна описати у явному вигляді без застосування невідомих коефіцієнтів, залежних від температури. Записавши рівняння стану системи, яку ми використовуємо як термометр можна стверджувати, що визначена таким чином температура буде в термодинамічному та чисельному узгодженні з температурою, отриманою при використанні будь-якої іншої системи та іншого рівняння стану.

Основні різновиди методів вимірювань температури. Найчастіше доводиться вимірювати середні і високі температури в інтервалі від -80 до 3 000...3 500°C. В наш час у зв'язку з бурхливим розвитком техніки низьких температур – кріогеніки, що характеризується не тільки важливими науковими відкриттями, але і їх широким практичним використанням, важливого значення набувають вимірювання низьких температур від 1 до 273 К, а при створенні плазми - вимірювання надвисоких температур (до 10^{10} К і вище). Такий широкий діапазон вимірюваних температур і різноманітність умов вимірювань зумовили велику кількість методів і засобів їх вимірювань. У сучасному промисловому виробництві переважно використовуються електричні засоби вимірювань температури, переваги яких загальновідомі.

Електричні методи вимірювань температури можна розділити на контактні та безконтактні. При контактних методах використовується первинний перетворювач, який в процесі вимірювання знаходиться в безпосередньому тепловому контакті з середовищем, температуру якого

					ДП1-НТ 17065 КР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вимірюють. Тепло від досліджуваного об'єкта до чутливого елемента перетворювача передається теплопровідністю і конвекцією.

Безконтактний метод базується на властивості тіл випромінювати теплову енергію, за якою і визначають температуру досліджуваного об'єкта.

Вибір того чи іншого методу вимірювань визначаються низкою чинників, а саме: значеннями вимірюваних температур, агресивністю досліджуваного середовища та динамічними його характеристиками, а також необхідною чутливістю і точністю вимірювання. Часто ці чинники протирічиві, що ускладнює вибір методу. Визначальними є, насамперед, діапазон вимірюваних температур і потрібна точність вимірювання.

При контактному методі вимірювань, коли первинний перетворювач поміщається безпосередньо в досліджуване середовище, завжди спостерігається деяке спотворення температурного поля середовища як наслідок неоднорідності теплофізичних властивостей середовища і перетворювача, а також неточність перетворення температури середовища в температуру перетворювача.

Ступінь спотворення температурного поля залежить, в основному, від теплоємностей досліджуваного середовища та перетворювача і є практично незначним. Що ж стосується неточності (похибки) відтворення термоперетворювачем температури досліджуваного середовища, то вона зумовлена тепловідведенням по елементах конструкції термоперетворювача, радіаційним теплообміном, тепловою інерцією, а також такими внутрішніми джерелами енергії, як нагрівання чутливого елемента термоперетворювача вимірювальним струмом, і може набувати досить великих значень. Зменшити ці похибки можна, правильно вибравши конструкцію перетворювача та відповідний метод встановлення його на досліджуваний об'єкт.

					<i>ДП1-НТ 17065 КР</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Зокрема, для зменшення похибок від тепловідведення конструкційні елементи перетворювача виготовляють з матеріалів з малою теплопровідністю, а відношення довжини перетворювача до його діаметра вибирають порівняно великими (1:7; 1:10). Повинен бути забезпечений тепловий контакт між чутливим елементом перетворювача і досліджуванним середовищем.

При безконтактних методах вимірювань чутливий елемент перетворювача знаходиться поза досліджуванним об'єктом, що виключає спотворення температурного поля об'єкта і дає можливість вимірювати температуру об'єктів малої теплоємності. Основне ж застосування безконтактних методів - це вимірювання високих температур. Основними джерелами похибок безконтактних вимірювачів є залежність випромінювальної здатності від стану поверхні досліджуваного тіла та інших його властивостей, вплив на тракт перетворення (простір між джерелом випромінювання і приймачем) сторонніх випромінювань, теплопоглинальна здатність тракту перетворення тощо.

Принцип дії терморпари

Ці пристрої працюють згідно з правилом Зеебека. Якщо певний провідник буде піддаватися впливу, тоді його опір і напруга буде змінюватися. Щоб виміряти цю напругу необхідно підключити гнучкий провід до «гарячого» кінця терморпари. Цей гнучкий провід може стати справжнім градієнтом температури і розробити власну напругу, яке в подальшому буде протистояти поточній напрузі. Під час використання різнорідних сплавів для замикання ланцюга, створюється нова ланцюг, в якій два кінці зможуть генерувати напругу. Надалі його можна буде виміряти. Дізнайтеся, як працює тензодатчик.

