



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 90015

(13) C2

(51) МПК (2009)
F25B 15/12МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) АБСОРБЦІЙНА ХОЛОДИЛЬНА МАШИНА ЗІ СТРУМИННИМ АПАРАТОМ

1

2

(21) а200804028

(22) 31.03.2008

(24) 25.03.2010

(46) 25.03.2010, Бюл. № 6, 2010 р.

(72) РАДЧЕНКО АНДРІЙ МИКОЛАЙОВИЧ, РАДЧЕНКО РОМАН МИКОЛАЙОВИЧ, РАДЧЕНКО МИКОЛА ІВАНОВИЧ, ЖИВИЦЯ ВОЛОДИМИР ІВАНОВИЧ, ГОГОЛЬ МИКОЛА ІВАНОВИЧ, КОНОВАЛОВ ДМИТРО ВІКТОРОВИЧ

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

(56) Бадылькес И.С., Данилов Р.Л. Абсорбционные холодильные машины. - М.: Пищевая промышленность, 1966. - С. 131, 259.

SU 840618; 23.06.1981

SU 1345032 A1; 15.10.1987

GB 354868; 20.08.1931

GB 639413; 28.06.1950

US 3742726; 03.07.1973

US 6336343 B1; 08.01.2002

(57) 1. Абсорбційна холодильна машина зі струминним апаратом, що містить послідовно підключені десорбер із лініями слабкоконтростованого рідкого розчину холодоагенту та абсорбенту, концентрованого рідкого розчину холодоагенту та абсорбенту, пароподібної суміші високого тиску холодоагенту та залишкового абсорбенту, конденсатор, підключений своїм входом до лінії пароподібної суміші високого тиску холодоагенту та залишкового абсорбенту, а виходом по лінії рідкого холодоагенту - до входу випарника, сполученого своїм виходом зі входом абсорбера по лінії пари холодоагенту низького тиску, до якого підключений також дифузор струминного апарата, сполученого своєю приймальною камерою з виходом теплообмінника розчинів по лінії слабкоконтростованого рідкого розчину холодоагенту та абсорбенту, вхід якого підключений до виходу десорбера, сполученого своїм входом по лінії концентрованого рідкого розчину холодоагенту та абсорбенту з виходом із теплообмінника розчинів, вхід якого по лінії концентрованого рідкого розчину холодоагенту та абсорбенту підключений до виходу помпи концентрованого рідкого розчину холодоагенту та абсорбенту, а вихід якої сполучений із виходом абсорбера по лінії концентрованого рідкого розчину холодоагенту та абсорбенту, яка відрізняється тим, що струминний апарат виконаний у вигляді

конденсаційного термопресора, підключеного своїм робочим соплом до виходу з випарника по лінії пари холодоагенту низького тиску, приймальною камерою - до виходу теплообмінника розчинів по лінії слабкоконтростованого рідкого розчину холодоагенту та абсорбенту, а абсорбер виконаний у вигляді охолоджуваного дифузора конденсаційного термопресора, підключеного до входу помпи концентрованого рідкого розчину холодоагенту та абсорбенту.

2. Абсорбційна холодильна машина зі струминним апаратом за п. 1, яка відрізняється тим, що вихід конденсатора сполучений по лінії рідкого холодоагенту зі входом парорідинного теплообмінника, до виходу якого по лінії рідкого холодоагенту підключений своїм входом рідинний теплообмінник, розміщений у рідинній порожнині циркуляційного відокремлювача рідини, встановленого після випарника, вихід із рідинного теплообмінника сполучений із робочим соплом струминної помпи, приймальною камерою якої підключена до рідинної порожнини циркуляційного відокремлювача рідини, а дифузор - до входу випарника, вихід якого сполучений із паровою порожниною циркуляційного відокремлювача рідини, підключеною також по лінії пари холодоагенту низького тиску до входу парорідинного теплообмінника, вихід якого по лінії пари холодоагенту низького тиску сполучений із робочим соплом конденсаційного термопресора.

