

СВАРКА И НАПЛАВКА МЕДИ И СПЛАВОВ НА ЕЕ ОСНОВЕ

*Тематическая подборка статей,
опубликованных в 1953–2013 гг.*

Международная ассоциация «Сварка»
Киев 2013

УДК 621.791:669.3

Сварка и наплавка меди и сплавов на ее основе / Составители: В.М. Илюшенко, Е.П. Лукьянченко. — Киев: Международная ассоциация «Сварка», 2013. — 396 с.

Сборник включает основные публикации — статьи, доклады, информационные материалы и изобретения в области сварки и наплавки меди и ее сплавов за период с 1953 по 2013 гг., авторами которых являлись в основном сотрудники Института электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины.

В представленных материалах освещен широкий круг вопросов разработки прогрессивных технологических процессов сварки и наплавки этих материалов и опыт их производственного применения в различных отраслях промышленности.

Сборник может быть полезен инженерно-техническим работникам сварочного производства, а также специалистам, развивающим исследования в этой области.

Редактор: *Т.В. Юштина*

Компьютерная верстка: *Т.Ю. Снегирева, А.И. Сулима*

Дизайн обложки: *Д.И. Середа*

ISBN 978-966-96309-1-9

© Международная ассоциация «Сварка», 2013

Подписано в печать 18.07.2013. Формат 70×100/16. Бум. офс. Офс. печ. Гарн. Эриал Кир. Усл. печ. л. 32. Усл. кр.-отт. 32. Уч.-изд. л. 28,3. Тираж 250 экз.
Отпечатано в типографии ООО «Фирма «Эссе». 03142, г. Киев, просп. Акад. Вернадского, 34/1.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|-----|
| <i>Предисловие</i> | 9 |
| <i>Подгаецкий В.В.</i> Сварка под флюсом меди и ее сплавов металлическим электродом | 13 |
| <i>Подгаецкий В.В.</i> Некоторые особенности сварки меди под флюсом металлическим электродом | 29 |
| <i>Подгаецкий В.В., Опанасенко С.И.</i> Сравнение способов механизированной наплавки алюминиевой бронзы | 39 |
| <i>Кореньюк Ю.М.</i> Автоматическая сварка толстолистовой меди под флюсом | 47 |
| <i>Подгаецкий В.В., Джевага И.И.</i> Влияние легирующих элементов на свариваемость меди под флюсом | 55 |
| <i>Подгаецкий В.В., Илюшенко В.М.</i> Флюс АН-М2 для наплавки бронзы на сталь | 63 |
| <i>Кореньюк Ю.М.</i> Об отделимости шлаковой корки при сварке меди под силикатными флюсами | 64 |
| <i>Кореньюк Ю.М.</i> Выбор режима сварки стыковых соединений толстолистовой меди под флюсом | 71 |
| <i>Илюшенко В.М., Опанасенко С.И.</i> Порошковые проволоки для механизированной наплавки и сварки алюминиевой и оловянной бронзы | 74 |
| <i>Илюшенко В.М., Опанасенко С.И., Фишкис М.М., Левченко В.И.</i> Механизированная заварка дефектов литья оловянистой бронзы | 77 |
| <i>Хмель Г.П., Красненко Е.Г., Илюшенко В.М., Опанасенко С.И.</i> Наплавка изношенных бронзовых деталей металлургического оборудования | 82 |
| <i>Илюшенко В.М., Босак Л.К., Гришин Л.И.</i> Автоматическая сварка под флюсом меди со сталью больших толщин | 88 |
| <i>Илюшенко В.М., Подгаецкий В.В., Седов В.Е., Опанасенко С.И.</i> Механизированная наплавка оловянно-свинцовой бронзы | 90 |
| <i>Волошкевич Г.З., Лычко И.И.</i> Электрошлаковая наплавка меди и ее сплавов на сталь | 92 |
| <i>Лычко И.И., Илюшенко В.М., Алексеенко А.П.</i> Электрошлаковая сварка толстолистовой меди | 94 |
| <i>Илюшенко В.М., Седов В.Е.</i> Керамическая добавка к флюсу для наплавки бронзы | 95 |
| <i>Илюшенко В.М., Опанасенко С.И., Хмель Г.П., Красненко Е.Г.</i> Изготовление наплавкой биметаллических червячных колес | 97 |
| <i>Босак Л.К., Илюшенко В.М., Пластинин А.И.</i> Усовершенствование технологии сварки под флюсом сплава Бр.Х больших толщин | 101 |
| <i>Илюшенко В.М., Мамыкин Э.Т., Юга А.И.</i> Антифрикционные свойства наплавленной алюминиевой бронзы | 103 |
| <i>Илюшенко В.М., Костюк А.Ф.</i> Аргонодуговая наплавка алюминиевой бронзы расщепленным электродом | 105 |

