

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет автоматизації і інформаційних технологій
Кафедра автоматизації технологічних процесів

СТЕРСЬКА РОБОТА НА ТЕМУ:

Енергоефективне керування продуктивністю ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ.

Виконав: Жадан А.А.

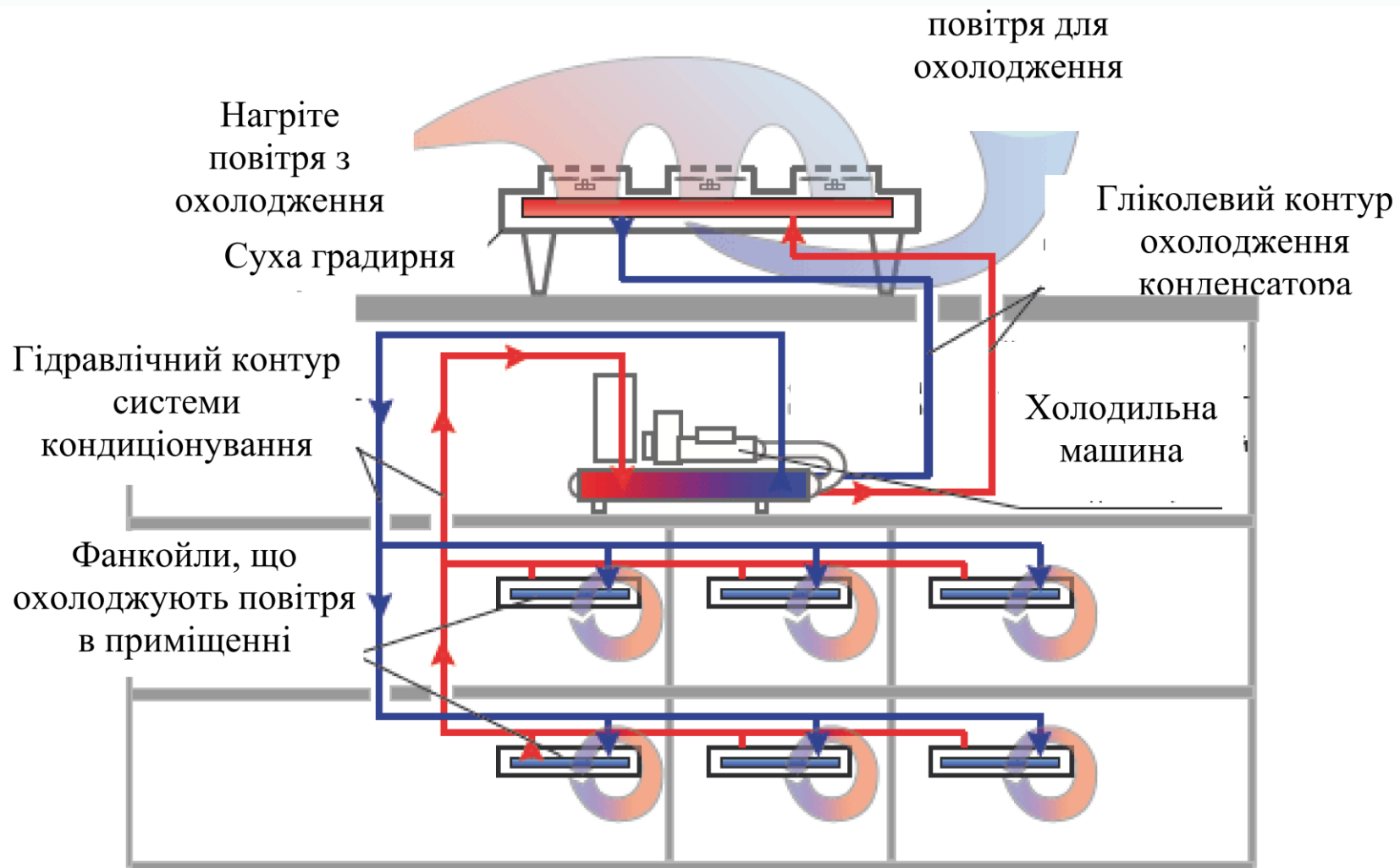
Керівник: Самойленко М.І



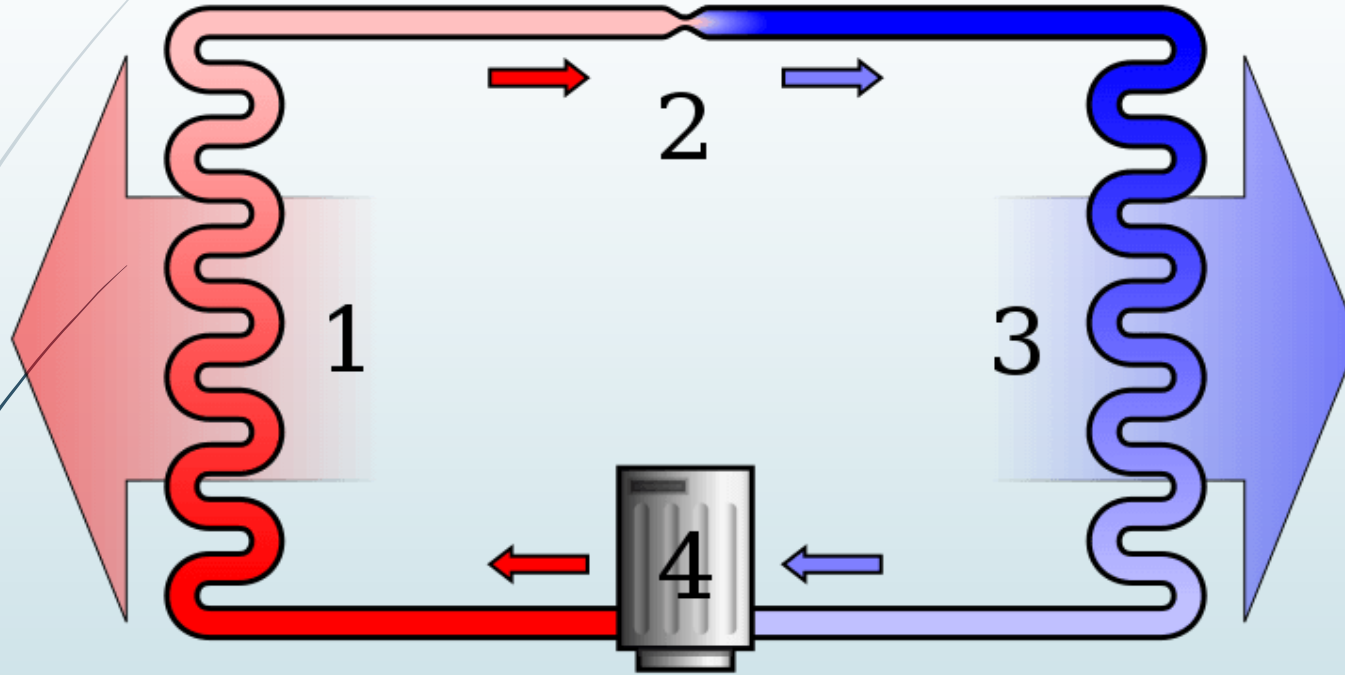
Актуальність теми

- ▶ Холодильні машини широко використовуються в системах створення штучного мікроклімату.
