

Студент Мирний В.С.

*«Дослідження конструктивних
особливостей сучасних
напівгерметичних компресорів»*

Керівник - к.т.н., доц.

Буданов В.О

Типи холодильних компресорів

Головною частиною будь-якого холодильного й морозильного встаткування, що вдиhaє в нього життя й, властиво, відповідає за виробництво холоду, є холодильний компресор. Разом із двигуном, що приводить холодильний компресор у робочий стан, вони забезпечують стиск і перерозподіл пари, одержуваної з холодоагенту.

Типи холодильних компресорів

Виходячи з того, який спосіб стиску холодоагенту покладений в основу роботи холодильного компресора, розрізняють ротаційні, поршневі, гвинтові, спіральні й відцентрові компресори.

Типи холодильних компресорів

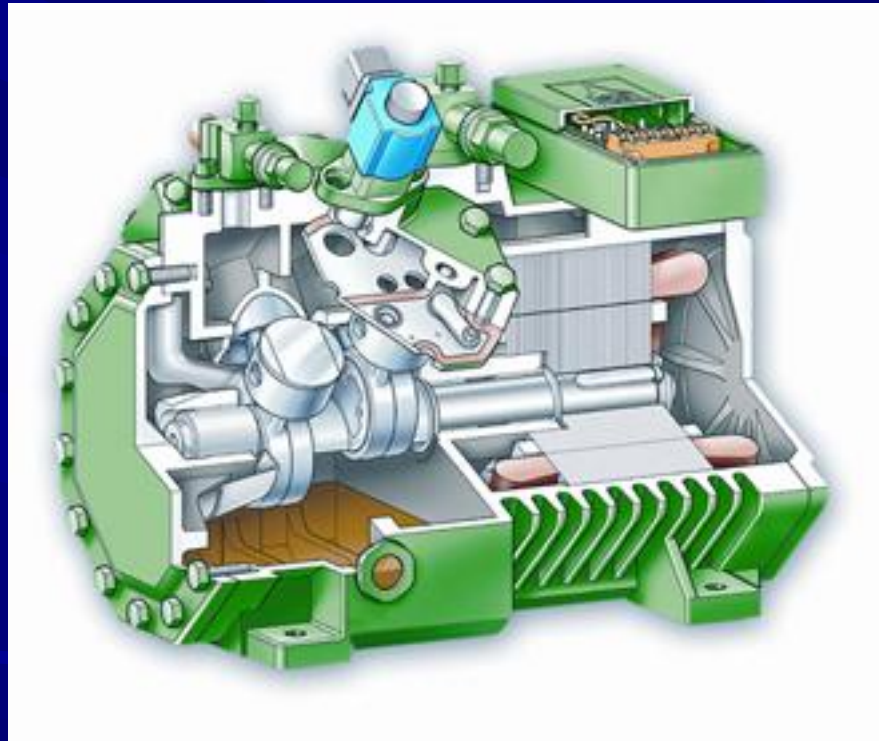
Існують три основних типи таких компресорів:

Повністю герметичні - компресор і двигун перебувають усередині герметичного кожуха, з якого назовні виведені лише електричні контакти та трубки холодоагенту. Охолодження двигуна відбувається за рахунок холодоагенту, що повертається. Такі компресори, як правило, мають невелику продуктивність і використовуються в не занадто потужному холодильному встаткуванні, наприклад у побутових холодильниках. Найбільш відомі й розповсюджені герметичні холодильні компресори Danfoss. Більше півстоліття цей виробник утримує лідерські позиції на ринку холодильних компресорів.

Напівгерметичні або безсальникові компресори мають розбірний корпус, у який поміщені з'єднані напрямо двигун і компресор. Вони більш зручні в експлуатації, тому що двигун піддається профілактиці й ремонту завдяки можливості його витягти. Це середньої потужності компресори, які широко використовуються в торговельному холодильному встаткуванні та системах кондиціонування повітря.

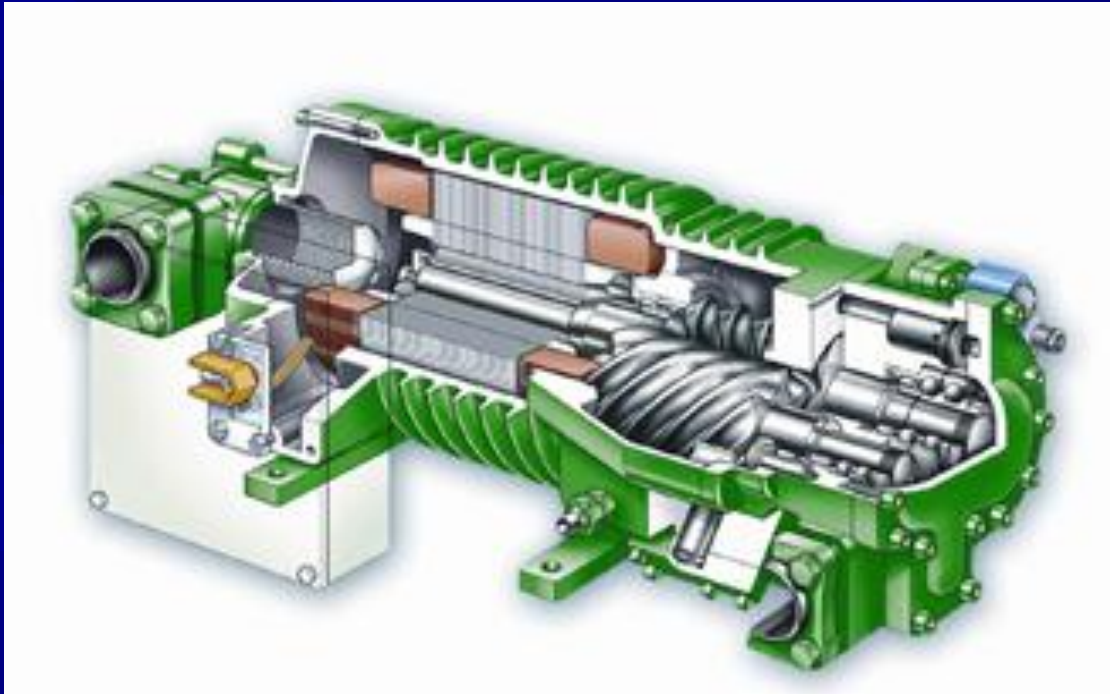
Відкриті або сальникові компресори оснащені винесеними за межі їхнього корпуса двигуном, що приєднаний до них за допомогою шківів або муфт. Саме відкриті компресори найчастіше мають не один ступінь стиску й до 12 поршнів, внаслідок чого є могутнішими за продуктивністю холоду.

Типи холодильних компресорів



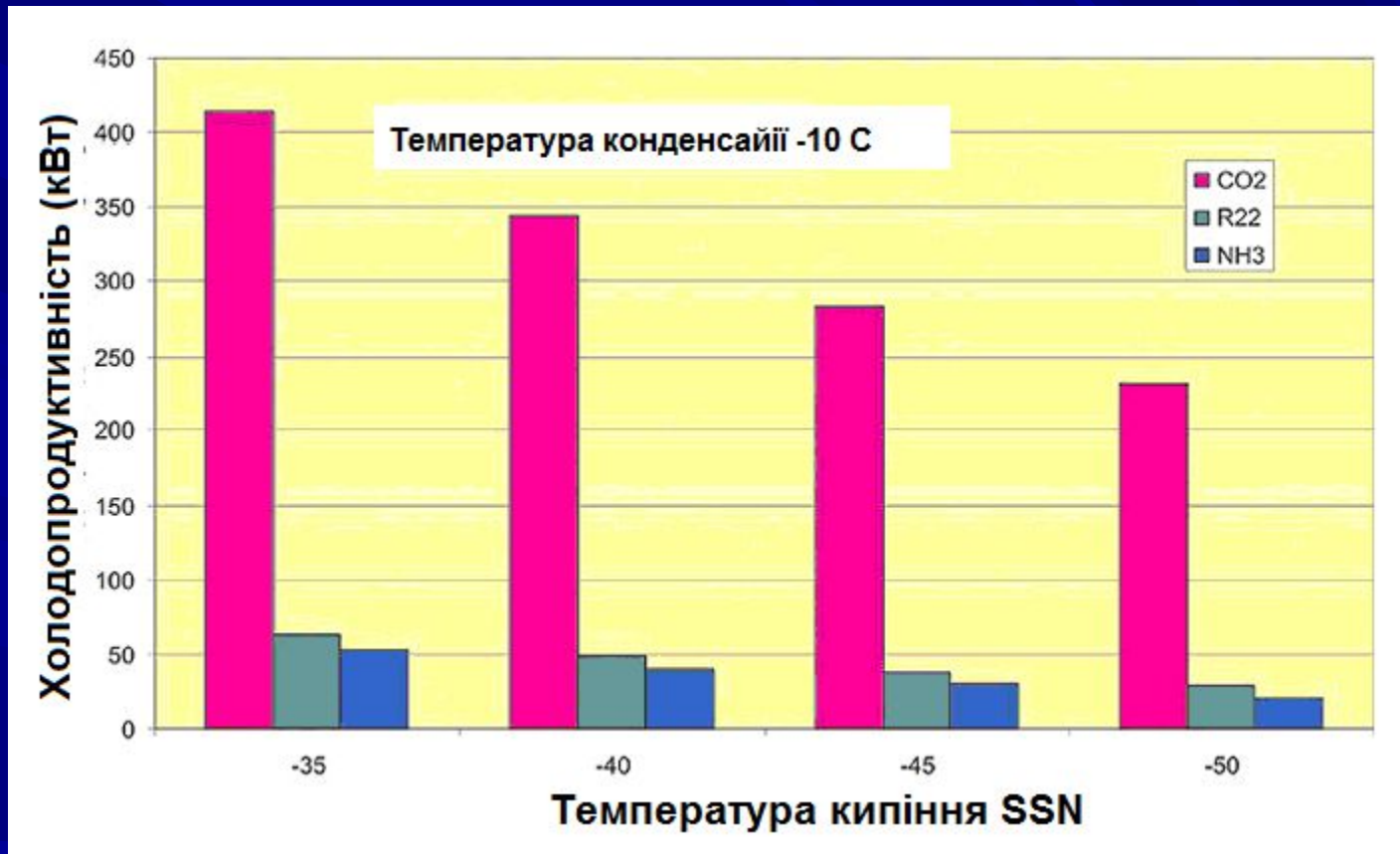
Розріз напівгерметичного поршневого компресора