| | |
|---|-----|
| <i>Илюшенко В.М., Седов В.Е., Опанасенко С.И., Зимокос Г.Н., Калачев Д.А.</i> Биметаллические втулки конусных дробилок, наплавленные бронзой | 107 |
| <i>Илюшенко В.М., Седов В.Е.</i> Наплавка оловянно-свинцовой бронзы на сталь расщепленным электродом | 109 |
| <i>Илюшенко В.М.</i> Взаимодействие металла и шлака при наплавке бронзы ленточным электродом | 115 |
| <i>Илюшенко В.М., Седов В.Е., Мамыкин Э.Т., Юга А.И.</i> Антифрикционные свойства и износостойкость наплавленной оловянно-свинцовой бронзы | 121 |
| <i>Илюшенко В.М., Кулик В.М., Артеменко Г.С., Гольдман Л.Д., Пикуш М.С.</i> Механизи- рованная сварка фурм кислородного дутья мартеновских печей | 126 |
| <i>Колесниченко Л.Ф., Мамыкин Э.Т., Юга А.И., Илюшенко В.М., Седов В.Е.</i> Способ улучшения антифрикционных свойств наплавленной бронзы | 128 |
| <i>Илюшенко В.М., Седов В.Е., Олейник А.М., Гаркуша А.Ф.</i> Изготовление наплавкой биметаллических сталь-бронза втулок конусных дробилок | 134 |
| <i>Щелкунов Ю.А., Новосельцев Ю.Г., Быховский Д.Г., Фридлянд М.Г., Бродский М.Ш., Данилов А.И.</i> Газодуговая сварка крупногабаритных кристаллизаторов | 135 |
| <i>Шипулин А.П., Зобнина К.Г., Босак Л.К.</i> Сварка под флюсом крупногабаритных изложниц для вакуумных дуговых печей | 141 |
| <i>Гуревич С.М., Илюшенко В.М., Алексеенко А.П., Лычко И.И.</i> Электрошлаковая сварка меди больших сечений | 144 |
| <i>Шипулин А.П., Зобнина К.Г., Босак Л.К., Илюшенко В.М.</i> Влияние титана на пла- стичность металла шва при сварке СПЛАВА Бр.Х 08 под флюсом | 148 |
| <i>Гуревич С.М., Илюшенко В.М., Босак Л.К., Шипулин А.П., Зобнина К.Г., Ионин Г.А.</i> Сварка под флюсом медных изложниц кристаллизаторов | 152 |
| <i>Илюшенко В.М., Костенко Ю.И., Костюк А.Ф., Алексеенко В.И., Псарас Г.Г., Чепурной А.Д.</i> Сварка меди плавящимся электродом погруженной дугой в азоте | 160 |
| <i>Илюшенко В.М., Седов В.Е., Аношин В.А., Новосельцев Ю.Г., Иванютенко Н.А., Тюленев В.П.</i> Усовершенствование технологии плазменно-дуговой сварки изделий из меди и хромовой бронзы больших толщин | 162 |
| <i>Илюшенко В.М., Костюк А.Ф., Петров В.С., Ионин Г.А.</i> Серийное производство унифицированных цельносварных воздушных фурм доменных печей | 166 |
| <i>Илюшенко В.М., Патон В.Е., Вовк В.И., Костенко Ю.И., Элькин Г.Г.</i> Сварка выводов якорных обмоток с коллекторными пластинами мощных электрических машин | 168 |
| <i>Илюшенко В.М.</i> Металлургические особенности сварки плавлением меди и низко- легированных сплавов на ее основе | 170 |
| <i>Илюшенко В.М., Аношин В.А., Бондаренко А.Н.</i> Исследование свариваемости меди и некоторых ее сплавов | 172 |
| <i>Илюшенко В.М., Седов В.Е., Гуревич С.М., Маряхина Т.В., Наумов Ю.Г.</i> Аргано- дуговая сварка меди с применением активирующих флюсов | 174 |
| <i>Илюшенко В.М., Костенко Ю.И., Костюк А.Ф.</i> Исследование процесса сварки меди погруженной дугой | 175 |
| <i>Гуревич С.М., Илюшенко В.М., Аношин В.А., Левандовская С.А., Витман Д.В.</i> Исследование и разработка новых высокопроизводительных электродов для сварки меди | 176 |