- ▶ Холодильні машини є основним споживачем електроенергії, споживання електроенергії холодильною машиною в рази більше ніж споживання решти елементів системи кондиціонування разом взятих.
- ▶ Автоматика холодильної машини дозволяє підтримувати оптимальні режими роботи та раціонально використовувати електроенергію.

Типова схема охолодження повітря в приміщенні



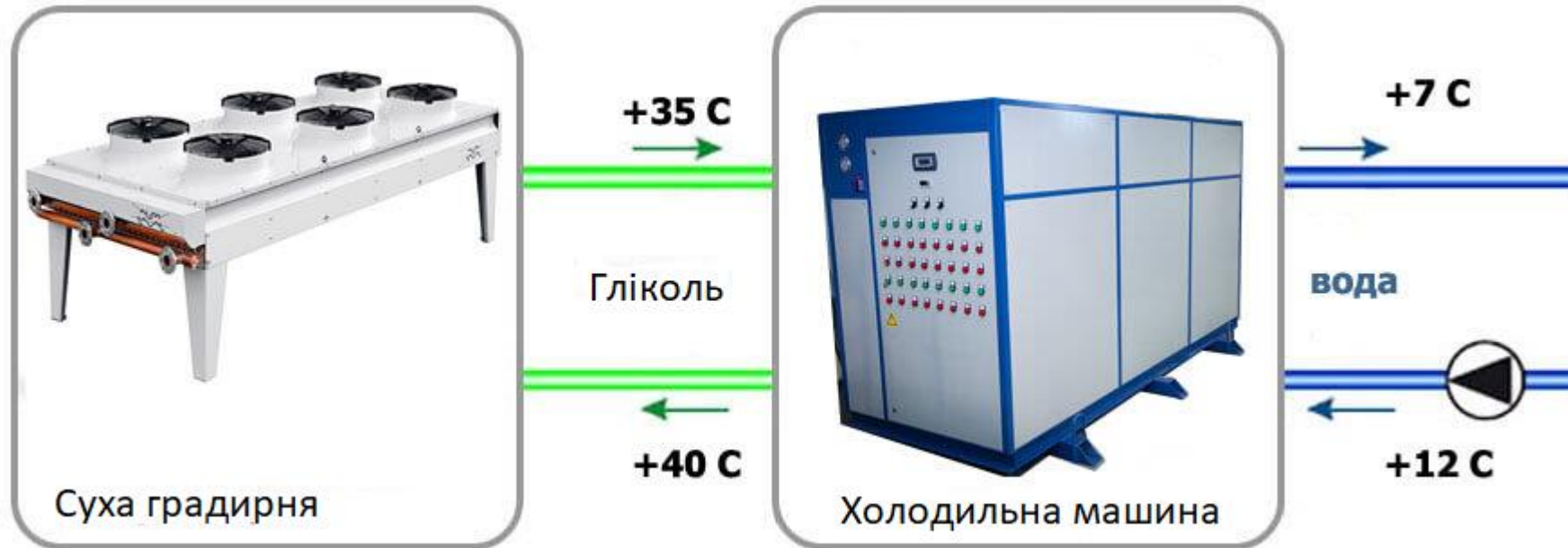
Принцип роботи холодильної машини



1-конденсатор, 2-дроселюючий пристрій (чи терморегулюючий клапан), 3-випарник, 4-компресор.

