

Хмельницький національний університет
Факультет інженерії, транспорту та архітектури
Кафедра машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

Розробка стенду для перевірки терморегуляторів побутових
ХОЛОДИЛЬНИКІВ

Галузь знань 14 «Електрична інженерія»
Шифр, назва
Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Шифр, назва
Спеціалізація «Енергетичний менеджмент»

Шифр БРМА 23.00.00.000 ПЗ

Виконав студент 4 курсу
група ЕМ-19-1


Підпис

Глега С.А.
Ініціали, прізвище

Керівник


Підпис, дата

к.т.н., доц. Неймак В.С.
Ініціали, прізвище

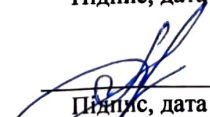
Нормоконтролер


Підпис, дата

О.С. Поліщук
Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:

Зав. кафедри МАЕЕС
20 06 2023 р.


Підпис, дата

д.т.н., проф. Поліщук О.С.
Ініціали, прізвище

Хмельницький 2023

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії, транспорту та архітектури

Кафедра машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем

Освітній рівень бакалавр

Галузь знань 14 Електрична інженерія

Шифр і назва

Спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Шифр і назва

Спеціалізація «Енергетичний менеджмент»

Освітня програма _____

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МАЕЕС


20.06.2023

ЗАВДАННЯ НА БАКАЛАВРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Глега Станіслав Анатолійович

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема роботи Розробка стенду для перевірки терморегуляторів побутових холодильників

керівник роботи Неймак Віталій Станіславович, к.т.н., доцент

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

Затверджено наказом ректора університету від 1 03 2023 р. № 5

2. Строк подання студентом роботи на кафедру 20.06.23

3. Вихідні дані до роботи технічні характеристики терморегуляторів побутових холодильників

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

Вступ. 1. Огляд та аналіз існуючих технологічних та технічних рішень з тематики бакалаврської роботи. 2. Розробка конструкції стенда перевірки та регулювання терморегуляторів 3. Розрахунок елементів стенда перевірки та регулювання терморегуляторів

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

1. Терморегулятори холодильників (ДО, А1). 2. Стенд для перевірки терморегуляторів (ВЗ, А1). 3. Стенд для перевірки терморегуляторів (СК, 2А1). 4. Стенд для перевірки терморегуляторів (ЕЗ, А1). 5. Стенд для перевірки терморегуляторів (ГЗ, А1).

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

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

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів (розділів) кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1. Огляд та аналіз існуючих з технологічних та технічних рішень тематики бакалаврської роботи.		
2. Розробка конструкції стенда перевірки та регулювання терморегуляторів		
3. Розрахунок елементів стенда перевірки та регулювання терморегуляторів		
4. Оформлення пояснювальної записки та графічного матеріалу		

Студент


Підпис

С.А. Глега
Ініціали, прізвище

Керівник роботи


Підпис

В.С. Неймак
Ініціали, прізвище

АНОТАЦІЯ

до бакалаврської кваліфікаційної роботи студента
спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

1. Прізвище, ім'я та по батькові Глега Станіслав Анатолійович

2. Тема магістерської роботи Розробка стенду для перевірки терморегуляторів побутових холодильників

3. Прізвище, ініціали, вчена ступінь та звання опонента _____

4. Об'єм бакалаврської роботи: креслень 5 арк., сторінок записки 71

5. Основні розділи розрахунково-пояснювальної записки: _____
Вступ. 1. Огляд та аналіз існуючих технологічних та технічних рішень з тематики бака-
лаврської роботи. 2. Розробка конструкції стенда перевірки та регулювання терморегу-
ляторів 3. Розрахунок елементів стенда перевірки та регулювання терморегуляторів

Підпис студента 

"26" "06" 2023 р.

РІШЕННЯ ЕК:

Протокол №2 від "28" "06" 2023 р.

Оцінка проекту ЕК добре 3,75/С

Рекомендації ЕК в кваліфікаційний процес

Особливі відмітки _____





Технічний секретар 

"28" "06" 2023 р.

Зміст

	Вступ	5
1	Огляд та аналіз існуючих технологічних та технічних рішень з тематики бакалаврської роботи	7
1.1	Аналіз конструкцій побутових холодильників	7
1.2	Фізичний принцип дії побутових компресорних холодильників	13
1.3	Будова побутових холодильників	17
1.4	Конструкції та параметри терморегуляторів	33
1.5	Контрольно-діагностичні стенди для перевірки і регулювання терморегуляторів	40
	Висновки до першого розділу	43
2	Розробка конструкції стенда перевірки та регулювання терморегуляторів	44
2.1	Розробка гідравлічної схеми стенда перевірки та регулювання терморегуляторів	44
2.2	Розробка електричної схеми стенда	45
2.3	Опис роботи на стенді	46
	Висновки до другого розділу	48
3	Розрахунок елементів стенда перевірки та регулювання терморегуляторів	49
3.1	Розрахунок теплопровідності ванн	49
3.2	Розрахунок елементів транспортуючого ролика	68
	Висновки до третього розділу	69
	Загальні висновки	70
	Перелік джерел посилання	71

БРМА 23.00.00.000 ПЗ

Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата			
Виконав		Глега С.А.			Розробка стенду для перевірки терморегуляторів побутових холодильників		
Перевір.		Неймак В.С.					
					6	4	71
Н.контр		Пуніна С.І.			ХНУ гр. ЕМ-19		
Перевір		Голішук О.С.					

ВСТУП

Високий рівень експлуатаційної надійності та довговічності побутових холодильників не виключає необхідності технічно кваліфікованого ремонту холодильників.

Розрізняють два види обслуговування та ремонту: гарантійний, який протягом гарантійного терміну здійснюється безкоштовно, і післягарантійний — платний.

Техніка гарантійного ремонту відрізняється від післягарантійного. Наприклад, при гарантійному ремонті замінюють несправні деталі, в тому числі всю холодильну установку, а при післягарантійному ремонті ремонтують і залишають в робочому стані. Перший продиктований міркуваннями відновлення працездатності холодильника і при цьому збереження його повноцінних комерційних показників відповідно до нового продукту. Другий визначається технічною доцільністю повторного використання несправної деталі шляхом її відновлення, а також економічною вигодою такого ремонту для власника холодильника. Особливо це актуально при ремонті холодильного агрегату, який не має роз'ємних з'єднань і є роз'ємною частиною всього холодильника.

Заміна такої дорогої роз'ємної деталі на нову в рамках платного ремонту може бути технічно виправданою та економічно вигідною лише в крайньому випадку, коли при несправній холодильній установці ще потребує стан кількох окремих дорогих агрегатів, двигуна, компресора, випарника. підлягає заміні.

Ремонт холодильників залежно від складності та умов виконання слід розділити на три види: ремонт можливий в умовах експлуатації. Ремонт в майстерні майстерні, ремонт в майстерні капітального ремонту [8]. Якісний ремонт холодильних установок в майстерні багато в чому визначається

									Арк.
									5
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата					

наявністю необхідного обладнання, приладів, оснащення та інструменту, а також наявністю запасних матеріалів.

Враховуючи відносно невеликі виробничі потужності ремонтних майстерень, а також велику різноманітність моделей холодильного обладнання, що підлягає ремонту, обладнання цехів може істотно відрізнятися за конструкцією і характеристиками від обладнання підприємств, що випускають холодильне обладнання. Однак це не знижує вимог до технічних операцій на цьому пристрої.

Завдання бакалаврської роботи:

- Аналіз конструкцій побутових холодильників;
- Аналіз конструкцій терморегуляторів для побутових холодильників та випробувальних стендів для їх перевірки;
- Розробка конструкції стенду для перевірки та налагодження термостатів та його елементів;
- Розрахунок елементів випробувального стенду та налаштування термостатів.

						Арк.
						6
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

1 ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ТА ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ З ТЕМАТИКИ БАКАЛАВРСЬКОЇ РОБОТИ

1.1 Аналіз конструкцій побутових холодильників

Холодильні агрегати побутових холодильників виконують функцію холодильних машин, тобто служать для відведення тепла з холодного приміщення і віддачі його в більш тепле середовище. Пристрій можна демонтувати з шафи і замінити іншим пристроєм для холодильників даного типу. Конструкції окремих вузлів і частин холодильних установок різних холодильників з холодильною камерою і дверцятами можуть дещо відрізнятися одна від одної, але їх принципова схема однакова.

Процес охолодження здійснюється наступним чином. Коли мотор-компресор працює, рідкий холодоагент подається з конденсатора у випарник через капілярну трубку. У той же час тиск і температура рідкого холодоагенту знижуються через обмежену ємність капілярної трубки та охолодження холодними парами холодоагенту, які рухаються від випарника до всмоктувальної трубки. При температурі 10-20°C і тиску 0-1 атм. Рідкий холодоагент у випарнику кипить, поглинаючи тепло з холодильної камери. Щоб забезпечити постійне кипіння холодоагенту у випарнику при певному тиску, його холодні пари всмоктуються компресором через всмоктувальну трубу. Коли пари досягають компресора, їх температура підвищується внаслідок теплообміну з теплим рідким холодоагентом, що рухається по капілярній трубці та навколо нього. При вході в корпус мотор-компресора температура парів становить близько 15 °С.

Оскільки температура обмоток циліндра електродвигуна і компресора значно перевищує 15 °С, вони охолоджуються парами холодоагенту, що покращує умови роботи електродвигуна і компресора в герметичному

									Арк.
									7
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата					

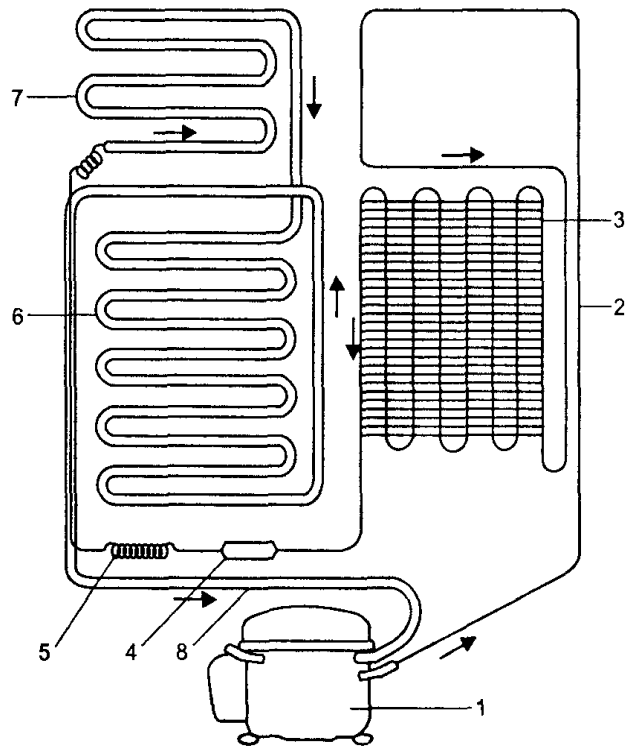
корпусі. Нагріті пари холодоагенту перекачуються з компресора в конденсатор, який охолоджується навколишнім повітрям. При цьому в залежності від температури навколишнього середовища тиск пари підвищується до 8-11 атм. При цьому тиску температура конденсації насиченої пари холодоагенту стає вищою за температуру навколишнього повітря, тому пари холодоагенту стають рідкими в останніх обертах конденсатора. Процес конденсації пари супроводжується виділенням тепла. Рідкий холодоагент, температура якого на 10-15 °С вище температури навколишнього середовища, проходить через фільтр-осушувач, а потім через капілярну трубку повертається у випарник. Описаний процес циркуляційного охолодження пристрою повторюється, поки працює мотор-компресор.

За кордоном поширені дводверні двокамерні холодильники з роздільним регулюванням температурних режимів холодильної та морозильної камер. У таких холодильниках іноді використовуються два незалежних блоки охолодження для обох камер. Однак більш поширеним є холодильний агрегат із загальним компресором, але двома випарниками. Випарники можуть бути з'єднані послідовно і паралельно.

Верхній коробчастий випарник використовується для охолодження морозильника, нижній плоский випарник використовується для холодильника. Принцип роботи такого холодильного агрегату нічим не відрізняється від описаного вище.

При паралельному з'єднанні випарники з'єднані з загальним компресором через дві капілярні трубки. На вході капілярної трубки випарника холодильної камери встановлений спеціальний електромагнітний клапан, який за сигналом від датчика температури холодильної камери відкриває шлях для рідкого холодоагенту. У цьому випадку задана температура в морозильній камері підтримується періодичною роботою

мотор-компресора за допомогою окремого термостата. Такий холодильний агрегат, який має більш складну конструкцію, вимагає більшої точності виготовлення і тому не має широкого застосування.



1 – компресор; 2 – нагнітаюча трубопровід; 3 – конденсатор; 4 – фільтр -осушувач; 5–капілярна трубка; 6 –випаровувач холодильної камери; 7– випаровувач морозильної камери; 8 – всмоктуючий трубопровід

Рисунок 1.1 - Схема компресійного холодильного агрегату Hotpoint-Ariston HBD1182H

Окремі вузли і деталі холодильних установок зарубіжних побутових холодильників іноді мають свої конструктивні особливості, але в цілому розглянуті схеми холодильних установок можна вважати типовими для всіх побутових компресійних холодильників.

За компонуванням електродвигуна з компресором компресійні холодильні агрегати побутових холодильників відносяться до агрегатів закритого типу. Холодильний агрегат закритого типу відрізняється від відкритого тим, що компресор і електродвигун мають спільний вал і розміщені в герметичному корпусі. Таке розташування спрощує конструкцію приводу компресора, робить пристрій компактним і забезпечує більш надійну герметичність без використання спеціальних ущільнювальних манжет.

З метою підвищення ефективності виробництва та полегшення ремонту холодильних установок зараз ведуться роботи з уніфікації окремих елементів: мотор-компресора, конденсатора, випарника та ін.

Залежно від розташування мотор-компресора в холодильній камері розрізняють компресійні холодильники верхнього і нижнього ярусу. Апарати верхнього розташування конструктивно більш компактні, але непрактичні з точки зору загальної компонування в стоячих холодильниках. Тому пристрої з верхнім розташуванням мотор-компресора в даний час використовуються тільки в настінних холодильниках.

Апарати з нижнім розташуванням мотор-компресора хоч і поступаються першим по компактності, але забезпечують зменшення габаритів шафи і більш зручне розташування холодильної камери для стоячих холодильників.

Умови тривалої експлуатації побутових холодильників і специфічні властивості холодоагенту висувають певні вимоги до конструкції і виготовлення компресійної холодильної машини. Найважливішими з цих вимог є: надійна герметичність, відсутність повітря, води та механічних домішок (забруднень) в системі установки.

