



УКРАЇНА

(19) UA (11) 56356 (13) U  
(51) МПК (2011.01)  
C12C 11/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

**(54) СПОСІБ ПІДТРИМКИ ОПТИМАЛЬНОЇ ТЕМПЕРАТУРИ РОБОТИ АПАРАТА ДЛЯ РОЗВЕДЕННЯ ЧИСТОЇ КУЛЬТУРИ ДРІЖДЖІВ ПИВЗАВОДУ**

1

2

(21) u201008232

(22) 01.07.2010

(24) 10.01.2011

(46) 10.01.2011, Бюл.№ 1, 2011 р.

(72) КЛИМЕНКО ОЛЕНА МИКОЛАЇВНА

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ  
ТЕХНОЛОГІЙ

(57) 1. Спосіб підтримки оптимальної температури роботи апарата для розведення чистої культури дріжджів пивзаводу, що передбачає подачу теплої

та холодної води до апарата, який **відрізняється** тим, що теплу і холодну воду подають через трубопроводи, на виході з яких встановлені клапани з термочутливими приводами.

2. Спосіб підтримки оптимальної температури роботи апарата для розведення чистої культури дріжджів пивзаводу за п. 1, який **відрізняється** тим, що термочутливі приводи клапанів виготовлені із матеріалу з ефектом пам'яті форми.

Корисна модель відноситься до обладнання пивзаводів і може використовуватись для підвищення надійності роботи апарата для розведення чистої культури дріжджів і підвищення якості продукції пивзаводу.

Відомий спосіб підтримки оптимальної температури роботи апарата для розведення чистої культури дріжджів пивзаводу [Мальцев П.М. Технологія солода и пива. - М; Пищ. Пром-сть, 1964. - 857 с.].

Недоліками зазначеного способу є обмежена галузь використання, внаслідок низьких техніко-економічних показників.

За прототип вибрано спосіб підтримки оптимальної температури роботи апарата для розведення чистої культури дріжджів пивзаводу, що передбачає подачу теплої та холодної води до апарата [Домарецький В.А. Технологія солоду та пива. - Київ, "Фірма ІНКОС", 2004. - 426 с.].

Недоліком прототипу є те, що вказаний спосіб підтримки оптимальної температури роботи апарата для розведення чистої культури дріжджів пивзаводу має велику похибку в роботі.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення способу підтримки оптимальної температури роботи апарата для розведення чистої культури дріжджів пивзаводу, який би

відповідав сучасним вимогам по точності і надійності роботи.

Поставлена задача вирішується тим, що у способі підтримки оптимальної температури роботи апарата для розведення чистої культури дріжджів пивзаводу, що передбачає подачу теплої та холодної води до апарата, відповідно до корисної моделі, на виході трубопроводів води встановлюють клапани з термочутливими приводами, а термочутливі приводи клапанів виготовляють із матеріалу з ефектом пам'яті форми.

Причинно-наслідковий зв'язок між запропонованими ознаками і технічним результатом.

Оптимальна температура роботи апарата для розведення чистої культури дріжджів пивзаводу 7,5-8 °С протягом 36 год. Сучасним вимогам поточності і надійності роботи відповідає матеріал з ефектом пам'яті форми. Розглянемо характеристики такого матеріалу.

Кожен метал та сплав мають свою кристалічну решітку, архітектура та розміри якої наперед задані. Але у багатьох металів із зміною температури, тиску решітка не залишається незмінною. Настає момент, коли відбувається її перебудова. Така зміна типу решітки, поліморфне перетворення, може здійснюватися двома способами. По такій схемі відбувається

(19) UA (11) 56356 (13) U

перебудова решітки, якщо рухомість атомів - дифузія, досить висока, щоб забезпечити переміщення їх на нові місця. Це можливо, коли поліморфне перетворення відбувається при високій температурі. Такий спосіб був відкритий при гартуванні. В результаті гартування створюється фаза з новою кристалічною решіткою - мартенсит, відповідно спосіб перебудови одержав назву мартенситного перетворення.

Мартенситне перетворення характерне не тільки для сталей, але й для чистих металів, кольорових сплавів, напівпровідників, полімерів. Відбувається воно, коли перебудова решітки відбувається при відсутності дифузії. Залишається одна можливість - не відриваючи кристали один від одного переміщувати їх цілими групами, практично одночасно із старих положень в нові. Таке узгоджене переміщення має характер зсуву, тому мартенситне перетворення інколи називають зсувовим. Зсув призводить до зміни форми сплаву.

