



Візуальне супроводження лекцій з дисципліни “ХОЛОДИЛЬНА ТЕХНІКА”

Тема 10 ХОЛОДИЛЬНІ АГРЕГАТИ

Лекція 15 ХОЛОДИЛЬНІ АГРЕГАТИ

1. Агрегативання холодильних машин.
2. Класифікація агрегатів.
3. Компресорні агрегати
4. Компресорно-конденсаторні агрегати
5. Апаратні агрегати
6. Комплексні агрегати
7. Низькотемпературні агрегати
8. Агрегати одноступінчатого стиснення
9. Агрегати двохступінчатого стиснення

Кафедра
Холодильної
Торговельної
Техніки



1. АГРЕГАТУВАННЯ ХОЛОДИЛЬНИХ МАШИН

Заводи - виробники відповідно до вимог промисловості і зручності монтажу випускають холодильні машини у вигляді агрегатів.

Агрегатом називається конструктивне об'єднання декілька або всіх елементів холодильної машини.

Основною умовою агрегування є уніфікація устаткування: компресорів і електродвигунів, основної теплообмінної і допоміжної апаратури.

До конструкції агрегатів пред'являються наступні вимоги:

- компактність;
- зручність демонтажу і ремонту змінних елементів;
- одностороннє обслуговування компресора (бажано і всієї комунікації): вентилі, оглядові стекла і основні люки повинні бути розташовані на одній стороні;
- відсутність виступаючих за габарити агрегату деталей, що незручні для упаковки і можуть бути пошкодженими при перевезеннях;
- доцільне виконання комунікацій при максимальному скороченні кількості запірної апаратури, застосування приладів автоматики і захисту і тому подібне

2. КЛАСИФІКАЦІЯ АГРЕГАТІВ

- **Компресорні агрегати** (тип **К**) - компресор агрегується з електродвигуном; електропусковою апаратурою і приладами автоматики
- **Компресорно-конденсаторні агрегати** (тип **АК**) - компресор, конденсатор, електродвигун і прилади автоматики монтуються на одній станині;
- **Апаратні агрегати:** випарно-регулюючі (тип **АИР**), до складу яких входять випарник, ресівер, регулююча станція і прилади автоматики;
- **Випарно-конденсаторні** (тип **АИК**) об'єднують випарник, конденсатор, а також регулюючу станцію з приладами автоматики;
- **Комплексні агрегати** □ - об'єднують всі елементи машини: компресор, конденсатор, випарник і весь комплекс автоматичних регулюючих приладів і електроприводу.
 - Холодильні агрегати розділяють за типом компресора:
 - **відкриті**, до складу яких входить компресор із зовнішнім приводом і сальниковим ущільненням валу;
 - **герметичні**, в яких компресор і електродвигун поміщені в загальний герметичний кожух.
 - За типом конденсатора розрізняють агрегати з конденсатором **повітряного і водяного охолодження**.

3. КОМПРЕСОРНІ АГРЕГАТИ

Компресорні агрегати застосовують зазвичай для компресорів потужністю більше 20 кВт. Привід виконують безпосередньо за допомогою еластичної муфти. Доцільні області застосування безпосереднього приводу залежать від числа оборотів компресора і потужності (табл. 1).

За знижених числах обертів компресорів та меншої потужності двигуна використовують клинопасовий привід.