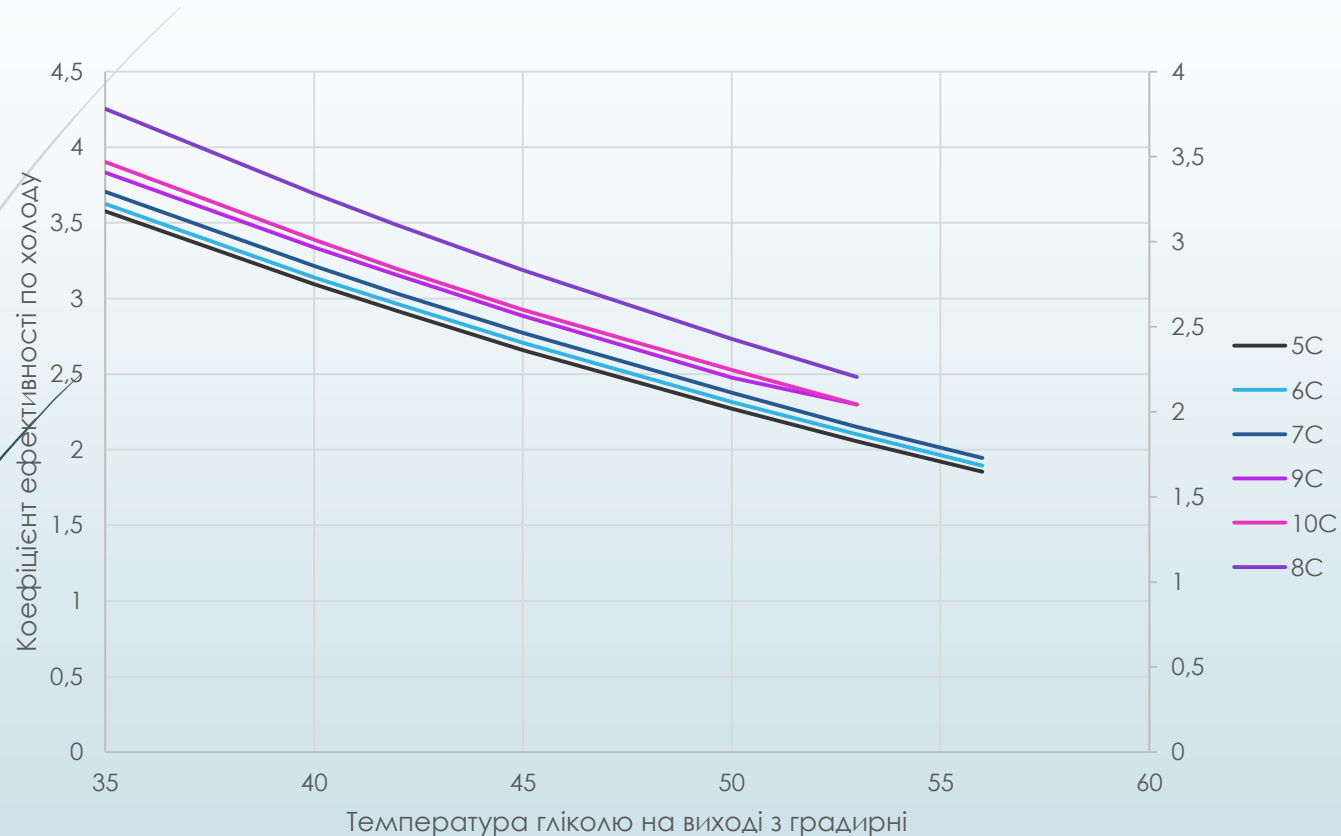
- компресор створює необхідну різницю тиску;
- випарник, забирає тепло з рідини;
- конденсатор виділяє тепло в навколишнє середовище;
- пристрій дроселювання, підтримує різницю тиску шляхом дроселювання холодоагенту.

Холодильна машина



За конструкцією холодильні машини бувають: моноблочні, з виносним конденсатним блоком та з водяним (гліколевим) охолодженням конденсатного блоку, як на слайді.