| | |
|--|-----|
| <i>Илюшенко В.М.</i> Прогрессивные методы электродуговой наплавки медных сплавов на сталь | 178 |
| <i>Лычко И.И.</i> Электрошлаковая наплавка меди и ее сплавов на сталь в нижнем положении | 180 |
| <i>Иванютенко Н.А., Тюленев В.П., Черепанов А.К., Новосельцев Ю.Г.</i> Изготовление сварных крупногабаритных медных кристаллизаторов на НЗЭТО | 181 |
| <i>Брахнова И.Т., Мосендз С.А.</i> Гигиеническая характеристика условий труда при сварке меди | 183 |
| <i>Алексееенко В.И., Псарас Г.Г., Илюшенко В.М.</i> Перенос металла при сварке меди плавящимся электродом в защитных газах | 186 |
| <i>Краев А.Б., Нохрин Б.Р., Илюшенко В.М., Костюк А.Ф.</i> Сварка медных изложниц кристаллизаторов электродами АНЦ-1 | 189 |
| <i>Илюшенко В.М., Костенко Ю.И., Аношин В.А., Алексееенко В.И.</i> Особенности сварки меди плавящимся электродом погруженной дугой | 192 |
| <i>Илюшенко В.М.</i> Развитие сварки плавлением тяжелых цветных металлов и сплавов | 196 |
| <i>Илюшенко В.М., Аношин В.А., Бондаренко А.Н., Николаев А.К., Гаськова В.Л.</i> Исследование влияния примесей и ряда легирующих элементов на образование трещин при сварке меди | 202 |
| <i>Илюшенко В.М., Аношин В.А., Бондаренко А.Н., Вайнерман А.Е., Чумакова И.В.</i> Некоторые вопросы свариваемости сложнолегированных медных сплавов | 206 |
| <i>Гуревич С.М., Илюшенко В.М., Босак Л.К., Седов В.Е.</i> Особенности технологии сварки крупногабаритных изложниц кристаллизаторов | 211 |
| <i>Алексееенко В.И., Псарас Г.Г., Илюшенко В.М.</i> Технологические особенности сварки панельных медных кристаллизаторов | 215 |
| <i>Илюшенко В.М., Костенко Ю.И., Костюк А.Ф., Николаев А.К.</i> Сварка шин из кислородсодержащей меди | 218 |
| <i>Илюшенко В.М., Васильченко В.В., Седов В.Е.</i> Влияние некоторых фторидов на проплавление меди при аргонодуговой сварке | 219 |
| <i>Илюшенко В.М., Аношин В.А., Бондаренко А.Н., Николаев А.К.</i> Свариваемость меди, раскисненной фосфором | 222 |
| <i>Илюшенко В.М.</i> Свариваемость технических марок меди | 225 |
| <i>Аношин В.А., Костенко Ю.И., Николаев А.К., Егоров И.Е.</i> Новые электродные материалы для дуговой сварки меди | 232 |
| <i>Илюшенко В.М., Седов В.Е., Васильченко В.В.</i> Некоторые особенности механизированной сварки меди в среде защитных газов | 240 |
| <i>Босак Л.К.</i> Особенности технологии сварки под флюсом замкнутых швов на крупногабаритных изделиях из меди больших толщин | 246 |
| <i>Иванютенко Н.А., Тюленев В.П., Кондрюков А.С., Новосельцев Ю.Г.</i> Опыт изготовления сварных узлов и конструкций из меди и ее сплавов для электротермического оборудования | 251 |
| <i>Илюшенко В.М., Аношин В.А., Костюк А.Ф., Егоров И.Е., Рахманов А.Д., Сидлин З.А.</i> Разработка электродов для сварки меди | 253 |

