

УДК 621.81.004.67

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЙ, ОБОРУДОВАНИЯ И МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ПОВЕРХНОСТИ И ГАЗОПЛАМЕННОГО НАНЕСЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ И ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ

Э.Н. ТОЛСТЯК, канд. техн. наук, доц. Г.Г. ГОРАНСКИЙ
(Научно-технологический парк БИТУ «Метолит», Минск)

Рассмотрены основные направления и результаты работы в области создания рациональных технологий нанесения покрытий. Показан комплексный подход к решению возникающих научных, технологических, конструкторских и организационных проблем при оптимизации создаваемых технологических процессов. Приводится перечень разработанного и поставляемого оборудования, материалов. Даны конкретные примеры реализованных и внедренных разработок.

Введение. Многообразие типов наносимых покрытий, широкая номенклатура узлов и деталей, различные условия их эксплуатации, отличие в требуемых программах выпуска, существенные различия в финансовых возможностях потребителей обуславливают необходимость глубоко дифференцированного подхода к решению конкретных технологических задач. Используемое комплексное решение предполагает оказание различных типов услуг, таких как разработка и передача технологического процесса, конструирование и изготовление отдельных типов оборудования и оснастки, приготовление и поставка материалов, изготовление окончательной продукции, обучение персонала.

Цель - создание гибкой, технически оснащенной структуры, позволяющей радикально решать типовые и узкоспециальные технологические проблемы при реализации как масштабных, так и локальных проектов для оперативного, экономически эффективного, технически качественного удовлетворения разнообразных потребностей потребителей в области создания различных типов покрытий. Используя передовой опыт ведущих фирм, разработать и изготовить оборудование, материалы и технологии, не уступающие по качеству зарубежным аналогам, но по существенно более низким ценам.

Методы. Комплексный подход к решению технологических проблем потребителя предусматривает поиск оптимального для него решения. Оно достигается при следующих обязательных условиях:

- наличие собственных научных, опытно-конструкторских и технологических разработок;
- организация в тесной кооперации с базовыми научными центрами Республики Беларусь совместных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ;
- заключение дистрибьюторских и дилерских соглашений по продаже оборудования и материалов с ведущими зарубежными фирмами.

Результаты и обсуждение. Наряду с собственными разработками по оптимизации материалов покрытий и технологий их нанесения унитарное предприятие «Технопарк БИТУ «Метолит» активно сотрудничает в этой области с различными университетами и академическими институтами республики. Заключены дистрибьюторские и дилерские соглашения по продаже оборудования и материалов с ведущими зарубежными фирмами: SAPI (Германия), Airblast (Нидерланды), C.M. SURFACE TREATMENT S.p.A (Италия), ОАО «Полема» («Тулачермет», Россия), ООО «СП Техникорд» (Россия) и др.

Технопарк БИТУ «Метолит» может предложить услуги в следующих областях:

- прямые поставки различных типов оборудования для струйно-абразивной очистки (CAO) и дробеметной обработки подготавливаемых к нанесению покрытий поверхностей (подвижные беспыльные дробеструйные установки, кабины и обитаемые камеры для CAO, дробеметные установки);
- оборудование для газопламенного нанесения покрытий из порошков, проволоки, шнуровых материалов (на металлической и керамической основе);
- оборудование для электродуговой наплавки под слоем флюса;
- передача отлаженных и применяемых в УП «Технопарк БИТУ «Метолит» приведенных ниже технологий нанесения покрытий (с возможным изготовлением по требованию потребителя всех обеспечивающих данную технологию или отдельных видов оборудования, а также с проектированием участка);
- продажа материалов для газопламенного и плазменного напыления, наплавки собственного производства и в рамках дилерских услуг;
- изготовление экспериментальных образцов, опытных, промышленных партий изделий широкой номенклатуры;
- проведение научно-исследовательских работ для обоснования новых технологий с оптимизацией параметров процесса, исследованием структур, физико-механических и эксплуатационных свойств покрытий.

