

## Для сложных условий и точных работ:

### Технология MONTI Bristle Blaster – качественная подготовка поверхности перед изоляционным покрытием металлоконструкций

*В.В.Винтайкин Зам.ген.директора ЗАО «Протекор»*

*Г.Ю.Шишкин Гл.технолог*

**(по материалам конференции “Corrosion 2011”, NACE International. Paper 11417)**

Стандартные условия подготовки поверхности стальных металлоконструкций (в том числе труб, оборудования, сварных стыков, конструкций мостов, болтовых соединений и др.) перед нанесением полимерных покрытий – полиуретановых или эпоксидных, полимочевинных, полимочевиноуретановых, а также термоусаживающихся манжет и иных изоляционных покрытий исходя из требований долговечной эксплуатации в течение срока работы самих металлоконструкций включают мероприятия по очистке поверхности металлоконструкции перед изоляционным покрытием от элементов, загрязняющих поверхность (остатков старого изоляционного покрытия, окалина, шлаков, масляной и жировой плёнки), от продуктов коррозионных повреждений - до степени чистоты поверхности «почти чистый металл». А также одним из важных условий эксплуатационной надёжности изоляционного покрытия является требуемая в зависимости от вида, типа, класса покрытия и соответствующая на сегодня нормам ГОСТ 9.023-74 степень микрорельефа (шероховатости) поверхности металлоконструкций.

Нарушения стандартной технологии подготовки поверхности и как результат недостижение требуемой степени чистоты металла и шероховатости при последующем нанесении изоляционных покрытий приводит к снижению адгезионного взаимодействия полимерного слоя изоляционного покрытия с металлом, облегчению адсорбции элементов окружающей среды (воды, кислорода, электролита) на поверхности металла [4] и соответственно может практически уничтожить противокоррозионное защитное действие покрытий на требуемом по отраслевым нормам уровне.

В полевых и заводских условиях подготовка поверхности металлоконструкций исходя из технологической необходимости повышения производительности комплекса изоляционных работ осуществляется как правило абразивоструйным или абразивомётным способами [6]. Разновидность абразивоструйного способа очистки поверхности металла - термоабразивная (газоплазменноабразивная) обработка поверхности металлоконструкций. Основные материалы технологии:

- для абразивоструйного способа - кварцевый и речной песок, железный или медный шлак (купрошлак), корунд, электрокорунд;
- для дробеструйного или дробемётного способов - круглая или колотая металлическая дробь.

Качество подготовленной поверхности [1] при этом должно быть на уровне : Sa 2 ½ по нормативу Шведской ассоциации стандартов ISO 8501-1:1988, NACE 2 по стандарту Национальной ассоциации инженеров по проблемам коррозии или 1-й класс по ГОСТ 9.402-80 (характеристика очищенной поверхности: при осмотре с 6\*увеличением окалина и ржавчина не обнаруживаются). А также с помощью абразивных методов очистки одновременно достигается требуемая для высоких адгезионных качеств изоляционных покрытий степень микрорельефа поверхности[2]: Rz 50-120 мкм (высота неровностей профиля поверхности, средняя по 10 точкам контроля, DIN 4768 ; ГОСТ 9.032-74).

Данный уровень подготовки поверхности, включая очистку до «почти белого металла» и достижение требуемой шероховатости, является базовым для последующего нанесения практически всех видов полимерных изоляционных покрытий [5].

Однако технология с применением абразивных методов очистки и подготовки поверхности в определённых условиях работы не всегда оптимальна.

Например, применение абразивоструйной очистки (см. рис. 1) включает в себя три этапа, которые необходимо выполнить для полного завершения поставленной задачи. Во-первых, настройка требует подвода шлангов подачи обрабатываемого материала и свежего воздуха от места источника к месту фактического проведения абразивоструйных работ. После этого необходимо оценить качество воздуха и работу/регулировать абразивоструйного шланга,



(а)



(б)

Рисунок 1. (а) Оборудование/аппарат, необходимое для выполнения процесса пескоструйной очистки, и (б) фактическая рабочая среда пескоструйной очистки.

чтобы обеспечить рабочему безопасные и эффективные условия труда перед началом работ. Во-вторых, операция очистки выполняется рабочим, одетым в защитный костюм, регулируемый по условиям окружающей среды. После завершения этапа работ необходима общая проверка качества очистки поверхности для определения возможной необходимости "завершающих" операций или точечной доработки. В-третьих, с рабочей площадки необходимо убирать отработанный абразивоструйный материал, надлежащим образом его утилизировать, после чего разбирать, чистить и вывозить с рабочей площадки оборудование.

