

А.Г. Рубан

«Worthington Cylinders GmbH», Beim Flaschenwerk, 1, Kienberg bei Gaming, Austria, A-3291
e-mail: andrey.ruban@wthg.at

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОБЛЕГЧЁННЫХ СТАЛЬНЫХ БАЛЛОНОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ТЕХНИЧЕСКИМИ ГАЗАМИ

Рассматриваются методы снижения затрат компаний, поставляющих потребителям технические газы в цельнометаллических баллонах высокого давления. Для повышения эффективности газобаллонного бизнеса предлагается использовать основные три способа. Во-первых, повышать долю полезного груза в одном баллоне за счёт замены традиционных 150-барных баллонов на более вместительные 200- и 300-барные сосуды. Во-вторых, применять более вместительные облегчённые баллоны высокого давления, позволяющие снижать частоту их заправок и расходы на транспортирование. В-третьих, увеличивать эксплуатационную эффективность газобаллонного парка путём снижения затрат на окраску, очистку, тестирование и отслеживание баллонов. На конкретном примере иллюстрируется эффективность применения облегчённых 200-барных 50-литровых баллонов компании «Worthington Cylinders GmbH».

Ключевые слова: Стальные баллоны высокого давления. Кислород. Аргон. Азот. Редкие газы. Газобаллонный парк. Сокращение издержек. Эффективность газобаллонной логистики.

A.G. Ruban

ESTIMATING USAGE EFFICIENCY OF LIGHTWEIGHT HIGH PRESSURE STEEL CYLINDERS FOR SUPPLYING CONSUMERS WITH TECHNICAL GASES

The cost reduction methods for companies supplying consumers with technical gases in high pressure seamless steel cylinders are reviewed. Increase in efficiency of gas cylinder business is suggested in three basic ways. Firstly, when replacing traditional 150 bar cylinders with higher volume 200 and 300 bar vessels the share of the payload in a cylinder is to be increased. Secondly, higher capacity lightweight high pressure cylinders allow reducing the frequency of refills and costs of transportation. Thirdly, to increase the operational efficiency of gas cylinders park the costs of repainting, internal cleaning, testing and tracking of vessels are to be reduced. The specific example illustrates the efficiency of lightweight 200 bar 50 liter cylinders of «Worthington Cylinders GmbH».

Keywords: High pressure steel cylinders. Oxygen. Argon. Nitrogen. Rare gases. Gas cylinders park. Costs reduction. The effectiveness of gas cylinder logistics.

1. ВВЕДЕНИЕ

Эффективность и безопасность использования газобаллонного парка является одним из ключевых вопросов экономики предприятия, занятого производством и распределением технических газов в баллонах высокого давления.

Со времён СССР на территории бывших союзных республик находится в обороте значительное количество баллонов, выпущенных ранее Первоуральским и Мариупольским заводами. В публикации [1] были детально освещены проблемы и динамика износа газобаллонного парка производителей газов, выполнена

приблизительная оценка парка газовых баллонов в странах СНГ и критического срока их замены, наступающего в 2020-2030 гг. И хотя существующие проблемы понятны газовым компаниям, очень часто при обсуждении возможностей закупки импортных баллонов высокого давления звучит ответ: «Экономия от использования западных баллонов сложно просчитать, будем работать по старинке». К сожалению, организация газобаллонного бизнеса в СНГ, основанная на такой логике, сильно отстаёт от мирового опыта (фото 1).

Цель данной публикации — показать, почему отечественные производители промышленных газов должны стремиться заменять свой газобаллонный

парк тарой, отвечающей современным стандартам, и как подсчитать экономию средств предприятия при переходе на западную модель газобаллонного бизнеса, рассчитанную на применение баллонов на 200 и/или 300 бар [2].



Фото 1. Состояние газобаллонного хозяйства некоторых компаний в СНГ: а — бывший в употреблении баллон, изготовленный в 1920 г. и использовавшийся в Беларуси; б — стандартные постсоветские паллеты с 40-литровыми баллонами в России

Анализ эффективности газобаллонного парка показывает, что переход на более совершенные импортные баллоны сопровождается следующим:

- экономией оборотных средств предприятия при использовании более вместительных облегченных баллонов и отсутствием необходимости их более частого наполнения (увеличение полезного объема баллона, снижение складских расходов, трудозатрат по манипуляции и наполнению баллонов; затрат, связанных с несчастными случаями);

- возможностью экономии на транспортных расходах (меньшая частота доставки; снижение расхода топлива при перевозке более лёгких баллонов);

- повышением эффективности эксплуатации газобаллонного парка (переосвидетельствование баллонов с внедрением теста ультразвуком, лучшее качество внешней покраски, чистота внутренней поверхности, автоматизация газобаллонного хозяйства).

