



УКРАЇНА

(19) UA (11) 97419 (13) C2  
(51) МПК (2012.01)  
F25C 1/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ЛЬОДОГЕНЕРАТОР, ЩО ВИКОРИСТОВУЄ ХОЛОДНЕ ПОВІТРЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

1

2

(21) а201005724

(22) 12.05.2010

(24) 10.02.2012

(46) 10.02.2012, Бюл.№ 3, 2012 р.

(72) ДЕНИСОВ ЮРІЙ ПАВЛОВИЧ, СМІРНОВ ЛЕОНАРД ФЕДОРОВИЧ

(73) ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ХОЛОДУ

(56) Бобков В.А. Производство и применение льда. - М. : Пищевая промышленность, 1977.- С.52.

US 4840652 A; 20.06.1989

SU 1663349 A1; 15.07.1991

JP 11304386 A; 05.11.1999

JP 2009198144 A; 03.09.2009

RU 2151975 C1; 27.06.2000

US 4532772 A; 06.08.1985

SU 1388665 A1; 15.04.1988

(57) 1. Льодогенератор, що використовує холодне повітря навколишнього середовища, наприклад у зимову пору року, містить контактний кристалізатор льоду з розбризкуванням води назустріч холодному повітрю, транспортний пристрій для виводу

льоду із кристалізатора і сховище льоду як акумулятор холоду, обладнане контактним плавильником льоду і насосом для подачі крижаної води споживачеві в літню пору року, який відрізняється тим, що контактний кристалізатор льоду, виконаний у вигляді вихрової камери з вертикальною віссю, включає сопловий апарат для тангенціального введення холодного повітря навколишнього середовища в поверхневий шар води і сепаратор краплинної вологи, вихідний патрубок якого обладнаний витяжним вентилятором.

2. Льодогенератор за п. 1, який відрізняється тим, що транспортний пристрій виконаний у вигляді вертикальної переливної труби для виводу із кристалізатора льодоводяної суспензії.

3. Льодогенератор за будь-яким з пп. 1-2 який відрізняється тим, що переливна труба транспортного пристрою в нижній частині оснащена фільтром для дренажу води із льодоводяної суспензії у фільтруючу камеру, на виході з якої встановлений насос для рециркуляції цієї води в кристалізатор.

Винахід належить до галузі виробництва льоду з використанням холоду навколишнього середовища, а саме до техніки виробництва льоду з використанням холодного повітря в зимову пору року. Накопичений у зимову пору року лід направляється в сховище льоду, оснащене багатшаровою теплоізоляцією, для наступного використання в літню пору року як джерело холоду, наприклад, для зберігання харчових продуктів і кондиціонування повітря в житлових приміщеннях, що дозволяє істотно знизити витрату електроенергії на виробництво холоду в літню пору року.

Відомий льодогенератор, що містить вихрову камеру з патрубками для підведення стисненого газу і рідини, який відрізняється тим, що він оснащений засобом для попереднього змішування газу і рідини, що має камеру змішання із приєднаної до неї трубою для підведення додаткового потоку стисненого газу і концентрично розміщену в ній трубку для підведення рідини, при цьому камера змішання встановлена уздовж осі вихрової камери

для подачі в її зону утвореної в камері змішання аерозольної суміші. (Патент RU №2077005 від 10.04.1997 р.).

Недоліком відомого льодогенератора є велика вартість стисненого повітря, який розподіляється у вихровій камері на теплий і холодний потоки із застосуванням холодного потоку для кристалізації льоду. Це призводить до великої вартості виробництва льоду і, таким чином, відомий льодогенератор може бути застосований лише для установок з малою продуктивністю льоду.

Найбільш близьким технічним рішенням, прийнятим як прототип, є льодогенератор, що використовує холодне повітря навколишнього середовища, наприклад, у зимову пору року, і що містить кристалізатор льоду у вигляді льодоградирні з відводом теплоти кристалізації льоду холодним повітрям навколишнього середовища, а також транспортний пристрій для виводу льоду із кристалізатора, виконаний з використанням електронегрівників, і сховище цього льоду, оснащене теплоі-

(13) C2

(11) 97419

(19) UA

золяцією. (Бобков В.А. Производство и применение льда. - М.: Пищевая промышленность, 1977. (с. 52).

Недоліком відомого льодогенератора є періодичність процесів льодоутворення і наступного плавлення бурульок льоду, що знижує продуктивність установки і підвищує вартість заготовленого льоду.

В основу винаходу поставлено задачу зниження вартості заготовлюваного льоду за рахунок безперервного виробництва льодоводяної суспензії в ємності кристалізатора, виконаного у вигляді вихрової камери, яка обладнана сопловим апаратом для введення холодного повітря навколишнього середовища в поверхневий шар води та переливну трубою для виводу льоду.

