

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ МИРОВОГО И РЕГИОНАЛЬНЫХ РЫНКОВ СВАРОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ (Обзор)*

А. А. МАЗУР, С. В. ПУСТОВОЙТ, О. К. МАКОВЕЦКАЯ, Н. С. БРОВЧЕНКО, В. С. ПЕТРУК
ИЭС им. Е. О. Патона НАНУ. 03680, г. Киев-150, ул. Боженко, 11. E-mail: office@paton.kiev.ua

Электродуговая сварка является одной из базовых технологий индустриальной экономики, с ее помощью создается значительная доля ВВП промышленно развитых стран. Для таких стран характерно устойчивое развитие сварочного производства, которое определяется ростом потребления конструкционных материалов, появлением на рынке новых материалов, технологий и оборудования для сварки. Основным конструкционным материалом для изготовления сварных конструкций является сталь, поэтому состояние индустрии ее производства во многом определяет динамику развития сварочного производства. Экономико-статистическая информация о развитии мирового производства и потребления стали, динамике мирового рынка сварочных материалов позволяет сделать вывод об увеличении объемов сварочного производства в мире в обозримом будущем и росте спроса на сварочные материалы. В настоящее время стоимостный объем мирового рынка сварочных материалов составляет почти половину объема рынка сварочной техники. Рост потребления сварочных материалов в мире определяется темпами развития сварочного производства в Китае, намного опережающего в этом отношении остальные страны и регионы. За счет сокращения доли ручной дуговой сварки и более широкого применения полуавтоматической и автоматической сварки постоянно повышается уровень механизации и автоматизации дуговой сварки как в отдельных странах, так и по миру в целом. Библиогр. 12, табл. 5, рис. 9.

Ключевые слова: сварка, сварочное производство, конструкционные и сварочные материалы, технологии, производство стали, рынок, состояние, перспективы

Электродуговая сварка, ставшая в XX веке одной из базовых технологий индустриальной экономики, и сегодня не потеряла своего значения. Она является ключевым способом создания неразъемных соединений металлов и неметаллов, обеспечивая создание значительной доли ВВП промышленно развитых стран [1–3]. Невозможно представить современную цивилизацию без сварки и других родственных ей процессов. Если вдруг развалится все сварные, паяные и другие неразъемные соединения, человечество останется без большинства машин, механизмов и других средств производства и связи, без транспорта, энергии, зданий и сооружений, без привычной для нас бытовой техники, без космоса. И даже без компьютеров, современной электроники и других материальных элементов IT-технологий, без которых невозможно создание информационного общества – общества будущего.

Стратегии развития национальных сварочных производств на среднесрочную перспективу практически не имеют резких отличий и ориентированы на решение актуальных задач: увеличение объемов и расширение областей применения сварки и родственных технологий, повышение производительности сварки при одновременном обеспечении высокого качества соединений; рост уров-

ня механизации и автоматизации сварочных работ, снижение энергопотребления и затрат на сварку и родственные технологии; расширение применения в сварных конструкциях и сооружениях новых прогрессивных металлических, композитных и неметаллических материалов.

Устойчивое и эффективное развитие сварочных производств в промышленных странах базируется на использовании результатов фундаментальных и прикладных исследований, высоком научно-инженерном потенциале, квалифицированных трудовых ресурсах и активном трансфере высоких сварочных технологий и других инноваций.

Отсюда то внимание, которое уделяется во всем мире развитию сварочной науки и техники, совершенствованию технологических процессов сварки, в том числе дуговой сварки плавлением. По мнению отечественных и зарубежных специалистов, она и в обозримом будущем останется ведущим способом создания неразъемных соединений (табл. 1).

Научно- и инженероемкое сварочное производство носит межотраслевой характер, а в металлообрабатывающих отраслях и в строительстве это, как правило, самостоятельный производствен-

По материалам доклада, представленного на VIII Международной конференции «Сварочные материалы», Киев, ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины, 16–18 июня 2014 г.