Необходимо также учитывать, что шум и вибрация оборудования в процессе абразивной очистки требуют обязательной защиты органов слуха как для рабочего, так и для тех, кто находится поблизости от места проведения работ. Также, необходимо контролировать нахождение рабочего под действием вибрации из-за травм/нарушений деятельности кистей рук. То есть, рекомендуется соблюдать строгие ограничения по максимальной продолжительности пребывания человека под воздействием вибрации за смену.

Принимая во внимание условия абразивоструйного способа очистки поверхности металла и с учётом достижимости высокого качества подготовки в том числе для сложных условий и при необходимости точных и безотходных работ, например, в ограниченном пространстве, разработан процесс *проволочной очистки*[3], при котором за одну операцию поверхность зачищается, и также одновременно создается шероховатость. Как показано на Рис. 2, здесь применяется электроинструмент с вращающимся диском с металлической щеткой (3200/3500 об/мин). В процессе работы вращающийся инструмент

контактирует с загрязненной поверхностью; при этом острие каждой проволоки касается рабочей поверхности и мгновенно отодвигается от нее.



(а)

(б)

Рисунок 2. (а) Компоненты ручного пневмоинструмента щеточной очистки и (б) общий вид процесса очистки.

Такой ударно-возвратный ход кончиков металлической "щетины" создает множество углублений от ударов, похожих на образующиеся в процессе абразивоструйной очистки. То есть, повторяющееся ударное воздействие кончиков проволоки на поверхность приводит к удалению следов коррозии и обнажению чистого основного материала с нанесением микро-шероховатости, похожей на создаваемую в процессах абразивоструйной очистки.

Щеточная зачистка - сравнительно новая технология процессов подготовки поверхностей. Основная особенность инструмента - взаимодействие кончиков проволоочной щетки и стержня ускорителя, показанное на рис. 3.

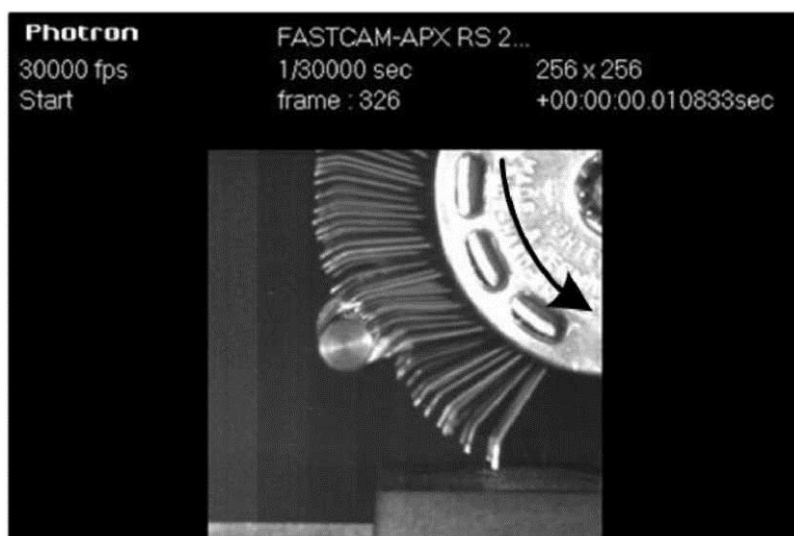


Рисунок 3. Фотография/кадр снятая высокоскоростной цифровой камерой, иллюстрирующая контакт кончиков "щетины" со стержнем ускорителя и последующее опускание по направлению к обрабатываемой поверхности.

То есть, по мере вращения щеточного инструмента (против часовой стрелки) кончики проволоки сталкиваются с цилиндрическим стержнем ускорителя, который как бы "оттягивает" проволоку.

После контакта со стержнем ускорителя "щетина" оттягивается (назад), как показано на рис. 4а. Такое оттягивание приводит к накоплению потенциальной энергии, которая полностью превращается в кинетическую энергию проволоки после того, как кончик освобождается с поверхности стержня, как показано на рис. 4б. Таким образом, движение щетины вперед

