



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 76369

(13) C2

(51) МПК (2006)
F17C 1/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ГАЗОВИЙ БАЛОН ВИСОКОГО ТИСКУ

1

(21) а200500059

(22) 04.01.2005

(24) 17.07.2006

(46) 17.07.2006, Бюл. № 7, 2006 р.

(72) Сергєєв Віктор Володимирович, Літвінський
Яків Ісакович, Іванов Анатолій Іванович, Юр'єв
Михайло Павлович, Мельник Віктор Григорович(73) Державне підприємство "Науково-дослідний
та конструкторсько-технологічний інститут трубної
промисловості ім. Я.Ю.Осади", Відкрите акціонер-
не товариство "Бердичівський машинобудівний
завод "Прогрес"

(56) RU 2183299, кл. F17C1/00, 2002.

RU 2049955, кл. F17C1/00, 1995.

RU 2007658, кл. F17C1/00, F16J12/00, 1994.

(57) Газовий балон високого тиску, що складаєть-
ся з плавно сполучених на одній сталевій трубчас-
тій заготовці горловини, циліндричної обичайки і
сфероїдального днища, який відрізняється тим,

2

що товщина стінки циліндричної обичайки визна-
чається за формулою:

$$S_c = \left(0,0136 \frac{L}{D} + 0,9 \right) \frac{PD}{2 \left(\frac{\sigma_B}{\eta_{\sigma B}} + P \right)},$$

де L - довжина балона, мм;

D - зовнішній діаметр балона, мм;

P - робочий тиск у балоні, МПа;

 σ_B - тимчасовий опір матеріалу балона, МПа; $\eta_{\sigma B}$ - запас міцності по тимчасовому опору мате-
ріалу балона,а відношення середньої товщини стінки $S_{ср.д}$
центральної ділянки днища діаметром,рівним $\frac{1}{4}$ діаметра балона, до товщини стінки
циліндричної обичайки S_c задовольняє нерівність:

$$2.0 \leq \frac{S_{ср.д}}{S_c} < 3.5.$$

Винахід відноситься до галузі машинобуду-
вання і може бути використаний при виготовленні
газових балонів високого тиску для автомобільно-
го транспорту, наприклад, автомобільних балонів
для зберігання стиснутого природного газу, що
використовується замість рідкого моторного пали-
ва, у яких відношення довжини до зовнішнього
діаметру $\frac{L}{D}$ складає 3,0-8,0.

Основною вимогою, що пред'являється до ба-
лонів, які установлюються на автотранспортних
засобах, є максимально можливе зниження маси
при збереженні несучої здатності балонів.

Відомий газовий балон високого тиску, що
включає циліндричний корпус з кінцевими ділян-
ками, що містить внутрішню герметичну оболонку і
зовнішню силову, виконану з композитно-
волокнистого матеріалу, і що складається з внут-
рішнього і зовнішнього шарів з кільцевою орієнта-
цією волокнистого матеріалу і проміжного шару з
подовжньою його орієнтацією, і зовнішній захисний
шар. При цьому товщина внутрішнього і зовніш-
нього шарів силової оболонки виконана однаковою

в межах допуску на виготовлення оболонки намо-
туванням, а захисний шар виконаний комбінова-
ним: для циліндричної частини корпусу з компози-
ційно-тканинного матеріалу, для кінцевих ділянок -
з гомогенного матеріалу (патент СССР №1809909
F17C 1/00, 1993 р.).

Використовування композитно-волокнистого
матеріалу дозволяє зменшити масу балона, проте
висока вартість матеріалу, низька продуктивність і
велика трудомісткість виготовлення балонів при-
водять до істотного підвищення їх вартості, що
робить економічно недоцільним широке викорис-
тання таких балонів.

Відомий газовий балон високого тиску, що
складається з внутрішньої з кільцевим зварним
швом оболонки з днищами, штуцера, принаймні, в
одному днищі, і зовнішньої армуючої оплетки
змінної товщини, причому внутрішня оболонка
виконана з двох напівбалонів з рівними геометри-
чними параметрами у вигляді стаканів з днищами,
при цьому циліндрична частина стаканів виконана
тонкостінною із стоншуванням у напрямі осі бало-
на, а зварювані кромки стаканів потовщені всере-

(13) C2

(11) 76369

(19) UA

дину балона так, що їх зовнішній діаметр менше зовнішнього діаметру тонкостінної циліндричної частини [патент РФ №2049955, F17C1/00, 1995р.].

В такій конструкції балону витрата дорогого матеріалу менше, оскільки виконується тільки один (зовнішній) шар армуючої оплетки, проте велика трудомісткість виготовлення не дозволяє знизити вартість балона до економічно доцільного рівня.