© А. А. Мазур, С. В. Пустовойт, О. К. Маковецкая, Н. С. Бровченко, В. С. Петрук, 2014



Таблица 1. Развитие европейского рынка сварочной техники и технологий (на ближайшие 10 лет)

| Технологический сектор рынка | Без изменений или незначительный прирост | Прирост | Значительный прирост |
|--|--|---------|----------------------|
| Дуговая сварка плавящимся электродом | | X | |
| Дуговая сварка неплавящимся электродом | X | X | |
| Дуговая сварка под флюсом и электрошлаковая сварка | X | X | |
| Плазменно-дуговая сварка | X | X | |
| Лазерная сварка | | X | X |
| Электронно-лучевая сварка | | X | X |
| Контактная точечная и шовная сварка | X | X | |
| Контактная стыковая сварка | | X | X |
| Сварка трением | X | X | |
| Ультразвуковая сварка | | X | X |
| Высокочастотная сварка | | X | X |
| Пайка | | X | |
| Склеивание | | X | X |
| Механическое соединение | X | X | |

но-технологический сектор, тесно интегрированный в общий производственный процесс.

Основными конструкционными материалами для сварных конструкций являются сталь (93...95%), алюминий, титан и другие цветные металлы и пластмассы (суммарно 5...7%), поэтому развитие индустрии производства стали является одним из главнейших факторов, определяющих состояние и динамику развития сварочного производства не только сегодня, но и в обозримом будущем.

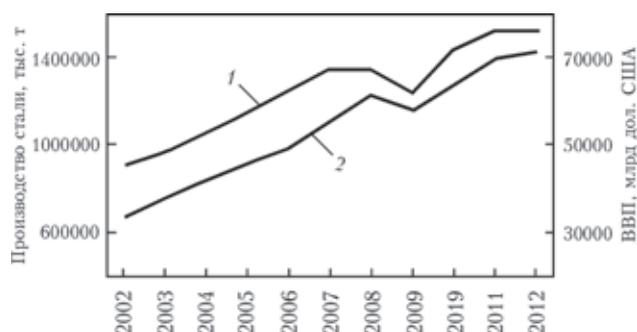


Рис. 1. Динамика мировых показателей производства стали (1) и ВВП (2)

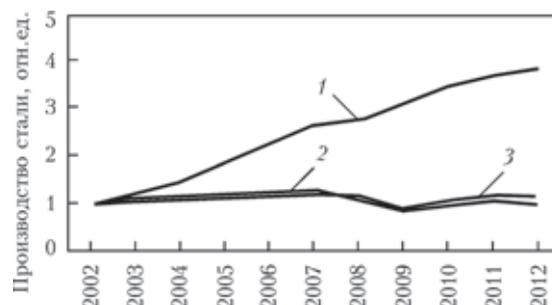


Рис. 2. Производство стали в Китае (1), Украине (2) и мире (3) (без Китая) (объем производства в 2002 г. принят за единицу)

Ни один другой материал не имеет такого сочетания прочности, пластичности, гибкости и стоимости, как сталь. Вся производимая сталь становится ресурсом с неограниченным циклом использования и может быть повторно переработана.

В мировом производстве стали занято более 4 млн работников, еще 4 млн человек заняты во вспомогательных отраслях. Индустрия производства стали — вторая в мире по потреблению энергии, несмотря на то, что энергоемкость ее производства за последние 30 лет сократилась на 50%. Она является двигателем, который обеспечивает развитие мировой промышленности, а показатели отрасли отражают глобальную экономическую ситуацию [4, 5]. На рис. 1 показана тесная взаимосвязь между мировым производством стали, стального проката и ВВП. За последнее десяти-



Рис. 3. Распределение мирового объема потребления стали по регионам (а) и по отраслям промышленности (б) в 2012 г.

Таблица 2. Распределение потребления стали по отраслям в мире, Китае и ЕС (%)

| Отрасль | Мир | Китай | ЕС |
|----------------|-----|-------|----|
| Строительство | 48 | 50 | 38 |
| Машиностроение | 23 | 19,2 | 24 |
| Транспорт | 11 | 7,1 | 12 |
| Судостроение | 6 | 4,3 | 2 |
| Нефть и газ | 7 | 7,1 | 12 |
| Прочие | 5 | 7,1 | 8 |

летие мировой объем выпуска стали увеличился в 1,7 раза, ВВП — более чем в 2 раза. В среднем на каждые 100 дол. США прироста ВВП необходимо изготовить 2 кг стали.

В 2012 г. по данным World Steel Association (WSA) потребление стали в мире составило 218 кг на одного человека, в том числе в Китае — 500 кг, ЕС — 340, России — 330, США — 310, Украине — 160, Африке — 30.

