

ПОРОШКОВЫЕ ПРОВОЛОКИ НА МИРОВОМ И РЕГИОНАЛЬНЫХ РЫНКАХ СВАРОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ (Обзор)

А.А. МАЗУР, О.К. МАКОВЕЦКАЯ, С.В. ПУСТОВОЙТ, Н.С. БРОВЧЕНКО

ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ. 03680, г. Киев, ул. Боженко, 11. E-mail: office@paton.kiev.ua

Электродуговая сварка является одной из базовых технологий индустриальной экономики. Для промышленно развитых стран характерно устойчивое развитие сварочного производства, а также появление на рынке новых технологий и оборудования для сварки, а также новых материалов. Основными факторами широкого применения технологий сварки и наплавки порошковой проволокой в различных отраслях промышленности и строительства являются высокое качество сварных швов и производительность процесса сварки. В статье представлен проведенный анализ мирового и региональных рынков порошковой проволоки. В мире наблюдается устойчивый рост применения механизированной и автоматической сварки и наплавки порошковыми материалами. Для удовлетворения повышающегося спроса на порошковую проволоку на отдельных региональных рынках в ряде стран создаются новые производственные мощности для ее выпуска. Так, например, в Китае, где темпы развития сварочного производства намного опережают не только промышленно развитые страны, но и отдельные регионы, за последнее десятилетие введены в строй новые предприятия по выпуску порошковых сварочных и наплавочных материалов. Повышается уровень механизации и автоматизации дуговой сварки, как в отдельных странах, так и по миру в целом. Производственные мощности украинских производителей позволяют полностью удовлетворить спрос на внутреннем рынке в порошковой проволоке. Библиогр. 15, табл. 7, рис. 7.

К л ю ч е в ы е с л о в а : сварка, сварочное производство, порошковая проволока, технологии, рынок, состояние, перспективы

Электродуговая сварка является базовой технологией создания неразъемных соединений металлов и неметаллов во многих отраслях промышленности и строительства. Поэтому повышение ее производительности и качества является одной из главных задач в сварочном производстве. Прорывом в совершенствовании процессов сварки электрической дугой было создание технологий и оборудования для механизированной и автоматической сварки и наплавки порошковыми проволоками и лентами, разработка высококачественных порошковых сварочных и наплавочных материалов. Уже более 60-ти лет весомый вклад в создание новых технологий и оборудования для механизированной и автоматической сварки и наплавки, разработку сварочных и наплавочных материалов, а также технологий и оборудования для их производства вносит Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины.

Мировой рынок. Несмотря на относительно высокую стоимость, порошковые проволоки все более востребованы на мировом рынке сварочных материалов. В виду широкого применения технологий сварки и наплавки порошковыми проволоками и лентами в экономически развитых странах их потребление в промышленности и строительстве ежегодно растет, несмотря на кратковременные спады в периоды кризисных явлений в мировой экономике. Так, например, во время фи-

нансового кризиса 2008–2009 гг. и, вызванного им экономического кризиса, объем рынка сварочных материалов сократился более чем на 30 % (такая тенденция наблюдалась и на рынке порошковой проволоки). Однако к 2011 г. уровень продаж сварочных материалов достиг докризисного уровня и в последующие годы его превысил. Согласно оценке ведущих аналитических компаний, таких как BCC Research, Transparency Market Research, стоимостный объем рынка сварочной техники в 2013 г. превысил 17 млрд дол. США. Согласно прогнозу этих компаний к 2020 г. объем рынка достигнет 24...25 млрд дол. США, а его ежегодный рост в 2014–2020 гг. ожидается на уровне 4,5...5,3 % [1, 2]. Данные о динамике стоимостного объема мирового рынка сварочной техники и его структуре в 2010–2012 гг. и прогнозе развития до 2017 г. [3] приведены на рис. 1. Одним из основных сегментов рынка сварочной техники является рынок сварочных материалов. В 2013 г. стоимостный объем рынка сварочных материалов достиг 8,75 млрд дол. США, что составляет более половины всего мирового рынка сварочной техники. Структура и динамика развития мирового рынка сварочных материалов в 2010–2017 гг. согласно оценке Frost&Sullivan [4] приведена на рис. 2.