Відомий балон, що містить циліндричну оболонку і днища, виконані як одне ціле методом спірального намотування. При цьому товщина циліндричної оболонки балону виконана змінною уздовж осі по особливій формулі [авт. свід. СССР №1744358, F17C1/06, 1992р.].

Така конструкція балону могла б дозволити знизити його масу і підвищити несучу здатність. Проте реалізувати цю перевагу з метою зменшення витрати металу не уявляється можливим, оскільки при будь-якому способі виготовлення балонів (з труб закаткою днищ і горловин, з суцільної заготовки прошивкою і протяжкою на пресах, з листа холодною глибокою витяжкою) балонна заготовка має однакову по довжині товщину стінки, що обумовлене самим способом виробництва труб, листа, пресованих заготовок.

Відомий також газовий балон високого тиску, що складається з плавно сполучених на одній сталевій трубчастій заготовці горловини, циліндричної обичайки і сфероїдального днища. При цьому відношення зовнішнього діаметра циліндричної обичайки до товщини стінки задовольняє нерівності $45 \leq \frac{D}{S_c} \leq 55$, а відношення зміряної уподовж геометричної осі балону максимальної товщини S_d днища до товщини S_c стінки циліндричної обичайки задовольняє нерівності $2,2 \leq S_d/S_c \leq 3,5$ (патент РФ №2183299, F17C 1/00, 2002 р.).

Цей балон характеризується простотою конструкції, високою несучою здатністю, зменшеною трудомісткістю, проте його виготовлення в монометалічному виконанні (без використання композитно-волокнистих матеріалів) приводить до збільшення маси, а максимальна товщина днища, що в 2,2-3,5 рази перевищує товщину стінки обичайки, у ряді випадків не забезпечує його герметичність.

В основі даного винаходу лежить рішення задачі по удосконаленню газового балона високого тиску шляхом зміни його конструкції, внаслідок чого знижується маса балону при збереженні його високої несучої здатності для балонів,

у яких відношення довжини до зовнішнього діаметру L/D складає 3,0-8,0.

Поставлена задача вирішена тим, що в газовому балоні високого тиску, що складається з плавно сполучених на одній сталевій трубчастій заготовці горловини, циліндричної обичайки і сфероїдального днища, згідно винаходу, товщина S_c стінки циліндричної обичайки визначається з виразу:

$$S_c = \left(0.0136 \frac{L}{D} + 0.9 \right) \frac{PD}{2 \left(\frac{\sigma_B}{\eta_{\sigma B}} + P \right)},$$

де: L - довжина балону, мм;

D - зовнішній діаметр балону, мм;

P - робочий тиск в балоні, МПа;

σ_B - тимчасовий опір матеріалу балона, МПа;

$\eta_{\sigma B}$ - запас міцності по тимчасовому опору матеріалу балона. При цьому відношення середньої товщини $S_{ср.д}$ центральної ділянки днища

діаметром рівним $\frac{1}{4}$ діаметру балона до товщини стінки циліндричної обичайки S_c задовольняє нерівності:

$$2.0 \leq \frac{S_{ср.д}}{S_c} < 3.5$$

Параметри, що заявляються, одержані дослідним шляхом.

Відмінністю запропонованої конструкції балону є знайдені величини товщини стінки циліндричної обичайки і середньої товщини стінки центральної ділянки днища.

Технічним результатом використання запропонованого балону є зниження маси балона при збереженні його несучої здатності для газових балонів, у яких відношення довжини до зовнішнього діаметра L/D знаходиться в діапазоні від 3,0 до 8,0.

Це досягається тим, що при визначенні товщини стінки балона (циліндричної обичайки) враховується вплив відношення довжини балону до зовнішнього діаметра L/D : зі зменшенням L/D товщина стінки S_c і, відповідно, маса балону зменшуються.

Зниження маси балону досягається також за рахунок того, що забезпечується необхідна товщина днища на ділянці, діаметр якої d дорівнює $\frac{1}{4}$ діаметр у балона. Це необхідно для якісної герметизації днищ, закатаних на заготовках з меншою товщиною стінки.

На кресленні показаний запропонований балон.