Китай с 1996 г. является мировым лидером в производстве стали. В 2012 г. его доля составила 46 % (731 млн т) мирового объема. Второе место заняла Япония, третья — США. Украина в 2012 г. по сравнению с 2011 г. уменьшила производство стали на 2,4 млн т и снизилась на две позиции в рейтинге крупнейших производителей, став десятой с показателем 32,9 млн т [6].

На рис. 2 показана динамика роста производства стали в Китае, Украине и мире (без Китая) по сравнению с 2002 г.

В табл. 2 и на рис. 3 показано распределение мирового объема потребления стали по регионам и по отраслям промышленности.

Структура потребления стального металлопроката по маркам стали, приведенная на рис. 4, свидетельствует о том, что 94,9 % металлопроката выпускается с использованием углеродистой и низкоуглеродистой стали — основного конструкционного материала, используемого при сварке.

Несмотря на то, что индустрия производства стали сталкивается с большим количеством препятствий, таких, как избыточные мощности, волатильность сырьевых и энергетических рынков, риски протекционистской политики, сталь и в дальнейшем остается одним из наиболее важных материалов для современной экономики.

По оценкам экспертов World Steel Association, а также экспертов Международного института чугуна и стали (IISI), к 2025 г. спрос на сталь увеличится до 2,3 млрд т в год. Среднегодовые темпы роста в 2014–2025 гг. составят 3,7 %. На строительный сектор будет приходиться 64 % потребления стали, автомобилестроение — 17 %, производство технологических машин и оборудования (машиностроение) — 15 %.

До 2025 г. 90 % ожидаемого увеличения потребления стали обеспечат следующие отрасли:

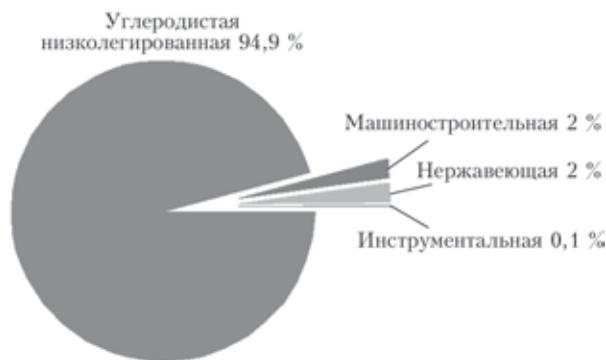


Рис. 4. Структура потребления металлопроката в 2012 г.

- ♦ строительство жилья, инфраструктурные проекты в странах с развивающейся экономикой (68 % роста);
- ♦ технологическое машиностроение (13 %);
- ♦ нефтегазовые и другие трубы (9 %).

Приведенная выше информация о состоянии и перспективах развития индустрии производства стали позволяет утверждать, что объемы сварочного производства в обозримом будущем будут возрастать и, соответственно, будет увеличиваться рынок сварочных материалов.

Можно ожидать, что к 2025 г. объемы потребления металлопроката могут достигнуть 2500 млн т, сварочных материалов — 11 млн т. Основанием для такого утверждения могут служить приведенные на рис. 5 данные о мировом потреблении металлопроката, сварочных материалов и массы наплавленного при сварке металла за 1998–2012 гг., а также приведенные выше данные о росте к 2025 г. спроса на сталь.

Наиболее ярким примером, подтверждающим общую тенденцию зависимости между ростом потребления стали и общим экономическим уровнем стран, которым присущ высокий темп роста ВВП, является Китай (см. рис. 2), который в последние годы имеет самый высокий и устойчивый темп прироста ВВП (8...10 %) и занимает первое

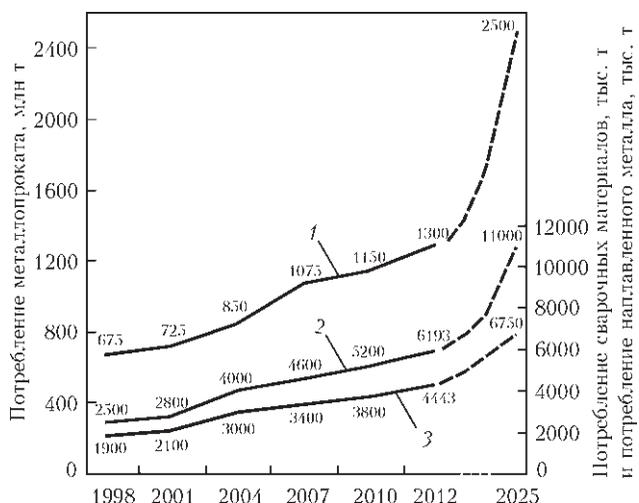


Рис. 5. Мировое потребление металлопроката (1), сварочных материалов (2) и наплавленного металла (3)



ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ РАЗДЕЛ

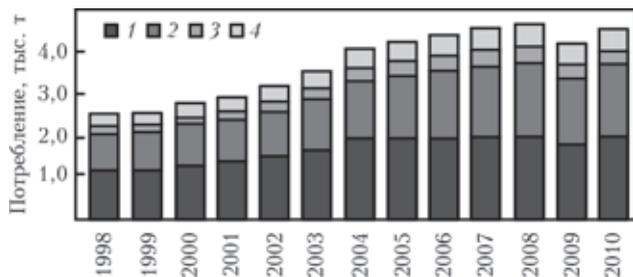


Рис. 6. Динамика потребления по основным видам сварочных материалов, тыс. т (1 — электроды; 2 — сплошная проволока; 3 — проволока для сварки под флюсом; 4 — порошковая проволока)

место в мире по объему и темпам прироста потребления стали [7]. Доля этой страны в мировом потреблении стали возросла с 20,1 % в 2002 г. до 46 % в 2012 г.

В качестве другого примера могут быть приведены страны ЕС, у которых прирост потребления стали составляет 1...3 %. Такое умеренное развитие потребительского рынка стали соответствует и умеренному росту ВВП в этих странах, в среднем 2...3 % в год.

В мировой научно-технической литературе иногда смешивают два понятия: «сварочные материалы» и «материалы для сварки», что ведет к недоразумениям при сопоставлении статистических показателей. К первым относятся материалы, большая часть которых в процессе сварки переходит в состав металла сварного шва (для дуговой сварки это сплошные и порошковые проволоки, покрытые и другие плавящиеся электроды, флюсы), а вторые — это защитные активные и инертные газы и другие материалы, в том чис-

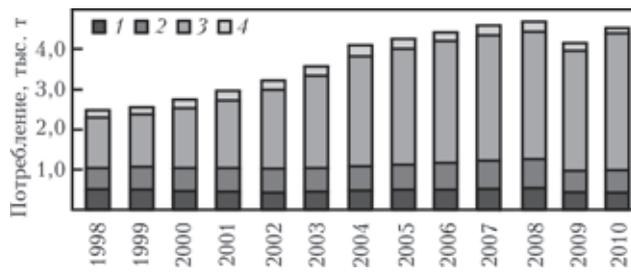


Рис. 7. Динамика потребления сварочных материалов по основным регионам, тыс. т: 1 — Северная Америка; 2 — Европа; 3 — Азия; 4 — другие регионы

Таблица 3. Потребление сварочных материалов в мире и регионах, странах [10, 11]

| Страна, регион | Расход сварочных материалов, тыс. т | |
|--------------------------|-------------------------------------|---------|
| | 2011 г. | 2012 г. |
| Мир | 5945,6 | 6193 |
| Китай | 3000 | 3200 |
| ЕС | 570 | 550 |
| Северная Америка | 430 | 430 |
| Япония | 285 | 283 |
| Индия | 260 | 270 |
| Корея | 230 | 240 |
| Россия, СНГ | 220 | 230 |
| в том числе Украина | 69 | 63 |
| Латинская Америка | 210 | 220 |
| Ближний и Средний Восток | 180 | 190 |
| Африка | 140 | 150 |
| Тайвань | 80 | 80 |
| АСЕАН | 270 | 280 |
| Прочие | 70 | 70 |

ле вспомогательные, которые принимают участие в обеспечении процессов сварки. Можно спорить об отнесении к сварочным материалам сварочных

