

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім. акад. І.С.Гулого
Кафедра теплоенергетики та холодильної техніки

«До захисту в ЕК»

Директор інституту

_____ Сергій Блаженко
(підпис) (ім'я та прізвище)

«___» _____ 2023 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Валентин Петренко
(підпис) (ім'я та прізвище)

«___» _____ 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

зі спеціальності 142 Енергетичне машинобудування
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми _____

Холодильні техніка та технологія

на тему: Модернізація торговельно-холодильного обладнання гіпермаркету для підвищення ефективності роботи холодильної установки та зменшення енергоспоживання

Виконав: здобувач 2 курсу, групи ХМ-2-9М

_____ Федоришин Владислав Русланович

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Керівник _____ Рябчук Олександр

(прізвище, ім'я)

(підпис)

Консультант _____

(прізвище, ім'я)

(підпис)

Рецензент _____

(прізвище, ім'я)

(підпис)

Я як здобувач Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав і не одержував незарядженої допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідні джерела.

_____ (підпис та прізвище здобувача)

Київ – 2023 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім.акад. І.С.Гулого
Кафедра теплоенергетики та холодильної техніки

Освітній ступінь _____ магістр _____

Спеціальність 142 Енергетичне машинобудування
(код і назва)

Освітньо-професійна програма Холодильні техніка та технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТЕХТ

проф. Петренко В.П.

“07” листопада 2022 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Федоришина Владислава Руслановича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Модернізація торгівельного-холодильного обладнання гіпермаркету для підвищення ефективності роботи холодильної установки та зменшення енергоспоживання

керівник роботи к.т.н., Рябчук О.М.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від 07.11.2022 року № 794-кв

2. Строк подання здобувачем роботи 06.02.2022 року

3. Вихідні дані до роботи торгівельне обладнання гіпермаркету з покращеними показниками споживання енергії

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
Вступ, Розділ 1. Аналіз споживання холоду супермаркету, Розділ 2. Можливі заходи з енергозбереження холоду, Розділ 3. Аналіз ринку енергозберігаючих дверей на торгівельне обладнання, Розділ 4. Розрахунок економічної складової при модернізації обладнання, Розділ 5. Охорона праці, Розділ 6. Висновки
Список використаної літератури

5. Перелік графічного матеріалу

1. План та розріз будівлі

2. Гідравлічна схема

3. Автоматизація

4. Схема електрообладнання

5. План та розріз машинного відділення

АНОТАЦІЯ

Актуальність даної роботи полягає у тому, що вона спрямована на аналіз торговельно-холодильного обладнання гіпермаркету для підвищення ефективності роботи холодильної установки та зменшення енергоспоживання.

Метою роботи є модернізація торговельно-холодильного обладнання гіпермаркету для кращої роботи і економії електроенергії. Наукова новизна роботи полягає в тому, що запропоновано новий підхід оцінки ефективності торговельно-холодильного обладнання.

Практичне значення отриманих результатів.

Проведено реконструкцію торговельно-холодильного обладнання

Розраховано економія електроенергії.

Визначено що термін окупності встановлення нового обладнання менше одного року.

Ключові слова: вітрина, шафа, торговельне обладнання, споживання електроенергії.

Зміст

Вступ	5
1. Аналіз споживачів холоду продуктивного супермаркету	7
2. Можливі заходи з енергозбереження холоду	26
3. Аналіз ринку енергозберігаючих дверей на торговельне холодильне обладнання	39
4. Розрахунок економії електроенергії при модернізації обладнання	57
5. Охорона праці	76
6. Висновки	78
7. Список використаної літератури	79

Вступ

Холодильне обладнання являє собою різновиди пристроїв, в яких створюється і використовується холод в цілях збереження якості м'яса, риби, масла, молока, овочів, фруктів і інших швидкопсувних продуктів. За останні роки для споживача холодильного обладнання стали доступні новітні розробки зарубіжних фірм. Результатом цього стало насичення ринку торговим холодильним обладнанням, оновлення асортименту та підвищення якості холодильного обладнання вітчизняного виробництва. Холодильне обладнання широко застосовується в харчовій промисловості, сільському господарстві, торгівлі, на транспорті і в інших галузях. Підприємствам, які торгують продуктами харчування, доводиться зберігати значні запаси товарів, багато з яких відносяться до швидкопсувних. Кращий спосіб їх зберігання - використання холоду.

Холодильна установка – це сукупність машин, апаратів і споруд, призначених для виробництва і застосування штучного холоду. В цьому сенсі холодильна установка в. додаток до чотирьох основних елементів, що складають машину, включає в себе ще апарати, прилади, трубопроводи і навіть споруди, необхідні як для здійснення технологічних процесів при низьких температурах, так і для раціональної експлуатації холодильного обладнання при тривалому промисловому використанні.

Холодильник - це промислове підприємство (або його цех), в приміщеннях якого за допомогою холодильної установки підтримують певні режими, необхідні для обробки та зберігання продуктів, які швидко псуються. Холодильник складається з технологічного будівлі і компресорного цеху з прибудованим до нього апаратним відділенням.

Виробництво штучного холоду, тобто досягнення температур нижче температури навколишнього середовища, та здійснення різних технологічних процесів при цих температурах знаходять застосування в багатьох галузях народного господарства. Холодильна техніка виявилася потрібною майже всім областям людської діяльності. Розвиток деяких галузей не можна собі уявити без

застосування штучного холоду. У харчовій промисловості холод забезпечує тривале збереження високої якості продуктів, які швидко псуються; і саме через

недостатнє використання холоду в світі втрачається в середньому 25% вироблених харчових продуктів.

Торговельним холодильним обладнанням називають малі охолоджувальні пристрої, що призначаються для короткотермінового зберігання, демонстрації і продажу швидкопсувних товарів. До них належать збірні холодильні камери, холодильні шафи, охолоджувальні вітрини, холодильні прилавки, прилавки-вітрини.

Торговельне холодильне обладнання класифікують:

- за способом охолодження — з машинним, льодосоляним, сухо-льодовим охолодженням;
- за температурним режимом — середньо-температурне (для охолодження продуктів) з температурою в охолоджуваному об'ємі від 0 до 8 °С; низькотемпературне (для заморожених продуктів) з температурою в охолоджуваному об'ємі не вище ніж -18 °С;
- за кліматичними зонами використання — для південного (температура навколишнього повітря 12—40 °С) і помірного клімату (температура навколишнього середовища 12—32 °С);
- за методами використання — для підприємств з продавцями, для магазинів самообслуговування, для торговельних автоматів;
- за розміщенням агрегату — з вбудованим холодильним агрегатом, з відокремленим холодильним агрегатом, з централізованим холодопостачанням.

Торговельне холодильне обладнання позначають буквено-цифровою індексацією. Початкові букви становлять назву обладнання ПХС (П — прилавок, Х — холодильний, С — середньо-температурний), перша цифра після тире — розміщення агрегату (1 — вбудований агрегат, 2 — винесений агрегат), наступні цифри — номінальний внутрішній об'єм, м³; південне використання — Ю, середньо-температурне — С, низькотемпературне — Н. Наприклад, КХС-2-6Мм — камера холодильна середньо-температурна з окремо розміщеним холодильним агрегатом, номінальним внутрішнім об'ємом 6 м³ для районів з помірним кліматом, виготовите — Мукачівський завод торговельного обладнання.

Збірні холодильні камери призначаються для короткотермінового зберігання охолоджених (КХС), заморожених (КХН) продуктів. їх збирають з уніфікованих щитів і розміщують у підсобних приміщеннях. Щит складається з дерев'яної рами з теплоізоляцією і металевого облицювання. Між собою щити з'єднують стяжними болтами, а герметичність у місцях стиків і у дверних прорізах забезпечується профільними гумовими прокладками. Камери мають полиці для продуктів і гаки для підвішування м'ясних туш.

1. Аналіз споживачів холоду продуктивного супермаркету

Загальні характеристики холодильних вітрин

Вже досить багато часу пройшло з того моменту, коли з'явилися перші холодильні вітрини. Це обладнання, яке допомагає тривалий час зберігати швидкопсувні продукти, наприклад м'ясні, ковбасні, молочні або кондитерські вироби. Ці пристосування незамінні в торгівлі, тому що саме з їх допомогою продукти харчування завжди мають свіжий і товарний вигляд.



Рис. 1 Холодильна вітрина

Призначення

Призначення холодильних вітрин - це не тільки збереження, а й демонстрація продуктів харчування в торговельних залах. Обладнання може відрізнитись в залежності від різних параметрів: спосіб торгівлі, обсяг і характеристики пропонованого товару, умови розміщення вітрин, площа торгових приміщень. Існує ряд температурних режимів, які встановлюються в холодильних вітринах.

Найпоширенішими вважаються вітрини із середньою температурою від $+1^{\circ}\text{C}$ до $+7^{\circ}\text{C}$. Такі агрегати відмінно підходять для зберігання незаморожених продуктів: ковбаса, сир, молочні продукти, напівфабрикати.

Для нетривалого зберігання і демонстрації свіжоморожених продуктів використовують вітрини з низькотемпературними режимами, від 0°C до -6°C . Що ж

стосується зберігання продуктів глибокої заморозки, то тут необхідне обладнання з температурним режимом від 0 ° С до -18 ° С.

Вітрини можуть бути ще й комбінованими. Такий вид обладнання поєднує в собі характеристики низько і середньотемпературних вітрин. Приблизний температурний режим коливається від -6 ° С до +6 ° С. Універсальні вітрини комбінованого типу служать для забезпечення особливих температурних умов при зберіганні продуктів. Магазили, які торгують через прилавок, використовують скляні вітрини закритого типу. З їх допомогою продукція демонструється покупцеві і, в той же час, зберігається при потрібній температурі. А ось магазини із самообслуговуванням і супермаркети використовують обладнання відкритого типу, щоб покупець завжди мав безпосередній доступ до товарів.

Принцип роботи

Вітрина холодильна має досить простий принцип роботи. Він заснований на звичайному фізичному явищі, яке свідчить, що тепло має властивості поглинатися при випаровуванні деякої речовини. Цією речовиною в холодильних установках служить фреон. Досить отруйний за своїм складом, цей компонент розміщується в спеціальній герметичній камері, всередині якої відбувається процес закипання, котрий активно сприяє охолодженню повітря і рідини, які циркулюють трубками системи. Для безперервного охолодження в камері повинна відбуватися постійна циркуляція, тобто процес повинен складатися таким чином, щоб газоподібний матеріал постійно видалявся, а рідкий підливався. Все тепло, яке накопичується в камері під час робочого процесу гаситься за допомогою конденсатора. Важливою деталлю конструкції холодильних вітрин є компресор. Саме ця складова системи видаляє газоподібний фреон. Для здійснення постійного контролю над системою, обладнання має електронний датчик, який відображає температурний режим усередині камери в поточний час. Цей самий регулятор дозволяє контролювати потік циркулюючого фреону, тобто, змінювати температуру в потрібну сторону.

Деякі приклади холодильних вітрин :

ВІТРИНА ХОЛОДИЛЬНА UBC MUZA 1.5



Рис. 2 Вітрина холодильна UBC MUZA 1.5

Модель вітрини Muza 1.5 використовується для викладки товарів продуктової групи в супермаркетах, кафе, та ін. Вітрина середньо температурного рівня охолодження. Для гармонійного поєднання обладнання в торговому павільйоні виробником передбачений вибір кольору передніх панелей.

Холодильна установка має корисний об'єм 426 л. Продукція розміщується на виставковій площі 1,06 м². Приблизна загальна вага продуктів при заповненні вітрини близько 53 кг при рівномірному розподілі. Наявність LED освітлення значно покращує презентабельність товару, і економить ресурси.

Вітрина має стильний вигляд і зручна у використанні. Усередині облаштована додаткова полиця і перегородка зі скла.

Вітрина укомплектована: випарник і конденсатор італійського бренду SEST, компресор середніх температур бренду Embraco. Температурний режим вітрини від 0 до +8 С.

Для запобігання пошкодженню компресора передбачений автоматичний захист. Вітрина має функцію автоматичного ТЕНового розморожування випарника; електронний контролер. Для попередження пошкодження скляних поверхонь передбачені: гартоване скло полиці і перегородки, загартоване переднє і бічне скло. Переднє скло у вітрині відкривається.

При з'єднанні в ряд декількох вітрин по окремому замовленню можливе постачання герметичних подільників об'єму. Холодильна потужність вітрини становить 450 Вт.

Технічні характеристики :

Споживання електроенергії. - 4.6 кВт/год

Температура охолодження - 0 + 8 С

Об'єм- 426л

Автоматичне розмороження - Є

Площа демонстраційної частини - 1.06 м²

Тип скла - гнуче

Тип - холодильний

Виконання - підлогове

ДХШХВ - 1580X1115X1260 мм

Потужність - 0.54 кВт

Вага - 135 кг

Напруга - 220-240 В

ВІТРИНА ХОЛОДИЛЬНА UBC GRACIA FG 1,56



Рис. 3 Вітрина холодильна UBC GRACIA FG 1,56

Холодильна вітрина GRACIA FG 1,56 вишуканої кубічної форми має значну місткість при компактних розмірах. Вона може встановлюватися як в великих за площею супермаркетах, так і в дрібних торгових точках. Вітрина універсального призначення, підходить для багатьох видів продукції - гастрономічних, м'ясних, рибних виробів, різних видів бутильованих напоїв та ін.

Ця модель може розташовуватися в лінію, а також сумісна з іншими моделями вітрин GRACIA. Зазначене виробником завантаження вітрини з умовою рівномірної розкладки продуктів близько 63 кг. Площа викладки продукції 1,26 м². Корисний об'єм вітрини 455 л (заскленого відсіку 185 л, нижній відсік 270 л). Фронтальне скло у вітрині піднімається, це зручно для викладки і вибору продукції.

Використання укріплених скляних поверхонь підвищує безпеку і міцність обладнання - переднє скло і скло з боків, полиця з перегородкою і відбійник холоду виконані з загартованого скла. Презентаційна поверхня має LED підсвічування, яке не тільки робить продукцію більш презентабельною, а й заощаджує витрати електро ресурсів.

Вітрина обладнана середньо-температурним компресором, підтримуваний температурний режим від 0 до +8 С. Функція автоматичної інтелектуальної ТЕНової розморозки випарника, автоматичне випаровування конденсату після розморожування гарячими парами компресора, електронний контролер і автоматичний захист компресора від перегріву підвищують надійність обладнання і роблять роботу персоналу зручною.

У вітрині встановлені випарник і конденсатор італійського бренду SEST.

Колір панелей може вибиратися зі списку стандартних.

Охолоджувальна потужність обладнання становить 800 Вт.

Технічні характеристики :

Споживання електроенергії - 7.0 кВт/ год

Температура охолодження - 0 + 8 С

Об'єм - 455 л

Автоматичне розморожування - є

Площа демонстраційної частини - 1.26 м²

Тип охолодження - статичне

Тип скла - пряме

Тип - холодильний

Виконання - підлогове

ДХШХВ - 1622X1211X1221 мм

Потужність - 0.72 кВт

Вага - 220 кг

Напруга - 220-240 В

НАСТІЛЬНА ХОЛОДИЛЬНА ВІТРИНА SC70 BLACK



Рис. 4 Настільна холодильна вітрина SC70 BLACK

Компактна міні-вітрина з охолодженням торгової марки Saro (Німеччина) може використовуватися для демонстрації різних виробів: кондитерських виробів, десертів, закусокних страв, бутильованої і упакованої продукції та багатьох інших.

Вітрина має акуратний, стильний вигляд і виконана в чорному кольорі. Всі бічні поверхні вітрини мають подвійне скло і створюють хороший огляд продукції. Такий невеликий стильний апарат може розміщуватися на прилавках і робочих поверхнях.

Корпус апарату пластиковий. Продукція розміщується на 3 полицях-решітках (365 x 307 мм). Вони регулюються по висоті. Нижня полиця також підходить для викладки продуктів.

Управління апаратом електронне. На цифровому термостаті встановлюється режим охолодження + 2 / + 10 ° С.

Динамічна система охолодження з примусовою циркуляцією повітря створює рівномірну ступінь охолодження всередині. Використовуваний холодоагент R600a. Автоматичне розморожування робить догляд за таким апаратом мінімальним.

Для підсвічування продукції всередині вітрини встановлено освітлення.

Технічні характеристики :

ХШХВ - 428 X 386 X 885 мм

Тип управління - цифрове

Температура охолодження - +2 ... + 10 С

Об'єм - 70 л

Холодильний агент - R600A

Автоматичне розморожування - є

Тип охолодження - динамічне

Тип скла - пряме

Тип - холодильна

Виконання - настільний

Потужність - 0.17 кВт

Вага – 35 кг

Напруга – 230 В

Загальні характеристики холодильних шаф

На сучасному ринку холодильного обладнання можна знайти найрізноманітніші моделі, які відрізняються габаритами, потужністю, призначенням та іншими особливостями. Для нормальної роботи закладів громадського харчування, виробничих об'єктів, торгових точок доцільно купити холодильні шафи від перевірених виробників. Але попередньо треба ознайомитися з асортиментом, підібрати під актуальні потреби краще рішення.

Сучасний рівень конкуренції на відповідному ринку досить високий. Тому важливо організувати роботу бізнесу максимально ефективно. Тут важливим моментом стає використання якісного торгового обладнання. Від нього залежить, наскільки правильно будуть зберігатися напої і продукти, які пропонуються клієнтам.

Холодильні шафи являють собою камери, які обладнуються для зниження температури особливим випарником. Крім цього в конструкції можуть використовуватися такі елементи, як піддон, полицки і т.д. Рівень зниження температури контролюється за рахунок піддону з віконцями. Сфера використання такої техніки дуже велика. Вона може стати в нагоді в магазинах різних розмірів, в закладах громадського харчування та ін.

Класифікація холодильних шаф

Велика кількість моделей такого обладнання можна знайти на сучасному ринку. Є ряд критеріїв, які можуть використовуватися для класифікації на кілька основних груп. Якщо відштовхуватися від температурного режиму експлуатації, можна виділити такі типи конструкцій:

- Низькотемпературні, які також називаються морозильними. У них рівень температури зазвичай варіюється від 0 до -26 градусів, що дозволяє під конкретний тип замороженої продукції вибрати оптимальний температурний режим.
- Універсальні працюють в межах від -5 до +5 градусів.
- Середньо-температурні забезпечують зберігання в умовах від 0 до +8. Вони також можуть називатися охолоджуючими.

Крім цього для класифікації можуть застосовуватися і інші показники, в тому числі тип фасаду, система відкриття дверей. Шафи можуть оснащуватися глухими дверцятами. Такі моделі зазвичай застосовуються для зберігання напоїв і продуктів, наприклад, на складі кафе, ресторану чи магазину.

Моделі для демонстрації товарів прийнято оснащуватися скляними дверцятами. Вони можуть відрізнятися розмірами, конфігурацією і типом відкривання. Двері бувають орними і розсувними. Перший варіант може використовуватися практично скрізь, де є вільне місце. Другий варіант вважається кращим для приміщень з обмеженою площею.

Крім цього в процесі вибір треба брати до уваги тип продукції, який буде там зберігатися. Що впливає на вартість холодильних шаф? Є безліч чинників, які можуть безпосередньо впливати на вартість торгового обладнання. Варіюватися вона може в різних місцях, через що насамперед треба вибрати перевірену компанію для вдалого вибору за адекватними цінами.

В такому випадку можна розраховувати на оптимальне співвідношення ціни і якості, а також отримання безлічі додаткових переваг. Вартість може залежати від деяких факторів, серед яких можна відзначити декілька найбільш істотних:

1. Розміри виробу. Зазвичай, чим воно більше, тим вище ціна.
2. Тип охолоджуючої системи, потужність компресора.
3. Вид дверей.
4. Призначення.
5. Використовувані у виробництві матеріали.

Кожен фактор відіграє певну роль, що обов'язково треба враховувати в процесі вибору. Бажано уважно до нього підійти, щоб отримати всі необхідні якісні характеристики і функції, але при цьому не переплачувати за параметри, в яких фактично немає ніякої необхідності.

Корпус шафи складається з охолоджуваної камери і машинного відділення.