Пропонований балон складається з плавно сполучених на одній сталевій трубчастій заготовці горловини 1, циліндричної обичайки 2 і сфероїдального днища 3. Товщина стінки циліндричної обичайки S_c визначається з вираження:

$$S_c = \left(0.0136 \frac{L}{D} + 0.9 \right) \frac{PD}{2 \left(\frac{\sigma_B}{\eta_{\sigma B}} + P \right)},$$

де: L - довжина балону, мм;

D - зовнішній діаметр балону, мм;

P - робочий тиск у балоні, МПа;

σ_B - тимчасовий опір матеріалу балона, МПа;

$\eta_{\sigma B}$ - запас міцності по тимчасовому опору матеріалу балона. При цьому відношення середньої товщини центральної ділянки 4 днища 3 діаметром d, рівним $\frac{1}{4}$ зовнішнього діаметру у балона D, до товщини стінки циліндричної обичайки S_c задовольняє нерівності:

$$2.0 \leq \frac{S_{ср.д}}{S_c} < 3.5$$

Балон може бути виготовлений шляхом закатки його горловини і днища на попередньо нагрітих до температури 1100-1200°C кінцях приведеної в обертання циліндричної трубчастої заготовки (довжина ділянки, що нагрівається, приблизно дорів-

нює діаметру заготовки). Сфероїдальне днище 3 формують плоским робочим інструментом у формі бруска; горловину - спеціально скаліброваним інструментом.

Конкретний приклад.

При виготовленні балону робочим тиском $P=19,6\text{МПа}$ із сталі марки 20ХН4ФА з тимчасовим опором матеріалу балона $\sigma_B=1274\text{МПа}$, зовнішнім діаметром 219мм, завдовжки 750мм, із запасом міцності по тимчасовому опору матеріалу балона $\eta_{\sigma B}=2,4$ була визначена з використанням запропонованого виразу товщина стінки циліндричної обичайки балону

$$S_c = \left(0.0136 \frac{750}{219} + 0.9 \right) \frac{19.6 \cdot 219}{2 \left(\frac{1274}{2.4} + 19.6 \right)} = 3.7\text{мм}.$$

Товщина $S_{\text{ср.д}}$ центральної частини днища діаметром $d=54,8\text{мм}$ (1/4 діаметру балона) склала 8,7мм. При цьому відношення $S_{\text{ср.д}}/S_c$ рівне 2,3, що відповідає формулі винаходу.

При вказаних значеннях товщини стінки маса балона склала 15,6 кг.

Балон витримав випробування гідравлічним тиском 29,4МПа (1,5Р) з подальшим випробуван-

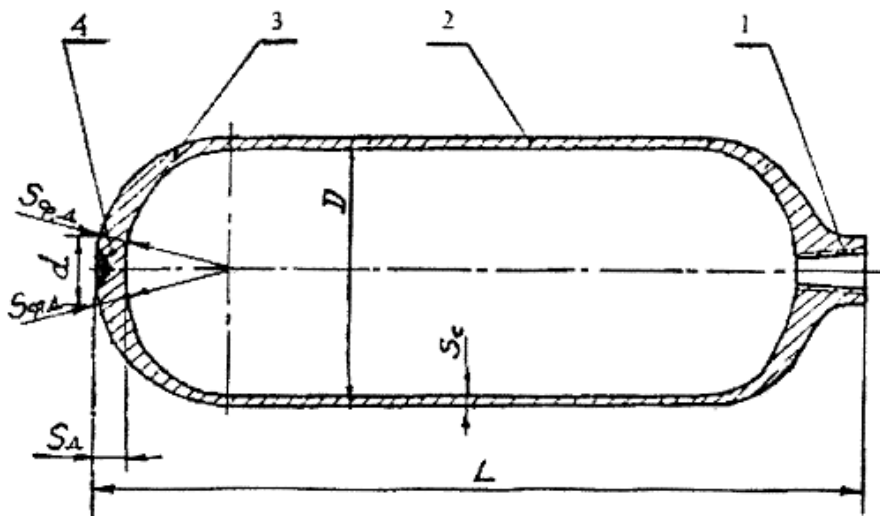
ням до повного руйнування. Руйнуючий тиск склав 48,9МПа. Фактичний запас міцності $\eta_{\sigma_B \Phi} = 48,9/19,6 = 2,5$, що свідчить про високу несучу здатність балону при високій герметичності днища.

У балона, конструкція якого виконана по найбільш близькому з аналогів, при зовнішньому діаметрі 219 мм товщина стінки буде не менше 4,0мм ($S_c = 219/55$), а маса відповідно - 16,8кг.

Відхилення від запропонованих параметрів балону приводило до погіршення результатів. Так, зменшення товщини стінки циліндричної обичайки менше 3,7 мм і зменшення $S_{\text{ср.д}}/S_d$ менше 2,0 приводило до зменшення несучої здатності балону - руйнуючий тиск 43,5МПа відповідав неприпустимо заниженому запасу міцності 2,2.

Збільшення вказаних вище параметрів вище запропонованих приводило до збільшення маси балону, витрати металу на його виготовлення і вартості балону.

Таким чином, застосування пропонованої конструкції дає можливість знизити масу балона на 4...10%, не погіршуючи його якість.



Фіг.