Типи холодильних компресорів



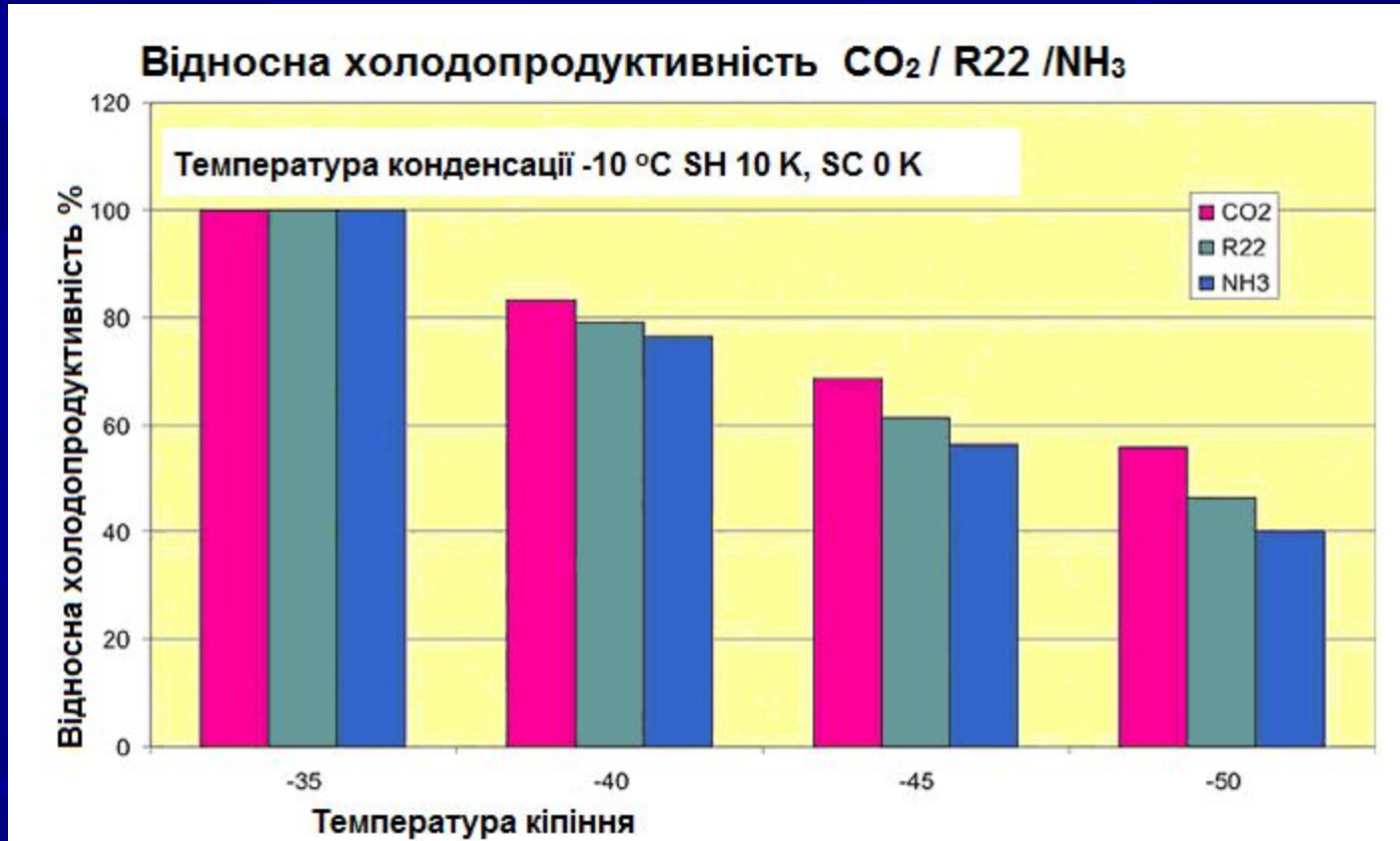
Розріз напівгерметичного гвинтового компресора (без масловіддільника)

Типи холодильних компресорів



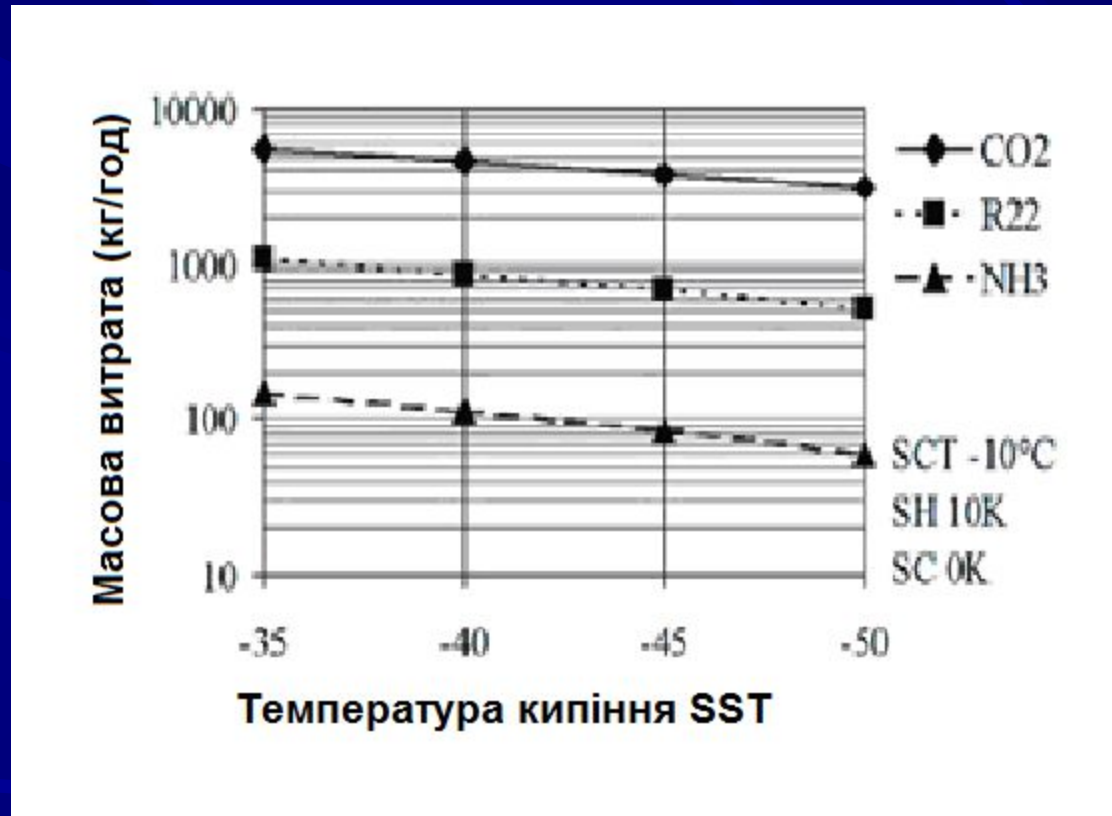
Характеристика продуктивності гвинтового компресора "Бітцер" з об'ємною продуктивністю 220 м³ / год

