

УДК 621.794.415:620.197.2.001.5

Отечественные материалы и технологии антикоррозионной защиты оборудования травильных отделений

К. Ю. Зершиков, Ю. В. Семенов,
М. А. Ваниев
ООО "Константа-2"
(г. Волгоград, Россия)

Разработаны гуммировочные резины для антикоррозионной защиты оборудования, работающего в крайне агрессивных средах травильных участков металлургических производств.

Ключевые слова: антикоррозионная защита, травление труб, гуммирование труб, хлорбутилкаучук, вулканизация.

Одним из этапов технологического цикла производства стальных труб является химическое травление. К основным задачам процесса химической обработки относятся очистка и придание изделию 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, что требует обязательной антикоррозионной защиты (АКЗ) данного оборудования. В трубопрокатном цехе № 2 Волжского трубного завода эксплуатируется импортное емкостное оборудование, находящееся в эксплуатации в течение 10 – 15 лет, защитные покрытия которого пришли в негодность и требуется их замена. В табл. 1 представлены основные единицы применяемого оборудования и условия его эксплуатации.

Применяемые кислоты в сочетании с высокими температурами эксплуатации являются высокоагрессивными агентами: плавиковая кислота характеризуется высокой диффузионной способностью, азотная кислота является сильным окислителем. Смеси применяемых кислот представляют собой растворы средних концентраций, считающиеся сильными кислотными средами. К дополнительным факторам, усложняющим задачу защиты оборудования от коррозии, относятся высокая степень изъязвленности поверхности металла, наличие неконтролируемых перегревов рабочих растворов, присутствие стальных высокоабразивных обломков, выполнение работ в условиях действующего производства. Данные обстоятельства накладывают существенные ограничения при выборе метода АКЗ. В связи с этим проводили работу по изучению агрессивности и возможности применения

известных полимерных материалов с целью определения приоритетных направлений разработки новых покрытий для защиты оборудования травильных отделений.

Исходя из опыта производства антикоррозионных работ, а также основываясь на результатах исследований агрессивности и эффективности использования для защиты ряда традиционных материалов, для защиты оборудования от воздействия вышеуказанных сред целесообразно применять покрытия "барьерного" типа, т. е. покрытия, в основном препятствующие проникновению агрессивной среды к защищаемой поверхности. Использование материалов адгезионного или смешанного действия вряд ли оправданно, 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 в комплексе с непроницаемым подслоем, а также облицовочные листовые пластинки.

На основе анализа условий эксплуатации, зарубежного опыта защиты объектов с учетом стойкости гуммировочных материалов к высоким обратимым деформациям, механическому и абразивному воздействию, а также универсальной стойкости к средам кислотного и щелочного характера, в том числе к окислителям, решили применить для защиты гуммирование резины. Однако на российском рынке отсутствуют разработки, обеспечивающие надежную и долговременную защиту оборудования. В связи с этим проводили разработку новых гуммировочных смесей на основе карбоцепных каучуков и исследовали их коррозионную стойкость.

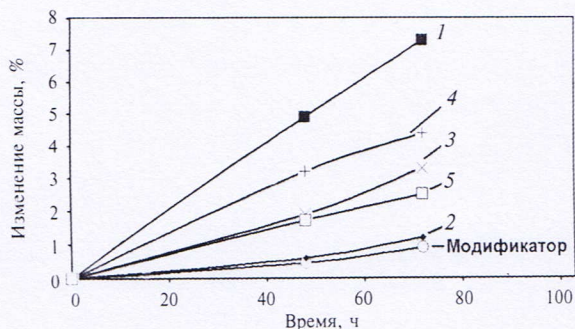
Учитывая доступность, высокие упруго-прочностные свойства, а также способность к низкотемпературной вулканизации, в качестве исходной выбрали марку гум-

Таблица 1. Основное оборудование травильного отделения ТПЦ-2 ОАО ВТЗ и условия его эксплуатации

Наименование оборудования	Назначение	Температура, °С	Состав среды, г/л	Характер воздействия коррозионно-активной среды
Ванна травления	Непосредственно процесс травления или расстеклования труб	20 – 75	40 – 60 HF, 120 – 140 H ₂ SO ₄ или 40 – 60 HF, 120 – 140 HNO ₃	Периодический. Высокие механические нагрузки, абразив, давление
Емкость травления	Хранение рабочего раствора кислот	50 – 75	То же	Постоянный. Высокие нагрузки ударно-вибрационного характера, абразив
Емкость пассивации	Хранение рабочего раствора азотной кислоты	То же	120 – 140 HNO ₃	То же