Аналіз ефективності роботи холодильної машини «на охолодження»



Коефіцієнт енергоефективності холодильної машини можна визначити як відношення потужності по холоду до споживаної потужності

$$K = \frac{N_{\text{холоду}}}{N_{\text{спож}}}$$

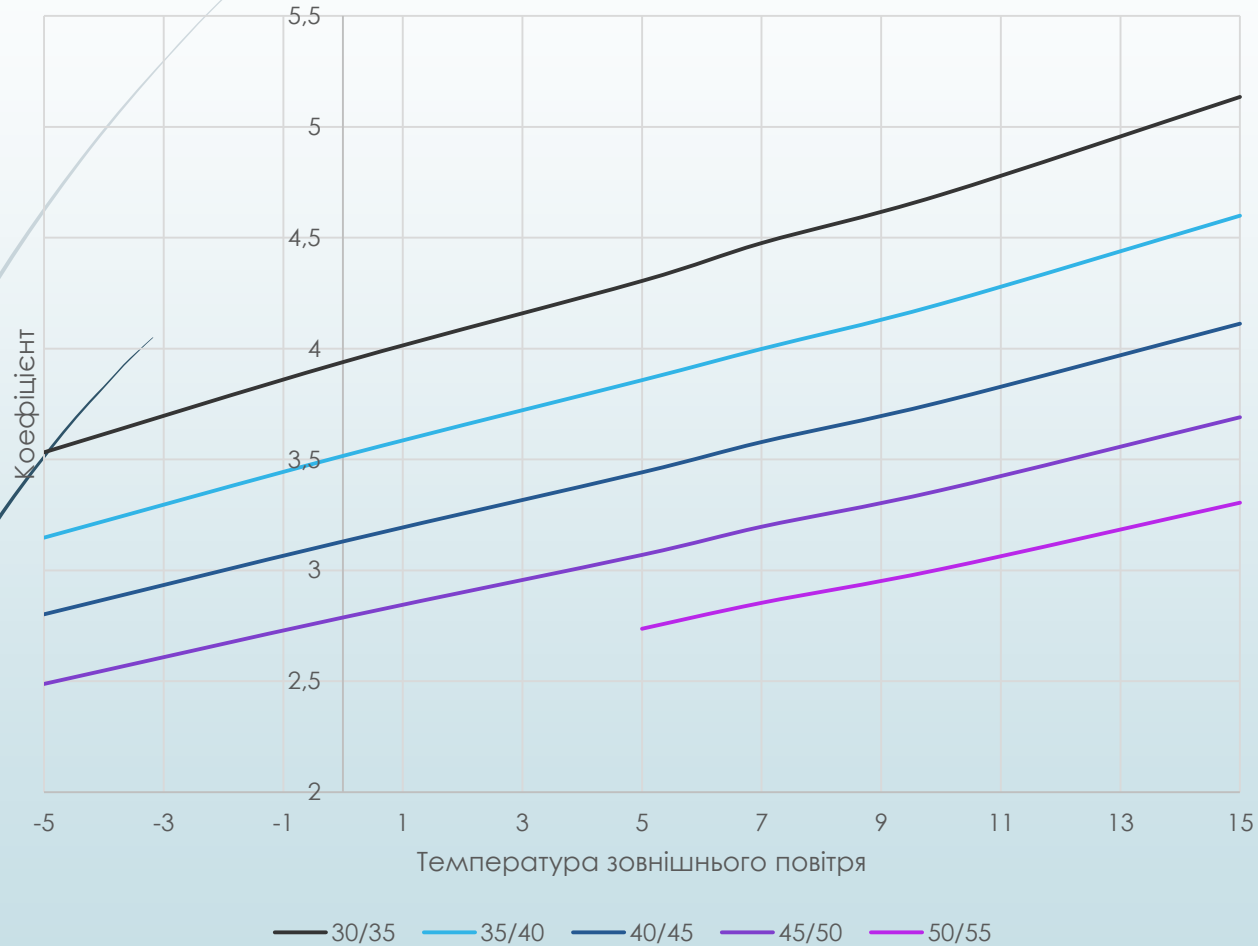
Коефіцієнт залежить від інтенсивності охолодження конденсорного блоку, по суті – від температури гліколю на виході з градирні

Коефіцієнт залежить від заданої температури охолодженої води, що подається до фанкойлів

Найвище значення для температури води +8°C, температура гліколю 35-40°C

Графіки приведено для холодильної машини CLIVET W SAN 2.90

Аналіз ефективності роботи холодильної машини «на нагрів»



Коефіцієнт енергоефективності холодильної машини можна визначити як відношення потужності по теплу до споживаної потужності

$$K = \frac{N_{\text{теплова}}}{N_{\text{спож}}}$$

Коефіцієнт залежить від температури зовнішнього повітря

Коефіцієнт залежить від температурного режиму води, що подається до фанкойлів

Найвищі значення для температури води 30/35°C, температура зовнішнього повітря +5°C і вище

