



УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **120092**

(13) **C2**

(51) МПК

F25B 9/10 (2006.01)

F24F 3/14 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ
ЕКОНОМІКИ, ТОРГІВЛІ ТА
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки: **а 2016 09446**

(22) Дата подання заявки: **12.09.2016**

(24) Дата, з якої є чинними
права на винахід: **10.10.2019**

(41) Публікація відомостей
про заявку: **10.05.2017, Бюл.№ 9**

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: **10.10.2019, Бюл.№ 19**

(72) Винахідник(и):
**Радченко Андрій Миколайович (UA),
Рижков Сергій Сергійович (UA),
Радченко Роман Миколайович (UA),
Радченко Микола Іванович (UA),
Міксевич Даріуш (PL),
Бутримович Даріуш (PL),
Ренкін Джу (CN),
Дайфен Чен (CN)**

(73) Власник(и):
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА
МАКАРОВА,
пр-т Героїв Сталінграда, 9, м. Миколаїв,
54025 (UA)**

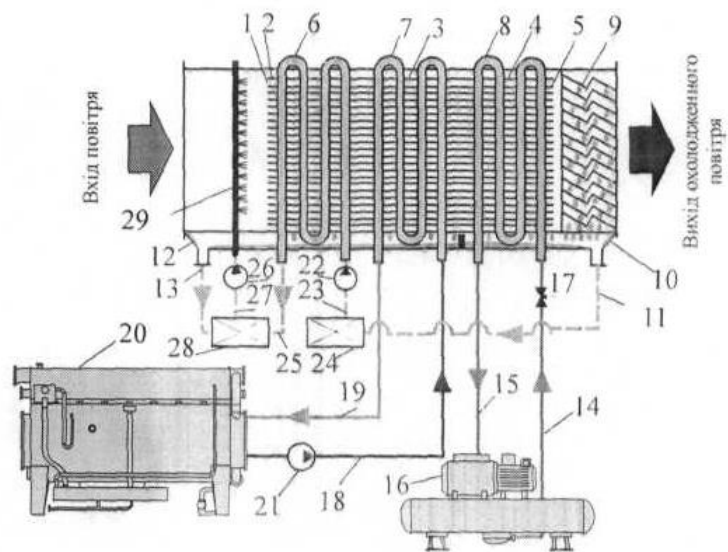
(56) Перелік документів, взятих до уваги
експертизою:
**UA 71741 U, 25.07.2012
GB 949924 A, 19.02.1964
CN 202813624 U, 20.03.2013
CN 10187535 A, 28.05.2008**

(54) СПОСІБ СТУПІНЧАСТОГО ОХОЛОДЖЕННЯ ПОВІТРЯ

(57) Реферат:

Винахід належить до способів охолодження повітря в теплоенергетичних установках, системах кондиціювання. Спосіб ступінчастого охолодження повітря включає процеси плинності повітря в каналах для проходження повітря, утворених поверхнями, охолоджуваними холодоносіями з різними температурами теплопередачею через поверхні, конденсації пари з повітря на поверхнях з утворенням конденсату з різними температурами. Згідно з винаходом, конденсат з більш низькою температурою, утворений на поверхнях, наближених до виходу з каналів, використовують як холодоносії для охолодження повітря на вході в канали. Застосування запропонованого способу ступінчастого охолодження повітря з використанням конденсату для його попереднього охолодження забезпечує зменшення енергетичних витрат на охолодження повітря.

UA 120092 C2



Фиг. 1

Винахід стосується систем охолодження повітря в теплоенергетичних установках, системах кондиціонування тощо.

Відомий спосіб ступінчастого охолодження повітря, що включає процеси плинку повітря в каналах для проходження повітря, утворених поверхнями, охолоджуваними холодоносіями з різними температурами теплопередачею через поверхні, конденсації пари з повітря на поверхнях з утворенням конденсату з різними температурами (US 005790972 F02C 1/00 Aug. 4, 1998 Charles R. Kohlenberger "Method and apparatus for cooling the inlet air of gas turbine and internal combustion engine prime movers", Fig. 4, 5).

Недоліком існуючого способу ступінчастого охолодження повітря холодоносієм з низькою температурою - хладоном від холодильної машини є низька енергетична ефективність через значні витрати холоду і, відповідно, енергетичні витрати на його отримання в холодильній машині, а також через невикористання охолоджувального потенціалу конденсату, який утворюється при конденсації пари у процесі охолодження повітря.

Прототипом винаходу є спосіб ступінчастого охолодження повітря, що включає процеси плинку повітря в каналах для проходження повітря, утворених поверхнями, охолоджуваними холодоносіями з різними температурами теплопередачею через поверхні, конденсації пари з повітря на поверхнях з утворенням конденсату з різними температурами (Patent US 0093351 A1, April, 3, 2014, Abbas Motakef, Julio Enrique Mestrony "Apparatus and method of operating a turbine assembly", Fig. 2).

Недоліком існуючого способу ступінчастого охолодження повітря холодоносієм з низькою температурою - хладоном від холодильної машини є низька енергетична ефективність через значні витрати холоду і, відповідно, енергетичні витрати на його отримання в холодильній машині, а також через невикористання охолоджувального потенціалу конденсату, який утворюється при конденсації пари у процесі охолодження повітря.

В основу винаходу поставлено задачу підвищення енергетичної ефективності способу ступінчастого охолодження повітря шляхом охолодження повітря на вході в канали для проходження повітря конденсатом і зменшення за рахунок цього енергетичних витрат на охолодження повітря холодоносієм з низькою температурою, який отримують в холодильній машині зі значними енергетичними витратами.