3. Абсорбційна холодильна машина зі струминним апаратом за п. 1 або 2, яка відрізняється тим, що вихід із парорідинного теплообмінника по лінії пари холодоагенту низького тиску сполучений із входом парового теплообмінника, вихід якого по лінії пари холодоагенту низького тиску підключений до робочого сопла випарувального термопресора, підключеного своїм дифузорм до робочого сопла конденсаційного термопресора, вхід парового теплообмінника по лінії пароподібної суміші високого тиску холодоагенту та залишкового абсорбенту сполучений із виходом десорбера, а вихід парового теплообмінника по лінії пароподібної суміші високого тиску холодоагенту та залишкового абсорбенту - з паровою порожниною відокремлювача рідини абсорбенту, до якої також підключений своїм входом конденсатор, рідинна порожнина відокремлювача рідини абсорбенту сполучена зі входом теплообмінника-охолоджувача абсорбенту

(13) C2

(11) 90015

(19) UA

по лінії рідкого абсорбенту, вихід якого по лінії рідкого абсорбенту підключений до приймальної камери випаровувального термопресора, вхід теплообмінника-охолоджувача абсорбенту по лінії концентрованого рідкого розчину холодоагенту та абсорбенту сполучений із виходом помпи концентрованого рідкого розчину холодоагенту та абсорбенту, а вихід теплообмінника-охолоджувача абсорбенту по лінії концентрованого рідкого розчину холодоагенту та абсорбенту - зі входом теплообмінника розчинів по лінії концентрованого рідкого розчину холодоагенту та абсорбенту.

4. Абсорбційна холодильна машина зі струминним апаратом за одним з пп. 1-3, яка **відрізняється** тим, що приймальна камера випаровувального термопресора підключена до виходу теплообмінника розчинів по лінії слабкоконцентрованого рідкого розчину холодоагенту та абсорбенту.

5. Абсорбційна холодильна машина зі струминним апаратом за одним з пп. 1-4, яка **відрізняється** тим, що вихід парового теплообмінника по лінії пари холодоагенту низького тиску сполучений зі входом теплообмінника-нагрівача, вихід якого підключений до робочого сопла конденсаційного термопресора.

Винахід відноситься до абсорбційних холодильних машин, зокрема зі струминним апаратом.

Відома абсорбційна холодильна машина зі струминним апаратом, що містить послідовно підключені десорбер із лініями слабкоконцентрованого рідкого розчину холодоагенту та абсорбенту, концентрованого рідкого розчину холодоагенту та абсорбенту, пароподібної суміші високого тиску холодоагенту та залишкового абсорбенту, конденсатор, підключений своїм входом до лінії пароподібної суміші високого тиску холодоагенту та залишкового абсорбенту, а виходом по лінії рідкого холодоагенту - до входу випарника, абсорбер, до входу якого підключений дифузор струминного апарата, теплообмінник розчинів, вхід якого по лінії слабкоконцентрованого рідкого розчину холодоагенту та абсорбенту підключений до виходу десорбера, сполученого своїм входом по лінії концентрованого рідкого розчину холодоагенту та абсорбенту з виходом із теплообмінника розчинів, вхід якого по лінії концентрованого рідкого розчину холодоагенту та абсорбенту підключений до виходу помпи концентрованого рідкого розчину холодоагенту та абсорбенту, вхід якої сполучений із виходом абсорбера по лінії концентрованого рідкого розчину холодоагенту та абсорбенту [Бадылькес І.С., Данилов Р.Л. Абсорбционные холодильные машины. - М.: Пищевая промышленность, 1966. - с. 131, рис. 57].

Недоліком існуючої абсорбційної холодильної машини зі струминним апаратом є недостатньо висока енергетична ефективність через підвищені витрати потужності помпи концентрованого рідкого розчину холодоагенту та абсорбенту, обумовлені низьким тиском на вході помпи, тобто низьким тиском в абсорбері, а також через підвищені витрати теплоти гріючого середовища в десорбері на виробництво додаткової кількості пароподібної суміші високого тиску холодоагенту та залишкового абсорбенту, енергія якої витрачається на роботу струминного апарата.