Остановимся на освещении каждого из пунктов более детально.

2. ЭКОНОМИЯ ОТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БОЛЕЕ ВМЕСТИТЕЛЬНЫХ БАЛЛОНОВ

Технико-экономические преимущества перехода с новых баллонов на 150 бар на новые баллоны на 200 и 300 бар и связанные с этим выгоды были нами рассмотрены в [3]. В рамках данной работы лишь укажем, что, обменивая 40-литровый баллон на 150 бар, как отмечается в [4], на 50-литровый на 200 бар, потребитель может на 67 % увеличить количество газа в одном баллоне [3]. Экономический эффект может быть достигнут и при переходе с 200- на 300-барный сосуд, так как содержание 50-литрового баллона увеличится на 35-45 % с учётом изменения коэффициента сжимаемости газа. Данные о сжатии некоторых из газов до 300 бар в 50-литровом объёме по уравнению состояния Бенедикта-Вебба-Рубина (BWR) представлены на рис. 2 [5].

Касаясь выгоды от перехода к более вместительным баллонам высокого давления, уместно сослаться на мнение вице-президента по производству компании «Messer Group GmbH» *Йоганна Рингхофера*. Во время GasWorld-конференции «East meets West», проходившей в Киеве в конце мая 2010 г., в одной из наших частных бесед он отметил: «Замена морально устаревших 150-барных баллонов на более вместительные 200- и 300-барные баллоны является основным фактором повышения эффективности газобаллонного парка в бывших странах СССР».

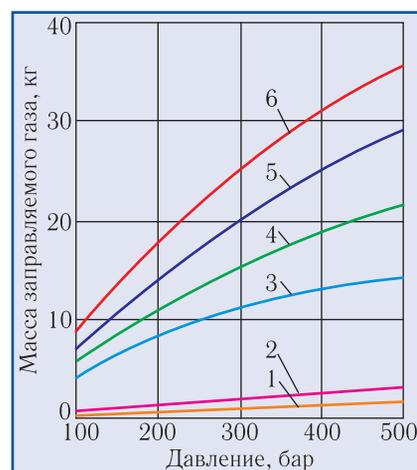


Рис. 2. Изменение масс газов в 50-литровом объёме баллона: 1 — водород; 2 — гелий; 3 — метан; 4 — азот; 5 — кислород; 6 — аргон

Такой вывод очевиден, так как для одного и того же количества газа требуется меньше баллонов. Так, например, 40-литровый баллон при давлении 150 бар вмещает 9,4 кг газообразного кислорода; 50-литровый баллон на 200 бар — 15,7 кг, а 50-литровый баллон на 300 бар — 22,3 кг. Чтобы вместить 1000 нм³ газообразного кислорода, в первом случае потребуются 150, во втором — 100, а в третьем — 64 баллона. Таким образом, в одном 50-литровом 300-барном баллоне можно поставить в два раза больше кислорода, чем в одном 150-барном (см. табл. 1).

Известно, что объём газобаллонного парка компании, занимающейся техническими газами, в среднем составляет 5000-6000 баллонов. Как правило, эти баллоны в странах СНГ представлены 40-литровыми 150-барными изделиями. Если продажи газов такой компании постоянны, это означает, что газобаллонный парк может быть сокращён в 1,5-2 раза за счёт перехода на 300-барные баллоны. Соответственно, при меньшем количестве используемых баллонов сокращаются складские расходы, расходы на логистику и на переосвидетельствование баллонов.

Рассмотрим возможности экономии в условной компании, планирующей открыть две новые дополнительные кислородные станции в двух разных пунктах. С целью облегчения анализа предположим, что каждый филиал располагает одинаковым количеством