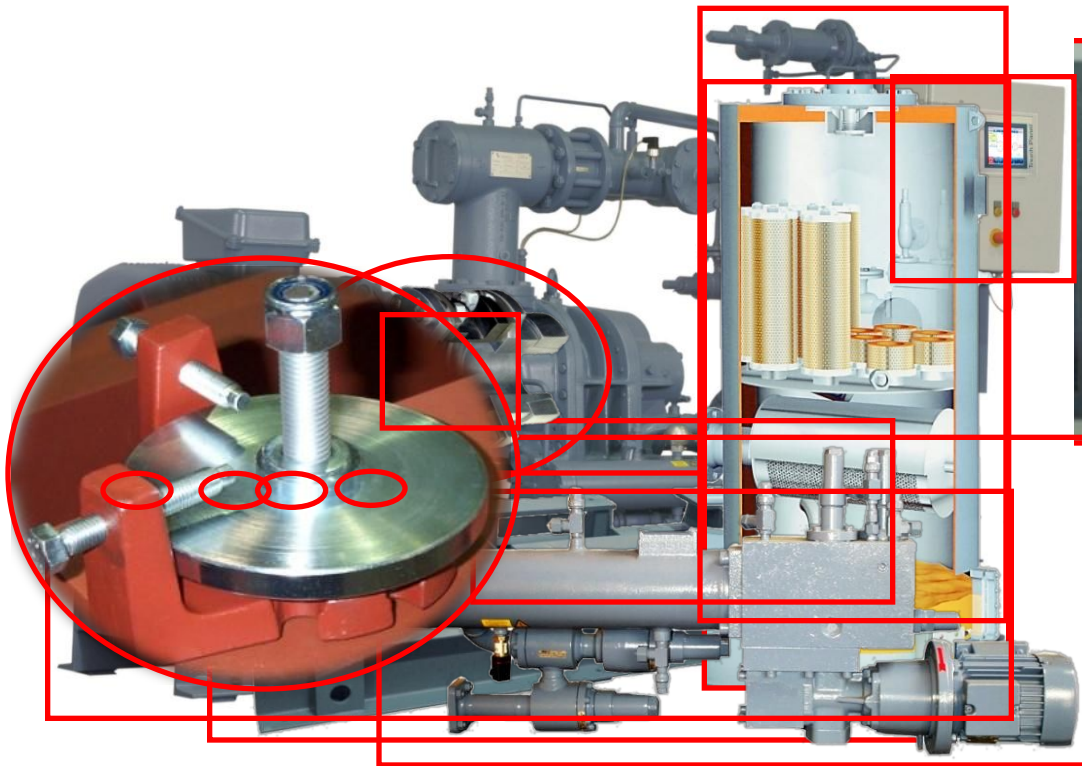


Компресорні агрегати малої потужності застосовують тільки на транспортних установках: автомобілях-рефрижераторах, в залізничних і суднових холодильних установках.

Таблиця 1. **Області застосування безпосереднього приводу**

| Число оборотів компресора в хвилину | Потужність, що підводиться до компресора, кВт |
|-------------------------------------|---|
| 1440 | Будь-яка |
| 960 | ≥ 10 |
| 720 | ≥ 14 |
| 480 | ≥ 75 |

Гвинтовой одноступеневый компрессорный агрегат Grasso



- Устойчивая рама
 - Вертикальный масляный отделитель
 - Многофункциональный блок
 - Элементы крепления
 - Контролер
- Устойчива к кручению
- Низкий уровень вибраций
- Поддерживает деформацию тела
- Большой объемный расход
- Гидроoil уровень обслуживания
- Централизованные операционные области

3. КОМПРЕСОРНО-КОНДЕНСАТОРНІ АГРЕГАТИ (АК)

- При холодопродуктивності до 5 кВт зазвичай застосовують ребристі конденсатори з повітряним охолодженням. При холодопродуктивності до 0,2 кВт - з природною конвекцією повітря, а більше з примусовою подачею.
 - У агрегатах, призначених для транспортних установок і спеціальних цілей, використовують конденсатори повітряного охолодження до продуктивності 30 кВт.
 - У сальникових компресорах зазвичай застосовують клинопасовий привід і насаджений на вал електродвигуна осьовий вентилятор. Під конденсатором або поряд з ним розташовують ресівер. У безсальникових або герметичних компресорах при потужностях до 5 кВт, примусову циркуляцію повітря через конденсатор здійснює осьовий вентилятор. Весь агрегат монтують на рамі або ресівері.
- При повітряному охолодженні конденсатора обов'язкова установка лінійних ресіверів, що забезпечують нормальну роботу основних апаратів при змінних навантаженнях (різне заповнення холодильним агентом).



КОМПРЕСОРНО-КОНДЕНСАТОРНІ АГРЕГАТИ З ВОДЯНИМ ОХОЛОДЖУВАННЯМ КОНДЕНСАТОРІВ



Агрегати з двигунами від 2 до 40 кВт. У агрегатах до 30 кВт для економії витрати води, окрім реле тиску, встановлюють водорегулюючі або соленоїдні вентиля.