Типи холодильних компресорів



Відносна холодопродуктивність в порівнянні із значенням при температурі випаровування (SST) - 35 °C і температурі конденсації (SCT) -10 °C

Типи холодильних компресорів



Порівняння масових витрат різних холодоагентів (кг / год) при різних температурах випаровування (SST) (дані отримані на гвинтовому компресорі "Бітцер" з об'ємною продуктивністю 220 м³ / год)

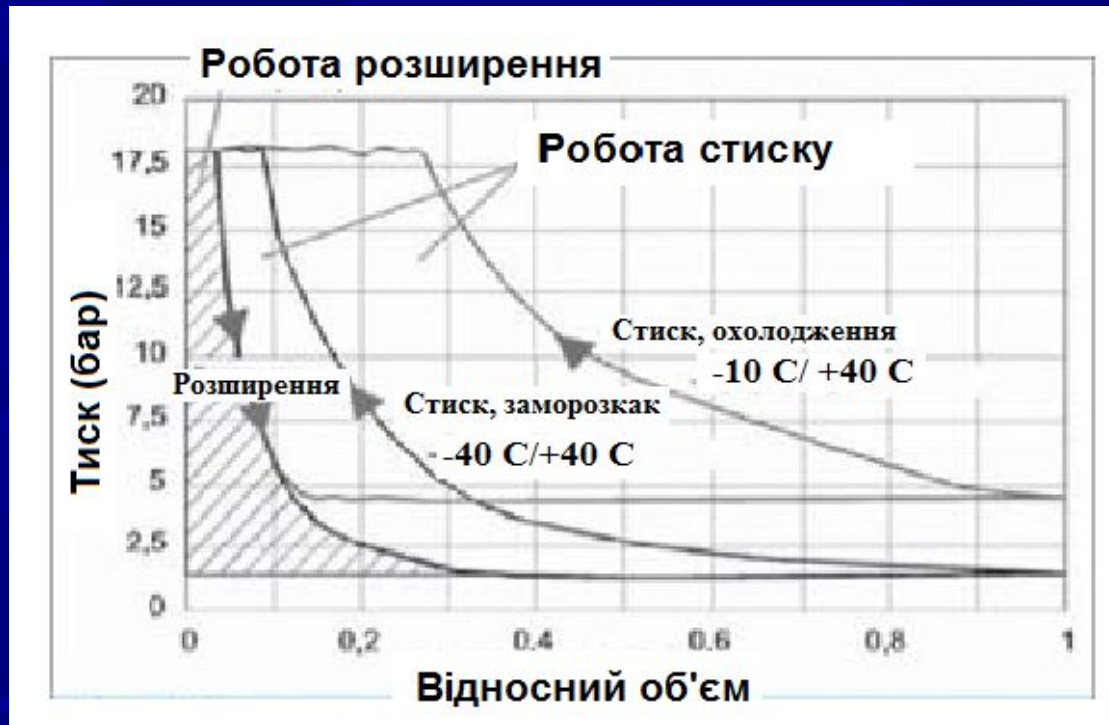
Типи холодильних компресорів

ВИСНОВОК

Результати досліджень показали, що перспективи подальших розробок в області застосування напівгерметичних поршневих і гвинтових компресорів в каскадних холодильних системах на CO₂ дуже сприятливі, особливо з урахуванням того, що ці дослідження базуються на вже апробованих стандартних агрегатах Бітцер.

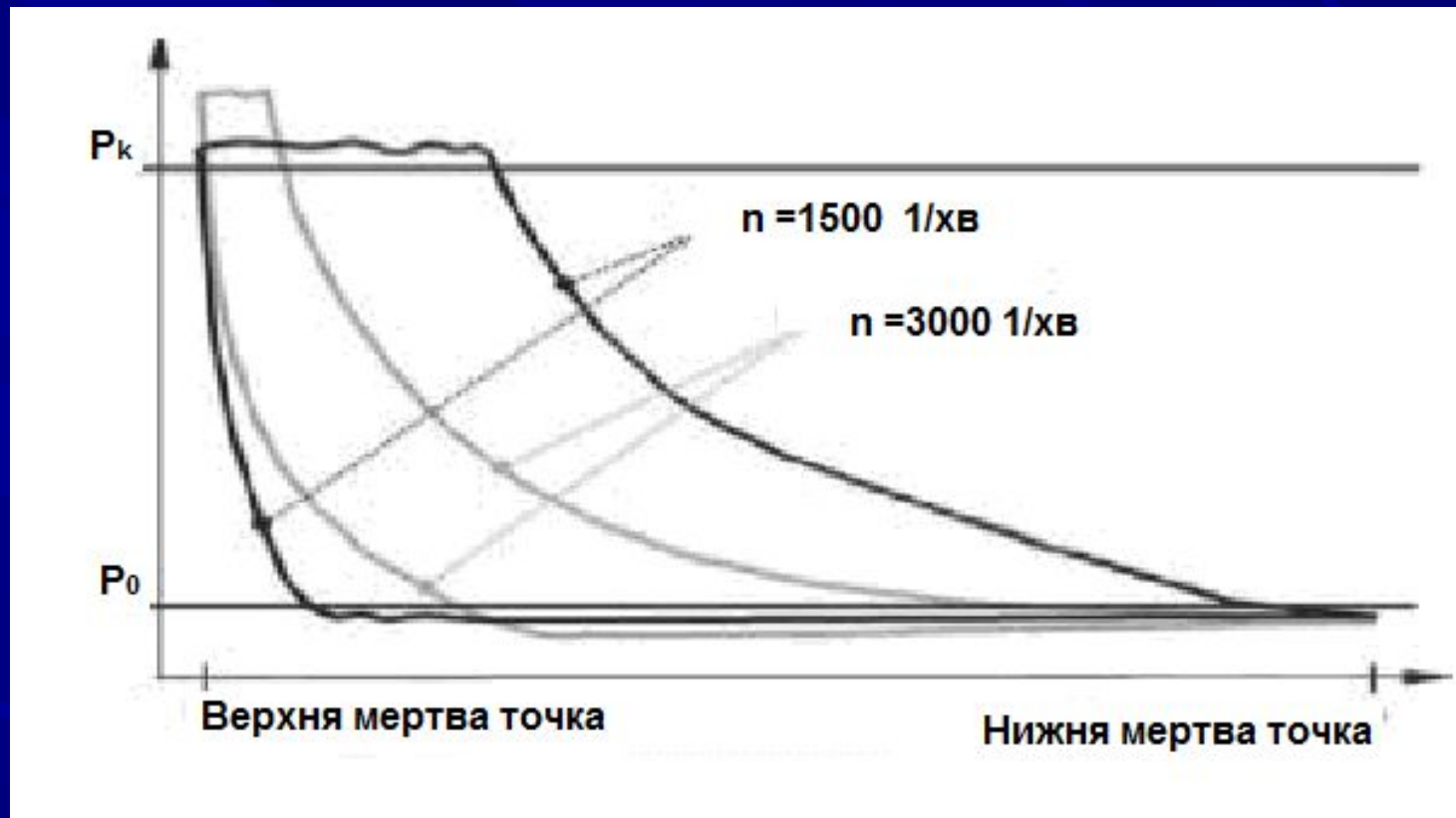
Сучасна базова конструкція компресорів з додатковими засобами захисту цілком допускає функціонування при більш високих значеннях допустимого робочого тиску. Більш того, з оптимальною адаптацією компонентів всередині одного модельного ряду компресорів спеціальні для CO₂ вимоги щодо механічного навантаження, потужності та охолодження мотора можуть бути виконані.

