

О.О. КОРОТИЧ, В.С. НЕЙМАК, А.М. ЗАЛІЗЕЦЬКИЙ
Хмельницький національний університет
Н.М. ЗАЩЕПКИНА

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

РОЗРОБКА ЛАБОРАТОРНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ УДОСКОНАЛЕНОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ ВІТРИНИ З АВТОМАТИЗОВАНОЮ СИСТЕМОЮ КЕРУВАННЯ

Розроблено лабораторну установку для дослідження і порівняльного аналізу експлуатаційних температурно-енергетичних характеристик холодильних вітрин з автоматизованою і неавтоматизованою системами контролю режимів набору холоду та відтавання. Визначені переваги автоматичної системи керування з процесорним блоком управління, що впроваджена у лабораторну установку, і підтверджує можливість точного регулювання температури в розширеному діапазоні режимів охолодження та циклічного процесу відтавання та регулювання процесом дроселювання холодагенту у випарнику.

Ключові слова: лабораторна установка, холодильна вітрина, конструктивні елементи, автоматизована система керування, процес відтавання, дроселювання, докипач, гідроудар, температурно-енергетичні характеристики.

OLHA O. KOROTYCH, VITALII S. NEIMAK, ANATOLII M. ZALIZETSKYI
Khmelnytskyi National University
NATALIYA M. ZASHCHEPKINA
National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

DEVELOPMENT OF LABORATORY INSTALLATION FOR RESEARCH OF CHARACTERISTICS OF THE ADVANCED REFRIGERATING SHOWCASE WITH AUTOMATED CONTROL SYSTEM

The article describes the stages of development of a laboratory installation for research and analysis of operational temperature and energy characteristics of refrigerated display cases with automated and non-automated control systems for cold set and thawing.

The main elements of the developed laboratory installation are: 1) Refrigerating show-window of TATIANA 1.0NS type which components are systems: cooling, control, and thawing. 2) Processor control unit - Eliwell ID controller is equipped with a digital screen, has inputs for two temperature sensors RTS or NTC and three output relays to control the refrigeration compressor, fan and temperature process of the thawing cycle. The processor unit also provides control of the process of throttling the refrigerant in the evaporator to prevent water hammer in the motor-compressor of the refrigeration unit showcase 3) Flexible electric heater built into the evaporator to provide faster heating during automatic thawing. 4) System of forced air cooling of the condenser.

The automatic control system with the processor control unit, which is implemented in the laboratory unit instead of the standard thermostat, provides precise temperature control in an extended range of cooling modes and cyclic thawing process. The showcase works in a stable and economical mode.

The operating laboratory installation for research of parameters of the improved refrigerating show-window with the automated control system is developed and equipped. The laboratory refrigeration unit is equipped with devices for measuring and controlling electrical and energy parameters, temperature and humidity in the refrigeration chamber of the shop window during the study of cooling and defrosting modes.

With an automatic control system in the shop windows, food products can be stored constantly without spending time on overloading them during the thawing of the evaporator.

The developed operating laboratory installation can be used in the educational process for research and comparative analysis of operational temperature and energy characteristics of refrigerated display cases with automated and non-automated control systems for cold storage and defrosting.

Key words: laboratory installation, refrigerating show-window, constructive elements, automated control system, thawing process, temperature characteristics, throttling, boiler, hydraulic shock, temperature and energy characteristics

Постановка проблеми

Серед численних побутових приладів, що полегшують працю і підвищують культуру домашнього господарства та приватної торгівлі харчовими продуктами особливо важливе значення мають холодильники та холодильні вітрини. За останні роки було створено масове виробництво складних холодильних приладів – холодильних вітрин [1–6]. Холодильна вітрина (ХВ) – це устаткування, що встановлено у торговому приміщенні на прилавку, як для демонстрації харчових продуктів при їх продажу, так і для їх нетривалого зберігання. Лицьова і бічні сторони вітрини закриті перегородками із скла, а зі сторони продавця знаходяться розсувні скляні дверці і робочий стіл. Прилавок, розташований внизу вітрини, призначений для більш тривалого зберігання харчових продуктів, має теплоізоляцію і теплоізолювані дверці, що щільно закриваються, зі швидкодіючим замком [5].

Для успішного вирішення проблеми придбання і використання населенням свіжих і заморожених високоякісних продуктів разом із збільшенням виробництва холодильної техніки необхідно встановити і її оптимальні характеристики:

- оптимальний рівень температур, що забезпечує одночасне зберігання різних видів продуктів;
- місткості холодильників різних типів, стосовно потреб різних категорій населення;
- співвідношення ємностей з холодильними і низькотемпературними (морозильними) камерами;
- експлуатаційні температурно-енергетичні характеристики процесів набору холоду і відтавання

у холодильному торговому устаткуванні;

- дослідження і контроль температурних режимів і їх вплив на технологію демонстрації і зберігання харчових продуктів у холодильних вітринах.

Аналіз останніх джерел

Згідно аналізу літературних джерел великого асортименту торгових вітрин [3, 4, 5], відповідно їх класифікації, як предмет дослідження, нами обрано одноярусну, закриту, що встановлюється на робочому місці продавця вітрину, з вбудованим холодильним агрегатом. Велике значення характеристик якісної роботи таких вітрин грають їх системи охолодження і розморожування (відтавання випарника) в процесі зберігання харчових продуктів у вітрині до їх продажу. Залежно від цього вітрина може бути призначена для короткочасного зберігання та демонстрації продуктів, що викликає ряд суттєвих недоліків коли система відтавання неавтоматизована.