Прототипом винаходу є абсорбційна холодильна машина зі струминним апаратом, що містить послідовно підключені десорбер із лініями слабкоконцентрованого рідкого розчину холодоагенту та абсорбенту, концентрованого рідкого розчину холодоагенту та абсорбенту, пароподібної суміші

високого тиску холодоагенту та залишкового абсорбенту, конденсатор, підключений своїм входом до лінії пароподібної суміші високого тиску холодоагенту та залишкового абсорбенту, а виходом по лінії рідкого холодоагенту - до входу випарника, сполученого своїм входом зі входом абсорбера по лінії пари холодоагенту низького тиску, до якого підключений також дифузор струминного апарата, сполученого своєю приймальною камерою з виходом теплообмінника розчинів по лінії слабкоконцентрованого рідкого розчину холодоагенту та абсорбенту, вхід якого підключений до виходу десорбера, сполученого своїм входом по лінії концентрованого рідкого розчину холодоагенту та абсорбенту з виходом із теплообмінника розчинів, вхід якого по лінії концентрованого рідкого розчину холодоагенту та абсорбенту підключений до виходу помпи концентрованого рідкого розчину холодоагенту та абсорбенту, вхід якої сполучений із виходом абсорбера по лінії концентрованого рідкого розчину холодоагенту та абсорбенту [Бадылькес І.С., Данилов Р.Л. Абсорбционные холодильные машины. - М.: Пищевая промышленность, 1966. - с. 259, рис. 137].

Недоліком існуючої абсорбційної холодильної машини зі струминним апаратом є недостатньо висока енергетична ефективність через підвищені витрати потужності помпи концентрованого рідкого розчину холодоагенту та абсорбенту, обумовлені, по-перше, низьким тиском на вході помпи, тобто низьким тиском в абсорбері, а по-друге, додатковими витратами потужності помпи на стискання частини концентрованого рідкого розчину, енергія якої витрачається на ежектування слабкоконцентрованого рідкого розчину струминним апаратом до абсорбера.

В основу винаходу поставлено задачу підвищення енергетичної ефективності абсорбційної холодильної машини зі струминним апаратом шляхом скорочення витрат потужності помпи концентрованого рідкого розчину холодоагенту та абсорбенту завдяки підвищенню тиску в абсорбері, тобто на вході помпи, в свою чергу, завдяки суміщенню абсорбера з дифузорею і проведенню процесу абсорбції одночасно із підвищенням тиску та охолодженням.

Для вирішення цієї задачі в абсорбційній холодильній машині зі струминним апаратом, що містить послідовно підключені десорбер із лініями слабкоконцентрованого рідкого розчину холодоагенту та абсорбенту, концентрованого рідкого розчину холодоагенту та абсорбенту, пароподібної суміші високого тиску холодоагенту та залишкового абсорбенту, конденсатор, підключений своїм входом до лінії пароподібної суміші високого тиску холодоагенту та залишкового абсорбенту, а виходом по лінії рідкого холодоагенту - до входу випарника, сполученого своїм виходом зі входом абсорбера по лінії пари холодоагенту низького тиску, до якого підключений також дифузор струминного апарата, сполученого своєю приймальною камерою з виходом теплообмінника розчинів по лінії слабкоконцентрованого рідкого розчину холодоагенту та абсорбенту, вхід якого підключений до виходу десорбера, сполученого своїм входом по лінії концентрованого рідкого розчину холодоагенту та абсорбенту з виходом із теплообмінника розчинів, вхід якого по лінії концентрованого рідкого розчину холодоагенту та абсорбенту підключений до виходу помпи концентрованого рідкого розчину холодоагенту та абсорбенту, вхід якої сполучений із виходом абсорбера по лінії концентрованого рідкого розчину холодоагенту та абсорбенту, струминний апарат виконаний у вигляді конденсаційного термопресора, підключеного своїм робочим соплом до виходу з випарника по лінії пари холодоагенту низького тиску, приймальною камерою - до виходу теплообмінника розчинів по лінії слабкоконцентрованого рідкого розчину холодоагенту та абсорбенту, а абсорбер виконаний у вигляді охолоджуваного дифузора конденсаційного термопресора, підключеного до входу помпи концентрованого рідкого розчину холодоагенту та абсорбенту.