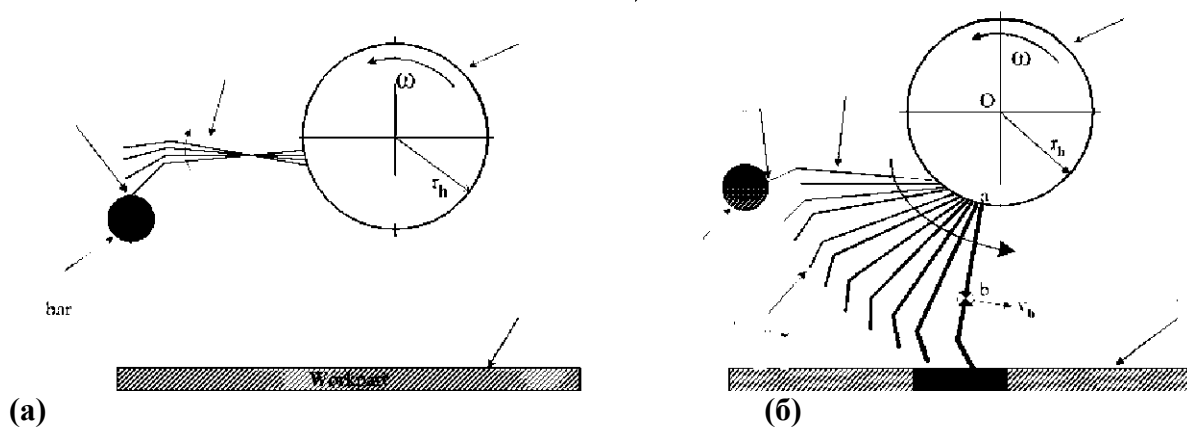


Рисунок 4. (а) Схематическое изображение первоначального контакта концов проволоки со стержнем ускорителя и последующее их оттягивание и (б) ускорение концов проволоки в направлении обрабатываемой поверхности после отпущения со стержня акселератора.

синхронизировано так, что максимальная скорость кончика достигается при ударе об обрабатываемую поверхность. При ударе заостренные концы щетины ударяют стальную поверхность и отходят; при этом образуется множество мелких лунок, напоминающих образующиеся при абразивоструйной обработке. Такие повторяющиеся удары приводят к удалению коррозии/загрязнений, обнажению чистого основного материала и созданию профиля поверхности, в наилучшей степени подходящей для технологии последующего нанесения лакокрасочных покрытий.

Технология очистки поверхности металла с помощью ручного инструмента - щёточных устройств MONTI Bristle Blaster с электрическим приводом (SE-677-ВМС) или с пневматическим приводом (SP-647-ВМС) – таким образом позволяет добиться уровня чистоты поверхности St3 (подложка должна иметь чёткий металлический блеск и быть очищенной от масел, жира, грязи, почвы, солей и других загрязняющих веществ по нормам Шведской ассоциации стандартов).

Считается, что инструментальной обработкой можно достичь степени очистки от окалины и окислов «2» по ГОСТ 9.402-80 (характеристика очищенной поверхности: при осмотре невооружённым глазом не обнаруживаются окалина, ржавчина, пригар, остатки формовочной смеси и другие неметаллические слои). Однако за счёт применяемой MONTI Bristle Blaster технологии массовых ударов проволочных прутков рабочей ленты (щётки) щёточного устройства о поверхность обрабатываемого металла при ускорении после контакта со стержнем ускорителя может обеспечиваться не только чистота, но и требуемый уровень микропрофиля поверхности до 120 мкм, а соответственно и тот же класс по ГОСТ 9.402-80, что и при абразивоструйной очистке. Другие преимущества технологии:

- оборудование лёгкое, удобное в транспортировании (вес пневмоприводного инструмента 1,2 кг),
- иное комплексное оборудование или подготовительные работы не требуются,
- абразивный материал не применяется, а следовательно не образуются дополнительные побочные продукты,
- ограждение, а также восстановление или утилизация абразивного материала не требуется,
- идеально подходит для высокоточных ремонтных работ.

Ленты (щётки) со прутками из пружинной стали специальной формы и закалки выпускаются двух типоразмеров с шириной рабочей поверхности 23 и 11 мм. Характеристики инструмента в пневматическом исполнении SP-647-ВМС: вес 1,2 кг, частота вращения 3500 об./мин, необходимое гидравлическое давление 6,2 бар/ 90 psi, средний расход воздуха 500 л/мин, вибрация 2 м/с<sup>2</sup>, уровень звукового давления 83 дБ. Характеристики инструмента в электрическом исполнении SE-677-ВМС: вес 2,3 кг, мощность 550 Вт, частота вращения 3200 об./мин., вибрация 2,8 м/с<sup>2</sup>, уровень звукового давления 82 дБ.

Обычно тщательная обработка ржавой поверхности выполняется с производительностью около 1,1 м<sup>2</sup> в час. На обработку такой площади хватает одной ленты (щётки). В зависимости от свойств, формы и материала обрабатываемой поверхности можно также обеспечить более продолжительный срок эксплуатации ленты (щётки).