В технічних даних холодильних вітрин, які не оснащені автоматичною системою керування [3, 4], вказано, що при роботі вітрини необхідно періодично забезпечити процес відтавання випарника, для чого продавець має відключати холодильний агрегат від мережі на деякий термін через кожні чотири, п'ять годин, або ж на ніч. Під час відтавання поверхні випарника харчові продукти повністю забираються з виставочної площі вітрини і перевантажуються в іншу холодильну установку. Це суттєвий експлуатаційний недолік, який призводить до витрат часу на перевантаження продуктів і прибирання вітрини, незручність, необхідність використання іншого обладнання, і втрата товарного вигляду харчових продуктів.

Під час роботи вітрини у режимі охолодження, волога яка міститься у продуктах частково випаровується і у вигляді інею намерзає на випарнику. Поступово іній перетворюється у кригу, яку потрібно видалити з випарника способом відтавання. Якщо не провести цикл відтавання, то ребра випарника повністю запаковуються інієм та кригою і крізь них не зможе проходити і охолоджуватись повітря, а внаслідок і продукти, що знаходяться у вітрині.

Але ще більш небезпечно те, що температура “запакованого” випарника нижча за температуру кипіння холодагенту, він не встигає вкипіти, поступово проходячи по випарнику, і потрапляє у докипач, у якому має докипіти примусово [1, 2]. Вкрай небезпечно допустити обмерзання докипача, тоді у циліндр мотор-компресора попаде рідкий хладон, замість газоподібного і може виникнути гідроудар, який призведе до виходу з ладу мотор-компресора, що в свою чергу, призведе до повного капітального ремонту та чистки системи. Таке може відбуватись коли відтавання не проводилось близько 20 годин, а якщо докипач був би відсутній, тоді достатньо 10 годин [2].

Важливо не пропустити час відтавання і проводити його регулярно за графіком. Щоб виключити суб'єктивний фактор, необхідно встановити автоматичну систему керування режимів охолодження і відтавання вітрини.

Нами поставлена актуальна задача – забезпечення можливості лабораторного дослідження холодильної вітрини з автоматичною системою керування холодильними і тепловими процесами для визначення переваг і недоліків характеристик вітрин до і після удосконалення.

Основні етапи вирішення поставленої задачі:

- показати і підтвердити переваги автоматичної системи керування режимами роботи холодильних вітрин;
- підтвердити можливість модернізації простої середньо-температурної вітрини на універсальну;
- розробити лабораторну установку для дослідження характеристик удосконаленої холодильної вітрини з автоматизованою системою керування і контролю режимів набору холоду та відтавання випарника;
- визначити вплив характеристик режимів відтавання на технологію зберігання харчових продуктів у холодильних вітринах.

Виклад основного матеріалу

Розроблена лабораторна установка (рис. 1) призначена для дослідження температурно-енергетичних характеристик холодильної вітрини, що оснащена автоматичною системою керування процесами охолодження і відтавання випарника. Лабораторна установка конструктивно виконана на базі холодильної торгової вітрини TATIANA 1.0 NS відомого польського виробництва фірми IGLOO [6], яку удосконалено автоматичною системою управління процесами набору холоду і необхідного періодичного відтавання. До удосконалення холодильна вітрина TATIANA 1.0 NS мала найпростішу комплектацію, у якій була відсутня автоматика, керувалась електронним регулятором температури типу RT-15P1W. Температурний режим ($t=+3...+7^{\circ}\text{C}$) регулювався положенням ручки термостату. Максимальне електричне навантаження – 10 А [6]. Процес розморожування (відтавання) вітрини залежав від особи, яка вимикала її від мережі, через кожні чотири, п'ять годин, чи на ніч.

Відсутність автоматичного контролю і управління процесом відтавання випарника викликала небезпеку гідроудару холодильної системи. А під час відтавання поверхні випарника продукти з вітрини мали повністю прибиратись і перевантажуватись в інший холодильник, що викликало суттєві недоліки описані вище.

Розроблена лабораторна установка, базовим елементом якої є удосконалена холодильна вітрина, перетворена з простої середньотемпературної в універсальну шляхом проведення повної автоматизації режимів роботи, отримала ряд нових якостей, які ми маємо підтвердити при дослідженнях в учбовій

лабораторії.

Розроблена структурна блок-схема лабораторної холодильної установки (рис. 1) показує взаємозв'язок елементів досліджуваних її функціональних систем: охолодження, відтавання, управління, теплоізоляції.