| | |
|---|-----|
| <i>Илюшенко В.М., Босак Л.К.</i> Влияние степени окисленности флюса на пористость швов при сварке меди | 255 |
| <i>Васильченко В.В., Илюшенко В.М., Ковбасенко С.Н.</i> Электронно-лучевая сварка меди и хромовой бронзы больших толщин | 258 |
| <i>Илюшенко В.М., Васильченко В.В., Седов В.Е., Маряхина Т.В.</i> Сварка меди неплавящимся электродом с использованием флюсов-паст | 260 |
| <i>Васильченко В.В., Илюшенко В.М., Ковбасенко С.Н.</i> Технологические особенности электронно-лучевой сварки бронзы Бр.Х0,8 толщиной 40 мм | 263 |
| <i>Илюшенко В.М., Белов А.С., Кинович А.П.</i> Эффективность наплавки медных сплавов на сталь расщепленным электродом | 268 |
| <i>Илюшенко В.М., Аношин В.А., Жердев А.М., Карманчук В.И.</i> О влиянии примесей на склонность к образованию трещин при сварке меди | 273 |
| <i>Илюшенко В.М., Аношин В.А., Костенко Ю.И., Николаев А.К., Ревина Н.И.</i> Разработка низколегированных проволок для сварки меди в среде защитных газов | 276 |
| <i>Васильченко В.В., Седов В.Е.</i> Исследование особенностей применения фторидов при АДС меди | 281 |
| <i>Босак Л.К., Костенко Ю.И., Коледа В.Н.</i> Совершенствование технологии сварки фурм металлургических печей | 287 |
| <i>Илюшенко В.М., Седов В.Е., Лещинский Е.Я.</i> Установка У1036 для сварки выводов якорных обмоток с коллекторными пластинами | 290 |
| <i>Васильченко В.В.</i> Влияние угла заточки вольфрамового электрода и добавок различных фторидов на стабильность горения дуги при аргонодуговой сварке меди | 292 |
| <i>Грингауз Д.Л., Илюшенко В.М., Васильченко В.В.</i> Восстановление бронзовых облицовок гребных валов электронно-лучевым оплавлением | 299 |
| <i>Илюшенко В.М., Седов В.Е., Коледа В.Н., Григоренко Е.О.</i> Влияние дополнительной газовой защиты на пористость при наплавке медных сплавов под флюсом | 302 |
| <i>Васильченко В.В., Илюшенко В.М., Седов В.Е., Маряхина Т.В.</i> Влияние степени окисления поверхности свариваемых кромок на пористость швов при аргонодуговой сварке меди | 305 |
| <i>Бондаренко А.Н., Илюшенко В.М., Куроедов В.А., Головки Б.В., Николаев А.К., Аношин В.А.</i> Прогрессивная технология сварки медных полос при укрупнении рулонов | 312 |
| <i>Илюшенко В.М., Аношин В.А., Михайловская М.В., Судавцова В.С.</i> Влияние некоторых раскислителей на взаимодействие кислорода с жидкой медью и повышение качества сварных соединений | 315 |
| <i>Босак Л.К., Коледа В.Н.</i> Повышение стойкости швов против пористости при сварке меди под флюсом | 318 |
| <i>Васильченко В.В.</i> Оценка влияния фторидов на поверхностное натяжение меди при аргонодуговой сварке | 323 |
| <i>Белов А.С., Илюшенко В.М.</i> Проволоки с наполнителем для сварки меди | 329 |
| <i>Седов В.Е., Аржанцев В.В., Кинович А.П.</i> Особенности наплавки медных сплавов на сталь магнитоуправляемой дугой | 332 |