Вільна енергія кристалів мартенситу, що зароджуються, менша, ніж у висхідної фази. Це й стимулює розвиток мартенситного переходу. Але з'являються сили, що стримують його. Це вільна енергія, що виникає на межі розділу старої та нової фаз. Кристали мартенситної фази вимушені деформувати навколишню матрицю, яка в свою чергу, створює опір цьому. В результаті виникає пружна енергія, яка затримує ріст кристалів. Накопичена енергія подібна пружині, що стискується при рості кристалів. Коли зусилля стає більшим границі пружності, відбувається ніби руйнування пружини, що викликає інтенсивну деформацію матеріалу в межах розділу фаз. Ріст кристалів припиняється. Цей процес може відбуватися дуже швидко, подібно вибуху, і тоді окремі кристали мартенситу виростають практично миттєво до своїх кінцевих розмірів. Так відбувається мартенситне перетворення в сталях.

Зворотний перехід мартенситу в аустеніт (високотемпературна фаза) не може проходити по "вибуховому" механізму. Потрібно суттєво нагріти сплав, щоб в надрах мартенситу почали зароджуватися та рости кристали аустеніту. При цьому їх форма, як правило, не поновлюється (атоми не попадають на свої місця).

Оскільки при такій перебудові міжатомні зв'язки більшості атомів не порушуються, зберігається можливість повернутися на свої попередні місця, а матеріал відповідно до висхідної форми. Але для цього потрібні особливі умови.

Зворотна перебудова структури не обов'язково повинна йти шляхом поступового повертання атомів на свої старі місця. Напрямів повертання може бути декілька. Все визначається складністю кристалічної решітки мартенсита. Якщо решітка настільки складна, що немає вибору, залишається тільки один шлях зворотної перебудови - рух на висхідні позиції. Тільки в ньому випадку мартенситне перетворення забезпечує кристалу пам'ять висхідної форми.

Але пам'ять окремого кристала, це ще не пам'ять всього об'єму. Сплав, як правило, має

полікристалічну будову, складається з безлічі окремих кристалів (зерен), що відрізняються один від іншого орієнтацією кристалічних решіток. В силу різної орієнтації зерен зсуви в кожному зерні будуть здійснюватися в різних напрямках. Зміна форми всього зразка відбудеться тільки в тому випадку, якщо створити певний порядок в розміщенні кристалів. В ідеальному випадку - орієнтувати всі кристали в одному напрямі.

При охолодженні, коли атоми покидають свої старі місця і займають нові, рухатися вони будуть в напрямі дії зовнішньої сили. Таким чином, процес мартенситного перетворення примушує атоми рухатися, а зовнішнє навантаження задає напрям руху. При нагріванні, коли атоми вимушені повертатися на висхідні місця, відбувається поновлення первинної форми навіть при дії зовнішніх сил, оскільки інших напрямів руху в атомів просто немає. Процес відбувається без розриву міжатомних зв'язків та порушення сусідства атомів. Тому поновлюється форма всього об'єму матеріалу.

Для сплавів з ефектом "пам'яті форми" (ЕПФ) характерна наделастичність (гумоподібна поведінка). Цей ефект проявляється, якщо мартенситне перетворення відбувається під дією зовнішнього навантаження. В результаті спостерігається значна деформація сплаву. При цьому величина зворотної деформації на порядок вище, ніж у крахликих пружинних матеріалів.

Сплави з ЕПФ мають надвисоку циклічну міцність. Вони вигримують значні знакозмінні навантаження. "Довговічність" виробів із сплавів з ЕПФ може бути в тисячі разів вищою, ніж у традиційних матеріалів. Циклічна стійкість забезпечується особливим механізмом мартенситного перетворення, що не супроводжується порушенням міжатомних зв'язків. Не відбувається накопичення дефектів структури, які призводять до виникнення тріщин та руйнувань. Ефект пам'яті форми характерний для всіх сплавів, в яких перетворення у висхідну фазу після деформації протікає по мартенситному механізму. Але надпружність виявляється тільки у деяких сплавах.

Найяскравіша ця якість в сплаві нікелю з титаном - нітинолі. Вироби із сплаву нагрівають для переходу в високотемпературну модифікацію і в цьому стані їм надають визначену форму. Потім сплав охолоджується нижче критичної температури і переходить в іншу, низькотемпературну фазу. Таке перетворення нагадує термopужне мартенситне перетворення. Якщо виріб із сплаву в мартенситному стані піддати повторній пластичній деформації (допускається ступінь деформації до 6 % і більше), а потім його нагріти, переводячи знову в високотемпературну модифікацію, то завдяки зворотному мартенситному перетворенню він прийме свою первинну форму, що була надана йому при першій деформації в стані високотемпературної модифікації.

Для порівняння подібних матеріалів наведено основні характеристики нітинола 55 (55 % Ni): нітинол-55 має температуру плавлення 1292 °C

магнітну проникність менше 1,002, межа міцності 870 Н/мм<sup>2</sup>, межа витривалості на базі 10<sup>7</sup> циклів 490 Н/мм<sup>2</sup>.