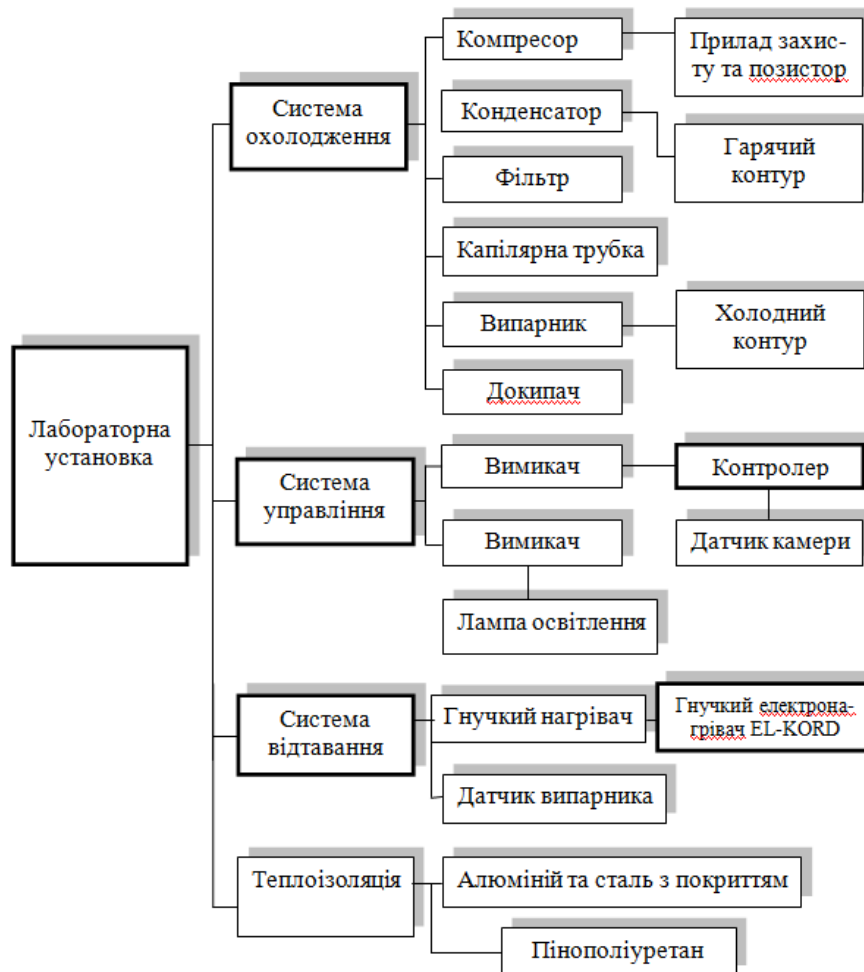


Рис. 1. Структурна схема лабораторної холодильної установки, що розроблена

Технічна характеристика лабораторної холодильної установки наведена у таблиці 1.

Таблиця 1

Технічні дані лабораторної холодильної установки

Номинальна напруга, В	230	номинальна потужність, Вт	140
частота мережі, Гц	50	холодоагент – R 134А, доза в кг	0,15
номинальна потужність освітлення, Вт	18	виставкова площа, м ²	0,5
корисна місткість, см ³	90	довжина, мм	990
споживання електроенергії, кВт/24 г	1,1	висота, мм	730
діапазон температур, °С	+2/+8	глибина, мм	945
потужність охолодження, Вт	240	вага устаткування, кг	40
температура випарника, t _в , °С	-10	максимальне завантаження продукції, кг	30

Система охолодження вітрини лабораторної установки являється основним конструктивним вузлом – це герметичний холодильний агрегат, в склад якого входить мотор-компресор, конденсатор з електродвигуном обдуву і крилаткою (системи примусового повітряного охолодження конденсатора), фільтр-осушувальний патрон з капілярною трубкою, що розташовані у корпусі установки із зовнішньої сторони холодильної камери, та випарника з докипачем, розташованого всередині холодильної камери (рисунки: 1 і 2 а), [7, 11].

Лабораторна установка оснащена приладами вимірювання і контролю електричних і енергетичних параметрів, температури і вологості у холодильній камері вітрини для дослідження режимів охолодження і відтавання (рис. 2 а, б), [10].

Корпус лабораторної вітрини виготовлений з листової оцинкованої сталі, окрашеної антикорозійною фарбою, внутрішня частина холодильної камери виготовлені із високоякісного алюмінію і

теплоізольована пінополіуретаном. Підсвічування вітрини здійснюється люмінесцентними лампами. Стільниця виготовлена з харчової нержавіючої сталі (рис. 2 а, б).

