

Покрытие «КОНСТАКОР» для защиты водоподготовительного оборудования ТЭЦ

К.Ю. Зерщиков, С.А. Волобуев, Н.А. Слепокуров (ООО «Константа-2»),
М.А. Ваниев, Ю.В. Семенов (ВолГТУ)

Оборудование водоподготовки химических цехов электростанций эксплуатируется в условиях воздействия воды и попеременного воздействия водных растворов кислоты и щелочи. Такие специфические условия обуславливают использование специальных гуммировочных составов для длительной антикоррозионной защиты, например, баков нейтрализации, фильтров водоподготовки и другого оборудования. ООО «Константа-2» имеет практический опыт нанесения покрытий на основе двухкомпонентного полисульфидного герметика марки У-30 М и его модификаций. Основные преимущества при формировании защитных слоев путем использования жидких тиоколов – не требуется применение повышенных температур, так как вулканизация происходит без нагревания; возможен ремонт сильно изъязвленных металлических поверхностей; применяется традиционная технология нанесения лакокрасочных покрытий. Вместе с тем было отмечено, что материал покрытия характеризуется недостаточной адгезией к металлическому субстрату, малым сопротивлением раздиру и относительно высокой набухаемостью при контакте с водой и растворами кислот. Применение модифицированных эпоксидной смолой разновидностей герметика марок У-30 МЭС-5 и У-30 МЭС-10 обеспечивает приемлемый уровень адгезионных свойств, но при этом существенно повышаются показатели водопоглощения и набухаемости в водных растворах электролитов. Этот негативный эффект объясняется появлением в продукте реакции жидкого тиокола с эпоксидной смолой легко сольватирующихся гидроксильных групп.

Была также опробована технология получения тиоколовых покрытий холодной сушки из герметика У-30 М путем предварительного нанесения на металл, подвергнутый дробеструйной обработке, грунтовочного и/или адгезионного подслоев на основе эпоксидных, хлорнаиритовых и других клеевых составов с последующим нанесением основного материала покрытия и его вулканизации непосредственно на поверхности защищаемого металла. Применение грунтовочно-адгезионных подслоев обуславливает необходимую адгезию к углеродистой стали, однако материал вулканизированного покрытия при такой системе защиты также не обеспечивает достаточной долговечности из-за относительно высокой проницаемости при эксплуатации в условиях воздействия на него растворов кислот, щелочей и воды.

Учитывая вышеизложенное, специалистами ООО «Константа-2» совместно с сотрудниками ВолГТУ были проанализированы основные факторы, от которых зависит повышение защитной способности полимерного покрытия против воздействия агрессивных сред в результате торможения процесса коррозии металла. К ним относятся: проницаемость, уровень электрического сопротивления, степень адсорбции коррозионного агента на поверхности металла и сила адгезионного взаимодействия с подложкой.

Известные технологии формирования покрытия из тиоколов герметика и сама природа полисульфидного вулканизата не обеспечивают получение необходимого результата в части возможности комплексного влияния на эти факторы. Поэтому была поставлена за-

дача по разработке системы защиты, обеспечивающей повышение долговечности покрытия за счет снижения проницаемости и степени набухаемости материала при контакте с водой и водными растворами серной кислоты и гидроксида натрия.

Эту задачу решали посредством последовательного нанесения на металл, подвергнутый дробеструйной обработке, отверждающихся грунтовочного слоя и переходного адгезионного подслоя с последующим послойным нанесением и вулканизацией полисульфидного герметика. При этом на поверхности вулканизированного покрытия дополнительно формировали антидиффузионный полимерный слой на основе хлорированной поливинилхлоридной смолы.

Традиционное гуммирование тиоколовыми пастами шпательным методом трудоемко и малопродуктивно. При нанесении состава более жидкой консистенции (содержащих растворители для снижения вязкости) безвоздушным распылением беспористость покрытия из-за диффузионного улетучивания растворяющего агента не гарантируется. Образующиеся при этом поверхностные или сквозные поры являются «слабыми», дефектными местами, негативно влияющими на защитные свойства покрытия.