У аміачних компресорно-конденсаторних агрегатах, крім того, на нагнітальній лінії між компресором і конденсатором встановлюють мастиловіддільники (з автоматичним поверненням масла в картер компресора поплавцем високого тиску).

У конденсаторах для торгових і промислових установок враховують витрату води з підігрівом на $7...12^{\circ}\text{C}$ і швидкість її в теплообмінних трубках $1,2...1,5\text{ м/сек}$. Для зменшення габаритів і маси хладонових конденсаторів застосовують оребрені теплообмінні трубки з коефіцієнтом оребрення $3...3,6$.

5. АПАРАТНІ АГРЕГАТИ

- **Випарниково-регулюючі агрегати (АИР)** випускають продуктивністю до 63 кВт.
- Агрегат типу АИР складається з кожухотрубного випарника, теплообмінника, регулюючої станції з приладами автоматики (ТРВ, соленоїдні вентиля СВ, термореле ТРД) і контролю (мановакууметри і манометри), запірної арматури, фільтрів, осушувачів і лінійного ресивера.
- Лінійні ресивери необхідні в агрегатах, призначених для роботи при змінних температурах кипіння і конденсації, особливо в хладонових установках, де спостерігається бурхливіше кипіння холодильного агента, розчиненого в маслі.
- **Випарно-конденсаторні агрегати (АИК)** випускають на 60...3000 кВт. Агрегати АИК складаються з випарника, конденсатора, запірної арматури, фільтрів осушувачів, теплообмінника, приладів автоматики (ТРВ, СВ і ТРД) і контролю (манометри).
- Апаратні агрегати зазвичай виконують безрамними. Несучою частиною є обичайки основних апаратів.
- В АИР випарник розташовують вгорі, а ресивер внизу, в АИК — конденсатор вгорі, а випарник внизу (найбільш заповнений агентом апарат розташовують внизу).
- При конструюванні хладонових апаратних агрегатів основною вимогою є забезпечення повернення масла з випарника в картер компресора. Для чого застосовуються теплообмінники.
- При роботі декілька агрегатів на одну систему слід проводити зрівнювання тиску в картері компресорів як по парі, так і по маслу.

6. КОМПЛЕКСНІ АГРЕГАТИ

Комплексні агрегати широко використовують для холодильних шаф, транспортних установок і кондиціонування повітря. Ці агрегати виконують з **повітреохолоджувачами** безпосереднього охолодження і з **випарниками на розсолах**. Вони повністю автоматизовані, переважно в них застосовують **герметичні або безсальникові компресори**.

Малі холодильні фреонові машини з герметичними компресорами виконують потужністю до **1 кВт**. У таких агрегатах зазвичай **відсутня запірна арматура**, всі з'єднання апаратів нероз'ємними.

Як регулюючий орган служить **капілярна трубка**. Регулювання проводиться пуском і зупинкою компресора від термостата, що підтримує температуру охолоджуваного середовища. Захист компресора здійснюється тепловим струмовим реле.

Для введення в дію комплексні агрегати тільки встановлюють на місці і підключають до джерела живлення енергією і водою. Серійні комплексні агрегати виготовляють зазвичай холодопродуктивністю до **20 кВт**.

7. НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНІ АГРЕГАТИ

Низькотемпературні агрегати малої продуктивності виконують у вигляді компресорно-конденсаторних агрегатів. Вони призначені в основному для допоміжних і лабораторних **термо - і термо-барокамер**.

У низькотемпературних агрегатах для температур кипіння **від -50 до -110° С**. При двохступінчатій схемі з двох компресорів застосовують привід від одного або від двох електродвигунів. На агрегаті розташовують **масловіддільники** для кожного ступеня з автоматичним поверненням масла в картер компресора за допомогою вентиля поплавця.

Проміжний теплообмінник з ТРВ і допоміжною апаратурою, а також газовий теплообмінник зазвичай поміщають на термокамері поблизу від випарника.

Компресорно-конденсаторні агрегати застосовують для низькотемпературних камер ємкістю від **0,5 до 4 м³**. При ємкості більше **4 м³** використовують установки з компресорними агрегатами.

Промисловістю випускаються компресорні агрегати, призначені для роботи в установках холодопродуктивністю **0,4...105 кВт**.

