

# 34

## ПОДГОТОВКА ПОВЕРХНОСТИ К ИЗОЛЯЦИИ

### В УСЛОВИЯХ ТРАССЫ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ДЛЯ РАБОТЫ В УКРЫТИИ

Комаров П.В., директор по развитию группы компаний «Биурс»

Поверхность, подлежащая окраске, обычно покрыта продуктами коррозии, старым разрушившимся покрытием, имеются заусенцы, брызги и наплывы в зоне сварных швов, поры от проката и коррозии, жировые и масляные пленки. Цель подготовки поверхности – устранение механических дефектов, удаление продуктов коррозии, снятие жировых и иных загрязнений, придание поверхности определенного микрорельефа (шероховатости).

Несмотря на кажущуюся относительную простоту процессов при подготовке поверхности именно от качества подготовки зависит долговечность защитного покрытия. Причиной более двух третей случаев недостаточной адгезии, определенных при тестировании готового покрытия или шурфовке, являются ошибки при выполнении комплекса работ по обработке поверхности перед окрашиванием. Почему столько внимания уделяется такому несложному вопросу, как подготовка?

Нарушения при выполнении этого технологического этапа, как правило, не вызывают фатальных последствий сразу, на месте нанесения покрытия. Ино-

гда их выявляет тест по определению адгезии на образцах-свидетелях (адгезионный отрыв), чаще – замеры в ходе эксплуатации.

Для переизоляции в условиях трассы подготовительный этап – самый долгий и «неудобный» в общем процессе. 50-60 м<sup>2</sup> в смену – реальная производительность участка подготовки. Принимая во внимание, что типовая изоляционная бригада или колонна оснащена одним постом подготовки, ее производительность не будет выше этого значения. Подъем производительности требует введения дополнительного поста подготовки, роста скорости обработки либо изменения или упро-

щения технологии, часто в ущерб качеству. Изоляровщика вынуждают к этому жесткие нормативы производительности, сроки проведения работ, а также климатические условия.

Подготовку стальных поверхностей участков длиной более 500 м осуществляют в непрерывном режиме комплексным агрегатом или колонной, включающей установку для подготовки, нагрева, нанесения изоляции, приборы контроля качества покрытия. На коротких участках и нелинейной части, учитывая более низкие требования к производительности, применяют технологическое оборудование и диагностические приборы периодического действия.



Дефекты поверхности – заусенцы, острые кромки, брызги – устраняют слесарно-механической обработкой с помощью ручного или механизированного инструмента.

Обезжиривание стальных поверхностей во всех случаях является начальной операцией, в значительной мере определяющей эффективность последующих стадий подготовки к нанесению защитных покрытий. Основная цель процесса – максимальное удаление жировых (масел, смазок, нефти, нефтепродуктов и пр.), а также пропитанных ими или отдельно закреплённых на очищаемых стальных поверхностях твердых загрязнений.

Газонефтепроводы и фасонные изделия обезжиривают обработкой уайт-спиритом, бензином, ацетоном и подобными органическими растворителями. Наличие масляно-жировых пятен, насыщенных пылью, грунтом или другими загрязнениями, на поверхностях стальных труб и магистральных газонефтепроводов имеет случайный характер и занимает незначительные площади. Для их устранения применяют очистку ручными инструментами (шпателями, шабрами), дополняя (или заменяя) указанные операции протиркой хлопчатобумажной ветошью, смоченной в органических растворителях. Целесообразно применять для этой цели растворитель, которым при промывке заполнены аппараты безвоздушного распыления.

**Абразивно-струйные способы очистки** магистральных газонефтепроводов и стальных труб, регламентированные ГОСТ 9.402-80, широко распространены на предприятиях нефтегазового комплекса Российской Федерации. Основные материалы для абразивно-струйной очистки:

- кварцевый и речной песок, железный или медный шлак (купрошлак), корунд, электрокорунд с размером зерна не более  $\frac{1}{4}$  диаметра сопла (пескоструйный способ);
- круглая или колотая металлическая дробь размером 0,1-2,0 мм (дробеструйный или дробеметный способ).