									Арк.
									10
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата					

Необхідність надійної герметичності пристрою обумовлена тривалим терміном служби холодильника, так як агрегати компресійного охолодження побутових холодильників заправляються відносно невеликою кількістю (140 - 400 г) фреону-12. Тому навіть незначний витік фреону істотно впливає на вироблення холоду і ефективність роботи приладу. Крім того, фреон-12 здатний проникати крізь найдрібніші пори в металі.

Надійна герметичність холодильної установки забезпечується ретельним виготовленням її окремих частин і вузлів, щільним нерозбірним з'єднанням їх зварюванням або паянням і ретельним контролем. Перевірка герметичності холодильного агрегату при виготовленні або ремонті проводиться багаторазово і різними способами. Попередня перевірка герметичності окремих вузлів і зібраного блоку зазвичай проводиться в процесі пресування. У досліджуваній прилад або агрегат нагнітають сухе повітря або азот під тиском 10-18 атм, після чого прилад занурюють у водяну баню і визначають нещільності, які найчастіше виникають у стиках, за допомогою бульбашок. Остаточну перевірку герметичності холодильної установки після заправки її маслом і фреоном. Для цього використовується спеціальний електронний прилад, який визначає витік фреону до 0,5 г на рік.

Наявність повітря в пристрої значно погіршує його роботу. Неконденсоване повітря на виході з конденсатора перед капілярною трубкою створює повітряну пробку, яка перешкоджає потраплянню рідкого фреону у випарник. В результаті підвищується тиск в системі пристрою, що призводить до збільшення споживаної потужності і споживання електроенергії. Наявність повітря в пристрої також призводить до небажаного окислення і корозії металевих частин.

Перед заправкою приладу маслом і фреоном повітря видаляють ретельним відсмоктуванням до тиску 0,1 мм рт. ст.

Наявність води в холодильній установці, навіть у невеликих кількостях (15-20 міліграмів), може серйозно порушити її роботу або вивести з ладу. Через недостатню розчинність води у фреоні вона може замерзнути в капілярній трубці і припинити рух фреону у випарнику. Крім того, вода викликає псування масла, корозію деталей обладнання, зокрема клапанів компресора, псування ізоляції обмотки двигуна, засмічення фільтрів тощо. Волога з агрегату при виготовленні або ремонті видаляється шляхом ретельної просушування масла і фреону, як і всього агрегату в зборі. Перед сушінням всі вузли агрегату знежирюють, оскільки масло, що залишилося на поверхні деталей, згорає при температурі понад 100 °С, утворюючи міцну плівку.

Охолоджувальні апарати сушать сухим повітрям у спеціальних сушильних шафах. При цьому вода, що потрапила в пристрій, перетворюється на пару, яка потім видаляється сухим гарячим повітрям і відсмоктуванням.

Механічні забруднення, які потрапили в пристрій ззовні або утворилися всередині нього, можуть закупорити капілярну трубку, порушивши тим самим нормальну циркуляцію холодоагенту. Шкідливий вплив вологи та механічних домішок, що потрапили в холодильну установку, усуваються фільтром-осушувачем.

Від виконання зазначених вимог багато в чому залежить надійність і довговічність компресійного чилера. Тому виробництво компресійних холодильних систем вимагає високої технічної культури виробництва.

Як холодильна машина, холодильна установка побутового холодильника повинна забезпечувати необхідну холодопродуктивність протягом тривалого часу. Для цього він повинен мати охолоджувальну

здатність Q_0 , яка при циклічній роботі повинна бути більшою за суму тепла, що надходить у холодильну камеру одночасно, тобто. X . має виконуватися нерівність $Q_0 \geq \sum Q$.

Циклічність роботи холодильної установки характеризується коефіцієнтом напруцювання b , який визначається відношенням часу роботи приладу в одному циклі (від увімкнення до вимкнення) до часу циклу (від увімкнення до наступного). увімкнення пристрою).

Чим більше коефіцієнт робочого часу, тим більше знос пар тертя в компресорі і менший термін служби холодильного агрегату. Зі збільшенням коефіцієнта робочого часу зростає і витрата електроенергії на одиницю місткості холодильної камери. Тому при проектуванні нових холодильників значення b можна задавати за умови забезпечення необхідної довговічності та економічності.

Враховуючи циклічність роботи холодильної установки при усталеному температурному режимі роботи холодильної камери, існує залежність $\sum Q = bQ_0$, з якої видно, що при заданому значенні коефіцієнта робочого часу необхідна холодопродукція холодильної установки визначається сумою теплових впливів у холодильній камері за визначену одиницю часу.

1.2 Фізичний принцип дії побутових компресорних холодильників

Охолодженням називається процес зниження температури охолодженого тіла. Ви можете знизити температуру речовини, зменшивши її внутрішню енергію. Тому для штучного охолодження створюють такі умови, при яких теплова енергія (теплота) відбирається від охолоджуваного тіла (охолоджуваного середовища) і поглинається іншим, більш холодним тілом. Для тривалого охолодження необхідно, щоб теплосприйняття

охладжуючого тіла відбувалося без підвищення його температури, інакше температури обох тіл (радіатора і радіатора) стануть однаковими і охолодження припиниться. Цією властивістю володіють тіла з деякими змінами стану, наприклад, тверді тіла можуть відчувати зовнішнє тепло, не підвищуючи свою температуру при плавленні або плавленні; Рідина – у процесі випаровування або кипіння.

В основі сучасних промислових методів охолодження лежать процеси випаровування або кип'ятіння, плавлення або плавлення і сублімації. Всі ці процеси відбуваються при поглинанні тепла з навколишнього середовища.

Під час переходу тіла з твердого стану в рідкий (плавлення або плавлення) тепло, що сприймається ззовні, використовується для зміни зв'язків між молекулами речовини та послаблення сил її молекулярного щеплення. При переході тіла з рідкого стану в пароподібний (випаровування або кипіння) тепло також витрачається на подолання сил молекулярного щеплення рідкого тіла та його розширення. При переході тіла з твердого стану безпосередньо в газоподібний (сублімація) теплота витрачається на подолання сили молекулярного щеплення речовини і зовнішнього тиску, що перешкоджає цьому процесу.

Охолодження льодом і льодосоляними сумішами засноване на здатності тіл поглинати зовнішнє тепло при плавленні або плавленні.

Охолодження шляхом поглинання зовнішнього тепла при кипінні легких рідин здійснюється чиллерами. Властивість тіл поглинати зовнішнє тепло при їх сублімації використовується для охолодження так званим сухим льодом. Охолодження за допомогою чиллерів в даний час є найпоширенішим.

Встановилися різні методи охолодження машини.

Найпростішим способом є дроселювання стиснених газів. Якщо газ піддати сильному стисненню при температурі навколишнього середовища, а

									Арк.
									14
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата					

потім забезпечити процес адіабатичного розширення з різким перепадом тиску, то температура газу знизиться і його можна використовувати як теплоносії.

Однак досягнення низьких температур таким чином пов'язане з великими енергетичними витратами.

Одним із методів охолодження машини є вихрове охолодження. Цей метод виконується у вихровій трубці Ранка, короткій циліндричній трубці, внутрішня порожнина якої розділена на дві порожнини мембраною з центральним отвором. Через сопло, розташоване в безпосередній близькості від діафрагми і спрямоване по дотичній до внутрішнього діаметра, подається стиснене повітря при температурі навколишнього середовища. Коли повітря закручується, в центрі виникає розрідження, відповідно температура падає. Холодне повітря від тх виходить через отвір мембрани в навколишнє середовище. Значна частина кінетичної енергії турбулентності повітря витрачається на тертя в його зовнішніх шарах, що викликає нагрівання повітря.

Нагріте до температури повітря випускається в навколишнє середовище через керуючу дросельну заслінку.

Температура потоків холодного і теплого повітря залежить від конструкції і параметрів труби, від початкових параметрів повітря, що надходить (вологості, температури і тиску), а також від масового співвідношення потоків, що регулюється дроселем. При роботі вихрової труби в сухому повітрі з початковим тиском 0,5 мН/м², температурою 20 °С і масовою часткою холодного потоку 0,3-0,35 температура холодного потоку може досягати 50 °С.

Однак низька ефективність термодинамічних процесів, що відбуваються у вихровій трубці через значні втрати на тертя, обмежує

									Арк.
									15
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата					

практичну можливість використання вихрового ефекту в побутових холодильниках.

В даний час в побутовій холодильній техніці найбільшого поширення набули так звані пароохолоджувальні машини (агрегати) компресійно-абсорбційної дії. Як робочі речовини в ньому використовуються рідини, що киплять при негативних температурах.

Принцип роботи заснований на тому, що тепло охолодженої рідини передається рідкому холодоагенту і використовується для його випаровування при негативній температурі. Пари холодоагенту спрямовуються в навколишній теплообмінник, де вони розсіюють тепло і перетворюються на рідину.

Рідкий холодоагент повертається в охоложене середовище, і цей цикл повторюється.

У цих чиллерах робоча речовина не споживається, а лише циркулює в закритій системі, змінюючи при цьому свій агрегатний стан. Це забезпечує необхідне охолодження протягом тривалого періоду часу з невеликою кількістю робочого матеріалу.

Основна відмінність пароконпресійних чилерів від абсорбційних машин полягає в тому, що, з одного боку, циркуляція робочої рідини відбувається під час роботи компресора, а з іншого боку, через процес абсорбції та роботу теплового насоса. .

Найбільше застосування знайшло термоелектричне охолодження, засноване на явищі Пельтьє.

Суть явища полягає в тому, що коли постійний струм пропускається через ланцюг, що складається з термопар, деякі з'єднання охолоджуються, поглинаючи тепло з навколишнього середовища, а інші нагріваються та віддають тепло навколишньому середовищу.

Таким чином, роль холодоагенту в термоелектричному холодильнику виконує електричний струм, який передає тепло від холодного спаю до гарячого.

Простота процесу охолодження і, відповідно, конструкції термоелектричних холодильників роблять термоелектричне охолодження перспективним для домашнього використання.

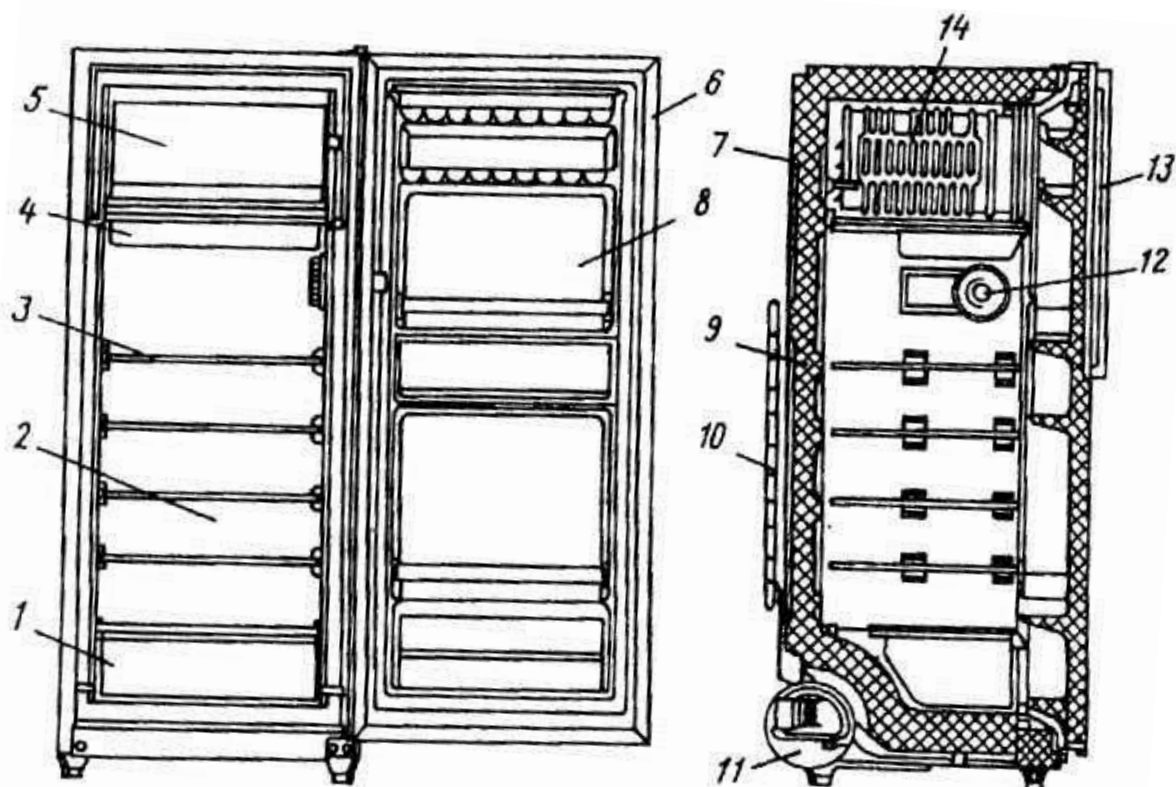
Крім перерахованих способів штучного охолодження існують і інші способи, але вони не мають практичного застосування в побутових холодильниках.

1.3 Будова побутових холодильників

Основними конструктивними вузлами холодильників (рисунок 1.2) і морозильних камер є теплоізолювана шафа і холодильна установка (машина). Шафа складається із зовнішніх оболонок 7 і внутрішніх оболонок, які розділені між собою теплоізоляційним шаром 9. Зовнішній корпус є несучим і складається із зварної конструкції з листової низьковуглецевої сталі товщиною від 0,6 до 1,0 мм. Зовні корпус покритий синтетичною емаллю. Внутрішній корпус утворює охолоджуючу камеру 2. Він може бути виготовлений з металу (сталь, алюміній) або пластику (ударопрочний полістирол). Внутрішня поверхня холодильної камери виконана з низьковуглецевої сталі і покрита синтетичною емаллю.

Низькотемпературні камери багатокamerних холодильників і морозильних камер виготовляють з алюмінієвого сплаву або нержавіючої сталі. Металеві камери більш довговічні та гігієнічні, але додають вагу холодильнику та морозильній камері. Пластикові камери більш технологічні у виготовленні та складанні, мають меншу

теплопровідність і меншу масу. Однак вони швидше втрачають зовнішній вигляд і менш міцні і довговічні в порівнянні з металевими моделями.



1 — лоток для зберігання продуктів; 2 — холодильна камера; 3 — полиця; 4 — піддон; 5 — низькотемпературне відділення; 6 — ущільнювач; 7 — зовнішній корпус; 8 — двері; 9 — теплоізоляція; 10 — конденсатор; 11 — герметичний компресор; 12 — регулятор температури; 13 — ручка; 14 — випаровувач

Рисунок 1.2 - Будова побутового холодильника

Холодильна камера закривається дверима 8 з ручкою 13; Гумова кромка, яка при закритих дверях притискається до передньої площини шафи, забезпечує щільне кріплення дверей. Всередині камери розташований терморегулятор 12.