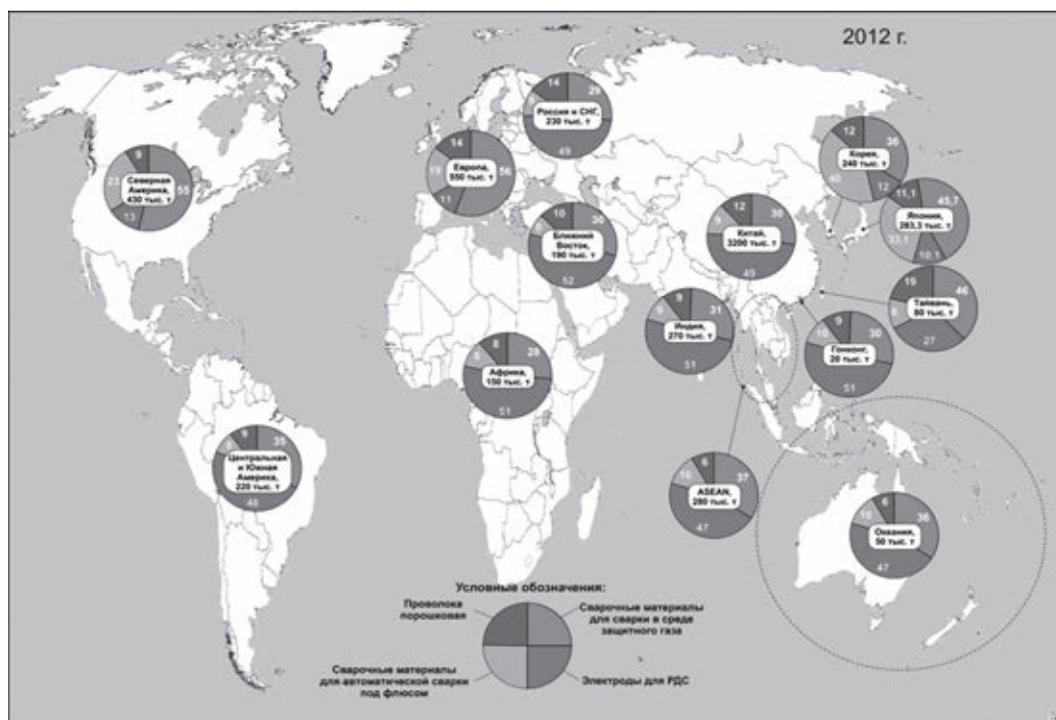


Рис. 8. Потребление сварочных материалов в мире и регионах в 2012 г.

Таблица 4. Технологическая структура способов дуговой сварки в мире (% по наплавленному металлу)

| Страна | Способ сварки | Годы | | | | | | |
|-----------------|-----------------|------|------|------|------|------|------|-------|
| | | 1965 | 1975 | 1985 | 1995 | 2000 | 2005 | 2012* |
| Западная Европа | РДС | 74 | 58 | 34 | 18 | 15 | 12 | 8,9 |
| | CO ₂ | | 31 | 56 | 70 | 71 | 75 | 63,9 |
| | ПП | | 2 | 3 | 6 | 6,5 | 6,5 | 19,1 |
| | АФ | | 9 | 7 | 6 | 7,5 | 6,5 | 8,1 |
| США | РДС | 71 | 53 | 42 | 25 | 19,5 | 15 | 10,3 |
| | CO ₂ | | 25 | 38 | 54 | 54 | 58,5 | 61,4 |
| | ПП | | 13 | 13 | 19 | 19 | 19,5 | 22,1 |
| | АФ | | 9 | 7 | 7 | 7,5 | 7 | 6,2 |
| Япония | РДС | 85 | 67 | 44 | 22 | 14 | 12 | 7,3 |
| | CO ₂ | | 20 | 39 | 52 | 54 | 54,5 | 49,5 |
| | ПП | | 1 | 11 | 25 | 25 | 27 | 35,9 |
| | АФ | | 9 | 10 | 7 | 7 | 6,5 | 7,3 |
| Украина | РДС | 65,6 | 52,4 | 44,9 | 65,1 | 66,6 | 64,8 | 48,9 |
| | CO ₂ | 9,5 | 23,7 | 35 | 26,5 | 23,3 | 16,1 | 32,5 |
| | ПП | 0,5 | 3,2 | 3,4 | 0,9 | 0,5 | 3,2 | 1,4 |
| | АФ | 27 | 20,7 | 16,7 | 7,5 | 9,6 | 15,9 | 17,2 |

* Данные из «The Japan Welding News For The World» и ИЭС им. Е. О. Патона.

