



Візуальне супроводження лекцій з дисципліни “ХОЛОДИЛЬНА ТЕХНІКА”

Тема 9

ОХОЛОДЖЕННЯ ЦИРКУЛЯЦІЙНОЇ ВОДИ

Лекція 14

ОХОЛОДЖЕННЯ ЦИРКУЛЯЦІЙНОЇ ВОДИ

1. Види систем охолодження конденсаторів та водоохолоджувачів .
2. Градирні
3. Конструкції водоохолоджувачів.
4. Конструкції вентиляторних градирень

Кафедра
Холодильної
Торговельної
Техніки



1. Види систем охолодження КОНДЕНСАТОРІВ ТА ВОДООХОЛОДЖУВАЧІВ

При водяній системі охолодження вода служить проміжним теплоносієм, за допомогою якого теплота, що виділяється при конденсації холодоагенту, відводиться в атмосферний охолодник води.

При повітряній системі теплота, що виділяється в конденсаторі холодильної установки, відводиться безпосередньо у повітря.

Випарна система охолодження конденсаторів являє собою комбінацію водяної та повітряної систем і застосовується у вигляді апарата, в якому суміщені процеси охолодження елементів конденсаторів водою та охолодження цієї води повітрям.

2. ГРАДИРНІ

Водоохолоджувальні апарати та пристрої називають **градирнями**.

За конструкцією:

- відкриті градирні, закриті градирні.

За способом обдування повітрям

- апарати з природною та вимушеною циркуляцією (**вентиляторні градирні**) повітря при контакті з водою.

Залежно від контактування поверхні води з повітрям

- градирні з **роздільними течіями середовищ** (дзеркало ставка й повітря — плівка води на насадках регулярної і нерегулярної структури)
- градирні з **диспергованим рухом середовища**, в якому краплі рідини зависають у повітрі.



РОЗРАХУНОК ВОДОПОГЛИНАННЯ ПОВІТРЯМ У ГРАДИРНЯХ

Характеристика процесу засвоєння вологи повітрям має вигляд:

$$\varepsilon = \frac{i_2 - i_1}{d_2 - d_1} = \frac{(i_2 - i_1)m}{(d_2 - d_1)m} = \frac{Q}{W}, \quad (1)$$

де $(i_2 - i_1)m$ — кількість теплоти, засвоєної повітрям, кДж; $(d_2 - d_1)m$ — кількість вологи, засвоєної повітрям, кг/кг.с.п., m — маса повітря, кг; Q — теплове навантаження, кДж; W — питома маса випареної вологи, кг/кг.с.п.

Загальна теплота, що засвоює повітря, містить складові частини $Q_a = Q_{\text{сух}}, Q_{\text{прих}} = Q_{\text{вод}}$, які визначають таким чином:

$$Q_{\text{сух}} = (t_2 - t_1)c_p m; \quad Q_{\text{вод}} = (d_2 - d_1)m r_{(t)}. \quad (2)$$

При цьому $Q_{\text{сух}}$ зменшується при підвищенні температури, а залежність $r_{(t)}$ від температури — невелика.

Загальна кількість теплоти, що відводиться з градирні, відома з розрахунку теплового навантаження конденсаторів холодильної установки.

Для приблизного **визначення кількості повітря, яка необхідна для поверхневих градирень або градирень з краплинним розпилом**, зручно використовувати коефіцієнт вологозастосування переносу.

$$\xi_d = \frac{Q}{Q_{\text{вод}}}. \quad (3)$$

Кількість засвоєної вологи W і Δd можна приблизно визначити за Q , використовуючи I-d діаграму для вологого повітря