8. АГРЕГАТИ ОДНОСТУПІНЧАТОГО СТИСНЕННЯ

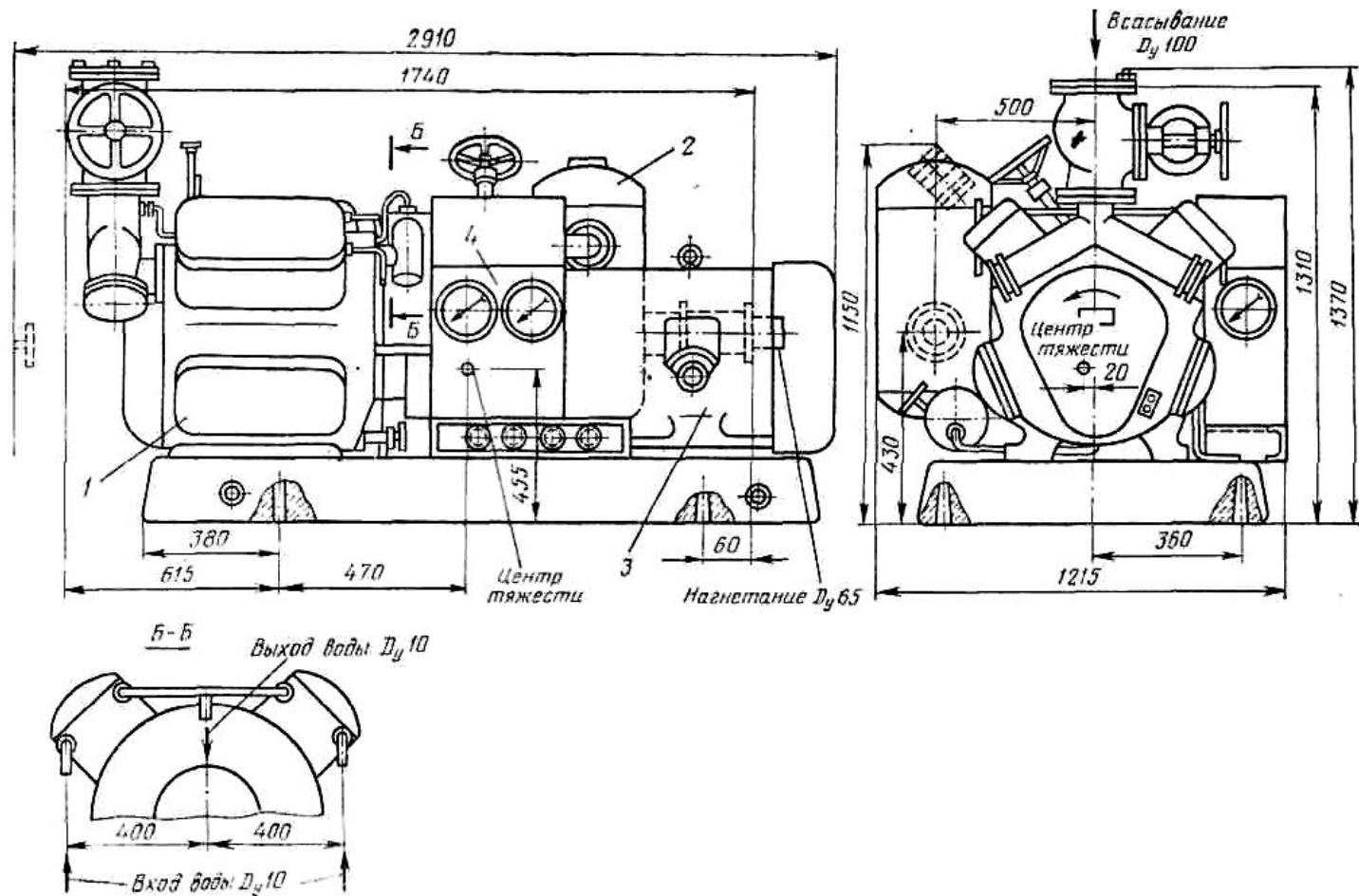
Аміачні одноступінчаті агрегати А110 (А110-1, А110-2 і А110-3) складаються з вузлів, змонтованих на загальній залізобетонній рамі: чотирициліндрового блок-картерного компресора П110, масловіддільника і щита приладів автоматики і управління.