1. Для вирішення цієї задачі у способі ступінчастого охолодження повітря, що включає процеси плинку повітря в каналах для проходження повітря, утворених поверхнями, охолоджуваними холодоносіями з різними температурами теплопередачею через поверхні, конденсації пари з повітря на поверхнях з утворенням конденсату з різними температурами, конденсат з більш низькою температурою, утворений на поверхнях, наближених до виходу з каналів, використовують як холодоносієм для охолодження повітря на вході в канали.

2. У названому способі ступінчастого охолодження повітря за п. 1 конденсатом з більш низькою температурою охолоджують повітря на вході в канали теплопередачею через поверхні, наближені до входу в канали.

3. У названому способі ступінчастого охолодження повітря за п. 2 конденсат, нагрітий за рахунок теплоти, відведеної від охолоджуваного ним повітря, розпилюють у потоці повітря на вході в канали.

4. У названому способі ступінчастого охолодження повітря за п. 2 конденсатом, нагрітим за рахунок теплоти, відведеної від охолоджуваного ним повітря, зволожують поверхні, охолоджувані теплопередачею через поверхні.

5. У названому способі ступінчастого охолодження повітря за п. 1 конденсатом з більш низькою температурою зволожують поверхні, наближені до входу в канали.

6. У названому способі ступінчастого охолодження повітря за п. 1 конденсат з більш високою температурою, утворений на поверхнях, наближених до входу в канали, розпилюють у потоці повітря на вході в канали.

7. У названому способі ступінчастого охолодження повітря за п. 1 конденсат, утворений при конденсації пари з повітря, охолоджують холодильною машиною.

Завдяки охолодженню повітря на вході в канали конденсатом скорочують витрати холоду на подальше охолодження повітря холодоносієм, отриманим у холодильній машині, і відповідно енергетичні витрати на отримання холоду в холодильній машині.

На фіг. 1 зображено схему системи ступінчастого охолодження повітря, в якій реалізується спосіб за пп. 1, 3 і 6 з охолодженням поверхонь на вході повітря в канали для проходження повітря конденсатом з більш низькою температурою, відведеним від повітря на виході з каналів, та розпилюванням в потоці повітря на вході в канали конденсату, нагрітого за рахунок теплоти, відведеної від охолоджуваного ним повітря теплопередачею через поверхні (п. 3), та

конденсату з більш високою температурою, утвореного на поверхнях, охолоджуваних холодоносієм з більш високою температурою теплопередачею через поверхні (п. 6).

На фіг. 2 зображено схему системи ступінчастого охолодження повітря, в якій реалізується спосіб за пп. 2, 4 і 6 з охолодженням поверхонь на вході повітря в канали конденсатом з більш низькою температурою, відведенням від повітря на виході з каналів, зволоженням поверхонь на вході повітря в канали конденсатом, нагрітим за рахунок теплоти, відведеної від охолоджуваного ним повітря теплопередачею через поверхні (п. 4), та розпилюванням в потоці повітря на вході в канали конденсату з більш високою температурою, утвореного на поверхнях, охолоджуваних холодоносієм з більш високою температурою (п. 6).

На фіг. 3 зображено схему системи ступінчастого охолодження повітря, в якій реалізується спосіб за пп. 2, 5 і 6 зі зволоженням поверхонь на вході повітря в канали конденсатом з більш низькою температурою, відведенням від повітря на виході з каналів (п. 5), та розпилюванням в потоці повітря на вході в канали конденсату з більш високою температурою, утвореного на поверхнях, охолоджуваних холодоносієм з більш високою температурою (п. 6).

На фіг. 4 зображено схему системи ступінчастого охолодження повітря, в якій реалізується спосіб за пп. 2, 7 з охолодженням холодильною машиною конденсату, утвореного при конденсації пари з повітря на охолоджуваних поверхнях, та конденсату, нагрітого за рахунок теплоти, відведеної від охолоджуваного ним повітря.

На фіг. 5 зображено залежність річних витрат холодинної потужності $\Sigma(Q_0\tau/G_n)$ на охолодження повітря з одиничною витратою $G_n=1$ кг/с від температури охолодженого повітря t_{n2} , як приклад, для спекотних кліматичних умов: $\Sigma(Q_0\tau/G_n)$ - річна витрата холодинної потужності, МВт-год.; G_n - витрата повітря, кг/с; τ - тривалість охолодження повітря упродовж року, год.; $t_{n2}=13...18^\circ\text{C}$ і $t_{n2}=18...20^\circ\text{C}$ - температури повітря, охолодженого відповідно конденсатом з більш низькою та більш високою температурою.

Система ступінчастого охолодження повітря на фіг. 1, в якій реалізується спосіб за пп. 1, 3 і 6, складається з каналів для проходження повітря 1, утворених поверхнями 2, 3, 4 і 5, охолоджувальних каналів для проходження конденсату з більш низькою температурою як холодоносія 6, холодоносія з менш низькою температурою (менш холодного, наприклад води) 7 і холодоносія з більш низькою температурою (більш холодного, наприклад легкокиплячого холодоагенту-хладону) 8, відокремлювача конденсату 9, піддона збору конденсату з більш низькою температурою 10 та дренажного трубопроводу конденсату з більш низькою температурою 11, піддона збору конденсату з більш високою температурою 12 та дренажного трубопроводу конденсату з більш високою температурою 13, трубопроводів подачі холодоносія з більш низькою температурою 14 та повернення нагрітого холодоносія 15 до холодинної машини 16 з дросельним клапаном 17 у разі застосування легкокиплячого холодоагенту-хладону, підключених до охолоджувальних каналів для проходження холодоносія з більш низькою температурою 8, трубопроводів подачі холодоносія з менш низькою температурою 18 та повернення нагрітого холодоносія 19 до холодинної машини (наприклад абсорбційної бромистолітєвої холодинної машини) 20, насоса 21 циркуляції холодоносія з менш низькою температурою і насоса 22 подачі конденсату трубопроводом 23 зі збірника 24 конденсату з більш низькою температурою до охолоджувальних каналів для проходження конденсату з більш низькою температурою як холодоносія 6 та трубопроводу підведення нагрітого конденсату 25, насоса 26 подачі конденсату трубопроводом 27 зі збірника 28 конденсату з більш високою температурою до форсунок 29 розпилювання конденсату в повітрі на вході в канали 1 для проходження повітря.