3. КОНСТРУКЦІ ВОДООХОЛОДЖУВАЧІВ

- ❑ **Брызкальні басейни** — це штучні водойми, вода в яких охолоджується розбризуванням за допомогою форсунок. їх будують у вигляді прямокутника, орієнтованого більшою стороною перпендикулярно до головного напрямку вітру. Ширина басейну не повинна перевищувати 40 м.
 - ❑ Басейн розташовують на землі або на даху будівлі, влаштовують спеціальні огорожі з жалюзі висотою 3,0 або 3,5 м для зменшення винесення води. Вода розбризується форсунками, які встановлюють на висоті 0,8...1,5 м над рівнем води в басейні.
 - ❑ Використовують відцентрові тангенційні або гвинтові форсунки з вихідними отворами діаметром 20...32 мм. При напорі 50...70 кПа їхня продуктивність змінюється від 1,3 до 35 кг/с.
-
- ❑ Густина теплового потоку бризкальних басейнів дорівнює 1...4 кВт/м³ при щільності зрошення від 0,1 до 0,25 кг/(м² · с). Втрати від випаровування й винесення крапель досягають 3...5 % кількості води, що циркулює в системі. Продуктивність басейнів, які застосовуються для холодильних установок, становить 30...300 кг/с.

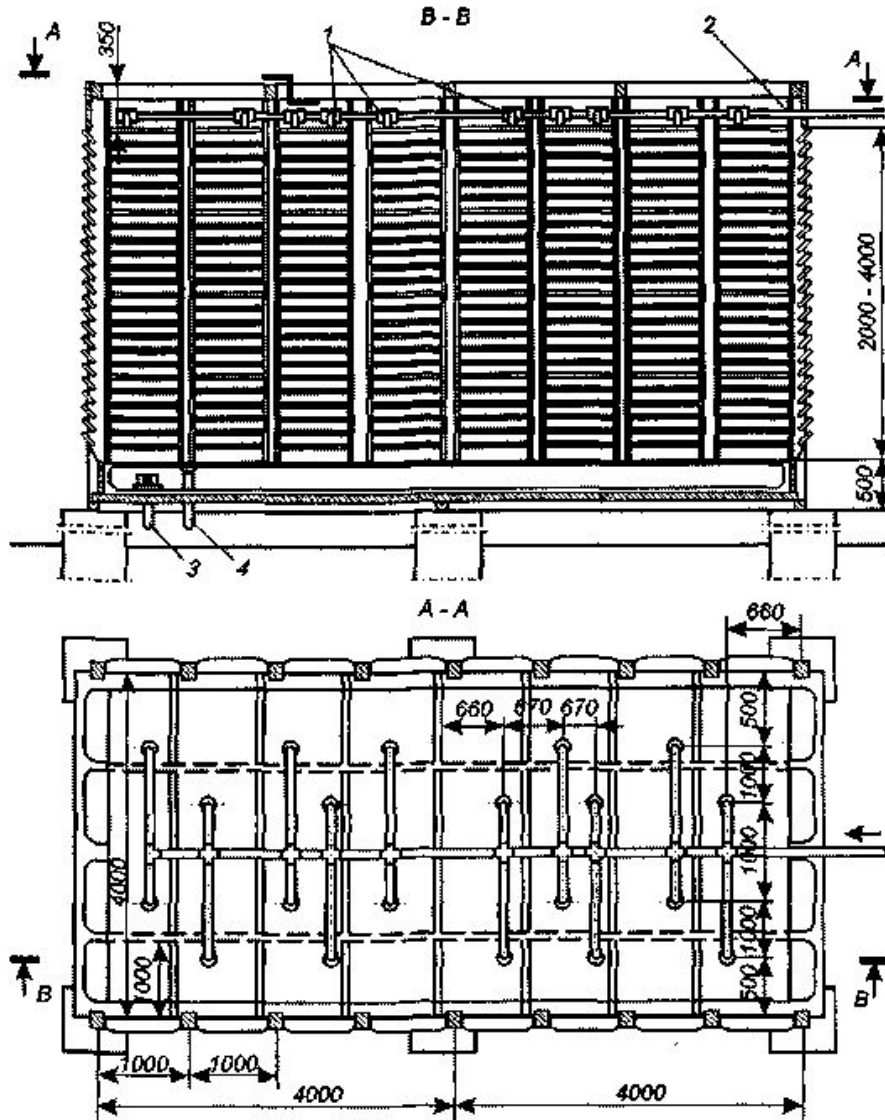


БРИЗКАЛЬНА ГРАДИРНЯ

Бризкальна градирня є збірником води, оточеним жалюзійною огорожею.