Корпус шафи – каркас, облицьований зовні листовою сталлю, зсередини листовим алюмінієм. Простір між облицюваннями заповнено теплоізоляцією. Доступ в охолоджувану камеру здійснюється через двері із вмонтованим замком. Для розміщення продуктів всередині охолоджуваної камери встановлені полиці-грати. Температура всередині охолоджуваної камери вимірюється манометричним термо-метром холодильною машиною, що складається з герметичного холодильного агрегату, фільтра-осушувача, ребристо-трубного випарника і дроселюючого пристрою – капілярної трубки.

Всі вузли холодильної машини з'єднані трубопроводами.

Автоматичне керування роботою холодильного агрегату і підтримання заданої температури здійснюються тер-морегулятором.

Відтавання випарника напівавтоматичне, компресор включається автоматично після відтавання, досягнувши заданої температури.

З випарника конденсат стікає по зливальному шлангу в піддон, розташований у машинному відділенні.

Декілька прикладів холодильних шаф :

ХОЛОДИЛЬНА ШАФА ADN 221S WHIRLPOOL



Рис. 5 Холодильна шафа ADN 221S WHIRLPOOL

Холодильна шафа ADN 221S (модернізована версія ADN221/2) виконаний у сірому кольорі корпусу. Сталевий корпус для попередження пошкоджень має антикорозійне покриття. Зручна ручка оновленого дизайну для відкриття скляних дверцят. Рама дверцят алюмінієва. Світлодіодне підсвічування змінило люмінесцентну лампу старої версії.

Для зміни робочої температури камери на дверцятах встановлено цифровий дисплей. Холодильник може використовуватися для зберігання товарів продовольчої групи та напоїв із температурним режимом $+2...+14^{\circ}\text{C}$. Система автоматичного розморожування та автоматичного випаровування вологи.

Достатня місткість холодильника об'ємом 480 л (корисний об'єм 455 л) зручна для невеликих кафе, ресторанів та ін. Продукція розміщується на 5 металевих із пластиковим покриттям полицях (488x490мм). Напрямні для встановлення полиць пластикові. 4 шт. напрямних для полиці. Допустиме навантаження на полицю до 60 кг.

Дверцята з можливістю перенавішування. Мінімальний шум під час роботи холодильника. Фронтальні ніжки із можливістю регулювання. Замок дверцят.

Технічні характеристики :

Кількість полиць - 5 шт.

Об'єм - 480 л

Температура навколишнього середовища - +16 - +32 С

Кількість дверей - 1

Тип розморожування - автоматичний

Термостат - електронний

Потужність - 0.265 кВт

Тип охолодження - вентиляований

Діапазон температур - +2...+14 С

Тип дверей - скляні

Тип- холодильний

ДХШХВ - 600X685X2025 мм

Вага - 90 кг

Холодоагент - R600A

Напруга - 220-240 В

ХОЛОДИЛЬНА ШАФА ДЛЯ ПЛЯШОК SARO GTK 425 0C



Рис. 6 Холодильна шафа для пляшок SARO GTK 425 0C

Модель холодильної шафи GTK 425 0C професійного призначення може встановлюватися в торгових залах, кафе, барах, зонах відпочинку та багатьох інших. У шафі напої швидко охолоджуються до необхідної температури.

Дверцята зі склопакетом дають хороший візуальний доступ для вибору напоїв. Наявність зручної ручки на дверцятах полегшує відкриття холодильника.

Апарат середньої місткості - продукція розміщується на 5 сітках-полицях. Розмір полиці 500x378 мм кожна. Полиці можуть переміщатися по висоті.

Холодильник не схильний до механічного впливу, він зроблений зі сталі, емальованої плити. Внутрішня робоча камера виконана в білому кольорі з пластика. Щоб уникнути попадання теплого повітря в камеру дверцята зачиняються самостійно, їх конструкція зроблена з подвійним склінням.

При необхідності персонал може скористатися замком для замикання дверцят. Подвійне скло на дверцятах попереджає втрати температурних значень всередині камери і більш міцне. Чорна рама дверцят пластикова. Візуальний огляд продукції в камері покращує світлодіодне підсвічування.

У цій моделі система аналогового контролю температурного режиму з термометром. Температурний діапазон камери 0 ... + 10C. Охолодження повітря статичне, з використанням рециркуляційного вентилятора.

Холодоагент в охолодженні - R290.

Шафа на 4 коліщатках, 2 - з гальмом.

Технічні характеристики :

Кількість полиць - 5 шт.

Об'єм – 425 л

Кількість дверей- 1

Потужність - 0.29 кВт

Тип охолодження - статік (з вентилятором)

Діапазон температур - 0 ... + 10 С

Тип дверей - скляні

Тип - холодильний

ДХШХВ - 610X635X1973 мм

Вага – 89 кг

Холодоагент - R290

Напруга - 230 В

МОРОЗИЛЬНА ШАФА SARO GTK 1480



Рис. 7 Морозильна шафа SARO GTK 1480

Модель морозильної шафи GTK 1480 виконана в сучасному дизайнерському виконанні - чорний колір зовнішніх поверхонь і біла внутрішня камера.

Шафа має велику місткість. Продукція для заморожування розміщується на 15 полицях-решітках. Розміри лівих і правих решіток 551x473 мм, центральні решітки 624x473 мм. Положення полиць по висоті змінюється.

Морозильник закривається трьома дверцятами зі склом, які дають візуальний доступ до продукції.

Матеріал виготовлення корпусу емальована сталь, всередині камера виконана з білого пластику. Чорні рами на дверцятах пластикові.

Всередині камера освітлюється світлодіодним підсвічуванням. Підсвічування включається окремо.

Система охолодження всередині морозильника - примусове повітряне охолодження. Холодне повітря рівномірно циркулює по всьому об'єму.

Функція автоматичного розморожування робить обслуговування морозильника зручним для персоналу. Холодоагент в системі R290.

У камері встановлений цифровий контроль температурного режиму. Інтервал робочих температур від -18 до -25 дозволяє здійснювати швидке охолодження і заморожування продуктів в камері.

Подвійне скління на дверцятах сприяє підтримці заданої температури. За потреби дверцята замикаються.

Установка шафи на 8 коліщатах дозволяє переміщати її на стаціонарне місце.

Холодильні кондитерські вітрини :

Красива, приваблива кондитерська вітрина – обладнання, яке гарантовано збільшує обсяги продажів в закладах громадського харчування. За умови грамотного вибору холодильної вітрини і якісного її заповнення витрати на професійну техніку окупляться в найкоротший час. Правильний підбір обладнання приносить масу переваг барам, ресторанам, їдальням, кондитерським і супермаркетам:

- термін реалізації продуктів збільшується при правильному зберіганні в холодильних вітринах;
- привабливість продукції зростає, завдяки ефектному викладенню і вдалому підсвічуванню;
- догляд за кондитерською вітриною дуже простий;

- правильно організований простір дозволяє оптимізувати роботу персоналу тощо.

Тип кондитерської вітрини вибирається за цілою низкою критеріїв, які враховують специфіку діяльності закладу. Але в разі вибору між підлоговими і настільними вітринами все дуже просто – має значення тільки розмір асортименту. Щоб клієнти кондитерської могли гідно оцінити весь значний список десертів, знадобиться габаритне підлогове обладнання з величезною кількістю полиць. Якщо ж десертне меню в кафе або ресторані мінімальне, однієї або декількох настільних вітрин буде цілком достатньо. У них є чимало експлуатаційних переваг:

- компактні розміри;
- максимальна економія простору (в порівнянні зі стаціонарними холодильними вітринами);
- легкість встановлення;
- відмінна ергономіка;
- практичність і мобільність;
- доступна ціна;
- широкий асортимент моделей, що відрізняються колірними рішеннями, довжиною, формою, комплектацією, обробкою і підсвічуванням.

Декілька прикладів холодильних кондитерських вітрин:

ВІТРИНА КОНДИТЕРСЬКА KAMELEO 1.3W



Рис. 8 Вітрина кондитерська KAMELEO 1.3W

Дерев'яна обробка корпусу - можливість вибору кольору (шаблон IGLOO) Бічні панелі з дерева - можливість вибору кольору (шаблон IGLOO) Ізоляція з екологічною плівки з пінополіуретану Внутрішній стелаж - колір золото

Скляні полиці з регуляцією висоти і кута нахилу Нижня полиця з дерева - можливість вибору кольору (шаблон IGLOO) Підсвічування для кожної полиці Задні двері розкриваються зі склопакетом Регульовані ніжки для установки обладнання

Технічні характеристики :

Діапазон температур- +5 ... + 15 С

ДХШХВ - 1405X960X1360 + 10 мм

Кількість полиць - 3 шт

Тип охолодження - ERR:512

Тип скла - гнуче

Виконання - підлогове

Добове споживання електроенергії - 10.6 кВт / год

Температура навколишнього середовища - С ERR:512

Об'єм - 715 л

Вага - 220 кг

Напруга – 220 В

ВІТРИНА КОНДИТЕРСЬКА INNOVA 100.140



Рис. 9 Вітрина кондитерська INNOVA 100.140

Холодильна вітрина INNOVA 100.140 - обладнання польського бренду IGLOO для зберігання і експозиції кондитерських виробів різних видів - пироги, торти, тістечка і ін. Вітрина має стильний вигляд і зробить затишним інтер'єр будь-якого закладу. Можливе розміщення холодильної вітрини в комбінації з іншим обладнанням або окремо. Особливістю представленої моделі є можливість вибрати колір для таких панелей корпусу вітрини: зовнішні дерев'яні елементи (палітра IGLOO), верхня стільниця (палітра IGLOO) і внутрішній стелаж, пофарбований порошковим методом (палітра IGLOO). Чорний колір корпусу на зовнішніх фронтальної і бокових поверхнях вдало підкреслює сучасний вигляд вітрини. Компанія IGLOO впровадила також нову конструкцію вітрини: у ній висувається фронтальна панель. Ця панель закривається електромагнітним замком. Кондитерські вироби викладається на три скляних полиці, які роблять продукт ще доступнішим для огляду. Загальна площа полиць 1,8 м². На полицях влаштоване також додаткове освітлення. Нижня полиця в вітрині зроблена з нержавіючої сталі, може також бути використана для демонстрації товару. Конструкція внутрішнього стелажа зроблена з можливістю вибору висоти установки полиць і кута нахилу. Склопакети, розміщені з усіх боків вітрини, виконані з аргоновим наповнювачем. Управління в холодильній вітрині електронне. На електронному дисплеї проводиться вибір температури і відображаються поточні значення. Холодильник має систему динамічного охолодження, автоматичне відтавання і випаровування конденсату. Використовуваний холодоагент - R290, компресор в апараті вбудований. При забрудненні конденсатора або зупинці вентилятора звучить спеціальний звуковий сигнал.

У цій моделі температурний режим можливий в межах +2 - +15 С. Така температура підходить для зберігання продукції різних видів - як кондитерських, так і інших виробів - фаст-фуду і гастрономії. Розташовані на задній панелі дверцята зручні для викладення товару і очищення холодильної вітрини.

Технічні характеристики :

Діапазон температур - +2- +15 С

ДХШХВ - 1000X850X1400 мм

Потужність - 0.727 кВт

Обертання полиць - немає

Кількість полиць – 3 шт

Тип охолодження - динамічне

Тип скла - пряме

Виконання - підлогове

Добове споживання електроенергії - 7.7 кВт/год

Об'єм - 582 л

Напруга – 230 В

2. **Можливі заходи з енергозбереження холоду**

Штучний холод – це технології, що приносять величезну користь людству в багатьох галузях, у тому числі, у зберіганні харчових продуктів, контролі якості повітря в приміщенні, скрапленні газу, керуванні виробничим процесом, виробництві харчових продуктів і напоїв і охолодженні комп'ютерів. Без штучного холоду було б неможливе сучасне життя. Тільки на включення в роботу холодильних установок і систем кондиціонування повітря затрачається 15% світових запасів електроенергії. Неефективне використання енергії завдає шкоди коштовним ресурсам, сприяє глобальному потеплінню.

Реальні енергетичні витрати на виробництво 1000 кДж холоду і питомі витрати холоду на одиницю продукції залежить від рівня проектно- го рішення у виборі охолоджувальної системи; якості та морального зносу обладнання; підтримки нормативних режимів експлуатації та технічного обслуговування об'єктів холодильного господарства. Нині, у зв'язку з високим рівнем морального і фізичного зносу обладнання і браком інвестицій для його модернізації і відновлення, а також у зв'язку з погіршенням професіональної підготовки обслуговуючого персоналу, енергоспоживання охолоджувальних систем в середньому на 20% перевищує показники, які передбачено існуючими нормативами . Такі нераціональні витрати енергії призводять до кризової ситуації в економіці через те, що перевитрата енергії робить вітчизняну продукцію неконкурентоспроможною. Тому стимулювання ефективності використання енергії є важним чинником, який сприятиме зменшенню платіжного балансу і підвищенню конкурентоспроможності вітчизняної промисловості на міжнародному ринку. Стратегія вирішення енергетичних проблем в Україні містить ряд важливих напрямків:

- забезпечення надійності енергопостачання;
- формування політики цін;
- забезпечення вимог до захисту навколишнього середовища;
- забезпечення ефективності використання енергії.

На хвилі російсько-української газової кризи експерти, як у самій Україні, так і за її межами, усе більше стали говорити про значення енергозбереження, якого в нашій

країні фактично немає. Але ж воно нам потрібно, по-перше, по насущних причинах, ілюстрованим недавньою кризою. Так на початку 2006 року через холоди спалили на 600 млн. кубометрів газу більше, ніж передбачалося за планом - про що заявив міністр палива й енергетики. По-друге, введення методів сучасного енергозбереження потрібно причинами “іміджевого” роду. Наприклад, британський посол в Україні сказав: “Економія такого зайвого використання енергії буде вигідно й для економіки, і для навколишнього середовища, що наблизить Україну до європейських стандартів”. А ми, як відомо, прагнемо до євроатлантичної інтеграції.

Мінімум на 10% хоче президент Віктор Ющенко зменшити споживання енергії в нинішньому році. Однак, як вважають аналітики, ясної політики в цьому питанні немає. Уважається, що в Україні на одиницю внутрішнього валового продукту витрачається значно більше енергії, чим потрібно. Експерт із проблем нафтогазового будівництва Євгеній Храбров вважає, що в країні дотепер немає явної програми енергозбереження: “Звичайно, можна вирішувати вольовим способом – на 10% менше споживати. І на стільки ж менше почати поставляти. У нас не існує механізму настроювання економіки на енергозберігаючі технології, хоча самі ж технології є”. І таких висловлень безліч.

Аналітики вважають, що впровадити енергозберігаючі технології можна й без іноземних інвестицій – українські гроші з’являться, як тільки стане ясною вигода від їхнього вкладення в такі технології. Однак, навіщо це робити нашим бізнесменам, коли можна одержувати скажені дивіденди на поставках газу, оплачуючи їх працею простих громадян, яких вони так люблять. Напевно, тому й люблять.

На думку експертів, необхідно більше чотирьох років на те, щоб енергозберігаюча програма почала приносити реально відчутні результати.

Поки ж заводи й квартири опалюються, як у радянські роки - так, начебто енергія не коштує нічого, а парниковий ефект існує тільки в головах вчених.

Інший аспект – морально-етичний. Наше марно втратне ставлення до енергетичних і матеріальних ресурсів багато в чому викликане ставленням до природи та її багатства як до чогось такого, що призначене задовольняти наші потреби і примхи. Ніяка

економія ресурсів і енергії не допоможе якщо людина не усвідомить необхідність самообмеження матеріальних потреб і натомість задоволення потреб духовних, запитів, гідних імені гомо сапієнс. Коли видатного астронома, вченого і мудреця В.А. Амбарцумяна якийсь недобррозичливець запитав на лекції: “А для чого взагалі потрібна ваша астрономія?” той відповів спокійно: “Людина відрізняється від свині тим, що інколи піднімає голову вгору й дивиться на зорі”.

Підвищення енергетичної ефективності холодильних установок - завдання не занадто важке, однак корисне й необхідне для збереження навколишнього середовища. Його можна вирішувати без значних капіталовкладень. Треба лише навести порядок у “будинку”. Розглянемо, насамперед, основні принципи зниження енерговитрат, які лежать на поверхні питання. Вони були розглянуті на 21 Міжнародному конгресі по холоду у Вашингтоні в серпні 2003 року .

Створення штучного холоду є наукою про те, як направити тепловий потік “у гірку”, тобто від низьких температур до високих. Холодильна установка відводить тепло з охолоджуваної речовини (холодний резервуар) і віддає його в навколишнє середовище при більшій високій температурі (гарячий резервуар). Цей процес аналогічний подачі води в піднятий резервуар для її зберігання. Величина споживання енергії холодильником, грубо говорячи, пропорційна швидкості відводу тепла (кількості нагніченої води) і підйому температури на висоту, до якої накачується вода, через що зростає тепловиділення в навколишнє середовище.

Енергетична ефективність холодильних установок, як правило, виражається коефіцієнтом корисної дії (ККД), що є відношенням потужності відводу тепла до потужності споживаної енергії.

Яким би не був тип використовуваної холодильної установки, основним фундаментальним принципом є зниження величини тепла, що відводиться, і збереження найменшої різниці між T_k (температурою конденсації) і T_0 (температурою випару).

Мінімізація величини тепла, що відводиться, здійснюється за допомогою теплоізоляції холодильної камери, низькотемпературних частин холодильної

установки, мінімізації інфільтрації навколишнього повітря (наприклад, відкриття дверей і витік) і при зниженні споживання енергії допоміжним устаткуванням, використовуваним при одержанні штучного холоду (наприклад, вентилятори, підйомники). Зниження $T_k - T_0$ здійснюється збільшенням коефіцієнтів теплопередачі в конденсаторі й випарнику до максимуму й мінімізацією втрат тиску холодоагенту в усмоктувальних і відвідних трубах.

На сьогоднішній день, на жаль, доводиться визнати, що впровадження енергозберігаючих технологій в Україні відбувається із труднощами. А, вірніше, зовсім не відбувається. Не зважаючи на це, в Україні є компанії які останнім часом проявляють значний інтерес до різних систем енергозбереження в галузі холодильної техніки.

Компанія “Данфосс”, що протягом багатьох років працює у галузі енергозбереження, має пропозиції що до цього питання . Розглянемо ці пропозиції, які перегукуються з матеріалами 17 - го інформаційного випуску Бюлетеня Міжнародного Інституту Холоду.

Сьогодні компанія “Данфосс” пропонує комплексне рішення, що дозволяє домогтися сумарної економії електроенергії близько 30%.

Така економія досягається за рахунок застосування цілого комплексу енергозберігаючих заходів:

- оптимізації тисків усмоктування й конденсації;
- електронних розширювальних вентилів;
- використання частотних перетворювачів для керування вентиляторами конденсатора;
- пульсуючого контролю кантового підігріву;
- режимів роботи день-ніч;
- відтайки по необхідності.

Розглянемо докладніше вищенаведені технічні рішення.

Чим нижче потрібно одержати температуру у середині холодильника, тим більше споживається енергії. Крім цього, чим вище температура охолодження

використовується в конденсаторі для витиснення тепла, тим більше споживається енергії. У середньому при підвищенні температури у випарнику на 1 0C зберігається 3% енергії. Це означає, що випар при – 30 0C замість випару при – 39 0C дозволяє зберегти 27% витрат. Конденсація при температурі на 1 0C нижче зберігає також 3% енергії. Таким чином, за рахунок установаження максимально можливої температури (тиску) випару й мінімально можливої температури конденсації можна досягти значного заощадження енергії.

При проектуванні системи продуктивність центральних холодильних машин підбирається для найгірших умов роботи: найбільш високої температури зовнішнього повітря, можливості завантаження теплих продуктів, відкриття дверей камер на час більше, ніж розрахункове. Але навантаження на реальну систему протягом 98% часу нижче розрахункової, тому що температура повітря більшу частину року нижче максимальної, а вночі й у вихідні:

- відключається висвітлення;
- закриваються нічні шторки на торговельному встаткуванні;
- закриваються камери;
- не виробляється завантаження-вивантаження товару;
- відсутні відвідувачі.

Внаслідок цього вночі навантаження може становити менш 50% розрахункового.

Більше низька температура зовнішнього повітря в нічний час, а також цілодобово в холодну пору року приводить до зниження навантаження на систему, що дозволяє понизити тиск конденсації й збільшити тиск усмоктування, що приводить до збільшення холодопродуктивності та збільшенню холодильного коефіцієнта системи в цілому.