Подготовка стальных поверхностей в нефтегазовом комплексе перед нанесением изоляционных покрытий (стандарт ISO 8501-1:1988) магистральных газонефтепроводов в трассовых условиях предусматривает абразивоструйную обработку до уровня Sa 2.5 (1-й класс по ГОСТ 9.402-80) или качественную механическую до уровня St3 (2-й класс по ГОСТ 9.402-80).

Основные преимущества пескоструйного способа – достижение высокого

качества очистки стальных поверхностей в интервале Sa2.5-Sa3 по ISO 8501-1:1988 и профиля 50-100 мкм, универсальность и технологическая простота оборудования.

Дробеструйный и дробеметный способы основаны на применении в качестве абразивного материала металлической (стальной, чугунной) шарообразной или остроконечной дроби, рубленой стальной проволоки. Абразивы направляют на очищаемые поверхности сжатым воздухом или быстровращающимися роторными лопатками дробеметов. При этом достигают уровней качества очистки Sa2.5-Sa3 по ISO 8501-1:1988 и профиля поверхности 50–150 мкм.

Технологическим недостатком применения обработки песком, металлургическими шлаками и другими материалами одноразового пользования является запыление рабочего объема, оседание на очищаемые стальные поверхности значительного количества мелкодисперсной пыли. После завершения процессов абразивно-струйной очистки удаляют пыль со стальных поверхностей, используя обдув направленным воздушным потоком или специальное пылеотсасывающее оборудование.

Абразивные материалы многократного использования поддаются регенерации. Поэтому они более эффективны, безопасны для персонала и экологически безвредны. В первую очередь это шарообразная литая или остроконечная колотая стальная или чугунная дробь, корунд.

Корунд по качеству очистки превышает многие абразивы. Вследствие высокой твердости и стабильности многогранных острых осколков обладает практически неизменной в ходе эксплуатации режущей способностью. Расход у него в 4 раза ниже, уровень запыления незначителен, а производительность существенно выше, чем у кварцевого песка и металлургического шлака. Допускает 20-кратное применение, что существенно выше, чем у других абразивных материалов.

**Механические способы очистки** (автоматизированный и ручной) обеспечивают довольно высокую степень удаления с газонефтепроводов и стальных труб ржавчины, окалины, заусенцев и загрязнений с достижением уровней очистки St2-St3 по ISO 8501-1:1988 (2-й класс по ГОСТ 9.402-80). Однако в плане производительности, способности получения развитой шероховатой поверхности механические способы подготовки стальных поверхностей существенно уступают абразивно-струйным способам.

**Термоабразивно-струйный (газо-пламенноабразивный) способ** подготовки стальных поверхностей перед нанесением изоляционных покрытий применяют, где допустимо использование открытого пламени. Продукты сгорания жидкого или газообразного топлива выходят из горелки через калиброванное сопло, в которое реактивная тяга втягивает абразивный материал. Очищаемая поверхность подвергается одновременному действию фронта пламени (температура порядка 500°C) и обработке абразивом со скоростью сотни метров в секунду.

Термоабразивно-струйный способ обеспечивает более высокую производительность очистки стальных поверхностей, достигающую 20-35 м<sup>2</sup>/час, чем обычный пескоструйный способ: 10,0-17,5 м<sup>2</sup>/час. Термоабразивно-струйная обработка особенно эффективна при наличии на очищаемых газонефтепроводах или трубах не снятых или частично снятых отслуживших срок полимерных или лакокрасочных покрытий, а также жировых загрязнений (масел, смазок, консервационных составов и пр.).

Отличается в технологическом плане от пламенного термического отжига, так как не требует последующей очистки стальных поверхностей абразивно-струйными установками или механизированными стальными щётками.