При нагріванні в процесі зворотного мартенситного перетворення сплав різко зміцнюється. Це проявляється в збільшенні модуля пружності в 3-4 рази до 8,4·10<sup>4</sup> Н/мм<sup>2</sup> та межі текучості в 6-7 разів до 630 Н/мм<sup>2</sup>. Нітинол-55 після деформації в мартенситному стані на 6-8 % завжди дає 100 % вертання. Деформація матеріалу вище 8 % дає до 80 % вертання, що в більшості випадків задовольняє вимогам при застосуванні.

Вертання до вихідної форми відбувається в дві стадії: пружне вертання, що складає біля 20 % заданої деформації, та термопластичне вертання, коли знищуються залишки 80 % вертання деформації. В проволочі діаметром 0,4-0,5 мм, попередньо деформованої на 8 %, в процесі вертання генерується напруга до 600 Н/мм<sup>2</sup>. При цьому може виконуватися значна механічна робота на одиницю маси сплаву.

Змінюючи в сплаві вміст титану та нікелю та додаючи легуючі присадки, можна впливати на температуру фазового перетворення в межах від -110 °C до 600 °C.

Ефект пам'яті форми виявлено також в сплавах Cu-Al-Ni з 12-16 % Al, 0 - 10 % Ni; Al-Fe-Cu з 12-16,5 % Al, 0,5-3,9 % Fe, інше Cu; Cu-Al-Mn. Ці матеріали також характеризуються здатністю у вузькому температурному інтервалі ±10 °K переходити з одного фазного стану (пластичного) в інший фазний стан (надпружний) і навпаки. Температура фазового перетворення визначається складом сплавів та їх термообробкою.

Вихідна форма елемента із сплаву з ЕПФ поновлюється тільки при нагріванні в результаті зворотного мартенситного перетворення. Якщо деформація здійснюється при температурах нижче

мартенситної точки, то для одержання необхідної деформації вимагається більше навантаження.

Подібні сплави знайшли широке застосування як термочутливі елементи приладів та автоматичних пристроїв. Широко застосовуються ці сплави в космічній техніці, в авіації.

Таким чином, приводи термочутливих клапанів високої надійності для підтримки оптимальної температури роботи апарата для розведення чистої культури дріжджів пивзаводу можна створити на основі елемента з ЕПФ.

Технічна суть, запропонованого способу пояснюється кресленням, на якому зображено:

Фіг.1 - загальний вигляд апарата для розведення чистої культури дріжджів пивзаводу. Тут 1 - резервуар попереднього бродіння, 2 - труби для подачі теплої і холодної води, на яких встановлені клапани з термоприводами.

Працюють термоприводи клапанів таким чином.

Якщо на виході трубопроводу теплої води підвищується температура води, силовий елемент, виготовлений з сплаву з ЕПФ, нагрівається, внаслідок виникнення пружних сил поновлює свою первинну форму і перекриває трубопровід. Вода через клапан перестає проходити, температура в апараті знижується, силовий елемент клапана стає пластичним і під дією тиску води в трубопроводі клапан відкриває трубопровід. Через клапан проходить наступна доза рідини і нагріває апарат. Процес повторюється. Таким чином, кількість води в кожній дозі буде залежати від температури рідини. В трубопроводі холодної води процес аналогічний, але клапан спрацьовує при зниженні температури.

Перевагою цих клапанів є постійна готовність до роботи, зумовлена нагріванням чи охолодженням води, що витікає з апарата, незначна енергоємність, висока надійність, оскільки кількість спрацювань клапанів теоретично не обмежена.

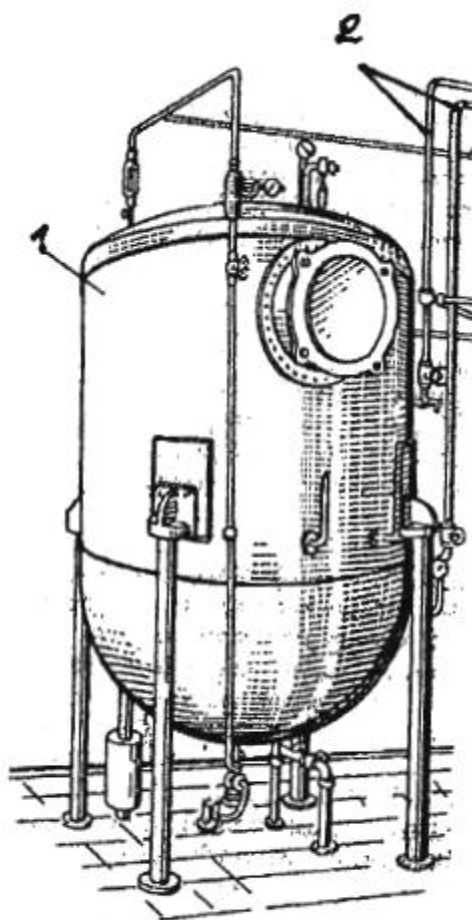


Fig. 1