Необхідно знижувати інтенсивність інфільтрації за допомогою установки дверей, які швидко закриваються, і гумових смужок, що вільно звіщуються, на тих дверях, які доводиться відкривати часто. Такі міри дозволяють у два рази скоротити витрата холоду в морозилках, при цьому має місце додаткова перевага, - знижується проникнення вологи, і відповідно частота циклів розморожування.

Функція оптимізації тиску усмоктування реалізується за допомогою централізованої системи контролю й керування. Вона працює в такий спосіб: центральний інтерфейсний модуль одержує з контролерів випарників інформацію про температури в охолоджуваних об'єктах. Якщо температура у всіх контролерах близька до уставки, центральний модуль дає сигнал на збільшення тиску усмоктування. Коли контролер випарника дає сигнал про перевищення температурою критичного значення, центральний модуль дає сигнал на зниження тиску усмоктування.

Комплексна оптимізація дозволяє досягти істотного збільшення ефективності установки. Пари газу, що нагнітаються у холодильних машинах, мають високу температуру, і теплота їх є “непридатною”, або інакше кажучи, “безкоштовною”. У більшості випадків вона викидається в навколишнє середовище й ніяк не використовується. Компанія “Данфосс” пропонує сучасні системи утилізації теплоти конденсації.

Один із заходів утилізації – застосування повітряного теплообмінника з відцентровими вентиляторами й системи повітроводів. Використовують таке рішення для повітряного опалення приміщень теплотою конденсації. Великий інтерес представляє нагрівання теплоносія гарячою парою холодоагенту в додатковому теплообміннику. Такий спосіб застосовують для організації гарячого водопостачання - холодна вода підігрівається до температури 55-60 0C и використовується для технічних потреб. У цьому випадку використовується тільки теплота перегріву, що становить близько 15 % всієї теплоти конденсації.

Ефективність різних енергозберігаючих заходів:

- збільшення уставки температури у ночі до 4%
- відтайка по необхідності до 5%
- пульсуюча робота вентиляторів випарника до 3%
- пульсуюча робота підігріву до 10%
- електронні РВ до 10%
- змінний тиск конденсації до 10%
- ефективне витрачання енергії - основа всіх економічних процесів, розрахованих на значну перспективу.

- оптимізація тиску всмоктування до 20%

Ще один варіант – це нагрівання води, що йде на підживлення котельні: холодна вода з водопроводу спочатку нагрівається до певної температури теплотою конденсації, а потім догрівається до необхідної температури в котельні. У цьому випадку є можливість одержати кінцеву температуру води з найбільшим потенціалом.

Для одержання стабільного підігріву теплоносія теплом конденсації необхідний постійний тепло-приплив, тобто коефіцієнт робочого часу компресорів повинен бути якнайвище. Це забезпечують холодильні системи в супермаркетах, холодильні машини швидко-морозильних апаратів і т.д. У протилежному випадку виходом з положення може стати бак - акумулятор.

Близько 40% енергії, споживаної супермаркетами, витрачаються відкритим холодильним обладнанням. Різниця температури повітря в приміщенні (близько 21 ° С) і всередині холодильного обладнання (від 0 ° С до + 8 ° С) настільки велика, що для її підтримки необхідно дуже багато енергії. Встановивши на холодильне обладнання кришки або дверцята, можна добитися значної економії. Це ефективний метод скоротити витрати енергії в підприємствах торгівлі продуктами харчування (дослідження Кауффель-да, університет Карлсруе, 2007 р).

З метою зменшення витрати енергоресурсів, а саме, електроенергії споживаної холодильними установками планується встановлення скляних дверей на холодильні гірки-регали. При встановленні дверей споживання «холоду» скорочується мінімум на 40%, що призводить до скорочення витрати електроенергії холодильної установки на аналогічний або більший %. Саме в енергозбереженні холоду в торговельному обладнанні, як лідер себе зарекомендувала компанія REMIS, яка займається виготовленням скло-модульних конструкцій для холодильних вітрин та шаф.

Скло-модульні конструкції на 50% знижують витрати на електропостачання

Втрати енергії обумовлені головним чином конвекцією (рухом теплого повітря) та випромінюванням. Звичайне скло може лише скоротити конвекцію. REMIS використовує у своїх конструкціях спеціальне тепло-ізолююче скло, яке скорочує втрати від випромінювання на 80 відсотків у порівнянні зі звичайним склом.

На внутрішній бік скла нанесено тонке напилення. Цей шар відбиває теплове випромінювання, що проникає з приміщення, як дзеркало. У будівельній галузі так звані покриття Lowe для теплоізоляційного скла випробувані вже давно. REMIS було розроблено технологію їх застосування у холодильному устаткуванні, що дозволяє на 50 або менше відсотків скоротити витрати на постачання холодильного та морозильного обладнання енергією.

Аналіз енергетичних витрат для окремих продовольчих магазинів показав навіть вищі значення.

Морозильні острови та пристінні холодильні гірки

Закриваючі конструкції для вітрин та гірок відрізняються як за своїм пристроєм, так і по енергоефективності. У розділі каталогу, присвяченому опису продукції, наведено докладніші відомості. Особливо багато енергії в обох випадках витрачається при регулярному розморожування. При використанні закритого холодильного обладнання енергоспоживання скорочується до коефіцієнта 7. Холодильне обладнання, дооснащене кришками та дверцятами, має бути адаптоване, щоб забезпечити оптимальний рівень економії. В даному випадку досвід, накопичений за 40 років роботи на ринку холодильного обладнання, є особливо корисним.

Скло-модульні конструкції, що закривають холодильні вітрини, дозволяють заощаджувати до 45% енергії.

Скло-модульні конструкції, що закривають холодильні гірки, дозволяють заощаджувати до 50% енергії.

50% економія енергії = захист від змін клімату

Охорона клімату економічно вигідна. Внести активний внесок у захист від змін клімату ніколи не було так просто – для цього достатньо встановити скло-модулі та двері на холодильне обладнання: викид діоксиду вуглецю на кожну холодильну вітрину завдовжки 7,50 м скорочується на 10 т. На енергопостачання холодильного обладнання доводиться близько 40 відсотків викидів вуглекислого газу в атмосферу, зумовлену споживанням електроенергії у торгових підприємствах.

Такі інвестиції в охорону клімату не лише сприятливо позначаться на вашому іміджі, але й вигідні з економічного погляду. Завдяки скороченню витрат на електропостачання встановлення скляних конструкцій, що закривають на холодильне обладнання окупаються протягом двох років. Простіше справді не буває!

Атмосфера у супермаркеті

Охолоджуйте товари, а чи не відвідувачів.

Якщо холод залишається всередині вітрини, перебування в супермаркеті стає для клієнта набагато приємнішим, і він затримується у магазині довше.

Крім того, дослідження підтверджують, що споживачі все більше враховують при покупках екологічні аспекти. Вони воліють закриті холодильні вітрини, тому що не залишають відкритим холодильник у себе вдома. Закривають скляні конструкції REMIS явно сигналізують про те, що ваше підприємство робить свій внесок у скорочення викидів парникових газів.

Економічне охолодження

Окрім економії енергії, скорочення теплового впливу на 80 відсотків має й інші економічні переваги:

- Збільшення терміну придатності продуктів
- радикально скорочується частота розморожувань
- зменшення холодопродуктивності, що веде до зменшення сум в оплачуваних вами рахунках за електропостачання
- менше циклів увімкнення холодильної установки, що відповідно зменшує емісію шуму та знос
- при перебоях в електропостачанні безпека продуктів забезпечується довше

Особливо багато енергії витрачається при регулярному розморожуванні. При використанні відкритих холодильних вітрин розморожування випарника потрібно виконувати три-чотири рази в день. За наявності скло-модуля - це число зменшується

в сім разів до двох-трьох відтаювань на тиждень, якщо одночасно буде зроблена адаптація системи холодо-постачання.

Максимальний захист продуктів та гарантія свіжості

Закриті холодильники забезпечують підвищений рівень гігієни. У них повністю дотримуються задані значення температури та вимоги європейських розпоряджень НАССР, в тому числі і в спекотну погоду влітку. Поліпшена характеристика підтримання заданої температури у всьому продукті, що заповнюється просторі запобігає відтаванню та повторному заморожуванню.

Кришки і конструкції, що розкриваються, також захищають від вологи, пилу, комах, випадіння інею та утворення конденсату.

Хороші кліматичні умови для споживачів та навколишнього середовища

Стандартна холодильна вітрина довжиною 7,5 м дозволяє зменшити емісію CO₂ на 10 тон на рік, і покупці, звичайно ж, оцінять такий екологічно правильний підхід. Споживачі позитивно реагують на підприємства, які не обходять своєю увагою тему захисту довкілля.

Також в енергозбереженні холоду, користуються попитом нічні штори для холодильних вітрин та шаф

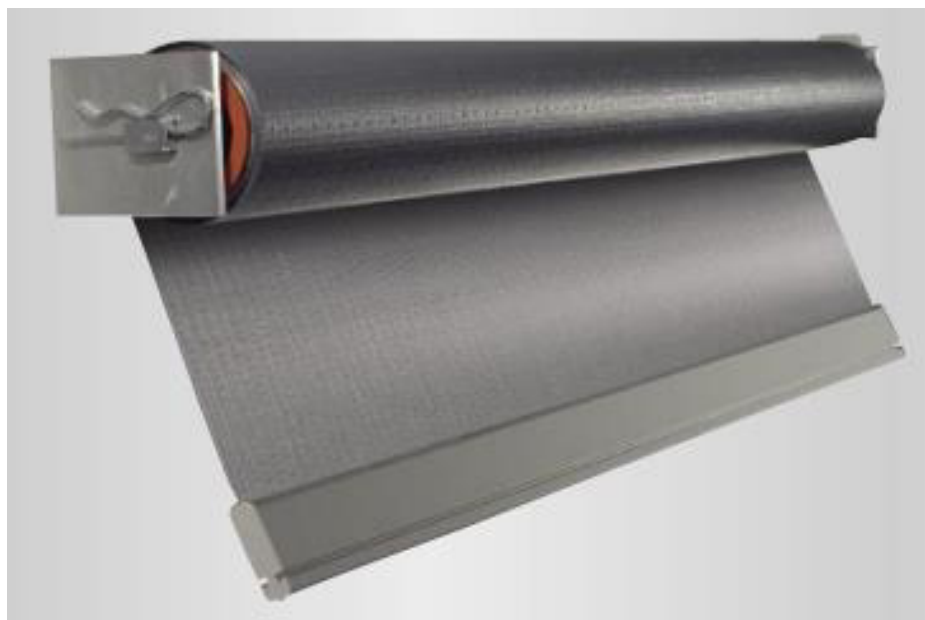


Рис. 10 Нічні штори з електроприводом REMIGARD E-Anlagen

Нічні штори з електроприводом REMIgard E-Anlagen оснащені вбудованим електромотором, що дозволяє автоматично опускати та піднімати штори. Один двигун дозволяє обслуговувати гірки завдовжки до 18,75 метрів. Вмикання двигуна здійснюється вручну, автоматично чи централізовано.

Штори виготовлені з холодостійкого нервової поліестрової тканини. Алюмінієве напилення сприяє відображенню холоду всередину та тепла назовні.

Переваги:

- скорочення обслуговуючого персоналу
- економія енергії до 37%
- короткий амортизаційний час
- просте дооснащення

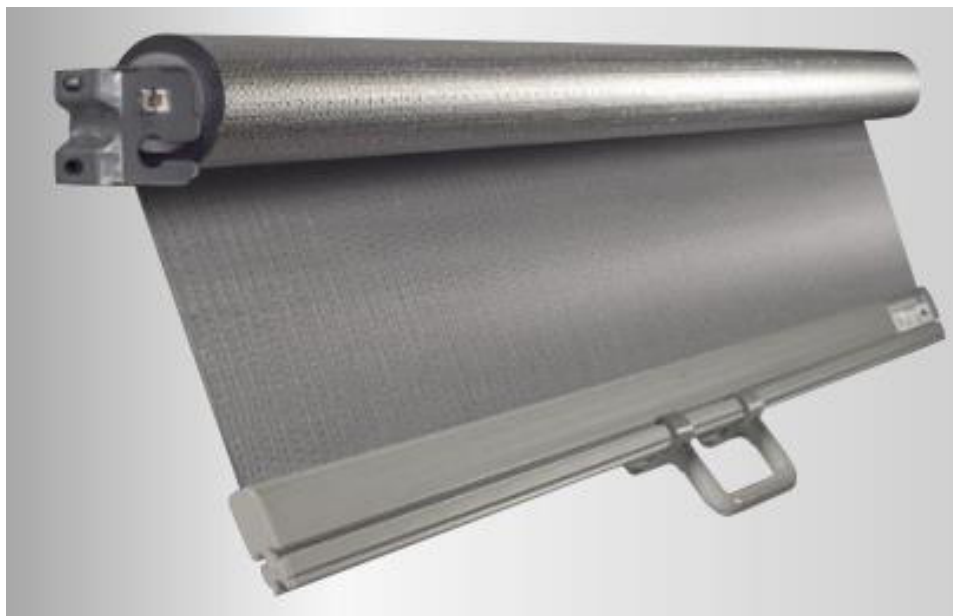


Рис. 11 Звичайні нічні штори

Звичайні нічні штори

Для економії електроенергії після закриття магазину, в нічний час, вихідні та святкові дні, а також для запобігання псуванню продуктів при відключення електроенергії та в екстремально спекотні дні, холодильні шафи повинні бути

укомплектовані термо-ізолюючими шторами REMIgard. Фірмові нічні штори від REMIC

- REMIgard Handrollo: ручне керування, проста дооснащення та обслуговування. Штори виготовлені з холодостійкого нервується поліестрової тканини. Алюмінієве напилення сприяє відображенню холоду всередину та тепла назовні та запобігає утворенню конденсату на поверхні штори.

Переваги:

- економія енергії до 37%
- висока якість
- простий монтаж
- легкість обслуговування
- швидка амортизація



Рис. 12 Нічні штори в касеті

Нічні штори в касеті

Витрати на енергію у супермаркетах суттєво впливають на загальний баланс видатків.

Фірма Реміс розробила спеціальні касети для різних меблів. Стандартна касета сучасного дизайну найкраще підходить для монтажу на здвоєних островах. Касета 50x50 призначена для монтажу в шафах. Спеціально для вітрин розроблено касета БТ. Усі штори придатні для встановлення охолодження та глибокого заморожування продуктів.

Переваги:

- зменшення витрат на енергію до 25%
- найпростіший монтаж
- зручне обслуговування
- короткий час амортизації
- можливість дооснащення
- підвищення безпеки товарів

3. Аналіз ринку енергозберігаючих дверей на торговельне холодильне обладнання

Холодильне обладнання – важлива частина харчового бізнесу. Щоб вести успішний продовольчий бізнес, чи то невеликий ресторан, великий магазин чи готель, якісне холодильне обладнання є ключем до збереження смаку та свіжості продуктів. У багатьох місцях холодильні двері використовуються для зберігання таких продуктів як м'ясо і т. д., при найнижчих температурах.

Енергозберігаючі холодильні двері є одним із найважливіших пристроїв. Вітрини та шафи постачаються з різними типами дверей. Є вітрини різних розмірів. Різні розміри можна виміряти приблизно залежно від кількості дверей, які він має. Є вітрини з одними дверима, з подвійними дверима, а також з потрійними дверима. Холодильні камери мають скляні двері та металеві двері.

Найчастіше використовуються скляні двері. Їх простіше використовувати, оскільки всі предмети, що у камері, видно зовні, що полегшує покупцям пошук потрібних предметів. Легше утримувати вітрини в чистоті та порядку, якщо вони мають скляні дверцята, тому що ви можете бачити, які предмети потрібно утилізувати, а які залишити.

Вони також хороші для бізнесу, оскільки вони більш міцні та довговічні. Найкраще використовувати розсувні скляні двері, оскільки вони підвищують ефективність холодильної камери. Завдяки цьому температура залишається постійною, а оскільки двері не відчиняються знову і знову, холод залишається всередині. Це також знижує витрати енергії на холодильне обладнання, оскільки вони не споживають багато енергії для досягнення бажаної температури.

Ці двері економічно вигідні, тому власники бізнесу віддають перевагу їм.

Коли справа доходить до встановлення дверей холодильника для відкриття шаф, це значно допомагає знизити втрати повітря приблизно на 60-80 відсотків, що в кінцевому підсумку призводить до значної економії енергії. Ви просто знижуєте навантаження за допомогою модернізованих дверей, встановлених у ваших холодильних шафах, що згодом призводить до економії енергії в системі. Більшість продовольчих роздрібних

точок використовують енергоємні додатки, наприклад, типовий супермаркет споживає від 2 до 3 мільйонів кВт на рік, і, без сумніву, це холодильне обладнання є найбільшим споживачем, що становить близько 50 відсотків загального обсягу споживаної енергії.

Коли справа доходить до роздрібною торгівлі, часте відчинення дверей призводить до витоку холодного повітря, що в кінцевому підсумку призводить до збільшення споживання енергії, оскільки пристрою потрібна додаткова енергія для охолодження та підігріву навколишнього середовища. У більшості роздрібних магазинів майже 50 відсотків вітрин відкриті, і, зрештою, роздрібні торговці оплачують великі рахунки за електроенергію. Ви один із них? Тоді не витрачайте свій час та встановіть дверцята холодильника на свої прилади вже сьогодні та значно заощадіть на витратах на електроенергію.

Дуже добре себе зарекомендували енергозберігаючі двері від фірми Bentcam.

Більше 6000 магазинів у всьому світі використовують продукцію Bentcam. Компанія виробляє холодильні енергозберігаючі двері для пристінних холодильних гірок та скляні кришки для середньо- та низькотемпературних бонет.

Двері та кришки Bentcam встановлюються на вітрини, гірки та бонети будь-якого виробника і, що важливо, їх можна монтувати не тільки на нове обладнання, а й модернізувати вже запущене в експлуатацію. Використання цієї технології дає до 65% економії всієї споживаної магазином енергії.

ENVIFROST

Середньо-, низькотемпературні рами та скляні двері.

Скляні двері підходять для всіх типів холодильних приміщень та низькотемпературних вітрин. Застосовуються у вертикальних морозильних шафах.

Двері використовують спеціалізоване, а саме енергозберігаюче Low-e скло з газовим наповненням. Освітлювальні опції включають T8, LEDTUBE та LED.

Конструкції були протестовані з погляду енергоефективності та довговічності, щоб бути ідеальним рішенням у холодильних застосуваннях.

Завдяки перевіреному шарнірному механізму та системі ізоляції він забезпечує низьке енергоспоживання та надійну роботу, розраховану на тривале використання.

Envifrost Zeroedge

Zeroedge забезпечує ідеальний та привабливий огляд завдяки повністю зашкльоненим дверям без рамки. Потрійне скління.

Envifrost Negative

Потрійне скління



Рис. 13 **Envifrost Negative**

Envifrost Pozitive

Подвійне скління

Envifrost Energy Free

Покриття плівкою із захистом від запотівання, пасивне потрійне скління.



Рис. 14 Покриття плівкою із захистом від запотівання, пасивне потрійне скління.

ENVIFIT

Система тонких дверей (скляні двері з системою петель*)



Рис. 15 Система тонких дверей

Система є додатком для модернізації шаф, багатоярусних, комбінованих і островних камер. Воно спрямоване на зниження енергоспоживання холодильної шафи; тонкі рами або безрамні конструкції забезпечують максимальну видимість продуктів. Може застосовуватись до всіх видів шаф. Система доступна $> 0^{\circ}\text{C}$.

Функціональний дизайн та міцна система петель забезпечують надійність та високу продуктивність на довгі роки.

Всі наші продукти можуть бути розроблені відповідно до побажань клієнта. OEM рішення доступні на запит.

Envifit Slim

Скляні двері USlim призначені для вертикальних плюсових шаф та холодильних камер.



Рис. 16 Скляні двері USlim

Envifit Slim є однією з найтонших дво-панельних навісних дверей, що існують на ринку. Має привабливий дизайн із мінімальними відкритими профілями, що забезпечують максимальну видимість.

На додаток, подвійні регулювання дверей з усіх чотирьох кутів дозволяють акуратно та елегантно їх монтувати та зберегти привабливе функціонування вітрин.

Нове покоління дверей із загартованого скла дозволяє зменшити споживання енергії на 60% (низкоемісійне скло, аргон, спеціальна ізоляційна технологія).