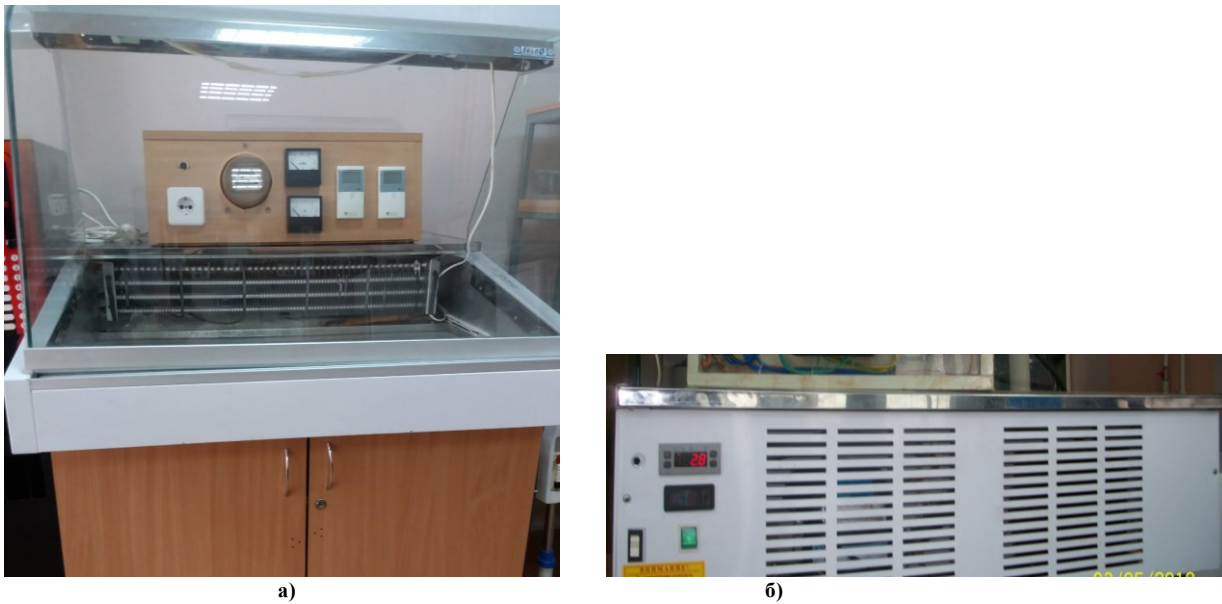


Рис. 2. Розроблена лабораторна установки для дослідження параметрів удосконаленої холодильної вітрини з автоматизованою системою керування: а) лабораторна холодильна установка-вітрина; б) показники температурних параметрів на світловому табло контролера, зворотна панель холодильної вітрини

В розробленій лабораторній установці з автоматизованою системою керування і контролю режимів охолодження і розморожування забезпечено: точне регулювання температури в широкому діапазоні у ХВ; автоматичне своєчасне циклічне відтавання випарника, що дає можливість запобігти обмерзанню випарника і докипача та уникнути гідроудару у мотор-компресорі; демонстрацію і тривале зберігання продуктів у холодильній вітрині без їх перевантаження; роботу вітрини у стабільному режимі.

Головним керуючим приладом в системі охолодження і нагріву (при відтаванні випарника) лабораторної вітрини є блок управління (контролер) [8, 9]. Саме він керує роботою вузлів холодопостачання у вітрині. Процесорний блок управління, контролер температурного режиму роботи вітрини (рис. 3), вмонтовано замість стандартного терморегулятора.

Наряду з автоматичним керуванням температурними режимами блок управління керує процесом дроселювання холодагента у випарнику. Обладнаний цифровим екраном контролер показує температуру при всіх процесах роботи вітрини, тобто режимів роботи мотор-компресора, вентилятора, електронагрівача випарника та всього циклу відтавання. Дисплей процесорного блоку управління, кнопка пуску лабораторної вітрини та контрольні термометри розташовані на зворотній панелі вітрини (рис. 2 б).

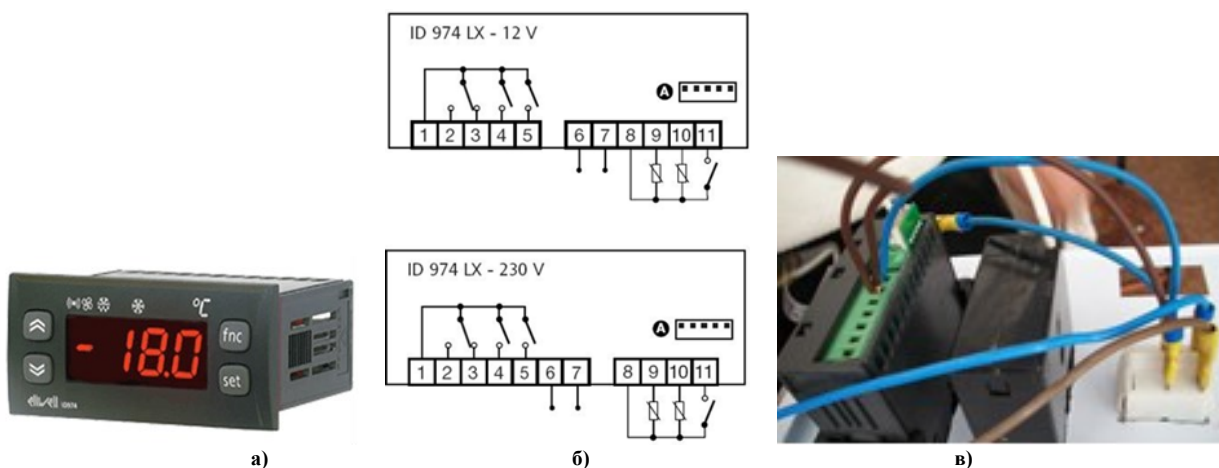


Рис. 3. Монтаж автоматичної системи управління у лабораторну установку: а) контролер Eliwell ID 974 ; б) схема підключення; в) підключення елементів контролера

У лабораторній установці для дослідження параметрів холодильної вітрини, що удосконалена автоматичною системою управління процесами набору холоду і режимами відтавання, вмонтовано процесорний блок управління – контролер Eliwell ID-974 (рис. 3) призначений для вентильованих холодильних установок середньої і низької температури, застосовується для контролю температури, управління роботою холодильного компресора і режимами відтавання в торговому і промисловому

холодильному устаткуванні [8, 9]. Температурний режим: (- 100 + 100) °С.