В стоимостном выражении в структуре мирового рынка сварочных материалов порошковая

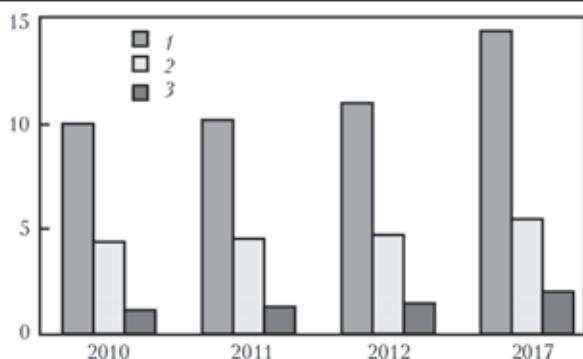


Рис. 1. Динамика роста мирового рынка сварочной техники в 2010–2017 гг., млрд дол. США: 1 — сварочные материалы, защитный газ, средства защиты; 2 — сварочное оборудование; 3 — автоматы/роботы, аксессуары

проволока составляет немногим более 20 %, но ежегодный темп роста ее доли уступает только сегменту сплошной проволоки. Стоимостный объем мирового рынка порошковой проволоки для сварки и наплавки в 2010 г. составлял 1,58 млрд дол. США, в 2012 г. — 1,81 млрд дол. США, а к 2017 г. достигнет 2,56 млрд дол. США [5].

В натуральном выражении объем мирового рынка сварочных материалов по данным японского издания Japan Welding News for the World в 2013 г. превысил 6,2 млн т, из которых около 14 % или 864 тыс. т составляет порошковая проволока. Данные о производстве порошковой проволоки в мире в 2011–2013 гг. приведены в табл. 1 [6, 7].

В промышленно развитых странах в структуре потребления сварочных материалов доля по-

Таблица 1. Мировой рынок порошковой проволоки в 2011–2013 гг.

Год	Рынок сварочных материалов		
	Мир, всего, тыс. т	Порошковая проволока, тыс. т	Доля порошковой проволоки, %
2011	5945,6	748,7	12,5
2012	6213,3	820,7	13,2
2013	6283,6	863,7	13,8

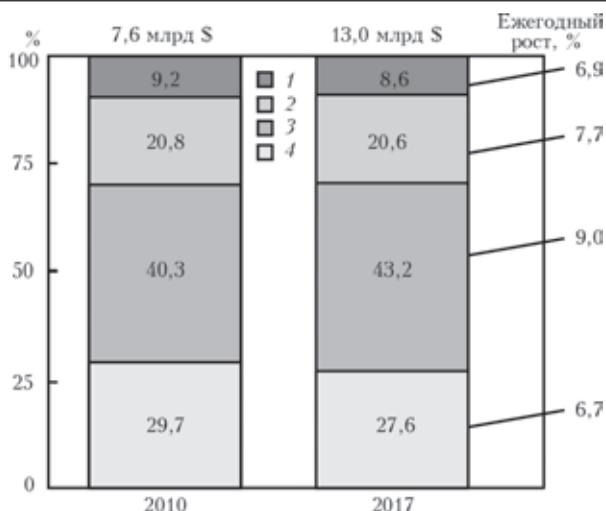


Рис. 2. Структура и динамика развития мирового рынка сварочных материалов в разрезе основных продуктивных сегментов (2017 г. — прогноз): 1 — проволока и флюс (SAW) 2 — порошковая проволока; 3 — сплошная проволока; 4 — электроды;

рошковой проволоки (%) составляет: Корея — 40,0; Япония — 35,9; Северная Америка — 22,1; ЕС — 19,1; Тайвань — 18,8.