Система ступінчастого охолодження повітря на фіг. 2, в якій реалізується спосіб за п. 2, 4 і 6, складається з каналів для проходження повітря 1, утворених поверхнями 2, 3, 4 і 5, охолоджувальних каналів для проходження конденсату з більш низькою температурою як холодоносія 6, холодоносія з менш низькою температурою (менш холодного, наприклад води) 7 і холодоносія з більш низькою температурою (більш холодного, наприклад легкокиплячого холодоагенту-хладону) 8, відокремлювача конденсату 9, піддона збору конденсату з більш низькою температурою 10 та дренажного трубопроводу конденсату з більш низькою температурою 11, піддона збору конденсату з більш високою температурою 12 та дренажного трубопроводу конденсату з більш високою температурою 13, трубопроводів подачі холодоносія з більш низькою температурою 14 та повернення нагрітого холодоносія 15 до холодинної машини 16 з дросельним клапаном 17 у разі застосування легкокиплячого холодоагенту-хладону, підключених до охолоджувальних каналів для проходження холодоносія з більш низькою температурою 8, трубопроводів подачі холодоносія з менш низькою температурою 18 та повернення нагрітого холодоносія 19 до холодинної машини (наприклад абсорбційної бромистолітєвої холодинної машини) 20, насоса 21 циркуляції холодоносія і менш низькою

температурою і насоса 22 подачі конденсату трубопроводом 23 зі збірника 24 конденсату з більш низькою температурою до охолоджувальних каналів для проходження конденсату з більш низькою температурою як холодоносія 6, трубопроводу відведення нагрітого конденсату 25, насоса 26 подачі конденсату трубопроводом 27 зі збірника 28 конденсату з більш високою температурою до форсунок 29 розпилювання конденсату в повітрі на вході в канали 1 для проходження повітря і трубопроводу 30 подачі нагрітого конденсату на зволоження поверхні 2 на вході в канали.

Система ступінчастого охолодження повітря на фіг. 3, в якій реалізується спосіб за п. 2, 5 і 6, складається з каналів для проходження повітря 1, утворених поверхнями 2, 3, 4 і 5, охолоджувальних каналів для проходження холодоносія з менш низькою температурою (менш холодного, наприклад води) 7 і холодоносія з більш низькою температурою (більш холодного, наприклад легкокиплячого холодоагенту-хладону) 8, відокремлювача конденсату 9, піддона збору конденсату з більш низькою температурою 10 та дренажного трубопроводу конденсату з більш низькою температурою 11, піддона збору конденсату з більш високою температурою 12 та дренажного трубопроводу конденсату з більш високою температурою 13, трубопроводів подачі холодоносія з більш низькою температурою 14 та повернення нагрітого холодоносія 15 до холодильної машини 16 з дросельним клапаном 17 у разі застосування легкокиплячого холодоагенту-хладону, підключених до охолоджувальних каналів для проходження холодоносія з більш низькою температурою 8, трубопроводів подачі холодоносія з менш низькою температурою 18 та повернення нагрітого холодоносія 19 до холодильної машини (наприклад абсорбційної бромистолітєвої холодильної машини) 20, насоса 21 циркуляції холодоносія з менш низькою температурою, насоса 22 подачі конденсату трубопроводом 23 зі збірника 24 конденсату з більш низькою температурою до трубопроводу 30 зволоження поверхні 2 на вході повітря в канали, насоса 26 подачі конденсату трубопроводом 27 зі збірника 28 конденсату з більш високою температурою до форсунок 29 розпилювання конденсату в повітрі на вході в канали 1 для проходження повітря.

Система ступінчастого охолодження повітря на фіг. 4, в якій реалізується спосіб за п. 2, 7, складається з каналів для проходження повітря 1, утворених поверхнями 2, 3, 4 і 5, охолоджувальних каналів для проходження конденсату з більш низькою температурою як холодоносія 6, холодоносія з менш низькою температурою (менш холодного, наприклад води) 7 і холодоносія з більш низькою температурою (більш холодного, наприклад легкокиплячого холодоагенту-хладону) 8, відокремлювача конденсату 9, піддона збору конденсату з більш низькою температурою 10 та дренажного трубопроводу конденсату з більш низькою температурою 11, піддона збору конденсату з більш високою температурою 12 та дренажного трубопроводу конденсату з більш високою температурою 13, трубопроводів подачі холодоносія з більш низькою температурою 14 та повернення нагрітого холодоносія 15 до холодильної машини 16 з дросельним клапаном 17 у разі застосування легкокиплячого холодоагенту-хладону, підключених до охолоджувальних каналів для проходження холодоносія з більш низькою температурою 8, трубопроводів подачі холодоносія з менш низькою температурою 18 та повернення нагрітого холодоносія 19 до холодильної машини (наприклад абсорбційної бромистолітєвої холодильної машини) 20, насоса 21 циркуляції холодоносія з менш низькою температурою і насоса 22 подачі конденсату трубопроводом 23 зі збірника 24 конденсату до охолоджувальних каналів для проходження конденсату з більш низькою температурою як холодоносія 6 та трубопроводу відведення нагрітого конденсату 25 і його подачі разом з конденсатом з більш високою температурою з піддона збору конденсату 12 та дренажного трубопроводу конденсату 13 в лінію повернення нагрітого холодоносія 19 до холодильної машини 20 та відведення частини охолодженого холодоносія трубопроводом 31 з лінії подачі холодоносія з менш низькою температурою 18 в збірник конденсату з більш низькою температурою 24.