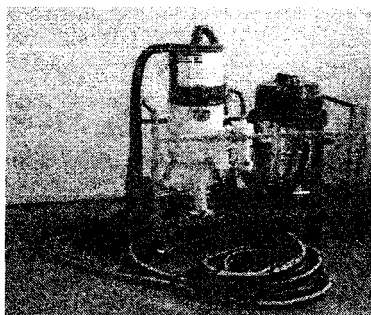
Оборудование для струйно-абразивной очистки

Передвижные беспыльные дробеструйные установки с возвратом дроби. Для беспылевой очистки используется мобильное комбинированное оборудование (рис. 1, б, в), сочетающее струйно-абразивный аппарат, пылеулавливающий фильтр, сепаратор и циклон для абразива. В зоне обработки происходит отсос пыли и частиц абразива специальной насадкой (рис. 1, а), в которой расположено сопло. Пыль и частицы старой краски накапливаются в специальной емкости для дальнейшей утилизации. Для работы в углах, на кромках и прочих неплоскостных элементах применяется ряд специализированных насадок. В процессе работы почти не происходит пылевыведения и потери абразива. Поэтому становится рентабельным использование твердых абразивов типа карбид бора, что значительно увеличивает производительность процесса очистки. Применяется для очистки сварных швов, валов, крупногабаритных изделий, емкостей, цистерн, бункеров, корпусов машин и т.п.

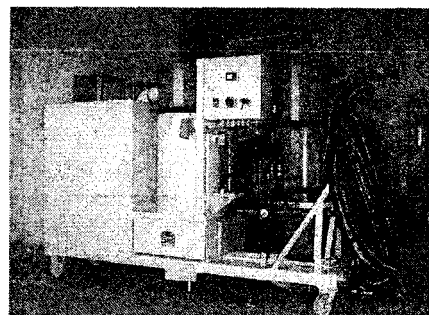
Выбор установки для беспыльной дробеструйной очистки зависит от задач очистки, требуемой производительности, цены установки.



а)



б)

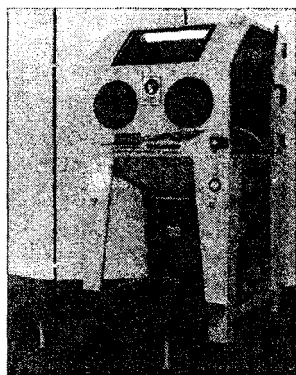


в)

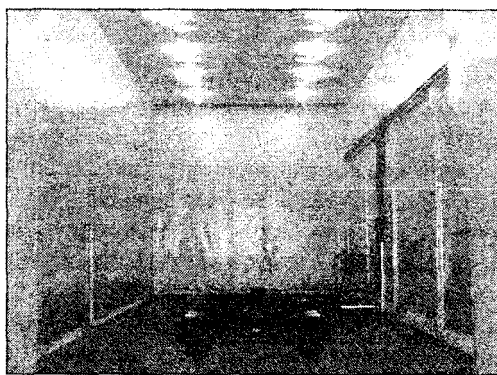
Рис. 1. Мобильное комбинированное оборудование для беспыльной очистки

Кабины и обитаемые камеры для струйно-абразивной очистки. Чаще всего очистка деталей производится в закрытой кабине, куда помещается деталь. Габариты кабины ограничивают максимальные размеры очищаемых деталей. Выбор типа кабины зависит от задач очистки. Для высокопроизводительной очистки тяжелых деталей рекомендуется применять кабины напорного типа (рис. 2, а).

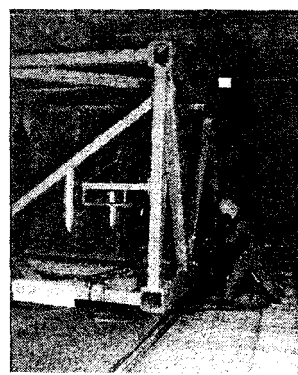
Обитаемые камеры (рис. 2, б) позволяют очищать крупногабаритные изделия: крупногабаритные металлоконструкции (рис. 2, в), опоры, технику, плавсредства, железнодорожные вагоны и т.п.