Порівняння гвинтових і поршневих холодильних компресорів



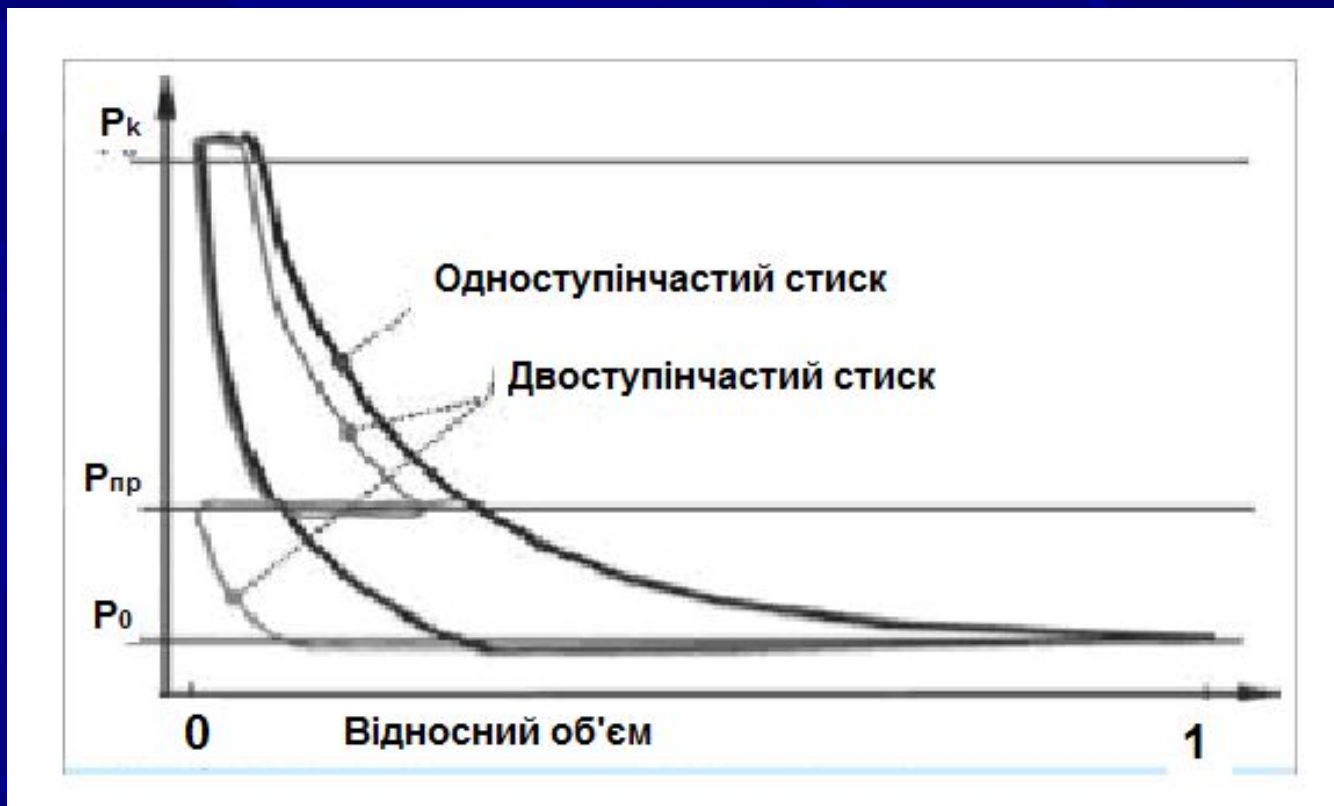
Індикаторні діаграми поршневого компресора

Порівняння гвинтових і поршневих холодильних компресорів



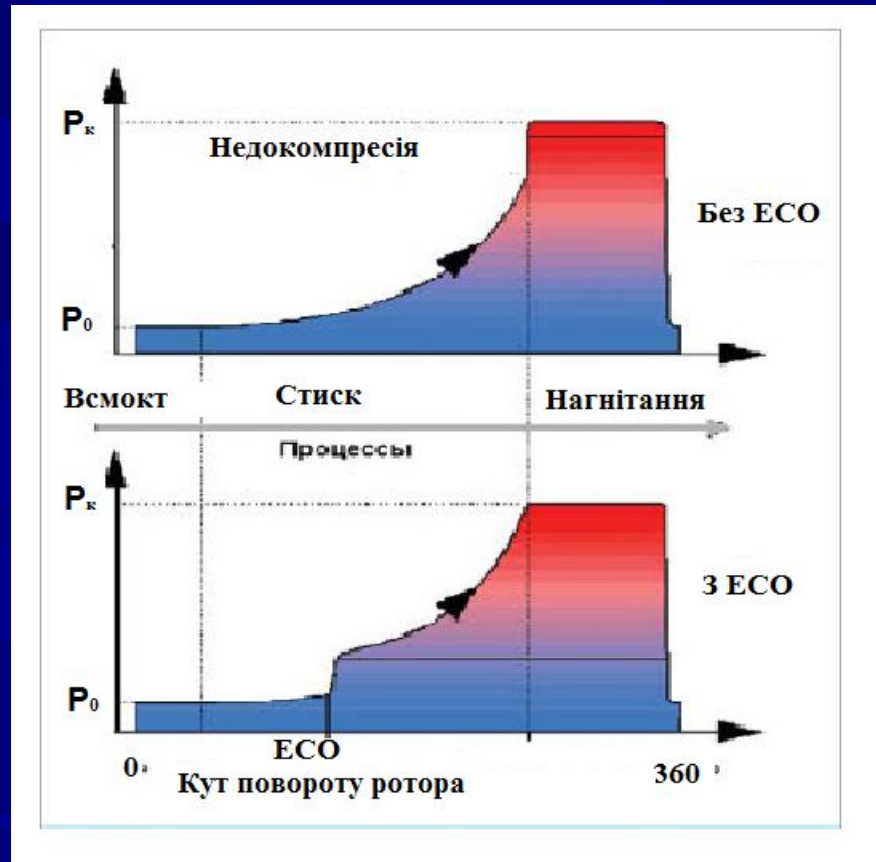
Зміна робочого процесу поршневого компресора при зміні частоти обертання

Порівняння гвинтових і поршневих холодильних компресорів



Робочий процес при двоступеневому стиску у поршневому компресорі

Гвинтові холодильні компресори



Діаграма зміни тиску при роботі гвинтового компресора з економайзером та без нього

Виграшні особливості

З огляду на всі основні переваги і недоліки розглянутих типів холодильних компресорів, компанія BITZER створила нову серію холодильних поршневих напівгерметичних компресорів Octagon, у якій з метою їхнього вдосконалення піддався модифікації ряд істотних параметрів, серед яких: плавність ходу й шумових характеристик, ККД, можливість регулювання продуктивності, габаритні розміри й маса, вартість. Шумові характеристики холодильних поршневих напівгерметичних компресорів серії Octagon з демпфером пульсацій у головці блоку циліндрів. Незважаючи на виняткову плавність ходу, обумовлену конструкційними особливостями холодильних компресорів цієї серії, в окремих випадках виникали значні резонансні пульсації в нагнітальних трубопроводах. Як правило, такі пульсації скорочуються до прийнятної величини шляхом установки глушників (демпферів) на трубопроводі. Недолік такого технічного рішення полягає в тому, що на ділянці нагнітального трубопроводу між демпфером і холодильним компресором завжди присутні значні пульсації. Повністю уникнути негативного впливу пульсацій тиску в системі вдалося завдяки новій головці блоку циліндрів (рис. 8), де за допомогою резонансного каналу пульсації гасяться в місці їхнього виникнення.

Виграшні особливості

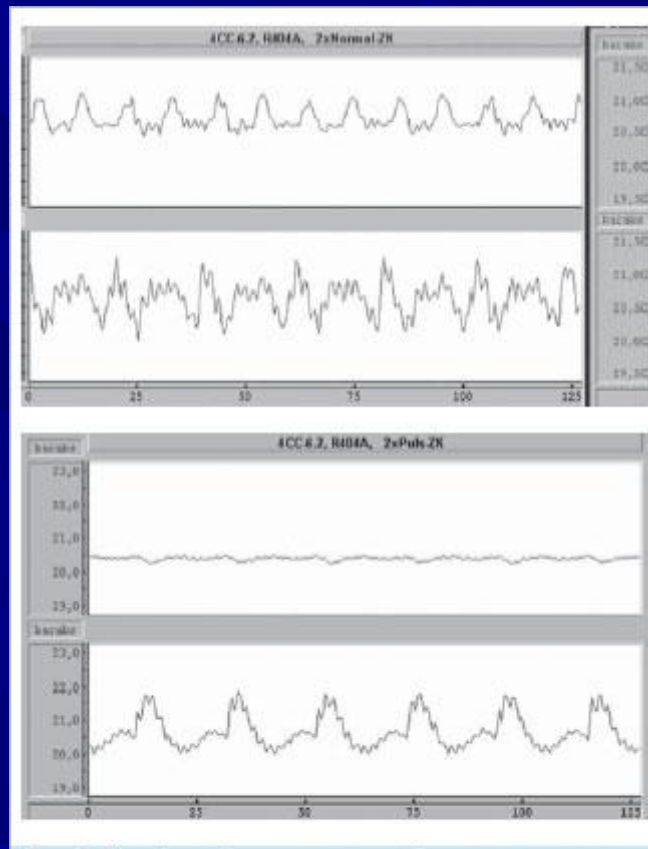
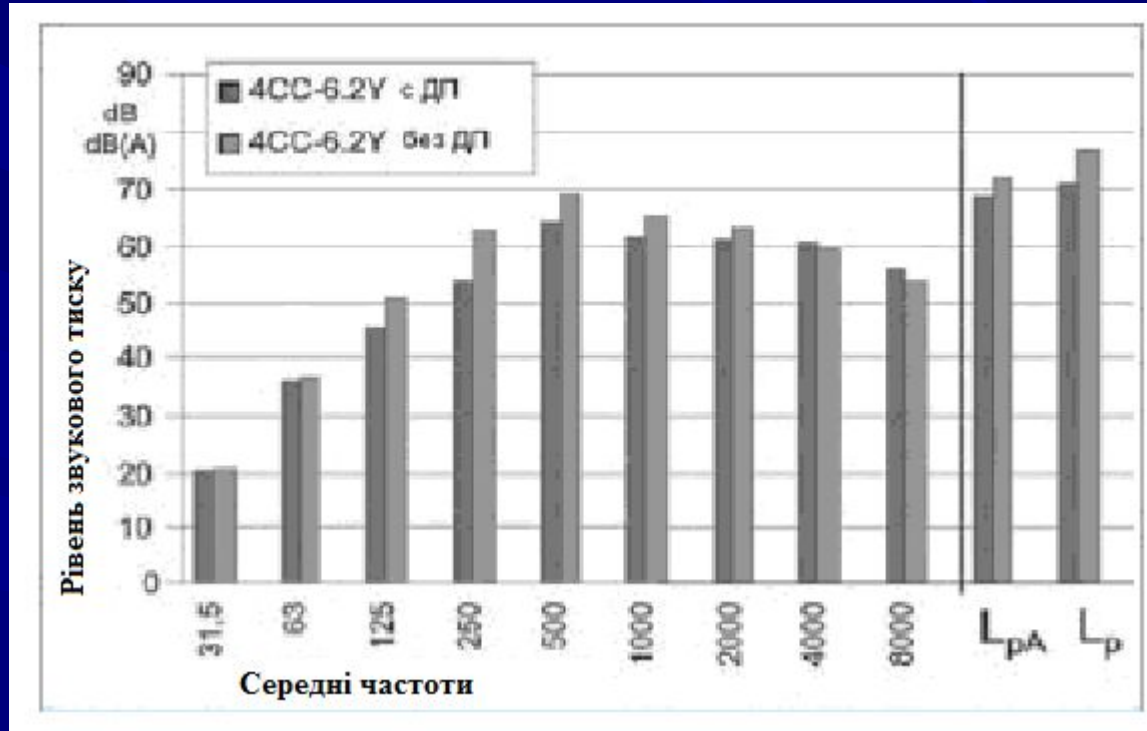


