



2. Филлис Ч., Харбор Р. Системы управления с обратной связью. — М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2001. — 616 с.
3. Дьяконов В. П. MATLAB 6/ 6.1/6.5 + Simulink 4/5 в математике и моделировании. Полное руководство пользователя. — М.: СОЛОН-Пресс, 2003. — 576 с.
4. А. с. 4696750/27 СССР, МКІ<sup>5</sup> В 23 К 9/09. Источник тока для импульсно-дуговой сварки / В. М. Павшук, П. П. Шейко. — Заявл. 31.05.89; Опубл. 07.10.91, Бюл. № 37. — 6 с.
5. Жерносеков А. М. Системи автоматичної стабілізації процесу імпульсно-дугового зварювання плавким електродом: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — К., 2006. — 19 с.

Block diagrams have been developed for simulation of welding systems containing a consumable electrode arc in MATLAB software package. Simulation allows staging numerical experiments, solving non-linear differential equations, describing the dynamics of variation of the arc length at electrode melting and of welding current.

Поступила в редакцию 22.09.06

УДК 621.791:629.113

## ОБЛЕГЧЕННЫЕ СВАРНЫЕ БАЛЛОНЫ ДЛЯ АВТОТРАНСПОРТА

**М. М. САВИЦКИЙ**, д-р техн. наук, **А. А. САВИЧЕНКО**, **В. М. КУЛИК**, кандидаты техн. наук,  
**А. Ф. ЛУПАН**, **Г. М. МЕЛЬНИЧУК**, **Л. А. ЧЕРТОРЫЛЬСКИЙ**, **Н. А. ГОЛУБ**, **В. А. СУПРУНЕНКО**, инженеры  
(Ин-т электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины)

Описана конструкция сварного баллона для автотранспорта с композиционной оболочкой. Отмечена возможность производства облегченных баллонов различных типоразмеров с удельной массой 0,60...0,65 кг/л. Гарантированный срок эксплуатации баллонов составляет 15...20 лет.

*Ключевые слова:* дуговая сварка, высокопрочная сталь, композиционная оболочка, облегченный баллон, удельная масса

Загрязнение окружающей среды токсичными продуктами сгорания горючего достигает в крупных городах 70 % общего загрязнения. Использование в качестве моторного топлива природного газа (метана) снижает выбросы CO, углеводородов, оксидов азота и исключает выбросы соединений свинца. Кроме того, эквивалентное количество газа в 2-3 раза дешевле бензина.

Для работы автомобилей на сжатом метане применяют баллоны с рабочим давлением до 19,6 МПа. В настоящее время на грузовом транспорте и автобусах в Украине эксплуатируются автомобильные баллоны из углеродистых и легированных сталей с удельной массой 1,25 и 1,86 кг/л. Для использования баллонов на легковых автомобилях и сельскохозяйственных машинах их удельная масса должна быть не более 0,7...0,8 кг/л, что возможно путем увеличения прочности конструкционного материала до  $\sigma_b \geq 1275$  МПа при использовании труб из никельсодержащей стали 20ХН4ФА для горячей закатки днищ и горловин. В связи с отсутствием в Украине производства качественных равнотолщинных труб требуемого размера при изготовлении таких баллонов трубы размером 219×8,5 мм приходится протачивать изнутри и снаружи до размера 215×4,5 мм.

В ИЭС им. Е. О. Патона разработаны конструкция (рис. 1) [1] и технология изготовления сварного комбинированного баллона удельной массой 0,60...0,65 кг/л. Герметичный корпус, состоящий из прямошовной обечайки 1 и двух штампованных днищ 4 одинаковой толщины со стыковыми соединениями 3, изготавливают из листовой высокопрочной легированной стали с применением аргонодуговой сварки вольфрамовым электродом [2]. В листовом прокате толщиной 3...6 мм предельное отклонение по толщине в 3-4 раза меньше, чем в трубах, а процесс производства его на металлургических предприятиях хорошо налажен. Получаемые соединения характеризуются мелкокристаллической структурой и плавными переходами от шва к основному металлу на границе сплавления. Заданный химический состав и комплексная обработка продольного шва обеспечивают его равнопрочность и сообщают ему достаточно высокую конструктивную и усталостную прочность.