Останнім часом для виробництва корпусів холодильників все частіше використовуються ударостійкі пластики. Це знижує металоємність і зменшує вагу холодильника.

Внутрішні шафи холодильників, також відомі як холодильні (морозильні) камери, виготовляють з листової сталі товщиною 0,7...0,9 мм штампуванням і зварюванням і покривають гарячою силікатно-титановою емаллю.

Пластикові камери виготовляються з АВС-пластику або ударостійкого полістиролу методом вакуумного формування. АВС пластик (акрилбутадієнстирол) має високі механічні властивості та стійкість до холодоагенту (фреону).

Камери в морозильних камерах і камери низькотемпературних відділень в холодильних камерах виготовляють з металу - алюмінію або нержавіючої сталі. Сталеві камери більш міцні і гігієнічні, але додають ваги холодильнику.

До переваг пластикових камер можна віднести технологічність, низький коефіцієнт теплопровідності і меншу вагу. Проте такі фотоапарати швидше старіють, з часом втрачають товарний вигляд, менш довговічні та менш довговічні порівняно з металевими фотоапаратами.

Двері виготовлені з листової сталі товщиною 0,8 мм методом штампування та зварювання. У деяких моделях холодильників дверцята виготовлені з ударостійкого полістиролу.

Двері холодильника складаються із зовнішнього та внутрішнього листів, теплоізоляції між ними та ущільнювача. Більшість моделей

холодильників мають можливість перенавішування дверей, тобто відкривання дверей зліва направо і справа наліво.

Дверцята холодильника повинні щільно прилягати до дверного отвору, інакше в кімнату буде проникати тепле повітря. Для забезпечення герметичності двері з внутрішньої сторони по всьому периметру окантовано магнітною прокладкою різного профілю.

Магнітні кріплення являють собою пружні магнітні вставки, розміщені в профілі пломби. При кріпленні двері її міцно притягують до металевого корпусу. Отримані пружні магнітні стрічки намагнічуються в магнітному полі.

Теплоізоляція служить для захисту холодильної камери від проникнення навколишнього тепла і укладається вздовж стін, зверху і знизу холодильної шафи і холодильної камери, а також під внутрішньою панеллю дверей. Теплоізоляційні матеріали повинні мати низький коефіцієнт теплопровідності, низьку об'ємну щільність, низьку гігроскопічність і вологостійкість, бути вогнестійкими, довговічними, дешевими, біостійкими, не мати запаху, а також бути механічно міцними. Для теплоізоляції шаф і дверей холодильних камер використовують скловолокно штапельне МТ-35, МТХ-5, МТХ-8, мінеральний повсть, пінополістирол ПСВ і ПСВ-с, пінополіуретан ППУ-309М.

Мінеральна повсть виготовляється з мінеральної вати, обробленої розчинами синтетичних смол. В якості сировини для виробництва мінеральної вати використовуються мінеральні породи і металургійні шлаки.

Скляна повсть - це різновид штучного мінерального повсті. Складається з тонких (товщиною 10...12 мікрон) коротких скляних ниток, скріплених синтетичними смолами. Теплоізоляція зі скляного повсті та ультратонких волокон біологічно стійка, не має запаху, водовідштовхувальна, легко укладається і тому часто використовується.

									Арк.
									20
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата					

Пінополістирол – синтетичний теплоізоляційний матеріал. Це легкий, твердий, пористий, газонаповнений пластик із рівномірно розподіленими закритими порами. Теплоізоляція з пінополістиролу досягається шляхом спінювання рідкого пінополістиролу безпосередньо в стінки холодильної камери і корпус холодильної шафи.

Пінополіуретан – піни з дрібнопористою твердою структурою, які отримують шляхом набухання поліуретанових смол з використанням відповідних каталізаторів і емульгаторів. Для підвищення теплозахисних властивостей застосовують Хладон-11 та ін. Процес спінювання і твердіння піни відбувається протягом 10...15 хв при температурі до 5°C.

Пінополіуретан має малу об'ємну вагу, низький коефіцієнт теплопровідності і вологостійкий. Його можна спінювати прямо в холодильнику. При цьому рівномірно заповнює весь простір в стінах без повітряних прошарків, добре зчіплюється зі стінами і підвищує міцність шафи.

Залежно від якості теплоізоляційних матеріалів товщина утеплювача в стінках холодильної шафи може бути від 30 до 70 мм, а в дверях від 35 до 50 мм. Замінивши склопластиковий утеплювач на пінополіуретановий, можна збільшити об'єм холодильника на 25% при тих же розмірах корпусу.

До складу електрообладнання побутових холодильників входять наступні пристрої:

- Електрообігрівачі: для захисту дверного отвору криогенної камери (морозильника) від конденсації (запотівання) на стінках; для підігріву випарника при напівавтоматичному та автоматичному прибиранні снігового покриву;

- електродвигун компресора;

- через герметичні контакти для підключення обмоток електродвигуна до зовнішньої електропроводки холодильника через стінку корпусу мотор-компресора;

- освітлювальні прилади для освітлення холодильної камери;

- Вентилятори: для нагнітання повітря в конденсатор холодильної установки (при використанні конденсаторів з примусовим охолодженням в холодильниках) і для примусової циркуляції повітря в холодильних камерах.

До пристроїв автоматизації побутових холодильників відносяться:

- температурні датчики-реле (терморегулятори) для підтримки заданої температури в охолоджувальній або низькотемпературній камері побутових холодильників;

- пускове реле для автоматичного включення пускової обмотки електродвигуна при пуску;

- захисне реле для захисту обмоток електродвигуна від струмів перевантаження;

- автоматичні пристрої для видалення снігового покриву стінки випарника.

Однофазні асинхронні вбудовані електродвигуни з короткозамкненим ротором, без торцевих щитів і вала, призначені для приводу герметичних компресорів і роботи в середовищі холодоагенту і масла. Виготовляються на номінальну напругу 127 або 220 В (відхилення напруги від -15 до +10%) з потужністю 60, 90, 120 Вт. Частота обертання 1500 і 3000 об / хв.

Електродвигуни призначені для роботи в середовищі холодоагенту (фреону)-12 або холодоагенту (фреону)-22 і холодильного масла. У побутових холодильниках використовуються електродвигуни: ЕД, ЕД-21, ЕД-23, ЕДП-24, ЕДП-125, ДМХ-2-120, ДХМ-5 та ін., а також електродвигуни, що працюють в озоновому режимі. - безпечне холодоагентне середовище.

									Арк.
									22
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата					

ККД електродвигуна при номінальній потужності:

60 Вт – 0,6 (швидкість 3000 і 1500 об/хв);

90 Вт - 0,67 (частота обертання 3000 об/хв) і 0,62 (частота обертання 1500 об/хв);

120 Вт - 0,68 (частота обертання 3000 об / хв) і 0,64 (частота обертання 1500 об / хв).

Для пуску електродвигунів і захисту їх в аварійному режимі передбачено використання пускозахисту.

У нормальних умовах електродвигун холодильника працює циклічно, тобто вмикається і вимикається через певні проміжки часу. Відношення частини циклу, в якій працює електродвигун, до загальної тривалості циклу називається коефіцієнтом робочого часу. Чим він більший

(при постійній кімнатній температурі) температура в холодильній камері нижча, а середнє споживання електроенергії вище. Певну циклічність у роботі холодильника (коефіцієнт робочого часу) забезпечує реле датчика температури — пристрій, який регулює температуру в холодильній шафі.

На Копенгагенській міжнародній конференції (листопад 1992 р.) було прийнято рішення про поетапне припинення виробництва озонобезпечних холодоагентів R11, R12 і R502 з 1 січня 1996 р.

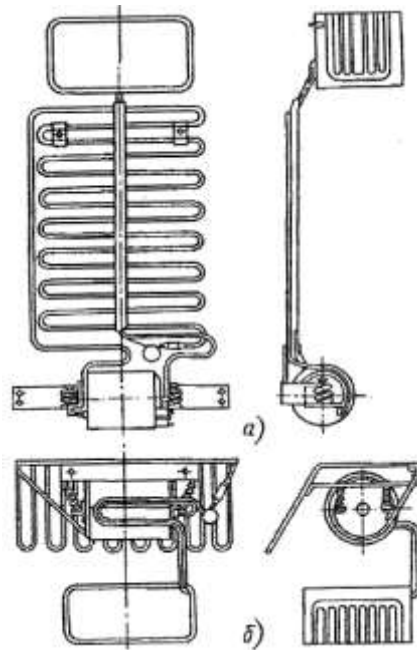
У перехідний період дозволено використання холодоагенту R134a (C₂H₂F₄), який не загорявся у всьому діапазоні робочих температур.

Холодоагент R134a має характеристики, подібні до R12. Рекомендується для використання в побутових холодильниках і може використовуватися при переобладнанні систем охолодження побутових холодильників з R12 на R134a.

									Арк.
									23
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата					

Холодильна установка побутового холодильника складається з мотор-компресора, випарника, конденсатора, системи трубопроводів і фільтра-осушувача.

У найпоширеніших побутових холодильниках компресор встановлюється під корпусом, конденсатор знаходиться на задній стінці, а випарник утворює невелике морозильне відділення у верхній частині камери. Іноді використовується інша компоновка: компресор встановлюють зверху шафи, над ним горизонтальний і частково похилий конденсатор, а випарник, як і в попередньому випадку, розташований у верхній частині камери, тобто, під компресором (рисунок 1.3).



а) – нижнього; б) - верхнього

Рисунок 1.3 – Компоновка холодильних агрегатів побутових холодильників в залежності від розташування компресора

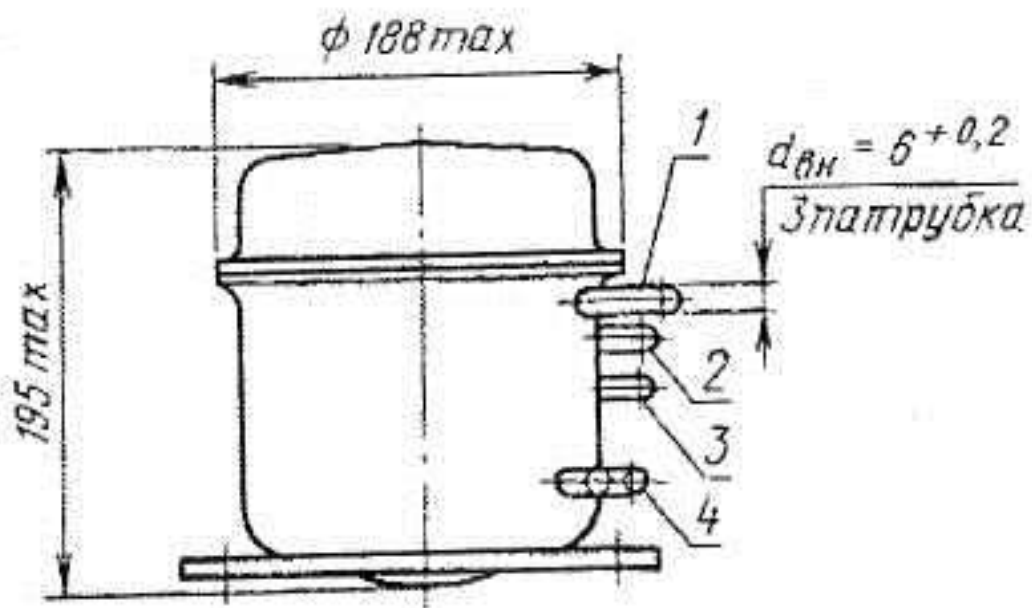
Кривошипно-шатунний мотор-компресор (рисунок 1.4) з вертикальним розташуванням вала підвішений на пружинах 23 (рисунок 1.5) в герметичному корпусі 1. Залежно від конструкції підвіски, пружини діють на стиск або розтяг і служать для гасіння коливань, що виникають під час роботи компресора.

Електродвигун однофазний, асинхронний, з пусковою обмоткою. Для пуску двигуна і захисту від перевантажень використовується пускове реле захисту, яке підключається до двигуна за допомогою клемної колодки, яка кріпиться до наскрізних контактів за допомогою пластинчастого затискача. Реле кріпиться на рамі.

Ротор 2 електродвигуна сидить безпосередньо на валу 21 компресора. Статор 3 електродвигуна кріпиться до корпусу 6 компресора за допомогою чотирьох гвинтів 4. Обмотка статора двополюсна, чотириспиральна. Корпус компресора виготовлений з чавуну, який також служить опорою для вала. Циліндр 16 відлитий разом з глушниками. Він кріпиться на корпусі мотор-компресора чотирма штифтами управління 8 і кріпиться до корпусу двома гвинтами. Для зменшення інерційних мас поршень 18 виконаний порожнистим з листової сталі. Слайдер 20 сцен - Чавун. Сальник 15 всмоктуючого клапана і сам клапан 14 встановлені на двох циліндричних штифтах 8 на торці циліндра. Випускний клапан 12 разом з обмежувачем кріпиться до сидла заклепками. Клапани встановлені на шпильках 8. На цих же цапфах є кронштейни, що обмежують хід клапана. Підйом всмоктуючого клапана 0,5 мм, випускного 1,18 мм. Діаметр всмоктуючого отвору 5 мм, випускного 3,4 мм. Хід клапана обмежений, щоб не було надмірного вигину та удару.

Сідло 13 клапана і головка блоку циліндрів 10 були відлиті з чавуну. Вал ротора обертається в підшипнику корпусу компресора. Корпус виготовлений з листової сталі.

									Арк.
									25
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата					



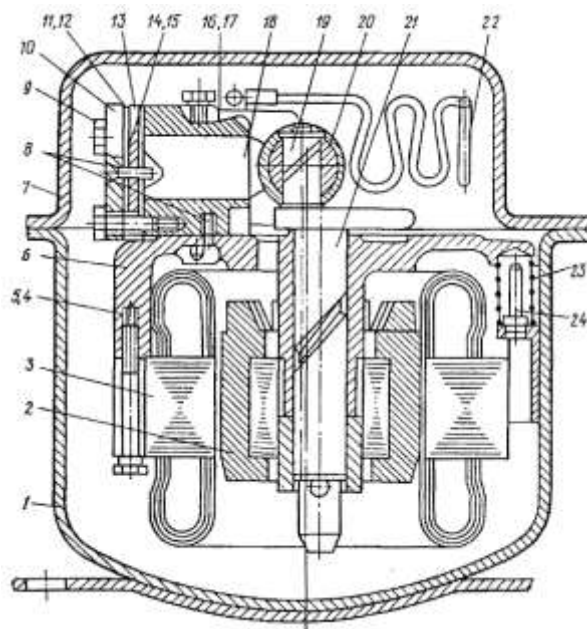
1-нагнітальний патрубок; 2-операційний патрубок, 3-всмоктуючий патрубок,
4-патрубки пристрою для додаткового охолодження

Рисунок 1.4 – Загальний вигляд кривошипно - кулісногомотор-компресора

Змащення тертьових частин компресора здійснюється під дією відцентрової сили через косий отвір у нижньому торці кореневої шийки вала. При обертанні вала 21 масло, потрапляючи в похилий канал, піднімається вгору і потрапляє в пару тертя вал 21 - корпус 6 компресора. Пара поршнів 18 - циліндр 16 змащується розпиленням. Пари холодоагенту забираються з корпусу в циліндр 16 через впускний глушник і закачуються в трубку 22. Змійовик нагнітальної трубки 22 допомагає гасити коливання мотор-компресора, корпус якого спирається на три буферні пружини 23. Штифт 24 захищає пружину від випадання.