Рис. 8 Коливання тиску при стандартній головці у трубопроводі та в головці блоку циліндрів (нижнє вікно)

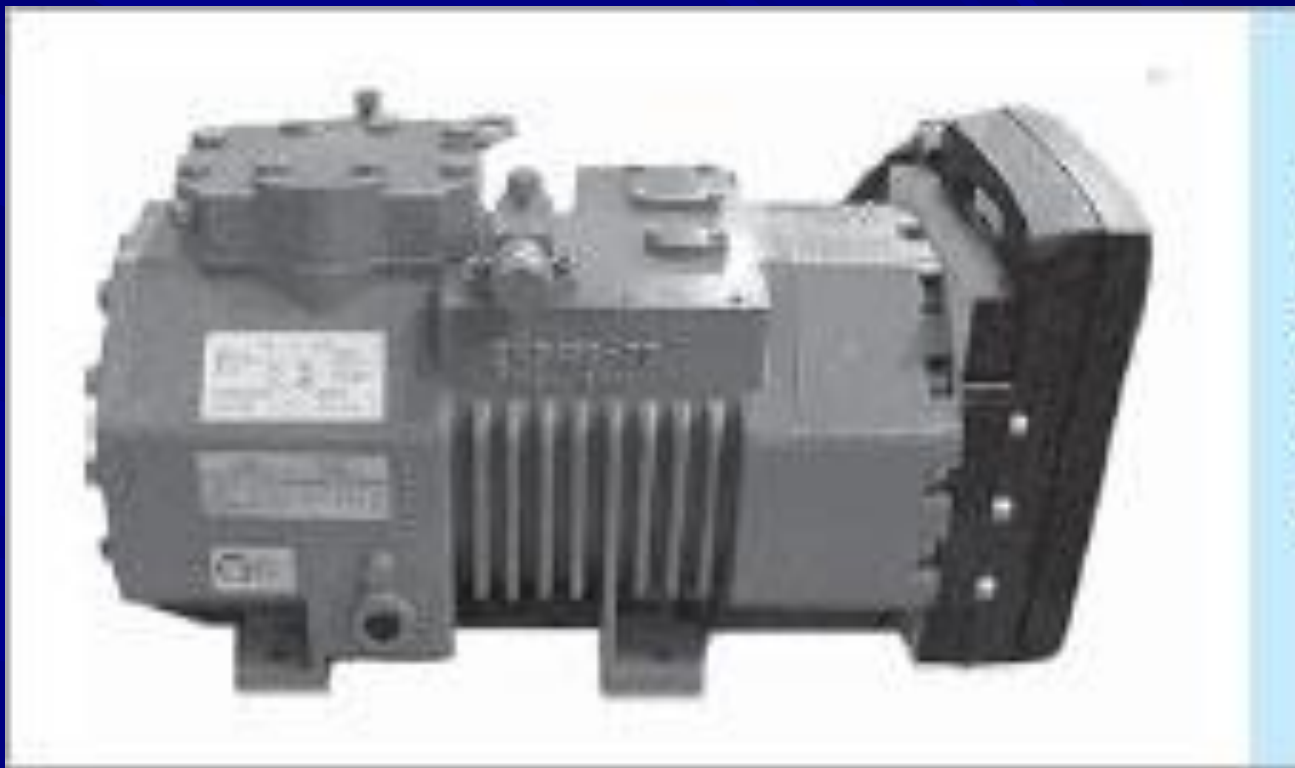
а – без демпфера пульсацій б – з вбудованим в головку демпфером пульсацій

Виграшні особливості



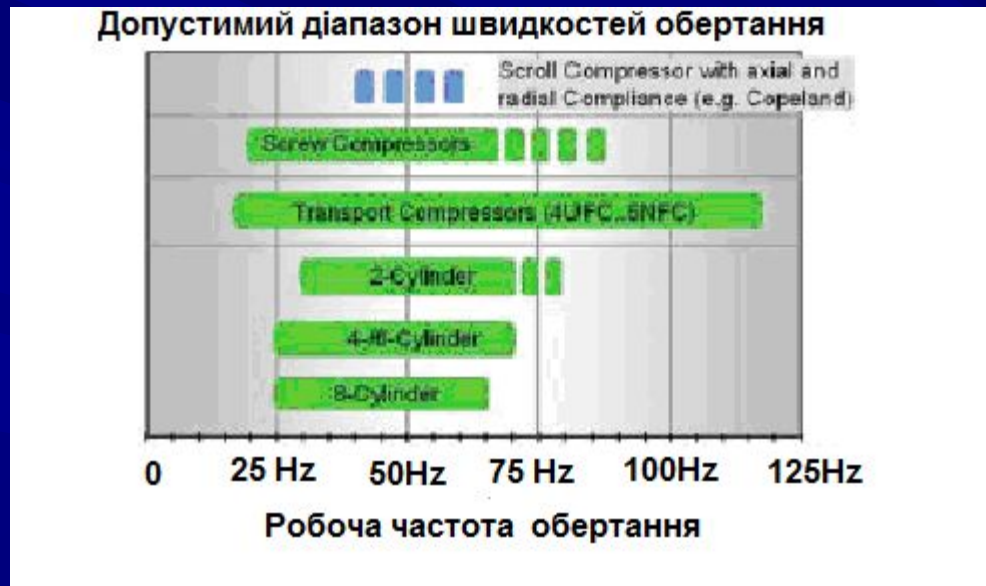
Рівень звукового тиску на відстані 1 м від компресорно-конденсаторного агрегату з компресором з демпфером пульсацій та без нього

Регулювання холодопродуктивності поршневих компресорів зміною частоти обертання



Перспективний компресор Ostagon серії C2 з вбудованим частотним перетворювачем

Регулювання холодопродуктивності поршневих компресорів зміною частоти обертання



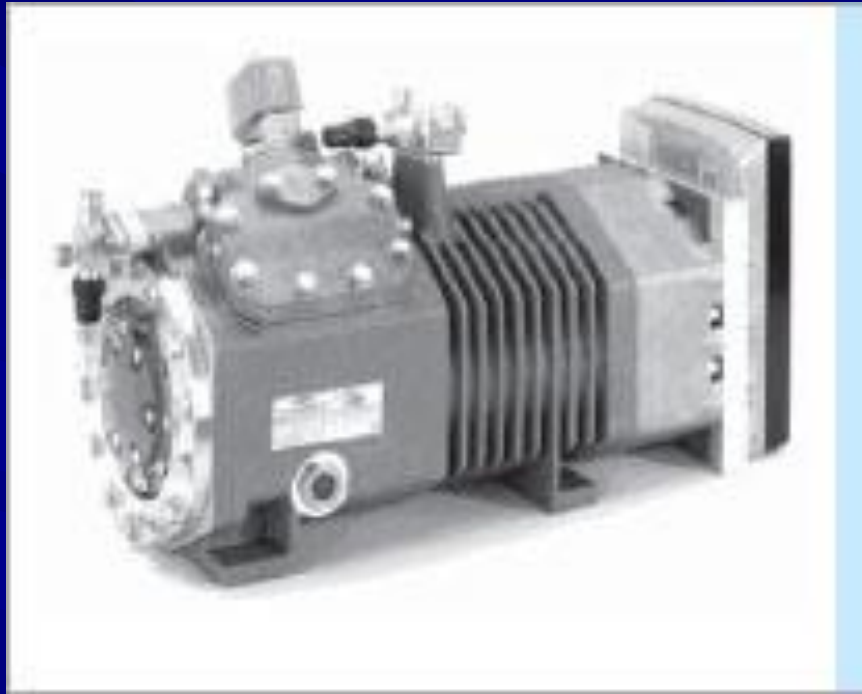
Регулювання продуктивності компресора зміною частоти обертання вала