Таблица 2. Влияние природы вулканизирующей группы на прочностные характеристики и агрессивностюк резин на основе СКЭПТ к азотно-плавиковому раствору (ГОСТ 9.030–74, метод В)

Наименование показателя	Тип вулканизирующей группы	
	серная	смоляная
Прочность, МПа	9,2	8,2
Адгезия к металлу (Ст3), Н/м	0,8	1,6
Изменение прочности после воздействия агрессивной среды, %	13,7	1,0
Фактический срок эксплуатации, годы	1,5	1,5 (эксплуатация продолжается)
Характер разрушения в процессе эксплуатации	Осмоление поверхности резины	Разрушения материала не наблюдается
Причины выхода покрытия из строя	Низкая агрессивностюк	—



Агрессивностюк резин к действию агрессивной среды (азотно-плавиковый раствор) по ГОСТ 9.030–74, метод А: 1 — серная вулканизация; 2 — смоляная; 3 — пероксидная; 4 — серная + смоляная; 5 — серная с модификатором

мировочной резины на основе каучука СКЭПТ-51-1632. Испытания на агрессивностюк показали снижение физико-механических характеристик, низкие антидиффузионные свойства, что согласно ГОСТ 12020–72 характеризуется как неудовлетворительная стойкость. Кроме того, резинам на основе СКЭПТ свойственна невысокая адгезия к металлу. В результате исследований установлено, что стойкость гуммировочных резин на основе СКЭПТ к действию агрессивных сред во многом зависит от природы вулканизирующей группы, которая определяет густоту (параметры) вулканизационной сетки и, следовательно, антидиффузионные свойства. Оказалось, что агрессивностюк растет с переходом от серной к вулканизации смоляного типа (табл. 2). Полученные данные согласуются с результатами исследования агрессивностюк методом набухания (рисунок).

Наиболее стойкий материал применили при антикоррозионной защите емкостей травления труб из коррозионно-стойких сталей в ТПЦ-2 ОАО ВТЗ. В ходе эксплуатации было выявлено значительное превосходство по агрессивностюк модифицированной резины перед стан-

дартной композицией (51-1632). Таким образом, полученная резиновая смесь обладает определенными преимуществами по сравнению с серийно производимой. Однако несмотря на достигнутые результаты в области разработки гуммировочных резин на основе этиленпропиленового каучука, ожидаемый срок эксплуатации не превышает двух лет, что недостаточно с позиций современных требований к срокам службы антикоррозионных покрытий.

Дальнейшая работа по разработке гуммировочных материалов была направлена на повышение долговечности и технологичности защитных покрытий. В качестве основы применили бутил- (БК) и хлорбутилкаучуки (ХБК). Резины на их основе обладают высокими показателями агрессивности и теплостойкости, достаточными 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. Поэтому материалы на основе ХБК характеризуются лучшими свойствами по сравнению со СКЭПТ и БК (табл. 3). Проведенные исследования по разработке рецептур резин на основе ХБК позволили разработать резиновую смесь с хорошими технологическими и эксплуатационными свойствами. Результаты лабораторных и полупромышленных испытаний показали высокую антикоррозионную эффективность этой композиции. К настоящему времени срок эксплуатации емкости травления, гуммирование которой выполнено резиной на основе ХБК в условиях воздействия азотно-плавикового раствора при температуре 70 – 80 °С, составляет три года.

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

Таблица 3. Сравнение свойств гуммировочных резин на основе насыщенных карбоцепных каучуков

Наименование показателя	Тип каучуковой основы резины		
	СКЭПТ	БК	ХБК
Прочность, МПа	8,2	5,3	8,4
Относительное удлинение, %	210	470	290
Твердость <i>HSA</i>	60 – 65	50 – 55	65 – 70
Адгезия к металлу (Ст3), Н/м	1,6	1,4	2,9
Способность к вулканизации паром при температуре 110 – 120 °С	Хорошая	Плохая	Отличная
Вязкость по Муни при 100 °С, усл. ед.	79	53	67
Степень набухания в азотно-плавиковом растворе при 75 °С (время экспозиции 500 ч), %	13,6	2,4	2,6
Ожидаемый срок службы покрытия, годы	2	2 – 3	≥ 3