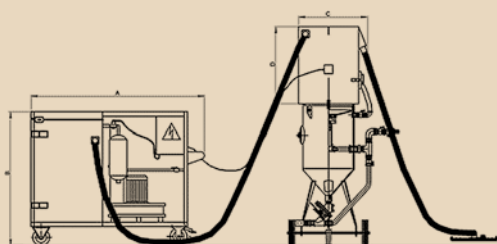
**Пламенный термический отжиг** не имеет самостоятельного значения, поскольку требует применения последующей технологической операции – очистки стальными проволочными щётками или абразивно-струйным инструментом.

**Гидроструйный способ** основан на применении в качестве рабочего инструмента для очистки стальных поверхностей струи или нескольких струй воды под давлением 600-2 400 атм, а в отдельных случаях – до 3000 атм.

Преимущества гидроструйного способа – отсутствие абразивных материалов, быстрое и эффективное устранение с обрабатываемых поверхностей отслуживших покрытий, ржавчины, окалины, растворимых солей и других загрязняющих веществ, отсутствие пыли и искр, существенное снижение уровня шума, менее жёсткие требования к выполнению огневых работ.

Недостатки гидроструйного способа – невозможность получения дополнительной шероховатости, быстрое образование на очищенных поверхностях налета ржавчины, возможность применения только при плюсовых температурах воздуха.

## ПОДГОТОВКА ПОВЕРХНОСТИ



Технологические преимущества гидро-струйного способа позволяют эффективно использовать его для снятия отслужившей изоляции и очистки магистральных газонефтепроводов от продуктов коррозии, растворимых солей и других загрязнений в трассовых условиях.

**Гидроабразивно-струйный способ** характеризуется высокой производительностью, повышенными качественными показателями, пожаро- и взрывобезопасностью. С технологической точки зрения является комбинацией гидроструйного или абразивно-струйного способов. Кроме качественной очистки он обеспечивает также развитую поверхность стали. В качестве абразивной добавки в водную струю наиболее часто вводят кварцевый песок, а также другие мелкодисперсные абразивы с размерами зерна 0,15-0,50 мм. Недостаток – невозможность работы зимой, быстрая коррозия очищенной поверхности.

На трассе работы проводятся летом и в холодное время (зимой), на открытом воздухе и в быстровозводимых укрытиях. Укрытия защищают летом периодически – от атмосферных осадков, пыли и насекомых, зимой постоянно – от низких температур.

Особенность применения напыляемых термореактивных защитных покрытий зимой заключается в необходимости поддержания минимальных температур изделия и воздуха в укрытии не ниже +5+10°C, отсутствия капельной влаги на поверхности металла, влажности воздуха не выше 85%. Для этого изделие или участок трубопровода в укрытии предварительно нагревается. В случае работы в траншее стены и пол выстилаются гидроизолирующим материалом.

В полевых условиях применяются в основном пескоструйный, дробеструйный (дробеметный) и механический способы подготовки поверхности. В легких укрытиях очистка поверхности пламенным и газопламенно-абразивным методами может быть невозможна. Применение методик очистки с применением воды, с одной стороны, ограничено теплым периодом, с другой – требует способа получения необходимой шероховатости на поверхности (дополнительной абразивной обработки).

**Использование абразивно-струйного метода в укрытии** также сопряжено с рядом технологических проблем:

- сильная запыленность при работе с одноразовыми абразивами требует особого освещения, эффективной вентиляции или проветривания. Большой воздухообмен или глубокое проветривание укрытия зимой создают сложности в поддержании минимальной температуры воздуха, летом при наличии насекомых – увеличивают вероятность появления дефектов покрытия;
- применение многообразных абразивных материалов, не дающих много пыли, невозможно без системы рекуперации для повторного использования;
- требуются экраны и отражающие щиты для защиты укрытия от рикошета абразивных частиц.

Технологический процесс нанесения покрытия зимой включает обязательную процедуру установки укрытия, нагрева изделия и воздуха внутри, обезжиривания и очистки поверхности, обеспыливания изделия и воздуха, нанесения покрытия.

