



## НАПЛАВКА В ИЭС им. Е. О. ПАТОНА

Отделу «Физико-металлургических процессов наплавки износостойких и жаропрочных сталей» ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины исполнилось 50 лет. Организатором и его первым руководителем (1954–1984) был известный ученый в области металлургии сварки и наплавки, основатель школы наплавщиков в бывшем СССР, профессор, доктор технических наук, лауреат Государственной премии СССР и премии имени Е. О. Патона И. И. Фрумин.

Наиболее обширные исследования выполнены отделом по дуговой наплавке. В начале 1950-х годов под руководством И. И. Фрумина разработаны технология износостойкой наплавки стальных прокатных валков и первая в СССР порошковая наплавочная проволока — ПП-3Х2В8 (современное наименование ПП-Нп-35В9Х3ГСФ). Наплавка прокатных валков этой проволокой, вначале освоенная на Днепропетровском трубопрокатном заводе им. Ленина, дала отличные результаты — стойкость валков повысилась примерно в десять раз.

После такого успеха износостойкую дуговую наплавку стальных прокатных валков порошковой проволокой начали применять на Магнитогорском, Кузнецком, Коммунарском (ныне Алчевском) металлургических комбинатах, а также на многих других предприятиях бывшего СССР. Было организовано централизованное производство наплавочной порошковой проволоки на Магнитогорском метизно-металлургическом заводе и создано серийное производство вальцenaплавочных станков на Краматорском станкостроительном производственном объединении.

Работы в этом направлении в отделе не прекращались, к настоящему времени разработана гамма порошковых проволок, предназначенных для наплавки стальных прокатных валков различных типов, что позволяет потребителю для каждого типа валков выбрать оптимальный состав наплавленного металла, исходя из условий их эксплуатации, характера и интенсивности изнашивания. А порошковая проволока ПП-Нп-35В9Х3ГСФ вот уже около 50 лет остается одной из наиболее используемых для наплавки не только прокатных валков, но и других деталей, работающих в аналогичных условиях.

Кроме проволок для наплавки прокатных валков, в отделе разработано более двух десятков марок порошковых проволок, а также технологии наплавки под флюсом, открытой дугой и в защитных газах различных деталей машин и механизмов, эксплуатирующихся в условиях практически всех известных видов изнашивания. Наиболее используемыми из порошковых проволок являются следующие: ПП-АН194 и ПП-АН198 (для наплавки валов, осей, крановых колес и пр.); ПП-АН130, ПП-АН132, ПП-АН140, ПП-АН148 (для наплавки штампов холодной и горячей штамповки); ПП-АН158 (для наплавки плунжеров гидрорессов); ПП-АН159 и ПП-АН174 (для наплавки

роликов машин непрерывного литья заготовок); ПП-АН192 и ПП-АН197 (для наплавки деталей, работающих в условиях интенсивного абразивного изнашивания); ПП-АН105 (для наплавки деталей из стали 110Г13Л).

Большие успехи достигнуты в области плазменной наплавки. В отделе разработан и широко применяется в промышленности плазменный способ наплавки выпускных клапанов двигателей внутреннего сгорания с использованием в качестве присадочного материала спеченных в вакууме колец из порошков никеля, хрома, графита и других материалов. Кольцо укладывают в выточку тарелки клапана и расплавляют плазмотроном. В результате на рабочей фаске клапана получается слой жаростойкого сплава.

Плазменная наплавка с присадкой порошка (плазменно-порошковая наплавка) — наиболее гибкий и универсальный процесс, и отдел продолжает успешно развивать указанный способ наплавки, сохраняя в этой области лидирующие позиции. В отделе разработаны присадочные порошки на основе железа, никеля, кобальта, меди; технологии наплавки деталей общепромышленной, энергетической и нефтехимической арматуры, червяков экструдеров для прессования пластмасс и резиновых смесей, клапанов двигателей внутреннего сгорания, ножей горячей и холодной резки металлов, многолезвийного режущего инструмента и других деталей; специализированные и универсальные установки для наплавки.

Важнейшее преимущество плазменно-порошковой наплавки — возможность получения минимального проплавления: доля основного металла в наплавленном составляет всего 5... 10 %, что особенно важно при наплавке дорогостоящих сплавов на основе никеля и кобальта.

Ряд интересных разработок выполнен в отделе по электрошлаковой наплавке (ЭШН). С использованием этого процесса решена проблема наплавки прокатных валков из чугуна и заэвтектоидных сталей. Для реализации ЭШН чугунных прокатных валков в промышленности разработан секционный токоподводящий кристаллизатор, который позволяет использовать в качестве присадочных некомпактные материалы практически любого химического состава в виде дробы, стружки, кусковых материалов и жидкого металла. Этот способ наплавки отличается достаточно высокой производительностью — от десятков до нескольких сотен килограммов наплавленного металла в час.