					ДП1-НТ 17065 КР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

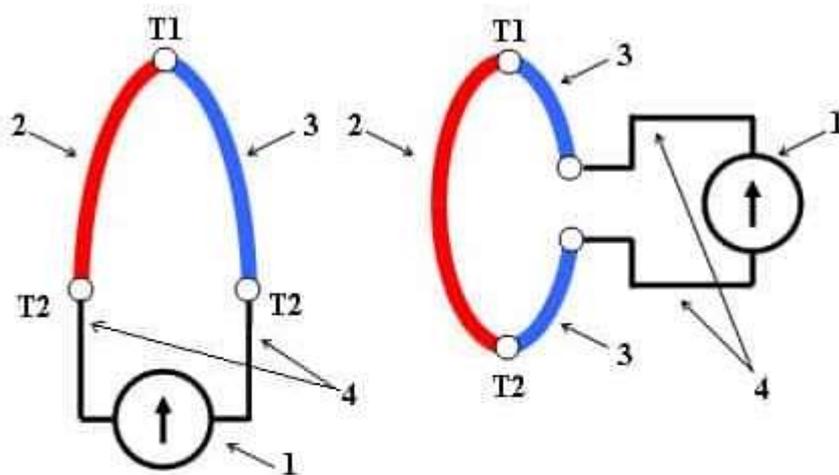


рис. а

рис. б

- 1 – измерительный прибор
 2, 3 – термоэлектроды
 4 – соединительные провода
 T1, T2 – температура «горячего» и «холодного» спаев термопары

Напряга буде генеруватися на стику двох металів по довжині двох різнорідних металів. Обидві довжини термопары будуть відчувати однаковий температурний режим. Кінцевий результат можна вважати результатом різниці температур між термопарою і спаєм. Якщо з'єднання буде виконано неякісно, тоді відповідно в цьому випадку може утворитися похибка. Особливо у високій точності потребуватиме мультиметр з термопарою і різноманітні виробничі датчики.

Автоматичне керування вологістю

Відповідаючи необхідності теплоенергетичного об'єкту в підтримці коректної вологості Brinsea® (Брінсі) представила пристрій Advanced Humidity Pump (Генератор тумана (Туманообразователь) XILONG LED-H с 12 светодиодами).

Це пристрій використовують для утворення туману за допомогою ультразвуку.

Література

1. Технологія виробництва продукції птахівництва: підруч. / [Бусенко Т.О., Скоцик В.Є., Маценко М.І. та ін.]; за ред. О.Т. Бусенка. – К.: «Агроосвіта», 2013. – 492 с. :іл.

<https://nubip.edu.ua> (дата звернення: 01.02.2021).

2. Виробництво інкубаторів – [Електронний ресурс].

<https://inkubator-nest.com.ua/> (дата звернення: 01.02.2021).

3. Зоогигиена с основами проектирования животноводческих объектов. Практикум : учебно-методическое пособие / Н. А. Садовов. – Горки : БГСХА, 2017. – 284 с. : ил. ISBN 978-985-467-699-9.

<http://elib.baa.by/jspui/bitstream/123456789/747/1/ecd2642.pdf>(дата звернення: 01.02.2021).

4. Інкубація яєць сільськогосподарської птиці – [Електронний ресурс]. – <http://www.cnsnb.ru/AKDIL/0062/base/RI/000169.shtm> (дата звернення: 01.02.2021).

5. Шешенин Д.В. Инкубационные качества яиц в связи с различными условиями их хранения [Електроннийресурс] / Д.В. Шешенин, Л.Ф. Дядичкина. – 2008. file:///D:/Sps_2015_10_13.pdf (дата звернення: 01.02.2021).

6. Шоміна, Н. В. Шляхи оптимізації умов передінкубаційного зберігання яєць / Н. В. Шоміна, С. М. Ткаченко // Птахівництво. – 2008. – № 61. – С. 215–222. <http://avianua.com/archiv/ptahivnictvo/61/34.pdf> (дата звернення: 01.02.2021).

7. <http://avianua.com/>

8. ДБН В.2.6-2006 Теплова ізоляція будівель. – К.: Мінрегіон України, 2016. – 73 с.

<https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-13> (дата звернення: 01.02.2021).

9. Енергоощадний інкубатор для фермерських та присадибних господарств / В. В. Борщ, О. Б. Борщ, В. О. Ханюков, Я. В. Олійник // Системи управління, навігації та зв'язку. – Вип. 2(54). Полтава. 2019. –

					<i>ДП1-НТ 17065 КР</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

С. 32 - 36.

<http://journals.nupp.edu.ua/sunz/article/view/1402> (дата звернення: 01.02.2021).

10. Патент UA 131989 Україна, МПК А01К 41/06. Лоток інкубатора з гравітаційним перевертанням / В.В. Борщ, О.Б. Борщ, О.В. Шульга, О.І. Власенко, В.П. Велещук; заявл. 30.07.18., опубл. 11.02.2019. – Бюл. № 3.

<http://77.121.11.9/bitstream/PolNTU/6425/1/%D0%BF%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BD%D1%82%201.pdf> (дата звернення: 01.02.2021)

					<i>ДП1-НТ 17065 КР</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48