**Снизить образование пыли в процессе подготовки поверхности**, сократить время обработки можно с помощью дробеструйной установки с замкнутым циклом дробы, предусматривающей сбор, очистку (сепарацию) и возврат в систему абразива. Примером таких установок могут служить агрегаты SEBF-1 серии Rapidvac фирмы Aiblast, система рекуперации COB-4 для корунда и COB-4/2 для дробы производства ВМЗ. Установки рассчитаны для работы с напорными пескоструйными аппаратами емкостью 200-250 литров. Корунд или дробь собирается с пола вакуумной насадкой, отделяется от загрязнений и загружается в напорный аппарат для повторного применения. Вес не превышает 700 кг, абразив транспортируется на 10-15 м.

**Подготовка небольшой поверхности без пыли** (сварной стык труб, врезку, трубы малого диаметра) осуществима с помощью установок с замкнутым циклом дробы типа AB-1070 серии LTC фирмы Airblast и Clemc-O-Matic фирмы Clemco

Очистка поверхности происходит в ограниченном пространстве струйной насадки, при этом отработанный абразив и пыль отсасываются вакуумом. Дробь после удара о поверхность подхватывается воздушным потоком, поступает в блок фильтрации и возвращается в процесс. В комплект установок входят щетки-насадки различной формы для очистки внешних и внутренних углов, сварных швов, внешней поверхности труб, плоских и неровных поверхностей.

**Ускорить процесс подготовки поверхности абразивно-струйным методом** получится, применяя сопла Вентури с каналом квадратного сечения. За счет меньшего перекрытия обработанной поверхности и увеличения размера факела существенно (до 100% на плоскости, до 72% на элементах труб, до 54% на металлоконструкциях) возрастает скорость обработки поверхности. При этом расход абразива снижается на 30%.





Изучена **возможность проведения абразивно-струйной подготовки стальной поверхности на открытом воздухе при отрицательных температурах** перед нанесением некоторых материалов.

Испытания проводились на лабораторных площадках РНЦ «Прикладная химия» и ФГУП ЦНИИКМ «Прометей», на полигоне Учебного Центра НОУ (Санкт-Петербург), есть опыт практического применения на объектах ОАО «Газпром».

По сравнению со стандартным соплом круглого сечения, где перекрытие предыдущей и последующей полос достигает 40%, применение квадратного канала позволяет увеличить площадь обработки, равномернее распределить абразив по пятну и снизить перекрытие до 10-20%. Квадратные сопла используются со стандартным дробеструйным шлангом диаметром 25 мм.

Следует помнить, что сопла этого типа предназначены для относительно простой поверхности. При работе в труднодоступных местах, обработке фланцевых соединений эффект применения будет незначителен. Целесообразно иметь сопла различных видов и выбирать оптимальный тип.

Компрессор для выполнения работ в холодное время должен быть оборудован охладителем воздуха и циклонным сепаратором. Воздух, выходящий из компрессора, имеет температуру порядка +90°C и содержит большое количество влаги. При охлаждении вода конденсируется. К примеру, сжатым воздухом из компрессора с производительностью 5,7 м<sup>3</sup>/мин при давлении 7 бар может переноситься до 21,5 литра воды в час. В охладителе температура воздуха снижается, превышая окружающую на 3-10°C. При этом из системы в сепараторе может быть удалено до 70% сконденсированной влаги и масел.

В процессе нагрева воздуха и изделия в укрытии с помощью тепловых пушек прямого действия, работающих на дизельном топливе, неизбежно растет влажность воздуха. Это обусловлено конденсацией продуктов сгорания топлива и испарением воды со стенок траншеи, пола. Металлическая конструкция, имея существенно большую теплоемкость, достаточно долго будет холоднее воздуха и влажной, особенно будучи помещенной в укрытие извне. Препятствовать развитию коррозии может покрытие на основе материалов, которые отверждаются при отрицательной температуре или смачивают поверхность стали лучше, чем вода.