Основными отраслями, в которых широко используются технологии сварки порошковыми сварочными материалами являются, в первую очередь, судостроение и строительство морских сооружений (платформ, причалов и др.), мостостроение, изготовление сосудов и контейнеров, промышленное строительство, энергетика, строительство трубопроводов. Структура потребления основных видов сварочных материалов в различных отраслях промышленности Японии [8] представлена на рис. 3.

В судостроении и нефтегазовом секторе доля механизированной сварки плавящимся электродом, выполняемой с применением порошковой проволоки, составляет почти 80 %. Так, например, при строительстве в Финляндии крупней-

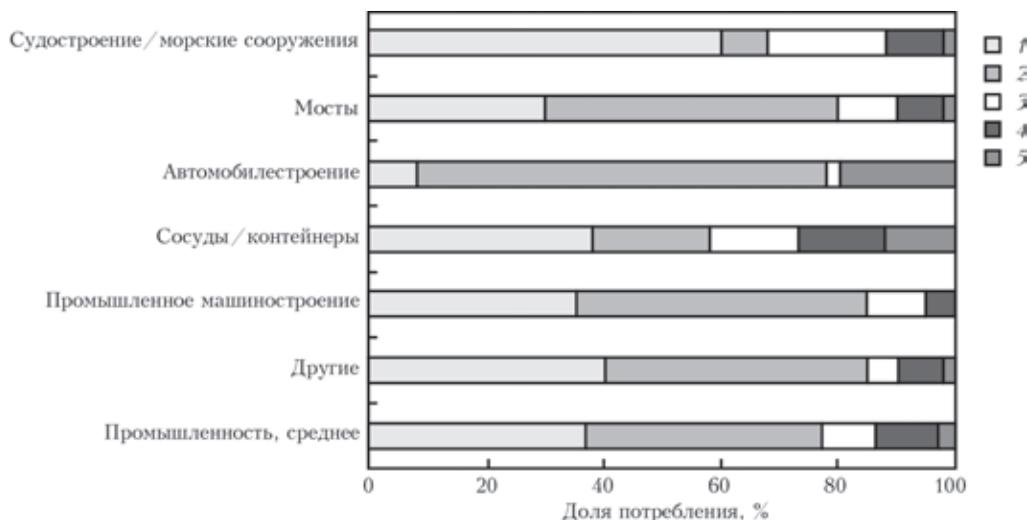


Рис. 3. Доля основных видов сварочных материалов в различных отраслях промышленности Японии: 1 — порошковая проволока; 2 — сплошная проволока; 3 — электроды; 4 — проволока и флюс (SAW)



Рис. 4. Круизный лайнер Oasis of the Seas, 2009 г.

шего круизного лайнера Oasis of the Seas длина сварных швов составила 2400 км. При постройке судна было израсходовано более 1000 кг сварных материалов. В процессе сборки и сварки конструкций корпуса лайнера 75 % сварных швов выполнены при помощи технологий сварки порошковой проволокой, а дуговой сваркой под флюсом и ручной дуговой — соответственно 15 и 9 % (рис. 4).

Широко применяется порошковая проволока и при строительстве разнообразных архитектурных сооружений из стальных строительных конструкций. Так, при строительстве стадиона Донбасс Арена (г. Донецк) порошковые сварочные материалы были применены для механизированной сварки в защитном газе и сварки под флюсом (рис. 5).

Новым направлением применения сварочных материалов для механизированной сварки в мостостроении является отказ от проволок сплошного сечения и внедрение нового поколения металлпорошковых проволок, созданных специально для стального мостостроения. Такая проволока была применена (рис. 6) при строительстве уникального стального моста вантово-балочной системы с арочным пилоном через Москву-реку (г. Москва), моста через бухту Золотой Рог во Владивостоке и др.

При изготовлении морских платформ и сопутствующего оборудования широкое применение нашли бесшовные порошковые проволоки рутитового типа с быстро затвердевающей шлаковой коркой, пригодные для сварки во всех пространственных положениях [9].