В стандартный комплект поставки входят для пневмоприводного инструмента: собственно щёточное устройство, системы крепления для рабочих лент (щёток) 23 мм и 11 мм, ускорительные стержни для рабочих лент 23 мм и 11 мм, регулятор давления воздуха для лент 23 мм и 11 мм с муфтами и ниппелями, 5 рабочих лент (щёток) 23 мм и 5 рабочих лент (щёток) 11 мм. Комплект электроприводного инструмента состоит из собственно электроприводного агрегата 230 В со специальным передаточным механизмом, системы крепления 23 мм, ускорительного стержня для лент (щёток) на 23 мм, 10 рабочих лент (щёток) 23 мм. Комплекты упакованы в твёрдый пластиковый кофр.

ЗАО «Протекор» совместно с германским предприятием MONTI Werkzeuge GmbH (Германия) предлагает адаптированную и эффективную, широко применяемую в мире и в ряде отраслей Российской Федерации технологию подготовки поверхности металлоконструкций. Метод щёточной обработки MONTI Bristle Blaster подходит для использования в случаях, когда абразивоструйная обработка не является оптимальной или не представляется возможной, а также где применение классических методов струйной обработки противоречат требованиям техники безопасности (в частности во взрывоопасных зонах) или требованиям защиты окружающей среды. Области применения технологии: при возведении, обслуживании, реставрации различных строительных объектов - мостов, портовых сооружений и др; в судостроении и в ремонте судов; при работах по ремонту цистерн, железнодорожных вагонов, ветросилосных установок, на водопроводных станциях, шахтах, атомных электростанциях.

Для нефтегазовой промышленности технология MONTI Bristle Blaster эффективно применима при строительстве и обслуживании газо- или нефтетранспортных систем, газо- и нефтеперерабатывающих заводов, морских платформ, насосных и компрессорных станций, позволяет оптимально работать:

- в условиях открытого пространства при затруднённом доступе к очищаемым поверхностям, при поверхностях сложной формы (строительные конструкции надземного монтажа, оборудование сложной формы, болтовые соединения, сварные соединения и др.);
- в закрытых помещениях, без загрязнения окружающего пространства (например, в окружении свежеокрашенных поверхностей, установленного оборудования, формирующихся наливных полов и др.) и с учётом требования повышения искровой безопасности (с применением пневмоприводных устройств, оборудованных пылеулавливателем);





(а)



(б)

Рисунок 5. Картриджная (б) технология изоляции сварных стыков в трассовых условиях при предварительной (а) очистке и подготовке поверхности щёточными устройствами MONTI Bristle Blaster.

- при требуемой минимальной механизации производственного процесса, например при трассовых комплексных работах по изоляции сварных стыков магистральных трубопроводов, трубопроводной обвязки, когда пневмоприводное щёточное устройство MONTI Bristle Blaster, достаточное для подготовки и очистки поверхности сварного шва, совместно с также пневмоприводной картриджной технологией изоляционного покрытия, например, быстрополимеризуемого противокоррозионного Protegol UR-Coating 32-60, позволяет исключить из технологического процесса дизель-генераторы, компрессоры большой мощности, а также дорогостоящие установки безвоздушного распыления изоляционного покрытия (Рис.5).

1. Стандарты подготовки поверхности металлов.  
<http://sioplast.com.ua/statpage/standart.html>
2. Шероховатость и волнистость поверхностей.  
<http://www.support17.com/component/content/307.html?task=view>
3. **Robert J.Stango, Ph.D., P.E.** Professor of Mechanical Engineering, Marquette University, Milwaukee, WI 53233 Bristle-blast Surface Preparation Process for Reduced Environmental Contamination and Improved Health/ Safety Management. Sumbitted for presentation at the 18 International Oil and Gas Industry and Conference, OSEA, Singapour, November 30-December 3, 2010.
4. **Протасов В.Н.** Теория и практика применения полимерных покрытий в оборудовании и сооружениях нефтегазовой отрасли. -М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2007.
5. О способах подготовки поверхности  
[http://dino-power.com.ua/index.php?option=com\\_content&view=article&id=131:2012-06-25-11-12-20&catid=46:2012-06-25-10-50-21&Itemid=75](http://dino-power.com.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=131:2012-06-25-11-12-20&catid=46:2012-06-25-10-50-21&Itemid=75)
6. **Комаров П.В.** Подготовка поверхности к изоляции в условиях трассы оборудование и технические приёмы для работы в укрытии.  
<http://neftegas.info/korroziya-tng/1001-podgotovka-poverhnosti-k-izolyacii-v-usloviyah-trassy-oborudovanie-i-tehnicheskie-priemy-dlya-raboty-v-ukrytii.html>
7. Изоляция сварных стыков  
<http://www.tial.ru/iss>