Регулювання холодопродуктивності поршневих компресорів зміною частоти обертання

Вимоги, які пред'являються до цього компресора

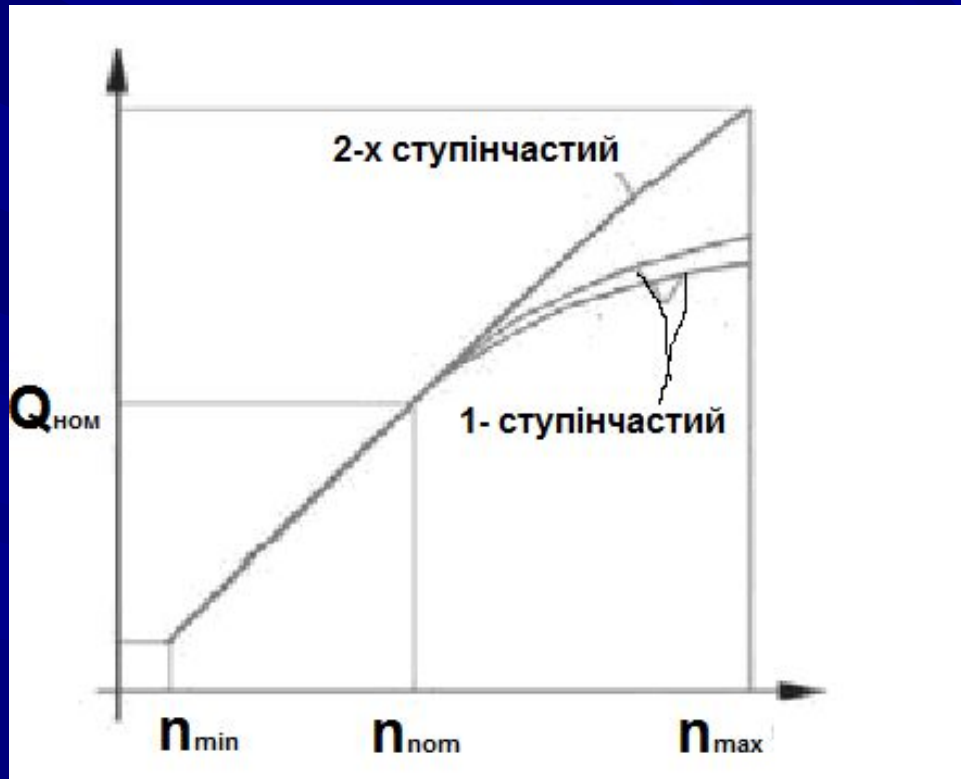
Габаритна ширина	<250
Маса	<100
Холодоагент	R134a
Регулювання безступінчасте	
у діапазоні холодопродуктивностей,кВт	10,5...0,5
Холодопродуктивність Q0, кВт при температурі у охолоджуемому об'єкті, 0С	
-28	3,5
-18	4,0
-4	10.5
Економія споживаної енергії,%	30
Температура оточуючого середовища,0С	
розрахунковий режим	+38
екстремальний режим	від арктичних умов до +55

Регулювання холодопродуктивності поршневих компресорів зміною частоти обертання



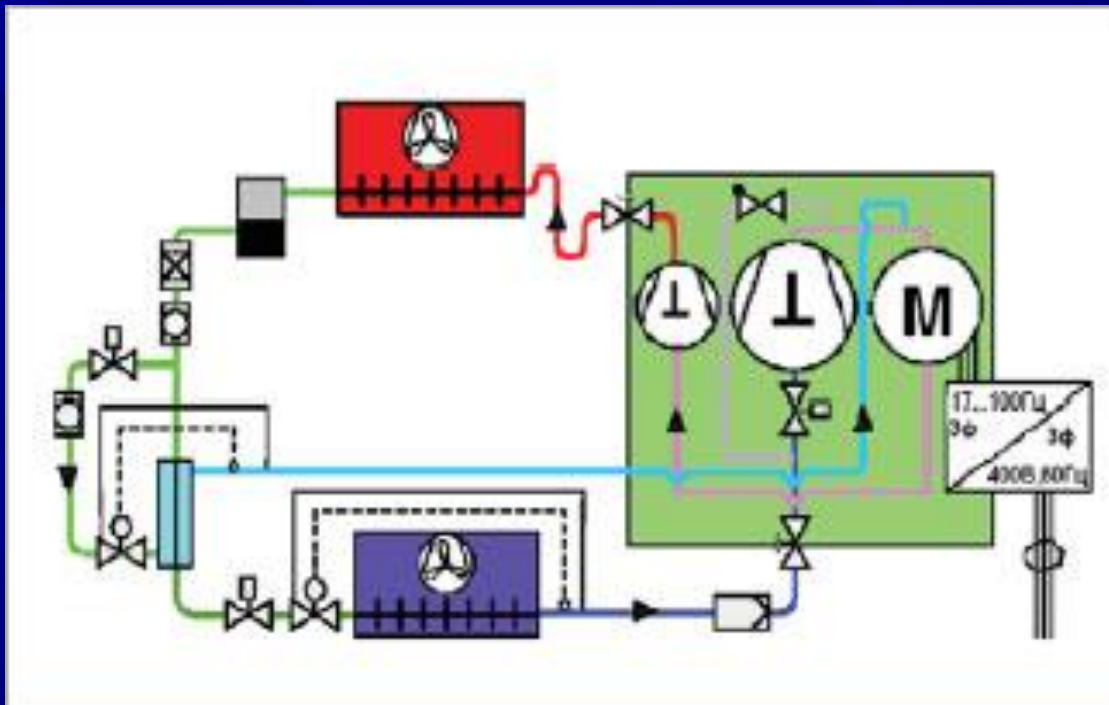
Перспективний компресор Octagon S4CC-5Y з переключенням на роботу у 1-2 ступеня та перетворювачем частоти