Таблица 1. Параметры баллонов для технических газов

Объём баллона, л	40	40	50	50	50	50	50*	50	50
Стандарт	ГОСТ 949-73 (РФ)	ГОСТ 949-73 (Украина)	EN 1964-2	EN 1964-2					
Запас прочности	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,6	2,4	2,4
Рабочее давление, бар	150	150	150	150	200	200	200	200	300
Материал**	угл.	лег.	угл.	лег.	угл.	лег.	лег.	лег.	лег.
Масса баллона, кг	58,5	51,5	71,3	62,5	93	62,5	58	46,5	64
Диаметр баллона, мм	219	219	219	219	219	219	229	229	229
Объём газов, наполняемых в баллон, нм ³ ***									
Кислород	6,60	6,60	8,20	8,20	11,00	11,00	11,00	11,00	15,60
Аргон	6,60	6,60	8,20	8,20	10,90	10,90	10,90	10,90	15,50
Азот	6,00	6,00	7,40	7,40	9,60	9,60	9,60	9,60	13,10
Гелий	5,54	5,54	6,90	6,90	9,00	9,00	9,00	9,00	12,90
Масса газов, наполняемых в баллон, кг****									
Кислород	9,40	9,40	11,80	11,80	15,70	15,70	15,70	15,70	22,30
Аргон	11,70	11,70	14,60	14,60	19,40	19,40	19,40	19,40	27,60
Азот	7,40	7,40	9,30	9,30	12,00	12,00	12,00	12,00	16,40
Гелий	1,00	1,00	1,25	1,25	1,60	1,60	1,60	1,60	2,30
Относительная масса кислорода в наполненном баллоне									
Общая масса, кг	67,90	60,90	83,10	74,30	108,70	78,20	73,70	62,20	86,30
Доля продукта, %	13,84	15,44	14,20	15,88	14,44	20,08	21,30	25,24	25,84
Относительная масса аргона в наполненном баллоне									
Общая масса, кг	70,20	63,20	85,90	77,10	112,40	81,90	77,40	65,90	91,60
Доля продукта, %	16,67	18,51	16,97	18,93	17,26	23,69	25,06	29,44	30,13
Относительная масса азота в наполненном баллоне									
Общая масса, кг	65,90	58,90	80,60	71,80	105,00	74,50	70,00	58,50	80,40
Доля продукта, %	11,23	23,56	11,54	12,95	11,43	16,11	17,14	20,51	20,40
Относительная масса гелия в наполненном баллоне									
Общая масса, кг	59,50	52,50	72,55	63,75	94,60	64,10	59,60	48,10	66,30
Доля продукта, %	1,68	1,90	1,72	1,96	1,69	2,50	2,68	3,33	3,47

Примечания: *) Подразумевается баллон согласно стандарту EN1964-1, используемый в Европе на 230 бар, а в Украине в связи с завышенным показателем запаса прочности — только на 200 бар. Характеристики 200- и 300-барных баллонов EN1964-2 приведены в исполнении «Worthington Cylinders GmbH». **) Подразумевается изготовление баллона из углеродистой или легированной стали. ***) Объёмы газов в нм³, приведённые к условиям 273,16 К, 101325 Па, и массы газов в кг****) указаны согласно расчётам К. Иванова из компании «Мониторинг» (Москва, РФ). Светлозелёным выделены данные, использованные в настоящей работе для расчёта экономии от применения современного газобаллонного парка 50-литровых 200-барных баллонов.

клиентов, равноудалённых от наполнительных станций, и что суммарный годичный спрос на кислород постоянен и равен у обеих станций.

На одной станции будут использоваться 40-литровые 150-барные баллоны, а на другой 50-литровые 200-барные (см. табл. 2). Ежемесячные продажи кислорода обеими станциями приняты равными. Тогда, согласно табл. 1, первой станции понадобится 1000 шт. 40-литровых 150-барных баллонов, а второй — 600 шт. 50-литровых 200-барных баллонов.

При дальнейшем рассмотрении данного примера будем исходить из следующих предпосылок. Один 40-литровый 150-барный баллон в среднем наполняется 3 раза в месяц. По данным компании «Линде Газ Рус» в России, при переходе со 150-барных на 200-барные баллоны относительное количество наполнений одного баллона снижается на 25 %. Соответственно, на эту величину снижается занятость операторов наполнительной станции. Оклад одного оператора составляет 25000 руб.; стоимость нового

40-литрового 150-барного баллона — около 6000 руб., включая НДС. В случае с импортными баллонами при их стоимости EXW около 146 евро учтены расходы на доставку (около 1,5 евро на баллон), стоимость таможенной очистки (15 %) и НДС (18 %). Расходы на аренду складских помещений в год, например, в Подмоскowie, составляют около 5000 руб. за м² в год (см. рис. 3). Обменный курс во втором квартале 2010 г. — 40 руб. за 1 евро.