Envifit Slim Vision



Рис. 17 Нове покоління дверей **Envifit Slim Vision**

Система призначена для вертикальних плюсових шаф та холодильних камер. Подвійне скління загартоване.

З новим поколінням дверей із загартованого скла та прозорими кріпленнями можна забезпечити 65% економії енергії (низькоемісійне скло, аргон, ізоляційна спеціальна дистанційна технологія).

SLIDING DOOR SYSTEM

Система розсувних дверей

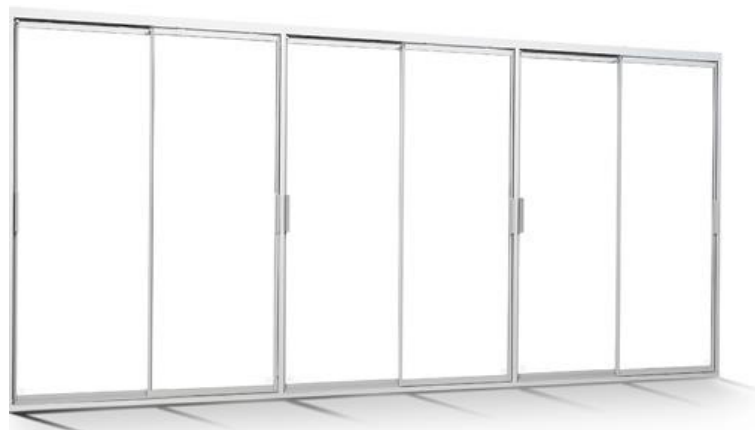


Рис. 18 Система розсувних дверей

Ваш партнер у рішеннях із сучасним дизайном та максимальним оглядом. Система призначена для вертикальних плюсових шаф та холодильних камер.

SEMISLIDE SEMI MULTIDECK CURVED SLIDING SYSTEM



Рис. 19 Розсувні двері SEMISLIDE SEMI MULTIDECK CURVED SLIDING SYSTEM.

Розсувні двері для плюсових холодильних напіввітрин похилого типу.

Ваш партнер у рішеннях із сучасним дизайном та максимальним оглядом.

ENVIONE

Система одинарних скляних дверей



Рис. 20 Система одинарних скляних дверей ENVIONE

Envione Gravity

Працюючи при плюсових температурах, серія Envione була розроблена для вітрин і холодильних камер з розмірами, що варіюються. Завдяки її функціональному дизайну та довговічній системі петель забезпечується надійна робота на довгі роки.

ISLANDFROST

Розсувне обладнання

Скло-модулі з напрямком зсуву "вперед-назад" для низькотемпературних холодильних вітрин.

Slide System



Рис. 21 Висувна кришка **Slide System**

Висувна кришка для низькотемпературних (-25°C) комбінованих шаф та холодильних островів. Ці шафи можуть бути мультиплексованими та виконані повністю з урахуванням потреб замовника.

Push System

Кришка з напрямком зсуву вперед-назад для низькотемпературних (-25°C) комбінованих шаф і холодильних островів. Ці шафи можуть бути мультиплексованими та виконані повністю з урахуванням потреб замовника.



Рис. 22 Кришка з напрямком зсуву вперед-назад **Push System**

Але лідером ринку є компанія REMIS. Вже давно на всіх основних ринках REMIS застосовує найсучасніші технології виробництва та комунікації. 500 співробітників по всьому світу працюють на REMIS, близько 440 з них - у Кельні та Епі в Німеччині. Наймолодший "член сім'ї" - REMIS AMERICA, LLC, спільне підприємство з Dehco, Inc., Індіана.

Фірма REMIS вже 40 років працює в області холодильного обладнання та має всі необхідними знаннями про технології холодильного обладнання будь-якого відомого виробника. Ми постачаємо виготовлені з урахуванням усіх розмірів скло-модульної конструкції для холодильників будь-якого типу. Після їх встановлення фахівці REMIS виконують оптимальне регулювання системи охолодження з урахуванням нових умов. Це дозволить отримати максимальну економію енергії.

Аналіз даних, отриманих за системою віддаленого моніторингу, показав високу енергоефективність від монтажу системи REMIS. Термін окупності виявився в межах від 1,5 до 3 років залежно від умов експлуатації та вартості електроенергії. При цьому слід зазначити, що зниження продажу товару не відбулося, а висока якість німецьких дверей REMIS дозволяє експлуатувати це обладнання навіть у гіпермаркетах з великою прохідністю без будь-яких поломок.

Основні переваги використання скло-модулів REMIS (крім енергозбереження):

- Якість зберігання продукції:

У холодильних гірках, обладнаних скляними дверима, створюється більш точний температурний режим, оскільки при циркуляції повітря в закритому обсязі зменшується різниця температури в різних точках обладнання. Різниця температури всередині закритого об'єму не перевищує 2-3 градусів, тоді як у відкритій холодильній вітрині вона може досягати близько 5-7 градусів (до - 2 градусів біля задньої стінки і до + 5 градусів переднього краю нижньої полиці). Таким чином, покращуються умови зберігання товару в устаткуванні, що позначається на скороченні втрат на списання.

- мікроклімат у приміщенні торгового залу:

За рахунок встановлення скло-модулів зменшується кількість холоду, що надходить від холодильного обладнання до торгової зали. В результаті температура біля холодильного обладнання стає більш комфортною для покупців, знижуються витрати на опалення торгового залу.

Вплив на холодильні установки:

Встановлення скляних дверей на холодильні гірки дозволяє знизити навантаження на холодильні агрегати, що особливо важливо в літній період, коли внаслідок роботи холодильних установок з високим тиском конденсації можлива нестача холодопродуктивності встановленого обладнання. Зниження навантаження на холодильні машини також дозволяє збільшити термін служби. Зниження ризику випадання конденсату на внутрішніх поверхнях обладнання: Скляні двері зменшують кількість теплого повітря, що надходить усередину обладнання, таким чином знижується ризик утворення конденсату на задніх стінках та полицях холодильних гірок при підвищеній вологості у торговому залі.

Хороші кліматичні умови для споживачів та навколишнього середовища.

Стандартна холодильна вітрина довжиною 7,5 м дозволяє зменшити емісію CO₂ на 10 тон на рік, і покупці, звичайно ж, оцінять такий екологічно правильний підхід. Споживачі позитивно реагують на підприємства, які не

обходять своєю увагою тему захисту довкілля.

Максимальний захист продуктів та гарантія свіжості

Закриті холодильники забезпечують підвищений рівень гігієни. У них повністю дотримуються задані значення температури та вимоги європейських розпоряджень НАССР, в тому числі і в спекотну погоду влітку. Поліпшена характеристика підтримання заданої температури у всьому продукті, що заповнюється просторі запобігає відтаванню та повторному заморожуванню. Кришки і конструкції, що розкриваються, також захищають від вологи, пилу, комах, випадіння інею та утворення конденсату.

Економічне охолодження

Окрім економії енергії, скорочення теплового впливу на 80 відсотків має й інші економічні переваги:

- Збільшення терміну придатності продуктів
- радикально скорочується частота розморожувань
- зменшення холодопродуктивності, що веде до зменшення сум в оплачуваних вами рахунках за електропостачання
- менше циклів увімкнення холодильної установки, що відповідно зменшує емісію шуму та знос
- при перебоях в електропостачанні безпека продуктів забезпечується довше

Особливо багато енергії витрачається при регулярному розморожуванні. При використанні відкритих холодильних вітрин розморожування випарника потрібно виконувати три-чотири рази в день. За наявності скло-модуля це число зменшується в сім разів до двох-трьох відтаювань на тиждень, якщо одночасно буде зроблена адаптація системи холодо-постачання.

ECOLINE PUSH



Рис.23 Скло ECOLINE PUSH

- Постійна температура та економічне споживання енергії
- Сумісність із будь-яким стандартним холодильним обладнанням
- Можливі спеціальні рішення
- Велика ширина відкриття 1200 мм
- Покупці не заважають один одному при доступі до товарів
- Легкий хід розсувного скла
- Стіни вітрини посилені поперечними зв'язками
- Технічні характеристики:

Розміри

Ширина - 1700-2300мм

Крок секції - 625мм

Скло - 4мм, одношарове загартоване скло

Форма скла - Вигнута/пласка

Кліматичний клас - 3 L1 (25°C/60%/ -15°C - -18°C)

ECOLINE PUSH T



Рис.24 Скло ECOLINE PUSH T

Ecoline push t є прозорою, новаторською скляною конструкцією.

для холодильних та морозильних вітрин. Вона забезпечує можливість оптимальної демонстрації товару та його збереження, а також гарантує низький рівень витрачання енергії! ecoline push t – це модульна скляна конструкція, що закриває, для острівних двооб'ємних морозильних бонет. Модуль призначений для однооб'ємних острівних бонет шириною від 1,8 м до 2,0 м з кроком секцій 625 мм. Розсувне скло може мати зігнуту форму. Напрямок відкривання скла вперед назад.

- Велика ширина відкривання – 1200 мм
- Покупці не заважають один одному при доступі до товарів
- Легкий хід розсувного скла
- Єдиний дизайн скла
- Постійна температура та економічна витрачання енергії
- Сумісність із сучасним холодильним обладнанням
- Стіни вітрини посилені поперечними зв'язками

Технічні характеристики:

Розміри

Ширина - 1800-2000мм

Крок секції - 625мм

Довжина модулів - 03/04/06

Скло - 4 мм, одношарове

загартоване скло

Форма скла вигнута

Кліматичний клас - 3L1 (25°C/60%/-15°C - -18°C)

ECOLINE PUSH 1500



Рис. 25 Скло ECOLINE PUSH 1500

Ecoline push 1500 - це безрамна модульна скляна конструкція для холодильних морозильних однооб'ємних бонет острівного типу зі склінням по периметру. Конструкція призначена для острівних бонет шириною від 1,4 до 1,6 м з кроком секцій 625 мм. Постачаються лише вигнуті розсувні скла скляної конструкції. Напрямок відкривання скла - вперед/назад.

- Постійна температура та економічне споживання енергії
- Легкий хід розсувного скла
- Максимальна площа прозорих конструкцій завдяки безрамному кріпленню скла
- Сумісність із будь-яким стандартним холодильним обладнанням

ECOLINE T 1100



Рис. 26 Скло ECOLINE T 1100

Ecoline t 1100 - це безрамна модульна скляна конструкція для холодильних морозильних однооб'ємних бонет острівного типу із склопакетом по периметру. Конструкція призначена для острівних бонет шириною від 0,9 до 1,1 м із кроком секцій 625 мм. Розсувне скло скляної конструкції має вигнуту форму. Напрямок відкриття скла - Вправо / вліво.

- Максимальна площа прозорих конструкцій завдяки безрамному каркасу та кріпленню скла
- Постійна температура та економічне споживання енергії
- Сумісність із багатьма видами поширеного холодильного обладнання
- Безліч стандартних деталей завдяки модульній конструкції каркасу
- Легкий хід розсувного скла
- Можливі спеціальні рішення

SAFE



Рис. 27 Скло Safe

Safe - це модуль двостулкових дверей зі склопакетів різних розмірів як для оснащення нових холодильних гірок, так і для модернізації вже існуючих. Передбачено зустрічне відчинення дверей.

Стандартна ширина рами при довжині вітрини 2,50 м та 3,75 м становить 1,25 м для кожної скляної двері. Можливе виконання рам з будь-якою іншою шириною, але такі конструкції вважаються відхиленням від стандартних розмірів секції. Висота рами теж може змінюватись.

- Сумісність з будь-якими стандартними пристінними холодильними гірками
- Різке зменшення витрат на електрику в середньому на 50 %
- Зберігання продуктів завдяки більш рівномірному температурному режиму та низьким температурам
- Можливість упору дверей з обох боків
- Красива та міцна рама дверей під алюміній
- Можливість встановлення вертикальної підсвічування
- Можливість встановлення вертикальної та (або) горизонтального підсвічування

SAFE TS



Рис. 27 Скло SAFE TS

Safe ts - це модуль двостулкових дверей з одинарним склом різних розмірів як для оснащення нових холодильних гірок, так і для модернізації вже існуючих. Передбачено зустрічне відчинення дверей.

CURVE XL



Рис. 28 Розсувні двері CURVE XL

Curve xl - це елегантні розсувні скляні двері з вигнутим склом, використовуються для встановлення в холодильних гірках половинної висоти.

Також може використовуватися для холодильних морозильних двооб'ємних вітрин, торцевих та пристінних вітрин. Розсувні двері виконані у вигляді склопакета з покращеною теплоізоляцією. Скло може мати різний радіус вигину. При довжині секції 625 мм цей модуль з розсувними дверима є чудовим вибором для дооснащення відкритих вітрин та обладнання інших виробників.

Ідеальне рішення, що комбінує прекрасну естетику та енергоефективність в єдине ціле.

- Динамічний дизайн
- Можливість переобладнання
- Енергозберігаюче скління
- Велика ширина відкривання
- Двері з вигнутим склом та легким ходом

4. Розрахунок економії електроенергії при модернізації обладнання

Модернізація – технічне покращення існуючого холодильного обладнання, яке вже пройшло певний моторесурс, з метою досягнення вищих технічних та технологічних показників за меншої витрати енергоресурсів.

Заміна морально та фізично застарілого холодильного обладнання на сьогоднішній день, втім, як і завжди, потребує значних фінансових вкладень для компаній. І зіштовхуючись із такого роду труднощами, компанії шукають "золоту середину" між продовженням експлуатації застарілого обладнання та придбанням нового.

Модернізація торгово-холодильного обладнання буде проводитись в гіпермаркеті Ашан. В магазині встановлено 9 вітрин:

Пристінна вертикальна холодильна вітрина JUKA ADI150 – 3 шт.

Холодильний регал ADI150— базово укомплектований теплоізоляційним ролетом, яка допомагає зберегти продукти під час короткочасного закриття магазину (вночі, наприклад). Він оснащений 10 навісними полицками, які розміщенні в 5 рядів та підсвічені згори. Полички можна розмістити двома способами 00 та/або 100 нахилу, оснащені фронтальним обмежувачем. Тип охолодження - динамічний.

Тех. характеристики:

- Розмір: 1500/800/2000
- Площа експозиції (м²): 3,4
- Об'єм (л): 780
- Номінальна сила струму (А): 5,8
- Енергоспоживання (кВт/24год): 17
- Діапазон робочих t°C: +2...+8
- Тип охолодження: динамічний
- Тим розморожування: автоматичний

- Холодоагент: R404

Холодильна вітрина FGL 260 – 5 шт.

Габаритні розміри

Довжина: 2600 мм

Ширина: 1130 мм

Висота: 1250 мм

Технічні дані

Кліматичний клас: 3

Рекомендована зовнішня температура експлуатації: +16 ÷ +25 °С

Діапазон робочих температур: -2 ÷ +8 °С

Об'єм камери зберігання: 425 л

Тип холодоагенту

Холодоагент: R404a / R452a

Електротехнічні дані

Споживання електроенергії (при 25 °С): 10,0 / 10,0 kW/24h

Номінальна сила струму: 3,4 / 3,4 А

Холодильная витрина Јука FGL190 – 1шт.

Јука FGL190 - холодильне гастрономічне обладнання із середнім температурним тепловим режимом для збереження м'яса та риби, молочних та ковбасних виробів, кондитерки або готових страв.

ТЕХ. ХАРАКТЕРИСТИКИ:

- Розміри, мм: 1900/1120/1250 (Д/Ш/В);
- Температурний режим: ° С: -2 ... +8;
- Матеріал виготовлення: нержавіюча сталь;
- Потужність споживання: кВт/24год: 6,6;
- Країна-виробник: ЮКА, Польща/Україна;
- Тип охолодження: статичне.

Розрахунок окупності для скло-модулів "REMIS" на середньо-температурний регал

- Ціна електроенергії: 1,800 грн/кВт-година
- Вартість скляних покриттів для регал середньо-температурного висотою 1,88 довжина 3,75 м, з монтажем: 77112,00 грн
- Середня вартість спожитої енергії за рік із відкритими островами (регал): 38 768,58 грн
- Методика розрахунку: 376 кВт/день x 365 днів x 1,2
- Коефіцієнт: 8,37 кВт/год.
- Довжина лінії: 3,75 м
- Висота: 1,88 м
- Сума: 59,01 кВт/день
- Кількість днів у році: 365
- Ціна електроенергії: 1,800 грн/кВт-год
- Середня вартість спожитої енергії за рік островів зі скло-модулем REMIS (регал): 19 074,14 грн
- Методика розрахунку:
- Коефіцієнт: 4,12
- Довжина лінії: 3,75 м
- Висота: 1,88 м
- Сума: 29,03 кВт/день
- Кількість днів у році: 365
- Ціна електроенергії: 1,800 грн/кВт-год
- Економія за рік: 10 941,36 кВт
- Економія за рік: 19 694,44 грн
- Економія за рік: 50,80 %
- Економія у роках: 2,8
- З цього розрахунку бачимо на скільки вигідно встановлювати скло-модулі Реміс на холодильне обладнання.

Всі вітрини ми обладнаємо способом випаровування конденсату ТЕНами, а до автоматичного розморожування додамо ще відтаювання випарника ТЕНОм.

Холодильне Обладнання працювало на компресорі Bitzer 4EC-6.2Y-40S. Компресор не енергоефективний, часто потребував капіталовкладень, мав високе енергоспоживання.

В ході огляду всієї холодильної установки було виявлено, що конденсатор був із дефектом. Через високе енергоспоживання було вирішено провести модернізацію холодильного обладнання.