Корпус 1 закритий зверху кришкою 7, яка приварена до фланця і обмежує рух мотор-компресора вгору.

Конденсатор холодильної установки - це теплообмінний пристрій, в якому холодоагент віддає тепло в навколишнє середовище. При охолодженні до температури конденсації пари холодоагенту переходять у рідкий стан. Конденсатор являє собою зігнутий у вигляді змійовика трубопровід, в який проникають пари холодоагенту. Змійовик охолоджується ззовні навколишнім повітрям. Зовнішньої поверхні змійовика зазвичай недостатньо для відведення тепла повітрям, тому площа змійовика збільшується великою кількістю ребер, кріпленням змійовика до металевого листа та іншими способами.



1 — герметичний кожух в зборі; 2 — ротор електродвигуна; 3 — статор електродвигуна; 4, 5 — гвинти; 6 — корпус компресора; 7 — кришка кожуха; 8 — штифти; 9 — гвинт; 10 — головка циліндра; 11 — прокладка клапана нагнітання; 12 — нагнітальний клапан; 13 — сідло клапанів; 14 — клапан всмоктуючий; 15 — прокладка всмоктуючого клапана; 16, 17 — циліндри; 18 — поршень; 19 — обойма; 20 — повзун; 21 — вал; 22 — трубка нагнітальна; 23 — пружина буферна; 24 — шпилька

Рисунок 1.5 - Конструкція кривошипно-кулісного мотор-компресора
(у зборі)

Широке поширення знайшли конденсатори охолодження конвекторів з дротяним оребренням (рис. 1.6, а). Конденсатор являє собою котушку з мідної трубки з привареними з обох боків (один до одного) ребрами сталевого дроту діаметром 1,2...2 мм. Застосовуються також екрановані конденсатори з прокатними трубками.

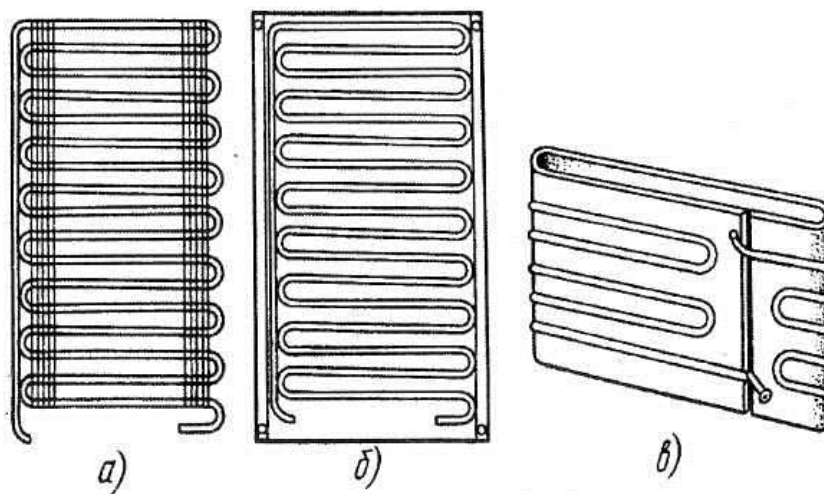
У старих моделях холодильників використовувалися трубчасті конденсатори.

Трубчастий конденсатор (рисунок 1.6, б) складається з котушки, привареної, припаяної або припресованої до листа металу, який виконує роль суцільного ребра. Іноді в листовому металі роблять прорізи з клапаном, подібно до жалюзі. Це збільшує поверхневий теплообмін через кінці зігнутих металевих виступів і збільшує потік повітря. Діаметр труби 4,75...8 мм, крок 35...60 мм, товщина листа 0,5...1 мм.

Труби трубного змійовика на листі зазвичай розташовані горизонтально, на деяких трубних конденсаторах вони розташовані вертикально, щоб останні витки труби не нагрівалися кожухом компресора. Довжина лінії конденсатора 6500...14000 мм.

Трубчастий рулонний конденсатор (рис. 1.6, в) складається з алюмінієвого листа товщиною 1,5 мм з розподіленими всередині спіральними каналами. Конденсатор має форму сплющеної труби і кріпиться до задньої стінки холодильної шафи. При порівняно невеликих габаритах конденсатор працює ефективно за рахунок високої теплопровідності алюмінію і теплообміну через однорідне середовище. У щитку є безперервні прорізи для більш ефективної циркуляції повітря. Конденсатор з'єднаний з нагнітальною лінією компресора за допомогою трубопроводу з одного боку та з випарником з іншого боку за допомогою

фільтра та капілярної трубки. Для захисту від корозії конденсатор пофарбований чорною емаллю.



а — з дротяним обрешенням; б — трубчастий; в — прокатно-зварний

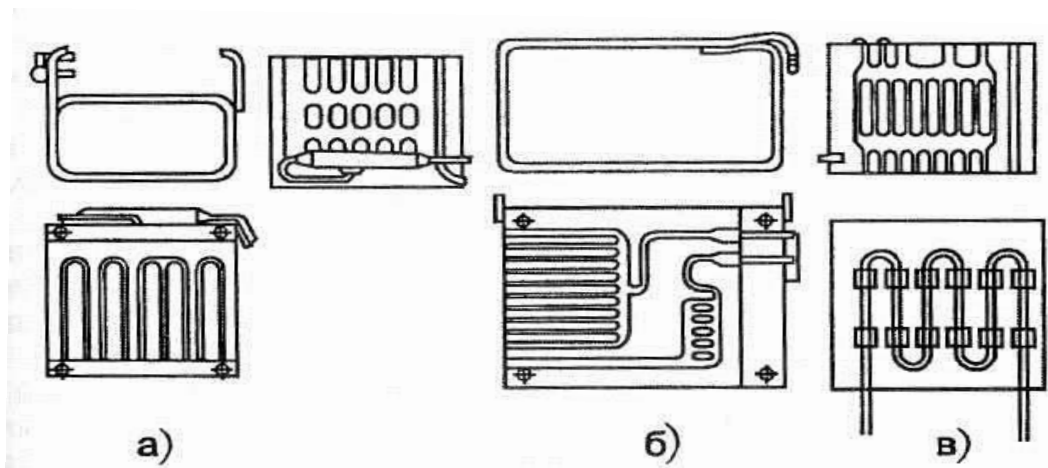
Рисунок 1.6 - Конструкція конденсаторів холодильного агрегату

Таким чином, у випарнику тепло передається від охолоджуваного об'єкта до холодоагенту, що випаровується (кипить). За принципом роботи випарники подібні до конденсаторів, але відрізняються тим, що в конденсаторі холодоагент віддає тепло навколишньому середовищу, а у випарнику поглинає його від охолоджуваного середовища.

Випарники мають канали різної конфігурації і відрізняються способом кріплення в холодильній камері. У деяких холодильних апаратах випарник відрізняється тим, що канална система в них має тільки один вихід для з'єднання капілярної і всмоктувальної труби замість двох. У таких пристроях капілярна трубка проходить у всмоктувальній трубці. Кінець всмоктувальної трубки приварений до кінця випускного каналу випарника, а капілярна трубка проходить через випускний канал у вхідний

канал, де вона затискається, щоб не було потоку холодоагенту з вхідного каналу до вихідного. протока.

Вапорайзери виготовляються в різних конструкціях. У холодильниках ранніх модифікацій широко використовувалися випарники у вигляді перевернутої літери П (рис. 1.7, а), що часто виходять на всю ширину камери і мають полицю для продуктів. У сучасних холодильниках з морозильними відділеннями на всю ширину камери випарники виконують у вигляді подовженої літери О (рис. 1.7, б) або перевернутої літери С. Випарники кріпляться до стелі або до бічних стінок камери.



а - у вигляді перевернутої літери П; б) - 0-подібна форми; в) - листотрубчатий (вигляд знизу)

Рисунок 1.7 - Конструкція випарувача

Нині в деяких моделях двокамерних холодильників використовуються плоскотрубні часткові випарники (рис. 1.7, в), які кріпляться до задньої стінки холодної камери або встановлюються горизонтально (у цьому випадку випарник одночасно є полицею). Трубка випарника діаметром 8 мм

кріпиться до металевого листа зсередини. Для кріплення труби і циркуляції повітря в металевому листі робляться надрізи.

У ранніх холодильниках («ЗІЛ-Москва», «Саратов-2» і ін.) використовувалися сталеві випарники з двох зварених листів нержавіючої сталі. Сталеві випарники характеризуються відносно невеликими габаритами і високою міцністю.

Капілярна трубка, з'єднана з всмоктуючою трубкою, служить пристроєм управління подачею рідкого холодоагенту у випарник. Це мідна труба з внутрішнім діаметром 0,5...0,8 і довжиною 2800...3000 мм (в залежності від моделі холодильника), яка з'єднує сторони високого і низького тиску чиллерної системи. При низькій проникності (5,6...8,5 л/хв) капілярна трубка діє як дросель і створює різницю тиску між конденсатором і випарником і подає до випарника певну кількість рідкого холодоагенту. До переваг капілярних трубок перед іншими дроселючими пристроями (наприклад, з терморегулюючими клапанами) відноситься проста конструкція, відсутність рухомих частин і надійність в роботі.

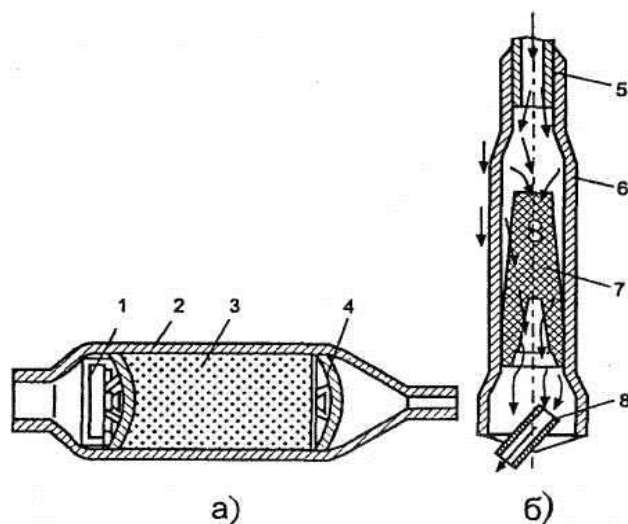
Недоліком капілярної трубки є те, що необхідне регулювання подачі холодоагенту у випарник неможливо при різних температурних режимах роботи холодильника. Щоб покращити теплообмін між холодними парами, що всмоктуються, і теплим рідким холодоагентом, що тече проти течії, капілярна та всмоктувальна трубки спаяні разом на великій площі. У деяких холодильниках капілярна трубка намотується на ніпель або поміщається в нього.

Фільтр встановлений на вході капілярної трубки, щоб захистити її від засмічення твердими частинками. Фільтри виготовляються з дрібної латунної сітки або металокераміки. Металокерамічний фільтр складається з бронзових сфер діаметром 0,3 мм, сплавлених в конусоподібну колону і вбудованих в металевий корпус. Капілярна трубка припаяна до

									Арк.
									31
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата					

металокерамічного фільтра під кутом 30° . У більшості холодильників фільтр встановлюється в тому ж корпусі, що і картридж з осушувачем. По краях корпусу розташовані сітки, а між сітками - адсорбент (для очищення робочого середовища холодильних машин від вологи і кислот).

Картридж із осушувачем призначений для поглинання вологи з холодоагенту та захисту контрольного пристрою (капілярної трубки) від замерзання води, яка в ньому міститься. Корпус 2 (рис. 1.8, а) патрона осушувача складається з металеві трубки довжиною 105...135 мм і діаметром 12...18 мм з розширеними кінцями, в отвори яких заведені відповідні трубопроводи. блоку охолодження припаяні.



а — без металокераміки: 1 — обойма сітки фільтру; 2 — корпус; 3 — адсорбент; 4 — сітка фільтру; б — з металокерамікою: 5 — трубка конденсатора; 6 — корпус; 7 — фільтр; 8 — капілярна трубка

Рисунок 1.8 – Конструкція фільтру — осушуючого патрона

У корпус картриджа поміщають 10...18 г адсорбенту (синтетичного цеоліту). Адсорбенти мають просту кристалічну структуру. Найдрібніші

пори з'єднані вузькими каналами. Завдяки такій структурі відбувається селективна адсорбція, тобто властивість молекулярного щита, коли в порожнину пори проникають лише ті молекули, розмір яких менше діаметра каналів. Таким чином, уся активна поверхня та весь об'єм пор використовуються для утримання молекул води та не забиваються іншими речовинами з більшими молекулами (особливо холодоагентами та маслом).

1.4 Конструкції та параметри терморегуляторів

Терморегулятор призначений для підтримки заданої температури всередині холодильної камери шляхом автоматичного включення і виключення електродвигуна компресора [БРМА23.00.00.000ДО].

За принципом дії термостати побутових холодильників відносяться до манометричних приладів, робота яких заснована на зміні тиску робочого наповнювача при зміні температури.

Температури відрізняються залежно від температурних характеристик, які визначаються наступними параметрами.

Шкала – діапазон контрольних температур, що визначає межу температур розмикання та замикання контактів між крайніми режимами. Шкала термостата залежить від характеристик бойової пружини і сильфона, а також від кроку регулювального гвинта або профілю кулачка, який використовується для зміни натягу пружини.

Кнопки розміщуються в крайній або середній точці при заданій температурі розмикання контактів.

Диференціал — це різниця між температурами розмикання та замикання контактів у певних положеннях на ручці.

									Арк.
									33
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата					

Крім режимів роботи деякі термостати можуть забезпечувати температурний режим, який відповідає вимогам танення снігового покриву [9].

Терморегулятори типу ДХВ, АРТ, ТРХ-К використовуються в побутових холодильниках; Вони відрізняються конструкцією, габаритними і монтажними розмірами.

Терморегулятор DHV вбудовується в холодильники старих моделей і сьогодні більше не випускається.

