



УКРАЇНА

(19) UA (11) 61162 (13) C2

(51) 7 F17C1/00,1/06

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) БАЛОН ТИСКУ

1

2

(21) 2001074647

(22) 04 07 2001

(24) 17 11 2003

(46) 17 11 2003, Бюл. № 11, 2003 р.

(72) Патон Борис Євгенович, Савицький Михайло Михайлович, Кулик Віктор Михайлович, Савиченко Олександр Онисимович, Голуб Микола Олександрович, Супруненко Володимир Олександрович, Лупан Аркадій Пилипович

(73) ІНСТИТУТ ЕЛЕКТРОЗВАРЮВАННЯ ІМ. Є. О. ПАТОНА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

(56) UA18874C1, 28 02 2000

SU1083024A, 30 03 1984

SU1214976A, 28 02 1986

RU2169880C2, 10 04 1999

FR1496529, 29 09 1967

US3969812, 20 07 1976

DE4300484, 05 01 1994

DE19517149A1, 23 11 95

(57) 1 Балон тиску, що складається з герметичного металічного корпусу у вигляді

циліндра зі сферичними або еліптичними денцями та зовнішньої у вигляді кільцевих витків довгомірного матеріалу оболонки, котрою утворені стискові кільцеві напруги в циліндричній частині корпусу, який відрізняється тим, що товщина стінки неметалічної композиційної, зокрема склопластикової, оболонки становить 1,0-2,0 товщини стінки сталевих корпусу, а стискові кільцеві напруги, утворені оболонкою в корпусі, -  $0,20 \pm 0,75$  від розтягових від робочого тиску осьових напруг

2 Балон за п 1, який відрізняється тим, що сума співвідношення стискових кільцевих і розтягових від робочого тиску осьових напруг та  $0,3 \pm 0,24$  співвідношення товщин стінок оболонки і корпусу є не меншою за  $0,80 \pm 0,91$

3 Балон за п 1 або 2, який відрізняється тим, що співвідношення стискових кільцевих і розтягових від робочого тиску осьових напруг при рівності товщин стінок корпусу і оболонки становить  $0,50 \pm 0,67$

Винахід відноситься до конструкцій комбінованих балонів тиску і може бути використаний при виготовленні легких балонів для автомобілів, літаків, перевезення стиснених газів

Відомо сталевий балон із труби, який складається з циліндричної та денцевих частин - "Баллоны стальные малого и среднего объемов для газов на  $P_3 \leq 19,6 \text{ МПа}$  ( $200 \text{ кгс/см}^2$ )", ГОСТ 949-73 - аналог

Відомо балони тиску, які складаються з герметичної металічної обичайки або оболонки, з'єднаної з еліптичними чи сферичними денцями або кришками, і охоплюючої зовнішньої оболонки із неметалевого композиційного матеріалу, зокрема склопластику, у вигляді витків волокна, просякненого зв'язуючою речовиною - авторські свідоцтва СРСР №№1083024, 1214976, 1399580, 1601189, патент Франції №1496529, які також є аналогами

Відомо балон тиску, що складається з герметичного металічного, зокрема сталевих,

корпусу у вигляді циліндра та сферичних або еліптичних донець і зовнішньої оболонки у вигляді кільцевих витків дроту, якою утворено стискові кільцеві напруги в циліндричній частині корпусу - патент України №18874, Бюлл. №1, який прийнято за прототип

Недоліком балонів наведених конструкцій є те, що при робочому тиску в балоні має місце значна відмінність розтягових напруг в різних місцях і напрямках, що погіршує роботу спроможність балону і обумовлює необхідність збільшення товщини стінки і маси балону та витрат матеріалу. Так, в балоні без зовнішньої оболонки перевищення кільцевими напругами в  $\sim 2$  рази осьових напруг вимагає відповідного збільшення товщини і маси балону. В балоні з зовнішньою оболонкою із неметалевого композиційного матеріалу, зокрема склопластику, кільцеві напруги в оболонці, як правило, набагато менші, ніж в сталевому корпусі, що свідчить про невисоку ефективність підсилення його оболонкою і