Рис. 3. Экономия на площади складского хозяйства, необходимого для операций с кислородными баллонами

Таблица 2. Экономические показатели кислородных наполнительных станций, использующих 40-литровые 150-барные и 50-литровые 200-барные баллоны

Показатели	Станция со 150-барными баллонами на 40 л	Станция с 200-барными баллонами на 50 л
Ежемесячная продажа кислорода, кг	28200	28200
Количество баллонов, шт.	1000	600
Количество операторов наполнительной станции, чел.	5	4
Стоимость баллонов по ценам второго квартала 2010 г., евро/шт.	150	200
Стоимость нового парка, евро	150000	120000
Оплата труда операторов, евро/мес.	3125	2500
Складские площади под баллоны, м ²	48	32
Стоимость аренды складских площадей, евро/год	6000	4000
Годичная экономия на складских расходах, евро	—	2000
Годичная экономия зарплаты операторов станции, евро	—	7500
Экономия на стоимости газобаллонного парка, евро	—	30000
Экономия за первый год, евро	—	39500

Примечание: Табличные данные основаны на оценках компаний «Линде Газ Рус» (Балашиха, РФ) и «Iceblick» (Одесса, Украина).

Согласно опыту компании «Iceblick» (Одесса, Украина), при наполнении баллонов на 150 и 200 бар наполнительные рампы и компрессоры для стандартных газов, например, кислорода, аргона, азота, могут использоваться одни и те же. Поэтому от их стоимости можно в данном примере абстрагироваться.

Используя перечисленные условия, несложно подсчитать, что на каждые 1000 шт. 40-литровых 150-барных баллонов, которые заменили на 600 шт. 50-литровых 200-барных баллонов можно достичь экономии приблизительно в 39500 евро. Дальнейшую экономию в процессе складирования и наполнения 200- и 300-барных баллонов можно обеспечить за счёт лучшей механизации газобаллонного хозяйства, применяя двухрядные наполнительные рампы, паллеты и складские стойки и клетки, аналогичные тем, которые предлагает компания «Weldcoa» (США) [2].

3. ТРАНСПОРТНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ЭКОНОМИИ В ГАЗОБАЛЛОННОЙ ЛОГИСТИКЕ

Цельнотянутые баллоны, изготовленные из биллет (квадратных заготовок), имеют более лучшие характеристики, чем баллоны, изготовленные из труб. Это связано с возможностью изготовления баллона с более тонким дном, и, следовательно, с меньшей массой [3]. На сегодняшний день из всех существующих мировых производителей цельнометаллических баллонов высокого давления («ВТИС»,

«Dalmine», «ЕКС», «Faber», «Jin Dun», «Norris», «Vitkovice») компания «Worthington», благодаря применению лучшей термообработки и использованию высокопрочной легированной стали с улучшенной ударной вязкостью, предлагает баллоны с наилучшим соотношением полезного объёма к массе баллона (см. табл. 1). Это отражается и на снижении затрат при транспортировании таких баллонов.

На основе опыта компании «Линде Газ Рус» (Балашиха, РФ) можно заключить, что для организации эффективной газобаллонной логистики технических газов (в зависимости от удалённости клиента) нужно использовать три вида транспортных средств разной грузоподъёмности: 5,5 т — для обеспечения клиентов в радиусе до 100 км; 10 т — для клиентов в радиусе до 500 км; 20 т — при расстоянии до клиента свыше 500 км. Возможные варианты грузового транспорта для осуществления таких перевозок представлены на рис. 4 по данным компании ОАО «КАМАЗ» (г. Набережные Челны, РФ) [6].

Исходя из указанных показателей грузоподъёмности транспортных средств (см. рис. 4), подсчитаем

Доставки газов до 100 км	Доставки газов до 500 км	Доставки газов свыше 500 км
		
Среднетоннажный грузовик КАМАЗ-4308. Размер кузова, мм: 5200×2420. Грузоподъёмность, кг: 5500. Расход топлива (дизель), л/100 км: 14.	Бортовой грузовик КАМАЗ-43118. Размер кузова, мм: 6100×2320. Грузоподъёмность, кг: 10000. Расход топлива (дизель), л/100 км: 33.	Седельный тягач КАМАЗ-54115. Размер кузова полуприцепа НЕФАЗ-9334-10-10, мм: 12120×2340. Грузоподъёмность, кг: 19400. Расход топлива (дизель), л/100 км: 35.