Аміачний одноступінчатий агрегат А165 випускають двох виконань (А165-1 і А165-2). Його вмонтовують на загальній рамі з тими ж вузлами, що і агрегат А110. У агрегаті використовують шестициліндровий компресор П165.

Аміачні одноступінчаті агрегати А220 випускають двох модифікацій. У агрегатах використовується восьмициліндровий компресор П220.

На базі компресорів П110, П165 і П220 випускають *компресорно-конденсаторні агрегати АКПО-2, Ак165-2 і Ак220-2.*

Агрегати одноступінчатого стиснення обмежені діапазоном холодопродуктивності за стандартних умов (280 кВт). Для великої продуктивності необхідно підбирати гвинтові компресори типу одноступінчатих гвинтових компресорних агрегатів **А350-7-1 і А350-7-3** холодопродуктивністю за стандартних умов 407 кВт.

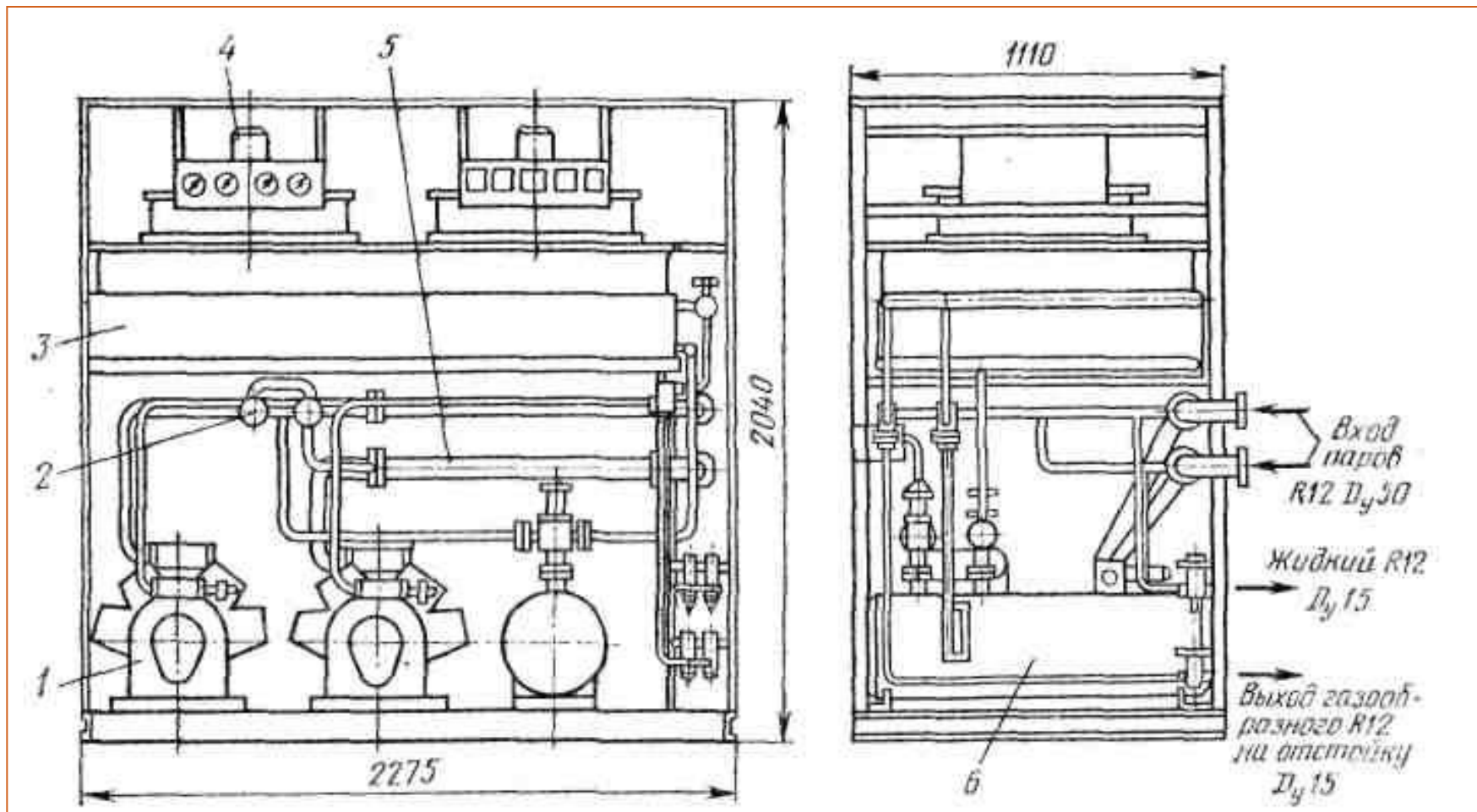


Агрегат А110

1- компрессор поршневий; 2 – мастиловідокремлювач; 3 – електродвигун.