Графіки приведено для холодильної машини CLIVET W SAN 2.90



Керування продуктивністю вентиляторів обдуву градирні

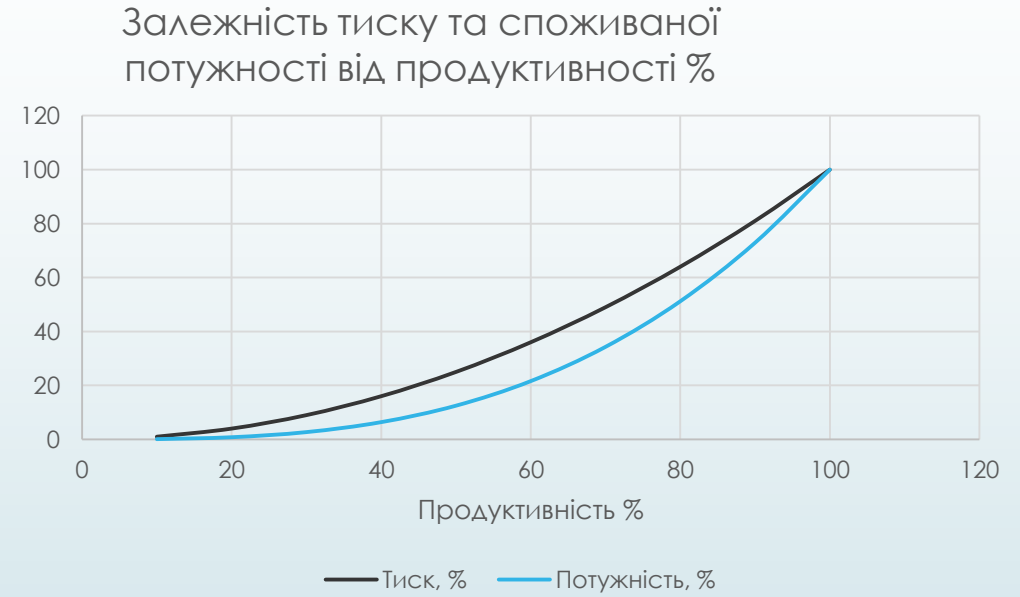
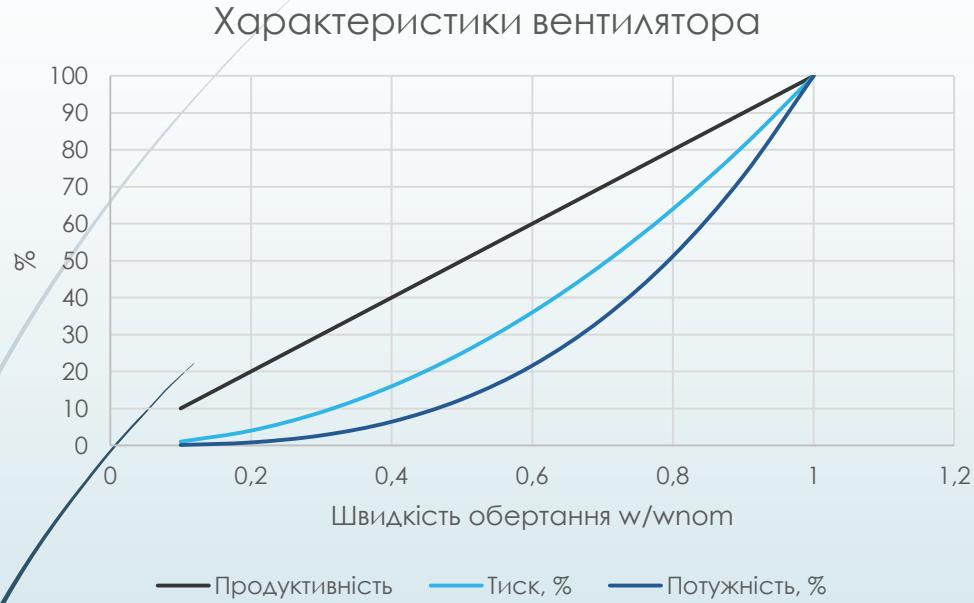
Система обдуву градирні розрахована на максимальне теплове навантаження, коли одночасно і холодильна машина працює на повну потужність і температура зовнішнього повітря максимальна.

У більшості часу експлуатації теплове навантаження значно менше, тому є потреба керувати інтенсивністю охолодження – інтенсивністю обдуву градирні.

Для керування продуктивністю вентиляторів використовують один з наступних методів:

- Ступінчате керування по типу «вкл.» / «викл.» вентиляторів в залежності від потрібної інтенсивності обдуву..
- Шляхом зміни швидкості обертання приводу вентиляторів з використанням перетворювачів частоти.

Дослідження характеристик вентилятора



Виходячи з теоретичних міркувань продуктивність, статичний тиск та енергоспоживання вентилятора залежить від швидкості обертання.