Форсунки встановлюють на висоті 2...4 м над рівнем води у піддоні.

Густина теплового потоку градирень досягає 5...20 кВт/м² при щільності зрошення 0,5...2 кг/м² с. Підохолодження води дорівнює 2...4 °С.

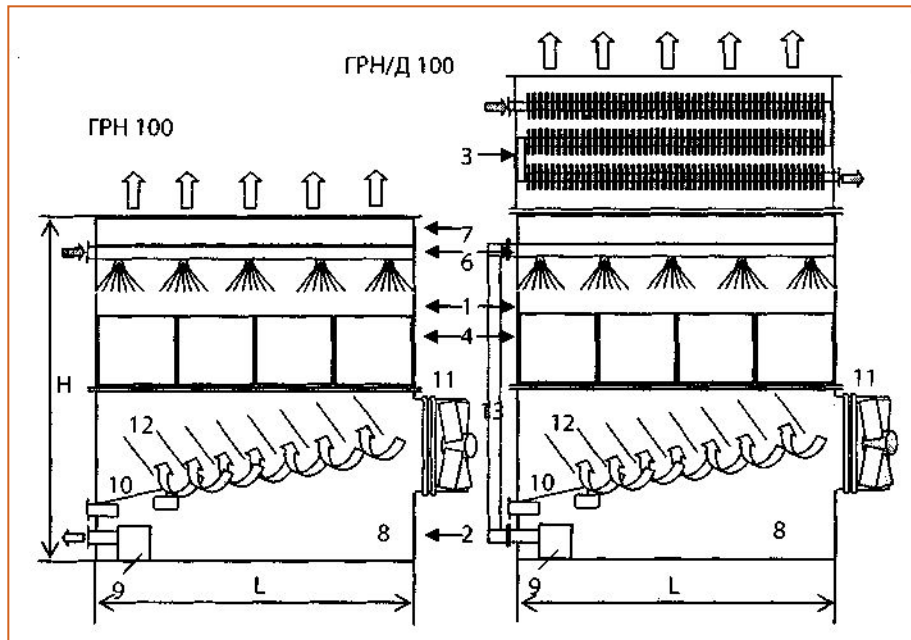


1 — форсунки; 2 — труба для підведення теплої води; 3 — труби для відведення охолодженої води; 4 — переливний трубопровід