флюсов, но это сложившаяся у нас практика. Поэтому в дальнейшем мы будем использовать именно такое толкование термина «сварочные материалы», хотя в ряде стран национальная статистика учитывает именно «материалы для сварки», что следует иметь в виду при международных сопоставлениях соответствующих показателей.

В стоимостном объеме мирового рынка сварочной техники, по оценке специалистов фирмы «ESAB», сварочные материалы составляли в 1996 г. 70 %, сварочное оборудование 30 %. К 2006 г. соотношение этих показателей соответственно было 45 и 55 %. В настоящее время можно считать, что стоимостный объем мирового рынка сварочных материалов составляет около половины всего объема рынка сварочной техники.

На рис. 6 и 7 приведены данные компании «ESAB» об объемах потребления по основным видам сварочных материалов и регионам [8, 9].

Мы периодически выборочно сопоставляем наши данные с данными «ESAB» и японскими данными, ежегодно публикуемыми в «The Japan Welding News For The World» [10, 11], чтобы быть уверенными в их достоверности.

Данные корпорации «ESAB» в достаточной степени близки к тем результатам, которые мы получаем в ходе своих исследований. То же можно сказать и о японских данных (табл. 3 и рис. 8). Достоинство последних заключается в более широком охвате регионов и, самое главное, в регулярности и оперативности опубликования в печати.

Мировой объем потребления сварочных материалов, который в 2011 г. составил 5946 тыс. т, в 2012 г. вырос на 4,2 % и достиг 6193 тыс. т. Рост мирового объема потребления сварочных мате-

риалов определялся темпами развития сварочного производства Китая, намного опережающего в этом отношении остальные регионы. На Китай в 2012 г. приходилось 51,7 % всего мирового потребления сварочных материалов (3200 тыс. т). Далеко отстали страны ЕС — 8,9 % (550 тыс. т) и Северная Америка (США, Канада, Мексика) — 6,9 % (430 тыс. т).

От 300 до 200 тыс. т в год потребляют Япония (283 тыс. т), АСЕАН (280 тыс. т), Индия (270 тыс. т), Корея (240 тыс. т), страны СНГ (230 тыс. т), Латинская Америка (210 тыс. т). Ближний и Средний Восток (190 тыс. т), Африка (150 тыс. т). Замыкают этот список регионов Тайвань (80 тыс. т) и прочие более мелкие страны с суммарным потреблением 70 тыс. т.

Наличие достоверной и полной информации об объемах потребления сварочных материалов позволяет определить видовую структуру применяемых в мире, регионах и в конкретной стране способов дуговой сварки плавлением. Обычно в качестве критерия используется масса напла-

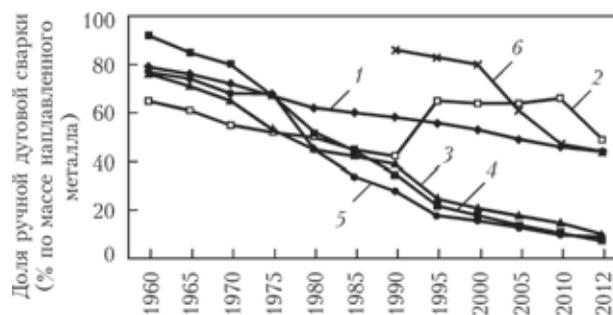


Рис. 9. Доля ручной дуговой сварки в мире: 1 — Россия; 2 — Украина; 3 — США; 4 — Япония; 5 — Западная Европа; 6 — Китай (2012 г. — по данным «The Japan Welding News For The World» и ИЭС им. Е. О. Патона)



Таблица 5. Структура способов дуговой сварки по миру, регионам и странам в 2012 г. (% по массе наплавленного металла)

| Страна | Способ сварки | | | |
|--------------------------|---------------|-----------------|------|------|
| | РДС | СО ₂ | ПП | АФ |
| Мир | 33,7 | 44,4 | 14 | 7,9 |
| Китай | 43,7 | 38,4 | 9,3 | 8,7 |
| ЕС | 8,9 | 63,9 | 19,1 | 8,1 |
| Северная Америка | 10,3 | 61,4 | 22,1 | 6,2 |
| Япония | 7,3 | 49,5 | 35,9 | 7,3 |
| Индия | 45 | 39,4 | 9,2 | 6,5 |
| Корея | 9,6 | 43 | 40 | 7,5 |
| Россия, СНГ | 44 | 38,7 | 7,1 | 10,3 |
| Украина | 48,9 | 32,5 | 1,4 | 17,2 |
| Латинская Америка | 41,8 | 30,9 | 8 | 6,4 |
| Ближний и Средний Восток | 46,5 | 38,5 | 8,2 | 7,3 |
| Африка | 51,2 | 36,2 | 7,1 | 5,9 |
| Тайвань | 21,6 | 54,8 | 18,8 | 5,2 |
| АСЕАН | 40,3 | 45,8 | 10,1 | 4,2 |
| Прочие | 44,4 | 42,5 | 7,7 | 6,8 |