В настоящее время интенсивно растет спрос на сварочные и наплавочные материалы, применяемые в секторе ремонта и технического обслуживания, для сварки, пайки и поверхностного упрочне-

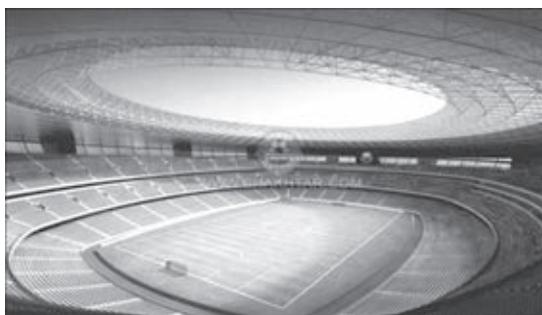


Рис. 5. Стадион Донбасс Арена (г. Донецк), 2009 г.



Рис. 6. Мостовой переход в р-не Серебряного Бора (г. Москва)

ния (наплавки), а также термического напыления (плазменного, газопламенного, высокоскоростного газопламенного (HVOF) и дугового). Стоимостный объем мирового рынка сварочных материалов для этого сектора составляет около 2 млрд дол. США и к 2017 г. ожидается ежегодный его рост на 4,5 %. В структуре рынка сварочных материалов для ремонта и технического обслуживания, согласно данным [10], на порошковую проволоку приходится 24 %, на сварочные электроды — 50 %, на сплошную проволоку — 24 % и проволоку для сварки под флюсом — 2 %.

Региональные рынки порошковой проволоки. Крупным сегментом мирового рынка сварочных материалов является азиатский регион. Рынок стран Азии составляет более 70 % мирового рынка сварочных материалов и 68 % мирового рынка порошковой проволоки. Доля рынка порошковой проволоки Европы и Северной Америки составляет соответственно по 12 %. Данные об объеме и структуре потребления основных видов сварочных материалов в ряде регионов мира приведены в табл. 2 [6, 7].

В настоящее время Китай стал лидером мирового и регионального потребления сварочных материалов и, соответственно, порошковой проволоки. Основную долю потребления сварочных материалов в Китае составляют все же покрытые электроды (46 %), но потребление в промышленности порошковой проволоки постоянно растет. В 2013 г. объем потребления порошковой проволоки составил 330 тыс. т или 38,2 % мирового потребления и в структуре потребления сварочных материалов она уже составляла 10 %.

Несмотря на рост в Китае производственных мощностей по выпуску порошковой проволоки, следует отметить значительное увеличение объемов ее импорта. Если до 2000 г. импорт порошковой проволоки составлял не более 40 % внутреннего производства, то с 2001 г. объем импорта порошковой проволоки начал превышать объемы производства и в настоящее время составля-

Таблица 2. Объем и структура потребления сварочных материалов в регионах мира в 2013 г.

Регион	Электроды		Проволока для сварки под флюсом и флюс		Сплошная проволока		Порошковая проволока		Всего	
	тыс. т	%	тыс. т	%	тыс. т	%	тыс. т	%	тыс. т	%
Европа	58,3	11	68,9	13	296,8	56	106,0	20	530,0	100
Северная Америка	55,2	12	46,0	10	253,0	55	105,8	23	460,0	100
Центральная и Южная Америка	103,4	47	19,8	9	79,2	36	17,6	8	220,0	100
Россия (ТС)	105,6	48	30,8	14	66,0	30	17,6	8	220,0	100
Азия	1866,3	42	505,2	11	1508,5	34	583,6	13	4464,6	100
Средний Восток	95,0	50	19,0	10	58,9	31	17,1	9	190,0	100
Африка	82,5	55	12,0	8	43,5	29	12,0	8	150,0	100
Океания	23,0	46	4,5	9	18,5	37	4,0	8	50,0	100
Мир, всего	2 389,3	38	706,2	11	2324,4	37	863,7	14	6283,6	100