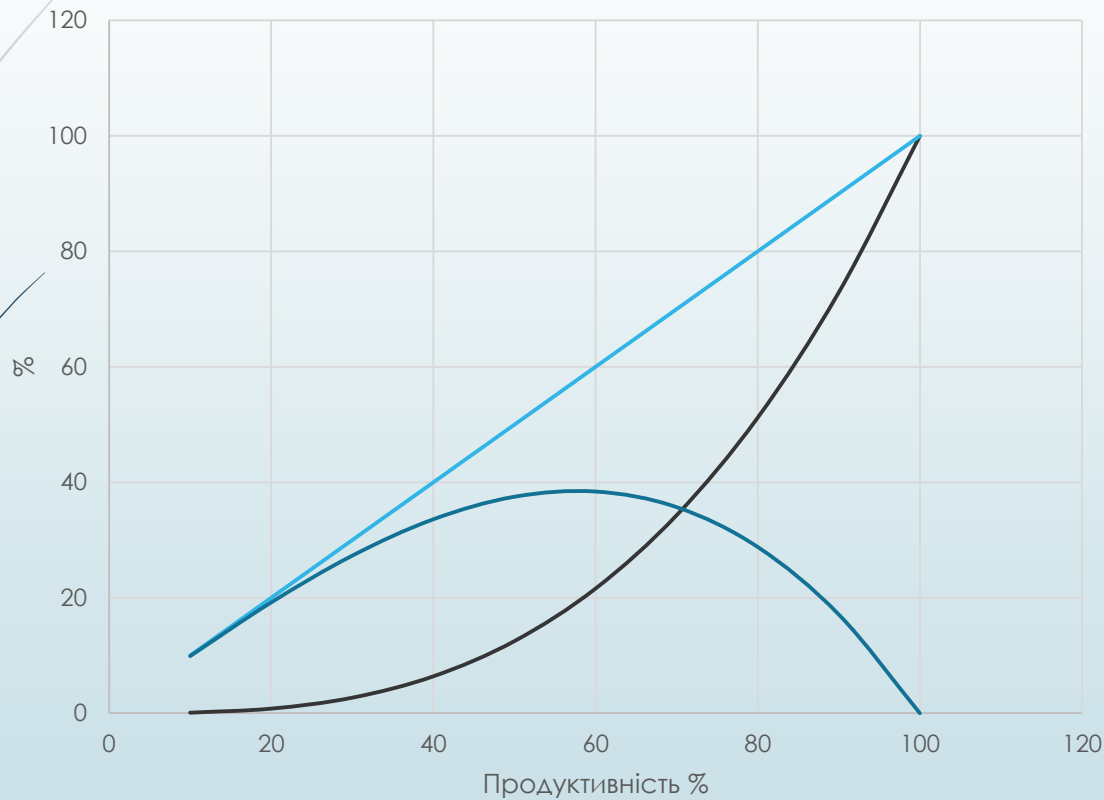
Залежність для продуктивності: $Q = Q_{nom} * \left(\frac{w}{w_{nom}}\right)$

Залежність для тиску квадратична: $p = p_{nom} \left(\frac{w}{w_{nom}}\right)^2$

Залежність для споживаної потужності кубічна: $N = N_{nom} \left(\frac{w}{w_{nom}}\right)^3$

Енергоспоживання вентиляторів градирні

Порівняння споживаної потужності



- Потужність керування з ПЧ
- Потужність ступінчатого керування
- Економія електроенергії

Ступінчате керування – споживана потужність пропорційна кількості включених вентиляторів

Керування шляхом зміни швидкості обертання – потужність квадратична в залежності від швидкості обертання

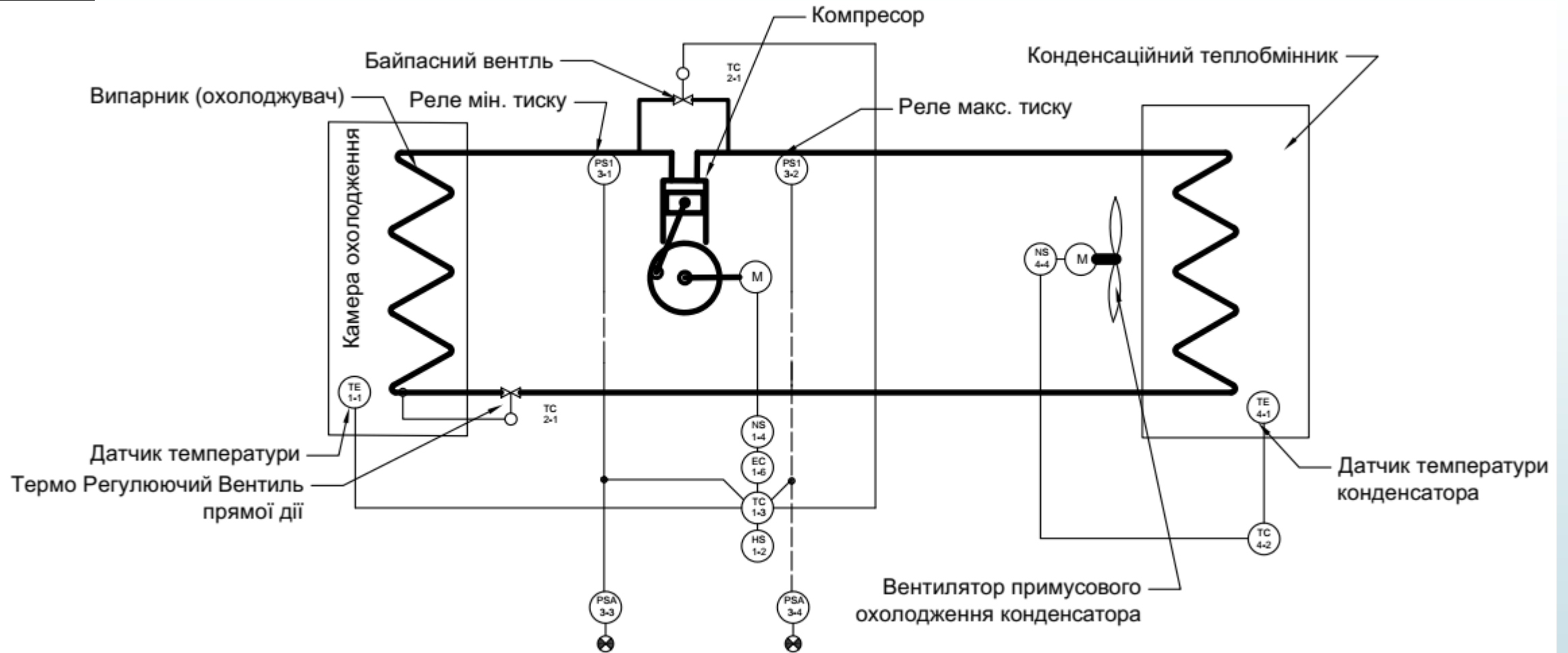
Найбільша економія при продуктивності 60%, це основний режим роботи, най більш тривалий у часі.