(13) C2

(11) 61162

(19) UA

перевитрачання дорогого композиційного матеріалу В оболонці, навитий дротом з натягом, напруги значно перевищують напруги в корпусі, що вимагає використання дроту підвищеної міцності

В основу винаходу покладено завдання удосконалити балон зміненням конструкції і сполучення матеріалів для підвищення роботоспроможності, експлуатаційної надійності та зниження маси балону

Сутність винаходу полягає в тому, що в балоні тиску, що складається з герметичного металічного корпусу у вигляді циліндра зі сферичними або еліптичними денцями та зовнішньої у вигляді кільцевих витків довгомірного матеріалу оболонки, котрою створюються стискові кільцеві напруги в циліндричній частині корпусу, товщина стінки неметалічної композиційної, зокрема склопластикової, оболонки становить 1,0-2,0 товщини стінки сталевого корпусу, а співвідношення стискових кільцевих та розтягових від робочого тиску осьових напруг - 0,20±0,75 Сума співвідношення цих напруг та 0,30±0,24 співвідношення товщин стінок оболонки і корпусу є не меншою за 0,80±0,91, тобто

$$\sigma_k^{CT}/\sigma_k^0 + (0,30 \pm 0,24)\delta_0/\delta_k \geq 0,80 \pm 0,91 \quad (1),$$

де  $\sigma_k^{CT}$  і  $\sigma_k^0$  кільцеві стискові та осьові розтягові напруги в корпусі,  $\delta_0$  і  $\delta_k$  - товщини стінок оболонки та корпусу При рівності товщин стінок оболонки і корпусу співвідношення цих напруг становить 0,50±0,67, тобто

$$\sigma_k^{CT}/\sigma_k^0 = 0,50 \pm 0,67 \quad (2)$$

Коефіцієнт пропорційності  $K=0,30 \pm 0,24$  при співвідношенні  $\delta_0/\delta_k$  та значення  $C_1=0,80 \pm 0,91$  і  $C_2=0,50 \pm 0,67$  в правих частинах виразів 1 і 2 є постійними величинами для конкретного співвідношення модулів пружності  $E_k/E_0$  сталі корпусу і неметалічного композиційного матеріалу оболонки При збільшенні  $E_k/E_0$  в реальних межах від 3 до 5K поступово знижується від 0,30 до 0,24, а  $C_1$  і  $C_2$  підвищуються від 0,80 до 0,91 та від 0,50 до 0,67 відповідно

Сталевий герметичний корпус балону виготовляється зварюванням встик кільцевими і поздовжніми швами обичайки і донець, а також завальцьовуванням кінців труб Зовнішня неметалічна композиційна оболонка, найчастіше склопластикована, виконується поперечною навивкою з натягом довгомірного неметалевого матеріалу (вопокон), кільцеві витки якого скріплюються між собою і з сталевим корпусом зв'язуючою речовиною Модуль пружності неметалевого композиційного матеріалу оболонки в 3-5 разів менший, ніж сталі корпусу Оболонка створює попередні стискові кільцеві напруги в корпусі  $\sigma_k^{CT}$ , які зменшують кільцеві розтягові напруги в металі при робочому тиску  $\sigma_k^K$  Завдяки їй кільцеві напруги стають меншими за осьові напруги  $\sigma_k^0$  Це дає можливість зменшити товщину стінки корпусу, використовувати для оболонки матеріали, близькі за міцністю до сталі корпусу, підвищити робочий тиск і роботоспроможність балону Невисока питома вага неметалевого композиційного матеріалу, зменшення товщини стінки оболонки завдяки створенню стискових

напруг в корпусі зі збереженням в ній напруг  $\sigma_k^K$ , менших за осьові напруги при робочому тиску  $\sigma_k^0$ , забезпечують зниження маси та поліпшення об'ємно-масового показника  $M/V$  балону