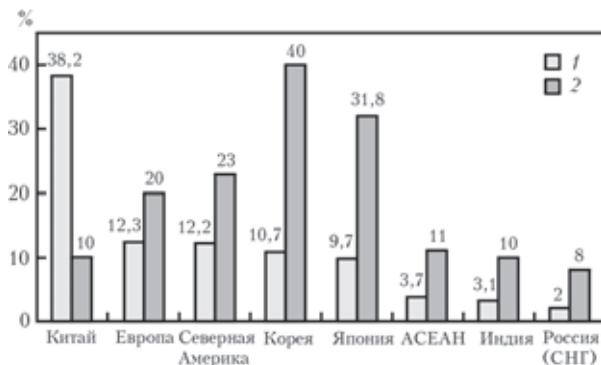


Рис. 7. Доля порошковой проволоки в структуре потребления регионов и стран — основных мировых потребителей порошковой проволоки, %: 1 — в структуре общемирового потребления порошковой проволоки; 2 — в структуре внутреннего потребления сварочных материалов

ет практически 100 % от объема производимой в стране порошковой проволоки.

На рис. 7 приведены данные, характеризующие долю потребления порошковой проволоки основных регионов и стран в мировом потреблении порошковой проволоки и долю потребления порошковой проволоки в структуре внутреннего потребления сварочных материалов.

Китай вырвался в лидеры мирового производства и потребления порошковой проволоки относительно недавно. Еще в 2002 г. объем производства порошковой проволоки в Китае не превышал 18 тыс. т, а потребления — 35 тыс. т. Тогда как в это время Япония уже производила около 90 тыс. т порошковой проволоки, из которых 16 тыс. т — экспортировала. Общий объем производства сварочных материалов в Японии в 2013 г. превысил 280 тыс. т, а потребления — 260 тыс. т, из которых 31,8 % (83 тыс. т) составляет порошковая проволока, 46,7 % — сплошная проволока.

Признанным лидером производства и потребления порошковой проволоки является Республика Корея. На мировой рынок сварочных материалов страна вышла относительно недавно, но ее рынок сварочных материалов развивался очень динамично. Так, за десятилетний период с 1995 г. количественный объем производства сварочных материалов в стране вырос в 5 раз и составил в

2005 г. около 300 тыс. т. При этом внутреннее потребление составляет 62 % выпускаемых сварочных материалов, 38 % — экспортируется [11]. Более 70 % производимых в стране сварочных материалов — это сплошная и порошковая проволока. Ведущий производитель сварочных материалов Кореи — компания Hyundai Welding Co Ltd входит в число 15 компаний — лидеров мирового производства сварочных материалов. Ее доля продаж на национальном рынке сварочных материалов составляет 45 %.

Объем европейского рынка сварочных материалов в стоимостном выражении составляет порядка 2,1 млрд евро и в последние годы имеет тенденцию к сокращению. В 2013 г. объем потребления сварочных материалов в странах Европы составил порядка 530 тыс. т, из которых 20 % составляет порошковая проволока.

Основными производителями и потребителями сварочных материалов в Европе являются Германия, Франция и Италия. Объемы производства основных видов расходных материалов для сварки, пайки, термического напыления в странах ЕС следующие (млн евро) [12]: Германия — 549; Франция — 238; Италия — 193; Великобритания — 137; Нидерланды — 73; Чехия — 7; другие — 830; ЕС (27) 2027.

Германия производит около трети от общего объема производства сварочных материалов в странах ЕС, а Германия, Франция и Италия вместе — почти половину выпуска всех расходных материалов в странах ЕС.

В структуре производства и применения сварочных материалов в странах ЕС доминирует сплошная проволока (почти 56 %), а на порошковую проволоку приходится около 20 %.