Регулювання холодопродуктивності поршневих компресорів зміною частоти обертання



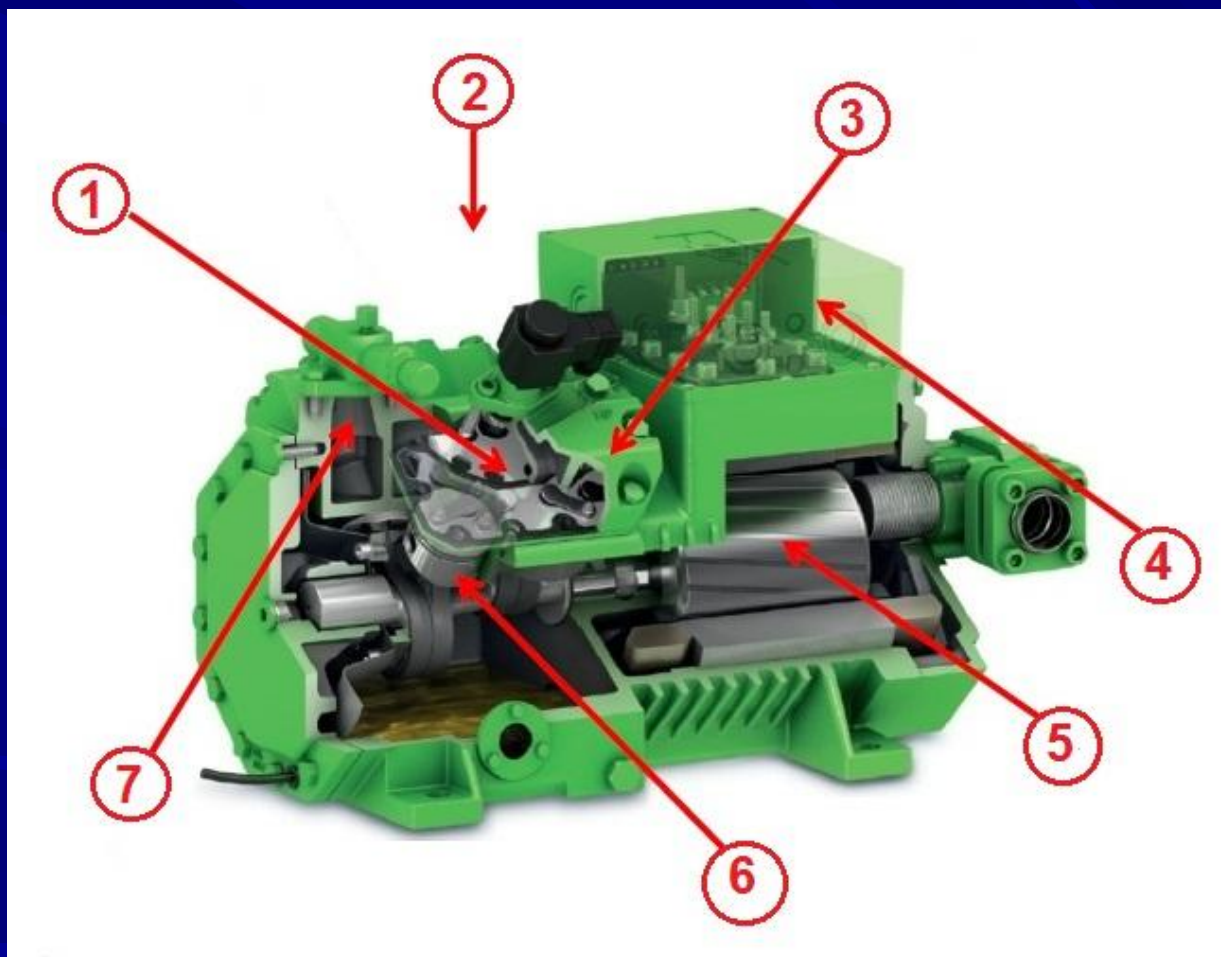
Зміни холодопродуктивності при збільшенні частоти обертання валу компресора

Регулювання холодопродуктивності поршневих компресорів зміною частоти обертання



Принципова схема установки з використанням перспективного компресора Octagon S4CC-5Y та рідинного переохолодження

Покоління поршневих компресорів бітцер new ecoline.



бітцер new ecoline.

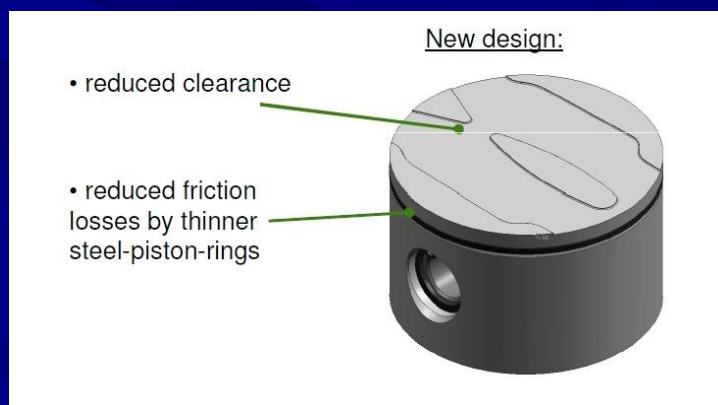


- 1) Клапанні дошки нової конструкції. На нових дошках оптимально підібрана кількість отворів усмоктування й нагнітання і їхні діаметри. Клапани нагнітання втоплені в тіло дошки. Оптимізована форма місця прилягання до дощок пелюстків клапанів нагнітання.

Бітцер new ecoline.

- 2) Більше високі робочі тиски НР 32 bar, на які розраховані корпуси компресорів.
- 3) Нові кришки головок циліндрів. Для зниження гідравлічних опорів при шумоглушінні збільшений обсяг підкришкового простору. При цьому кришки стали більш високими в порівнянні зі стандартними моделями компресорів.
- 4) Нові клемні панелі передбачені для СЕ3 і клемні коробки для РЕ4, ВЕ5 і ВЕ6.
- 5) Більше ефективні мотори підібрані для кожної моделі з оптимальною номінальною потужністю.

бітцер new ecoline.



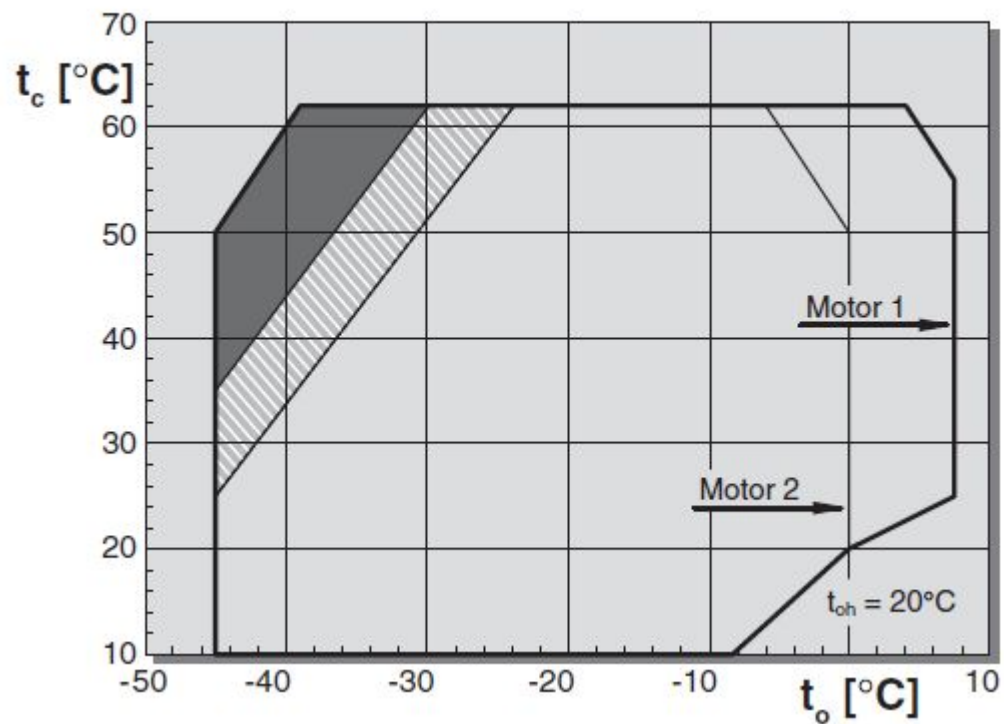
6) Поршні й шатуни нової конструкції. Для ще більшого зниження величини «мертвого об'єму» торцеві поверхні поршнів мають спеціальний рельєф, що дозволяє поршням наблизитися до клапанної дошки на максимально близьку відстань, не торкаючись пелюстків клапанів усмоктування. Застосовано нові тонкі сталеві поршневі кільця з покриттям для ще більшого зниження тертя.

бітцер new ecoline.

На 5 К збільшена максимальна припустима температура конденсації в порівнянні із сьогоднішнім граничним значенням t_c . Це істотне підвищення важливо для систем HVAC і теплових насосів. Компресори з мотором 3 призначені для помірковано низькотемпературних систем, що стали в останні роки досить розповсюдженими в комерційному холоді в країнах Євросоюзу. Нова область припустимого застосування компресорів NEW ECOLINE на R404A/R507A істотно розширена як убік більш високих температур конденсації, так і більш високих температур кипіння для низькотемпературних моделей з мотором 2.

бітцэр new ecoline.

R404A ■ R507A 2KES-05Y .. 6FE-50Y



бітцер new ecoline.

У порівнянні із сьогоднішніми граничними значеннями t_c і t_o :

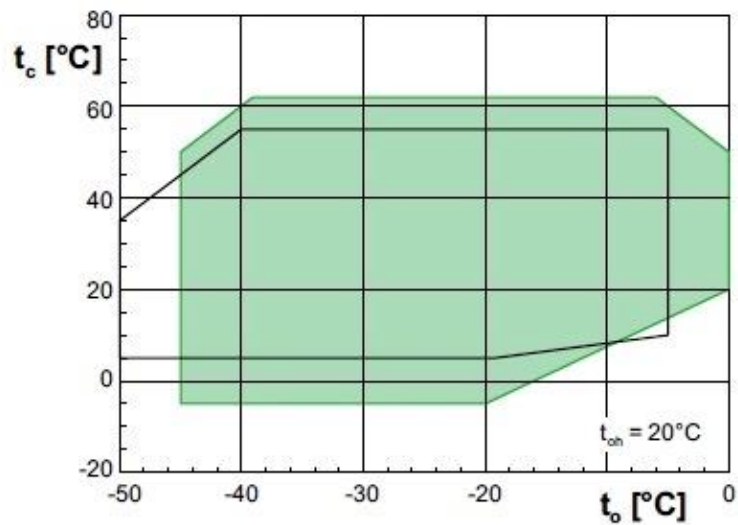
на 7K збільшена максимальна припустима температура конденсації для компресорів з моторами 1 і 2,

на 5K збільшена максимальна припустима температура випару для компресорів з мотором 2.

