

Корисна модель відноситься до області термічної обробки і може бути використана при виготовленні газових балонів високого тиску з легованої конструкційної сталі, наприклад, автомобільних балонів для зберігання стислого природного газу.

В даний час при виготовленні газових балонів високого тиску у всьому світі враховуються вимоги міжнародного стандарту ISO 11439 від 15.09.2000р. Цей стандарт встановлює мінімальні вимоги для легких перезаповнюваних газових сталевих балонів, призначених тільки для стислого природного газу під високим тиском, що використовується як паливо автотранспортними засобами, на яких ці балони встановлені, що серійно випускаються. Забезпечення вимог вказаного стандарту по експлуатаційній надійності, перш за все, може бути досягнуте здійсненням термічної обробки балонів.

Відомий спосіб термічної обробки балонів, що включає загартування нагрітих балонів від температури 860-880°C в механізованій ванні у вертикальному положенні з диференційованим охолодженням їх водою по висоті і периметру з подальшою відпусткою при температурі 540-560°C [Авторское свидетельство СССР №1689412, кл. C21D9/07, 1/63, 1/64, 1991г.].

Недоліком цього способу термічної обробки є складність його реалізації і нестабільність набуваних властивостей металу горловини через зміни фактичної довжини оброблюваних балонів однієї номінальної місткості при промисловому їх виробництві.

Відомий також спосіб термічної обробки балонів високого тиску, що включає їх нагрів під загартування, загартування шляхом охолодження у воді і подальшу відпустку при температурі 540-560°C з витримкою 60-90хв. При цьому нагрів здійснюють до температури 850-870°C, а охолодження здійснюють у воді з температурою 40-60°C [см. Т. А. Бейлинова, Е. Н. Василенко и др. Ежемесячный науч.-техн. и производственный журнал "Металловедение и термическая обработка металлов". Москва "Машиностроение". 1991. №1. С.17].

При використуванні даного способу термічної обробки не забезпечується необхідна відповідно до вимог міжнародного стандарту ISO 11439 експлуатаційна надійність через сульфідне розтріскування, що має місце під напругою в готовому балоні, що приводить до передчасного виходу його з ладу.

Вказане вище зв'язано з тим, що термічна обробка по вказаних режимах неминує приводить до отримання при загартуванні у відносно гарячій воді поблизу внутрішньої поверхні стінки, навіть циліндричної частини, балона крім мартенситу і бейніту, виділень фериту по межах зерен. В результаті цього опір металу балона сульфідному розтріскуванню під напругою істотно знижується. Крім цього, вживання одного вузького інтервалу температур нагріву (850-870°C) для балонів різного хімічного складу сталі (в межах марочного) також сприяє негативному впливу фериту, що виділяється, на структуру загартованої сталі і приводить до подальшого зниження опору сульфідному розтріскуванню.

В основу даної корисної моделі поставлена задача по удосконаленню способу термічної обробки балонів високого тиску з легованої конструкційної сталі шляхом зміни умов нагріву і загартування балонів, внаслідок чого в готовому балоні підвищується експлуатаційна надійність за рахунок збільшення опору сталі сульфідному розтріскуванню під напругою.

Поставлена задача вирішена тим, що в способі термічної обробки балонів високого тиску з легованої конструкційної сталі, що включає їх нагрів під загартування, загартування шляхом охолодження у воді і подальшу відпустку при температурі 500-600°C з витримкою 60-90хв., згідно корисної моделі, нагрів під загартування здійснюють до температури T_H , залежної від температури верхньої критичної точки A_{c3} сталі, що використовується для виготовлення балона, і вмісту в ній вуглецю, марганцю, хрому, молібдену і яка визначається з виразу:

$$T_H = A_{c3} \left(1 + \frac{K}{\sum C_{Mn, Cr, Mo}} \right),$$

де: T_H - температура нагріву під загартування, °C;

A_{c3} - температура верхньої критичної точки сталі, °C;

K - коефіцієнт, рівний 0,13-0,23, %;

$\sum C_{Mn, Cr, Mo}$

- сума масових часток вуглецю, марганцю, хрому і молібдену в сталі, %,

а в процесі загартування перед охолодженням у воді, нагрітого до заданої температури балона, проводять його охолодження на повітрі до температури 800-750°C, при цьому температуру води при загартуванні підтримують в інтервалі 20-35°C.

Слід зазначити, що термін "верхня критична точка A_{c3} " широко відомий, наприклад, в книзі А.П. Гуляева "Металловедение". Москва. Изд-во "Металлургия". 1977г. С.231.

Параметри, що заявляються, одержані дослідним шляхом.

Відмінністю пропонованого способу термічної обробки балонів високого тиску є те, що нагрів під загартування здійснюють залежно від температури верхньої критичної точки A_{c3} сталі балона і вмісту в ній вуглецю, марганцю, хрому і молібдену, визначуваної з виразу, що заявляється, а також тим, що перед охолодженням у воді при температурі 20-35°C проводять охолодження нагрітого під загартування балона на повітрі до температури 800-750°C.

Технічним результатом використання пропонованого способу є підвищення експлуатаційної надійності балона. Це зв'язано з тим, що запропонована залежність температури нагріву балона від складу сталі в поєднанні з введенням двоетапного охолодження балона при загартуванні дозволяє забезпечити отримання в циліндричній частині балона мартенситу-бейнітної структури металу по всій товщині стінки без виділень фериту по межах зерен, оскільки запропоновані температурні параметри нагріву і умови охолодження пригнічують виділення фериту в структурі загартованої сталі. В результаті цього і забезпечується відповідність балонів вимогам стандарту ISO 11439 по нормованій стійкості матеріалу балона в частині опору сульфідному розтріскуванню під

напругою.