КОМПРЕСОРНІ АГРЕГАТИ, ПРИЗНАЧЕНІ ДЛЯ РОБОТИ НА ХЛАДОНАХ У ФРУКТО-ОВОЩЕСХОВИЩАХ І ПЕРЕСУВНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ УСТАНОВКАХ.

- Машина **ХМФ-32** призначена для автоматичної підтримки в камерах необхідного температурного режиму при температурі навколишнього повітря **-30.+35 °С**.
- Машина **ХМФ-32** компресійна, одноступінчата, з конденсатором повітряно охолодження. Складається з компресорно-конденсаторного агрегату, двох повітроохолоджувальних агрегатів з електронагрівачами, що розміщуються під стелею камери, станції управління і комплекту монтажних вузлів.
- До складу компресорно-конденсаторного агрегату входять два поршневі безсальникові компресора **2ФУУБС18**, повітряний конденсатор з вентиляторами, ресівер, фільтри-осушувачі, регенеративні теплообмінники, арматура. На основі цих машин створені типові проекти сховищ місткістю 500 і 1000 т.
- Машина **ХМФ-16** працює за звичайною схемою одноступінчатого стиснення з регенеративним теплообмінником і з безпосереднім кипінням агента у повітреохолоджувачі при повітряному охолодженні конденсатора.
- Компресорно-конденсаторний агрегат включає два компресори **2ФУБС9**, повітряний конденсатор з двома осьовими вентиляторами, ресівер, регенеративний теплообмінник, фільтр-осушувач. **ХМФ-16** застосовується в системах децентралізованого холодопостачання фрукто-овочесховищ ємкістю 300...1200 т, зокрема з регульованим газовим середовищем.



Холодильно-нагрівальна машина ХМФ-32

1- компресор 2ФУУБС18; 2- фільтр-осушувач; 3- конденсатор повітряний; 4- вентилятор-конденсатора; 5- регенеративний теплообмінник; 6- лінійний ресивер

9. АГРЕГАТИ ДВОХСТУПІНЧАТОГО СТИСНЕННЯ

- Агрегати двохступінчатого стиснення застосовують при температурі кипіння холодильного агента -30 °C і нижче, коли відношення тиску $p/p_0 \geq 9$. Двохступінчатє стиснення в холодильних машинах здійснюється декількома способами:
 - одним компресором, в якому частина циліндрів працює як ступінь низького тиску, а інша частина — як ступінь високого тиску;
 - агрегатами двохступінчатого стиснення, що складаються з компресора ступеня низького тиску і компресора ступеня високого тиску;
 - компресорами одноступінчатого стиснення, що виконують при відповідному підключенні (наприклад, в схемі компаунда) двохступінчатє стиснення холодильного агента.
- Двохступінчаті агрегати **АДС-РАБ200А, АДС-РАБ150А, АДС-РАБ60А** як ступінь низького тиску використовують ротаційний компресор **АК-РАБ100**, а як ступінь високого тиску — компресори **АВ-100** і **АУ-200**.
- Двохступінчаті агрегати **АД90-3, АД130-3** и **АД260-3** використовують як ступінь низького тиску ротаційні або гвинтові компресорні агрегати, а як ступінь високого тиску — поршневі компресори.
- Агрегат **АД90-3** складається з поршневого **П110** і ротаційного **РБ-90** компресорів. У комплект постачання агрегату входить проміжна судина СПА 600 з щитом приладів. Холодопродуктивність агрегату **105 кВт** при температурі кипіння -40 °C і конденсації 35 °C .
- Агрегат **АД 130-3** складається із гвинтового компресорного агрегату **5ВХ-350/2,6 АІV**, поршневого агрегату Ф110-1 і проміжної судини СПА 600 з щитом приладів.