Исследована и доведена до промышленного использования технология ЭШН некомпактными материалами (стружкой инструментальной стали и жидким присадочным металлом) крупных молотовых и прессовых штампов. В этом процессе используются неплавящиеся водоохлаждаемые электроды и неподвижные кристаллизаторы. Промышленные испытания показали, что ЭШН штампов



позволяет в 2...3 раза сократить расход штамповой стали, успешно утилизировать стружку непосредственно на предприятии, изготавливающем штампы.

Спроектированы и изготовлены установки для ЭШН штампов, одна из которых, смонтированная на участке наплавки штампов ОАО «Токмакский кузнечно-штамповочный завод», позволяет наплавлять до 1000 т штампов в год.

Разработан также способ электрошлаковой наплавки лентами (ЭШНЛ). Он осуществляется в нижнем положении одной или двумя электродными лентами. В последнем случае ленты располагаются параллельно и подаются в шлаковую ванну с определенным зазором. Характерными особенностями ЭШНЛ являются высокая производительность (до 60 кг/ч) и очень малое проплавление (доля основного металла в наплавленном 5...15%), что гарантирует получение заданного химического состава наплавленного металла в первом наплавленном слое.

Способ в основном используют для антикоррозионной наплавки плоских изделий и тел вращения большого диаметра лентами из нержавеющей стали и никелевых сплавов. Применяются холоднокатаные или спеченные электродные ленты шириной 30...80 мм и толщиной 0,5...1,0 мм и флюсы, обеспечивающие высокую стабильность электрошлакового процесса, хорошую отделимость шлаковой корки, отличное формирование и высокое качество наплавленного металла.

С использованием электрошлакового нагрева в отделе разработаны технологии производства различных лигатур, которые применяются в качестве шихты порошковых проволок для наплавки и дуговой металлизации. Ведутся также исследования по переработке промышленных отходов с применением ресурсосберегающих технологий на основе использования электрошлаковых процессов.

Электрошлаковый нагрев стал основой для технологий безокислительной термической обработки различных ответственных деталей, латунирования металлокорда и получения биметаллических деталей сталь + бронза для гидротрансмиссий. Для реализации этих технологий сотрудниками отдела совместно с ОКТБ и ОЗСО ИЭС им. Е. О. Патона разработано и внедрено на ряде предприятий соответствующее оборудование.

В отделе проведены исследования в области использования для наплавки других источников энергии — электронного пучка, лазеров, индукционного нагрева. Выполнен комплекс исследований по производству износостойких биметаллических листов и профилей (лемешная полоса, боквины рештаков угольных комбайнов и др.) способом сварки прокаткой многослойных пакетов. Конструкция пакетов и технология прокатки обес-

печивали получение износостойких биметаллических листов с заданным соотношением слоев и плакировкой всей поверхности листа. Плакирующий слой в биметаллических профилях располагался в местах наибольшего износа. Причем выбрано соотношение слоев, например в лемешной полосе, обеспечивающее эффект самозатачивания лемехов.

Отдел работает над созданием принципиально новых наплавочных материалов триботехнического назначения, которые используются для восстановления и упрочнения деталей, работающих в условиях трения металла по металлу (валов, осей, крановых колес, штампов холодной и горячей штамповки, деталей общепромышленной арматуры и т. п.). Новые наплавочные материалы легируются элементами, которые сами по себе или в сочетании с другими играют роль твердой смазки, существенно снижая износ и потери на трение.

В последние годы вместе с отделом математических исследований ИЭС им. Е. О. Патона разработаны компьютерные системы проектирования технологий дуговой наплавки. Одна из них предназначена для разработки технологий наплавки деталей машин и механизмов, эксплуатирующихся в различных отраслях промышленности: горнодобывающей, металлургической, химической, на транспорте, в сельском хозяйстве и др. С ее помощью решаются такие основные задачи, связанные с проектированием технологий наплавки, как выбор наплавочных материалов в зависимости от условий работы и видов изнашивания деталей, подходящих способов и техники наплавки, материала подслоя, определение режимов наплавки, условий предварительного подогрева и последующего охлаждения наплаваемой детали.

Вторая система предназначена для разработки технологий наплавки деталей машин и механизмов предприятий металлургической промышленности. В системе содержится информация о более чем 300 деталях металлургического оборудования, подлежащих наплавке. Для каждой из деталей рекомендуются приемлемые варианты наплавочных материалов, режимы наплавки, условия термобработки, защитные среды, оборудование и другие показатели технологии дуговой наплавки.

Отдел поддерживает тесные контакты с промышленными предприятиями и фирмами в Украине и за рубежом, выполняет для них работы по наплавке по договорам и контрактам. Сотрудники отдела постоянно участвуют в конференциях и семинарах по сварке и смежным процессам, регулярно публикуют результаты своих исследований в научно-технических журналах. Лучшие разработки отдела отмечены дипломами и медалями на отечественных и международных выставках.