Оценить объем и структуру производства расходных материалов в Европе в 2011–2013 годах позволяют данные стоимостного и количественного объема производства сварочных материалов в Германии по отдельным группам продукции, которые представлены в табл. 3 и 4. Согласно данным этих таблиц объем производства сварочных материалов в стоимостном выражении в 2013 г. сократился почти

Таблица 3. Производство сварочных материалов в Германии в 2011–2013 гг., млн. евро

Сварочные и вспомогательные материалы	Объем производства, млн евро			Изменение 2013/2012, %
	2011	2012	2013	
- Сварочная проволока и лента (исключая проволоку и ленту с покрытием и наполнением)	271,5	255,3	245,6	-3,8
- Покрытые электроды для дуговой сварки	112,1	97,9	70,2	-28,2
- Порошковые проволоки для дуговой сварки	53,1	53,3	52,3	-1,9
- Прутки с покрытием для пайки и автогенной сварки	41,8	34,7	32,9	-5,2
- Вспомогательные расходные материалы для сварки и пайки металлов	144,4	148,9	149,6	+0,4
Всего	622,9	590,1	550,7	-6,7

Таблица 4. Производство сварочных материалов в Германии в 2009–2011 гг., тыс. т

Сварочные и вспомогательные материалы	Объем производства, тыс. т			Изменение 2009/ 2008, %
	2011	2012	2013	
- Сварочная проволока и лента (исключая проволоку и ленту с покрытием и наполнением)	129,2	111,0	108,8	-2,0
- Покрытые электроды для дуговой сварки	12,6	12,3	12,0	-3,0
- Порошковые проволоки для дуговой сварки	23,4	21,7	20,7	-5,0
- Прутки с покрытием для пайки и автогенной сварки	1,5	1,3	1,2	-8,0
- Вспомогательные расходные материалы для сварки и пайки металлов	46,0	53,5	50,9	-5,0
Всего	212,7	199,7	193,6	-3,0

на 7 %, а в натуральном выражении — на 3 %. По отдельным видам продукции, как например, по покрытым электродам сокращение в стоимостном выражении произошло на 30 % [10].

Опираясь на данные, представленные в табл. 3 и 4 и исходя из того, что Германия производит 30 % всего европейского объема производства сварочных материалов, стоимостный объем производства сварочных материалов в странах ЕС в 2013 г. составил почти 1,8 млрд евро, при этом было произведено около 645 тыс. т сварочных материалов.

Россия. Объем производства сварочных материалов в России постоянно сокращается. С 2001 г. производство сварочных материалов сократилось в 3 раза и в 2013 г. составило около 120 тыс. т, из которых 80 % — это покрытые электроды [13].

Объем производства порошковой проволоки не велик. В лучшие докризисные годы (2007 г.) он составлял около 5 тыс. т, при общем объеме производства сварочных материалов 320 тыс. т. В настоящее время по оценке производителей сварных конструкций в России промышленное производство порошковой проволоки налажено в основном на предприятии «ИнтерПро» (Орловская обл.). Основная причина сокращения мощностей — отсутствие качественного сырья и закрытие предприятий [14].

Россия наращивает импорт сварочных материалов, в том числе порошковой проволоки. Импорт сварочных материалов в 2001–2014 гг. вырос в 5,4 раза с 7,3 до 38,6 тыс. т, в том числе порошковой проволоки — почти в 3,6 раза с 1,5 до 5,4 тыс. т. Основными поставщиками порошковой проволоки являются компании ESAB (Китай), Lincoln

Electric (Китай), Hyundai (Ю. Корея), Kobelco (Голландия) [14].

Доля стран СНГ (включая Россию) в структуре мирового рынка сварочных материалов не превышает 3,5 %. Согласно данным японского издания The Japan Welding News for the World в 2013 г. количественный объем рынка сварочных материалов стран СНГ (включая Россию) составил

Таблица 5. Объем потребления сварочных материалов в мире и странах СНГ (включая Россию) в 2013 г.

