

Достижения в области электрохимических методов обработки металлов и нанесения гальванических износостойких покрытий

ЦНИИМ

Лаборатория электрохимических методов обработки металлов и нанесения износостойких покрытий является одним из старейших научно-технических подразделений института.

В 1928 г. российские инженеры Владимир Николаевич Гусев и Лев Александрович Рожков изобрели "Способ анодного протравливания металлов". Авторское свидетельство на изобретение явилось отправной точкой, началом целого направления в технологии обработки токопроводящих материалов, известного сегодня как электрохимическая размерная обработка (ЭХО).

Промышленная реализация этого способа, представляющего собой направленное воздействие поля электрического тока в среде прокачиваемых водных растворов солей, должна была стать качественным скачком в металлообработке. Это и понятно: обработка проводится при гарантированном межэлектродном зазоре между деталью-анодом и обрабатываемым инструментом-катодом, исключено какое-либо "силовое" воздействие на обрабатываемую поверхность. А производительность процесса, в основном, определяется количеством реализованного электричества. Кроме того, появлялась возможность обработки материалов независимо от их твердости или вязкости.

Чтобы управлять процессом такой обработки, необходимо было выявить основные закономерности, влияние различных составляющих ее факторов.

Для этого была нужна глубокая научная проработка данного явления. С этой целью, а также для реализации метода в промышленном производстве в институте была организована специализированная лаборатория под руководством создателя способа В.Н. Гусева. В конце 1940-х - начале 1950-х гг. специалисты лаборатории выполняют значительный объем работ по реализации и внедрению в производство еще неизвестных в мировой практике технологических процессов, несмотря на отсутствие в то время в промышленности какого-либо специализированного оборудования. В условиях лаборатории, а зачастую и непосредственно на предприятиях проводится модернизация имеющихся станков для механической обработки. Способ электрохимической обработки находит применение начиная от простых операций заготовительного производства, где используется "анодная резка", до сложных технологических процессов в производстве изделий специального назначения.

В лаборатории идет постоянный научный поиск, изучаются новые, ранее неизвестные закономерности процесса, закладываются его фундаментальные теоретические основы. На этой базе создаются новые "совмещенные" технологические процессы - способы обработки, в которых, кроме электрохимической составляющей, на обрабатываемую поверхность механически воздействуют при помощи инструмента, выполненного из металла или абразива различных фракций в необходимом конструктивном исполнении. Так появляются технологические процессы анодно-механической обработки. Разработан способ изготовления отечественных твердосплавных фильер, способ анодно-

механического полирования металлических зеркал. Заложены основы для разработки процессов и инструмента электрохимического хонингования (ЭХХ).

О значимости разработок лаборатории тех лет свидетельствует признание их важности для промышленности - В.Н. Гусев трижды лауреат Государственной премии. Были выявлены принципиальные и концептуальные решения, которые актуальны до настоящего времени и как базовые используются при разработке современных технологий. Именно тогда возникают технологические решения, которые впоследствии позволили создавать уникальные образцы техники, такие, как зеркала металлооптики для обеспечения работоспособности мощных лазерных систем. Ранее внедрена в отечественное производство линия изготовления полированных листов проката нержавеющей стали на заводе "Запорожсталь".

К вышеназванным технологическим процессам "совмещенной обработки" можно также отнести родившийся в стенах лаборатории технологический процесс электрохимического фрезерования для изготовления фасонных деталей из труднообрабатываемых материалов, например, вольфрама или сплавов на его основе, используемых в производстве космической техники. Этот процесс успешно внедрен в производство Воткинского завода при изготовлении деталей, работающих жестких условиях высоких температур.

Со временем наибольшую значимость приобретают процессы ЭХО; позволяющие проводить объемное формообразование элементов изделий с повышенными требованиями к показателям точности, качества и производительности обработки. Например, совершенствуется способ формообразования сложноконтурных объемных деталей вибрирующим электродом-инструментом с целью удовлетворения потребностей производства изделий точного машиностроения. Технология успешно реализуется при внедрении процесса изготовления турбин энергоблоков изделий Коломенского КБ машиностроения, других изделий предприятий отрасли. Особое внимание уделяется производству высокопрочных износостойких труб на операциях формообразования фасонных каналов сложной геометрии. Создаются образцы труб, лейнированных втулками из теплостойких материалов, например, ниобием, хромом, кобальтом.

В конце 1950-х гг. в ЦНИИМе начало развиваться новое направление - электролитическое нанесение хромового покрытия в протоке электролита. Разрабатываемые технологические процессы были предназначены в первую очередь для нанесения хромовых покрытий глубоких отверстий, имеющих большие соотношения длины и диаметра. Специалистами этого подразделения была выявлена возможность использования при этом процессе высоких плотностей тока, что позволяло значительно интенсифицировать операцию. Дальнейшие исследования позволили улучшить равномерность отложения покрытия по длине обрабатываемых деталей. В связи с резко возрастающей потребностью машиностроительных производств в высокопрочных, эрозионно- и теплостойких материалах и сплавах перед разработчиками была поставлена задача создания покрытий, которые могли повысить износостойкость и срок службы ответственных изделий.

