

АНТИКОРРОЗИОННАЯ ЗАЩИТА ОБОРУДОВАНИЯ ТРАВИЛЬНЫХ ОТДЕЛЕНИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

Ю.В. Семенов, К.Ю. Зерщиков, М.А. Ваниев
ООО "Константа-2", г. Волгоград

Одним из этапов технологического цикла производства металлических труб является химическое травление. Основная задача процесса химической обработки заключается в придании изделию конечного товарного вида. Функционирование и производительность участков травления оказывают непосредственное влияние на все производство в целом. Стадия химической обработки предполагает наличие специального емкостного оборудования, подвергающегося воздействию высокоагрессивных сред - горячих растворов неорганических кислот. В табл. 1. представлены основные единицы применяемого оборудования и условия его эксплуатации.

Применение коррозионно-активных сред такого рода требует обязательной антикоррозионной защиты (АКЗ) данного оборудования. Экстремальный характер коррозионного воздействия применяемых рабочих сред накладывает существенные ограничения при выборе метода АКЗ.

На российском рынке отсутствуют отечественные разработки, позволяющие надежно и долговременно защищать оборудование от воздействия вышеперечисленных сред. В связи с этим, нами была проведена работа по изучению агрессивностойкости и возможности применения известных полимерных материалов, а также исследована стойкость новых антикоррозионных покрытий для защиты оборудования травильных отделений металлургических производств.

Для защиты оборудования от воздействия вышеуказанных сред необходимо применять покрытия "барьерного" типа, то есть покрытия, в основном, препятствующие проникновению агрессивной среды к защищаемой поверхности. Использование материалов адгезионного или смешанного действия не приемлемо, так как в обоих случаях предполагается диффузия коррозионно-активных компонентов среды к подложке. К антикоррозионным покрытиям "барьерного"

типа относятся гуммировочные резины, футеровочные кислотоупорные штучные материалы, футеровочные листовые пластики.

Как видно из табл. 2, основными недостатками защитных футеровочных покрытий являются их низкие ударная прочность, трещиностойкость, стойкость к высоким обратимым деформациям; невозможность их использования в некоторых конструкциях аппаратов, низкая производительность труда при нанесении и высокая стоимость материалов. Таким образом, наиболее предпочтительным методом антикоррозионной защиты оборудования непосредственно самих травильных отделений является гуммирование резинами на основе насыщенных карбоцепных каучуков. Это определяется стойкостью данных материалов к высоким обратимым деформациям, механическому и абразивному воздействию, а также универсальной стойкостью к средам кислотного, щелочного характера и к окислителям. Однако проведенные испытания существующих отечественных резин, предназначенных для гуммирования аппаратов, показали крайне низкую стойкость при испытаниях в вышеперечисленных средах. Учитывая доступность, лучшую стойкость под действием агрессивных сред по сравнению с резинами на основе других каучуков и высокие упруго-прочностные свойства, а также способность к низкотемпературной вулканизации, нами, в качестве исходной, была выбрана марка гуммировочной резины на основе каучука СКЭПТ - 51-1632. Испытания на агрессивностойкость показали снижение физико-механических характеристик, низкие антидиффузионные свойства, что по ГОСТ 12020-72 характеризуется как неудовлетворительная стойкость (рис., табл. 3).

Полученные результаты связаны, очевидно, с природой вулканизирующей группы, а именно - серосодержащей, и, соответственно, с химическим строением поперечных

Таблица 1. Основное оборудование травильных отделений и условия его эксплуатации

№	Наименование оборудования	Назначение	Температура, °С	Состав среды	Характер воздействия коррозионно-активной среды
1	Ванны травления, мерники, емкости отработанных растворов	Приготовление растворов, процесс травления или расстекловывания труб, утилизация	20...75	HF – 40...60 г/л H ₂ SO ₄ – 120...140 г/л или HF – 40...60 г/л HNO ₃ – 120...140 г/л	Периодический. Высокие механические нагрузки, абразив, давление
2	Емкость травления	Хранение рабочего раствора кислот	50...75	То же	Постоянный. Высокие нагрузки ударно-вибрационного характера, абразив
3	Емкость пассивации	Хранение рабочего раствора азотной кислоты	То же	HNO ₃ – 120...140 г/л	То же
4	Емкости хранения кислот	Хранение кислот	15...30	Концентрированные плавиковая, серная или азотная кислоты	Постоянный

вулканизационных связей (ди- и полисульфиды), которые характеризуются низкой агрессивной и теплостойкостью. В связи с этим, изучали влияние природы вулканизирующей группы на антикоррозионные свойства резины на основе каучука СКЭПТ, а также исследовали возможность модификации уже существующей рецептуры с целью повышения ее агрессивностойкости. Были испытаны вулканизаты СКЭПТ пероксидного и смоляного типа. Результаты представлены в табл. 3. Как видно из таблицы, наибольшему разрушению подвержены резины, полученные в результате серной вулканизации. Наилучшими свойствами характеризуются смоляные вулканизаты. Полученные данные хорошо согласуются с результатами исследования агрессивностойкости методом набухания (рис. 1).