| | |
|--|-----|
| <i>Аношин В.А., Илюшенко В.М., Бондаренко А.Н., Ревина Н.И.</i> Свариваемость коллекторных марок меди и ее низколегированных сплавов | 336 |
| <i>Илюшенко В.М., Аношин В.А.</i> Прогрессивные методы сварки меди и ее низколегированных сплавов (Обзор) | 336 |
| <i>Илюшенко В.М., Аношин В.А.</i> Опыт применения новых сварочных материалов для сварки и наплавки меди и ее сплавов | 342 |
| <i>Илюшенко В.М., Лукьянченко Е.П.</i> Разработка флюсов-паст для сварки меди и некоторых ее сплавов | 345 |
| <i>Аношин В.А., Илюшенко В.М., Игнатенко А.И., Подола Н.В.</i> Электродные материалы для контактной точечной сварки сталей с антикоррозионным покрытием | 348 |
| <i>Илюшенко В.М., Скорина Н.В., Корчемный В.В.</i> Оценка сварочно-технологических свойств электродов для сварки и наплавки алюминиевых бронз | 349 |
| <i>Корчемный В.В., Скорина Н.В., Аношин В.А.</i> Разработка электродов для сварки и наплавки алюминиевых бронз | 352 |
| <i>Аношин В.А., Илюшенко В.М., Минакова Р.В., Гречанюк Н.И.</i> Повышение ресурса электродов контактных машин при сварке оцинкованной стали | 356 |
| <i>Коледа В.Н., Илюшенко В.М.</i> Оптимизация параметров дополнительной газовой защиты при сварке и наплавке меди и ее сплавов под флюсом | 364 |
| <i>Илюшенко В.М., Аношин В.А., Бондаренко А.Н., Майданчук Т.Б.</i> Разработка порошковых проволок для сварки и наплавки алюминиевых бронз | 371 |
| <i>Коледа В.Н., Илюшенко В.М.</i> Плавлено-агломерированный флюс для сварки и наплавки меди и ее сплавов | 374 |
| <i>Илюшенко В.М., Лукьянченко Е.П., Лапий В.Ф.</i> ТИГ-сварка медных узлов теплообменника | 376 |
| <i>Илюшенко В.М., Новосельцев Ю.Г., Бусыгин С.Л.</i> Металлургические особенности плазменно-дуговой сварки хромовой бронзы | 379 |
| <i>Панфилов А.И., Пелешко В.Н., Бондаренко А.Н., Илюшенко В.М.</i> Опыт наплавки высокопрочных алюминиевых бронз на внутренние поверхности стальных втулок | 384 |
| <i>Авторские свидетельства и патенты</i> | 389 |

*Посвящается
заслуженному деятелю науки и техники УССР
доктору технических наук, профессору Владимиру Владимировичу
Подгаецкому*

ПРЕДИСЛОВИЕ

Медь и сплавы на ее основе благодаря уникальному сочетанию физико-химических свойств: электро- и теплопроводности, коррозионной стойкости, высоким механическим и антифрикционным свойствам, жаропрочности, технологичности в производстве широко применяются в различных отраслях промышленности. Пожалуй нет ни одной отрасли, где не использовались бы медь и ее низко- и сложнелегированные сплавы. Поэтому весьма актуальной является задача создания и постоянного совершенствования технологических процессов сварки и наплавки этих металлов.

Начиная с пятидесятых годов прошлого века в Институте электросварки им. Е.О. Патона ведутся систематические исследования в этой области. Начаты они были в отделе физико-металлургических проблем наплавки износостойких и жаропрочных сталей (руководитель отдела И.И. Фрумин) старшим научным сотрудником В.В. Подгаецким, который, развивая направление широкого использования автоматической сварки под флюсом, в 1952–1958 гг. выполнил ряд важнейших исследований по разработке технологии автоматической сварки меди и ее сплавов под флюсом. В результате этих исследований была разработана технология сварки под флюсом меди толщиной до 12 мм, а также ряд технологических процессов автоматической наплавки бронзы на сталь.