Кількість камер у склопакеті	Варіанти скління*	Газовий склад середовища камер склопакетів, %			Опір теплопередачі склопакету, $R_{ст}$, m^2K/Wt	Коефіцієнт теплопередачі, k , $Вт/m^2K$	Густина теплового потоку через скло, q , $Вт/m^2$	Температура скла зі сторони камери, $t_{скл}$, $^{\circ}C$	Температура скла зі сторони приміщення, $t_{стп}$, $^{\circ}C$	Температура точки роси зі сторони приміщення, $t_{тр}$, $^{\circ}C$	Різниця температури поверхні скла зі сторони приміщення та температури точки роси, якщо вона більше $1^{\circ}C$, ячейка підсвічується, склопакет бажано не ставити (склопакет буде запотівати при різниці δ)
		Повітря	Криптон	Аргон							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	4M ₁ - 8 - 4M ₁	100			0,28	2,18	39,23	2,84	13,83	13,50	0,33
1	4M ₁ - 10 - 4M ₁	100			0,29	2,13	38,39	2,78	13,92	13,50	0,42
1	4M ₁ - 12 - 4M ₁	100			0,3	2,09	37,59	2,72	14,00	13,50	0,50
1	4M ₁ - 16 - 4M ₁	100			0,32	2,00	36,08	2,61	14,16	13,50	0,66
1	4M ₁ - 8 - 4M ₁			100	0,3	2,09	37,59	2,72	14,00	13,50	0,50
1	4M ₁ - 10 - 4M ₁			100	0,31	2,05	36,82	2,67	14,08	13,50	0,58
1	4M ₁ - 12 - 4M ₁			100	0,32	2,00	36,08	2,61	14,16	13,50	0,66
1	4M ₁ - 16 - 4M ₁			100	0,34	1,93	34,69	2,51	14,31	13,50	0,81
1	4M ₁ - 16 - 4M ₁		100		0,38	1,79	32,21	2,33	14,57	13,50	1,07
1	4M ₁ - 8 - 4K	100			0,47	1,54	27,74	2,01	15,05	13,50	1,55
1	4M ₁ - 10 - 4K	100			0,49	1,50	26,91	1,95	15,14	13,50	1,64
1	4M ₁ - 12 - 4K	100			0,51	1,45	26,13	1,89	15,22	13,50	1,72
1	4M ₁ - 16 - 4K	100			0,53	1,41	25,39	1,84	15,30	13,50	1,80
1	4M ₁ - 8 - 4K			100	0,53	1,41	25,39	1,84	15,30	13,50	1,80
1	4M ₁ - 10 - 4K			100	0,55	1,37	24,70	1,79	15,37	13,50	1,87
1	4M ₁ - 12 - 4K			100	0,57	1,34	24,04	1,74	15,44	13,50	1,94
1	4M ₁ - 16 - 4K			100	0,59	1,30	23,41	1,70	15,51	13,50	2,01
1	4M ₁ - 16 - 4K		100		0,62	1,25	22,53	1,63	15,60	13,50	2,10
1	4K - 16 - 4K		100		0,67	1,18	21,21	1,54	15,74	13,50	2,25
1	4M ₁ - 8 - 4i	100			0,51	1,45	26,13	1,89	15,22	13,50	1,72
1	4M ₁ - 10 - 4i	100			0,53	1,41	25,39	1,84	15,30	13,50	1,80
1	4M ₁ - 12 - 4i	100			0,56	1,35	24,36	1,77	15,41	13,50	1,91
1	4M ₁ - 16 - 4i	100			0,59	1,30	23,41	1,70	15,51	13,50	2,01
1	4M ₁ - 8 - 4i			100	0,57	1,34	24,04	1,74	15,44	13,50	1,94
1	4M ₁ - 10 - 4i			100	0,6	1,28	23,11	1,67	15,54	13,50	2,04
1	4M ₁ - 12 - 4i			100	0,63	1,24	22,25	1,61	15,63	13,50	2,13
1	4M ₁ - 16 - 4i			100	0,66	1,19	21,46	1,55	15,72	13,50	2,22
1	4M ₁ - 16 - 4i		100		0,75	1,08	19,38	1,40	15,94	13,50	2,44
1	4M ₁ - 16 - 4i		75	25	0,72	1,11	20,03	1,45	15,87	13,50	2,37
1	4M ₁ - 16 - 4i		50	50	0,7	1,14	20,48	1,48	15,82	13,50	2,32
1	4M ₁ - 16 - 4i		25	75	0,67	1,18	21,21	1,54	15,74	13,50	2,25
2	4M ₁ - 6 - 4M ₁ - 6 - 4M ₁	100			0,42	1,67	30,06	2,18	14,80	13,50	1,30
2	4M ₁ - 8 - 4M ₁ - 8 - 4M ₁	100			0,45	1,59	28,62	2,07	14,95	13,50	1,46
2	4M ₁ - 10 - 4M ₁ - 10 - 4M ₁	100			0,47	1,54	27,74	2,01	15,05	13,50	1,55
2	4M ₁ - 12 - 4M ₁ - 12 - 4M ₁	100			0,49	1,50	26,91	1,95	15,14	13,50	1,64
2	4M ₁ - 16 - 4M ₁ - 16 - 4M ₁	100			0,52	1,43	25,76	1,87	15,26	13,50	1,76
2	4M ₁ - 6 - 4M ₁ - 6 - 4M ₁			100	0,44	1,62	29,09	2,11	14,91	13,50	1,41

2	4M ₁ - 8-4M ₁ - 8-4M ₁			100	0,47	1,54	27,74	2,01	15,05	13,50	1,55
2	4M ₁ - 8-4M ₁ - 8-4M ₁		100		0,51	1,45	26,13	1,89	15,22	13,50	1,72
2	4M ₁ - 10-4M ₁ - 10-4M ₁			100	0,49	1,50	26,91	1,95	15,14	13,50	1,64
2	4M ₁ - 12-4M ₁ - 12-4M ₁			100	0,52	1,43	25,76	1,87	15,26	13,50	1,76
2	4M ₁ - 16-4M ₁ - 16-4M ₁			100	0,55	1,37	24,70	1,79	15,37	13,50	1,87
2	4M ₁ - 6-4M ₁ - 6-4K	100			0,53	1,41	25,39	1,84	15,30	13,50	1,80
2	4M ₁ - 8-4M ₁ - 8-4K	100			0,55	1,37	24,70	1,79	15,37	13,50	1,87
2	4M ₁ - 10-4M ₁ - 10-4K	100			0,59	1,30	23,41	1,70	15,51	13,50	2,01
2	4M ₁ - 12-4M ₁ - 12-4K	100			0,61	1,27	22,82	1,65	15,57	13,50	2,07
2	4M ₁ - 16-4M ₁ - 16-4K	100			0,65	1,21	21,72	1,57	15,69	13,50	2,19
2	4M ₁ - 6-4M ₁ - 6-4K			100	0,6	1,28	23,11	1,67	15,54	13,50	2,04
2	4M ₁ - 8-4M ₁ - 8-4K			100	0,62	1,25	22,53	1,63	15,60	13,50	2,10
2	4M ₁ - 10-4M ₁ - 10-4K			100	0,65	1,21	21,72	1,57	15,69	13,50	2,19
2	4M ₁ - 12-4M ₁ - 12-4K			100	0,68	1,16	20,96	1,52	15,77	13,50	2,27
2	4M ₁ - 16-4M ₁ - 16-4K			100	0,72	1,11	20,03	1,45	15,87	13,50	2,37
2	4M ₁ - 10-4M ₁ - 10-4K		100		0,85	0,97	17,50	1,27	16,14	13,50	2,64
2	4M ₁ - 10-4M ₁ - 10-4K		75	25	0,82	1,00	18,02	1,31	16,08	13,50	2,58
2	4M ₁ - 10-4M ₁ - 10-4K		50	50	0,8	1,02	18,39	1,33	16,04	13,50	2,55
2	4M ₁ - 10-4M ₁ - 10-4K		25	75	0,78	1,04	18,77	1,36	16,00	13,50	2,50
2	4K-10-4M ₁ - 10-4K	100			0,73	1,10	19,81	1,44	15,89	13,50	2,39
2	4M ₁ - 10-4K - 10-4K		100		1,28	0,69	12,34	0,89	16,69	13,50	3,19
2	4K-10-4M ₁ - 10-4K		100		1,32	0,67	12,01	0,87	16,72	13,50	3,22
2	4M ₁ - 8-4M ₁ - 8-4i	100			0,61	1,27	22,82	1,65	15,57	13,50	2,07
2	4M ₁ - 10-4M ₁ - 10-4i	100			0,64	1,22	21,98	1,59	15,66	13,50	2,16
2	4M ₁ - 12-4M ₁ - 12-4i	100			0,68	1,16	20,96	1,52	15,77	13,50	2,27
2	4M ₁ - 16-4M ₁ - 16-4i	100			0,72	1,11	20,03	1,45	15,87	13,50	2,37
2	4M ₁ - 6-4M ₁ - 6-4i			100	0,64	1,22	21,98	1,59	15,66	13,50	2,16
2	4M ₁ - 8-4M ₁ - 8-4i			100	0,67	1,18	21,21	1,54	15,74	13,50	2,25
2	4M ₁ - 10-4M ₁ - 10-4i			100	0,71	1,13	20,25	1,47	15,85	13,50	2,35
2	4M ₁ - 12-4M ₁ - 12-4i			100	0,75	1,08	19,38	1,40	15,94	13,50	2,44
2	4M ₁ - 16-4M ₁ - 16-4i			100	0,8	1,02	18,39	1,33	16,04	13,50	2,55
2	4M ₁ - 10-4M ₁ - 10-4i		100		0,94	0,89	16,09	1,17	16,29	13,50	2,79
2	4M ₁ - 10-4M ₁ - 10-4i		75	25	0,9	0,93	16,68	1,21	16,23	13,50	2,73
2	4M ₁ - 10-4M ₁ - 10-4i		50	50	0,85	0,97	17,50	1,27	16,14	13,50	2,64
2	4M ₁ - 10-4M ₁ - 10-4i		25	75	0,78	1,04	18,77	1,36	16,00	13,50	2,50
2	4i-10-4M ₁ - 10-4i	100			0,93	0,90	16,23	1,18	16,27	13,50	2,77
2	4i-10-4M ₁ - 10-4i		100		1,35	0,65	11,77	0,85	16,75	13,50	3,25
2	4i-10-4M ₁ - 10-4i		75	25	1,28	0,69	12,34	0,89	16,69	13,50	3,19
2	4i-10-4M ₁ - 10-4i		50	50	1,18	0,74	13,25	0,96	16,59	13,50	3,09
2	4i-10-4M ₁ - 10-4i		25	75	1,14	0,76	13,65	0,99	16,55	13,50	3,05

Рис. 29 Розрахунок температури поверхні скла при температурі в приміщенні 18 °С

Кількість камер у склопакеті	Варіанти скління*	Газовий склад середовища камер склопакетів, %			Опір теплопередачі склопакету, R _{ст} , м ² /КВт	Коефіцієнт теплопередачі, k, Вт/м ² ·К	Густина теплового потоку через скло, q, Вт/м ²	Температура скла зі сторони камери, t _{зскл} , °С	Температура скла зі сторони приміщення, t _{сп} , °С	Температура точки роси зі сторони приміщення, t _{тп} , °С	Різниця температури поверхні скла зі сторони приміщення та температури точки роси, якщо вона більше 1 °С, ячейка підсвічується, склопакет бажано не ставити (склопакет буде запотівати при різниці θ)
		Повітря	Криптон	Аргон							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	4M ₁ - 8 - 4M ₁	100			0,28	2,18	41,41	3,00	14,59	14,46	0,13
1	4M ₁ - 10 - 4M ₁	100			0,29	2,13	40,52	2,94	14,69	14,46	0,23
1	4M ₁ - 12 - 4M ₁	100			0,3	2,09	39,68	2,88	14,78	14,46	0,32
1	4M ₁ - 16 - 4M ₁	100			0,32	2,00	38,09	2,76	14,95	14,46	0,48
1	4M ₁ - 8 - 4M ₁			100	0,3	2,09	39,68	2,88	14,78	14,46	0,32
1	4M ₁ - 10 - 4M ₁			100	0,31	2,05	38,87	2,82	14,87	14,46	0,40
1	4M ₁ - 12 - 4M ₁			100	0,32	2,00	38,09	2,76	14,95	14,46	0,48
1	4M ₁ - 16 - 4M ₁			100	0,34	1,93	36,62	2,65	15,10	14,46	0,64
1	4M ₁ - 16 - 4M ₁		100		0,38	1,79	34,00	2,46	15,38	14,46	0,92
1	4M ₁ - 8 - 4K	100			0,47	1,54	29,28	2,12	15,88	14,46	1,42
1	4M ₁ - 10 - 4K	100			0,49	1,50	28,41	2,06	15,98	14,46	1,51
1	4M ₁ - 12 - 4K	100			0,51	1,45	27,58	2,00	16,07	14,46	1,60
1	4M ₁ - 16 - 4K	100			0,53	1,41	26,80	1,94	16,15	14,46	1,68
1	4M ₁ - 8 - 4K			100	0,53	1,41	26,80	1,94	16,15	14,46	1,68
1	4M ₁ - 10 - 4K			100	0,55	1,37	26,07	1,89	16,23	14,46	1,76
1	4M ₁ - 12 - 4K			100	0,57	1,34	25,37	1,84	16,30	14,46	1,84
1	4M ₁ - 16 - 4K			100	0,59	1,30	24,71	1,79	16,37	14,46	1,91
1	4M ₁ - 16 - 4K		100		0,62	1,25	23,78	1,72	16,47	14,46	2,01
1	4K - 16 - 4K		100		0,67	1,18	22,38	1,62	16,62	14,46	2,16
1	4M ₁ - 8 - 4i	100			0,51	1,45	27,58	2,00	16,07	14,46	1,60
1	4M ₁ - 10 - 4i	100			0,53	1,41	26,80	1,94	16,15	14,46	1,68
1	4M ₁ - 12 - 4i	100			0,56	1,35	25,72	1,86	16,26	14,46	1,80
1	4M ₁ - 16 - 4i	100			0,59	1,30	24,71	1,79	16,37	14,46	1,91
1	4M ₁ - 8 - 4i			100	0,57	1,34	25,37	1,84	16,30	14,46	1,84
1	4M ₁ - 10 - 4i			100	0,6	1,28	24,40	1,77	16,40	14,46	1,94
1	4M ₁ - 12 - 4i			100	0,63	1,24	23,49	1,70	16,50	14,46	2,04
1	4M ₁ - 16 - 4i			100	0,66	1,19	22,65	1,64	16,59	14,46	2,13
1	4M ₁ - 16 - 4i		100		0,75	1,08	20,46	1,48	16,82	14,46	2,36
1	4M ₁ - 16 - 4i		75	25	0,72	1,11	21,14	1,53	16,75	14,46	2,29
1	4M ₁ - 16 - 4i		50	50	0,7	1,14	21,62	1,57	16,70	14,46	2,24
1	4M ₁ - 16 - 4i		25	75	0,67	1,18	22,38	1,62	16,62	14,46	2,16
2	4M ₁ - 6 - 4M ₁ - 6 - 4M ₁	100			0,42	1,67	31,73	2,30	15,62	14,46	1,16
2	4M ₁ - 8 - 4M ₁ - 8 - 4M ₁	100			0,45	1,59	30,21	2,19	15,79	14,46	1,32
2	4M ₁ - 10 - 4M ₁ - 10 - 4M ₁	100			0,47	1,54	29,28	2,12	15,88	14,46	1,42
2	4M ₁ - 12 - 4M ₁ - 12 - 4M ₁	100			0,49	1,50	28,41	2,06	15,98	14,46	1,51
2	4M ₁ - 16 - 4M ₁ - 16 - 4M ₁	100			0,52	1,43	27,19	1,97	16,11	14,46	1,64
2	4M ₁ - 6 - 4M ₁ - 6 - 4M ₁			100	0,44	1,62	30,70	2,22	15,73	14,46	1,27

2	4M ₁ - 8-4M ₁ - 8-4M ₁			100	0.47	1.54	29,28	2,12	15,88	14,46	1,42
2	4M ₁ - 8-4M ₁ - 8-4M ₁		100		0.51	1,45	27,58	2,00	16,07	14,46	1,60
2	4M ₁ - 10-4M ₁ - 10-4M ₁			100	0.49	1,50	28,41	2,06	15,98	14,46	1,51
2	4M ₁ - 12-4M ₁ - 12-4M ₁			100	0.52	1,43	27,19	1,97	16,11	14,46	1,64
2	4M ₁ - 16-4M ₁ - 16-4M ₁			100	0.55	1,37	26,07	1,89	16,23	14,46	1,76
2	4M ₁ - 6-4M ₁ - 6-4K	100			0.53	1,41	26,80	1,94	16,15	14,46	1,68
2	4M ₁ - 8-4M ₁ - 8-4K	100			0.55	1,37	26,07	1,89	16,23	14,46	1,76
2	4M ₁ - 10-4M ₁ - 10-4K	100			0.59	1,30	24,71	1,79	16,37	14,46	1,91
2	4M ₁ - 12-4M ₁ - 12-4K	100			0.61	1,27	24,09	1,75	16,44	14,46	1,97
2	4M ₁ - 16-4M ₁ - 16-4K	100			0.65	1,21	22,92	1,66	16,56	14,46	2,10
2	4M ₁ - 6-4M ₁ - 6-4K			100	0.6	1,28	24,40	1,77	16,40	14,46	1,94
2	4M ₁ - 8-4M ₁ - 8-4K			100	0.62	1,25	23,78	1,72	16,47	14,46	2,01
2	4M ₁ - 10-4M ₁ - 10-4K			100	0.65	1,21	22,92	1,66	16,56	14,46	2,10
2	4M ₁ - 12-4M ₁ - 12-4K			100	0.68	1,16	22,12	1,60	16,65	14,46	2,18
2	4M ₁ - 16-4M ₁ - 16-4K			100	0.72	1,11	21,14	1,53	16,75	14,46	2,29
2	4M ₁ - 10-4M ₁ - 10-4K	100			0.85	0,97	18,47	1,34	17,04	14,46	2,57
2	4M ₁ - 10-4M ₁ - 10-4K	75	25		0.82	1,00	19,02	1,38	16,98	14,46	2,51
2	4M ₁ - 10-4M ₁ - 10-4K	50	50		0.8	1,02	19,41	1,41	16,94	14,46	2,47
2	4M ₁ - 10-4M ₁ - 10-4K	25	75		0.78	1,04	19,82	1,44	16,89	14,46	2,43
2	4K-10-4M ₁ -10-4K	100			0.73	1,10	20,91	1,51	16,78	14,46	2,31
2	4M ₁ 10-4K-10-4K		100		1.28	0,69	13,02	0,94	17,61	14,46	3,15
2	4K-10-4M ₁ -10-4K		100		1.32	0,67	12,68	0,92	17,65	14,46	3,19
2	4M ₁ - 8-4M ₁ - 8-4i	100			0.61	1,27	24,09	1,75	16,44	14,46	1,97
2	4M ₁ - 10-4M ₁ - 10-4i	100			0.64	1,22	23,20	1,68	16,53	14,46	2,07
2	4M ₁ - 12-4M ₁ - 12-4i	100			0.68	1,16	22,12	1,60	16,65	14,46	2,18
2	4M ₁ - 16-4M ₁ - 16-4i	100			0.72	1,11	21,14	1,53	16,75	14,46	2,29
2	4M ₁ - 6-4M ₁ - 6-4i			100	0.64	1,22	23,20	1,68	16,53	14,46	2,07
2	4M ₁ - 8-4M ₁ - 8-4i			100	0.67	1,18	22,38	1,62	16,62	14,46	2,16
2	4M ₁ - 10-4M ₁ - 10-4i			100	0.71	1,13	21,38	1,55	16,73	14,46	2,26
2	4M ₁ - 12-4M ₁ - 12-4i			100	0.75	1,08	20,46	1,48	16,82	14,46	2,36
2	4M ₁ - 16-4M ₁ - 16-4i			100	0.8	1,02	19,41	1,41	16,94	14,46	2,47
2	4M ₁ - 10-4M ₁ - 10-4i		100		0.94	0,89	16,98	1,23	17,19	14,46	2,73
2	4M ₁ - 10-4M ₁ - 10-4i		75	25	0.9	0,93	17,61	1,28	17,13	14,46	2,66
2	4M ₁ - 10-4M ₁ - 10-4i		50	50	0.85	0,97	18,47	1,34	17,04	14,46	2,57
2	4M ₁ - 10-4M ₁ - 10-4i		25	75	0.78	1,04	19,82	1,44	16,89	14,46	2,43
2	4i-10-4M ₁ -10-4i	100			0.93	0,90	17,13	1,24	17,18	14,46	2,71
2	4i-10-4M ₁ -10-4i		100		1.35	0,65	12,43	0,90	17,68	14,46	3,21
2	4i-10-4M ₁ -10-4i		75	25	1.28	0,69	13,02	0,94	17,61	14,46	3,15
2	4i-10-4M ₁ -10-4i		50	50	1.18	0,74	13,98	1,01	17,51	14,46	3,05
2	4i-10-4M ₁ -10-4i		25	75	1.14	0,76	14,41	1,04	17,47	14,46	3,00