Рис. 4. Виды грузового транспорта для перевозки технических газов в баллонах

Таблица 3. Расчёт экономии затрат при перевозке 50-литровых 200-барных облегчённых баллонов

	Показатели	Тип баллона	
		40 л, 150 бар, ГОСТ 949-73, угл. сталь	50 л, 200 бар, EN1964-2, лег. сталь
Доставка до 100 км	Количество наполненных кислородом баллонов в машине на 5,5 т, шт.	81	88
	Количество перевозимого кислорода, кг	534,6	968
	Количество перевозок 28200 кг кислорода	53	29
	Снижение количества транспортировок	—	24
	Экономия на топливе при доставке одной полной машины на 100 км, евро	—	14,7
	Экономия на топливе для поставки всего груза на 100 км, евро	—	353
	Экономия заработной платы водителя, евро	—	1875
	Экономия всего при поставках клиентам в радиусе 100 км, евро	—	2228
Доставка до 500 км	Количество наполненных кислородом баллонов в машине на 10 т, шт.	147	160
	Количество перевозимого кислорода, кг	1381	2512
	Количество перевозок 28200 кг кислорода	21	12
	Снижение количества транспортировок	—	9
	Экономия на топливе при доставке одной полной машины на 400 км, евро	—	139
	Экономия на топливе для поставки всего груза на 400 км, евро	—	1247
	Экономия заработной платы водителя, евро	—	1875
	Экономия всего при поставках клиентам в радиусе 400 км, евро	—	3122
Доставка более 500 км	Количество наполненных кислородом баллонов в полуприцепе на 19,4 т, шт.	285	311
	Количество перевозимого кислорода, кг	2679	4883
	Количество перевозок 28200 кг кислорода полуприцепом	11	6
	Снижение количества транспортировок	—	5
	Экономия на топливе при доставке одной полной машины на 800 км, евро	—	294
	Экономия на топливе для поставки всего груза на 800 км, евро	—	1470
	Экономия заработной платы водителя, евро	—	1875
	Экономия всего при поставках клиентам в радиусе 800 км, евро	—	3345

Примечание: Из-за ограничений на грузоподъёмность и размеры кузова количество перевозимых незаполненных баллонов в одном автомобиле всегда превышает количество транспортируемых заполненных баллонов. Массы паллет, колпаков, колец и вентилях в данном примере не учитываются.

количество перевозок баллонов при заданных ежемесячных продажах кислорода (см. табл. 2). Результаты расчёта представим в табл. 3. При составлении калькуляции предположим, что КАМАЗ-4308 будет доставлять газ потребителям в радиусе 100 км, КАМАЗ-43118 — 400 км, а седельный тягач КАМАЗ-54115 с полуприцепом НЕФАЗ — 800 км.

В нашем примере для доставки 28200 кг (6600 нм³) кислорода будем использовать продажи газа в баллонах. По оценкам, криогенные ёмкости начинают применяться поставщиком технических газов при потреблении газа клиентом в объёмах, превышающих 5000-6000 м³ газа. Для упрощения анализа предположим, что баллоны помещены в машине без паллет. Не будем учитывать массы колпаков, колец и вентилях на баллонах.

В приведённом примере принимается полная загрузка машины по массе. Грузовик должен пройти двойное расстояние от наполнительной станции до потребителя и обратно. Расход топлива на 100 км соответствует данным из рис. 4. Цена дизельного топлива — приблизительно 21 руб./л. Обменный курс — 40 руб. за 1 евро. Экономия на зарплате водителей из-за меньшей частоты перевозок автотранспортом составляет 40 % от первоначального варианта, когда транспортируются устаревшие 40-литровые баллоны.

Месячный оклад водителя принят 25000 руб. Считается, что предприятие использует 5 машин каждого вида. Здесь не учитывается возможная экономия в связи с меньшим износом автопарка или простоя транспорта при его меньшей загрузке.

Очевидно, что в результате применения облегчённого 50-литрового 200-барного баллона, содержащего на 67 % больше кислорода, чем 40-литровый 150-барный баллон, транспортные расходы на доставку газа клиентам равного количества газа могут быть снижены почти на 50 % при полной загрузке транспортного средства перевозимым грузом.

Закономерности снижения расходов можно проследить и в работе с моноблоками, состоящими из 12 и 8 баллонов (см. таблицы 4 и 5). При увеличении содержания кислорода на 67 % в облегчённом 200-барном 50-литровом баллоне, масса одного моноблока также снижается. Поэтому, например, на среднетоннажный грузовик можно поместить или 5 целых моноблоков (12 шт.) с 40-литровыми 150-барными баллонами, или 6 целых моноблоков (12 шт.) с 50-литровыми 200-барными облегчёнными баллонами.