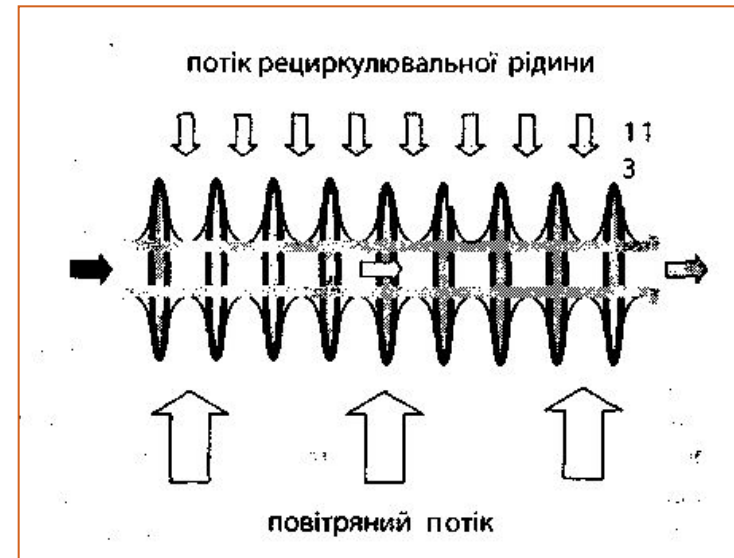
КОНСТРУКЦІЇ ВОДООХОЛОДЖУВАЧІВ

- ▣ **Краплинні градирні** складаються із зрошувального пристрою, водорозподільника, жалюзійної огорожі та водозбірного резервуара. Зрошуваний пристрій (решітник) виконують з дерев'яних брусків трикутного або прямокутного перерізу, які встановлюються у 8...12 ярусах по висоті градирні на відстані 0,5...1,0 м один від одного. Для того щоб зрошувальна поверхня рівномірно змочувалася, установка брусків у кожному ярусі змінюється на 90 °С відносно сусідніх ярусів.
- ▣ Влітку воду подають у верхній зрошувальний пристрій, взимку, щоб уникнути заморожування води, - у нижній, розміщений у нижній частині градирні. При підохолодженні води на 5 °С та зміні зрошення в межах 0,7...1,6 кг/м² с щільність теплового потоку досягає 25 кВт/м².
- ▣ **Вентиляторні градирні** — це водоохолоджувальні споруди, в яких вода контактує з повітрям, що подається вентилятором. Вони складаються з корпусу, зрошувальної насадки, водорозподільного пристрою, краплевіддільника та вентилятора.
- ▣ За типом зрошувальної насадки градирні бувають **форсункові зрошувальні з регулярною насадкою, з кілець Рашига та плівкові**. У великих плівкових градирнях як зрошувальну насадку використовують дерев'яні або азбестоцементні щити, які розташовують на відстані 20...50 мм один від одного. Насадку з дерев'яних брусків та кілець Рашига через її підвищений аеродинамічний опір застосовують рідше.

4. КОНСТРУКЦІЙ ВЕНТИЛЯТОРНИХ ГРАДИРЕНЬ



Вентиляторні градирні з регулярною насадкою модифікацій ГРН та ГРН/Д



- 1 — робоча зона градирні;
- 2 — піддон (місткість) з водою;
- 3 — повітряний охолоджувач з оребреними трубами;
- 4 — пакети насадки регулярної структури;
- 6 — розподільник рідини (води);
- 7 — сепаратор краплинної рідини;
- 8 — вода;
- 9 — насос і фільтр;
- 10 — регулятор рівня;
- 11 — вентилятор;
- 12 — поворотна ґратка;
- 13 — рециркуляційний трубопровід