а)



б)



в)

Рис. 2. Кабины напорного типа для высокопроизводительной очистки тяжелых деталей

В зависимости от потребностей заказчика камеры оснащаются системой сбора и регенерации струйного материала с ковшовым элеватором, сепаратором материала, бункером-накопителем и напорной струйной установкой SAPI типа Mammut; транспортно-рельсовой тележкой, системами автоматического сбора и подачи абразива - скребковым транспортером - промышленными фильтрами и системами вентиляции.

Для быстрой организации работ по струйной очистке особенно удобны контейнеры SAPI (на базе 20-футовых морских контейнеров), которые приспособлены как для мобильного, так и для стационарного использования. Контейнеры для CAO могут оснащаться различными напорными установками, системами сбора материала, автоматическими и полуавтоматическими устройствами подачи заготовок и фильтровентиляционными установками и располагаться как внутри, так и снаружи контейнера.

Дробеметные установки. Дробеметная очистка применяется для очистки от ржавчины, очистки от окалины, снятия облоя, очистки (зачистки) литья, поверхностной обработки рессор (труб) и механических элементов для увеличения усталостной долговечности и т.п. Дробеметные установки обладают большей производительностью очистки за счёт большего расхода струйного материала, скорость дробы составляет при этом 70...80 м/с. Разгоняется дробь центробежной силой вращающегося лопастного колеса (турбины, дробмета).

Работа на оборудовании проста и не требует специального обучения - работа оператора ограничена загрузкой и разгрузкой.

В дробеметной установке с вращающимся столом (рис. 3, а) детали располагаются на вращающемся столе и равномерно обрабатываются широкоугольным потоком дробы, образуемым в результате вращения одной или более турбин. Для CAO прокатной продукции, такой как металлические листы, прокат различного профиля, трубы, а также плоских металлоконструкций применяются дробеметные установки с рольганговым конвейером.

Передвижные дробеметные установки BLASTRAC могут обрабатывать бетонные, асфальтовые, каменные и стальные поверхности в промышленных и жилых помещениях, а также на стоянках автомашин, улицах и взлётно-посадочных полосах, а также вертикальные поверхности. Она экономична и экологически безопасна. Дробь после отделения от пыли в дефлекторе машины идет обратно в цикл обработки, а пыль по соединительному шлангу подается в фильтровальную установку. Дробеметная установка 350VN для вертикальных поверхностей (рис. 3, б) широко применяется для высокопроизводительной (производительность на стали - до 25...40 м²/ч) и экологически чистой CAO наружных вертикальных поверхностей резервуаров (рис. 3, в).