**«Форпол-Ойл»** Двухслойное покрытие, состоящее из слоя уретановой грунтовки «Форпол-Праймер», отверждающейся влагой воздуха и полиуретановой мастики «Форпол-Ойл». На подготовленную на открытом воздухе (температура воздуха -17°C, влажность 23%, точка росы -35°C) поверхность незамедлительно нанесли слой грунтовки (80 мкм). После отверждения в течение 10 часов изделие поместили в теплое укрытие, нагрели до +15°C, высушили поверхность, нанесли слой полиуретановой мастики.

**«Биурс»** Двухслойное покрытие, состоящее из слоя эпоксидной грунтовки «Праймер МБ» и полиуретановой мастики «Биурс». На подготовленную на открытом воздухе (температура воздуха -14°C, влажность 33%, точка росы -23°C) поверхность незамедлительно нанесли первый слой грунтовки (40 мкм). Через 15 мин. изделие поместили в теплое укрытие, нагрели до +15°C, высушили поверхность, по завершении полимеризации первого слоя нанесли второй (60 мкм) слой грунтовки и после достижения «отлипа» слой полиуретановой мастики.

**«ТехноПласт-рулон С»** Изофталический полиэстеровый ламинат, армированный стекловолокном, застывающий под воздействием ультрафиолетового света. На подготовленную на открытом воздухе (температура воздуха -20°C, влажность 21%, точка росы -38°C, ясно) поверхность незамедлительно нанесли слой грунтовочной «ТехноПласт-пасты СУФО» (100 мкм). Через 5 мин. установили фрагмент рулонного материала. Через 45 мин. после полной полимеризации материала в естественных условиях нанесли корректирующий слой пасты (обработка краев, стыков). При заполнении пастой дефектов покрытия толщиной более 1,5 мм слой пасты перед установкой фрагмента рулона дополнительно выдерживали на свету для более быстрой полимеризации всей системы.

В случае применения указанных материалов возможно существенное сокращение производственного цикла подготовки поверхности в зимнее время. Поверхность изделия обезжиривается и обрабатывается при отрицательной температуре (на открытом воздухе). Сразу после обеспыливания наносится первый (или единый) защитный слой грунтовки. Цель – исключить контакт поверхности с воздухом.

**ВАЖНО:**

Обезжиривание, обработка поверхности, обеспыливание и нанесение праймера – все операции проводятся на открытом воздухе, без создания взрывоопасных, вредных для здоровья концентраций пыли и паров органических растворителей.

Влагоотверждаемый материал выдерживается до полимеризации, эпоксидный - до частичного испарения растворителей и загустевания. После этого над изделием может быть установлено укрытие, поверхность нагрета и высушена, нанесены дополнительные слои грунтовок и мастики. Изделие с нанесенным первым слоем покрытия может быть оставлено на ночь при условии защиты от осадков (установлено укрытие без обогрева).

Часть процесса изоляции на стадии «подготовка поверхности – нанесение первого слоя», обычно ограниченная 2-мя часами, может быть расширена, позволяя изолировщику провести подготовку поверхности заранее (в конце дня), а утром начать нанесение. На этой стадии в укрытии температура может сохраняться на уровне наружной (перерыв на ночь), либо производится нагрев. В случае незамедлительного нагрева изделия и воздуха в укрытии весь процесс изоляции становится непрерывным и реализуется в течение одной рабочей смены.

Светоотверждаемые материалы могут быть сразу нанесены на подготовленную поверхность. При ярком солнечном свете полимеризация всех слоев (паста + рулон) проходит на открытом воздухе быстро даже при отрицательной температуре.



**БИУРС группа компаний**  
196105, г. Санкт-Петербург,  
ул. Решетникова, д. 17,  
корпус 4, литер А  
Тел./факс: +7 (812) 495-69-60  
e-mail: info@biurs.com  
www.biurs.com