Поставлена задача вирішується тим, що льодогенератор, який містить контактний кристалізатор льоду з розбризуванням води назустріч холодному повітрю навколишнього середовища, транспортний пристрій для виводу льоду із кристалізатора і сховище льоду як акумулятор холоду, контактний плавильник льоду і насос для подачі крижаної води споживачеві в літню пору року, згідно з винаходом, контактний кристалізатор льоду, виконаний у вигляді вихрової камери з вертикальною віссю, включає сопловий апарат для тангенціального уведення холодного повітря навколишнього середовища в поверхневий шар води і сепаратор краплинної вологи, вихідний патрубок якого обладнаний витяжним вентилятором.

Крім того, транспортний пристрій виконаний у вигляді вертикальної переливної труби для виводу із кристалізатора льодоводяної суспензії, а переливна труба транспортного пристрою обладнана в нижній частині фільтром для дренажу води із льодоводяної суспензії у фільтруючу камеру, на виході з якої встановлений насос для рециркуляції цієї води в кристалізатор.

Введення холодного повітря навколишнього середовища в поверхневий шар за допомогою витяжного вентилятора, встановленого на вихідному патрубку за сепаратором краплинної вологи дозволяє при мінімальних витратах електроенергії використовувати природний холод у вигляді холодного повітря навколишнього середовища для утворення льоду в контактному кристалізаторі.

При цьому виконання транспортного пристрою у вигляді переливної труби для виводу льоду у складі з водою та застосування фільтра для послідовного дренажу води із льодоводяної суспензії дозволяє виконувати сепарацію продуктового льоду від води за допомогою насоса рециркуляції без підплавлення льоду. Це дозволяє суттєво знизити витрати електроенергії на льодоутворення та транспортування льоду із кристалізатора в льодосховище.

На Фіг.1 зображений загальний вид льодогенератора, а на Фіг.2 зображено переріз соплового апарата для тангенціального уведення холодного повітря в поверхневий шар води у кристалізаторі.

Льодогенератор включає контактний кристалізатор 1, виконаний у вигляді вихрової камери, оснащеної теплоізоляцією 2. Вздовж центральної осі кристалізатора розміщена переливна труба 3

для виводу із кристалізатора льодоводяної суспензії, а на рівні поверхневого шару води у кристалізаторі розміщено сопловий апарат 4 для тангенціального уведення холодного повітря в поверхневий шар води.

При цьому сопловий апарат має вхідний колектор 5, у який встановлено повітропроводи 6, що мають теплоізоляцію 7. Переливна труба 5 має на вході кільцевий бурт 8, виконаний з гідрофобним покриттям для запобігання льодоутворення на вході у переливну трубу 5. У верхній частині кристалізатора розміщено сепаратор краплинної вологи 9, а вихлопний патрубок 10 має вентилятор 11 для виведення відпрацьованого повітря із кристалізатора. Переливна труба 5 оснащена в нижній частині фільтром 12 для дренажу води із льодоводяної суспензії у фільтруючу камеру 13, на виході з якої встановлений насос 14 для рециркуляції цієї води через фільтр 15 в кристалізатор. Повітропроводи 6 мають на вході фільтри 16. Сховище льоду 17 виконане за умовами зберігання льоду на літній сезон як акумулятор холоду і має теплоізоляцію 18, колектор 19 для подачі води від споживача для її охолодження за рахунок плавлення льоду, а також насос 20 для відкачки льодяної води через фільтр 21 споживачу. Для переключення потоків води в залежності від сезону роботи льодогенератора використовують вентиляти 22, а для розбризування води назустріч холодному повітрю застосовують колектор 23 з форсунками 24. Для запобігання дії атмосферних опадів на прилади льодогенератора застосовують поверхховий настил 25 і огороження 26 із пластмасових листів.

Розрахунок ефективності запропонованого льодогенератора оцінюється як відношення затрат електроенергії на одиницю виробленого льоду.

Для прототипу затрати електроенергії (кДж) на електронагрівники для плавлення бурульок льоду приймаються як 25 % від затрат холоду (кДж) на кристалізацію (Бобков В.А. Производство и применение льда. - М.: Пищевая промышленность, 1977).

При температурі повітря взимку  $t_{пов} = -10$  °С вироблення льоду запропонованим льодогенератором  $G_{л} = 1$  кг/с потребує застосування холодного повітря в кількості

$$G_{пов} = G_{л} \cdot \tau_{л} / (C_{пов} \cdot \Delta t_{пов}) = 1 \cdot 334 / (1 \cdot 10) = 33,4 \text{ кг повітря/кг льоду,}$$

де  $\tau_{л}$  - питома теплота кристалізації льоду, кДж/кг;

$C_{пов}$  - питома теплоємність повітря, кДж/(кг·К);

$\Delta t_{пов}$  - різниця температур для повітря по входу і виходу кристалізатора, К.

Потужність повітряного вентилятора

$$N_{пов} = V_{пов} \cdot \Delta P_{пов} / (1000 \cdot \eta_{в}) = 25,7 \cdot 500 / (1000 \cdot 0,8) = 10,3 \text{ кВт,}$$

де  $V_{пов} = G_{пов} / \rho_{пов} = 33,4 / 1,3 = 25,7 \text{ м}^3/\text{с}$  - витрата повітря;

$\Delta P_{пов} = 500$  Па - напір повітряного вентилятора, який надуває повітря у поверхневий шар води в кристалізаторі на глибину 0,05 м від поверхні води;  $\eta_{в}$  - ККД повітряного вентилятора.