Учитывая, что в цилиндрической части корпуса напряжения в 2 раза больше, чем в полусферических днищах, на ней формируется усиливающая композиционная оболочка 2 заданной толщины стенки путем поперечной намотки с натяжением стеклянных волокон, пропитываемых эпоксидным связующим, и полимеризации при повышенных температурах. В цилиндрической части сварного корпуса композиционной оболочкой создаются кольцевые напряжения сжатия, ко-

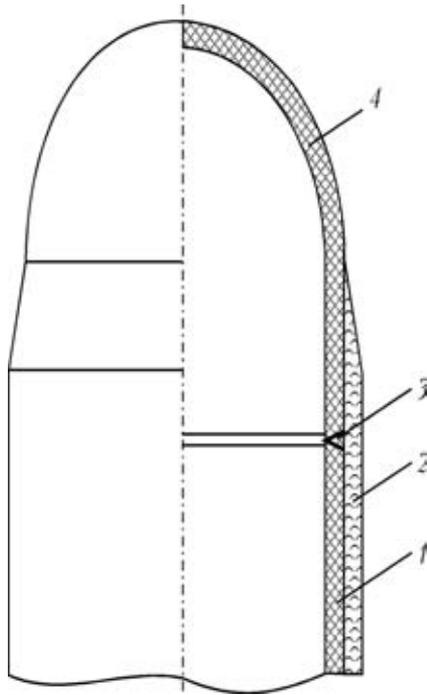


Рис. 1. Схема комбинированного баллона со сварным корпусом из листовой стали: 1 — обечайка; 2 — оболочка; 3 — стыковое соединение; 4 — днище

торые частично компенсируют кольцевые напряжения растяжения в металле при рабочем давлении, в результате чего работоспособность баллона повышается. Уменьшение толщины стенки стального корпуса путем усиления его цилиндрической композиционной оболочкой обеспечивает снижение удельной массы автомобильного баллона. Таким образом могут быть изготовлены автомобильные баллоны (рис. 2) различных типоразмеров по толщине стенки, диаметру и длине, которую можно изменять как за счет длины вальцовой заготовки, так и сварки нескольких обечайек кольцевыми швами.

При гидравлических испытаниях комбинированные баллоны вместимостью 20, 30 и 60 л (длина 610, 845 и 1575 мм) выдерживают внутреннее давление не менее 52 МПа, что более чем в 2,6 раза превышает рабочее давление. В зависимости от соотношения толщины стенки стального кор-

Design of a welded cylinder for motor transport with a composite shell is described. Possibility of production of light-weight cylinders of different typesizes with the specific weight of 0.60..0.65 kg/l is outlined. Guaranteed life of the cylinders is 15...20 years.



Рис. 2. Внешний вид комбинированных сварных баллонов различных типоразмеров

пуса и композиционной оболочки комбинированные баллоны могут изготавливаться диаметром 200...400 мм. Они выдерживают от 15000 до 24000 циклов нагружений внутренним давлением, причем после 15000 циклов коэффициент запаса прочности не уменьшается и сохраняется более 2,6. Приведенные количества циклов нагружений (заправок) баллона обеспечивают минимальный (15) и максимальный (20 лет) сроки эксплуатации [3] из расчета (менее 1000 циклов нагружений в год).

Технология изготовления комбинированных баллонов со сварным корпусом вместимостью 28...50 л диаметром 219 мм освоена предприятиями г. Киева, а также осваивается в г. Фастове (сварные баллоны диаметром 335 мм вместимостью 50, 70 и 100 л) и в г. Симферополе (баллоны диаметром 360 мм). В качестве конструкционного материала используется относительно недорогая листовая сталь 30ХГСА, не содержащая дефицитных легирующих элементов и давно производимая в Украине.

1. Пат. Україна 61162. Балон тиску / Б. Є. Патон, М. М. Савицький, В. М. Кулик та ін. — 2003. — Бюл. № 11. — 6 с.
2. Пат. Україна 55385. Спосіб зварювання металів і сплавів у середовищі захисного газу / М. М. Савицький, В. М. Кулик, А. П. Лупан, Г. М. Мельничук. — 2003. — Опубл. 15.04. Бюл. № 4. — 6 с.
3. ДСТУ UN/ECE R 110-00:2002.

Поступила в редакцию 09.10.2006