Спосіб ступінчастого охолодження повітря на фіг. 1 (за п. 1, 3 і 6) здійснюється таким чином. Повітря проходить каналами 1, утвореними поверхнями 2, 3, 4 і 5, й охолоджується в результаті відведення теплоти спочатку через поверхні 2 на вході повітря в канали до конденсату з більш низькою температурою як холодоносія в охолоджувальних каналах 6, потім через поверхні 3 до холодоносія з менш низькою температурою (наприклад води), що підводиться трубопроводом 18 до охолоджувальних каналів для проходження холодоносія з менш низькою температурою (наприклад води) 7 і відводиться з каналів трубопроводом відведення нагрітого холодоносія 19 до холодильної машини (наприклад абсорбційної бромистолітєвої холодильної машини) 20, відведенням теплоти через поверхні 4 до холодоносія з більш низькою температурою (більш холодного, наприклад легкокиплячого холодоагенту-хладону), що підводиться трубопроводом 14 до охолоджувальних каналів для проходження холодоносія з більш низькою температурою

(наприклад легкокиплячого холодоагенту-хладону) 8 і відводиться з каналів трубопроводом 15 до холодильної машини (наприклад хладонової холодильної машини) 16 з дросельним клапаном 17 у разі застосування легкокиплячого холодоагенту-хладону як холодоносія.

В процесі охолодження при зниженні температури повітря нижче температури точки роси відбувається конденсація водяної пари та осадження конденсату з більш високою температурою, утвореного при охолодженні повітря на поверхнях 2 на вході в канали конденсатом з більш низькою температурою як холодоносієм в охолоджувальних каналах 6 та на поверхнях 3 холодоносієм з більш високою температурою (наприклад водою) в охолоджувальних каналах 7, збирання конденсату у піддоні 12 збору конденсату з більш високою температурою, осадження конденсату з більш низькою температурою, утвореного при охолодженні повітря на поверхнях 4 холодоносієм з більш низькою температурою (наприклад легкокиплячим холодоагентом-хладоном) в охолоджувальних каналах 8, у піддоні 10 збору конденсату з більш низькою температурою. Конденсат з більш низькою температурою відводять дренажним трубопроводом 11 у збірник конденсату 24, з якого його забирають трубопроводом 23 і подають насосом 22 в охолоджувальні канали 6, звідки нагрітий конденсат відводять трубопроводом 25 у збірник конденсату 28.

Конденсат з більш високою температурою відводять з піддона 12 дренажним трубопроводом 13 у збірник конденсату 28, з якого його забирають трубопроводом 27 і подають насосом 26 у форсунки 29, якими розпилюють конденсату повітрі на вході в канали 1 для проходження повітря.

Спосіб ступінчастого охолодження повітря на фіг. 2 (за п. 2, 4 і 6) здійснюється таким чином. Повітря проходить каналами 1, утвореними поверхнями 2, 3, 4 і 5, й охолоджується в результаті відведення теплоти спочатку через поверхні 2 на вході повітря в канали до конденсату з більш низькою температурою як холодоносія в охолоджувальних каналах 6, потім відведення теплоти через поверхні 3 до холодоносія з менш низькою температурою (менш холодного, наприклад води), що підводиться трубопроводом 18 до охолоджувальних каналів холодоносія з менш низькою температурою (наприклад води) 7 і відводиться з каналів трубопроводом відведення нагрітого холодоносія 19 до холодильної машини (наприклад абсорбційної бромистолітієвої холодильної машини) 20, наступним відведенням теплоти через поверхні 4 до холодоносія з більш низькою температурою (більш холодного, наприклад легкокиплячого холодоагенту-хладону), що підводиться трубопроводом 14 до охолоджувальних каналів холодоносія з більш низькою температурою (наприклад легкокиплячого холодоагенту-хладону) 8 і відводиться з каналів трубопроводом 15 до холодильної машини (наприклад хладонової холодильної машини) 16 з дросельним клапаном 17 у разі застосування легкокиплячого холодоагенту-хладону.

В процесі охолодження при зниженні температури повітря нижче температури точки роси відбувається конденсація водяної пари, що завжди присутня у повітрі, та осадження конденсату з більш високою температурою, утвореного при охолодженні повітря на поверхнях 2 на вході в канали 1 конденсатом як холодоносієм в охолоджувальних каналах 6 та на поверхнях 3 холодоносієм з більш високою температурою (наприклад водою) в охолоджувальних каналах 7, збирання конденсату у піддоні 12 збору конденсату з більш високою температурою, осадження конденсату з більш низькою температурою, утвореного при охолодженні повітря на поверхнях 4 холодоносієм з більш низькою температурою (наприклад легкокиплячим холодоагентом-хладоном) в охолоджувальних каналах 8, та його збирання у піддоні 10 збору конденсату з більш низькою температурою. Конденсат з більш низькою температурою відводять з піддона 10 дренажним трубопроводом 11 у збірник конденсату 24, з якого його забирають трубопроводом 23 і подають насосом 22 в охолоджувальні канали 6, звідки нагрітий конденсат відводять трубопроводом 25 і подають трубопроводом 30 на зволоження поверхні 2 на вході повітря в канали 1. Конденсат з більш високою температурою відводять з піддона 12 дренажним трубопроводом 13 у збірник конденсату 28, з якого його забирають трубопроводом 27 і подають насосом 26 у форсунки 29, якими розпилюють конденсат в повітрі на вході в канали 1.