Особенно актуальна проблема снижения транспортных расходов и повышения доли полезного груза, перевозимого в баллонах, стоит перед фирмами-субконтракторами нефтегазовых предприятий, добываю-

Таблица 4. Масса моноблока с 12-ью баллонами, наполненными газом

Объём баллона, л	40	40	50	50	50	50	50	50	50
Стандарт	ГОСТ 949-73 (РФ)	ГОСТ 949-73 (Украина)	EN 1964-2						
Рабочее давление, бар	150	150	150	150	200	200	200	200	300
Моноблок — кислород, кг	934,80	850,80	1122,20	1016,60	1429,40	1063,40	1009,40	871,40	1160,60
Моноблок — аргон, кг	962,40	878,40	1155,80	1050,20	1473,80	1107,80	1053,80	915,80	1224,20
Моноблок — азот, кг	910,80	826,80	1092,20	986,60	1385,00	1019,00	965,00	827,00	1089,80
Моноблок — гелий, кг	834,00	750,00	995,60	890,00	1260,20	894,20	840,20	702,20	920,60

Примечание: Масса рамы (1000×750×1200 мм) для моноблока фирмы «Мониторинг» (Москва, РФ) из 12-ти 40-литровых баллонов — 120 кг. Масса рамы (1000×750×1500 мм) для моноблока фирмы «Мониторинг» (Москва, РФ) из 12-ти 50-литровых баллонов — 125 кг.

Таблица 5. Масса моноблока с 8-ью баллонами, наполненными газом

Объём баллона, л	40	40	50	50	50	50	50*	50	50
Стандарт	ГОСТ 949-73 (РФ)	ГОСТ 949-73 (Украина)	EN 1964-2	EN 1964-2					
Рабочее давление, бар	150	150	150	150	200	200	200	200	300
Моноблок — кислород, кг	618,70	562,70	741,30	670,90	946,10	702,10	666,10	574,10	766,90
Моноблок — аргон, кг	637,10	581,10	763,70	693,30	975,70	731,70	695,70	603,70	809,30
Моноблок — азот, кг	602,70	546,70	721,30	650,90	916,50	672,50	636,50	544,50	719,70
Моноблок — гелий, кг	373,00	495,50	656,90	586,50	833,30	589,30	553,30	461,30	606,90

Примечание: Масса рамы (920×500×1200 мм) для моноблока фирмы «Мониторинг» (Москва, РФ) из 8-ми 40-литровых баллонов — 75,5 кг. Масса рамы (920×500×1250 мм) для моноблока фирмы «Мониторинг» (Москва, РФ) из 8-ми 50-литровых баллонов — 76,5 кг.

щих нефть и газ на морском шельфе. В таком случае нефтегазовые западные компании, например «BP», применяют моноблоки с 50-литровыми 200-барными, содержащими 48 шт. и 64 шт. облегчённых баллонов. Это связано с невозможностью быстрой доставки грузов морским транспортом и относительно более дорогой доставкой груза морем по сравнению с автотранспортом*.

4. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ БАЛЛОНОВ

Одним из путей повышения конкурентоспособности компаний, работающих с собственным газобаллонным парком, является гибкость цен на продаваемую продукцию: кислород, аргон, азот, гелий и т.д. Если учесть, что содержание полезного груза в 40-литровом 150-барном баллоне не превышает 17 % и добавить к этому ещё ремонт и амортизацию баллонов, то часто стоимость кислорода на месте у потребителя значительно превышает отпускную его стоимость на кислородном заводе. Поэтому вопрос снижения эксплуатационных расходов газобаллонного парка и повышения рентабельности использования баллонов (см. табл. 1) стоит очень остро.

По данным компании «Мониторинг» (Москва, РФ), стоимость переосвидетельствования баллона

составляет примерно 1500 руб., включая 18 % НДС, или 38-40 евро за баллон. Это соответствует расходам приблизительно в 5 евро на каждую из основных процедур переосвидетельствования: внутренний осмотр, внешний осмотр, гидроиспытание, проверка массы баллона, проверка резьбы баллона, очистка, перекраска и проверка комплектности баллона [1].

Проведённый анализ показывает, что можно выделить четыре основных способа по снижению эксплуатационных расходов при использовании газобаллонного парка.

Во-первых, важный источник снижения расходов на содержание парка баллонов — более высокое качество внешней их окраски. По данным компании «Worthington Cylinders GmbH», применение порошковой покраски (эмали) баллона снижает необходимость его перекраски на протяжении первых лет эксплуатации баллона (фото 5 и 6). В то же время, по отзывам покупателей, баллоны, завозимые из Китая, требуют перекраски каждые три месяца.

В зависимости от спецификации внешнего покрытия компании «Worthington» (SL, SL+, DL+) в 3-6 раз повышается сопротивляемость внешней поверхности коррозионным и механическим воздействиям. Стоимость покраски SL+ (порошковая покраска на полиэфирной основе) и DL+ (цинкофосфатирование с последующей порошковой покраской на эпокс-

* Специалисты компании «Khazag-M-Gas» (Азербайджан), например, отмечают стремление «British Petroleum» (Великобритания) работать в Каспийском бассейне только с европейскими баллонами, несмотря на то, что стандарт Азербайджана предписывает использовать баллоны, соответствующие старому ГОСТу.