Сварочные материалы	Мир		СНГ (включая Россию)	
	тыс. т	%	тыс. т	%
Покрытые электроды	2389,3	100	105,6	4,4
Порошковая проволока	863,7	100	17,6**	2,0
Проволока для сварки под флюсом	706,2	100	30,8	4,4
Сплошная проволока	2324,4	100	66,0	2,8
Всего	6283,6	100	220,0*	3,5

* Объем потребления сварочных материалов в Украине (исключая сварочный флюс) в 2013 г. составил 56 тыс. т.

** По данным ООО «ТМ. Велтек» производство порошковой проволоки в России составляет 2 тыс. т/год.

Таблица 6. Объем потребления сварочных материалов в странах СНГ (включая Россию) в 2011–2013 гг.

Сварочные материалы	2011		2012		2013	
	тыс. т	%	тыс. т	%	тыс. т	%
Покрытые электроды	112,2	51	112,7	49	105,6	48
Порошковая проволока	13,2	6	18,4	8	17,6	8
Проволока для сварки под флюсом	30,8	14	32,2	14	30,8	14
Сплошная проволока	63,8	29	66,7	29	66,0	30
Всего	220,0	100	230,0	100	220,0	100

Таблица 7. Видимое потребление в Украине сварочных и присадочных материалов (по данным Госслужбы статистики Украины), тыс. т

Показатель	Всего	Проволока сварочная, обычная	Проволока сварочная, легированная	Порошковая проволока	Электроды сварочные	Флюсы сварочные
2011						
Производство	86,7	8,7	11,5	0,2*	43,0	25,1
Экспорт	28,1	-	2,2	0,6	8,1	17,2
Импорт	10,8	-	6,4	0,6	1,1	2,7
Видимое потребление	69,4	8,7	15,7	0,2	36,0	10,6
2012						
Производство	78,2	7,7	10,0	0,2*	38,6	21,7
Экспорт	25,6	-	2,3	0,6	7,0	15,7
Импорт	10,2	-	7,0	0,5	1,2	1,5
Видимое потребление	62,8	7,7	14,7	0,1	32,8	7,5
2013						
Производство	77,9	7,5	10,0	0,2*	40,4	19,8
Экспорт	27,2	-	1,6	0,3	10,5	13,9
Импорт	12,7	-	8,6	0,5	1,4	1,6
Видимое потребление	63,4	7,5	17,0	0,4	31,3	7,5

* По данным ООО «ТМ. Велтек» объем выпуска порошковой проволоки в Украине составляет около 1,5 тыс. т/год.

220 тыс. т. В табл. 5 и 6 приведены данные объема и структуры потребления сварочных материалов в странах СНГ в 2011–2013 гг. [6, 7].

В рамках разрабатываемой ныне программы импортозамещения в России начаты работы по оценке возможности наращивания собственного производства сварочных материалов. Однако если в отношении сварочных электродов и сплошной проволоки экспертами отмечается возможность наладить выпуск этих видов сварочных материалов требуемого качества, то в наращивании объемов производства порошковой проволоки вопрос остается открытым. **Украина.** Экономика Украины – одна из наиболее пострадавших от кризиса в Европе. В период 2008–2009 гг. падение промышленного производства превысило 30 %. Общее состояние экономики отразилось на объеме производства и потребления сварочной техники, включая сварочные материалы. Их объем производства сократился в период 2008–2009 г. на 40 %.

В последующие годы объем производства сварочных материалов начал восстанавливаться, но уровня 2007 г. (111,4 тыс. т) не достиг. В 2013 г. объем производства сварочных материалов в Украине составил 80 тыс. т, из которых 40 % составляют сварочные электроды и 20% — флюс. Производство порошковой проволоки в Украине составляет около 1500 т/год. Объемы экспорта и импорта составляют около 600 т/год. В табл. 7 представлены данные Украинского комитета статистики, и Института электросварки им. Е.О. Патона, показывающие объемы производства, потребления и торговли основными видами сварочных материалов в Украине в 2011–2013 гг. [15].