Наряду с такими способами, как азотирование, в том числе ионное, цементирование высоконагруженных деталей, возник серьезный интерес к использованию разработок ученых института в области нанесения износостойких покрытий. Были проведены

глубокие, объемные исследования по разработке методов подготовки поверхности под покрытие, выбору составов рабочих растворов, режимов гальванообработки. Был исследован вопрос о необходимости и выборе режимов дополнительной термообработки деталей после хромирования.

Проведены испытания на коррозионную стойкость (деталей и изделий в сборках). В результате проведенных работ для целого ряда ответственных изделий была создана технология нанесения износостойкого хромового покрытия и его стабилизирующего отпуска. Накопленный опыт и знания, громадный объем проведенных в это время работ с успехом используются и в настоящее время. В числе сотрудников лаборатории, внесших большой вклад в разработку, усовершенствование и воплощение результатов этих работ в промышленное производство следует назвать ЕР. Сыромятникова, Н.М. Чистова, Н.А. Смирнова, Е.В. Урниса, В.И. Баранова, Б.А. Зеленова. Большинство из них были удостоены звания лауреатов Государственной премии, награждены правительственными наградами.

После проведения упомянутых выше исследований по определению влияния способов подготовки поверхности изделий под нанесение покрытия было выявлено, что можно повысить его адгезионные характеристики. Это особенно важно при эксплуатации изделий. При проведении сравнительных испытаний было определено, что оптимальным способом такой подготовки является предшествующая электрохимическая обработка.

Исходя из общности проблем руководством института было принято решение о слиянии научных направлений по электрохимической обработке и хромированию высоконагруженных систем и механизмов.

Такое сотрудничество и содружество принесли ощутимые результаты. Об этом говорит, например, тот факт, что за участие в создании производства специальных изделий М.Т. Калашникова целый ряд сотрудников объединенного коллектива получил высокие правительственные награды.

Эти процессы были внедрены также на ряде других специализированных производств - машиностроительных заводах в Коврове, Туле, Ижевске, Нижнем Новгороде, Уральске, Вятских Полянах, Перми. В конце 1980-х - начале 1990-х гг. усилиями предприятий отрасли был разработан проектный технологический процесс, включающий электрохимическую обработку внутренних каналов труб (разделку под нанесение покрытия), электрохимическое хонингование сложноконтурных частей, последующее нанесение износостойкого хромового покрытия и его стабилизирующий отпуск. Такая технология опробована в условиях действующих производств. Этот "сквозной" технологический процесс реализован, в частности, на предприятии ФГУП "Завод № 9" в процессе проведения этапа совместной ОКР "МСТА-СМ" в 2001г.

Разработанные в ГУП "ЦНИИМ" новые технологические процессы, комплексы оборудования, обеспечивающие их осуществление, помогли обеспечить высокую надежность изделий космической техники, в создании которой принимал участие институт, в том числе таких аппаратов, как "Луноход", "Венера 13", "Венера 14" и др.

Накопленный поколениями научных сотрудников и технологов опыт является базой для дальнейшего развития работ лаборатории.

Несомненным достижением в практике российской, промышленности является разработка технологического процесса хромирования длинномерных штоков и цилиндров гидроподъемников длиной, до 10 м и диаметром свыше 600 мм, которая реализована нашими сотрудниками в условиях производства Государственного Обуховского завода Санкт-Петербурга и ФГУП "ЦНИИМ". Запланирована обработка аналогичных деталей длиной до 18м.

На опытно-экспериментальной базе ЦНИИМа создана первая очередь участка электрохимической обработки труб и сборки цилиндров гидроподъемников для гидроэлектростанций. В настоящее время первая партия цилиндров гидроподъемников отправлена на Бурейскую ГЭС. В разработке находится следующая часть проекта участка проточного скоростного хромирования.

Лабораторией разработаны перспективные процессы твердого хромирования рабочих органов прокатных станов - крупногабаритных валков диаметром 600 мм с повышенной в 1,5-2 раза стойкостью, а также хромирования "барабанов" прокатных станов-диаметром 1500 мм и более, предназначенных для финишных операций получения пластиковой ленты с высокочистой поверхностью. При этом использован процесс обработки валка методом гальванохонинга с притирами из высокопрочной керамики.

Разработан высокоскоростной метод хромирования в протоке электролита поршневых колец двигателей внутреннего сгорания диаметром 50 до 150 мм. Линии хромирования уже внедрены на двух предприятиях России (ОАО "Стакол", г. Петушки и завод г. Климовска). Заключены договоры на внедрение этого процесса в производство колец для двигателей гусеничных машин и морских судовых двигателей.

Технология, разработанная лабораторией в области подготовки поверхности и хромирования цилиндров (труб) штанговых насосов нефтедобывающей промышленности, успешно реализована на ГОЗ и в ЦНИИМе, находится в процессе освоения еще на двух предприятиях.

Разработан один из наиболее сложных технологических процессов хромирования - структурированное покрытие хромом рабочих органов, прокатных станов для производства листового проката для нужд автомобильной промышленности. До настоящего времени отечественных конкурентоспособных аналогов такой технологии не имеется. Ведется проработка возможности его использования на ведущих металлургических комбинатах страны.

Преимуществом традиций научного поиска и воплощение разработок в действующие, развивающиеся производства, знание их потребностей, обуславливающие необходимость и востребованность разработок лаборатории, позволяют и сегодня с оптимизмом смотреть в будущее.