В балоні з неметалічною композиційною оболонкою з товщиною стінки, що становить 1,0±2,0 товщини стінки сталевого корпусу, в якому створено стискові кільцеві напруги, що дорівнюють 0,2±0,7 розтягових від робочого тиску осьових напруг, при робочому тиску досягається не перевищення кільцевими напругами осьових напруг Якщо  $\delta_0 < \delta_k$ , а  $\sigma_k^{CT}/\sigma_k^0 < 0,2$ , то кільцеві напруги в корпусі  $\sigma_k^K$  при робочому тиску залишаються більшими за осьові напруги  $\sigma_k^0$  При  $\delta_0 > 2,0\sigma_k$  має місце істотне недонапруження оболонки, невиправдане перевищення товщини її та витрат  $M_0$  дорогого композиційного матеріалу  $\sigma_k^{CT} > 0,75\sigma_k^0$  супроводжується перенапруженням оболонки при робочому тиску

Дотримання  $\sigma_k^{CT}/\sigma_k^0 + (0,30 \pm 0,24)\delta_0/\delta_k \geq 0,80 \pm 0,91$  при зменшенні коефіцієнта пропорційності  $K$  від 0,30 до 0,24 та збільшенні правої частини виразу  $C_1$  від 0,80 до 0,91 при підвищенні  $E_k/E_0$  від 3 до 5 забезпечує неперевищення кільцевими напругами  $\sigma_k^K$  при робочому тиску осьових напруг  $\sigma_k^0$  Всупереч цьому  $\sigma_k^{CT} > \sigma_k^{CT}$

Якщо  $\sigma_k^{CT}/\sigma_k^0 = C_2 = 0,50 \pm 0,67$ , збільшуючись майже лінійно зі збільшенням  $E_k/E_0$  від 3 до 5, а  $\delta_0 = \delta_k$ , то забезпечується рівнонапруженість балону при робочому тиску, тобто рівність кільцевих і осьових напруг в корпусі та кільцевих напруг в оболонці При  $\sigma_k^{CT}/\sigma_k^0 < 0,50$  має місце перенапруження корпусу, при  $\sigma_k^{CT}/\sigma_k^0 > 0,67$  - перенапруження оболонки

На фігурі показано запропоновану конструкцію балону тиску Герметичний сталевий корпус його має циліндричну 1 і денцеві 2 частини Циліндрична частина корпусу може бути у вигляді обичайки з поздовжнім швом, яку зварено встик з денцями кільцевими швами 3 Сталевий корпус охоплено зовнішньою неметалічною композиційною оболонкою 4 у вигляді поперек навитих волокон, скріплених між собою і до корпусу зв'язуючою речовиною

Оболонка, якою створено в корпусі кільцеві напруги стискання в межах 0,20±0,75 розтягових від робочого тиску балону осьових напруг, має товщину стінки, що становить 1,0±2,0 товщини стінки корпусу Модуль пружності матеріалу її в 3-5 разів менший, ніж сталі корпусу В наведених межах товщин стінок корпусу і оболонки  $\sigma_k^{CT}/\sigma_k^0 + (0,30 \pm 0,24)\delta_0/\delta_k \geq 0,80 \pm 0,91$ , а при рівнотовщинності стінок їх -  $\sigma_k^{CT}/\sigma_k^0 = 0,50 \pm 0,67$  Зі збільшенням співвідношення модулів пружності сталі і неметалічного композиційного матеріалу від 3 до 5 коефіцієнт пропорційності при співвідношенні товщин стінок знижується від 0,30 до 0,24, а права частина цих виразів підвищуються від 0,80 до 0,91 та від 0,50 до 0,67

Під дією внутрішнього тиску в балоні виникають розтягові напруги Попередні стискові напруги призводять до зменшення в корпусі та збільшення в оболонці кільцевих розтягових напруг, практично не змінюючи осьових розтягових напруг Змінення кільцевих напруг