сидной основе и верхним полиэфирным покрытием) колеблется между 1,5-4,6 евро за баллон. Вариант SL (порошковая покраска на эпоксидной основе) обычно включён в стоимость баллона производителем как стандартный. Таким образом, инвестиции в баллон с лучшим качеством внешнего покрытия всегда следует сравнивать с предполагаемыми расходами по перекраске баллона, составляющими, согласно нашим оценкам, около 5 евро.



Фото 5. Вид баллонов, окрашиваемых обычной краской на водной основе



Фото 6. Баллоны «Worthington», покрытые эмалью на полиэфирной основе

Во-вторых, покупка баллона с заранее обработанной внутренней поверхностью уменьшает расходы, связанные с подготовкой баллона под особо чистые газы. Чистота и гладкость внутренней поверхности баллона — фактор долгого срока службы сосуда и его вентиля. В таком баллоне заранее предотвращаются риски развития коррозии (раковин) в микротрещинах и неровностях поверхности, исключается засорение вентиля. С этой целью серийные производители баллонов проводят дробеструйную очистку внутренней поверхности согласно стандарту ISO8501-1. В зависимости от уровня достигаемой чистоты и шероховатости внутренней поверхности различают дробеструйную очистку SA 1, SA 2, SA 2½, SA 3. По желанию заказчика баллон изнутри может быть также отполирован (фото 7).

В стандартном исполнении баллон «Worthington Cylinders GmbH» имеет внутреннюю поверхность согласно SA 2. За дополнительную оплату, колеблющуюся между 1,3-3,5 евро, баллон может быть вы-

полнен с качеством поверхности SA 2½ и SA 3. В этом случае инвестиции в баллон с улучшенным качеством внутренней поверхности следует сравнивать с дополнительными расходами по очистке баллона (около 5 евро) или замене вентиля (10 и более евро).

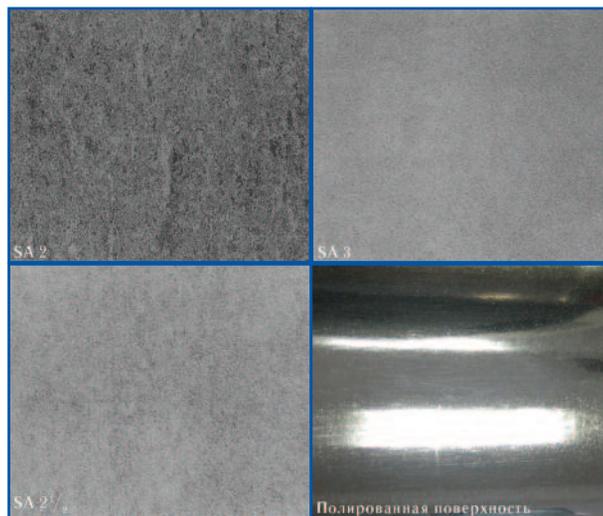


Фото 7. Виды качества внутренней поверхности баллона

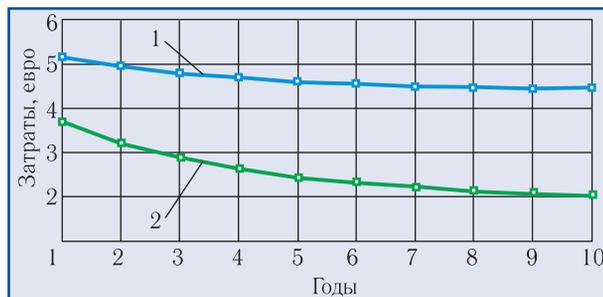


Рис. 8. Затраты на техническое освидетельствование баллона гидроиспытанием и ультразвуком в течение 10 лет: 1 — гидроиспытание; 2 — ультразвук

Замена гидроиспытания тестом ультразвуком является третьим источником снижения эксплуатационных расходов по содержанию газобаллонного хозяйства. Согласно данным швейцарской компании «Swiss TS» (Wallisellen, Швейцария), тест ультразвуком, закреплённый в международных правилах ADR/RID от 1997 г., может применяться в качестве альтернативы гидроиспытанию. Этот тест используют благодаря его более высокой производительности (30 с — на освидетельствование стандартного 50-литрового баллона)*, соблюдения чистоты внутренней среды баллона, экономии энергии на осушку баллона и большей безопасности (избежания разрыва баллонов во время испытаний) и возможности выявления дефектов внутренней и внешней поверхности [7]. Окупаемость инвестиций (ROI) на оборудование для ис-

* По данным А.Н. Кислого (компания «Iceblick»), баллоны, используемые для инертных газов высокой чистоты, проходят термовакуумную обработку внутренней поверхности. После гидроиспытаний, в зависимости от качества внутренней поверхности, на подготовку баллона необходимо от 8 до 18 ч! Тест ультразвуком поможет существенно уменьшить затраты на подготовку баллонов.

