

8. Магнітне охолодження

Євгеній Жила, Михайло Лазаренко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Завдання створення компактного, екологічно безпечного, енергетично ефективного і високонадійного холодильника, що працює у діапазоні кімнатних температур, надзвичайно актуальна в даний час. Це обумовлено цілим рядом серйозних претензій до нині діючих охолоджуючих систем.

Матеріали та методи. Серед різноманітних альтернативних технологій, які могли б використовуватися в холодильних пристроях, все більша увага дослідників у всьому світі привертає технологія магнітного охолодження. Магнітний холодильник екологічно безпечний і дозволяє значно знизити споживання електроенергії. Технологія магнітного охолодження (М.О.) заснована на здатності будь-якого магнітного матеріалу змінювати свою температуру і ентропію під впливом магнітного поля, як це відбувається при стисканні або розширенні газу або пари в традиційних холодильниках.

Результати та обговорення. Магнітне охолодження – одержання температур, нижчих за 1 К, шляхом адиабатного розмагнічування парамагнітних речовин. При М.О. охолоджений за допомогою рідкого гелію парамагнітний зразок намагнічують у сильному магнітному полі, після вимкнення якого внаслідок теплового руху атомів зразок розмагнічується, та його температура в умовах теплоізоляції знижується. Для одержання температур $\sim 10^{-3}$ К застосовують солі рідкісноземельних елементів (напр., сульфат гадолінію), а також ін. парамагнітні речовини (напр., хромокалієві та залізо-калієві галуни), в кристалічній ґратці яких містяться іони з недобудованими електронними оболонками і, внаслідок цього, відмінним від нуля власним магн. моментом (Fe^{+3} , Cr^{+3} , Gd^{+3}). При використанні парамагнетизму атомних ядер (напр., у зразках міді) одержують температури до 10^{-6} К. М.О. широко застосовують у наукових дослідженнях при вивченні надплинності та надпровідності.

Магнітокалоричне нагрівання і охолодження – практично оборотні термодинамічні процеси, на відміну від процесу стиснення пари в робочому циклі парогазового холодильника. Теоретичні розрахунки і експериментальні дослідження показують, що магнітні охолоджуючі установки характеризуються більш високими ККД і економічністю. Ефективність магнітного регенеративного холодильного циклу у температурному діапазоні від 4.5 до 300 К може становити від 38 до 60 % ефективності циклу Карно (близько 52 % в інтервалі температур від 20 до 150 К, і близько 85 % в інтервалі від 150 до 300 К). Зокрема, в області кімнатних температур магнітні холодильники потенційно на 20-30 % ефективніше, ніж працюють по парогазовому циклу. Магнітна технологія дозволяє виробляти охолодження і заморожування різних речовин (вода, повітря, хімікати) з незначними змінами для кожного випадку. На відміну від цього, ефективний парогазовий цикл охолодження вимагає багатьох окремих ступенів або суміші різних робочих тіл-охолоджувачів для проведення такої ж процедури.

Висновки. Технологія магнітного охолодження у перспективі може бути дуже ефективною, що дозволить значно скоротити вартість таких установок.

Література

<https://holodcatalog.ru/entsiklopedii/novye-tehnologii-v-kholodilnoy-otrasli/magnitnoe-okhlazhdenie-uzhe-realnost/>