Уже возглавляя лабораторию сварочных флюсов, В.В. Подгаецкий становится научным руководителем одного из первых своих аспирантов И.И. Джеваги — начальника сварочной лаборатории судостроительного завода им. И.И. Носенко (г. Николаев), который успешно работал в области сварки и наплавки медных сплавов применительно к задачам судостроительной отрасли. В книге «Электродуговая сварка цветных металлов и сплавов» (Л., Судпромгиз, 1961), которая и в настоящее время не утратила своей актуальности, И.И. Джевага изложил основы электродуговой сварки наиболее часто встречающихся в практике судостроения цветных металлов и сплавов.

В связи с новыми задачами, выдвинутыми промышленностью, и в первую очередь металлургической отраслью, нуждающейся в крупногабаритных сварных изделиях из меди больших толщин, исследования по сварке меди с 1958 г. сосредоточены в лаборатории сварки цветных металлов (руководитель Д.М. Рабкин). Ответственный испол-

нитель этих работ инж. Ю.М. Коренюк разработал и внедрил на ряде металлообрабатывающих заводов технологию автоматической сварки под флюсом меди толщиной до 30 мм за один проход без предварительного подогрева. Результаты этих исследований, а также производственный опыт изготовления медных сварных конструкций описаны им в брошюре «Сварка меди под флюсом» (М., изд-во «Машиностроение», 1967 г.).

Работы по наплавке бронзы в Институте электросварки продолжались в лаборатории сварочных флюсов (исполнители С.И. Опанасенко, В.М. Илюшенко).

Решением дирекции ИЭС им. Е.О. Патона в 1965 г. в структуре нового отдела физико-металлургических процессов сварки тугоплавких и химически активных цветных металлов (руководитель отдела С.М. Гуревич) была организована группа сварки меди и ее сплавов (руководитель В.М. Илюшенко). Перед группой стояли довольно сложные задачи в связи с необходимостью изготовления из меди крупногабаритных толстостенных конструкций — сварных кристаллизаторов вакуумно-дуговых и электрошлаковых печей. Для решения этих задач потребовалось совершенствование существующих, а также разработка новых эффективных технологических процессов сварки меди.

Комплекс исследований по совершенствованию технологического процесса автоматической сварки меди под флюсом (Л.К. Босак, А.Ф. Костюк и др.), в результате которых для сварки меди больших толщин были разработаны специальные сварочные материалы — флюс марки АНМ-13 и проволока марки Бр.ХТ0,6-0,5, содержащая 0,4–0,8 % Cr и 0,4–0,6 % Ti, позволил достичь стабильного высокого качества сварных швов. Основное преимущество данного процесса по сравнению с известными механизированными способами сварки в среде защитных газов — отсутствие необходимости в применении предварительного и сопутствующего подогрева. Поэтому данный технологический процесс достаточно прост и практически не отличается от процесса сварки сталей. Сварка под флюсом стала надежным технологическим процессом при изготовлении изделий из меди и некоторых ее сплавов толщиной 5–40 мм (например, воздушные фурмы доменных печей, изложницы кристаллизаторов печей ВДП и ЭШП и др.). Аналогов таких разработок в мировой практике не было.