пытания ультразвуком составляет 2-3 года. На рис. 8 приведены сравнения затрат на проведение теста ультразвуком и гидротестирования [8].

Таким образом, согласно данным «Swiss TS», стоимость технического освидетельствования герметичности баллона может быть снижена с 5 до 2 евро за десятилетний период.

Последним способом снижения эксплуатационных расходов, как уже отмечалось в публикации [1], служит обеспечение эффективности газобаллонной торговой операции путём отслеживания информации о баллонах. Это позволяет газовым компаниям контролировать парк баллонов на своём складе, устранять потерю баллонов, снижать расходы по аренде путём точного контроля её продолжительности, классифицировать расходы по местам их возникновения и осуществлять прогнозирование оборота газобаллонного парка. Данный способ лежит в плоскости оптимизации товарных и денежных потоков компании, вычисления чистой приведённой стоимости аренды баллонов, коэффициентов оборачиваемости готовой продукции и тары.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Повышение эффективности работы компаний с газобаллонным парком может быть обеспечено за счёт перехода на более вместительные облегчённые баллоны для технических газов. Это способствует абсолютному уменьшению газобаллонного парка, снижает расходы на складирование, транспортирование и наполнение баллонов. Инвестиции в баллоны с улучшенным качеством внешней и внутренней поверхности и в сов-

ременное оборудование по переаттестации баллонов снижают расходы на переосвидетельствование газобаллонного парка. Отечественные компании, при принятии решения о закупке баллонов, должны руководствоваться не только сравнением краткосрочных инвестиций в газобаллонный парк, но также учитывать повышение возможной капиталоотдачи от баллонов, отвечающих современным мировым стандартам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рубан А.Г. Международный опыт обновления газобаллонного парка производителей промышленных газов// Технические газы. — 2009. — № 6 — С. 67-76.
2. <http://www.weldcoa.com>.
3. Рубан А.Г. Анализ характеристик баллонов высокого давления для сжатых газов// Технические газы. — 2009. — № 2. — С. 52-59.
4. ГОСТ 949-73. Баллоны стальные малого и среднего объема для газов на $P_p \leq 19,6$ МПа (200 кгс/см²). Технические условия (с изменениями и поправками 1976, 1981, 1982, 1986, 2001 и 2002 гг.)// Введены в действие с 01.01.1975.
5. ISG Doc 124/04/E, revision of TN 514/93. 300 bar High Strength Seamless Steel Gas Cylinders. EIGA 2004. Available at: <http://www.eiga.org>.
6. <http://www.kamaz.ru>.
7. Irani R. Gas cylinders: Here today, here tomorrow. Part 6. Extending a cylinder's life. The periodic test// GasWorld. — February 2008. — P. 46-47.
8. Economic efficiency of ultrasonic test technique. Pruef-systeme, Info E, Ver0904. Available at: <http://www.swisstsch.ch>.



Повышение квалификации по специальности "Криогенная техника и технология",

организуемое Украинской ассоциацией производителей технических газов "УА-СИГМА"
на базе Одесской государственной академии холода



- изучаемые дисциплины: термодинамические процессы, циклы и схемы криогенных воздухоразделительных установок; снижение энергопотребления при эксплуатации ВРУ и новые технологии разделения воздуха; современные приборы контроля и автоматизация криогенных ВРУ; компрессорное оборудование ВРУ; охрана труда при производстве и использовании продуктов разделения воздуха;
- форма обучения — очно-заочная;
- начало обучения — 14,15 марта 2011 г. (установочные занятия);
- период самостоятельного обучения по предоставленным слушателям методическим материалам и учебным пособиям — 16 марта-18 апреля 2011 г.;
- лекционно-лабораторная и экзаменационная сессия — 19-22 апреля 2011 г.;
- контингент — инженеры и техники;
- по окончании выдается свидетельство Министерства образования и науки Украины

Условия приёма по контактному тел./факсу: +380 (48) 777-00-87
и e-mail: uasigma@paco.net.

Наш сайт: www.uasigma.odessa.ua