В связи с этим представляется целесообразным нанесение дополнительного полимерного слоя, функциональным назначением которого является уменьшение проницаемости за счет барьерного торможения диффузии среды в материал покрытия. Наличие такого антидиффузионного слоя из обоснованно подобранного пленкообразователя обуславливает следующее. Во-первых, снижается механическая микропористость поверхности полисульфидного вулканизата за счет нивелирования (перекрытия) имеющихся дефектов, образующихся после улетучивания растворяющего агента при формировании покрытия. Во-вторых, повышается способность материала препятствовать проникновению агрессивной среды к защищаемой поверхности в результате односторонней диффузии (ввиду торможения процесса переноса коррозионно-активных компонентов через основное тиоколовое покрытие и грунтовочный слой). В-третьих, уменьшается ионная проницаемость системы покрытия в целом благодаря обеспечению определенной диффузионной селективности путем нанесения полимерных слоев различной химической природы и толщины.

В качестве полимера-основы антидиффузионного слоя применяли продукт дополнительного хлорирования поливинилхлоридной смолы. Выбор этого пленкообразующего обусловлен тем, что это – полярный полимер, способный образовывать покрытия с высокой атмосферо- и водостойкостью, прочностью и эластичностью, а также стойкостью к минеральным кислотам и щелочам.

При дробеструйной обработке поверхность металла становится шероховатой и активируется в результате повышения полярности за счет образующихся оксидов металла. Последующее нанесение грунтовочного слоя на основе полярных пленкообразователей (эпоксидных,

Сравнительные данные по степени набухания и удельного объемного сопротивления в зависимости от продолжительности испытания

Продолжительность испытаний, сут	1	3	5	15	30	60	173	266	362
Степень набухания, %:									
в водопроводной воде	0,89/0,13	0,96/0,51	1,6/0,81	3,55/1,49	3,96/2,25	6,47/3,30	10,25/3,74	12,65/4,83	18,98/5,10
в 10 %-ном растворе серной кислоты	0,52/0,31	0,96/0,73	0,97/0,77	1,47/1,15	1,74/1,34	1,97/1,36	2,03/1,34	2,01/1,32	2,05/1,22
в 10 %-ном растворе гидроксида натрия	0,40/0,22	0,67/0,38	1,06/0,64	1,28/0,90	1,39/1,03	1,55/1,06	0,26/0,98	0,03/0,86	0,02/0,78
Удельное объемное сопротивление, Ом·м, при воздействии:									
воды	2,1·10 ⁷ / 1,3·10 ⁸	0,9·10 ⁷ / 0,4·10 ⁸	8,7·10 ⁶ / 4,3·10 ⁷	4,9·10 ⁶ / 1,3·10 ⁷	1,8·10 ⁶ / 7,2·10 ⁶	3,2·10 ⁵ / 9,1·10 ⁵	5,6·10 ⁵ / 1,8·10 ⁶	7,7·10 ⁵ / 2,1·10 ⁶	9,5·10 ⁵ / 1,7·10 ⁶
10 %-ного раствора серной кислоты	3,3·10 ⁷ / 2,8·10 ⁸	1,9·10 ⁷ / 2,5·10 ⁸	5,1·10 ⁶ / 1,4·10 ⁸	3,2·10 ⁶ / 0,4·10 ⁸	0,5·10 ⁶ / 3,3·10 ⁷	0,4·10 ⁶ / 8,7·10 ⁶	5,7·10 ⁴ / 7,9·10 ⁶	6,1·10 ⁴ / 8,0·10 ⁶	7,9·10 ⁴ / 6,5·10 ⁶

Примечание. В числителе – показатели образцов покрытия, изготовленного на основе герметика У-30 М; в знаменателе – показатели покрытий с антидиффузионным слоем на основе перхлорвинилового смолы.

хлорнаиритовых, алкидных и др.) обеспечивает достижение высокой степени адгезионного взаимодействия в системе субстрат-адгезив. Кроме того, применение отверждающихся грунтовочных шпаклевок способствует выравниванию общего рельефа поверхности и улучшению условий контакта со следующими слоями покрытия.