ленного металла, с помощью которого в процентах определяется доля ручной дуговой сварки покрытыми электродами (РДС), сварки сплошной электродной проволокой в защитных газах (СО₂), сварки порошковой проволокой (ПП) и автоматической сварки под флюсом (АФ).

Отделом экономических исследований ИЭС с момента его создания в 1965 г. ведутся постоянные исследования технологической структуры способов дуговой сварки в ряде стран, результаты которых приведены в табл. 4 и рис. 9.

Наличие более полных японских данных о мировом и региональном потреблении сварочных материалов (рис. 8) позволило установить структуру использования способов дуговой сварки по ведущим странам, регионам и по миру в целом (табл. 5).

Использование в табл. 4 и на рис. 9 данных «The Japan Welding News For The World» по 2012 г. (табл. 5) показывает, что они достаточно точно встраиваются в динамику показателей по данным ИЭС, что свидетельствует о весьма высокой степени достоверности информации обоих источников.

Информация, приведенная на рис. 9, свидетельствует, что доля ручной дуговой сварки, составлявшая в 1965 г. в ведущих странах 80...90 %, за 25 лет снизилась вдвое и в 1990 г. была на уровне 35...45 %. Супероптимисты технического прогресса в сварочном производстве настаивали тогда, что за следующие 25 лет доля ручной дуговой сварки покрытыми электродами практически будет равна нулю или ненамного выше. Мы в своих прогнозах считали, что этот способ сварки и в обозримом будущем будет иметь право на существование, а его доля составит около 20 %. Как видим, в прогнозах ошиблись не только супе-

роптимисты, но и мы — на сегодня доля ручной дуговой сварки в Японии составляет 7,3 %, в ЕС — 8,9 %, в Южной Корее — 9,6 % и в Северной Америке (США, Канада и Мексика) — 10,3 %. В целом по миру доля ручной дуговой сварки постоянно снижается и в 2012 г. составляла 33,7 %, в основном за счет Китая (43,7 %), Индии (45 %), СНГ (44 %) и остальных стран, где доля ручной дуговой сварки составляет 22...52 %.

Доля сварки в защитных газах в целом по миру составляет 44 %. Лидерами в использовании этого способа сварки являются ЕС (63,9 %), США (61,4 %), Тайвань (54,8 %) и Япония (49,5 %). Лидерами в использовании сварки порошковой проволокой являются Южная Корея (40 %), Япония (35,9 %) и США (22,1 %). В целом по миру сварка порошковой проволокой составила в 2012 г. 14 %.

Автоматическая сварка под флюсом, которая в целом по миру составляет всего 7,9 % наплавленного при сварке металла, наиболее широко применяется в Украине (17,2 %), России (10,3 %), Китае (8,7 %) и в ЕС (8,1 %). За последние 40 лет доля автоматической сварки под флюсом практически стабильна, ее колебания составили: в ЕС от 6 до 8,1 %; в США от 9 до 6,2 %; в Японии от 9 до 7,3 %; в Украине от 20,7 до 17,2 %.

В заключение можно отметить, что сварка является базовой технологией во многих отраслях промышленности и строительстве. Для промышленно развитых стран характерна достаточно устойчивая динамика развития сварочного производства и сварочного рынка, которая определяется стабильным ростом потребления конструкционных материалов и расширением их сортамента, а также появлением на сварочном рынке новых прогрессивных материалов, технологий и оборудования для сварки и связанных с ней процессов.

Экономико-статистическая информация о состоянии и перспективах развития мирового производства и потребления стали – основного конструкционного материала при изготовлении сварных металлоконструкций, а также динамика мирового рынка сварочных материалов позволяют утверждать, что объемы мирового сварочного производства в ближайшем будущем будут расти. Соответственно, невзирая на временные кризисные явления на отдельных региональных рынках, будет расти спрос на сварочные материалы.