Рис. 30 Розрахунок температури поверхні скла при температурі в приміщенні 19 °С

Кількість камер у склопакеті	Варіанти скління*	Газовий склад середовища камер склопакетів, %			Опір теплопередачі склопакету, $R_{ст}$, m^2K/Wt	Коефіцієнт теплопередачі, k , $Вт/m^2K$	Густина теплового потоку через скло, q , $Вт/m^2$	Температура скла зі сторони камери, $t_{стк}$, $^{\circ}C$	Температура скла зі сторони приміщення, $t_{стп}$, $^{\circ}C$	Температура точки роси зі сторони приміщення, $t_{тр}$, $^{\circ}C$	Різниця температури поверхні скла зі сторони приміщення та температури точки роси, якщо вона більше $1^{\circ}C$, ячейка підсвічується, склопакет бажано не ставити (склопакет буде запотівати при різниці 0)
		Повітря	Криптон	Аргон							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	4M ₁ - 8 - 4M ₁	100			0,28	2,18	43,59	3,16	15,36	15,43	-0,07
1	4M ₁ - 10 - 4M ₁	100			0,29	2,13	42,66	3,09	15,46	15,43	0,03
1	4M ₁ - 12 - 4M ₁	100			0,3	2,09	41,77	3,03	15,56	15,43	0,13
1	4M ₁ - 16 - 4M ₁	100			0,32	2,00	40,09	2,91	15,73	15,43	0,31
1	4M ₁ - 8 - 4M ₁			100	0,3	2,09	41,77	3,03	15,56	15,43	0,13
1	4M ₁ - 10 - 4M ₁			100	0,31	2,05	40,91	2,96	15,65	15,43	0,22
1	4M ₁ - 12 - 4M ₁			100	0,32	2,00	40,09	2,91	15,73	15,43	0,31
1	4M ₁ - 16 - 4M ₁			100	0,34	1,93	38,55	2,79	15,90	15,43	0,47
1	4M ₁ - 8 - 4K	100			0,38	1,79	35,79	2,59	16,19	15,43	0,76
1	4M ₁ - 10 - 4K	100			0,47	1,54	30,82	2,23	16,72	15,43	1,29
1	4M ₁ - 12 - 4K	100			0,49	1,50	29,90	2,17	16,82	15,43	1,39
1	4M ₁ - 16 - 4K	100			0,51	1,45	29,03	2,10	16,91	15,43	1,48
1	4M ₁ - 8 - 4K			100	0,53	1,41	28,21	2,04	17,00	15,43	1,57
1	4M ₁ - 10 - 4K			100	0,53	1,41	28,21	2,04	17,00	15,43	1,57
1	4M ₁ - 12 - 4K			100	0,55	1,37	27,44	1,99	17,08	15,43	1,65
1	4M ₁ - 16 - 4K			100	0,57	1,34	26,71	1,94	17,16	15,43	1,73
1	4M ₁ - 8 - 4i	100			0,59	1,30	26,01	1,88	17,23	15,43	1,80
1	4M ₁ - 10 - 4i	100			0,62	1,25	25,04	1,81	17,34	15,43	1,91
1	4M ₁ - 12 - 4i	100			0,67	1,18	23,56	1,71	17,49	15,43	2,06
1	4M ₁ - 16 - 4i	100			0,75	1,08	21,53	1,56	17,71	15,43	2,28
1	4M ₁ - 8 - 4i			100	0,51	1,45	29,03	2,10	16,91	15,43	1,48
1	4M ₁ - 10 - 4i			100	0,53	1,41	28,21	2,04	17,00	15,43	1,57
1	4M ₁ - 12 - 4i			100	0,56	1,35	27,07	1,96	17,12	15,43	1,69
1	4M ₁ - 16 - 4i			100	0,59	1,30	26,01	1,88	17,23	15,43	1,80
1	4M ₁ - 8 - 4i			100	0,57	1,34	26,71	1,94	17,16	15,43	1,73
1	4M ₁ - 10 - 4i			100	0,6	1,28	25,68	1,86	17,27	15,43	1,84
1	4M ₁ - 12 - 4i			100	0,63	1,24	24,73	1,79	17,37	15,43	1,94
1	4M ₁ - 16 - 4i			100	0,66	1,19	23,84	1,73	17,46	15,43	2,03
1	4M ₁ - 8 - 4i	100			0,72	1,11	22,25	1,61	17,63	15,43	2,20
1	4M ₁ - 10 - 4i	75	25		0,7	1,14	22,76	1,65	17,58	15,43	2,15
1	4M ₁ - 12 - 4i	50	50		0,67	1,18	23,56	1,71	17,49	15,43	2,06
1	4M ₁ - 16 - 4i	25	75		0,75	1,08	21,53	1,56	17,71	15,43	2,28
2	4M ₁ - 6 - 4M ₁ - 6 - 4M ₁	100			0,42	1,67	33,40	2,42	16,45	15,43	1,02
2	4M ₁ - 8 - 4M ₁ - 8 - 4M ₁	100			0,45	1,59	31,80	2,30	16,62	15,43	1,19
2	4M ₁ - 10 - 4M ₁ - 10 - 4M ₁	100			0,47	1,54	30,82	2,23	16,72	15,43	1,29
2	4M ₁ - 12 - 4M ₁ - 12 - 4M ₁	100			0,49	1,50	29,90	2,17	16,82	15,43	1,39
2	4M ₁ - 16 - 4M ₁ - 16 - 4M ₁	100			0,52	1,43	28,62	2,07	16,96	15,43	1,53
2	4M ₁ - 6 - 4M ₁ - 8 - 4M ₁			100	0,44	1,62	32,32	2,34	16,56	15,43	1,13

2	4M ₁ -8-4M ₁ -8-4M ₁			100	0,47	1,54	30,82	2,23	16,72	15,43	1,29
2	4M ₁ -8-4M ₁ -8-4M ₁		100		0,51	1,45	29,03	2,10	16,91	15,43	1,48
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4M ₁			100	0,49	1,50	29,90	2,17	16,82	15,43	1,39
2	4M ₁ -12-4M ₁ -12-4M ₁			100	0,52	1,43	28,62	2,07	16,96	15,43	1,53
2	4M ₁ -16-4M ₁ -16-4M ₁			100	0,55	1,37	27,44	1,99	17,08	15,43	1,65
2	4M ₁ -6-4M ₁ -6-4K	100			0,53	1,41	28,21	2,04	17,00	15,43	1,57
2	4M ₁ -8-4M ₁ -8-4K	100			0,55	1,37	27,44	1,99	17,08	15,43	1,65
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4K	100			0,59	1,30	26,01	1,88	17,23	15,43	1,80
2	4M ₁ -12-4M ₁ -12-4K	100			0,61	1,27	25,35	1,84	17,30	15,43	1,87
2	4M ₁ -16-4M ₁ -16-4K	100			0,65	1,21	24,13	1,75	17,43	15,43	2,00
2	4M ₁ -6-4M ₁ -6-4K			100	0,6	1,28	25,68	1,86	17,27	15,43	1,84
2	4M ₁ -8-4M ₁ -8-4K			100	0,62	1,25	25,04	1,81	17,34	15,43	1,91
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4K			100	0,65	1,21	24,13	1,75	17,43	15,43	2,00
2	4M ₁ -12-4M ₁ -12-4K			100	0,68	1,16	23,29	1,69	17,52	15,43	2,09
2	4M ₁ -16-4M ₁ -16-4K			100	0,72	1,11	22,25	1,61	17,63	15,43	2,20
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4K	100			0,85	0,97	19,44	1,41	17,93	15,43	2,50
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4K	75	25		0,82	1,00	20,02	1,45	17,87	15,43	2,44
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4K	80	80		0,8	1,02	20,43	1,48	17,83	15,43	2,40
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4K		25	75	0,78	1,04	20,86	1,51	17,78	15,43	2,35
2	4K-10-4M ₁ -10-4K	100			0,73	1,10	22,01	1,59	17,66	15,43	2,23
2	4M ₁ 10-4K-10-4K			100	1,28	0,69	13,71	0,99	18,54	15,43	3,11
2	4K-10-4M ₁ -10-4K			100	1,32	0,67	13,34	0,97	18,58	15,43	3,15
2	4M ₁ -8-4M ₁ -8-4i	100			0,61	1,27	25,35	1,84	17,30	15,43	1,87
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4i	100			0,64	1,22	24,42	1,77	17,40	15,43	1,97
2	4M ₁ -12-4M ₁ -12-4i	100			0,68	1,16	23,29	1,69	17,52	15,43	2,09
2	4M ₁ -16-4M ₁ -16-4i	100			0,72	1,11	22,25	1,61	17,63	15,43	2,20
2	4M ₁ -6-4M ₁ -6-4i			100	0,64	1,22	24,42	1,77	17,40	15,43	1,97
2	4M ₁ -8-4M ₁ -8-4i			100	0,67	1,18	23,56	1,71	17,49	15,43	2,06
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4i			100	0,71	1,13	22,50	1,63	17,61	15,43	2,18
2	4M ₁ -12-4M ₁ -12-4i			100	0,75	1,08	21,53	1,56	17,71	15,43	2,28
2	4M ₁ -16-4M ₁ -16-4i			100	0,8	1,02	20,43	1,48	17,83	15,43	2,40
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4i	100			0,94	0,89	17,88	1,30	18,10	15,43	2,67
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4i	75	25		0,9	0,93	18,54	1,34	18,03	15,43	2,60
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4i	80	80		0,85	0,97	19,44	1,41	17,93	15,43	2,50
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4i		25	75	0,78	1,04	20,86	1,51	17,78	15,43	2,35
2	4i-10-4M ₁ -10-4i	100			0,93	0,90	18,04	1,31	18,08	15,43	2,65
2	4i-10-4M ₁ -10-4i			100	1,35	0,65	13,08	0,95	18,61	15,43	3,18
2	4i-10-4M ₁ -10-4i	75	25		1,28	0,69	13,71	0,99	18,54	15,43	3,11
2	4i-10-4M ₁ -10-4i	80	80		1,18	0,74	14,72	1,07	18,43	15,43	3,01
2	4i-10-4M ₁ -10-4i		25	75	1,14	0,76	15,16	1,10	18,39	15,43	2,96

Рис. 31 Розрахунок температури поверхні скла при температурі в приміщенні 20 °С

Кількість камер у склопакеті	Варіанти скління*	Газовий склад середовища камер склопакетів, %			Опір теплопередачі склопакету, $R_{ст}$, m^2K/Wt	Коефіцієнт теплопередачі, k , Wt/m^2K	Густина теплового потоку через скло, q , Wt/m^2	Температура скла зі сторони камери, $t_{сл}$, $^{\circ}C$	Температура скла зі сторони приміщення, $t_{сп}$, $^{\circ}C$	Температура точки роси зі сторони приміщення, $t_{тр}$, $^{\circ}C$	Різниця температури поверхні скла зі сторони приміщення та температури точки роси, якщо вона більше $1^{\circ}C$, ячейка підсвічується, склопакет бажано не ставити (склопакет буде запотівати при різниці θ)
		Повітря	Криптон	Аргон							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	4M ₁ - 8 - 4M ₁	100			0.28	2,18	45,77	3,32	16,13	16,39	-0,26
1	4M ₁ - 10 - 4M ₁	100			0.29	2,13	44,79	3,25	16,24	16,39	-0,16
1	4M ₁ - 12 - 4M ₁	100			0.3	2,09	43,86	3,18	16,33	16,39	-0,06
1	4M ₁ - 16 - 4M ₁	100			0.32	2,00	42,10	3,05	16,52	16,39	0,13
1	4M ₁ - 8 - 4M ₁			100	0.3	2,09	43,86	3,18	16,33	16,39	-0,06
1	4M ₁ - 10 - 4M ₁			100	0.31	2,05	42,96	3,11	16,43	16,39	0,04
1	4M ₁ - 12 - 4M ₁			100	0.32	2,00	42,10	3,05	16,52	16,39	0,13
1	4M ₁ - 16 - 4M ₁			100	0.34	1,93	40,47	2,93	16,69	16,39	0,30
1	4M ₁ - 16 - 4M ₁		100		0.38	1,79	37,58	2,72	17,00	16,39	0,61
1	4M ₁ - 8 - 4K	100			0.47	1,54	32,37	2,35	17,56	16,39	1,16
1	4M ₁ - 10 - 4K	100			0.49	1,50	31,40	2,28	17,66	16,39	1,27
1	4M ₁ - 12 - 4K	100			0.51	1,45	30,49	2,21	17,76	16,39	1,36
1	4M ₁ - 16 - 4K	100			0.53	1,41	29,63	2,15	17,85	16,39	1,45
1	4M ₁ - 8 - 4K			100	0.53	1,41	29,63	2,15	17,85	16,39	1,45
1	4M ₁ - 10 - 4K			100	0.55	1,37	28,81	2,09	17,93	16,39	1,54
1	4M ₁ - 12 - 4K			100	0.57	1,34	28,04	2,03	18,02	16,39	1,62
1	4M ₁ - 16 - 4K			100	0.59	1,30	27,31	1,98	18,09	16,39	1,70
1	4M ₁ - 16 - 4K		100		0.62	1,25	26,29	1,90	18,20	16,39	1,81
1	4K - 16 - 4K		100		0.67	1,18	24,74	1,79	18,37	16,39	1,97
1	4M ₁ - 8 - 4i	100			0.51	1,45	30,49	2,21	17,76	16,39	1,36
1	4M ₁ - 10 - 4i	100			0.53	1,41	29,63	2,15	17,85	16,39	1,45
1	4M ₁ - 12 - 4i	100			0.56	1,35	28,42	2,06	17,98	16,39	1,58
1	4M ₁ - 16 - 4i	100			0.59	1,30	27,31	1,98	18,09	16,39	1,70
1	4M ₁ - 8 - 4i			100	0.57	1,34	28,04	2,03	18,02	16,39	1,62
1	4M ₁ - 10 - 4i			100	0.6	1,28	26,96	1,95	18,13	16,39	1,74
1	4M ₁ - 12 - 4i			100	0.63	1,24	25,96	1,88	18,24	16,39	1,84
1	4M ₁ - 16 - 4i			100	0.66	1,19	25,03	1,81	18,34	16,39	1,94
1	4M ₁ - 16 - 4i		100		0.75	1,08	22,61	1,64	18,59	16,39	2,20
1	4M ₁ - 16 - 4i		75	25	0.72	1,11	23,36	1,69	18,51	16,39	2,12
1	4M ₁ - 16 - 4i		50	50	0.7	1,14	23,89	1,73	18,46	16,39	2,06
1	4M ₁ - 16 - 4i		25	75	0.67	1,18	24,74	1,79	18,37	16,39	1,97
2	4M ₁ - 6 - 4M ₁ - 6 - 4M ₁	100			0.42	1,67	35,07	2,54	17,27	16,39	0,88
2	4M ₁ - 8 - 4M ₁ - 8 - 4M ₁	100			0.45	1,59	33,39	2,42	17,45	16,39	1,05
2	4M ₁ - 10 - 4M ₁ - 10 - 4M ₁	100			0.47	1,54	32,37	2,35	17,56	16,39	1,16
2	4M ₁ - 12 - 4M ₁ - 12 - 4M ₁	100			0.49	1,50	31,40	2,28	17,66	16,39	1,27
2	4M ₁ - 16 - 4M ₁ - 16 - 4M ₁	100			0.52	1,43	30,05	2,18	17,80	16,39	1,41
2	4M ₁ - 6 - 4M ₁ - 6 - 4M ₁			100	0.44	1,62	33,93	2,46	17,39	16,39	1,00

2	4M ₁ -8-4M ₁ -8-4M ₁			100	0,47	1,54	32,37	2,35	17,56	16,39	1,16
2	4M ₁ -8-4M ₁ -8-4M ₁	100			0,51	1,45	30,49	2,21	17,76	16,39	1,36
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4M ₁			100	0,49	1,50	31,40	2,28	17,66	16,39	1,27
2	4M ₁ -12-4M ₁ -12-4M ₁			100	0,52	1,43	30,05	2,18	17,80	16,39	1,41
2	4M ₁ -16-4M ₁ -16-4M ₁			100	0,55	1,37	28,81	2,09	17,93	16,39	1,54
2	4M ₁ -8-4M ₁ -8-4K	100			0,53	1,41	29,63	2,15	17,85	16,39	1,45
2	4M ₁ -8-4M ₁ -8-4K	100			0,55	1,37	28,81	2,09	17,93	16,39	1,54
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4K	100			0,59	1,30	27,31	1,98	18,09	16,39	1,70
2	4M ₁ -12-4M ₁ -12-4K	100			0,61	1,27	26,62	1,93	18,17	16,39	1,77
2	4M ₁ -16-4M ₁ -16-4K	100			0,65	1,21	25,34	1,84	18,30	16,39	1,91
2	4M ₁ -8-4M ₁ -8-4K			100	0,6	1,28	26,96	1,95	18,13	16,39	1,74
2	4M ₁ -8-4M ₁ -8-4K			100	0,62	1,25	26,29	1,90	18,20	16,39	1,81
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4K			100	0,65	1,21	25,34	1,84	18,30	16,39	1,91
2	4M ₁ -12-4M ₁ -12-4K			100	0,68	1,16	24,45	1,77	18,40	16,39	2,01
2	4M ₁ -16-4M ₁ -16-4K			100	0,72	1,11	23,36	1,69	18,51	16,39	2,12
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4K	100			0,85	0,97	20,41	1,48	18,83	16,39	2,44
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4K	75	25		0,82	1,00	21,02	1,52	18,76	16,39	2,37
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4K	50	50		0,8	1,02	21,45	1,55	18,72	16,39	2,32
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4K	25	75		0,78	1,04	21,90	1,59	18,67	16,39	2,28
2	4K-10-4M ₁ -10-4K	100			0,73	1,10	23,11	1,67	18,54	16,39	2,15
2	4M ₁ 10-4K-10-4K			100	1,28	0,69	14,39	1,04	19,47	16,39	3,08
2	4K-10-4M ₁ -10-4K			100	1,32	0,67	14,01	1,02	19,51	16,39	3,12
2	4M ₁ -8-4M ₁ -8-4i	100			0,61	1,27	26,62	1,93	18,17	16,39	1,77
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4i	100			0,64	1,22	25,65	1,86	18,27	16,39	1,88
2	4M ₁ -12-4M ₁ -12-4i	100			0,68	1,16	24,45	1,77	18,40	16,39	2,01
2	4M ₁ -16-4M ₁ -16-4i	100			0,72	1,11	23,36	1,69	18,51	16,39	2,12
2	4M ₁ -8-4M ₁ -8-4i			100	0,64	1,22	25,65	1,86	18,27	16,39	1,88
2	4M ₁ -8-4M ₁ -8-4i			100	0,67	1,18	24,74	1,79	18,37	16,39	1,97
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4i			100	0,71	1,13	23,63	1,71	18,49	16,39	2,09
2	4M ₁ -12-4M ₁ -12-4i			100	0,75	1,08	22,61	1,64	18,59	16,39	2,20
2	4M ₁ -16-4M ₁ -16-4i			100	0,8	1,02	21,45	1,55	18,72	16,39	2,32
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4i	100			0,94	0,89	18,77	1,36	19,00	16,39	2,61
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4i	75	25		0,9	0,93	19,47	1,41	18,93	16,39	2,54
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4i	50	50		0,85	0,97	20,41	1,48	18,83	16,39	2,44
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4i	25	75		0,78	1,04	21,90	1,59	18,67	16,39	2,28
2	4i-10-4M ₁ -10-4i	100			0,93	0,90	18,94	1,37	18,99	16,39	2,59
2	4i-10-4M ₁ -10-4i	100			1,35	0,65	13,74	1,00	19,54	16,39	3,15
2	4i-10-4M ₁ -10-4i	75	25		1,28	0,69	14,39	1,04	19,47	16,39	3,08
2	4i-10-4M ₁ -10-4i	50	50		1,18	0,74	15,45	1,12	19,36	16,39	2,96
2	4i-10-4M ₁ -10-4i	25	75		1,14	0,76	15,92	1,15	19,31	16,39	2,91