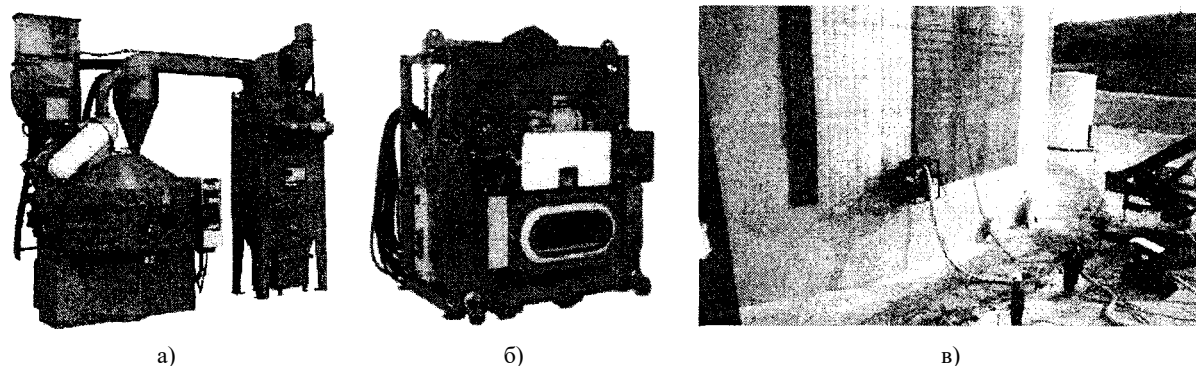


Рис. 3. Передвижные дробеметные установки

Оборудование для газопламенного нанесения покрытий

Установка для газопламенного нанесения покрытий из проволоки и шнуровых материалов. Установка «Техникорд ТОП-ЖЕТ/2» (рис. 4, а) включает в себя пистолет-распылитель «ТЕНА ТОП-ЖЕТ/2» (рис. 4, б), пульт управления рабочими газами ПУ-99, смонтированный на стойке. На стойке предусмотрены крепления для установки двух катушек с гибким шнуровым материалом или проволокой. Пистолет-распылитель соединяется с пультом управления рабочими газами шлангами с быстроразъемными разъемами для кислорода, горючего газа (ацетилена, пропана) и сжатого воздуха. Производительность по распыляемому материалу, м²/ч/100 рм:

- шнуровые материалы «Сфекорд Рок-Дюр» (0 4,75 мм)	3,0.. .6,5
- шнуровые материалы «Сфекорд-Экзо» (0 4,75 мм)	2,5... 8,0
- алюминий (проволока 0 3,17 мм)	12,5
- бронза (проволока 0 3,17 мм)	8,8
- сталь с 13 % хрома (проволока 0 3,17 мм)	6,1.

Установка для газопламенного нанесения покрытий из порошковых материалов. Установка предназначена для процесса нанесения защитных покрытий при восстановлении изношенных или упрочнении новых поверхностей деталей методом газопламенного напыления самофлюсующихся сплавов на основе железа, меди, кобальта и никеля, а также других материалов, в том числе полимерных материалов и композиций на их основе; производительность - 1. ..9 кг/ч.

Установка (рис. 4, в) включает в себя пистолет ТЕНА-П (имеет уникальную систему разгона частиц); пульт управления газами, подставку, комплект шлангов.

Установка для газопорошковой наплавки повышенной мощности ТЕНА-ГН-ПМ. Установка (рис. 4, г) применяется для наплавки самофлюсующихся порошков на поверхности деталей, в том числе и из чугуна, с целью ремонта и упрочнения массивных деталей, которые трудно прогреть горелкой ГН-2. Обладает большей производительностью наплавки, не менее 5 кг/ч.

Благодаря особой конструкции сопловых деталей позволяет производить наплавку концентрированно при повышенной мощности, при этом обратное пламя не перегревает горелку, что позволяет ей работать непрерывно сутками.

Установки для газопорошковой наплавки ГН-2. Установка (рис. 4, д) применяется для наплавки самофлюсующихся порошков на кромки, раковины, и поверхности деталей, в том числе и из чугуна, с целью ремонта и получения покрытия с отличной адгезией к основе.