Спосіб ступінчастого охолодження повітря на фіг. 3 (за пп. 2, 5 і 6) здійснюється таким чином. Повітря проходить каналами 1, утвореними поверхнями 2, 3, 4 і 5, та охолоджується в результаті відведення теплоти спочатку через поверхні 3 до холодоносія з менш низькою температурою (менш холодного, наприклад води), що підводиться трубопроводом 18 до охолоджувальних каналів для проходження холодоносія з менш низькою температурою (наприклад води) 7 і відводиться з каналів трубопроводом відведення нагрітого холодоносія 19 до холодильної машини (наприклад абсорбційної бромистолітієвої холодильної машини) 20, наступним відведенням теплоти через поверхні 4 до холодоносія з більш низькою температурою (більш холодного, наприклад легкокиплячого холодоагенту-хладону), що

підводиться трубопроводом 14 до охолоджувальних каналів для проходження холодоносія з більш низькою температурою (наприклад легкокиплячого холодоагенту-хладону) 6 і відводиться з каналів трубопроводом 15 до холодильної машини (наприклад хладонової холодильної машини) 16 з дросельним клапаном 17 у разі застосування легкокиплячого холодоагенту-хладону.

В процесі охолодження при зниженні температури повітря нижче температури точки роси відбувається конденсація водяної пари, що завжди присутня у повітрі, та осадження конденсату з більш високою температурою, утвореного при охолодженні повітря на поверхнях 3 холодоносієм з більш високою температурою (наприклад водою) в охолоджувальних каналах 7, збирання конденсату у піддоні 12 збору конденсату з більш високою температурою, осадження конденсату з більш низькою температурою, утвореного при охолодженні повітря на поверхнях 4 холодоносієм з більш низькою температурою (наприклад легкокиплячим холодоагентом-хладоном) в охолоджувальних каналах 8, та збирання у піддоні 10 збору конденсату з більш низькою температурою. Конденсат з більш низькою температурою відводять з піддона 10 дренажним трубопроводом 11 у збірник конденсату 24, з якого його забирають трубопроводом 23 і подають насосом 22 (в охолоджувальні канали 6, звідки нагрітий конденсат відводять трубопроводом 25 і подають) до трубопроводу 30 на зволоження поверхні 2 на вході в канали 1. Конденсат з більш високою температурою відводять з піддона 12 дренажним трубопроводом 13 у збірник конденсату 28, з якого його забирають трубопроводом 27 і подають насосом 26 у форсунки 29, якими розпилюють конденсат у повітрі на вході в канали 1 для проходження повітря.

Застосування запропонованої системи ступінчастого охолодження повітря завдяки підключенням теплообмінних поверхонь, які утворюють канали для проходження повітря та охолоджувальні канали для проходження холодоносія, каналів для проходження повітря та холодоносія до дренажних трубопроводів відведення конденсату забезпечує охолодження повітря на вході в канали конденсатом, завдяки чому скорочуються витрати холоду на подальше охолодження повітря холодоносієм з низькою температурою, отриманим у холодильній машині, і відповідно енергетичні витрати на отримання холоду в холодильній машині, підвищується енергетична ефективність охолодження повітря.

Спосіб охолодження повітря на фіг. 4 за п. 2, 7 здійснюється таким чином. Повітря проходить каналами 1, утвореними поверхнями 2, 3, 4 і 5, та охолоджується в результаті відведення теплоти спочатку через поверхні 2 на вході повітря в канали до конденсату з більш низькою температурою як холодоносія в охолоджувальних каналах 6, потім відведення теплоти через поверхні 3 до холодоносія з менш низькою температурою (менш холодного, наприклад води), що підводиться трубопроводом 18 до охолоджувальних каналів для проходження холодоносія з менш низькою температурою (наприклад води) 7 і відводиться з каналів трубопроводом відведення нагрітого холодоносія 19 до холодильної машини (наприклад абсорбційної бромистолітєвої холодильної машини) 20, наступним відведенням теплоти через поверхні 4 до холодоносія з більш низькою температурою (більш холодного, наприклад легкокиплячого холодоагенту-хладону), що підводиться трубопроводом 14 до охолоджувальних каналів для проходження холодоносія з більш низькою температурою (наприклад легкокиплячого холодоагенту-хладону) 8 і відводиться з каналів трубопроводом 15 до холодильної машини (наприклад хладонової холодильної машини) 16 з дросельним клапаном 17 у разі застосування легкокиплячого холодоагенту-хладону.

В процесі охолодження при зниженні температури повітря нижче температури точки роси відбувається конденсація водяної пари, що завжди присутня у повітрі, та осадження конденсату з більш високою температурою, утвореного при охолодженні повітря на поверхнях на вході 2 в канали конденсатом з більш низькою температурою як холодоносієм в охолоджувальних каналах 6 та на поверхнях 3 холодоносієм з більш високою температурою (наприклад водою) в охолоджувальних каналах 7, збирання конденсату у піддоні 12 збору конденсату з більш високою температурою, звідки його відводять дренажним трубопроводом 13, осадження конденсату з більш низькою температурою, утвореного при охолодженні повітря на поверхнях 4 холодоносієм з більш низькою температурою (наприклад легкокиплячим холодоагентом-хладоном) в охолоджувальних каналах 8, та його збирання у піддоні 10 збору конденсату з більш низькою температурою. Конденсат з більш низькою температурою відводять дренажним трубопроводом 11 у збірник конденсату 24, з якого його забирають трубопроводом 23 і подають насосом 22 в охолоджувальні канали 6, звідки нагрітий конденсат відводять трубопроводом 25 і разом з конденсатом з більш високою температурою у дренажному трубопроводі 13 подають у лінію відведення нагрітого холодоносія 19 на охолодження до холодильної машини 20, а

оохолоджений в ній конденсат відбирають трубопроводом 27 з трубопроводу 18 і повертають у збірник конденсату 24.