На рисунку 3 показано монтаж автоматичної системи керування у лабораторну установку, підключення елементів контролера (рис. 3 в) за схемою на 230 В (рис. 3 б). Eliwell ID 974 [8] (виробництва Invensys, Італія) забезпечений входом під два температурні датчики РТС або NTC і три вихідні реле з навантаженням у 8 А (рис. 3 б, в) для управління холодильним компресором, вентилятором і режимами розморожування (відтавання) випарника. Фіксоване датчиком значення відображається на 3-цифровому дисплеї із знаком мінус (рис. 3 а, 2 б). Eliwell ID 974 має порт TTL, який використовується для швидкого програмування приладу за допомогою спеціальної картки копіювання.

Регулювання температурного режиму, що виконується контролером потрібно програмувати згідно температури зберігання продуктів. Важливо точно виставити диференціал (поле діапазону між температурами увімкнення та вимкнення). Диференціал потрібно виставляти для забезпечення стоянки компресора коли вирівнюється тиск у системі, докипає холодоагент і змінює свій агрегатний стан з рідкого на пароподібний.

При запуску холодильної вітрини контролер тестує і перевіряє стан напруги та стабільність усіх параметрів програмування. Ця затримка може продовжуватись до трьох хвилин. Якщо температура у вітрині вища заданої у програмі, запускається компресор [9]. Тобто, якщо у вітрині запрограмована нижня температурна точка мінус два, тоді компресор буде понижати температуру до мінус двох градусів. Коли він досягне заданої температури контролер вимкне компресор. Якщо диференціал у програмі становить, наприклад, шість градусів, компресор запуститься при плюс чотирьох і буде працювати у такому циклі роботи постійно до відтайки. Відтавання випарника відбудеться автоматично з моменту запуску вітрини тобто, наприклад, через п'ять годин на період 10–15 хвилин відтавання. Температура кінця розморожування теж виставляється програмуванням контролеру.

У холодильному агрегаті лабораторної вітрини встановлено ребристо-трубчастий випарник фірми SEST (Італія) [11] (рис. 4) – це теплообмінний апарат, призначений для відведення теплоти від охолоджуваного тіла і передачі її киплячому холодительному агентові. Для захисту мотор-компресора від гідроудару на виході з випарника вмонтовано докипач (рис. 4 б). Докипач потрібен для швидшого докипання хладону, який не до кінця докипів у випарнику, цим самим захищатиме клапани мотор-компресора від гідроудару. Докипач простий порожнистий циліндр, по якому проходить пара або парорідинна суміш хладону. Діаметр циліндра докипача у декілька разів перевищує діаметр трубки всмоктування.

Випарник складається з мідних трубок діаметром 9,52 мм або 12,0 мм, і насаджених на них алюмінієвих пластин (ламелей) завтовшки 0,2 мм. Щільна насадка ламелей досягається шляхом розширення труб зсередини. Трубки сполучені між собою U-подібними мідними калачами. З'єднання трубок і калачів виконане методом пайки.

Для забезпечення прискореного циклічного режиму відтавання при відключеному компресорі, у лабораторну установку разом із запровадженою системою автоматичного управління встановлено гнучкий електронагрівач (ГЕН), який обвитий навколо ребристо-трубчастого випарника (рис. 4 а, б).

Харчові продукти при автоматичному відтаванні не встигають нагрітись у вітрині, як уже знову починають охолоджуватись. Налаштований блок управління, автоматично зчитує температурні дані датчиками з випарника та салону вітрини. Одна з самих важливих властивостей контролера і ГЕНа випарника – це можливість відтавання снігової шуби при мінусовій температурі.

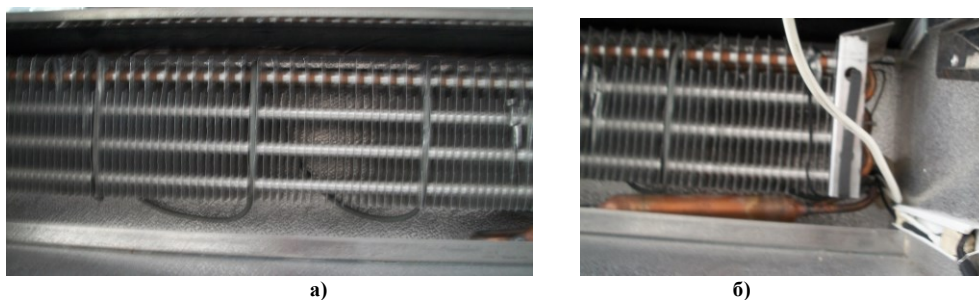


Рис. 4. Встановлення гнучкого електронагрівача на випарник і присиднання до контролера
а) гнучкий електронагрівач, обвитий навколо випарника; б) випарник з мідним докипачем

Нагрівач гнучкий EL–KORD [12] виконаний у вигляді пласкої стрічки з зовнішнім шаром кремнійорганічної гуми (рис. 5), застосовується переважно для нагріву емностей нестандартної форми або труб з рідинами і для запобігання їх замерзанню (рис. 5 а, б), може використовуватися при попаданні на нагрівач води або снігу.



Рис. 5. Електронагрівач гнучкий типу EL–KORD: а) будова електронагрівача, б) загальний вид гнучкого електронагрівача

Основні характеристики гнучкого нагрівача EL–KORD: номінальна напруга 230В; довжина 2 метри; потужність 40 Вт; максимальна температура нагріву 80°C [12]. Після встановлення ГЕНа у випарник (рис. 4), відтавання проходить лише за 10–15 хвилин.