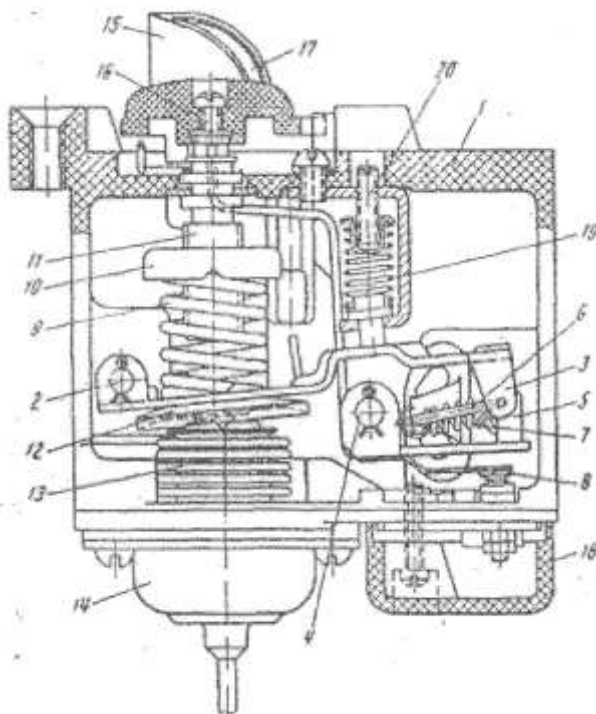


Рисунок 1.9 - Будова терморегулятора ДХВ

Структура терморегулятора DHV показана на рисунку 1.9. Силевий важіль 3 розташований на осі 2 в корпусі 1 і повсюдно спирається на електроізоляційну основу 12 через сильфон 13. Сильфон 13 приварений через трубу з фланцем 14, закріпленим на корпусі (болтами). Трубка

заповнена фреоном 12 в кількості 0,25 г і запаяна. З іншого боку силова пружина 9 спирається на силовий важіль 3. Натяг пружини 9 можна змінювати за допомогою регульовального гвинта 11 і гайки 10. Гвинт 11 обертається ручкою 15. Ручка фіксується гвинтом 16, що фіксується покажчиком 17. .

Вільний кінець силового важеля через серезку 6 і пружину 7 з'єднаний з важелем 5, який несе рухомий контакт 8 на пружній пластині. Фіксований контакт знаходиться на рейці, яка підключена до клеми. Важіль 5. рухомого контакту з'єднаний з другою клемою гнучким проводом. Контакти терморегулятора послідовно включені в ланцюг робочої обмотки двигуна.

Термостат працює наступним чином. Коли кінець сильфонної труби, який прикріплений до стінки випарника, охолоджується, тиск парів фреону в сильфоні зменшується, і силовий важіль повертається навколо своєї осі під дією пружини, не сильно стискаючи її. міхи. Кінець важеля з кільцем опущений. У той момент, коли серезка проходить через геометричну вісь поворотної пружини, вона раптово нахиляє серезку в протилежну сторону. Одночасно перекидна пружина тягне кінець важеля з рухомим контактом, розмикаючи контакти.

Зі збільшенням температури на кінці труби тиск сильфона від парів фреону збільшується, сильфон розширюється і долає силу пружини. Поверніть важіль живлення на осі в протилежну сторону, щоб контакти замкнулися.

З'єднання важеля за допомогою перекидної пружини забезпечує різке замикання і розмикання контактів, що виключає перегорання. Нагрівач перекинеться між фіксованими упорами, розташованими на задній стінці корпусу термостата.

Примусове розмикання контактів здійснюється за допомогою виступу на задній частині рукоятки, який у положенні «вимкнено» рукоятки переміщує важіль рухомого контакту.

Конструкцію терморегулятора АРТ-2 показано на рисунку 1.10. Основний механізм термостата встановлений на пластику, закріплений на основі 1 на основі 2. З протилежного боку основи через електроізоляційну прокладку 3 закріплена пластина 4, яка має посередині профільний виступ. До пластини закріплений важіль 5, який притискається пружиною 6. Важіль спирається на сильфон 7, приварений до фланця 8. На верхній площині закріплена стінка 9 з механізмом розмикання контактів і контактотримачем 10. Основа 1. Важіль 11 механізму розмикання контактів, обертаючись навколо осі 12, з'єднаний через тягу 13, з'єднану з важелем. Хід важеля 11 обмежується регулювальним стопорним гвинтом 14.

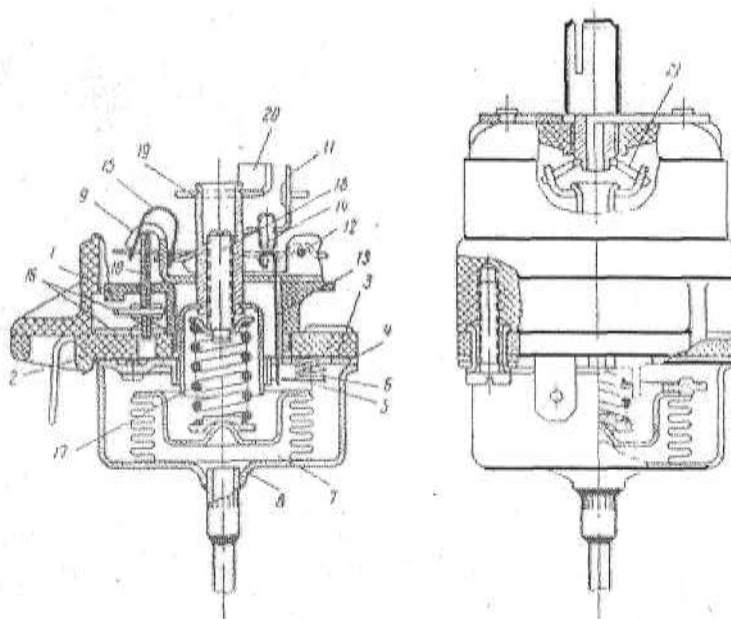


Рисунок 1.10 – Будова терморегулятора АРТ - 2

Механізм розриву контактів з'єднаний з контактотримачем через реверсивну тарілчасту пружину 15. На сильфон 7 діє силова пружина 17, натяг якої регулюється гвинтом 18, розташованим у центрі упору 19. До нижньої частини упору закріплена втулка з кулачками, яка ковзає при обертанні. Упор уздовж профільного виступу пластини 4, змінюючи натяг силової пружини відповідно до зміни профілю. Упор під дією кулачка 20 і шнура 21 з'єднується з ручкою терморегулятора.

Контроль температури здійснюється за допомогою гвинта 18, який розташований в упорі 19. Диференціал терморегулятора регулюється за допомогою гвинта 14, обертанням якого можна змінювати хід важеля розриву контактів.

Термостати АРТ-2 мають різне маркування в залежності від температурних характеристик.

Температурні характеристики термостатів АРТ - 2 різних модифікацій наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Температурні характеристики терморегуляторів АРТ -2

						Арк.
						37
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Модифікація терморегулятор	Температури розмикання і замикання контактів в °С при установці ручки на режим					
	„Холод”		„Нормально”		„I”	
	Розмикан- ня	Замикан- ня	Розмикан- ня	Замикан- ня	Розмикан- ня	Замикання
1	Не вище -16	-	-11 -13,5	- 4 -6,5	Не нижче -9,5	Не вище 0
2	-12 -14,5	-4,5 -6,5	-	-	-7,5	2,5
3	-13,5 -16	-5,5 -8	-	-	-8,5	1
4	-15 -17,5	-7 -9,5	-	-	-10	0,5
5	-16 -18,5	-8 -10	-	-	-11,5	0,5

На рисунку 1.11 зображено будову терморегулятора TRX - К. До нижньої частини корпусу 1 кріпиться сільфон 25, днище якого спирається на вал силового важеля 2. Система збільшується, силовий важіль 2 повертається під зусилля пружини 5 проти годинникової стрілки. Таким чином, кінець важеля 2 переміщує дві пружини 14 і в момент проходження нейтральної осі відкидає важіль 16 вниз і замикає контакти 23 і 24, ізольовані від корпусу в пластиковій втулці 18.

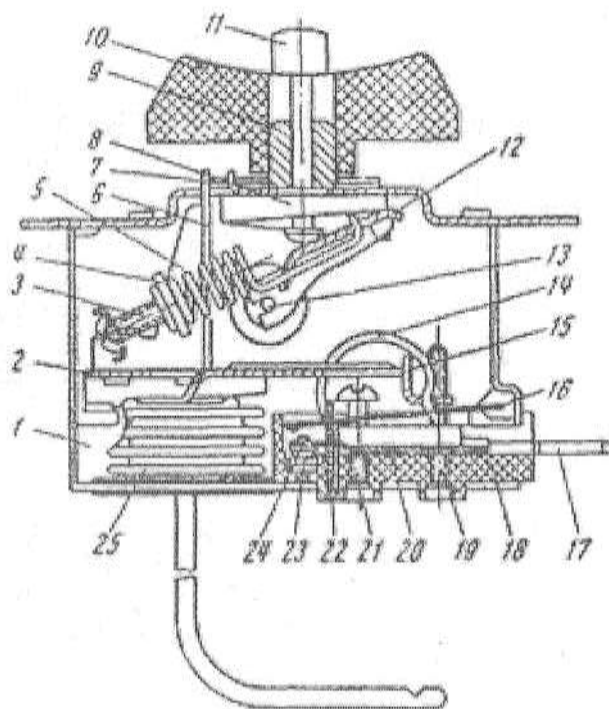


Рисунок 1.11 – Будова терморегулятора ТРХ — КО

При зниженні тиску в термосистемі пружина 5 і силовий важіль 2 повертаються за годинниковою стрілкою, піднімаючи важіль 16: до упору в головку гвинта 21. Одночасно траверса 22 тягне контактну пружину 20 і відкриває контакти.

Поворотом ручки 10, встановленої на осі 9, терморегулятор встановлюється на відповідний температурний режим. При обертанні осі 9 одночасно повертається кулачок 8, до якого притискається важіль регулювання 12.

Гвинт 21 використовується для налаштування різниці, температура розморожування встановлюється гвинтом 19.

Підключення терморегулятора до мережі холодильника здійснюється за допомогою швидкознімних наконечників, які кріпляться на клеммах 17.

Температурні характеристики термостатів різних модифікацій наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Температурні характеристики терморегуляторів ТРХ - К

Модифікація Терморегуля- торів	Температура розмикання і замикання контактів в °С при установці ручки на режим				
	„Холод”		„Середній”		„Таяня”
	Замикання	Розмикання	Замикання	Розмикання	Замикання
ТРХ – 1К	Не вище - 18	Не вище 0	-13 -15	-5 -7	
ТРХ – 1КО	Теж	Теж	Теж	Теж	4÷7
ТРХ – 2К	Не вище - 15	Не вище 0,5	-10 -12	-3 -5	
ТРХ - 2КО	Теж	Теж	Теж	Теж	4÷7

1.5 Контрольно-діагностичні стенди для перевірки і регулювання терморегуляторів

Стенд СТ-1 призначений для перевірки та налаштування термостатів за температурними параметрами в цехах побутового обслуговування населення.

Температурні характеристики термостатів перевіряють і регулюють шляхом занурення термостатів у ванну з охолодженим уайт-спіритом, ступінь охолодження якого регулюють і контролюють.

Принципова схема стенду Ст-1 наведена на рисунку 1.12. Стенд складається з теплоізольованої ванни, заповненої уайт-спіритом, який охолоджується холодильною установкою. Для цього можна використовувати холодильний агрегат будь-якого холодильника. Холодильна установка

складається з двигуна компресора МК, конденсатора К, нагнітального НТ, капілярного КТ і всмоктуючого трубопроводу ВТ. Випарник являє собою змійовик труб, закріплений на зовнішніх поверхнях ванни, корпус якої виготовлений з листової нержавіючої сталі. Додаткова труба впаяна в систему холодильного агрегату, яка з'єднує дренажну трубу з випарником на кінці конденсатора.

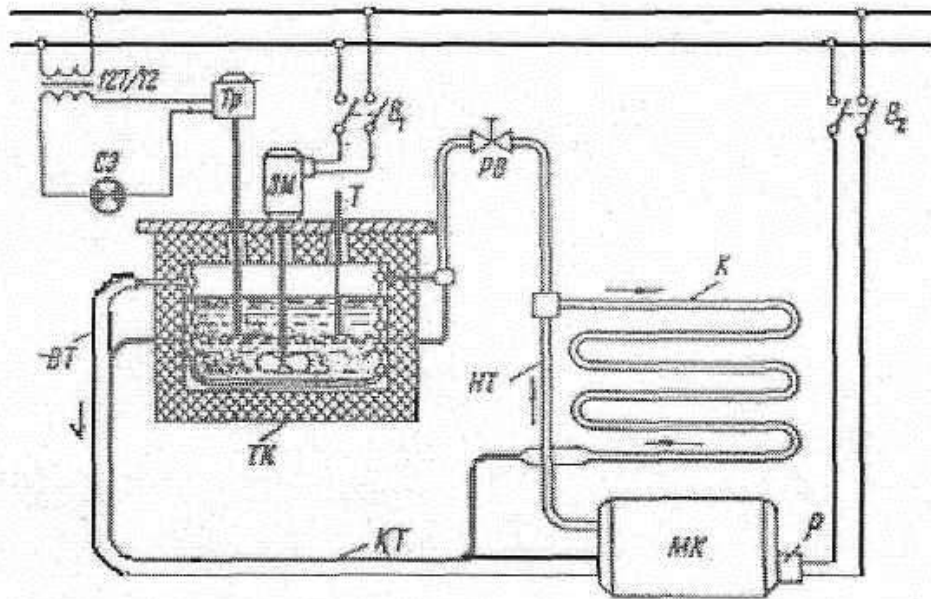
Герметичний голчастий клапан RV впаяний у допоміжну лінію, і його можна регулювати вручну. Змінюючи перетин клапана РВ, можна знижувати, фіксувати і підвищувати температуру уайт-спіриту у ванні.

Температуру у ванні встановлюють за показанням ртутного термометра Т з поділкою 0,1 °С.

Швидкість зміни температури візуально контролюється за допомогою дисплея електронного секундоміра і спеціального термометра. Його встановлюють у теплоізований короб, у кришці якого вирізані вікна для занурення сильфонних трубок випробовуваних термостатів у ванну, а також для проходження через ролик із крильчаткою електромішалки ЕМ.

Швидке зниження температури ванни забезпечується роботою холодильної установки при повністю закритому клапані перепускної труби. Підвищення температури досягається більшим чи меншим відкриттям клапана.

Замикання та розмикання контактів досліджуваного терморегулятора TR при досягненні необхідних температур визначається сигнальною лампою SE, яка живиться від вторинної обмотки понижуючого трансформатора.