Потребление сварочных материалов в 2011–2013 гг. сократилось на 28 %. Основную долю импорта составляет сплошная легированная проволока, а основную долю экспорта — плавные флюсы. Следует отметить, что, не смотря на существенное снижение производства и потребления сварочных материалов, на протяжении уже многих лет Украина имеет положительный торговый баланс сварочными материалами.

Выводы

Сварка является базовой технологией во многих отраслях промышленности и строительстве. Динамика мирового производства и потребления конструкционных материалов позволяет сделать прогноз об увеличении объемов мирового сварочного производства в ближайшем будущем, невзирая на временные кризисные явления в экономике отдельных стран и регионов, спрос на сварочные материалы будет увеличиваться.

Анализ мирового и региональных рынков порошковой проволоки показал, что в мире наблюдается устойчивый рост применения механизированной и автоматической сварки порошковыми сварочными и наплавочными материалами и увеличение их производства за счет ввода новых производственных мощностей для удовлетворения повышающегося спроса.

Высокая производительность и качество сварных швов определяют широкое применение технологий сварки и наплавки порошковой проволокой в различных отраслях промышленности экономически развитых и ряда развивающихся стран.

Международная конференция «НАПЛАВКА»

Имеющиеся в Украине производственные мощности позволяют полностью удовлетворить внутренние потребности в порошковой проволоке.

1. *Welding products market is set to reach USD 23.78 billion by 2010.* Режим доступа: <http://www.rtransparencymarket-research.com>.
2. *Victor Technology Group, Inc. Annual report 2013.* Режим доступа: <http://www.victortechnologies.com>
3. *Welding equipment and supplies: The global market.* Режим доступа: <http://www.bccresearch.com>
4. *Sudhakar Ruth Sudhakar. Key growth accelerators for the global welding consumables market.* Режим доступа: <http://www.frost.com>
5. *Multiple benefits to underpin appeal of flux-cored wires // Welding and Cutting.* – 2013. – № 5. – P. 286.
6. *General description for welding consumables // The Japan Welding News for the World.* – 2014. – № 67. – P. 4–5.
7. *General description for welding consumables market // Ibid.* – 2012. – № 59. – P. 5–6.
8. *Morimoto T. Developments in flux-cored wire for gas-shielded arc welding // Kobelco Technology Review.* – 2005. – № 26. – P. 49–53.
9. *Розерт Р., Карасев М.В. Порошковые проволоки – тенденции, развитие и их применение в промышленности // Матер. Междунар. науч.-техн. конф. «Сварочные материалы – 2012».* – С.-Петербург. – 2012. – С. 220–230.
10. *Chauhan A. Welding requirements for repairs and maintenance increased adoption of preventive maintenance leads the market for welding //* Режим доступа: <http://www.frost.com>
11. *Cho Seon Mook. State-of-the-art of welding materials and instrument in Korea // J. of Japan Welding Society.* – 2005. – 74, № 1. – P. 18–19.
12. *Schweißen und Schneiden 2013 – KeingutesJahr // Schweißen und Schneiden.* – 2014. – № 66 (9). – S. 500–513.
13. *Сидлин З.А. Состояние производства сварочных материалов в России // Автомат. сварка.* – 2009. – № 2. – С. 31–34.
14. *UNCOMTRAD.* Режим доступа: <http://comtrade.un.org>
15. *Економіко-статистичний огляд зварювального виробництва і ринку зварювальної техніки України в 1990–2013.* – Київ : Вид-во ІЕЗ ім. Є.О. Патона, 2014. – 71 с.

Поступила в редакцию 13.05.2015

ВОССТАНОВЛЕНИЕ СВАРКОЙ цельнолитых узлов и деталей производственного оборудования



Контакты: ИЭС им.Е.О. Патона,
факс: (044) 528-04-86, E-mail: office@paton.kiev.ua