Керування продуктивністю компресора

Для керування продуктивністю компресора використовують один з наступних методів:

- Двохпозиційне керування по типу «вкл.»/ «викл.» лише для компресорів малої потужності.
- З використанням терморегулюючого вентиля – дроселювання по входу.
- Шляхом віджимання клапанів, ніпелів компресора – байпасування.
- Шляхом зміни швидкості обертання приводу компресора.
- Комплексний метод – поєднання кількох вищезгаданих.

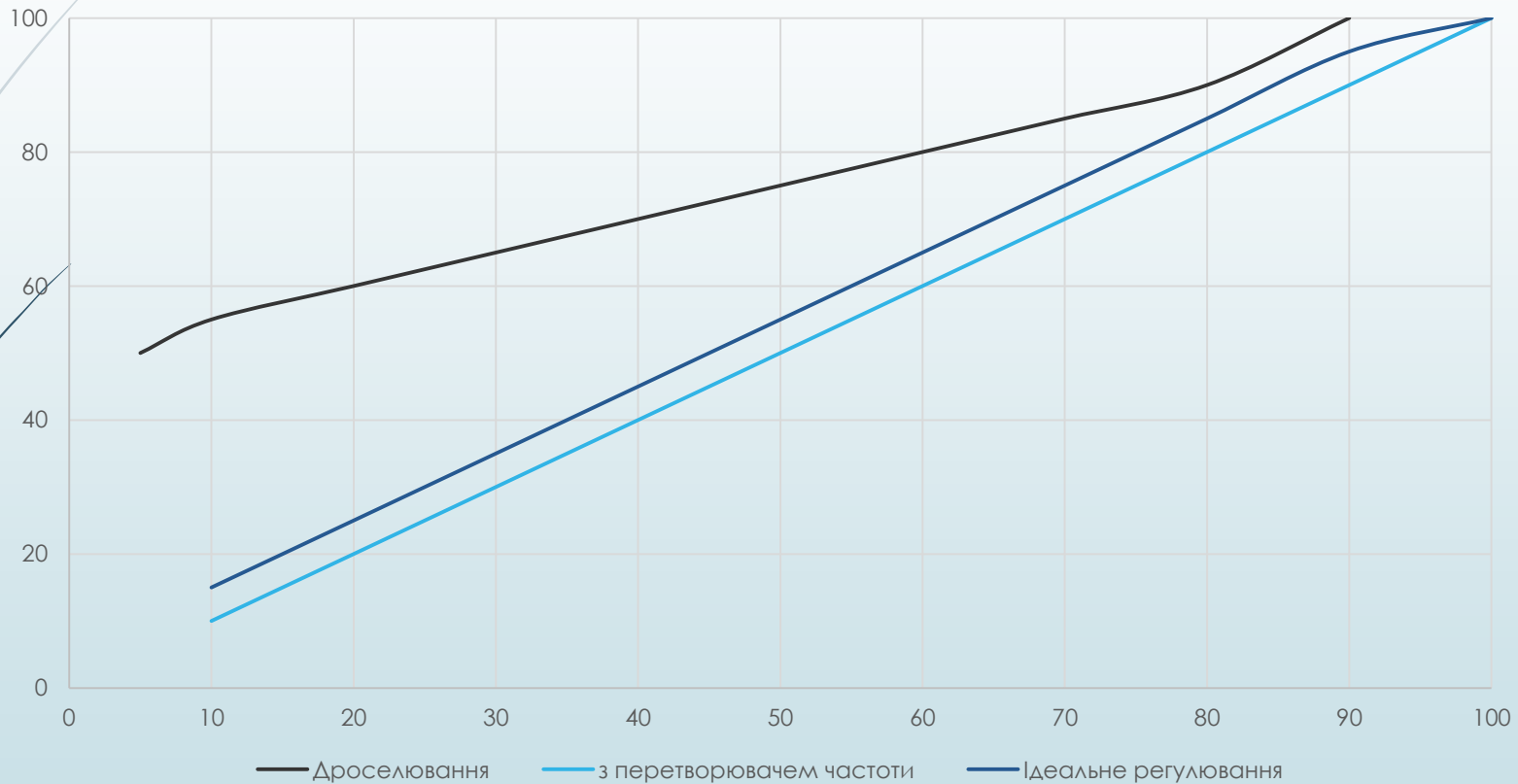
Комплексна схема



- Для керування продуктивністю використовуємо байпасування та електропривод зі змінною швидкістю обертання, що дозволяє отримати полегшений пуск та високий ККД.
- Також слід керувати охолодженням конденсатного блоку, контролювати тиск на вході та виході конденсатора