Отвержденный грунтовочный слой, в частности на основе широко используемых эпоксидных шпаклевок, представляет собой трехмерносшитый, высокомодульный и неэластичный продукт. Следовательно, при нанесении непосредственно на него тиоколовый герметика, не обладающего собственной адгезией и образующего после вулканизации низко модульный эластичный материал, может происходить отслоение последнего с нарушением сплошности покрытия и дальнейшего внедрения агрессивной среды по границе раздела. В связи с этим необходимо использование переходного подслоя, который обладает свойствами, близкими к свойствам грунтовочного слоя и основного состава. В данном случае обеспечивается достаточно высокая адгезия между слоями и компенсируется разность между их модулями упругости, коэффициентами линейного расширения и уровнем внутренних напряжений.

В качестве отверждающегося грунтовочного слоя применяли эпоксидную шпаклевку марки ЭП-0010 (ГОСТ 10277-76) в комбинации с отвердителем аминного типа, в частности, полиэтиленполиамином (ТУ 6-02-1099-83). Основной адгезионного подслоя служила смесь герметика У-30 М (ГОСТ 13489-79) с эпоксидиановой смолой марки ЭД-20 (ГОСТ 10587-84). Отвердителем адгезионного подслоя являлся полиэтиленполиамин.

Основой антидиффузионного слоя служил пленкообразующий состав из хлорированной поливинилхлоридной смолы в виде лака ХВ-784 (ГОСТ 7313-75), представляющего собой раствор данного полимера в смеси летучих органических растворителей с добавлением пластификатора. В качестве разбавляющего агента, с помощью которого регулировали исходную рабочую вязкость грунтовочного слоя, адгезионного подслоя, герметика и лака ХВ-784, применяли растворитель Р-4 (ГОСТ 7827-74).

Готовые образцы покрытия испытывали в соответствии с ГОСТ 9.068-76 (метод В) и ГОСТ 9.083-78 (метод З). Образцы вулканизированного герметика с нанесенным на поверхность антидиффузионным слоем подвергали испытаниям по ГОСТ 12020-72 для определения коэффициентов диффузии, сорбции и проницаемости.

Значение коэффициентов диффузии, сорбции и проницаемости в зависимости от природы агрессивной среды

Вид покрытия	На основе герметика У-30 М	С антидиффузионным слоем
Кoeffициент диффузии, см ² /с:		
воды	2,14·10 ⁻⁷	0,75·10 ⁻⁷
10 %-ного раствора серной кислоты	4,82·10 ⁻⁷	1,96·10 ⁻⁷
10 %-ного раствора гидроксида натрия	0,92·10 ⁻⁷	0,60·10 ⁻⁷
Кoeffициент сорбции, г/см ³ :		
воды	0,026	0,012
10 %-ного раствора серной кислоты	0,030	0,019
10 %-ного раствора гидроксида натрия	0,028	0,002
Кoeffициент проницаемости, г·см/(см ² ·с):		
воды	0,50·10 ⁻⁸	0,91·10 ⁻⁹
10 %-ного раствора серной кислоты	0,14·10 ⁻⁷	0,37·10 ⁻⁸
10 %-ного раствора гидроксида натрия	0,25·10 ⁻⁸	0,12·10 ⁻⁹

Из приведенных данных следует, что разработанное покрытие характеризуется значительно меньшей набухаемостью в воде и водных растворах кислоты и щелочи. Наличие антидиффузионного слоя из перхлорвинилового смолы на поверхности полисульфидного вулканизата обеспечивает повышение удельного объемного сопротивления, снижение коэффициентов диффузии, сорбции коррозионно-активных реагентов и проницаемости материала покрытия. В целом эти факторы обуславливают решение поставленной задачи для повышения долговечности покрытия при эксплуатации в контакте с водой и 10 %-ными водными растворами кислоты и щелочи. Именно такие среды используются, в частности, при эксплуатации оборудования химических цехов электростанций. Для формирования системы защиты нет необходимости применения специальных установок и оснастки. Состав для антидиффузионного слоя легко наносится традиционными методами лакокрасочной технологии.

С использованием покрытия «КОНСТАКОР» проведена гуммирование баков нейтрализации водоподготовительной установки (ВПУ) Волжской ТЭЦ-2 и фильтров ВПУ ТЭЦ Архангельского ЦБК. Оборудование с покрытием безотказно эксплуатируется в течение четырех лет.