Рис. 32 Розрахунок температури поверхні скла при температурі в приміщенні 21 °С

Кількість камер у склопакеті	Варіанти скління*	Газовий склад середовища камер склопакетів, %			Опір теплопередачі склопакету, $R_{ст}$, m^2K/Wt	Коефіцієнт теплопередачі, k , $Вт/м^2K$	Густина теплового потоку через скло, q , $Вт/м^2$	Температура скла зі сторони камери, $t_{скл}$, $^{\circ}C$	Температура скла зі сторони приміщення, $t_{сп}$, $^{\circ}C$	Температура точки роси зі сторони приміщення, $t_{тр}$, $^{\circ}C$	Різниця температури поверхні скла зі сторони приміщення та температури точки роси, якщо вона більше $1^{\circ}C$, ячейка підсвічується, склопакет бажано не ставити (склопакет буде запотівати при різниці 0)
		Повітря	Криптон	Аргон							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	4M ₁ - 8 - 4M ₁	100			0,28	2,18	47,95	3,47	16,90	17,36	-0,46
1	4M ₁ - 10 - 4M ₁	100			0,29	2,13	46,92	3,40	17,01	17,36	-0,35
1	4M ₁ - 12 - 4M ₁	100			0,3	2,09	45,94	3,33	17,11	17,36	-0,25
1	4M ₁ - 16 - 4M ₁	100			0,32	2,00	44,10	3,20	17,31	17,36	-0,05
1	4M ₁ - 8 - 4M ₁			100	0,3	2,09	45,94	3,33	17,11	17,36	-0,25
1	4M ₁ - 10 - 4M ₁			100	0,31	2,05	45,00	3,26	17,21	17,36	-0,15
1	4M ₁ - 12 - 4M ₁			100	0,32	2,00	44,10	3,20	17,31	17,36	-0,05
1	4M ₁ - 16 - 4M ₁			100	0,34	1,93	42,40	3,07	17,49	17,36	0,13
1	4M ₁ - 16 - 4M ₁		100		0,38	1,79	39,37	2,85	17,81	17,36	0,45
1	4M ₁ - 8 - 4K	100			0,47	1,54	33,91	2,46	18,39	17,36	1,03
1	4M ₁ - 10 - 4K	100			0,49	1,50	32,89	2,38	18,50	17,36	1,14
1	4M ₁ - 12 - 4K	100			0,51	1,45	31,94	2,31	18,60	17,36	1,24
1	4M ₁ - 16 - 4K	100			0,53	1,41	31,04	2,25	18,70	17,36	1,34
1	4M ₁ - 8 - 4K			100	0,53	1,41	31,04	2,25	18,70	17,36	1,34
1	4M ₁ - 10 - 4K			100	0,55	1,37	30,18	2,19	18,79	17,36	1,43
1	4M ₁ - 12 - 4K			100	0,57	1,34	29,38	2,13	18,87	17,36	1,52
1	4M ₁ - 16 - 4K			100	0,59	1,30	28,61	2,07	18,96	17,36	1,60
1	4M ₁ - 16 - 4K		100		0,62	1,25	27,54	2,00	19,07	17,36	1,71
1	4K - 16 - 4K		100		0,67	1,18	25,92	1,88	19,24	17,36	1,88
1	4M ₁ - 8 - 4i	100			0,51	1,45	31,94	2,31	18,60	17,36	1,24
1	4M ₁ - 10 - 4i	100			0,53	1,41	31,04	2,25	18,70	17,36	1,34
1	4M ₁ - 12 - 4i	100			0,56	1,35	29,78	2,16	18,83	17,36	1,47
1	4M ₁ - 16 - 4i	100			0,59	1,30	28,61	2,07	18,96	17,36	1,60
1	4M ₁ - 8 - 4i			100	0,57	1,34	29,38	2,13	18,87	17,36	1,52
1	4M ₁ - 10 - 4i			100	0,6	1,28	28,25	2,05	19,00	17,36	1,64
1	4M ₁ - 12 - 4i			100	0,63	1,24	27,20	1,97	19,11	17,36	1,75
1	4M ₁ - 16 - 4i			100	0,66	1,19	26,23	1,90	19,21	17,36	1,85
1	4M ₁ - 16 - 4i		100		0,75	1,08	23,69	1,72	19,48	17,36	2,12
1	4M ₁ - 16 - 4i		75	25	0,72	1,11	24,48	1,77	19,40	17,36	2,04
1	4M ₁ - 16 - 4i		50	50	0,7	1,14	25,03	1,81	19,34	17,36	1,98
1	4M ₁ - 16 - 4i		25	75	0,67	1,18	25,92	1,88	19,24	17,36	1,88
2	4M ₁ - 6 - 4M ₁ - 6 - 4M ₁	100			0,42	1,67	36,74	2,66	18,09	17,36	0,73
2	4M ₁ - 8 - 4M ₁ - 8 - 4M ₁	100			0,45	1,59	34,98	2,54	18,28	17,36	0,92
2	4M ₁ - 10 - 4M ₁ - 10 - 4M ₁	100			0,47	1,54	33,91	2,46	18,39	17,36	1,03
2	4M ₁ - 12 - 4M ₁ - 12 - 4M ₁	100			0,49	1,50	32,89	2,38	18,50	17,36	1,14
2	4M ₁ - 16 - 4M ₁ - 16 - 4M ₁	100			0,52	1,43	31,48	2,28	18,65	17,36	1,29
2	4M ₁ - 8 - 4M ₁ - 6 - 4M ₁			100	0,44	1,62	35,55	2,58	18,22	17,36	0,86

2	4M ₁ - 8-4M ₁ - 8-4M ₁		100		0,51	1,45	31,94	2,31	18,60	17,36	1,24
2	4M ₁ - 10-4M ₁ - 10-4M ₁			100	0,49	1,50	32,89	2,38	18,50	17,36	1,14
2	4M ₁ - 12-4M ₁ - 12-4M ₁			100	0,52	1,43	31,48	2,28	18,65	17,36	1,29
2	4M ₁ - 16-4M ₁ - 16-4M ₁			100	0,55	1,37	30,18	2,19	18,79	17,36	1,43
2	4M ₁ - 6-4M ₁ - 6-4K	100			0,53	1,41	31,04	2,25	18,70	17,36	1,34
2	4M ₁ - 8-4M ₁ - 8-4K	100			0,55	1,37	30,18	2,19	18,79	17,36	1,43
2	4M ₁ - 10-4M ₁ - 10-4K	100			0,59	1,30	28,61	2,07	18,96	17,36	1,60
2	4M ₁ - 12-4M ₁ - 12-4K	100			0,61	1,27	27,89	2,02	19,03	17,36	1,68
2	4M ₁ - 16-4M ₁ - 16-4K	100			0,85	1,21	26,54	1,92	19,18	17,36	1,82
2	4M ₁ - 6-4M ₁ - 6-4K		100		0,6	1,28	28,25	2,05	19,00	17,36	1,64
2	4M ₁ - 8-4M ₁ - 8-4K		100		0,62	1,25	27,54	2,00	19,07	17,36	1,71
2	4M ₁ - 10-4M ₁ - 10-4K		100		0,65	1,21	26,54	1,92	19,18	17,36	1,82
2	4M ₁ - 12-4M ₁ - 12-4K		100		0,68	1,16	25,62	1,86	19,27	17,36	1,92
2	4M ₁ - 16-4M ₁ - 16-4K		100		0,72	1,11	24,48	1,77	19,40	17,36	2,04
2	4M ₁ - 10-4M ₁ - 10-4K	100			0,85	0,97	21,38	1,55	19,73	17,36	2,37
2	4M ₁ - 10-4M ₁ - 10-4K	75	25		0,82	1,00	22,03	1,60	19,66	17,36	2,30
2	4M ₁ - 10-4M ₁ - 10-4K	50	50		0,8	1,02	22,48	1,63	19,61	17,36	2,25
2	4M ₁ - 10-4M ₁ - 10-4K	25	75		0,78	1,04	22,94	1,66	19,56	17,36	2,20
2	4K-10-4M ₁ -10-4K	100			0,73	1,10	24,21	1,75	19,42	17,36	2,07
2	4M ₁ 10-4K-10-4K		100		1,28	0,69	15,08	1,09	20,40	17,36	3,04
2	4K-10-4M ₁ -10-4K		100		1,32	0,67	14,68	1,06	20,44	17,36	3,08
2	4M ₁ -8-4M ₁ -8-4i	100			0,61	1,27	27,89	2,02	19,03	17,36	1,68
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4i	100			0,64	1,22	26,87	1,95	19,14	17,36	1,78
2	4M ₁ -12-4M ₁ -12-4i	100			0,68	1,16	25,62	1,86	19,27	17,36	1,92
2	4M ₁ -16-4M ₁ -16-4i	100			0,72	1,11	24,48	1,77	19,40	17,36	2,04
2	4M ₁ -6-4M ₁ -6-4i		100		0,64	1,22	26,87	1,95	19,14	17,36	1,78
2	4M ₁ -8-4M ₁ -8-4i		100		0,67	1,18	25,92	1,88	19,24	17,36	1,88
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4i		100		0,71	1,13	24,75	1,79	19,37	17,36	2,01
2	4M ₁ -12-4M ₁ -12-4i		100		0,75	1,08	23,69	1,72	19,48	17,36	2,12
2	4M ₁ -16-4M ₁ -16-4i		100		0,8	1,02	22,48	1,63	19,61	17,36	2,25
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4i	100			0,94	0,89	19,66	1,42	19,91	17,36	2,55
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4i	75	25		0,9	0,93	20,39	1,48	19,83	17,36	2,47
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4i	50	50		0,85	0,97	21,38	1,55	19,73	17,36	2,37
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4i	25	75		0,78	1,04	22,94	1,66	19,56	17,36	2,20
2	4i-10-4M ₁ -10-4i	100			0,93	0,90	19,84	1,44	19,89	17,36	2,53
2	4i-10-4M ₁ -10-4i	100			1,35	0,65	14,39	1,04	20,47	17,36	3,11
2	4i-10-4M ₁ -10-4i	75	25		1,28	0,69	15,08	1,09	20,40	17,36	3,04
2	4i-10-4M ₁ -10-4i	50	50		1,18	0,74	16,19	1,17	20,28	17,36	2,92
2	4i-10-4M ₁ -10-4i	25	75		1,14	0,76	16,68	1,21	20,23	17,36	2,87

Рис. 33 Розрахунок температури поверхні скла при температурі в приміщенні 22 °С

Кількість камер у склопакеті	Варіанти скління*	Газовий склад середовища камер склопакетів, %			Опір теплопередачі склопакету, $R_{ст}$, $м^2К/Вт$	Коефіцієнт теплопередачі, k , $Вт/м^2К$	Густина теплового потоку через скло, q , $Вт/м^2$	Температура скла зі сторони камери, $t_{стк}$, $°C$	Температура скла зі сторони приміщення, $t_{стп}$, $°C$	Температура точки роси зі сторони приміщення, $t_{тр}$, $°C$	Різниця температури поверхні скла зі сторони приміщення та температури точки роси, якщо вона більше $1 °C$, ячейка підсвічується, склопакет бажано не ставити (склопакет буде запотівати при різниці 0)	12
		Повітря	Криптон	Аргон								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
1	4M ₁ -8-4M ₁	100			0,28	2,18	50,13	3,63	17,67	18,32	-0,66	
1	4M ₁ -10-4M ₁	100			0,29	2,13	49,06	3,55	17,78	18,32	-0,54	
1	4M ₁ -12-4M ₁	100			0,3	2,09	48,03	3,48	17,89	18,32	-0,43	
1	4M ₁ -16-4M ₁	100			0,32	2,00	46,11	3,34	18,10	18,32	-0,23	
1	4M ₁ -8-4M ₁			100	0,3	2,09	48,03	3,48	17,89	18,32	-0,43	
1	4M ₁ -10-4M ₁			100	0,31	2,05	47,05	3,41	17,99	18,32	-0,33	
1	4M ₁ -12-4M ₁			100	0,32	2,00	46,11	3,34	18,10	18,32	-0,23	
1	4M ₁ -16-4M ₁			100	0,34	1,93	44,33	3,21	18,28	18,32	-0,04	
1	4M ₁ -16-4M ₁		100		0,38	1,79	41,16	2,98	18,62	18,32	0,30	
1	4M ₁ -8-4K	100			0,47	1,54	35,45	2,57	19,23	18,32	0,91	
1	4M ₁ -10-4K	100			0,49	1,50	34,39	2,49	19,34	18,32	1,02	
1	4M ₁ -12-4K	100			0,51	1,45	33,39	2,42	19,45	18,32	1,13	
1	4M ₁ -16-4K	100			0,53	1,41	32,45	2,35	19,55	18,32	1,23	
1	4M ₁ -8-4K			100	0,53	1,41	32,45	2,35	19,55	18,32	1,23	
1	4M ₁ -10-4K			100	0,55	1,37	31,56	2,29	19,64	18,32	1,32	
1	4M ₁ -12-4K			100	0,57	1,34	30,71	2,23	19,73	18,32	1,41	
1	4M ₁ -16-4K			100	0,59	1,30	29,91	2,17	19,82	18,32	1,50	
1	4M ₁ -16-4K		100		0,62	1,25	28,79	2,09	19,94	18,32	1,61	
1	4K-16-4K		100		0,67	1,18	27,10	1,96	20,12	18,32	1,79	
1	4M ₁ -8-4i	100			0,51	1,45	33,39	2,42	19,45	18,32	1,13	
1	4M ₁ -10-4i	100			0,53	1,41	32,45	2,35	19,55	18,32	1,23	
1	4M ₁ -12-4i	100			0,56	1,35	31,13	2,26	19,69	18,32	1,37	
1	4M ₁ -16-4i	100			0,59	1,30	29,91	2,17	19,82	18,32	1,50	
1	4M ₁ -8-4i			100	0,57	1,34	30,71	2,23	19,73	18,32	1,41	
1	4M ₁ -10-4i			100	0,6	1,28	29,53	2,14	19,86	18,32	1,54	
1	4M ₁ -12-4i			100	0,63	1,24	28,44	2,06	19,97	18,32	1,65	
1	4M ₁ -16-4i			100	0,66	1,19	27,42	1,99	20,08	18,32	1,76	
1	4M ₁ -16-4i		100		0,75	1,08	24,76	1,79	20,37	18,32	2,04	
1	4M ₁ -16-4i		75	25	0,72	1,11	25,59	1,85	20,28	18,32	1,96	
1	4M ₁ -16-4i		50	50	0,7	1,14	26,17	1,90	20,22	18,32	1,89	
1	4M ₁ -16-4i		25	75	0,67	1,18	27,10	1,96	20,12	18,32	1,79	
2	4M ₁ -6-4M ₁ -6-4M ₁	100			0,42	1,67	38,41	2,78	18,91	18,32	0,59	
2	4M ₁ -8-4M ₁ -8-4M ₁	100			0,45	1,59	36,57	2,65	19,11	18,32	0,79	
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4M ₁	100			0,47	1,54	35,45	2,57	19,23	18,32	0,91	
2	4M ₁ -12-4M ₁ -12-4M ₁	100			0,49	1,50	34,39	2,49	19,34	18,32	1,02	
2	4M ₁ -16-4M ₁ -16-4M ₁	100			0,52	1,43	32,91	2,38	19,50	18,32	1,18	
2	4M ₁ -6-4M ₁ -6-4M ₁			100	0,44	1,62	37,17	2,69	19,05	18,32	0,72	

2	4M ₁ -6-4M ₁ -6-4K	100			0,53	1,41	32,45	2,35	19,55	18,32	1,23
2	4M ₁ -8-4M ₁ -8-4K	100			0,55	1,37	31,56	2,29	19,64	18,32	1,32
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4K	100			0,59	1,30	29,91	2,17	19,82	18,32	1,50
2	4M ₁ -12-4M ₁ -12-4K	100			0,61	1,27	29,16	2,11	19,90	18,32	1,58
2	4M ₁ -16-4M ₁ -16-4K	100			0,65	1,21	27,75	2,01	20,05	18,32	1,73
2	4M ₁ -6-4M ₁ -6-4K		100		0,6	1,28	29,53	2,14	19,86	18,32	1,54
2	4M ₁ -8-4M ₁ -8-4K		100		0,62	1,25	28,79	2,09	19,94	18,32	1,61
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4K		100		0,65	1,21	27,75	2,01	20,05	18,32	1,73
2	4M ₁ -12-4M ₁ -12-4K		100		0,68	1,16	26,78	1,94	20,15	18,32	1,83
2	4M ₁ -16-4M ₁ -16-4K		100		0,72	1,11	25,59	1,85	20,28	18,32	1,96
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4K	100			0,85	0,97	22,36	1,62	20,62	18,32	2,30
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4K	75	25		0,82	1,00	23,03	1,67	20,55	18,32	2,23
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4K	50	50		0,8	1,02	23,50	1,70	20,50	18,32	2,18
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4K	25	75		0,78	1,04	23,99	1,74	20,45	18,32	2,13
2	4K-10-4M ₁ -10-4K	100			0,73	1,10	25,31	1,83	20,31	18,32	1,99
2	4M ₁ -10-4K-10-4K		100		1,28	0,69	15,77	1,14	21,32	18,32	3,00
2	4K-10-4M ₁ -10-4K		100		1,32	0,67	15,35	1,11	21,37	18,32	3,05
2	4M ₁ -8-4M ₁ -8-4i	100			0,61	1,27	29,16	2,11	19,90	18,32	1,58
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4i	100			0,64	1,22	28,09	2,04	20,01	18,32	1,69
2	4M ₁ -12-4M ₁ -12-4i	100			0,68	1,16	26,78	1,94	20,15	18,32	1,83
2	4M ₁ -16-4M ₁ -16-4i	100			0,72	1,11	25,59	1,85	20,28	18,32	1,96
2	4M ₁ -6-4M ₁ -6-4i		100		0,64	1,22	28,09	2,04	20,01	18,32	1,69
2	4M ₁ -8-4M ₁ -8-4i		100		0,67	1,18	27,10	1,96	20,12	18,32	1,79
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4i		100		0,71	1,13	25,88	1,88	20,25	18,32	1,92
2	4M ₁ -12-4M ₁ -12-4i		100		0,75	1,08	24,76	1,79	20,37	18,32	2,04
2	4M ₁ -16-4M ₁ -16-4i		100		0,8	1,02	23,50	1,70	20,50	18,32	2,18
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4i	100			0,94	0,89	20,56	1,49	20,81	18,32	2,49
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4i	75	25		0,9	0,93	21,32	1,54	20,73	18,32	2,41
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4i	50	50		0,85	0,97	22,36	1,62	20,62	18,32	2,30
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4i	25	75		0,78	1,04	23,99	1,74	20,45	18,32	2,13
2	4i-10-4M ₁ -10-4i	100			0,93	0,90	20,74	1,50	20,79	18,32	2,47
2	4i-10-4M ₁ -10-4i		100		1,35	0,65	15,04	1,09	21,40	18,32	3,08
2	4i-10-4M ₁ -10-4i	75	25		1,28	0,69	15,77	1,14	21,32	18,32	3,00
2	4i-10-4M ₁ -10-4i	50	50		1,18	0,74	16,93	1,23	21,20	18,32	2,88
2	4i-10-4M ₁ -10-4i	25	75		1,14	0,76	17,44	1,26	21,14	18,32	2,82

Рис. 34 Розрахунок температури поверхні скла при температурі в приміщенні 23 °С

Кількість камер у склопакеті	Варіанти скління*	Газовий склад середовища камер склопакетів, %			Опір теплопередачі склопакету, $R_{ст}$, м ² К/Вт	Коефіцієнт теплопередачі, k , Вт/м ² К	Густина теплового потоку через скло, q , Вт/м ²	Температура скла зі сторони камери, $t_{стк}$, °С	Температура скла зі сторони приміщення, $t_{стп}$, °С	Температура точки роси зі сторони приміщення, $t_{тр}$, °С	Різниця температури поверхні скла зі сторони приміщення та температури точки роси, якщо вона більше 1 °С, ячейка підсвічується, склопакет бажано не ставити (склопакет буде запотівати при різниці 0)
		Повітря	Криптон	Аргон							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	4M ₁ - 8 - 4M ₁	100			0,28	2,18	52,31	3,79	18,44	19,29	-0,85
1	4M ₁ - 10 - 4M ₁	100			0,29	2,13	51,19	3,71	18,55	19,29	-0,73
1	4M ₁ - 12 - 4M ₁	100			0,3	2,09	50,12	3,63	18,67	19,29	-0,62
1	4M ₁ - 16 - 4M ₁	100			0,32	2,00	48,11	3,49	18,88	19,29	-0,41
1	4M ₁ - 8 - 4M ₁			100	0,3	2,09	50,12	3,63	18,67	19,29	-0,62
1	4M ₁ - 10 - 4M ₁			100	0,31	2,05	49,10	3,56	18,78	19,29	-0,51
1	4M ₁ - 12 - 4M ₁			100	0,32	2,00	48,11	3,49	18,88	19,29	-0,41
1	4M ₁ - 16 - 4M ₁			100	0,34	1,93	46,26	3,35	19,08	19,29	-0,21
1	4M ₁ - 16 - 4M ₁		100		0,38	1,79	42,95	3,11	19,43	19,29	0,14
1	4M ₁ - 8 - 4K	100			0,47	1,54	36,99	2,68	20,07	19,29	0,78
1	4M ₁ - 10 - 4K	100			0,49	1,50	35,88	2,60	20,18	19,29	0,90
1	4M ₁ - 12 - 4K	100			0,51	1,45	34,84	2,52	20,29	19,29	1,01
1	4M ₁ - 16 - 4K	100			0,53	1,41	33,86	2,45	20,40	19,29	1,11
1	4M ₁ - 8 - 4K			100	0,53	1,41	33,86	2,45	20,40	19,29	1,11
1	4M ₁ - 10 - 4K			100	0,55	1,37	32,93	2,39	20,50	19,29	1,21
1	4M ₁ - 12 - 4K			100	0,57	1,34	32,05	2,32	20,59	19,29	1,30
1	4M ₁ - 16 - 4K			100	0,59	1,30	31,22	2,26	20,68	19,29	1,39
1	4M ₁ - 16 - 4K		100		0,62	1,25	30,04	2,18	20,80	19,29	1,52
1	4K - 16 - 4K		100		0,67	1,18	28,27	2,05	20,99	19,29	1,71
1	4M ₁ - 8 - 4i	100			0,51	1,45	34,84	2,52	20,29	19,29	1,01
1	4M ₁ - 10 - 4i	100			0,53	1,41	33,86	2,45	20,40	19,29	1,11
1	4M ₁ - 12 - 4i	100			0,56	1,35	32,48	2,35	20,54	19,29	1,26
1	4M ₁ - 16 - 4i	100			0,59	1,30	31,22	2,26	20,68	19,29	1,39
1	4M ₁ - 8 - 4i			100	0,57	1,34	32,05	2,32	20,59	19,29	1,30
1	4M ₁ - 10 - 4i			100	0,6	1,28	30,81	2,23	20,72	19,29	1,43
1	4M ₁ - 12 - 4i			100	0,63	1,24	29,67	2,15	20,84	19,29	1,56
1	4M ₁ - 16 - 4i			100	0,66	1,19	28,61	2,07	20,96	19,29	1,67
1	4M ₁ - 16 - 4i		100		0,75	1,08	25,84	1,87	21,25	19,29	1,96
1	4M ₁ - 16 - 4i		75	25	0,72	1,11	26,70	1,93	21,16	19,29	1,87
1	4M ₁ - 16 - 4i		50	50	0,7	1,14	27,31	1,98	21,09	19,29	1,81
1	4M ₁ - 16 - 4i		25	75	0,67	1,18	28,27	2,05	20,99	19,29	1,71
2	4M ₁ - 6 - 4M ₁ - 6 - 4M ₁	100			0,42	1,67	40,08	2,90	19,74	19,29	0,45
2	4M ₁ - 8 - 4M ₁ - 8 - 4M ₁	100			0,45	1,59	38,17	2,77	19,94	19,29	0,65
2	4M ₁ - 10 - 4M ₁ - 10 - 4M ₁	100			0,47	1,54	36,99	2,68	20,07	19,29	0,78
2	4M ₁ - 12 - 4M ₁ - 12 - 4M ₁	100			0,49	1,50	35,88	2,60	20,18	19,29	0,90
2	4M ₁ - 16 - 4M ₁ - 16 - 4M ₁	100			0,52	1,43	34,34	2,49	20,35	19,29	1,06
2	4M ₁ - 6 - 4M ₁ - 6 - 4M ₁			100	0,44	1,62	38,78	2,81	19,87	19,29	0,59