В содружестве с рядом организаций и предприятий разработаны новые высокоэффективные способы сварки меди и хромовой бронзы больших толщин — плазменно-дуговая (В.Е. Седов, В.А. Аношин и др.), электрошлаковая (И.И. Лычко, А.П. Алексеенко) и электронно-лучевая (В.В. Васильченко, С.Н. Ковбасенко). Следует особо отметить процесс плазменно-дуговой сварки, который оказался весьма эффективным для изготовления сварных изделий из меди больших толщин. Данный процесс позволяет производить значительное удельное теп-

ловложение в свариваемые кромки без расплавления присадочного материала, а также формировать начальные тепловые условия для стабильного проплавления путем совмещения этапа наведения сварочной ванны с необходимым нагревом изделия неподвижной плазменной дугой. Для получения качественных сварных соединений процесс осуществляется по слою флюса, с применением металлургических мер по раскислению и долегированию металла шва с помощью специальной присадочной проволоки ППБр.ХТ12-2. Технология плазменно-дуговой сварки успешно освоена Новосибирским заводом электротермического оборудования при изготовлении крупногабаритных изложниц печей спецэлектрометаллургии, что позволило решить важную народно-хозяйственную задачу выплавки крупнотоннажных слитков разных форм.

Впервые в мировой практике успешно осуществлена электрошлаковая сварка меди больших толщин применительно к изготовлению бандажей кристаллизаторов установок непрерывного литья и прокатки катанки из цветных металлов, а также соединения толстостенных компактных сечений. Данная разработка защищена рядом авторских свидетельств на изобретение и патентами Англии, Италии, США, Франции, ФРГ, Японии, Венгрии.

Для решения задач по изготовлению сварных узлов и конструкций из меди и ее сплавов для изделий новой техники, где предъявляются повышенные требования к качеству и работоспособности сварных соединений в ИЭС им. Е.О. Патона совершенствовались такие технологические процессы как сварка в среде защитных газов плавящимся и неплавящимся электродами (В.Е. Седов, А.Н. Бондаренко, В.А. Аношин, Ю.И. Костенко, В.В. Васильченко, Т.В. Маряхина, Е.П. Лукьянченко и др.), а также ручная сварка покрытыми электродами (В.А. Аношин, А.Ф. Костюк, С.А. Левандовская). Приоритетными здесь являлись работы по созданию новых сварочных материалов — проволок, в том числе и порошковых, флюсов-паст, покрытых электродов, обеспечивающих получение прочно-плотных швов с высокими теплофизическими свойствами.

Интенсивно развивались также исследования по наплавке медных сплавов, прежде всего бронз, на сталь с целью изготовления биметаллических изделий и решения тем самым проблемы снижения расхода дефицитных цветных металлов. При этом на протяжении многих лет специалисты института успешно сотрудничали с ведущими специалистами таких институтов, как «ГИПРОцветметобработка» (г. Москва), ЦНИИ «Прометей» (г. Ленинград), Институт проблем материаловедения им. Францевича (г. Киев), Национальный университет им. Шевченко (г. Киев) и др.

В предлагаемом читателям сборнике собраны основные публикации — статьи, доклады, информационные материалы и многие изоб-

ретения, авторами которых являлись сотрудники группы, затем лаборатории и отдела технологии сварки и наплавки тяжелых цветных металлов НТК «ИЭС им. Е.О. Патона» за период с 1962 по 2013 гг. Посвящая сборник основателю научной школы в данной области д-ру техн. наук, проф. В.В. Подгаецкому, составители сочли необходимым включить в него первые отечественные публикации, датированные 1953–1963 гг.

Следует подчеркнуть, что многие публикации освещают опыт промышленного применения новых разработок на таких ведущих предприятиях, как Новосибирский завод электротермического оборудования, Верхнесалдинский металлообрабатывающий завод, Шадринский завод по ремонту металлургического оборудования, Московский опытный сварочный завод, ПО «Ждановтяжмаш», предприятия металлургического и горно-обогатительного комплекса Украины.

Полагаем, что данный сборник будет способствовать развитию дальнейших исследований в области сварки и наплавки меди и сплавов на ее основе и будет полезен в практической деятельности специалистов-сварщикам.

В заключение выражаем свою искреннюю признательность за помощь в издании сборника следующим организациям: ОАО «Сиб-электротерм» (г. Новосибирск) и ООО «Стил Ворк» (г. Кривой Рог).

*канд. техн. наук В.М. Илюшенко,
зав. отделом проблем техники
и технологии дуговой сварки
ИЭС им. Е.О. Патона НАН Украины*