Застосування запропонованого способу забезпечує підвищення енергетичної ефективності оохолодження повітря шляхом його оохолодження на вході в канали конденсатом завдяки скороченню витрат холоду на подальше оохолодження повітря холодоносієм, отриманим у холодильній машині, і відповідно енергетичних витрат на отримання холоду в холодильній машині.

Результати розрахунків, наведені на фіг. 5 у вигляді залежності річних витрат холодильної потужності $\Sigma(Q_0\tau/G_n)$ на оохолодження повітря з витратою $G_n=1$ кг/с від температури оохолодженого повітря t_{n2} для прикладу спекотних кліматичних умов, показують, що застосування запропонованого ступінчастого оохолоджувача повітря з використанням конденсату з більш низькою температурою для оохолодження повітря витратою $G_n=1$ кг/с від поточних температур навколишнього повітря упродовж року до температури $t_{n2} = 13...18$ °C забезпечує зменшення витрат холоду $\Sigma(Q_0\tau/G_n)$ на оохолодження на 120...80 МВт·год. за рік порівняно з річними витратами холоду $\Sigma(Q_0\tau/G_n)=200$ МВт·год. (при $t_{n2}=7$ °C на фіг. 7) для базового варіанта-прототипу ступінчастого оохолоджувача повітря при оохолодженні повітря від поточних температур навколишнього повітря упродовж року холодильною машиною до температури $t_{n2}=7$ °C без його оохолодження конденсатом з більш низькою температурою до температури $t_{n2}=13...18$ °C, тобто на 60...40 %, а у разі використання конденсату з більш високою температурою для оохолодження повітря від поточних температур навколишнього повітря упродовж року до температури $t_{n2}=18...20$ °C витратою $G_n=1$ кг/с від його поточних навколишніх температур упродовж року скорочення витрат холоду $\Sigma(Q_0\tau/G_n)$ на оохолодження становить 70...50 МВт·год. за рік, тобто 30...25 % порівняно з витратами $\Sigma(Q_0\tau/G_n)=200$ МВт·год. для базового варіанта-прототипу.

Розрахунки показують, що застосування запропонованої системи ступінчастого оохолодження повітря з використанням конденсату для оохолодження повітря на вході в канали для проходження повітря забезпечує зменшення енергетичних витрат на оохолодження на 25...60 % порівняно з базовим варіантом-прототипом ступінчастого оохолоджувача повітря з оохолодженням холодильною машиною без оохолодження повітря конденсатом.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Спосіб ступінчастого оохолодження повітря, що включає процеси плинину повітря в каналах для проходження повітря, утворених поверхнями, оохолоджуваними холодоносіями з різними температурами теплопередачею через поверхні, конденсації пари з повітря на поверхнях з утворенням конденсату з різними температурами, який **відрізняється** тим, що конденсат з більш низькою температурою, утворений на поверхнях, наближених до виходу з каналів, використовують як холодоносіє для оохолодження повітря на вході в канали.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що конденсатом з більш низькою температурою оохолоджують повітря на вході в канали теплопередачею через поверхні, наближені до входу в канали.

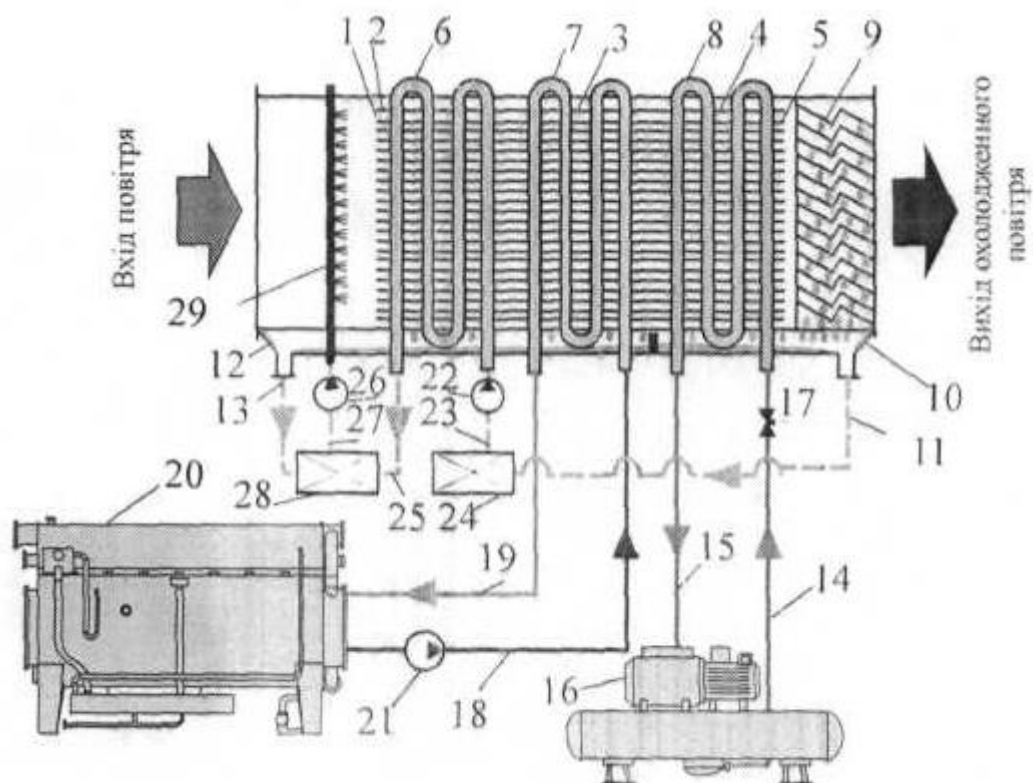
3. Спосіб за п. 2, який **відрізняється** тим, що конденсат, нагрітий за рахунок теплоти, відведеної від оохолоджуваного ним повітря, розпилюють у потоці повітря на вході в канали.