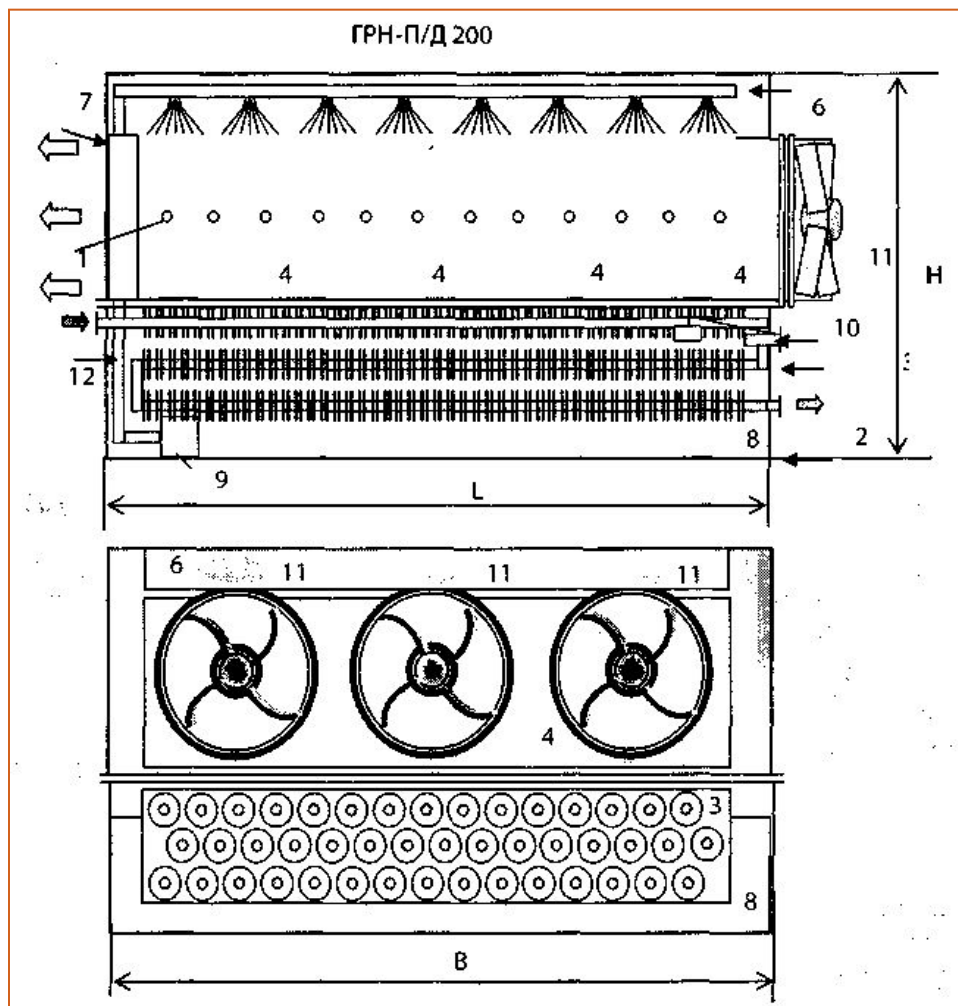
РОЗШИФРОВКА ПОЗНАЧЕННЯ КОМПАКТНИХ ВЕНТИЛЯТОРІВ ГРАДИРЕН ГРД

Градірня ГРД-24 Градірня вентиляторна, номінальна витрата охолоджуваної води, 24 м³/час

Основні технічні характеристики градірен ГРД

Градірня	Тепловий потік, кВт	Габарити, Довжина x Ширина x Висота, мм	Маса сухая/мокрая, кг	Потужність електродвигу на, кВт	Кількість вентиляторів, шт
ГРД-4	23,4	660x690x1970	130/136	0,25	1
ГРД-8	46,4	660x690x1970	150/158	1,1	1
ГРД-12	69,7	800x968x2070	195/209	1,5	1
ГРД-16	92,9	800x968x2070	195/211	1,5	1
ГРД-24	139	863x2043x2415	385/414	2,2	1
ГРД-32	186	863x2043x2415	385/420	3	1
ГРД-50	290	850x2085x3350	505/589	3	1
ГРД-100	580	2018x2130x3370	900/1048	3	2
ГРД-150	871	2938x2227x3367	1285/1500	3	3
ГРД-350	2031	5970x2220x4060	3210/3806	7,5	3

ВЕНТИЛЯТОРНА ГРАДИРНЯ З РЕГУЛЯРНОЮ НАСАДКОЮ МОДИФІКАЦІЙ ГРН-П/Д 200:



Особливості: одноярусне розташування насадки; охолоджувач з оребреними трубами в об'ємі піддона для охолодженої води)

- 1 — робоча зона градирні;
- 2 — піддон (місткість) з водою;
- 3 — повітряний охолоджувач з оребреними трубами;
- 4 — пакети насадки регулярної структури;
- 5 — предконденсатор;
- 6 — розподільник рідини (води);
- 7 — сепаратор краплинної рідини;
- 8 — вода;
- 9 — насос та фільтр;
- 10 — регулятор рівня;
- 11 — вентилятор;
- 12 — рециркуляційний трубопровід

ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЕНТИЛЯТОРНИХ ГРАДИРЕНЬ З РЕГУЛЯРНОЮ НАСАДКОЮ ТИПУ ГРН, ГРН-П І ГРН/Д

Характеристика	ГРН 100	ГРН/Д 100	ГРН-П 100 К	ГРН-П/Д 100	ГРН-П/Д 200
Схема взаємодії води і повітря	протитечія		поперечна течія		поперечна течія
Продуктивність за водою, м ³ /г	100				200
Теплове навантаження, кВт	560	560	560	560	1100
Охолодження води, °С	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6
Витрата рециркулювальної води, м ³ /г	80			80	100-150
Краплинне винесення не більше, %	3,0				
Габарити градирні, В х 1 х h, mm	2000×4000 ×3000	2000×4000 ×4000	2000×4000 ×2000	2000×4000 ×2500 (3000)	4000×2000 ×3000
Тип вентилятора осьовий, ОС - 300	№8 (3 шт.)	№8 (3 шт.)	№8 (3 шт.)	№8 (3 шт.)	№12,5 (3 шт.)
Потужність вентиляторів, кВт	6	6	6	6	8-10
Маса суха, кг	2500	3000	2500	3000	5000-6000