ТР - терморегулятор; ЕМ — електродвигун змішувача; Т — термометр; ТК — теплоізоляційна камера; МК — мотор - компресор; К - конденсатор; НТ - нагнітаюча трубка; КТ — капілярна трубка; ВТ - всмоктуюча трубка; Р — реле; СЗ - сигнальна електролампочка; В1,В2 - вимикачі

Рисунок 1.12 – Принципова схема стенда перевірки і регулювання терморегуляторів

Недоліки підставки:

- Перевірка термостатів займає багато часу через малу потужність приладу;
- складність забезпечення необхідної швидкості нагріву та охолодження ванни;
- складність складання та переміщення стенда вагою 250 кг.

Переносний стенд для перевірки холодильників типу СХ-2 призначений для діагностики холодильників в домашніх умовах і в ремонтній майстерні за такими параметрами: напруга, споживаний струм, активний опір в обмотках електродвигуна, опір електричної ізоляції. ,

замикання між витками в обмотках електродвигуна чи ні, коефіцієнт робочого часу, температура в трьох точках шафи.

Підставка являє собою пристрій прямокутної форми, що складається з металевого корпусу і бічної панелі. На приладовій панелі стенду розташовані мікроамперметр, лічильники імпульсів, гнізда для підключення навантаження, клема заземлення, перемикач вимірюваних параметрів, два потенціометри (для обнулення при вимірюванні активного опору та для регулювання напруги від монометр), кнопка включення напруги 500 В, кнопка включення стенду на напругу 127 В, перемикач лічильника, перемикач полярності мікроамперметра, запобіжники, шнур живлення та терморезистор. З протилежного боку, внизу стенду, розташовані перемикачі типу електродвигуна для визначення короткозамкнених витків, перемикач типу обмотки (робоча або пускова), що підключається, і гніздо для підключення тесту. обмотка, одна Таблиця відповідності положень перемикачів для типу електродвигуна, що перевіряється. На внутрішній стороні знімної кришки стенда розміщена таблиця зі шкалами вимірюваних параметрів. У центрі стенду знаходяться блок живлення, мультівібратор, підсилювач, вимірювальні мости та комутаційні пристрої.

напруга живлення підставки - 127 або 220 В; максимальні межі вимірювання: пусковий струм 15 А, робочий струм - 2,5 А; Напруга - 250 В, активний опір - 100 Ом, опір ізоляції при випробувальній напрузі 500 В - 10 МОм і -20 °С... + 30 °С, коефіцієнт заповнення - 1, міжвиткове КЗ - КЗ двох повороти. Габаритні розміри: довжина - 315 мм, ширина - 237 мм, висота - 105 мм, вага - 5 кг.

Висновки по першому розділу

									Арк.
									43
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата					

У першому розділі розглянуто та проаналізовано існуючі конструкції побутових холодильників та їх функціональні можливості. Детально розглянуто та проаналізовано існуючі конструкції терморегуляторів побутових холодильників та стендів для їх випробувань.

									Арк.
									44
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата					

2 РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІІ СТЕНДА ПЕРЕВІРКИ ТА РЕГУЛЮВАННЯ ТЕРМОРЕГУЛЯТОРІВ

2.1 Розробка гідравлічної схеми стенда перевірки та регулювання терморегуляторів

Гідравлічний контур включає охолоджуючу установку 1, яка використовується для забезпечення необхідних температурних вимог у ванній 10 при перевірці та налаштуванні термостатів. Допоміжна лінія приварена до системи холодильного агрегату, дренажна лінія підключена до випарного кінця конденсатора. До допоміжної лінії і лінії нагнітання перед конденсатором припаяні електромагнітні клапани 6, які автоматично охолоджують і нагрівають робоче середовище [БРМА23.00.00.000ГЗ].

Необхідну швидкість зміни температури робочого середовища встановлюють терморегулюючим клапаном 7. Клапани 6 контролюються манометричним термометром П1.

Для забезпечення нормальної роботи холодильного агрегату передбачений рідинний сепаратор 2 і фільтр-осушувач 3.

Робоче середовище охолоджується до температури розмикання випробовуваних пристроїв, а потім нагрівається до температури замикання контактів.

Розмикання і замикання контактів терморегуляторів визначається сумарним дисплеєм на передній панелі. Контроль температури робочого середовища з необхідною точністю здійснюється за допомогою термометра 12. Перевірка термостатів здійснюється шляхом порівняння показань термометра в момент спрацьовування відповідної панелі з температурними параметрами, передбаченими в технічні вимоги, на відповідність яким приладам перевіряються.

									Арк.
									45
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата					

2.2 Розробка електричної схеми стенда

Електрична схема забезпечує керування блоком охолодження E3, електродвигуном мішалки M1, ручне та автоматичне регулювання температури робочого середовища у ванні та сигналізацію термостатів В 1... В 10 [БРМА23.00.00 .000Е3].

Увімкненням автоматичного вимикача E1 подається напруга в кола електродвигунів холодильної установки, мішалок і ланцюга керування. Лампа 11 сигналізує про наявність напруги.

Шкала термометра підсвічується лампою E2. Лампа підключається до мережі за допомогою вимикача S8.

Перемикач S1 подає напругу на лампу E1, яка нагріває корпуси термостатів В1...В10.

Перемикачем S7 виберіть режим роботи пристрою. Можлива автономна сумісна робота холодильної установки і змішувача.

При включенні перемикача S7 блоку охолодження приводиться в робочий стан схема регулювання температури робочого середовища у ванні, схема сигналізації роботи термостатів.

Перемикач S2 призначений для вибору ручного або автоматичного режиму зміни температури робочого середовища.

Ручне керування здійснюється кнопками S3, S4. Натискання кнопки S4 подає живлення на короткозамикаюче реле і пускач К6, які мають автономне живлення. Стартер К6 вмикає електромагнітний клапан «охолодження» У2 електродвигуна вентилятора ДВ блоку охолодження EZ і вмикає електромагнітний клапан «обігрів» У1.

Робоче середовище у ванні нагрівається. Насос Н4 сигналізує про те, що включений клапан У1 «обігрів».

									Арк.
									46
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата					

При натисканні кнопки БЖ короткозамикаюче реле і стартер К6 втрачають живлення. Стартер К6 вимикає клапан «Heat» U1 і вмикає клапан «Cool» U2 і двигун вентилятора DV блоку охолодження EZ. Робоче середовище у ванні охолоджується. Вмикання клапана U2 сигналізується лампою NO 5.

Подача напруги на пускачі K1 і K2 електродвигунів холодильної установки E1 і змішувача M1 сигналізується лампами НИ2, Н13.

В автоматичному режимі температура у ванні регулюється манометричним термометром P1, який замикає контакти при зниженні температури нижче нижньої межі (-30 °С) і при підвищенні температури вище +32 °С. Система захищає робоче середовище у ванні від перегріву.

При підвищенні температури вище максимально можливого значення (+40 °С) розмикається контакт температурного реле P2 і вимикається пускач K2 електродвигунів холодильного агрегату EZ.

Про несправності термостатів В1...В10 судять по перегоранню ламп Н1...Н10.

Швидкість зміни температури визначають за допомогою секундоміра.

Схема термостатів живиться від трансформатора Т1. Захист ланцюгів терморегуляторів, електродвигунів M1 та інших об'єктів керування від струмів короткого замикання забезпечується запобіжниками Ф2...Ф5 і автоматом Ф1.

2.3 Опис роботи на стенді

За шкалою термометра встановити межі температури робочого середовища, які відповідають робочим температурам термостатів, що перевіряються [БРМА23.00.00.000СК].

								Арк.
								47
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата				

Установіть перевірені термостати на електроцит 10, опустіть кінці їх капілярів у робочу рідину через усі отвори в вентилі та накрийте кришкою 11.

Встановіть тумблер в положення «Автоматично».

Увімкніть автоматичний вимикач. При цьому повинні загорітися лампочки «Мережа».

Увімкніть блендер і блок охолодження,

Встановіть перемикач у відповідне положення.

Перевірити швидкість зміни температури робочої рідини згідно з термометром 12 і секундоміром.

Якщо швидкість не відповідає значенню, зазначеному в технічних вимогах об'єкта випробувань, встановіть її за допомогою вентилів.

Включаються при перевірці термостатів типу T178B

Кубок

Термостати перевіряються методом порівняння

12 показань термометра на момент відповідного тригера

Монтажна плата з термостатами та очікувані технічні вимоги на тестованому пристрої.

При перевірці враховуйте тиск повітря, який визначається барометром 8.

Якщо тиск повітря вимкнути з 760 мм рт. ст. Розглянемо температурну корекцію відповідно до ТВ для термостатів.

У момент контролю температури за шкалою термометра 12 тумблером «Освітлення» включити підсвічування.

Вимірювання термометра 12 слід розраховувати з урахуванням його похибок.

									Арк.
									48
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата					

Висновки по другому розділу

В цьому розділі розроблено конструкцію стенду для перевірки термостатів побутових холодильників, зокрема розроблено гідравлічну та електричну схеми стенду та розраховано параметри випробувальної ванни. Крім того, були проведені необхідні розрахунки для визначення параметрів транспортувального ролика. Дано характеристику роботи на стенді, що розробляється.

									Арк.
									49
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата					

3 РОЗРАХУНОК ЕЛЕМЕНТІВ СТЕНДА ПЕРЕВІРКИ ТА РЕГУЛЮВАННЯ ТЕРМОРЕГУЛЯТОРІВ

3.1 Розрахунок теплопровідності ванн

Визначення кількості тепла яке проникає через плоску огорожу ванни:

$$Q = k \cdot F(t_H - t_K) \quad (3.1)$$

де: F — поверхня огорожі, в м²;

t_H, t_K - температури зовнішнього повітря і в середині ванни, °С.

Різниця температур характеризує температурний напір в ванну, який дорівнює:

$$t = (t_H - t_K) = (25 - (-30)) = 52C^0.$$

Коефіцієнт теплопередачі характеризує процес передачі тепла через багат шарову плоску стінку і виражається формулою:

$$K = \frac{1}{\alpha_H + \frac{\partial_{ш}}{\alpha_{ш}} + \frac{\partial_{уз}}{\alpha_{к}} + \frac{\partial_{к}}{\alpha_{к}} + \frac{1}{\alpha_{е}}}, \quad (3.2)$$

де: α_H, α_e - коефіцієнт теплопередачі повітря зовнішньої поверхні шафи і внутрішньої поверхні ванни, в ккал/г*м² * °С;

$\partial_{уз}, \partial_{ш}, \partial_{к}$ - товщина шару теплоізоляції і стінок ванни, в мм;

						Арк.
						50
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

$\alpha_{uz}, \alpha_{ш}, \alpha_{к}$ - коефіцієнт теплопровідності теплоізоляційного матеріалів і матеріалів стінки ванни, ккал/Г*М² * °С .

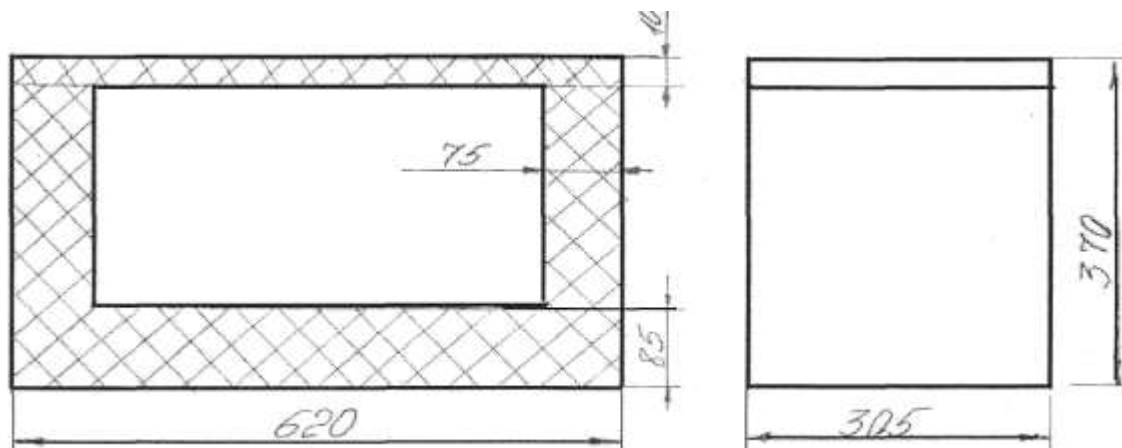


Рисунок 3.1 – Ванна випробувальна

Коефіцієнт теплопередачі верха ванни:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{10} + \frac{0,01}{0,038} + \frac{1}{10}} = 2,16$$

де: $\alpha_n = \alpha_в = 10$ ккал/Г*М² * С⁰;

$\alpha_{uz} = 0,038$ ккал/Г*М² * С⁰ - для полістеролу [16, табл. 6].

Коефіцієнт теплопередачі бокових стін ванни:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{10} + \frac{0,075}{0,05} + \frac{1}{10}} = 0,588$$

Коефіцієнти теплопередачі низу ванни:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{10} + \frac{0,08575}{0,05} + \frac{1}{10}} = 0,512$$

Кількість тепла яке проникає через плоску огорожу ванни:

$$Q = (3,16(0,62 \cdot 0,305) \cdot 55) + 2(0,588(0,62 \cdot 0,36) \cdot 55) + 2(0,588 \cdot 0,305 \cdot 0,36 \cdot 55) + (0,512 \cdot 0,62 \cdot 0,305 \cdot 55) = 49,328 \text{ ккал/г.}$$

Така кількість тепла нас цілком задовольняє. Рішення диференціального рівняння теплового балансу. За час dt тепловий потік кімнатної температури передасть ванні кількість теплоти:

$$dt [kF(Q^k - Q^j)] - Q^0 dt = cm dQ^g. \quad (3.3)$$

За цей же час dt блок охолодження виділяє з ванни кількість тепла $Q^0 dt$. Різниця в цих температурах призводить до нагрівання ванни з кількістю теплоти $cm dQ^g$.

З формули отримуємо:

$$dt kFQ^k - kFQ^e dt - Q^0 dt = cm dQ^g.$$

Ділимо обидві частини рівняння на dt :

$$cm \frac{dQ^g}{dt} = kF\theta_g - kF\theta_k - \theta_0, \quad (3.4)$$

де: C — теплоємність робочої рідини в кДж/кг °К;

T - маса робочої рідини в кг;

$\frac{d\theta_0}{dt}$ швидкість зміни температури ванни (рідини);

Q_v - температура ванни (рідини) в $^{\circ}\text{C}$;

Q^0 - холодопродуктивність холодильного агрегату в ккал/год;

Ділимо обидві частини на kF .

Це рівняння є диференціальне рівняння теплового балансу.

$$\frac{cm}{kF} \cdot \frac{d\theta_0}{dt} + \theta_0 = \theta_k - \frac{\theta_0}{kF}$$

Позначимо $\frac{cm}{kF} = T$.