4. Спосіб за п. 2, який **відрізняється** тим, що конденсатом, нагрітим за рахунок теплоти, відведеної від оохолоджуваного ним повітря, зволожують поверхні, наближені до входу в канали.

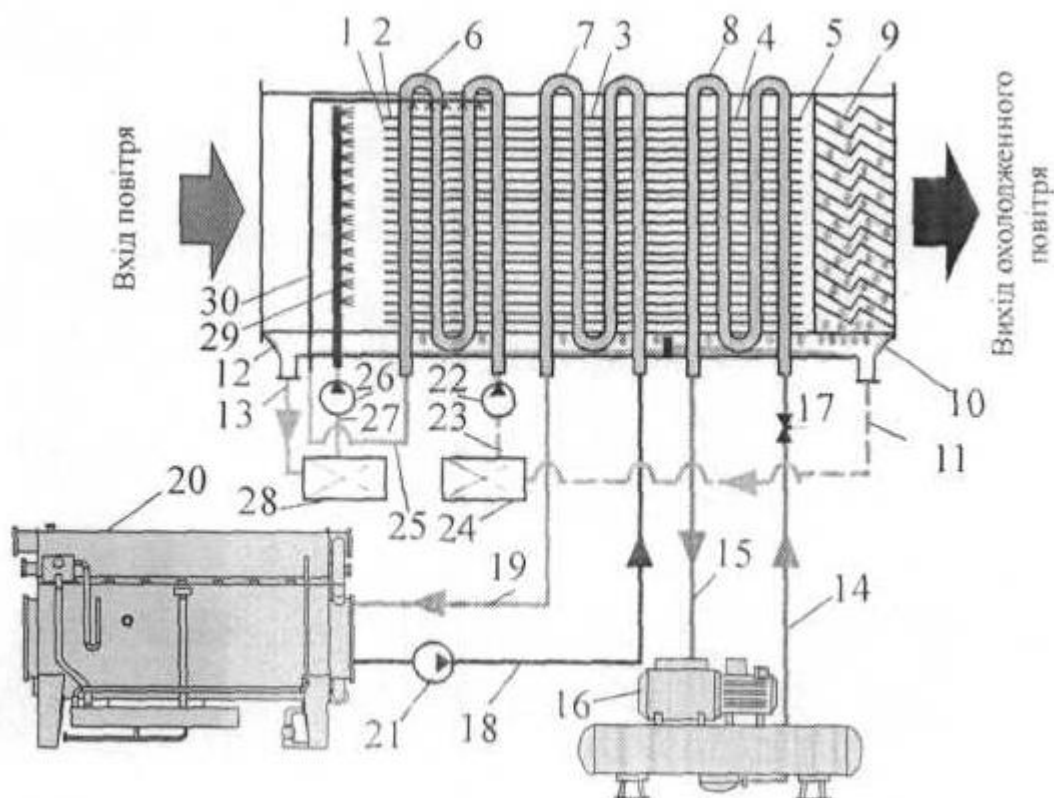
5. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що конденсатом з більш низькою температурою зволожують поверхні, наближені до входу в канали.

6. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що конденсат з більш високою температурою, утворений на поверхнях, наближених до входу в канали, розпилюють у потоці повітря на вході в канали.

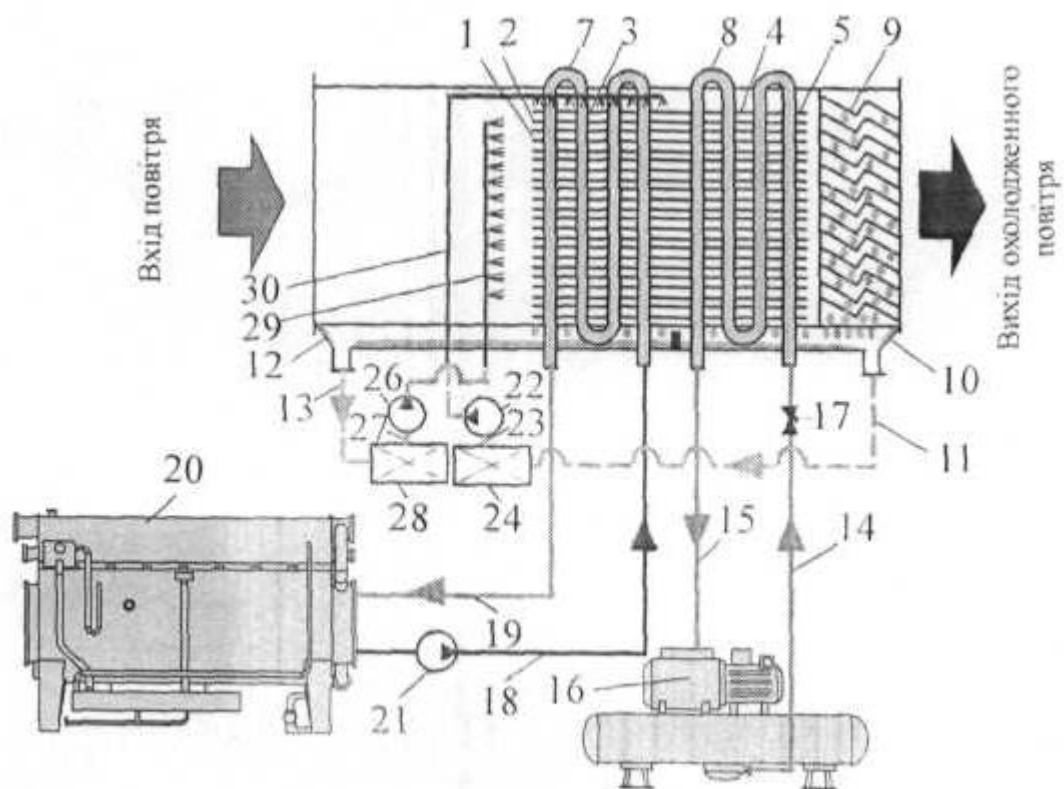
7. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що конденсат, утворений при конденсації пари з повітря, оохолоджують у холодильній машині.