В результате проведенных исследований установлено, что стойкость гуммировочных резин на основе СКЭПТ к действию

агрессивных сред в значительной степени зависит от природы вулканизирующей группы, которая определяет густоту (параметры) вулканизационной сетки и, следовательно, антидиффузионные свойства.

В процессе разработки данных материалов нами были проведены работы по антикоррозионной защите емкостей травления труб нержавеющей стали ТПЦ-2 ОАО "ВТЗ" гуммировочными резинами на основе этилен-пропиленового каучука. В ходе эксплуатации было выявлено, что, несмотря на значительное превосходство по агрессивностойкости модифицированной резины перед известной композицией (51-1632), покрытия не соответствуют требованиям к физико-механическим характеристикам, предъявляемым к гуммировочным покрытиям, эксплуатирующимся в жестких условиях под действием механических нагрузок. Срок службы покрытия составляет 2 года, что недостаточно с позиции современных

Таблица 2. Основные достоинства и недостатки гуммировочных, футеровочных и облицовочных материалов

№	Вид материала	Полимерная основа	Достоинства	Недостатки
1	Гуммировочные резины на основе насыщенных карбоцепных каучуков	Этилен-пропиленовый каучук (СКЭПТ), бутилкаучук (БК), хлорбутилкаучук (ХБК)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Характеризуются универсальной высокой агрессивностойкостью к средам кислотнo-щелочного характера. 2. Стойкость к действию абразива и ударно-механическим деформационным нагрузкам. 3. Теплостойкость. 4. Стойкость к действию окислителей. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Повышенные требования к качеству поверхности. 2. Необходимость острого пара для вулканизации. 3. Особые требования к конструкции аппаратов. 4. Недостаточная ремонтпригодность.
2	Футеровочные штучные материалы	Углеграфитовые, фенолформальдегидные смолы	<ol style="list-style-type: none"> 1. Стойкость к механическим нагрузкам и абразиву. 2. Стойкость к плавиковой кислоте. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Недостаточная стойкость к деформационным нагрузкам. 2. Проницаемость футеровочных слоев. 3. Отсутствие возможности проверки сплошности подслоя. 4. Низкий предел температуры эксплуатации непроницаемого подслоя. 5. Не стойки к действию азотной кислоты. 6. Высокая стоимость работ в совокупности с недостаточной долговечностью.
3	Облицовочные листовые материалы из пластмасс	Полиэтилен Полипропилен	<ol style="list-style-type: none"> 1. Достаточно высокая агрессивностойкость. 2. Хорошая формуемость и способность к сварке прутком. 3. Ремонтпригодность. 4. Трещинностойкость. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Низкая теплостойкость. 2. Не стойки к действию окислительных сред.
		ПВХ	То же, п. 1-3 4. Стойкость к действию агрессивных сред окислительного характера.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Низкий температурный предел эксплуатации. 2. Недостаточная ударпрочность. 3. Невозможность реализации сварки методом экструзии.
		Фторопласт Ф-2М	То же	<ol style="list-style-type: none"> 1. Высокие требования к квалификации сварщика пластмасс. 2. Высокая стоимость, по сравнению с другими пластиками.

Таблица 3. Влияние природы вулканизирующей группы на агрессивостойкость резин на основе СКЭПТ к азотнокисло-плавиковому раствору (ГОСТ 9.030-74 метод В)

№	Тип вулканизации	Упруго-прочностные свойства до испытаний		Упруго-прочностные свойства после испытаний		Изменение упруго-прочностных свойств, % (ГОСТ 12020-72)	
		Прочность, МПа	Относительное удлинение, %	Прочность, МПа	Относительное удлинение, %	Прочность, МПа	Относительное удлинение, %
1	Серная	16,1	310	13,9	260	13,7	16,1
2	Смоляная	10,5	210	10,4	200	1,0	4,8
3	Пероксидная	15,0	310	13,9	290	7,3	6,5
4	Серная + смоляная	4,4	250	4,3	230	2,3	8,0
5	Серная с полимерным модификатором	11,2	380	10,9	350	2,7	8,0