У названій абсорбційній холодильній машині зі струминним апаратом вихід конденсатора сполучений по лінії рідкого холодоагенту зі входом парорідинного теплообмінника, до виходу якого по лінії рідкого холодоагенту підключений своїм входом рідинний теплообмінник, розміщений у рідинній порожнині циркуляційного відокремлювача рідини, встановленого після випарника, вихід із рідинного теплообмінника сполучений із робочим соплом струминної помпи, приймальна камера якої підключена до рідинної порожнини циркуляційного відокремлювача рідини, а дифузор - до входу випарника, вихід якого сполучений із паровою порожниною циркуляційного відокремлювача рідини, підключеною також по лінії пари холодоагенту низького тиску до входу парорідинного теплообмінника, вихід якого по лінії пари холодоагенту низького тиску сполучений із робочим соплом конденсаційного термопресора.

У названій абсорбційній холодильній машині зі струминним апаратом вихід із парорідинного теплообмінника по лінії пари холодоагенту низького тиску сполучений із входом парового теплообмінника, вихід якого по лінії пари холодоагенту низького тиску підключений до робочого сопла випарувального термопресора, підключеного своїм дифузором до робочого сопла конденсаційного

термопресора, вхід парового теплообмінника по лінії пароподібної суміші високого тиску холодоагенту та залишкового абсорбенту сполучений із виходом десорбера, а вихід парового теплообмінника по лінії пароподібної суміші високого тиску холодоагенту та залишкового абсорбенту - з паровою порожниною відокремлювача рідини абсорбенту, до якої також підключений своїм входом конденсатор, рідинна порожнина відокремлювача рідини абсорбенту сполучена зі входом теплообмінника-охолоджувача абсорбенту по лінії рідкого абсорбенту, вихід якого по лінії рідкого абсорбенту підключений до приймальної камери випарувального термопресора, вхід теплообмінника-охолоджувача абсорбенту по лінії концентрованого рідкого розчину холодоагенту та абсорбенту сполучений із виходом помпи концентрованого рідкого розчину холодоагенту та абсорбенту, а вихід теплообмінника-охолоджувача абсорбенту по лінії концентрованого рідкого розчину холодоагенту та абсорбенту - зі входом теплообмінника розчинів по лінії концентрованого рідкого розчину холодоагенту та абсорбенту.

У названій абсорбційній холодильній машині зі струминним апаратом приймальна камера випарувального термопресора підключена до виходу теплообмінника розчинів по лінії слабкоконцентрованого рідкого розчину холодоагенту та абсорбенту.

У названій абсорбційній холодильній машині зі струминним апаратом вихід парового теплообмінника по лінії пари холодоагенту низького тиску сполучений зі входом теплообмінника-нагрівальника, вихід якого підключений до робочого сопла конденсаційного термопресора.

Завдяки підвищенню тиску на вході помпи концентрованого рідкого розчину холодоагенту та абсорбенту спочатку в конденсаційному та випарувальному термопресорах, а потім у струминній pompі скорочуються витрати потужності помпи концентрованого рідкого розчину холодоагенту та абсорбенту на 10...20% і відповідно підвищується енергетична ефективність холодильної машини.

На фігурі зображено схему абсорбційної холодильної машини зі струминним апаратом.