За допомогою програмування контролера період відтавання можливий як з гнучким електронагрівачем, так і без нього, наприклад для економії електроенергії, але ГЕН також використовує мінімум споживаної електроенергії. Контролер програмується під кількість відтавань на добу, тобто через п'ять годин на термін відтавання у п'ятнадцять, двадцять хвилин.

Особливо відповідальним вузлом холодильного агрегату лабораторної установки є одноциліндровий герметичний компресор LUnite Hermetique ТНВ1350YS [13] (країна виробник Франція) призначений для холодильного обладнання, низькотемпературних прилавків і вітрин із встановленою електричною потужністю електродвигуна від 60 Вт до 150 Вт. Напруга живлення однофазна 220–240 В або 208–220 В. Для захисту від перегрівання двигун має зовнішнє теплове реле. Моделі ТНВ є аналогами герметичних холодильних компресорів AZ, але при цьому мають більш високий ККД і значно менший рівень шуму.

Привід компресорів марки ТНВ1350YS (рис. 6, 7) може бути виконаний або від електродвигуна з малим пусковим моментом (двигуни з постійно розщепленою фазою типу PTCSIR, або RSIR з універсальним пусковим пристроєм, або електромеханічним реле), для холодильних установок, працюючих з капілярною трубкою в якості розширювального пристрою, або від електродвигуна з конденсаторним пуском типу CSIR для установок з терморегулюючим вентиляем. На рисунку 7 зображена схема пускового підключення компресора ТНВ1350YS [14].



Рис. 6. Мотор-компресор ТНВ1350YS

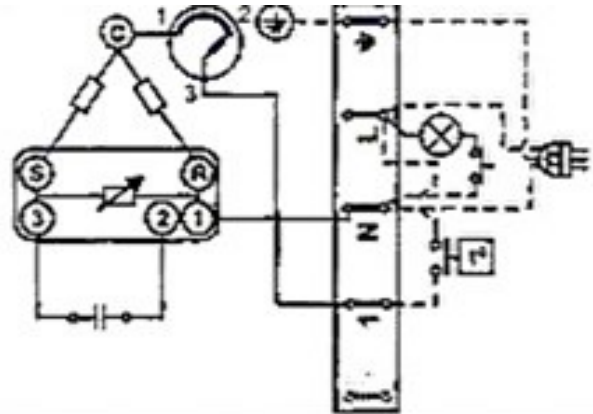


Рис. 7. Електрична схема запуску компресора ТНВ1350YS

При роботі компресора він не вимагає примусового повітряного охолодження. Способи охолодження мастила, вживані в цих поршневих герметичних холодильних компресорах забезпечують тривалий безвідмовний термін їх експлуатації.

У парі з компресором в лабораторній вітрині працює конденсатор LU-VE серії STFT (рис. 8) потужністю 400 Вт. Особливі безтрубні сталеві конденсатори зроблені за ексклюзивною технологією компанії LU-VE [15].

Агрегати, що мають максимальну продуктивність, порядку $Q_0=150$ ккал/год в сукупності з найменшими габаритними розмірами, призначені для застосування у холодильному торговому обладнанні. Компресорно-конденсаторні агрегати ТНВ працюють з холодагентом R 134A.

Основні переваги конденсатора STFT: висока теплопродуктивність; стійкий до механічних дій; висока корозійна стійкість; низький рівень шуму.

У конденсаторах серії STFT лише один недолік – вони дуже швидко забиваються пилом та іншими забруднюючими частинками. Тому його потрібно чистити щомісяця. Для продування конденсатора використовується електродвигун з крилаткою типу ELCO NET3T 10ZVN001. Електродвигун кріпиться на дифузор (рис. 8), потім на двигун кріпиться крилатка і тоді кріпиться на конденсатор [16].

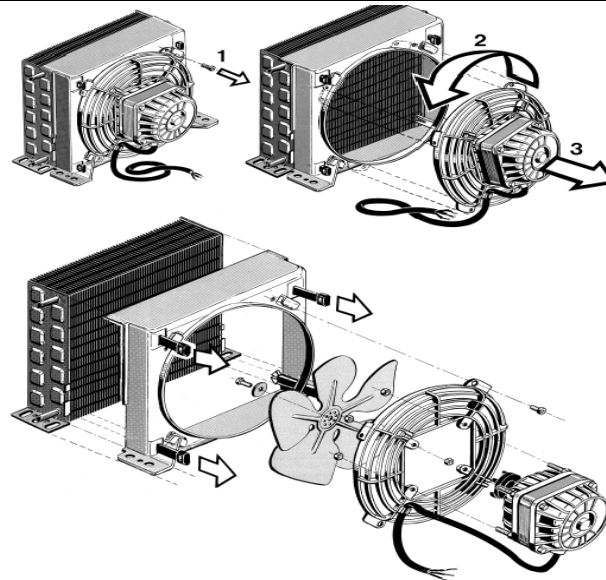


Рис. 8. Монтаж електродвигуна системи примусового повітряного охолодження конденсатора

Двигуни з розщепленими полюсами зроблені з алюмінію. Компанія ELCO також розробила серію крилаток з термопластику. Цей матеріал знижує деформацію лопатей і підвищує їх просторову стійкість, зберігаючи форму лопатей і забезпечуючи їх балансування.