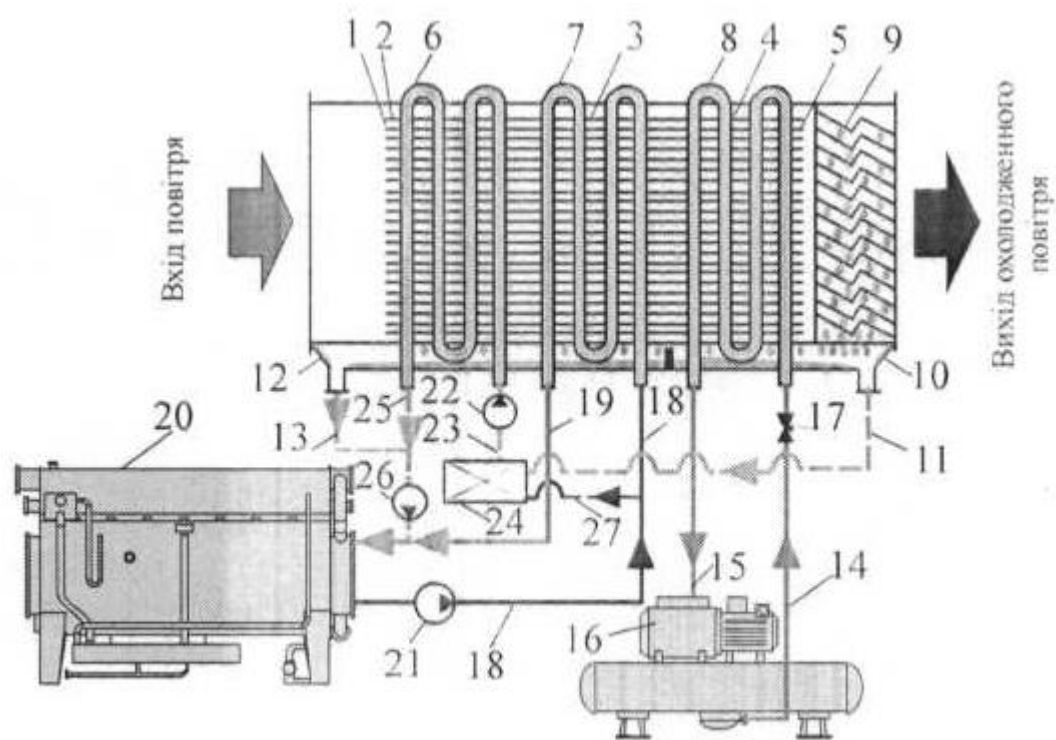
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

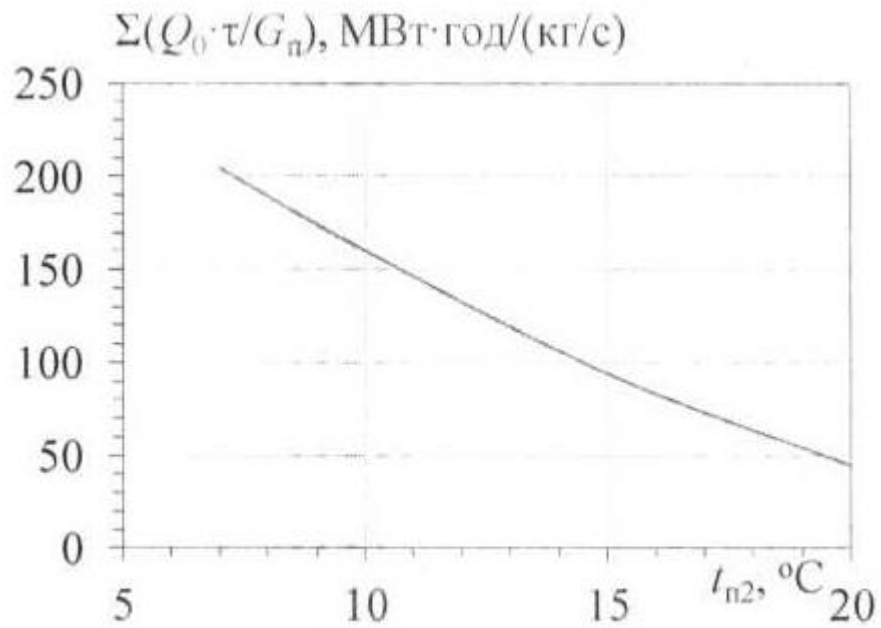


Fig. 5

Комп'ютерна верстка А. Крулевський

Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України,
вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601