Будемо шукати розв'язок рівняння в вигляді:

$$\theta_0 = u(t) \cdot v(t) = u \cdot v,$$

звідси, $\frac{d\theta_0}{dt} = u \frac{du}{dt} + v \frac{dv}{dt}$.

Підставляємо значення $\frac{d\theta_0}{dt}$ та θ_0 в рівняння:

$$\frac{d\theta_0}{dt} = u \frac{dv}{dt} + v \frac{dv}{dt}$$

Підставимо значення $\frac{d\theta_0}{dt}$ та θ_0 :

$$T(u \frac{dv}{dt} + v \frac{dv}{dt} + u(t)) = (\theta_k - \frac{\theta_0}{kF});$$

$$T(u \frac{dv}{dt} + v \frac{dv}{dt} + u \cdot v) = \theta_k - \frac{\theta_0}{kF};$$

$$uT \frac{dv}{dt} + Tv \frac{dv}{dt} + uv = \theta_k - \frac{\theta_0}{kF};$$

$$u(T \frac{dv}{dt} + v) + Tv \frac{du}{dt} = \theta_k - \frac{\theta_0}{kF};$$

$$T \frac{du}{dt} + v = 0,$$

звідси, $T \frac{du}{dt} = -v.$

Помножимо обидві частини рівняння на dt і ділимо на v:

$$T \frac{dv}{v} = -dt,$$

$$\frac{dv}{v} = -\frac{1}{T} dt.$$

Інтегруючи обидві частини рівняння по t, отримаємо:

$$\int \frac{dv}{v} = \frac{1}{T} \int dt,$$

$$\ln v = -\frac{1}{T} t.$$

З рівняння отримаємо:

$$U \cdot 0 + T \cdot e^{-\frac{1}{T} t} \cdot \frac{dU}{dT} = \theta_k - \frac{\theta_0}{kF},$$

$$\text{або } T \cdot e^{-\frac{1}{T} t} \frac{dU}{dT} = \theta_k - \frac{\theta_0}{kF}.$$

Помножимо обидві частини рівняння dt і ділимо на $\theta_k - \frac{\theta_0}{kF}$:

$$\frac{TdU}{\theta_0 - \frac{\theta_0}{kF}} = \frac{dt}{e^{\frac{1}{T}}}$$

Інтегруючи обидві частини рівняння по t отримаємо:

$$\frac{TdU}{\theta_0 - \frac{\theta_0}{kF}} \cdot \int dU = \int e^{\frac{1}{T}} dt,$$

$$\frac{TdU}{\theta_0 - \frac{\theta_0}{kF}} \cdot U = \frac{e^{\frac{1}{T}}}{\frac{1}{T}} + c,$$

де c — постійна інтегрування.

Рішаємо це рівняння для знаходження U :

$$\frac{TdU}{\theta_0 - \frac{\theta_0}{kF}} \cdot U = \frac{e^{\frac{1}{T}}}{\frac{1}{T}} + c \Rightarrow U = \frac{T}{\theta_k - \frac{\theta_0}{kF}} \cdot (\theta_k - \frac{\theta_0}{kF}) \cdot e^{\frac{1}{T}} + \frac{c(\theta_0 - \frac{\theta_0}{kF})}{T},$$

$$U = (\theta_k - \frac{\theta_0}{kF}) e^{\frac{1}{T}} + c_1,$$

$$c_1 = \frac{c(\theta_k - \frac{\theta_0}{kF})}{T}.$$

Підставляємо значення рівняння U і V в рівняння:

$$\theta_s = \left(\theta_k - \frac{\theta_0}{kF}\right)e^{\frac{1}{T}} + c_1 e^{-\frac{1}{T}} = \left(\theta_k - \frac{\theta_0}{kF}\right)e^{\frac{1}{T}} \cdot e^{-\frac{1}{T}} + c_1 \cdot e^{-\frac{1}{T}} = \left(\theta_k - \frac{\theta_0}{kF}\right) \cdot e^{\frac{1}{T}-\frac{1}{T}} + c_1 \cdot e^{-\frac{1}{T}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \theta_s = \left(\theta_k - \frac{\theta_0}{kF}\right) + c_1 \cdot e^{-\frac{1}{T}}.$$

Кінцеве рішення диференціального рівняння теплового балансу:

$$\theta_s = \theta_k - \frac{\theta_0}{kF} + (\theta_H - \theta_k) + \frac{\theta_0}{kF} \cdot e^{-\frac{t k F}{cm}}.$$

Для рішення диференціального рівняння використовуємо початкові вимоги $\theta_s = \theta_H$ - при $t = 0$:

$$\theta_H = \left(\theta_k - \frac{\theta_0}{kF}\right) + c_1.$$

Звідси,

$$c_1 = \theta_H - \theta_k + \frac{\theta_0}{kF}.$$

Структура діаграм «Охолодження» та «Тепло» за результатами моделювання

При цьому для «охолодження» ми використовуємо холодопродуктивність (ккал/год), а для «обігріву» – потужність, споживану електродвигуном (Вт).

Склад робочого середовища - суміш етилового спирту і гасу в співвідношенні 4-10 з об'ємом ванни 14 дм.

Теплова потужність ванни (суміші):

									Арк.
									56
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата					

$$C_{cm} = \frac{c_1 m_1 + c_2 m_2}{m_1 + m_2} = c_1 \frac{m_1}{m_1 + m_2} + c_2 \frac{m_2}{m_1 + m_2}, \quad (3.7)$$

де c_1 - теплоємність етилового спирту в кДж/кг °С c_2 - теплоємність гасу;

m_1 маса спирту в кг;

m_2 маса гасу в кг.

Проведемо розрахунок для знаходження теплоємності суміші і маси робочої рідини у співвідношенні $4 \div 10$ при ємності ванни 14 дм^3 .

З рівняння отримаємо:

$$c_{cm} \cdot m_1 = c_1 \cdot m_1 + c_2 \cdot m_2 = c_1 \cdot \frac{4}{14} + c_2 \cdot \frac{10}{14} \cdot m_{cm},$$

де ρ_1 , і ρ_2 , - відповідно густина спирту і гасу.

$$m_{cm} = m_1 + m_2 \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{4}{10}; \Rightarrow m_1 = \frac{4}{10} m_2 \quad . \quad (3.8)$$

Об'єм суміші визначаємо підставляючи значення маси отримані з останнього рівняння:

$$v_{cm} = \frac{4}{10} \cdot \frac{m_2}{\rho_1} + \frac{m_2}{\rho_1} \Rightarrow$$

$$v_{cm} = m_2 \left(\frac{4}{10\rho_1} + \frac{1}{\rho_2} \right);$$

Звідси:

						Арк.
						57
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

$$m_2 = \frac{v_{cv}}{\left(\frac{4}{10p_1} + \frac{1}{p_2}\right)};$$

Тоді

$$m_1 = \frac{4}{10} m_2 = \frac{v_{cv}}{\left(\frac{4}{10p_1} + \frac{1}{p_2}\right)};$$

тоді маса суміші m_{cm} :

$$m_{cm} = m_1 + \frac{v_{cv}}{\left(\frac{4}{10p_1} + \frac{1}{p_2}\right)} \left[\frac{4}{10} + 1\right] = \frac{1.4v_{cm}}{\left(\frac{0.4}{10p_1} + \frac{1}{10p_2}\right)} = \frac{1.4v_{cv}}{\left(\frac{0.4}{10p_1} + \frac{1}{p_2}\right)} = \frac{1.4 \cdot v_{cm} \cdot p_1 \cdot p_2}{(0.4p_2 + p_1)}.$$

$$\rho = 806 \text{ кг/м}^3,$$

$$\rho_2 = 790 \dots 820 \text{ кг/м}^3 \text{ ; [1.8, табл.15],}$$

$$m_{cm} = \frac{1.4 \cdot 14 \cdot 10^{-3} \cdot 806 \cdot 820}{0.4 \cdot 820 + 806} = 11.42 \text{ кг}.$$

Маса гасу:

$$m_2 = \frac{v_{cm}}{\left(\frac{4}{10p_1} + \frac{1}{p_2}\right)} = \frac{14 \cdot 10^{-3}}{\left(\frac{4}{10 \cdot 806} + \frac{1}{820}\right)} = 8.16 \text{ кг}.$$

Маса етилового спирту:

									Арк.
									58
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата					

$$m_1 = \frac{4}{10} \cdot \frac{v_{cm}}{\left(\frac{4}{10p_1} + \frac{1}{p_2}\right)} = \frac{4}{10} \cdot \frac{14 \cdot 10^{-3}}{\frac{4}{10 \cdot 806} + \frac{1}{820}} = 3.26$$

Теплоємність суміші:

$$c_{cm} = c_1 \cdot \frac{4}{14} + c_2 \frac{10}{14},$$

де $c_1 = 2,47 \text{ кДж/кг } ^\circ\text{К} = 0,59 \text{ ккал/г м}^2 \text{ } ^\circ\text{С}$ [18];

$c_2 = 2,09 \text{ кДж/кг } ^\circ\text{К} = 0,5 \text{ ккал/г м}^2 \text{ } ^\circ\text{С}$ [18];

$$c_{cm} = 0,59 \cdot \frac{4}{14} + 0,5 \frac{10}{1} = 0,525 \text{ ккал/г м}^3 \text{ } ^\circ\text{С};$$

$$c_{cm} \cdot m_{cv} = 0,525 \cdot 11,42 = 5,995.$$

Коефіцієнт теплопередачі через плоску огорожу ванни:

$$kF = \sum kFi = (2,16 \cdot (0,62 \cdot 0,305)) + 2 \cdot (0,588 \cdot (0,62 \cdot 0,36)) + 2(0,588 \cdot (0,305 \cdot 0,36)) + \\ + 2(0,512 \cdot (0,62 \cdot 0,305)) = 0,8968 \text{ ккал/г } ^\circ\text{С}.$$

Диференціальні рівняння теплового балансу розв'язано за допомогою ЕОМ. Тому проводимо заміну змінних:

$$\theta_g = C$$

$$\theta_k = CK$$

$$\theta_o = G$$

$$kF = kF$$

$$\theta_H = CB$$

$$\frac{kF}{cm} = U$$

$$t - T$$

Для того, щоб порівняти час перевірки та налаштування термостатів на стенді СТ-1 і на запропонованому стенді, проводимо два розрахунки по

одній програмі, так як блок охолодження запропонованого стенду набагато потужніший.

Стенд терморегулятора СТ-1 має споживчу потужність N_e ; $i_{dv}=150$ Вт і холодопродуктивністю $Q_0 = 100$ ккал/год.

У запропонованому стані: $=370$ Вт; $Q_0=350$ ккал/год.

У програмі всі одиниці часу подано в хвилинах. При створенні діаграми «Охолодження» значення холодопродуктивності приладу та значення початкової температури програмується зі знаком «+». А при створенні графіка «Обігрів» значення споживаної потужності та початкової температури програмується зі знаком «-». Результати розрахунків є основою для створення діаграм (Додаток А).

3.2 Розрахунок елементів транспортуючого ролика

Транспортувальний ролик встановлений для спрощення складання і транспортування штатива, який важить 250 кг.

Визначення поперечної сили при згині. Розміри елементів транспортувального ролика обрані з конструктивних міркувань.

Складаємо статичне рівняння відносно точки А:

$$\begin{aligned}\sum M_A &= 0, \\ -G \cdot a - N \cdot l_1 + (l_1 + H) &= 0, \\ G \cdot a \cdot N \cdot H &= 0, \\ N \cdot H &= G \cdot a,\end{aligned}$$

де G — маса стенда.

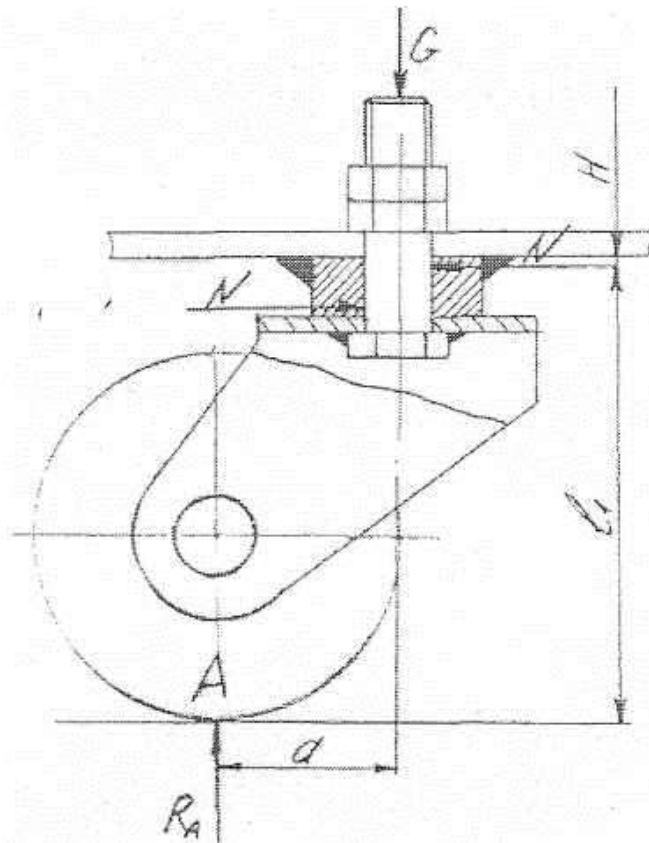


Рисунок 3.2 – Ролик транспортуєчий

Оскільки для розрахунків встановлено чотири ролики, то використовуємо масу $m = 125$ кг, т. е. Х. припустимо, що кожен рулон становить 125 кг.

З рівняння знаходимо:

$$N = \frac{G \cdot a}{H} = \frac{mg \cdot a}{H} = \frac{125 \cdot 9.81 \cdot 0,03}{0.01} = 3678.75H.$$

Для забезпечення повного повороту транспортувального ролика відносно рами стенду для перевірки та регулювання термостатів болт має зазор.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

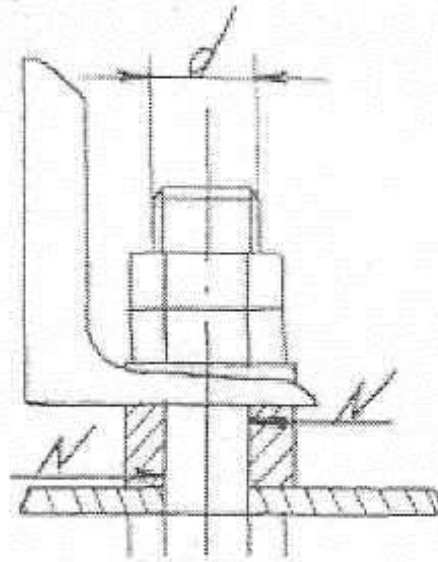


Рисунок 3.3 - Роз'ємне з'єднання транспоруючого ролика з каркасом

Для визначення сили, що діє на болт, візьмемо болт у вигляді балки з жорстким затиском з одного боку.