Установка на фігурі складається з десорбера 1 та підключених до нього ліній слабкоконцентрованого рідкого розчину холодоагенту та абсорбенту 2, концентрованого рідкого розчину холодоагенту та абсорбенту 3, пароподібної суміші високого тиску холодоагенту та залишкового абсорбенту 4, парового теплообмінника 5, сполученого своїм входом по лінії 4 пароподібної суміші високого тиску холодоагенту та залишкового абсорбенту із виходом десорбера 1, а виходом - із відокремлювачем рідини абсорбенту, що містить рідинну порожнину 6 та парову порожнину 7, до якої підключений своїм входом конденсатор 8, до виходу з якого по лінії рідкого холодоагенту 9 підключені послідовно парорідинний теплообмінник 10, рідинний теплообмінник П, розміщений у рідинній порожнині 12 циркуляційного відокремлювача рідини, та робоче сопло 13 струминної помпи, до складу якої входять також приймальна камера 14, сполучена з рідинною порожниною 12 циркуляційного

відокремлювача рідини, і дифузор 15, сполучений із випарником 16, вихід якого підключений до парової порожнини 17 відокремлювача рідини, сполученої з лінією пари холодоагенту низького тиску 18, в яку послідовно включені парорідинний теплообмінник 10, паровий теплообмінник 5, робоче сопло 19 випаровувального термопресора, до складу якого входять також приймальна камера 20 та охолоджуваний дифузор 21 (він же абсорбер), причому приймальна камера 20 сполучена через дросельний клапан 22 на лінії рідкого абсорбенту 23 з теплообмінником-охолоджувачем абсорбенту 24 і рідинною порожниною 6 відокремлювача рідини абсорбенту. Приймальна камера 20 випаровувального термопресора може також сполучатись із виходом теплообмінника розчинів 25 лінією 26 охолодженого слабкоконцентрованого рідкого розчину холодоагенту та абсорбенту через дросельний клапан 27 (показано пунктиром). До охолоджувального дифузора 20 випаровувального термопресора послідовно підключені теплообмінник-нагрівальник 28 та робоче сопло 29 конденсаційного термопресора, який містить також приймальну камеру 30 та дифузор 31, причому приймальна камера 30 підключена до виходу з теплообмінника розчинів 25 по лінії 2 слабкоконцентрованого рідкого розчину холодоагенту та абсорбенту через дросельний клапан 32, а дифузор 31 - до входу помпи концентрованого рідкого розчину холодоагенту та абсорбенту 33.

Робота абсорбційної холодильної машини на рисунку здійснюється так.

У десорбері 1 за рахунок підведення тепла від зовнішнього гріючого середовища, наприклад водяної пари, нагрітих води або газів, нагрівають концентрований рідкий розчин холодоагенту та абсорбенту, що надходить до десорбера 1 лінією 3, і випаровують холодоагент з нагрітого концентрованого рідкого розчину, тобто проводять десорбцію холодоагенту з концентрованого рідкого розчину холодоагенту та абсорбенту. При цьому концентрація рідкого розчину холодоагенту та абсорбенту зменшується і утворюється, з одного боку, слабкоконцентрований рідкий розчин холодоагенту та абсорбенту, який відводиться від десорбера лінією 2, а з іншого, - пароподібна суміш високого тиску холодоагенту та залишкового абсорбенту, який виноситься з розчину у процесі випаровування холодоагенту. Пароподібну суміш відводять від десорбера 1 лінією 4, охолоджують у паровому теплообміннику 5, конденсуючи абсорбент, який має вищу за холодоагент температуру конденсації. При цьому теплоту, відведену від пароподібної суміші, підводять до пари холодоагенту низького тиску в лінії 18 парового теплообмінника 5. Сконденсований рідкий абсорбент відокремлюють від пари холодоагенту у відокремлювачі рідини абсорбенту, в рідинній порожнині 6 якого накопичується рідкий абсорбент, а в паровій порожнині 7 - пара холодоагенту, яку потім конденсують у конденсаторі 8 з відведенням тепла конденсації охолоджуючим середовищем (водою). Сконденсований рідкий холодоагент направляють лінією рідкого холодоагенту високого тиску 9 в парорідинний теплообмінник 10, де його охолоджують, перегрі-