визначається співвідношенням товщин стінок та модулів пружності матеріалів корпусу і оболонки

В таблиці наведено різні варіанти 50-літрових балонів тиску до 20,0Мпа внутрішнім діаметром 210мм, які мають різні товщини сталевго корпусу і композиційної неметалічної оболонки  $\delta_0$ , співвідношень модулів пружності матеріалів їх  $E_0/E_0$ , стискових кільцевих  $\sigma_K$  і розтягових від робочого тиску осьових  $\sigma_K^0$  напруг. Обичайка і сферичні денця балонів виготовлено із листової сталі з наступним аргоно-дуговим зварюванням їх встик вольфрамовим електродом. Циліндричну частину сталевго корпусу охоплено неметалічною оболонкою з натягом (вар 1-9, прототип 11) і без натягу (вар 10). Наведено також варіант суцільнометалевого балону без зовнішньої

оболонки (вар 12). Варіанти 1-4,7,9 стосуються запропонованої конструкції балонів, варіанти 5, 6, 8 і 10 мають поза граничні значення конструктивних параметрів та напруг. Прототип і аналоги наведено для порівняння.

Запропонована конструкція балону характеризується близькими значеннями кільцевих і осьових напруг в корпусі та кільцевих напруг в оболонці при робочому тиску балону, що дає можливість використовувати близькі за міцністю матеріали. Рациональне використання матеріалів і попереднього стискання забезпечує зниження товщини, маси, об'ємно-масового коефіцієнту  $M/V$  запропонованого балону порівняно з показниками аналогів та прототипу.

Варіант балону	$\delta_K$ мм	$\delta_0$ мм	$\delta_0/\delta_K$	$E_0/E_0$	K	$\sigma_K^0$ МПа				$\sigma_K^{0T}/\sigma_K^0$	$\sigma_K^{0T}/\sigma_K^{0+}$ $K\delta_0/\delta_K$	$C_1$	$\sigma_K^0/\sigma_K^0$	$\sigma_K^0/\sigma_K^0$	$C_2$	M кг	M/V кг/л	Mo кг
						$\sigma_K^0$	$\sigma_K^{0T}$	$\sigma_K^K$	$\sigma_K^N$									
1	3.0	3.0	1.0	3	0.3	350	175	350	350	0.50	0.8	0.80	1.00	1.00	0.50	28.36	0.57	6.07
2	3.0	3.0	1.0	4	0.2	350	210	350	350	0.60	0.87	0.87	1.00	1.00	0.60	28.36	0.57	6.07
3	3.0	3.0	1.0	5	0.2	350	233	350	350	0.67	0.91	0.91	1.00	1.00	0.67	28.36	0.57	6.07
4	3.0	6.0	2.0	3	0.3	350	70	350	175	0.20	0.80	0.80	1.00	0.50				12.15
5	3.0	2.7	0.9	5	0.2	350	210	383	352	0.60	0.82	0.91	1.09	1.01		34.44	0.69	5.46
6	3.0	4.0	1.3	5	0.2	350	52	501	149	0.15	0.56	0.91	1.43	0.43		30.38	0.61	8.09
7	3.0	4.0	1.3	4	0.2	350	262	263	327	0.75	1.11	0.87	0.75	0.94		30.38	0.61	8.09
8	3.0	4.0	1.3	3	0.3	350	280	205	372	0.80	1.20	0.80	0.59	1.06		30.38	0.61	8.09
9	3.0	4.5	1.5	3	0.3	350	140	327	249	0.40	0.85	0.80	0.93	0.71		31.39	0.63	9.10
10	3.0	7.0	2.3	3	0.2	350	0	394	131	0	0.70	0.80	1.13	0.37		36.49	0.73	14.20
11 (прото тип)	3.0	1.5 (дрит)	0.3	1		350	120	347	587	0.34			0.99	1.68		29.32	0.59	7.03
12	6.0							350					2.0			45.21	0.90	