Уровень механизации и автоматизации сварочных работ, который определяется, главным образом, объемом применения ручной дуговой сварки, постоянно повышается за счет сокращения ее доли и роста массы наплавленного металла с помощью полуавтоматической и автоматической сварки в среде защитных газов, а также порошковой проволокой.

1. *Бернадский В. Н., Мазур А. А.* Состояние и перспективы мирового сварочного рынка // Автомат. сварка. – 1999. – № 11. – С. 49–55.
2. *Бернадский В. Н., Маковецкая О. К.* О вкладе сварки в экономику США // Там же. – 2004. – № 3. – С. 32–38.
3. *Бернадский В. Н., Маковецкая О. К., Мазур А. А.* Сварочное производство и рынок сварочной техники в совре-

менной экономике // Докл. VII Междунар. симпозиума «Сварка и родственные технологии». – Минск, 26 марта 2008 г. – Минск: Ин-т сварки и защитных покрытий, 2008. – С. 5–9.

4. *World Steel Association.* Steel Statistical Yearbook 2013. Режим доступа: <http://www.worldsteel.org/dms/internetDocumentList/statistics-archive/yearbook-archive/Steel-Statistical-Yearbook-2013/document/Steel-Statistical-Yearbook-2012.pdf>
5. *СВЭСТА–2010.* Режим доступа: <http://paton.kiev.ua/images/stories/svesta/pdf/swesta-2010.pdf>
6. *World Steel Association.* World steel in figures 2014. Режим доступа: <http://www.worldsteel.org/dms/internetDocumentList/bookshop/World-Steel-in-Figures-2014/document/World%20Steel%20in%20Figures%202014%20Final.pdf>
7. *Ма Пун.* Исследования рыночной среды технологий сварочных производств: мировые тенденции и опыт Китая. Режим доступа: old.nuwm.rv.ua/methods/asp/vd/v39ek24.doc
8. *Pekkari B.* The welding world in changing // Lume sudarii. – 2006. – № 2. – P. 3–12.
9. *Мидельдорф К., Д. фон Хофе.* Тенденции развития технологий соединения материалов // Мир техники и технологий. – 2009. – № 11. – С. 12–16.
10. *Worldwide demand for welding consumables // The Japan Welding News For The World Spring Issue 2012 – Vol. 16 – No. 59. – P. 5.*
11. *Worldwide demand for welding consumables // The Japan Welding News For The World Spring Issue 2013 – Vol. 17 – No.63. – P. 6.*
12. *Мазур О. А., Петрук В. С., Любовна Л. Б.* та ін. Економіко-статистичний огляд зварювального виробництва і ринку зварювальної техніки України в 1990–2012 роках. – К.: ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України, 2013. – 71 с.

Поступила в редакцию 02.09.2014

Технологический комплекс для переплава отвальных шлаков производства ферросплавов и цветных металлов

В НТК «Институт электросварки им. Е. О. Патона» разработан технологический комплекс для электрошлакового переплава отвальных шлаков.

Технологический комплекс включает:

- ◆ электрошлаковую тигельную печь;
- ◆ источник питания;
- ◆ блок управления;
- ◆ газоочистной аппарат.

Утилизация отвальных шлаков методом электрошлакового переплава позволяет снизить антропогенное воздействие на окружающую среду и получить полезные компоненты, содержащиеся в отходах.

Электрошлаковая печь представляет собой плавильный агрегат, в котором плавка шихтовых материалов производится в футерованном тигле с подовым электродом в нижней части. Вторым токоподводящим электродом печи служит подвижной электрод диаметром 100...150 мм. Источник питания постоянного тока построен по модульному принципу и состоит из нескольких однотипных независимых выпрямителей. Аппаратура управления комплекса размещена в шкафу управления, а органы управления и измерительные приборы — на пульте управления. Газоочистной аппарат оснащен рукавами из фильтровального лавсана и снабжен блоком автоматического управления и тягодутьевыми средствами.

Технологический комплекс электрошлакового переплава, установленный на Стахановском ферросплавном заводе, обеспечивает получение ферросилиция марок ФС20, ФС25, ФС45 и ФС65 с пониженным содержанием серы и фосфора. Вторичный шлак не содержит металлических включений, экологически безопасен и пригоден для производства строительных материалов.