ваючи пару холодоагенту низького тиску в лінії 18. Охолоджений рідкий холодоагент високого тиску переохолоджують у рідинному теплообміннику 11, відводячи тепло на випаровування частини рідкого холодоагенту низького тиску в рідинній порожнині 12 циркуляційного відокремлювача рідини, розширюють у соплі 13 струминної помпи, підсмоктуючи в її приймальну камеру 14 рідкий холодоагент низького тиску із рідинної порожнини 12 циркуляційного відокремлювача рідини, підвищують тиск холодоагенту в дифузорі 15 і подають у випарник 16, де його не повністю випаровують, охолоджуючи холодоносії, тобто виробляючи холод. Парорідинну суміш холодоагенту з випарника 16 розділяють на пару та рідину у циркуляційному відокремлювачі рідини, з парової порожнини 17 якого пару холодоагенту відводять лінією пари холодоагенту низького тиску 18 до парорідинного теплообмінника 10, де її перегрівають. Подальший перегрів пари холодоагенту низького тиску здійснюють у паровому теплообміннику 5 та в теплообміннику-нагрівальнику 28 за рахунок тепла зовнішнього гріючого середовища, наприклад водяної пари, нагрітих води або газів. Перегріту пару подають у робоче сопло 19 випаровувального термопресора, де її швидкість збільшують до швидкості, близької звуковій, і в потік прискореної перегрітої пари упорскують рідкий абсорбент, який подають у приймальну камеру 20 через дросельний клапан 22 лінією 23 з рідинної порожнини 6 відокремлювача рідини абсорбенту після його охолодження в теплообміннику-охолоджувачі абсорбенту 24, а у разі недостатньої кількості абсорбенту у приймальну камеру 20 випаровувального термопресора подають додатково слабкоконцентрований рідкий розчин холодоагенту та абсорбенту з теплообмінника розчинів 25 лінією 26 через дросельний клапан 27 (показано пунктиром). Завдяки миттєвому скипанню рідкого абсорбенту (або розчину) в потоці прискореної перегрітої пари холодоагенту тиск пари на виході з дифузора 21 випаровувального термопресора підвищується понад величину тиску перегрітої пари на вході робочого сопла 19, тобто збільшується тиск пари на вході робочого сопла 29 конденсаційного термопресора, у приймальну камеру 30 якого подають охолоджений слабкоконцентрований рідкий розчин холодоагенту та абсорбенту з теплообмінника розчинів 25 через дросельний клапан 32. Перегріту пару спочатку прискорюють у робочому соплі 29 конденсаційного термопресора, а потім конденсують при контактуванні її з охолодженим слабкоконцентрованим рідким розчином холодоагенту та абсорбенту, тобто проводять абсорбцію з утворенням концентрованого рідкого розчину холодоагенту та абсорбенту. Тепло абсорбції, яке при цьому виділяється в дифузорі 31 конденсаційного термопресора, відводиться від дифузора 31 охолоджуючим середовищем, наприклад водою. Завдяки миттєвій конденсації прискореної перегрітої пари тиск суміші на виході з дифузора 31 конденсаційного термопресора підвищується понад величину тиску на вході робочого сопла 29. З дифузора 31 конденсаційного термопресора концентрований рідкий розчин холодоагенту та абсорбенту стискається помпою

33 і після охолодження в теплообмінниках 24 і 25 подається лінією 3 в десорбер 1. Застосування запропонованої абсорбційної холодильної машини з конденсаційним термопресором та підключеними до нього випаровувальним термопресором і стру-

мінною помпою забезпечує підвищення тиску на вході помпи концентрованого розчину, скорочення витрати її потужності на 10...20% і відповідно підвищення енергетичної ефективності холодильної машини.