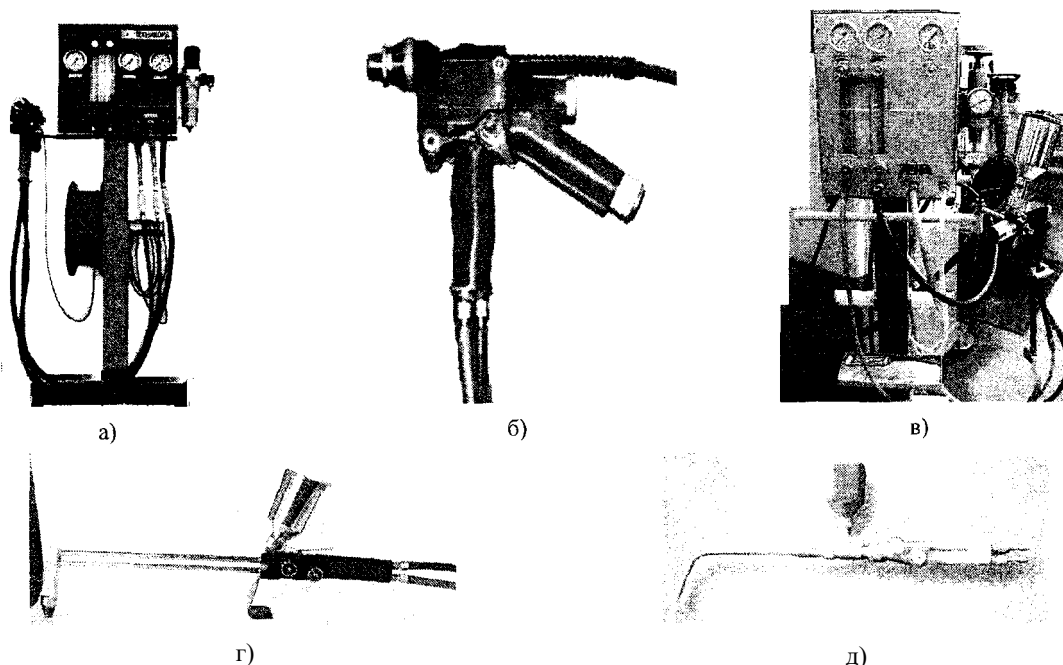


Рис. 4. Оборудование для газопламенного нанесения покрытий

Технологии

Технологии защиты металлоконструкций от атмосферной и промышленной коррозии нанесением газопламенным методом защитного покрытия из цинка или алюминия - традиционный метод, позволяющий защищать металлоконструкции в полевых условиях от атмосферной коррозии на срок более 20 лет.

Пример деталей - емкости и агрегаты сахарных заводов, криволинейный брус дорожного ограждения, детали строительных конструкций, емкости для хранения воды и других продуктов; столбы, закладные детали железобетонных конструкций, швы сварных соединений, мосты и т.п.

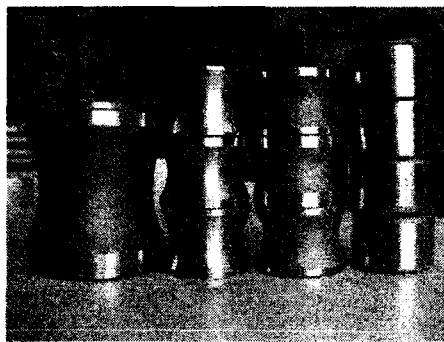
Технологии защиты от износа защитных роликов, втулок, штоков, задвижек, плунжеров, лемехов и других деталей, допускающих нагрев до 1100 °С газопламенным напылением с последующим оплавлением или газопорошковой наплавкой самофлюсующихся порошковых и шнуровых материалов. Особо прочные покрытия с высоким сопротивлением к абразивному изнашиванию, стойкостью против коррозии и окисления при температурах до 800 °С в сочетании с отличными антифрикционными свойствами; ресурс работы деталей в данных условиях эксплуатации увеличивается, по сравнению с деталями без покрытия, в 4... 10 раз; твердость - 25...62 HRC₃; детали - прокатные ролики металлургического производства (рис. 5, а, б, в), защитные втулки насосов, задвижки, валы ротора насоса для добычи нефти, било дробилки, шкворни поворотного кулака, шток компрессора, плунжеры насосов, цепи для ковшового экскаватора, пальцы, кромки штампов, лемеха плугов и другие детали.

Технологии защиты шнеков, измельчителей, бил дробилок, буровых шарошек от абразивного изнашивания и эрозии газопорошковой наплавкой специально созданного для этих целей гибкого шнура «Сфекорд-HR» и порошковыми материалами с карбидами вольфрама. Введение в материал литого карбида вольфрама (70 HRC₃) в виде зерен позволяет наносить покрытия толщиной не менее 3 мм с высокой абразивной износостойкостью и стойкостью к воздействию кислот, щелочей и других коррозионно-активных сред при температуре до 600 °С.

Примеры деталей - шнек экструдера (рис. 6, а), шнеки для производства кирпича (рис. 6, б), шнек для выдавливания масленичных культур, било дробилки (рис. 6, в), буровые шарошки, буровые лопатки, смесители абразивных материалов, зубья, ковши, скребки смесителей, культиваторы, измельчители.