2	4M ₁ -8-4M ₁ -8-4K	100			0,55	1,37	32,93	2,39	20,50	19,29	1,21
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4K	100			0,59	1,30	31,22	2,26	20,68	19,29	1,39
2	4M ₁ -12-4M ₁ -12-4K	100			0,61	1,27	30,42	2,20	20,76	19,29	1,48
2	4M ₁ -16-4M ₁ -16-4K	100			0,65	1,21	28,96	2,10	20,92	19,29	1,63
2	4M ₁ -8-4M ₁ -6-4K		100		0,6	1,28	30,81	2,23	20,72	19,29	1,43
2	4M ₁ -8-4M ₁ -8-4K		100		0,62	1,25	30,04	2,18	20,80	19,29	1,52
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4K		100		0,65	1,21	28,96	2,10	20,92	19,29	1,63
2	4M ₁ -12-4M ₁ -12-4K		100		0,68	1,16	27,94	2,02	21,03	19,29	1,74
2	4M ₁ -16-4M ₁ -16-4K		100		0,72	1,11	26,70	1,93	21,16	19,29	1,87
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4K	100			0,85	0,97	23,33	1,69	21,52	19,29	2,23
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4K	75	25		0,82	1,00	24,03	1,74	21,44	19,29	2,16
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4K	50	50		0,8	1,02	24,52	1,78	21,39	19,29	2,10
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4K	25	75		0,78	1,04	25,03	1,81	21,34	19,29	2,05
2	4K-10-4M ₁ -10-4K	100			0,73	1,10	26,41	1,91	21,19	19,29	1,90
2	4M ₁ -10-4K-10-4K		100		1,28	0,69	16,45	1,19	22,25	19,29	2,96
2	4K-10-4M ₁ -10-4K		100		1,32	0,67	16,01	1,16	22,30	19,29	3,01
2	4M ₁ -8-4M ₁ -8-4i	100			0,61	1,27	30,42	2,20	20,76	19,29	1,48
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4i	100			0,64	1,22	29,31	2,12	20,88	19,29	1,60
2	4M ₁ -12-4M ₁ -12-4i	100			0,68	1,16	27,94	2,02	21,03	19,29	1,74
2	4M ₁ -16-4M ₁ -16-4i	100			0,72	1,11	26,70	1,93	21,16	19,29	1,87
2	4M ₁ -8-4M ₁ -6-4i		100		0,64	1,22	29,31	2,12	20,88	19,29	1,60
2	4M ₁ -8-4M ₁ -8-4i		100		0,67	1,18	28,27	2,05	20,99	19,29	1,71
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4i		100		0,71	1,13	27,00	1,96	21,13	19,29	1,84
2	4M ₁ -12-4M ₁ -12-4i		100		0,75	1,08	25,84	1,87	21,25	19,29	1,96
2	4M ₁ -16-4M ₁ -16-4i		100		0,8	1,02	24,52	1,78	21,39	19,29	2,10
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4i	100			0,94	0,89	21,45	1,55	21,72	19,29	2,43
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4i	75	25		0,9	0,93	22,25	1,61	21,63	19,29	2,35
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4i	50	50		0,85	0,97	23,33	1,69	21,52	19,29	2,23
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4i	25	75		0,78	1,04	25,03	1,81	21,34	19,29	2,05
2	4i-10-4M ₁ -10-4i	100			0,93	0,90	21,64	1,57	21,70	19,29	2,41
2	4i-10-4M ₁ -10-4i		100		1,35	0,65	15,70	1,14	22,33	19,29	3,04
2	4i-10-4M ₁ -10-4i	75	25		1,28	0,69	16,45	1,19	22,25	19,29	2,96
2	4i-10-4M ₁ -10-4i	50	50		1,18	0,74	17,66	1,28	22,12	19,29	2,83
2	4i-10-4M ₁ -10-4i	25	75		1,14	0,76	18,20	1,32	22,06	19,29	2,78

Рис. 35 Розрахунок температури поверхні скла при температурі в приміщенні 24 °С

Кількість камер у склопакеті	Варіанти скління*	Газовий склад середовища камер склопакетів, %			Опір теплопередачі склопакету, $R_{ст}$, м ² К/Вт	Коефіцієнт теплопередачі, k , Вт/м ² К	Густина теплового потоку через скло, q , Вт/м ²	Температура скла зі сторони камери, $t_{стк}$, °С	Температура скла зі сторони приміщення, $t_{стп}$, °С	Температура точки роси зі сторони приміщення, $t_{рп}$, °С	Різниця температури поверхні скла зі сторони приміщення та температури точки роси, якщо вона більше 1 °С, ячейка підсвічується, склопакет бажано не ставити (склопакет буде запотівати при різниці 0)
		Повітря	Криптон	Аргон							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	4M ₁ -8-4M ₁	100			0,28	2,18	54,48	3,95	19,20	20,25	-1,05
1	4M ₁ -10-4M ₁	100			0,29	2,13	53,32	3,86	19,33	20,25	-0,92
1	4M ₁ -12-4M ₁	100			0,3	2,09	52,21	3,78	19,45	20,25	-0,81
1	4M ₁ -16-4M ₁	100			0,32	2,00	50,12	3,63	19,67	20,25	-0,58
1	4M ₁ -8-4M ₁			100	0,3	2,09	52,21	3,78	19,45	20,25	-0,81
1	4M ₁ -10-4M ₁			100	0,31	2,05	51,14	3,71	19,56	20,25	-0,69
1	4M ₁ -12-4M ₁			100	0,32	2,00	50,12	3,63	19,67	20,25	-0,58
1	4M ₁ -16-4M ₁			100	0,34	1,93	48,18	3,49	19,87	20,25	-0,38
1	4M ₁ -16-4M ₁		100		0,38	1,79	44,73	3,24	20,24	20,25	-0,01
1	4M ₁ -8-4K	100			0,47	1,54	38,53	2,79	20,90	20,25	0,65
1	4M ₁ -10-4K	100			0,49	1,50	37,38	2,71	21,02	20,25	0,77
1	4M ₁ -12-4K	100			0,51	1,45	36,29	2,63	21,14	20,25	0,89
1	4M ₁ -16-4K	100			0,53	1,41	35,27	2,56	21,25	20,25	1,00
1	4M ₁ -8-4K			100	0,53	1,41	35,27	2,56	21,25	20,25	1,00
1	4M ₁ -10-4K			100	0,55	1,37	34,30	2,49	21,35	20,25	1,10
1	4M ₁ -12-4K			100	0,57	1,34	33,38	2,42	21,45	20,25	1,20
1	4M ₁ -16-4K			100	0,59	1,30	32,52	2,36	21,54	20,25	1,29
1	4M ₁ -16-4K		100		0,62	1,25	31,30	2,27	21,67	20,25	1,42
1	4K-16-4K		100		0,67	1,18	29,45	2,13	21,87	20,25	1,62
1	4M ₁ -8-4i	100			0,51	1,45	36,29	2,63	21,14	20,25	0,89
1	4M ₁ -10-4i	100			0,53	1,41	35,27	2,56	21,25	20,25	1,00
1	4M ₁ -12-4i	100			0,56	1,35	33,84	2,45	21,40	20,25	1,15
1	4M ₁ -16-4i	100			0,59	1,30	32,52	2,36	21,54	20,25	1,29
1	4M ₁ -8-4i			100	0,57	1,34	33,38	2,42	21,45	20,25	1,20
1	4M ₁ -10-4i			100	0,6	1,28	32,10	2,33	21,59	20,25	1,33
1	4M ₁ -12-4i			100	0,63	1,24	30,91	2,24	21,71	20,25	1,46
1	4M ₁ -16-4i			100	0,66	1,19	29,80	2,16	21,83	20,25	1,58
1	4M ₁ -16-4i		100		0,75	1,08	26,92	1,95	22,14	20,25	1,89
1	4M ₁ -16-4i		75	25	0,72	1,11	27,81	2,02	22,04	20,25	1,79
1	4M ₁ -16-4i		50	50	0,7	1,14	28,45	2,06	21,97	20,25	1,72
1	4M ₁ -16-4i		25	75	0,67	1,18	29,45	2,13	21,87	20,25	1,62
2	4M ₁ -6-4M ₁ -6-4M ₁	100			0,42	1,67	41,75	3,03	20,56	20,25	0,31
2	4M ₁ -8-4M ₁ -8-4M ₁	100			0,45	1,59	39,76	2,88	20,77	20,25	0,52
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4M ₁	100			0,47	1,54	38,53	2,79	20,90	20,25	0,65
2	4M ₁ -12-4M ₁ -12-4M ₁	100			0,49	1,50	37,38	2,71	21,02	20,25	0,77
2	4M ₁ -16-4M ₁ -16-4M ₁	100			0,52	1,43	35,77	2,59	21,19	20,25	0,94
2	4M ₁ -6-4M ₁ -6-4M ₁			100	0,44	1,62	40,40	2,93	20,70	20,25	0,45

2	4M ₁ -8-4M ₁ -8-4K	100			0,55	1,37	34,30	2,49	21,35	20,25	1,10
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4K	100			0,59	1,30	32,52	2,36	21,54	20,25	1,29
2	4M ₁ -12-4M ₁ -12-4K	100			0,61	1,27	31,69	2,30	21,63	20,25	1,38
2	4M ₁ -16-4M ₁ -16-4K	100			0,65	1,21	30,16	2,19	21,79	20,25	1,54
2	4M ₁ -6-4M ₁ -6-4K		100		0,6	1,28	32,10	2,33	21,59	20,25	1,33
2	4M ₁ -8-4M ₁ -8-4K		100		0,62	1,25	31,30	2,27	21,67	20,25	1,42
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4K		100		0,65	1,21	30,16	2,19	21,79	20,25	1,54
2	4M ₁ -12-4M ₁ -12-4K		100		0,68	1,16	29,11	2,11	21,90	20,25	1,65
2	4M ₁ -16-4M ₁ -16-4K		100		0,72	1,11	27,81	2,02	22,04	20,25	1,79
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4K	100			0,85	0,97	24,30	1,76	22,41	20,25	2,16
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4K	75	25		0,82	1,00	25,03	1,81	22,34	20,25	2,09
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4K	50	50		0,8	1,02	25,54	1,85	22,28	20,25	2,03
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4K		25	75	0,78	1,04	26,07	1,89	22,23	20,25	1,98
2	4K-10-4M ₁ -10-4K	100			0,73	1,10	27,51	1,99	22,07	20,25	1,82
2	4M ₁ -10-4K-10-4K		100		1,28	0,69	17,14	1,24	23,18	20,25	2,93
2	4K-10-4M ₁ -10-4K		100		1,32	0,67	16,68	1,21	23,23	20,25	2,97
2	4M ₁ -8-4M ₁ -8-4i	100			0,61	1,27	31,69	2,30	21,63	20,25	1,38
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4i	100			0,64	1,22	30,53	2,21	21,75	20,25	1,50
2	4M ₁ -12-4M ₁ -12-4i	100			0,68	1,16	29,11	2,11	21,90	20,25	1,65
2	4M ₁ -16-4M ₁ -16-4i	100			0,72	1,11	27,81	2,02	22,04	20,25	1,79
2	4M ₁ -6-4M ₁ -6-4i		100		0,64	1,22	30,53	2,21	21,75	20,25	1,50
2	4M ₁ -8-4M ₁ -8-4i		100		0,67	1,18	29,45	2,13	21,87	20,25	1,62
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4i		100		0,71	1,13	28,13	2,04	22,01	20,25	1,76
2	4M ₁ -12-4M ₁ -12-4i		100		0,75	1,08	26,92	1,95	22,14	20,25	1,89
2	4M ₁ -16-4M ₁ -16-4i		100		0,8	1,02	25,54	1,85	22,28	20,25	2,03
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4i	100			0,94	0,89	22,34	1,62	22,62	20,25	2,37
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4i	75	25		0,9	0,93	23,17	1,68	22,53	20,25	2,28
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4i	50	50		0,85	0,97	24,30	1,76	22,41	20,25	2,16
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4i	25	75		0,78	1,04	26,07	1,89	22,23	20,25	1,98
2	4i-10-4M ₁ -10-4i	100			0,93	0,90	22,55	1,63	22,60	20,25	2,35
2	4i-10-4M ₁ -10-4i		100		1,35	0,65	16,35	1,18	23,26	20,25	3,01
2	4i-10-4M ₁ -10-4i	75	25		1,28	0,69	17,14	1,24	23,18	20,25	2,93
2	4i-10-4M ₁ -10-4i	50	50		1,18	0,74	18,40	1,33	23,04	20,25	2,79
2	4i-10-4M ₁ -10-4i	25	75		1,14	0,76	18,96	1,37	22,98	20,25	2,73

Рис. 36 Розрахунок температури поверхні скла при температурі в приміщенні 25 °С

Охорона праці

Приміщення машинних і апаратних відділень холодильних установок відносяться по вибухонебезпеці до категорії В-1а. Їх розміщують як правило в одноповерхових спорудах, прибудованих до корпусу холодильника або виробничої споруди, в яких розміщені споживачі холоду.

В машинному відділенні передбачено не менше двох виходів, один з яких виходить на зовні машинного відділення, а двері машинних і апаратних відділень повинні відкриватися в сторону виходу. Висота машинних і апаратних відділень повинна бути не менше 3м, а висота підвіконників повинна не перевищувати 1,2м. Машини і апарати холодильної установки, які потребують постійного огляду та встановлені на висоті 1,8м, обладнують спеціальними майданчиками та сходами.

Підлога в машинному та апаратному відділеннях повинна бути рівною і виконуватись з матеріалів, що не горять. Мінімальні розміри проходів в машинному відділенні повинні складати не менше 1,5м. Відстань між регулюючою станцією і виступаючою частиною компресорів не менше 1,5м, а між виступаючими частинами двох компресорів 1м. Відстань між гладкою стіною і компресором 0,8м.

Ресивери захищають від сонячних променів і опадів спеціальним навісом.

Відстань від стін споруди до апаратів повинна бути не менше 2м.

Експлуатація холодильної установки як правило пов'язана з необхідністю цілодобового чергування обслуговуючого персоналу і виконання своїх обов'язків та дотримання трудової дисципліни, що веде за собою безпечну експлуатацію холодильної установки. В машинному та апаратному відділенні на видному місці повинні бути вивішені схеми трубопроводів холодильного носію, розсолу та води з пронумерованими в них відповідно по місцю встановлення запірними вентилями та приладами автоматики, інструкції по будові та безпечній експлуатації холодильної установки, інструкції по обслуговуванню кожного виду компресорів, насосів, вентиляторів, апаратів, а також інструкцій по обслуговуванню приладів автоматики. Повинна бути інструкція по діям персоналу по ліквідації прориву холодильного агента, виникнення аварійної ситуації, надання долікарняної допомоги, а також вказані телефонні номери швидкої допомоги, пожежної команди, начальника компресорного

цеху, диспетчера. У самого входу в машинне відділення повинна бути кнопка екстреного зупинення компресора, машинне відділення повинно бути обладнане притяжною і витяжною технічною вентиляцією, а вібрація не повинна перевищувати допустимих величин, рівень освітленості повинен відповідати нормативам.

Перед входом в машинне відділення повинен бути розміщений шкаф з індивідуальними засобами захисту – противогази марки КД, апарат стисненого повітря АС/З, гумові рукавиці і чоботи, захисні окуляри, газо проникливий костюм, якими обслуговуючий персонал повинен вміти користуватись. Для надання долікарської допомоги в машинному відділенні повинна бути аптечка зі слідуючими ліками: 1-2% розчином лимонної кислоти, 3% розчин молочної кислоти, 2-4% розчин борної кислоти, 1% розчин новокаїну, а також вата, бинт, жгут, йод, а в спеціальному відведеному місці повинен знаходитись балон з медичним киснем, і обладнання до нього.

При дотриманні всіх вимог по техніці безпеки в компресорному цеху холодильника буде забезпечена безпечна робота холодильної установки.

Висновки

Актуальність роботи полягає у тому, що нині питання енергоефективності та енергозбереження вважається головним в галузі енергетики. Торгівельно-холодильне обладнання є одним із найбільших перспективних технологій, що мають на меті зменшити використання первинних енергоресурсів, скоротити викиди шкідливих речовин в атмосферу, а також забезпечити надійність роботи такої системи. Все більше приділяється уваги енергозберігаючим технологіям, що використовують відновлювальні джерела енергії. Європейські країни мають на меті до 2020 року забезпечити частку альтернативних джерел енергії на рівні 20% від всього енергоспоживання.

Модернізація торговельно-холодильного обладнання дозволить знизити витрати електроенергії в гіпермаркетах.

Термін окупності встановленого обладнання до одного року.

Список використаної літератури

1. А. Н. Сртельцов, В. В. Шишов Довідник з холодильного обладнання підприємств торгівлі та громадського харчування. - М: "Академія", 2006. - 400 с.
2. В. М. Калініна "Технічне оснащення та охорона праці в громадському харчуванні". - М: "Академія", 2004. - 432 с.
3. В. Ф. Кащенко, Л. В. Кащенко "Торгівельне обладнання". - М: Альфа-М: ИНФРА-М, 2010. - 398 с.
4. С. Т. Колач "Холодильне обладнання для підприємств торгівлі та громадського харчування". - М: "Академія", 2003. - 240 с.
5. Т. Л. Колупаєва, Н. Н. Агафонов, Г. Н. Дзюба, А. Н. Стрільцов "Торгівельне обладнання" - М.: "Академія", 2010. - 310 с.
6. В. І. Главацька, І. Є. Кисельова, Т. Н. Роднікова "Механічне та холодильне обладнання підприємств громадського харчування". - М.: "Економіка", 1982. - 407 с.
7. В. П. Золін "Технологічне обладнання підприємств комунального харчування". - М: "Академія", 2003. - 248 с.
8. Н. Н. Кошкін "Холодильні машини". - М: "Харчова промисловість", 1973. - 512 с.
9. С. А. Большаков "Холодильна техніка та технологія продуктів харчування". - М: "Академія", 2003. - 304 с.
10. Черевко О.І., Новікова О. В., Потапов В. О. "Обладнання підприємств сфери торгівлі". – К.: Ліра-К, 2010. – 648 с.