Потужність насоса подачі води у кристалізатор

$$N_{в} = V_{в} \cdot \Delta P_{в} / (1000 \cdot \eta_{н}) = 0,02 \cdot 10^5 / (1000 \cdot 0,8) = 2,9 \text{ кВт,}$$

де  $V_b = G_l / (\chi_l \cdot \rho_b) = 1 / (0,05 \cdot 1000) = 0,2 \text{ м}^3/\text{с}$  - витрата води у кристалізатор;

$\Delta P_b = 10^5 \text{ Па}$  - напір насоса води;

$\eta_n$  - ККД насоса води.

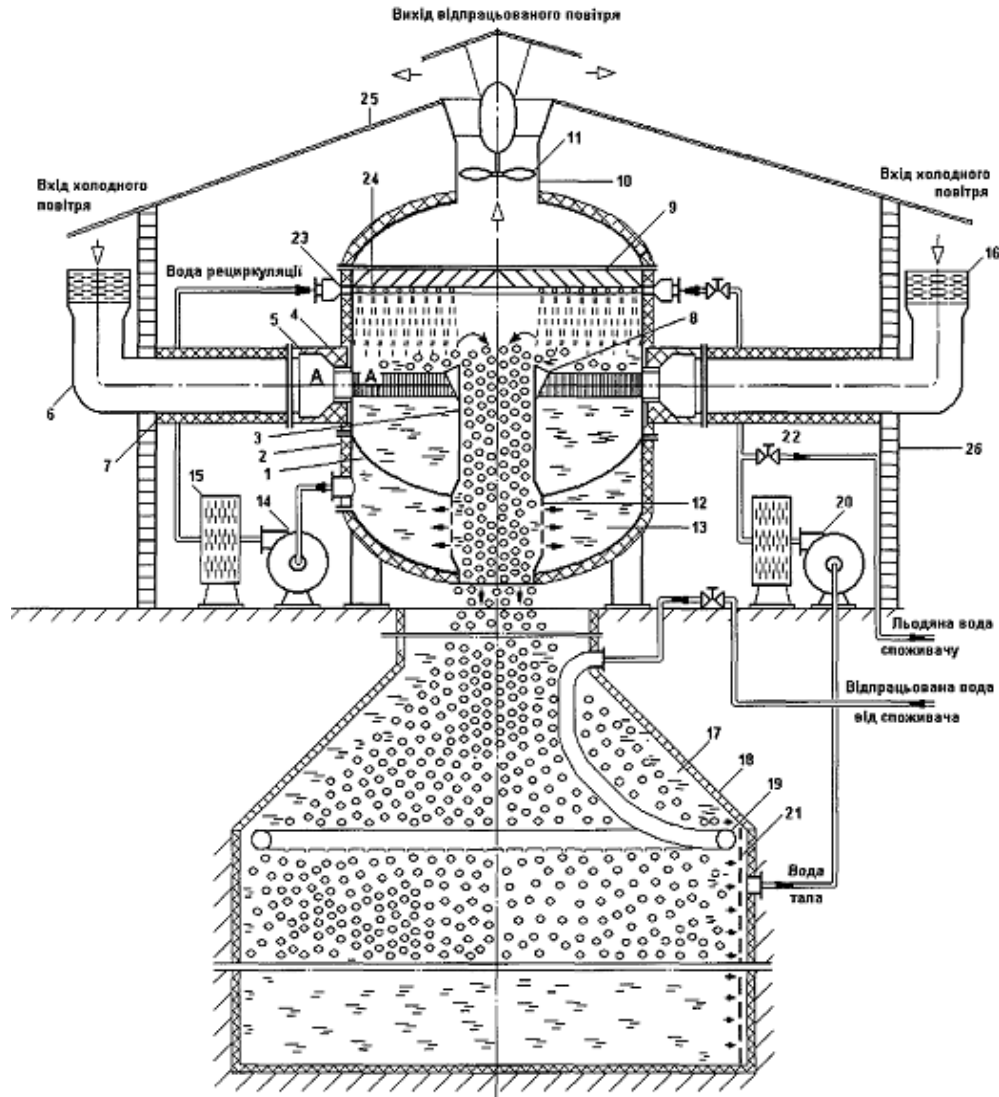
Витрати електроенергії на запропонований прилад дорівнює

$N = N_{\text{пов}} + N_b = 10,3 + 2,9 = 13,2 \text{ кВт}$ . Витрати електроенергії на прилад за прототипом дорівнює

$N_{\text{прот}} = 0,25 \cdot \tau_l = 0,25 \cdot 334 = 83,5 \text{ кДж/с} = 83,5 \text{ кВт}$ .

Оцінимо ефективність застосування запропонованого приладу за витратою електроенергії на його роботу як відношення витрат електроенергії на роботу приладу прототипу і запропонованого приладу

$N_{\text{прот}}/N = 83,8/13,2 = 6,3$ .



Фіг. 1



Фіг. 2