а)



б)



в)

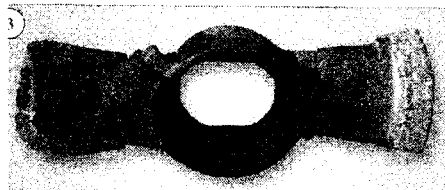
Рис. 5. Прокатные ролики металлургического производства



а)



б)



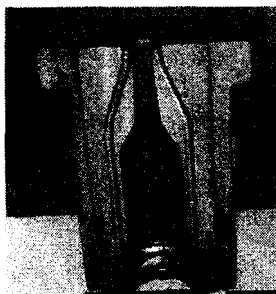
в)

Рис. 6. Примеры деталей, защищенных от абразивного изнашивания и эрозии

Технологии защиты сопел от износа деталей, не допускающих нагрев до 1100 °С, методом газопламенного напыления шнуровых материалов серии «Сфекорд-керамика» на основе оксидов алюминия, титана, хрома, циркония и др. Примеры деталей - сопла ракет, шнек экструдера, нитеводители ткацких производств, смесители абразивных материалов, штоки и защитные втулки насоса, плунжера насосов для перекачки нефтепродуктов, торцевые уплотнения, валы полиграфического оборудования, валы бумагоделательной машины.

Технологии защиты от износа и ремонта деталей из чугуна, стеклоформ. Применение газопорошковой наплавки специальных порошковых материалов, имеющих одинаковый с чугуном коэффициент термического расширения и высокую прочность сцепления с чугуном, позволяет ремонтировать детали из чугуна, заделывать трещины. В стекольной промышленности данная технология позволяет увеличить срок службы новых стеклоформ в 3... 10 раз. Нанесенное покрытие эффективно защищает кромки стеклоформ от выкрашивания при высокой температуре.

Примеры деталей - чистовые (рис. 7, а) и черновые стеклоформы, горловые кольца, чугунные детали агрегатов, коллекторы двигателей (рис. 7, б), плунжера (рис. 7. в) и т.п.



а)



б)



в)

Рис. 7. Примеры деталей из чугуна, стеклоформ

Технологии восстановления шеек валов, особенно валов импортных, дорогостоящих и редких, позволяют экономить средства и время. *Примеры деталей* - коленчатые валы судовых и тепловозных двигателей внутреннего сгорания, восстанавливаемые поверхности под подшипники скольжения на длинных валах с большим диаметром, шеек валов насосов, хвостовик, валы тормозных барабанов, ступицы, внутренние поверхности шестерен и т.п.

Материалы

Предлагаемые материалы для газопламенного и плазменного напыления и наплавки:

- *порошковые материалы* для газопламенного напыления и наплавки ОАО «Полема»;
- *шнуровые материалы* для газопламенного напыления и наплавки ООО «СП Техникорд»;
- *аморфные материалы* на основе железа;
- *порошки и порошковые смеси* собственного производства, и *порошки серии «Т-Термо»*.

Научные исследования и подготовка персонала

Для изучения свойств материалов, изделий, покрытий проводятся следующие исследования:

- измеряется прочность сцепления напыленного покрытия с основой, что является одним из основных критериев, который позволяет определить эксплуатационные характеристики покрытия;
- измеряется прочность напыленного покрытия на разрыв;
- изучаются микроструктуры исходных материалов и покрытий по шлифам образцов для оценки границы «основа - покрытие» и распределения частиц в покрытии;
- измеряется твердость и микротвердость покрытий;
- измеряется пористость покрытия;
- измеряется коэффициент трения в парах скольжения.

Кроме того, проводятся другие измерения и испытания, в зависимости от поставленной задачи.

Унитарное предприятие «Технопарк БИТУ «Метолит» располагает площадями, оборудованием для производственных и научно-исследовательских работ, квалифицированным коллективом сотрудников с опытом оперативного, технически рационального и экономически оправданного для любого потребителя решения задач по выбору и подготовке материалов покрытий, методов, схем и режимов их нанесения, изготовлению оборудования с требуемой производительностью, производству изделий нужной номенклатуры, проектированию участков для нанесения покрытий, подготовке персонала.