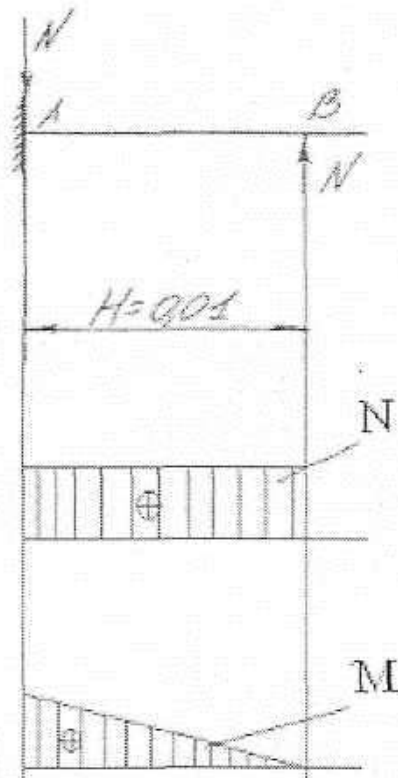


Рисунок 3.4 – Епюри сили і моменту

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

Значення сили яка діє поперек болта беремо із попереднього розрахунку і будуємо епюри сили і моменту.

$$M = G \cdot a = 3678,75 \cdot 0.01 = 36,78 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Болт працює на зріз.

На зріз болт розраховується по формулі:

$$\frac{\pi \cdot d_1^2}{4} (\tau_{зр}) \geq P, \quad (3.10)$$

де P — сила яка діє поперек болта, кгс;

$(\tau_{зр})$ - допустиме значення на зріз, кг с/см² .

З формули (3.10) внутрішній діаметр різьби в см:

$$d_1 = \sqrt{\frac{4P}{\pi[\tau_{зр}]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 375}{3.14 \cdot 1050}} = 0.674 \text{ см.}$$

Матеріал болта Сталь 45, для якої $[\tau_{зр}] = 1050 \text{ кг с/см}^2$ тоді:

$$P = N = 3678.75 \text{ Н} = 375 \text{ кг} \cdot \text{с.}$$

Вісь не передає крутний момент, а лише сприймає поперечні сили. Осі розраховані тільки на згинання. Тому вісь розглядаємо як балку на двох нерухомих опорах.

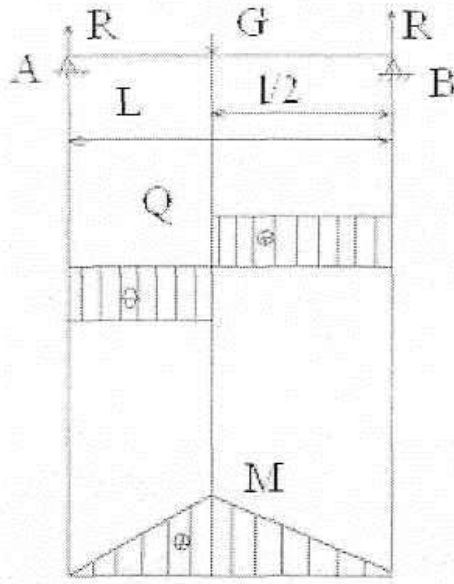


Рисунок 3.5 — Схема балки на двох нерухомих опорах

Складаємо статичне рівняння відносно точки А і В:

$$\sum M_A = 0,$$

$$R_B \cdot L - G \cdot \frac{L}{2} = 0, \quad (3.12)$$

з рівняння знаходимо R_B :

$$R_B = \frac{G \cdot \frac{L}{2}}{L} = \frac{mg \frac{L}{2}}{L} =,$$

з рівняння знаходимо R_A :

$$-R_a = - \frac{125 \cdot 9.8 \cdot \frac{0.045}{2}}{0.045} = -613.125H,$$

момент згину $M_{зг}$:

$$M_{зг} = R_B \cdot \frac{L}{2} = 613.125 \cdot \frac{4.5}{2} = 1379.3 \text{ Н} \cdot \text{см},$$

або $M_{зг} = 1379.53 \text{ Н} \cdot \text{см} = 140.625 \text{ кгс} \cdot \text{см}.$

Діаметр вісі для циліндричних осей:

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{зг}}{0.1[\sigma_{зг}]}}$$

де $[\sigma_{зг}]$ - допустима напруга на згин, $\text{кг} \cdot \text{с} / \text{см}^2$.

Матеріал вісі Сталь 45.

Допустима напруга на згин $[\sigma_{зг}] = 1700 \text{ кг} \cdot \text{с} / \text{см}^2$,

тоді діаметр вісі:

$$d_{вісі} = \sqrt[3]{\frac{140.625}{0.1 \cdot 1700}} = 0.9387 \approx 9,34 \text{ мм}.$$

Розрахунок балки каркаса на згин.

Розміри L , a , b , I , взяті з складального креслення. Визначимо реакції опор. Складаємо статичне рівняння відносно точки А і В:

$$\sum M_A = 0,$$

$$R_B \cdot L + G_2(l+a) + G_1 \cdot a = 0, \quad (3.14)$$

$$\sum M_B = 0,$$

$$-R_A \cdot L - G_1(l+d) - G_2b = 0. \quad (3.15)$$

З рівняння знаходимо реакцію RB:

$$R_B = \frac{-G(l+a) - G_1 a}{L} = \frac{1226.25(0.9075 + 0.1875) - 1226.25 \cdot 0.1875}{1.145} = -1373.H.$$

З рівняння знаходимо реакцію RA:

$$R_A = \frac{-G(l+a) - G_1 a}{L} = \frac{1226.25(0.9075 + 0.5) - 1226 \cdot 0.5}{1.145} = -1078.992.H.$$

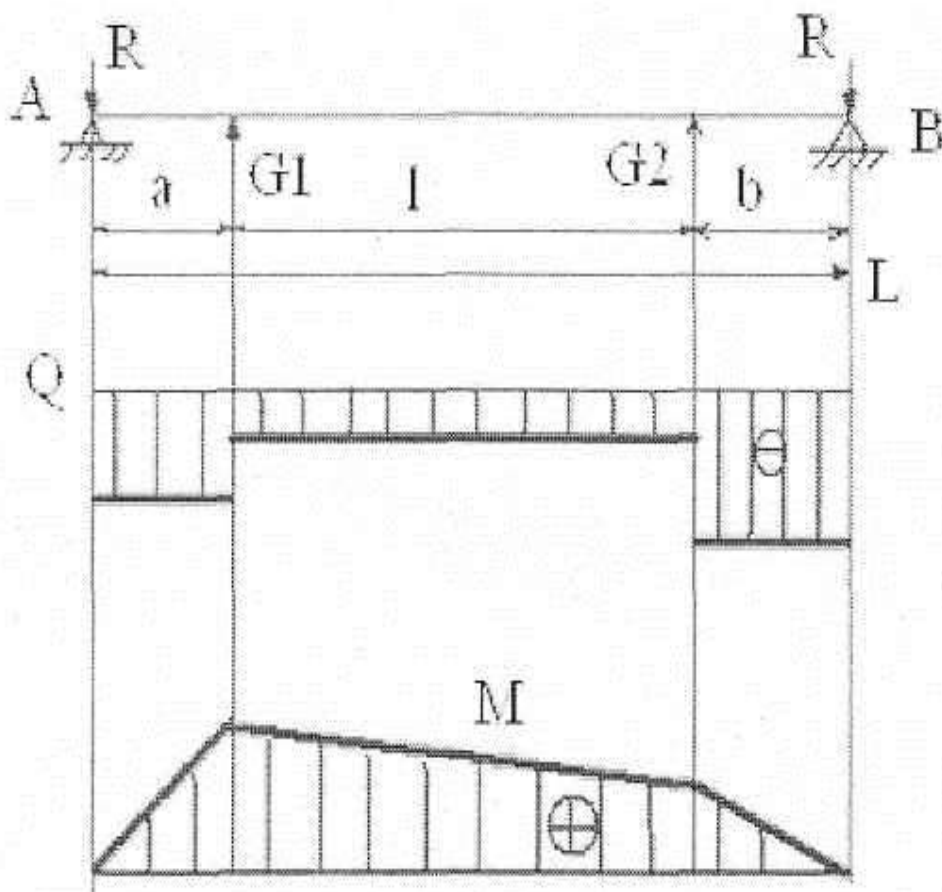


Рисунок 3.6 – Епюри напружень на ділянці АВ

Перевірка:

$$\sum F_x = 0;$$

$$R_A + G_1 + G_2 + R_B = 0;$$

$$(-1078.992) + 226.25 + 1226.25 + (-1373.5) = 0.$$

На підставі отриманих значень реакцій балки будуємо епюру сил поперечних перерізів.

Визначення згинальних моментів:

$$M_1 = R_A a, \quad (3.16)$$

$$M_2 = R_B b. \quad (3.17)$$

З формули знаходимо значення згинного моменту на ділянці 1:

$$M_{z_1} = 1078.992 \cdot 0.1875 = 203,3 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

З формули знаходимо значення згинного моменту на ділянці 2:

$$M_{z_2} = 1373,5 \cdot 0,05 = 68,675 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

На основі отриманих даних складаємо епюру згинальних моментів

Розрахунок балки за вимогами на міцність

Кутник, обраний як балка № 5/3,2 [1] Максимальне навантаження, яке може витримати кутник:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{z_2, \text{MAX}}}{W} \leq [\sigma_{z_2}], \quad (3.18)$$

						Арк.
						67
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

де W — момент опору кутника;

$[\sigma_{зг}]$ - допустима напруга при згині.

Момент опору визначається за формулою:

$$W_{кут} = \frac{I_x}{B - y_0}, \quad (3.19)$$

де Y = момент інерції переріза відносно нейтральної вісі, см^4 B — висота кутника, мм ;

Y_0 — відстань від точки, де визначається напруга, до нейтральної вісі, см .

$$W_{кут} = \frac{7.98 \cdot 10^{-8}}{(5 - 1.65) \cdot 10^{-2}} = 2.382 \cdot 10^{-6}.$$

З формули визначемо максимальне напруження, котре може витримати кутник:

$$\zeta_{max} = \frac{202.3}{2.382 \cdot 10^{-6}} = 849.25 \text{ кг/см}^2,$$

$$[\zeta_{зг}] = 850 \text{ кг/см}^2.$$

$$\text{Вимога } \zeta_{max} = \frac{M_{згmax}}{W} \leq [\zeta_{зг}].$$

Даний ролик відповідає нашим вимогам.

						Арк.
						68
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Висновки по третьому розділу

У цьому розділі розраховуються параметри тестової ванни. Крім того, були проведені необхідні розрахунки для визначення параметрів транспортувального ролика.

						Арк.
						69
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У першому розділі розглянуто та проаналізовано існуючі конструкції побутових холодильників та їх функціональні можливості. Детально розглянуто та проаналізовано існуючі конструкції терморегуляторів побутових холодильників та стендів для їх випробувань. Безпосередньо аналізувався процес роботи терморегулятора

У другому розділі розроблено конструкцію стенду для перевірки термостатів побутових холодильників, зокрема розроблено гідравлічну та електричну схеми стенду. Дано характеристику роботи на стенді, що розробляється.

У третьому розділі розраховуються параметри випробувальної ванни. Крім того, були проведені необхідні розрахунки для визначення параметрів транспортувального ролика.

						Арк.
						70
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Лозовський А.П. Основи холодильних технологій: навчальний посідник / А.П. Лозовський, А.М. Іванов. – Суми: Університетська книга, 2015. – 149 с.
2. Теплотехніка: підручник / Б.Х. Драганов, О.С. Бессараб, А.А. Долінський та ін.. – К.: Фірма «Інкос», 2005. – 400 с.
3. Шеляков О.П. Технологічне обладнання і холодильна техніка: підручник / О.П. Шеляков. – К.: Вища школа, 1996. – 503 с.
4. Лозовський А.П.. Теплові процеси і обладнання для переробки сільськогосподарської продукції: навчально-методичне видання / А.П. Лозовський, О.Ф. Серіков. – Полтава: РВВ «Тerra», 2008. – 104 с.
5. Теоретичні основи холодильної техніки [Текст] : метод. рек. до вивч. дисц. / В.П. Хорольський, Д.П. Заїкіна; Донец. нац. ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського, каф. загальноінженерних дисциплін та обладнання. – Кривий Ріг: ДонНУЕТ, 2019. – 48.
6. Масліков, М. М. Кріогенна техніка і технологія : навч. посіб. / М. М. Масліков. – К.: НУХТ, 2010. – 178 с.
7. Теоретичні основи холодильної техніки : посібник до практичних і лабораторних занять та самостійної роботи, частина 2 / Одеська національна академія харчових технологій, 2015. – 62 с.
8. Теплотехнологічні процеси та установки [Електронний ресурс] : методичні рекомендації до практичних занять для студентів освітнього ступеня «Бакалавр» спеціальності 144 «Теплоенергетика», та спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування» денної та заочної форм навчання / уклад. В. П. Петренко. – Київ : НУХТ, 2016. – 76 с.
9. Теоретичні основи холодильної техніки [Електронний ресурс] : методичні рекомендації до вивчення дисципліни та виконання контрольної

									Арк.
									71
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата					

роботи для студентів освітнього ступеня «Бакалавр» спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування» денної та заочної форм навчання / уклад. А. В. Форсюк. – Київ : НУХТ, 2016. – 33 с.

10. Ракицький В.Л., Петров В.В. Теоретичні основи холодильної техніки. Методичні вказівки для розв'язання задач з курсу «Теоретичні основи холодильної техніки» для студентів спеціальності 6.090200 – інженерна механіка. – К.: НТУУ «КПІ», 2007. – 47 с.

11. Ракицький В.Л., Петров В.В. Теоретичні основи холодильної техніки. Термодинамічні властивості робочих речовин: Довідник. – К.: НТУУ «КПІ», 2007. – 56 с.

12. Mattarolo L. Valutazione delle perdite di exerdia negli impianti frigoriferi// I.C.Freddo.-V.37.-№1.-P.3-9.

13. Вейнберг Б.С Домашние холодильники США//Холодильная техника.-1969.-№2.- С.53-57.

14. Household Refrigerators. Part 1/Perfomance requirements ISO Recommendation.-[Б.М.], 1968.-825p.

15. Niebergal W. Sopton. Kaltmaschinen.-Berlin: Springer, 1959.-554p.

16. Dmitriyev V.I., Pisarenko V.E. Determination of optimum refrigerant charge for domestic refrigerator unit. // International J.Refrig.-1984.-№7.-P.178-180.

ДОДАТОК А

						Арк.
						73
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		