Пропонований спосіб здійснюється таким чином

Балони нагрівають в печі, наприклад, шахтного типу, до температури, залежної від критичної точки A_{c3} сталі балона і вмісту в ній вуглецю, марганцю, хрому, молібдену і яка визначається з виразу:

$$T_H = A_{c3} \left(1 + \frac{K}{\sum C, Mn, Cr, Mo} \right),$$

де: T_H - температура нагріву під загартування, °C;

A_{c3} - температура верхньої критичної точки сталі, °C;

K - коефіцієнт, рівний 0,13-0,23, %;

$\sum C, Mn, Cr, Mo$ - сума масових часток вуглецю, марганцю, хрому і молібдену в сталі, %.

Потім балони витягують з печі і спочатку їх охолоджують на повітрі до температури 800-750°C, після чого поміщають в охолоджуючий пристрій, наприклад, у ванну, в якому при загартуванні підтримується температура води 20-35°C. Після загартування балони піддають відпустці в печі, наприклад, шахтного типу, в інтервалі температур 500-600°C з витримкою 60-90хв.

Конкретний приклад

Пропонованим способом були виготовлені балони об'ємом 50 літрів діаметром 219мм з товщиною стінки 6мм і завдовжки 1600мм із сталі з вмістом масових часток основних елементів в межах: $C = 0,26 - 0,33\%$; $Mn = 0,40 - 0,70\%$; $Cr = 0,80 - 1,10\%$; $Mo = 0,15 - 0,25\%$.

По запропонованому виразу визначили температуру нагріву балонів під загартування для вказаної сталі, у якій критична точка $A_{c3} = 807^\circ C$.

Для балонів, виготовлених зі сталі із вмістом суми мінімальних масових часток основних елементів $\sum 0,26; 0,40; 0,80; 0,15 = 1,61\%$ і $K = 0,23\%$ температура нагріву під загартування склала:

$$T_H = 807 \left(1 + \frac{0,23}{1,61} \right) = 920^\circ C.$$

Для балонів, виготовлених зі сталі із вмістом суми максимальних масових часток основних елементів $\sum 0,33; 0,70; 1,10; 0,25 = 2,38\%$ і $K = 0,13\%$ температура нагріву під загартування склала:

$$T_H = 807 \left(1 + \frac{0,13}{2,38} \right) = 847^\circ C.$$

Для балонів, виготовлених зі сталі із вмістом суми середніх масових часток основних елементів $\sum 0,29; 0,55; 0,95; 0,20 = 1,99\%$ і $K = 0,18\%$ температура нагріву під загартування склала:

$$T_H = 807 \left(1 + \frac{0,18}{1,99} \right) = 880^\circ C.$$

Садку балонів з 8 штук, встановлених в спеціальному пристосуванні, піддавали нагріву в шахтній електричній печі до певної, знайденої з виразу температури нагріву і після витримки при цій температурі протягом 20хв. садку балонів витягували з печі і охолоджували на повітрі до температури 800-750°C, а потім у водяному баку з інтенсивним перемішуванням води донними спреєрами. Температура води складала 20-35°C. Після загартування садку балонів витягували з бака і піддавали високій відпустці при температурі 540-560°C з витримкою 90хв.

Балони були виготовлені по різних режимах нагріву і загартування, основні параметри і результати яких представлені в таблиці. Там же представлені результати проведених випробувань. При цьому випробування на опір сульфідному розтріскуванню під напругою проводили відповідно до ІСО 11439, де випробовуваний зразок не повинен руйнуватися протягом 144 годин.

Аналіз одержаних даних показав, що при використуванні пропонованого способу (див. поз.2-4 таблиці) забезпечується в порівнянні з найближчим з аналогів (див. поз.6) збільшення опору матеріалу балона сульфідному розтріскуванню під напругою і, як результат, значно підвищується експлуатаційна надійність.

При виході за пропоновані межі (див. поз.1 і 5 таблиці) опір матеріалу балона сульфідному розтріскуванню знижується.

Таким чином, використання пропонованого способу забезпечує можливість виготовлення балонів відповідно до вимог міжнародного стандарту ІСО 11439.

Таблиця

№ п/п	$\sum C, Mn, Cr, Mo, \%$	Температура нагріву, $T_H, ^\circ C$	Температура охолодження на повітрі, $^\circ C$	Температура в оди при загартуванні, $^\circ C$	Тимчасовий опір, МПа	Межа текучості, МПа	Відносне подовження $\delta_s, \%$	Час до руйнування зразка, год.	Мікроструктура металу балонів	Примітка
1	2,38	830	710	14	931	856	17,2	97	Мартенсит+бейніт+близько 25% фериту	Зразок руйнувався
2	2,38	847	750	20	1060	1000	14,5	144	Мартенсит+бейніт	Зразок не руйнувався
3	1,99	880	780	29	1040	970	15,5	144	Мартенсит+бейніт	Зразок не руйнувався
4	1,61	920	800	35	1030	961	16,0	144	Мартенсит+бейніт	Зразок не руйнувався
5	1,61	935	830	45	1120	1020	13,6	106	Мартенсит+бейніт+близько	Зразок

									15% фериту поблизу внутрішньої поверхні циліндричної частини балона	руйнувався
6	—	860	-	52	1064	976	15,2	102	Мартенсит+бейніт+близько 20% фериту поблизу внутрішньої поверхні циліндричної частини балона	Зразок руйнувався