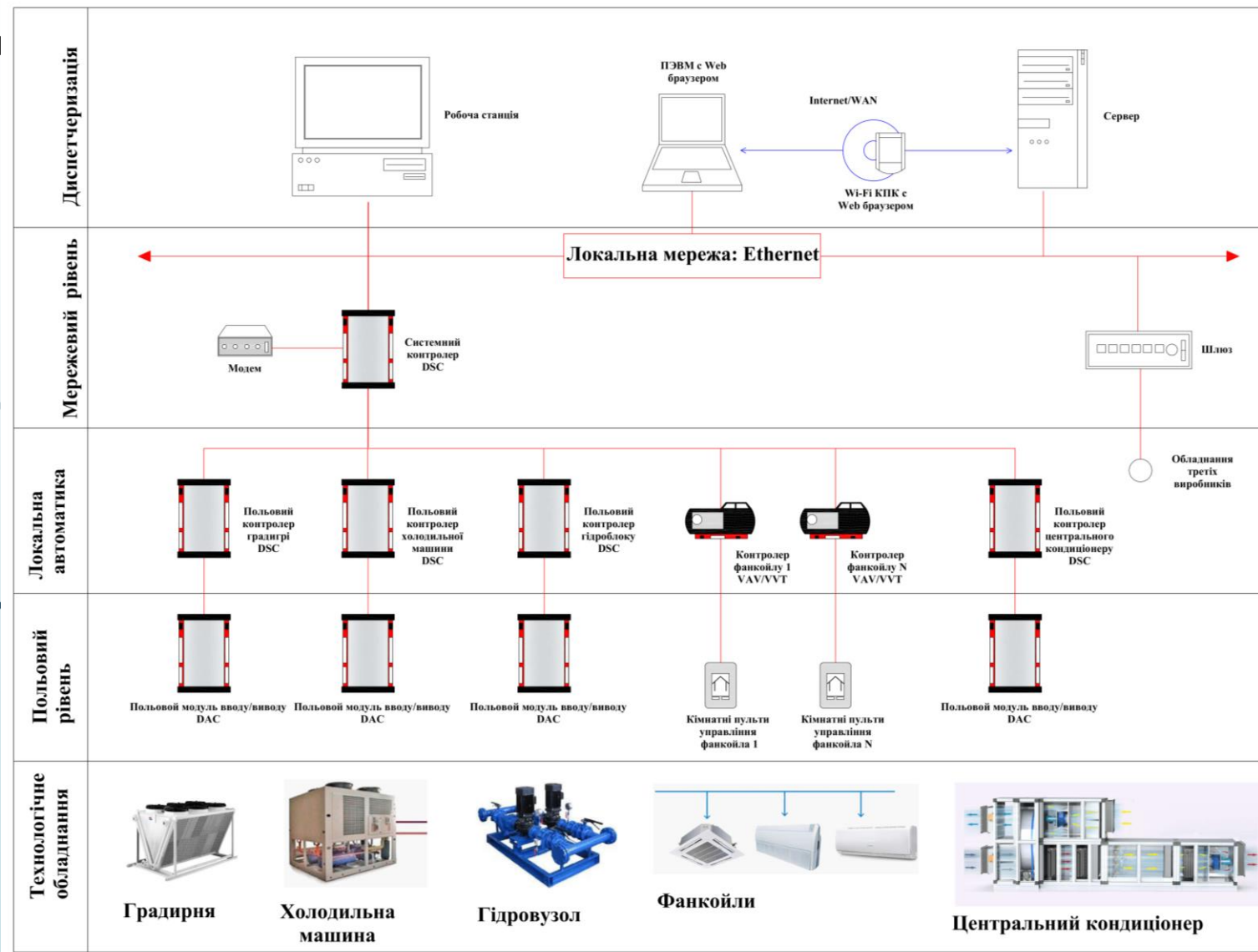
Ефективність керування

Відношення спожитої енергії до продуктивності



- ▶ Дроселювання, байпасування та віджимання клапанів знижують ККД.
- ▶ Двохпозиційне керування зберігає високий ККД, однак неприйнятне для потужних компресорів.
- ▶ Використання перетворювачів частоти залишає ККД максимально високим.

Структурна схема системи автоматизації



Для ефективної роботи холодильної машини необхідна інтеграція автоматики холодильної машини в єдину систему автоматизації будівлі



Висновки

- ▶ Автоматизація холодильної машини дозволяє точно регулювати продуктивність та уникати зайвих витрат електроенергії.
- ▶ Використання перетворювачів частоти дозволяє підтримувати високий ККД в усьому діапазоні регулювання.
- ▶ Використання байпасу дозволяє реалізувати полегшений пуск компресора.
- ▶ Використання перетворювачів частоти для керування вентиляторами охолодження компресора та насосними станціями дозволяє підтримувати високий ККД роботи всього обладнання.
- ▶ Доцільною є інтеграція автоматики холодильної машини в загальну систему автоматизації будівлі.



Дякую за увагу