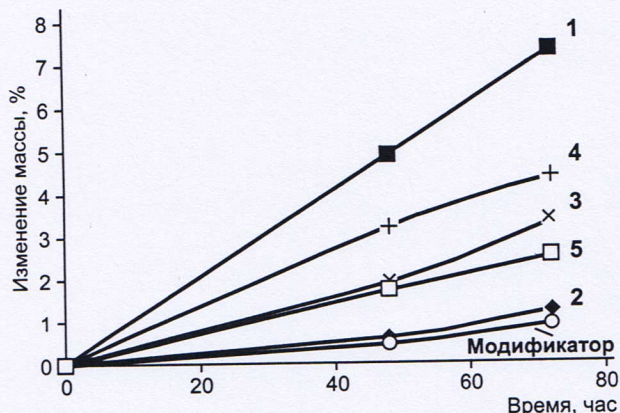


Рис. Агрессивостойкость резин к действию агрессивной среды (азотнокисло-плавиковый раствор) по ГОСТ 9.030-74, метод А. (Обозначения кривых соответствуют порядковым номерам табл. 3)

требований к срокам службы антикоррозионных покрытий. Замена активаторов вулканизации на хлориды металлов способствовала устранению данного недостатка. Как показали испытания, полученные материалы характеризуются более высокой скоро-

стью вулканизации, а вулканизаты обладают достаточно высокими упруго-прочностными показателями. Таким образом, получена резиновая смесь, значительно превосходящая по свойствам серийно производимую. Разработанная резина (№2 табл. 3) была применена в качестве антикоррозионного покрытия емкости пассивации. Промежуточный осмотр через 6 месяцев эксплуатации показал высокую эффективность покрытия.

Несмотря на некоторые достигнутые успехи, была проведена работа по разработке гуммировочных материалов с улучшенными эксплуатационными и технологическими характеристиками. В качестве основы использовали насыщенные каучуки специального назначения – бутил- и хлорбутилкаучуки, которые характеризуются высокими показателями агрессивности и теплоустойчивости, упруго-прочностными свойствами, а наличие атома хлора в основной цепи каучука ХБК способствует увеличению адгезии к металлическим субстратам и вулканизирующей способности под действием агентов различной природы. Проведенные ис-

**Таблица 4. Таблица сравнения свойств гуммировочных резин
на основе насыщенных карбоцепных каучуков**

№	Наименование показателя	Тип каучуковой основы резины		
		СКЭПТ	БК	ХБК
1	Прочность, МПа	8,2	5,3	8,4
2	Относительное удлинение, %	210	470	290
3	Твердость по Шору А, усл. ед.	60...65	50...55	65...70
4	Адгезия к металлу (Ст3), Н/м	1,6	1,4	2,9
5	Способность к вулканизации паром при температуре 110...120°C	Хорошая	Плохая	Отличная
6	Вязкость по Муни при 100°C, усл. ед.	79	53	67
7	Степень набухания в азотнокисло-плавиковом растворе при температуре 75°C (время экспозиции 500 часов), %	13,6	2,4	2,6
8	Ожидаемый срок службы покрытия	2 года	2-3 года	Не менее 3-х лет

следования позволили разработать резиновую смесь с хорошими технологическими и эксплуатационными свойствами, соответствующими всем требованиям к листовым гуммировочным резинам. Результаты лабораторных и полупромышленных испытаний показали высокую антикоррозионную эффективность этой композиции, получившей фирменное обозначение «Констакор ХБК» (табл. 4). В данный момент емкость травления, гуммированная этой резиновой смесью, в условиях воздействия азотнокисло-плавикового раствора при температуре 70...80°C, эксплуатируется в течение 1 года без замечаний.

Дальнейшие исследования направлены на увеличение сроков службы покрытия, механизацию процессов его нанесения с целью исключения влияния человеческого фактора на качество гуммировки, разра-

ботку ремонтных материалов и составов. Одним из приоритетных направлений на сегодняшний день является разработка жидких гуммировочных материалов, способных наноситься из раствора и вулканизоваться без нагрева. В ООО "Константа-2" разработана серия новых материалов "Констакор – ТЭП", представляющих собой структурированные при комнатной температуре термоэластопласты. Вулканизаты покрытий ни в чем не уступают по свойствам гуммировочным резинам и являются их альтернативой.

Таким образом, современные тенденции развития техники антикоррозионной защиты оборудования от воздействия высокоагрессивных сред предполагают внедрение новых материалов и технологий, которые будут способствовать усовершенствованию старых проверенных методов выполнения антикоррозионных работ.