Для оптимізації повітряного потоку та тиххідності у вітрині використовується п'ятилопатева алюмінієва крилатка. Крилатка діаметром 154 мм, з кутом нахилу лопатей від 19° до 34° для різних напрямків повітряного потоку. Швидкість обертання електродвигуна з крилаткою $n=1500$ об/хв. Електродвигун з крилаткою монтується та захищається сітчастим дифузоров [16] (рис. 8). Дифузор відіграє роль рівномірного потоку конденсуючого повітря та захищає крилатку від механічних ушкоджень.

В розробленій лабораторій установці для дослідження характеристик удосконаленої холодильної вітрини.

з автоматизованою системою керування також пропонується використання комплектного приладу для контролю і вимірювання електричних і енергетичних параметрів, розробленого на кафедрі машин і апаратів електромеханічних та енергетичних систем Хмельницького національного університету (рис. 9). При використанні даного комплектного приладу, підключеного до персонального комп'ютера, можливе фіксування значень вимірюваних електричних і енергетичних параметрів за певний термін під час зміни температурних режимів при роботі холодильного агрегату та електричних елементів установки.

Висновки

В результаті розробки лабораторної установки для дослідження робочих параметрів холодильної вітрини згідно поставленої мети було вирішено наступні задачі:

- удосконалена базова конструктивна частина лабораторної установки – холодильна вітрина, в яку впроваджено автоматичну систему керування роботою холодильного агрегату, вентиляторів системи обдуву конденсатора, гнучкого нагрівного елемента випарника і елементів електричної схеми;
- підтверджена можливість модернізації простої середньо-температурної вітрини на універсальну;
- розроблено і обладнано діючу лабораторну установку для дослідження параметрів удосконаленої холодильної вітрини з автоматизованою системою керування;
- підтверджена перевага автоматичної системи керування процесом відтавання випарника ХВ;
- точне регулювання температури в широкому діапазоні;
- забезпечено стабільний і економічний режим роботи та контроль циклів відтавання холодильної вітрини.

Робота процесорного блоку автоматичної системи управління, що забезпечує своєчасне циклічне відтавання випарника, дозволяє уникнути гідроудару у мотор-компресорі за рахунок керування процесом дроселювання хладону у випарнику.

Лабораторна холодильна установка оснащена приладами вимірювання і контролю електричних і енергетичних параметрів, температури і вологості у холодильній камері вітрини для дослідження режимів охолодження і відтавання.

Також в результаті досліджень і аналізу експлуатаційних температурних і енергетичних



Рис. 9. Лабораторна холодильна установка, оснащена комплектним приладом для вимірювання електричних і енергетичних параметрів

параметрів холодильних і теплових режимів у вітринах визначено переваги автоматичної системи керування, так як харчові продукти можуть постійно зберігатися і демонструватися у холодильних вітринах без витрати часу на їх перевантаження у процесі розморожування та заощадження споживаної енергії на їх зберігання у інших холодильних установках.

Розроблена діюча лабораторна установка може бути використана в навчальному процесі для дослідження і порівняльного аналізу експлуатаційних температурно-енергетичних характеристик холодильних вітрин з автоматизованою і неавтоматизованою системами контролю режимів набору холоду та відтавання.

Література

1. Курьлев Е.С. Холодильные установки : учебник для вузов / Е.С. Курьлев, В.В. Оносовский, Ю.Д. Румянцев. – Санкт-Петербург : Политехника, 2002. – 576 с.
2. Торговельне обладнання : підручник / А.А. Мазаракі, С.Л. Шаповал, І.І. Тарасенко, О.П. Шинкаренко ; за ред. А.А. Мазаракі. – Київ : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2018. – 320 с.
3. Холодильные витрины для хранения продуктов [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://olteba.com/ru/article/holodilnye_vitrini_dlya_hraneniya_produktov.
4. Холодильные прилавки-витрины – предназначение и конструкция [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://icccatalog.ru/stati/holodilnye-prilavki-vitrini-%E2%80%93-prednaznachenie-i-konstrukciya>.
5. Торговое холодильное оборудование (витрины, прилавки, шкафы и т.д.) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.ostrovknowledgebase.com/books.php?cat=books&srId=28>.
6. IGLOO (Польша). Виробник інноваційних та енергоекономічних холодильних виробів для торгівлі та гастрономії [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.igloo.polish.ru/ua.html>.
7. Комплектующие для холодильного оборудования [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://holodprom.com.ua/komplektuyushie>.
8. Электронный блок управления Eliwell ID 974 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://prom.ua/p65170011-elektronnyj-blok-upravleniya.html?&primelead=MC41MQ>.
9. Инструкция для контроллера Eliwell ID 974 – Белфритекс [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.belft.com/library/download.php?id_lib=3&id_libcat=5&id_libcont=16&filedownl=yes.
10. Основы метрологии та виміральної техніки : підручник : у 2 т. Т. 2. Вимірвальна техніка / [М. Дорожовець, В. Мотало, Б. Стадник, В. Василук, Р. Борек, А. Ковальчик] ; за ред. Б. Стадника. – Львів : Видав. Національного університету “Львівська політехніка”, 2005. – 656 с.
11. Холодильные агрегаты в конструкции холодильных витрин [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.frigodesign.ru/article/kholodilnye-agregaty-dlya-vitrin.php>.
12. Гибкие, ленточные нагреватели [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://intmax.com.ua/lentochnye_nagrevateli_i_nagrevatelnye_provoda.
13. Электрические подключения компрессоров L`UNITE HERMETIQUE [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://holodprom.com.ua/elektricheskie-podklyucheniya-kompressorov-lunite-hermetique.htm>.
14. Электрические схемы подключения компрессоров [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://forum.masterholoda.ru/tehnikeskaja-dokumentacija/elektricheskie-shemy-podklyucheniya-kompressorov/>.
15. Пластинчатые и ребристо-трубные конденсаторы воздушного охлаждения LU-VE [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://pholod.com.ua/catalog/plastinchatye-i-rebristo-trubnye-kondensatory-vozdushnogo-ohlazhdeniya-lu-ve/lu-ve>.
16. Двигатели обдува Elco [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://holodprom.com.ua/dvigateli-obduva-elco.html>.