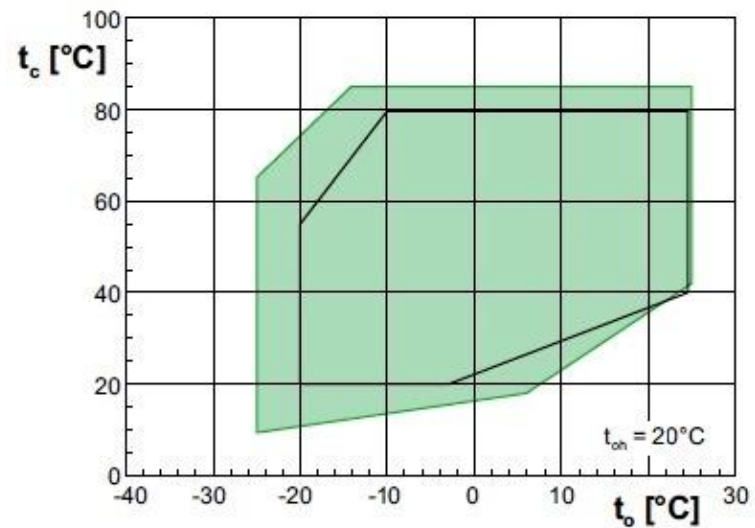
Це дозволить використовувати дешеві, у минулому так називані «низькотемпературні» компресори у всіх видах середньотемпературного холодильного встаткування, що зробить їх по суті універсальними в застосуванні, і забезпечить холодильним компаніям і кінцевим користувачам додаткову економію засобів. Особливо наочно ця унікальна перевага виглядає, наприклад, у порівнянні з найсучаснішим конкурентним аналогом на діаграмах.

Битцер new ecoline.

R404A AND R507A



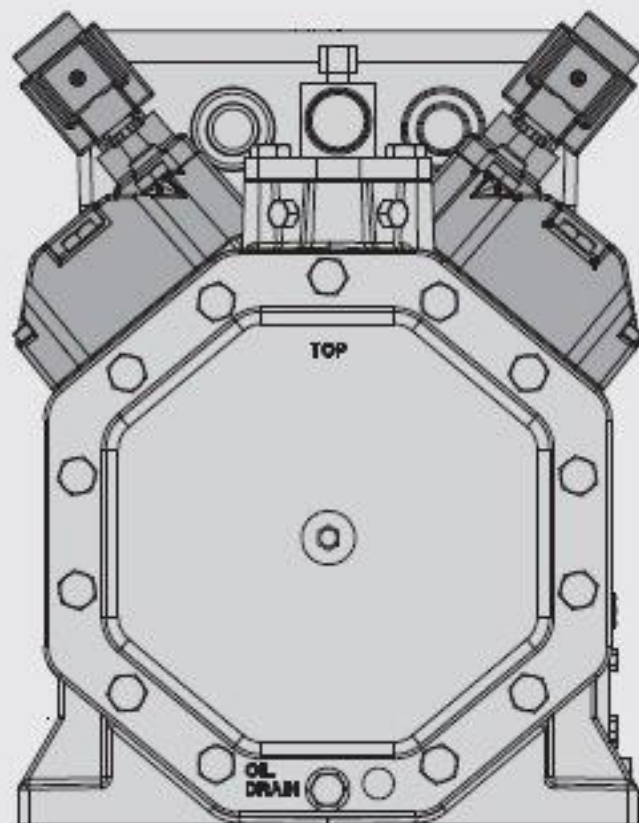
R134a



Бітцер new ecoline.

CRII (2)

CRII (1)



Regel-Algorithmus
Control algorithm
Алгоритм управления

	CRII (1)	CRII (2)
100%	○	○
>50%	◐	○
≤50%	●	◐

Бітцер new ecoline.

Нова схема регулювання продуктивності передбачає установку на чотирициліндровий компресор двох SCR-Клапанів-регуляторів продуктивності. Алгоритм включення й вимикання SCR клапанів Для підключення цих клапанів і керування їхньою роботою як на одному, так і на двох чотирьох- або шестициліндрових компресорах, з'єднаних у паралельну централь або тандем, можна буде використовувати штатний контролер LMC 340, розроблений фірмою Lodam, що входить до складу BITZER GmbH. Компресори нового покоління NEW ECOLINE у порівнянні з попередніми моделями мають розширену область припустимого застосування, більшу холодопродуктивність і в середньому на 10% більше високу ефективність. Компресори NEW ECOLINE будуть надійно працювати з температурою конденсації до 85 °C (R134a) і 62 °C (R404A/R507A). Для середньотемпературних споживачів на R404A/R507A з температурою кипіння до 0°C можна буде використовувати більше дешеві компресори з мотором 2.

Битцер new ecoline.

CE1	C1	CE2	C2	CE3	C3	CE4	C4	BE5	B5	BE6	B6	CE8	C8
2KES-05	2KC-05.2	2EES-3	2EC-3.2	4FES-5	4FC-5.2	4VES-10	4VCS-10.2	4JE-22	4J-22.2	6JE-33	6J-33.2	8GE-60	8GC-60.2
2KES-05	2KC-05.2	2EES-2	2EC-2.2	4FES-3	4FC-3.2	4VES-7	4VCS-6.2	4JE-15	4J-13.2	6JE-25	6J-22.2	8GE-50	8GC-50.2
						4VES-6		4JE-13		6JE-22			
2JES-07	2JC-07.2	2DES-3	2DC-3.2	4EES-6	4EC-6.2	4TES-12	4TCS-12.2	4HE-25	4H-25.2	6HE-35	6HE-35.2	8FE-70	8FC-70.2
2JES-07	2JC-07.2	2DEC-2	2DC-2.2	4EES-4	4EC-4.2	4TES-9	4TCS-8.2	4HE-18	4H-15.2	6HE-28	6HE-25.2	8FE-60	8FC-60.2
						4TES-8		4HE-15		6HE-25			
2HES-2	2HC-2.2	2CES-4	2CC-4.2	4DES-7	4DC-7.2	4PES-15	4PCS-15.2	4GE-30	4G-30.2	6GE-40	6G-40.2		
2HES-1	2HC-1.2	2CES-3	2CC-3.2	4DES-5	4DC-5.2	4PES-12	4PCS-10.2	4GE-23	4G-20.2	6GE-34	6G-30.2		
						4PES-10		4GE-20		6GE-30			
2GES-2	2GC-2.2			4CES-9	4CC-9.2	4NES-20	4NCS-20.2	4FE-35		6FE-50	6F-50.2		
2GES-2	2GC-2.2			4CES-6	4CC-6.2	4NES-14	4NCS-12.2	4FE-28		6FE-44	6F-40.2		
						4NES-12		4FE-25		6FE-40			
2FES-3	2FC-3.2											Motor 1	Motor 1
2FES-2	2FC-2.2											Motor 2	Motor 2
												Motor 3	

бітцер new ecoline.

Модельний ряд компресорів нового покоління NEW ECOLINE призначений для роботи на всіх холодоагентах: R134a, R404A, R507A, R407C, R22 і ін. буде містити в собі 64 моделі, згруповані в 7 серій: від PE1 до PE8 і, як і раніше, охоплювати діапазон об'ємної продуктивності від 4 до 221 м³/год.

бітцер new ecoline.

Але, тепер моделі напівгерметичних компресорів серій PE4, BE5 і BE6 будуть оснащуватися трьома типорозмірами моторів з різною номінальною потужністю: мотор 1, мотор 2 і мотор 3. При цьому, за рахунок оптимального розподілу величини номінальної потужності моторів 1, 2 і 3 компресорів NEW ECOLINE значно змінилися межі їхнього припустимого застосування на різних холодоагентах. Нова межа припустимого застосування компресорів NEW ECOLINE на R134a істотно розширена у бік більш високих температур конденсації.

бітцер new ecoline.

З урахуванням нових меж застосування компресорів NEW ECOLINE з різними моторами на різних холодоагентах можна систематизувати в такий спосіб: R134a R404A/R507A

Мотор 1 Для застосування в теплових насосах і системах кондиціювання при високих температурах, до $t_c = 85\text{ }^{\circ}\text{C}$

Мотор 2. Для застосування в системах середньотемпературного охолодження й кондиціювання, до $t_c = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Мотор 3 для застосування в системах середньо- і низькотемпературного охолодження Для застосування в системах середньотемпературного охолодження й кондиціювання, до $t_c = 62\text{ }^{\circ}\text{C}$. Для застосування в системах середньо- і низькотемпературного охолодження до $t_o = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Для застосування в якості бустер-компресорів в установках двоступінчастого стиску

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!