References

1. Kurylev E.S. Holodilnye ustanovki : uchebnik dlya vuzov / E.S. Kurylev, V.V. Onosovskij, Yu.D. Rumyancev. – Sankt-Peterburg : Politehnika, 2002. – 576 s.
2. Torhovelne obladnannia : pidruchnyk / A.A. Mazaraki, S.L. Shapoval, I.I. Tarasenko, O.P. Shynkarenko ; za red. A.A. Mazaraki. – Kyiv : Kyiv. nats. torh.-ekon. un-t, 2018. – 320 s.
3. Holodilnye vitriny dlya hraneniya produktov [Elektronnij resurs]. – Rezhim dostupu : https://olteba.com/ru/article/holodilnye_vitrini_dlya_hraneniya_produktov.
4. Holodilnye prilavki-vitriny – prednaznachenie i konstrukciya [Elektronnij resurs]. – Rezhim dostupu : <http://icccatalog.ru/stati/holodilnye-prilavki-vitrini-%E2%80%93-prednaznachenie-i-konstrukciya>.
5. Torgovoe holodilnoe oborudovanie (vitriny, prilavki, shkafy i t.d.) [Elektronnij resurs]. – Rezhim dostupu : <https://www.ostrovknowledgebase.com/books.php?cat=books&srId=28>.
6. IGLOO (Polshcha). Vyrobnik innovatsiinykh ta enerhoekonomichnykh kholodynykh vyrobiv dlia torhivli ta hastronomii [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu : <http://www.igloo.polish.ru/ua.html>.
7. Komplektuyushie dlya holodilnogo oborudovaniya [Elektronnij resurs]. – Rezhim dostupu : <https://holodprom.com.ua/komplektuyushie>.
8. Elektronnyj blok upravleniya Eliwell ID 974 [Elektronnij resurs]. – Rezhim dostupu : <https://prom.ua/p65170011-elektronnyj-blok-upravleniya.html?&primelead=MC41MQ>.
9. Ynstruktsiya dlia kontrollera Eliwell ID 974 – Belfryteks [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu : http://www.belft.com/library/download.php?id_lib=3&id_libcat=5&id_libcont=16&filedownl=yes.

10. Osnovy metrolohii ta vymiriuvalnoi tekhniki : pidruchnyk : u 2 t. T. 2. Vymiriuvalna tekhnika / [M. Dorozhovets, V. Motalo, B. Stadnyk, V. Vasyliuk, R. Borek, A. Kovalchuk] ; pa red. B. Stadnyka. – Lviv : Vydav. Natsionalnoho universytetu “Lvivska politekhnika”, 2005. – 656 s.
11. Holodilnye agregaty v konstrukcii holodilnyh vitrin [Elektronnij resurs]. – Rezhim dostupu : <https://www.frigodesign.ru/article/kholodilnye-agregaty-dlya-vitrin.php>.
12. Gibkie, lentochnye nagrevateli [Elektronnij resurs]. – Rezhim dostupu : https://intmax.com.ua/lentochnye_nagrevateli_i_nagrevatelnye_provoda.
13. Elektricheskie podklyucheniya kompressorov L'UNITE HERMETIQUE [Elektronnij resurs]. – Rezhim dostupu : <https://holodprom.com.ua/elektricheskie-podklyucheniya-kompressorov-lunite-hermetique.htm>.
14. Elektricheskie shemy podklyucheniya kompressorov [Elektronnij resurs]. – Rezhim dostupu : <http://forum.masterxoloda.ru/tehnicheskaja-dokumentacija/elektricheskie-shemy-podklyucheniya-kompressorov/>.
15. Platinchatye i rebristo-trubnye kondensatory vozdušnogo ohlazhdeniya LU-VE [Elektronnij resurs]. – Rezhim dostupu : <https://pholod.com.ua/catalog/platinchatye-i-rebristo-trubnye-kondensatory-vozdušnogo-ohlazhdeniya-lu-ve/lu-ve>.
16. Dvyhately obduva » Elco [Elektronnyi resurs]. – Rezhim dostupu: <https://holodprom.com.ua/dvigateli-obduva-elco.html>.

КОРОТИЧ О.О.

ORCID ID: 0000-0002-7733-3095

olkorotych2017@gmail.com

ЗАЩЕПКИНА Н.М.

ORCID ID: 0000-0001-9397-6632

Nanic1604@gmail.com

НЕЙМАК В.С.

ORCID ID: 0000-0003-1204-3932

nejmakvit@gmail.com

ЗАЛІЗЕЦЬКИЙ А.М.

ORCID ID: 0000-0002-0914-0814

oks81mik@i.ua

Надійшла/Paper received : 24.03.2021 р.

Надрукована/Printed : 02.06.2021 р.