

## Новые технологии антикоррозионной защиты оборудования, эксплуатирующегося в высокоагрессивных средах.

Ген. директор ООО Константа - 2, к.т.н. Зерщиков Константин Юрьевич  
Гл. технолог ООО Константа - 2, к.т.н. Семенов Юрий Владимирович

Многие производственные процессы требуют наличия в своем составе операций, технологических процессов, переходов, связанных с применением агрессивных химических агентов, таких как неорганические кислоты и их растворы (травление, металлизация). Эти операции предполагают наличие специального технологического и емкостного оборудования, подвергающегося периодическому или постоянному воздействию высокоагрессивных сред. В таблице 1, представлены основные параметры агрессивных сред. Указанные среды применяются в травильных отделениях металлургических производств, отделениях травления и металлизации, отделениях водоподготовки энергетических и машиностроительных предприятий, в химических и нефтехимических производствах.

Применение коррозионно-активных сред такого рода требует обязательной антикоррозионной защиты (АКЗ) данного оборудования. Однако ввиду "экстремального характера" коррозионного воздействия применяемых рабочих сред выбор материалов для АКЗ является довольно трудной технической задачей, что и определяет ее актуальность. Цель данной работы заключалась в разработке технологий антикоррозионной защиты, обеспечивающих длительную и надежную эксплуатацию оборудования.

Таблица 1.

Типичные среды и режимы эксплуатации.

Тем-ра С	Состав среды	Характер воздействия коррозионно-активной среды
15 - 75	HF - 40-60 г/л и H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> - 120-140 г/л HF - 40-60 г/л и HNO <sub>3</sub> - 120-140 г/л	Периодический. Высокие механические нагрузки, абразив, давление.
50-75	То же	Постоянный. Высокие нагрузки ударно-вибрационного характера, абразив
15-30	Концентрированная плавиковая, серная, соляная, азотная кислота	Постоянный
15-100	HF - 40-60 г/л, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> - 120-140 г/л, HNO <sub>3</sub> - 120-140 г/л с содержанием ионов трехвалентного железа	Периодический

Исходя из опыта производства антикоррозионных работ, а также основываясь на результатах исследований агрессивностойкости покрытий, для защиты оборудования от воздействия вышеуказанных сред необходимо применять покрытия "барьерного" типа, то есть покрытия в основном препятствующие проникновению агрессивной среды к защищаемой поверхности. К антикоррозионным покрытиям "барьерного" типа относятся гуммировочные резины, футеровочные кислотоупорные штучные материалы, а также футеровочные листовые пластики. Выполнение антикоррозионных работ перечисленными материалами отличается не только способом защиты, но и требованиями к конструкции и качеству поверхности защищаемого аппарата. В связи с этим, изучали возможность применения полимерных материалов для защиты крупногабаритного оборудования, эксплуатирующегося в вышеупомянутых средах. Основными проблемами при эксплуатации защитных футеровочных покрытий из штучных материалов являются их низкая ударная прочность, трещиностойкость и стойкость к высоким обратимым деформациям, не возможность их использования в некоторых конструкциях аппаратов, низкая

производительность труда и высокая стоимость материалов, поэтому данный вид защиты не применялся.

Разработанная технология облицовки листовыми пластиками, включающая анализ напряженно-деформированного состояния конструкции облицовки и учет температурно-деформационного воздействия в процессе эксплуатации позволяет расширить диапазон применения этого прогрессивного метода защиты. Эта технология была применена для защиты крупногабаритных емкостей хранения высокоагрессивных сред в отделении нейтрализации ТПЦ-2 ОАО «ВТЗ». Так, срок службы емкости хранения плавиковой кислоты объемом 100 куб. м., защищенной углеграфитовыми штучными материалами, составил всего два года. Такая же емкость, АКЗ которой выполнено полипропиленовым вкладышем успешно эксплуатируется уже 3 года.

Таблица 2.

Основные показатели эксплуатационной надежности и технологичности гуммировочных и футеровочных материалов.

Вид материала	Полимерная основа	Достоинства	Недостатки
Гуммировочные резины на основе насыщенных карбоцепных каучуков	Этилен-пропиленовый каучук (СКЭПТ), бутылкаучук (БК), хлорбутилкаучук (ХБК)	1. Характеризуются универсальной высокой агрессивностойкостью к средам кислотно-щелочного характера. 2. Стойкость к действию абразива и ударно-механическим деформационным нагрузкам. 3. Теплостойкость до 120 С. 4. Стойкость к действию окислителей.	1. Повышенные требования к качеству поверхности. 2. Необходимо наличие острого пара для вулканизации. 3. Особые требования к конструкции аппаратов. 4. Недостаточная ремонтпригодность.
Футеровочные листовые материалы из пластмасс	Полиэтилен Полипропилен	1. Достаточно высокая агрессивностойкость. 2. Ремонтпригодность. 3. Трещиностойкость.	1. Низкая теплостойкость не более 80 С. 2. Не стойки к действию окислительных сред. 3. Высокая чувствительность к колебаниям температур
	ПВХ	То же п. 1-3 4. Стойкость к действию агрессивных сред окислительного характера.	1. Низкий температурный предел эксплуатации не более 60 С. 2. Недостаточная ударпрочность. 3. Не возможность реализации сварки методом экструзии.
	Фторопласт Ф-2М	То же	1. Высокие требования к квалификации сварщика пластмасс. 2. Высокая стоимость по сравнению с другими пластиками

Однако для определенных условий эксплуатации, сопряженных с динамическими воздействиями на объект, наиболее предпочтительным методом антикоррозионной защиты оборудования является гуммирование резинами на основе насыщенных карбоцепных каучуков. Это определяется стойкостью данных материалов к высоким обратимым деформациям, ударному механическому абразивному воздействию, а также универсальной стойкостью к средам кислотного и щелочного характера, в том числе и к окислителям. Это стало возможным после разработки технологии гуммирования резинами на основе этиленпропиленового каучука (СКЭПТ) и хлорбутилкаучука (ХБК). В таблице 2 обобщены результаты опытно-промышленной эксплуатации разработанных покрытий.

Применение гуммировочных резин на основе этилен-пропиленового каучука, несмотря на относительную экономичность, не всегда возможно из-за ограниченной стойкости в определенных средах и невысокой технологичности, ожидаемый срок эксплуатации составляет 2 года, что не всегда достаточно с позиции современных требований к срокам службы антикоррозионных покрытий.

В связи с этим были разработаны гуммировочные материалы на основе бутилкаучука (БК) и хлорбутилкаучука. Резины на их основе также характеризуются высокими показателями агрессивности и теплостойкости, достаточными упругопрочностными 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 исследования по разработке рецептур резин на основе ХБК показали (табл. 4):

- степень набухания в азотно-плавиковом растворе при повышенной температуре в 3 раза ниже чем в резинах на основе СКЭПТ;

- низкая вязкость, высокая пластичность и достаточная когезионная прочность ХБК позволяют получать резиновые смеси с хорошими технологическими свойствами;

- клеи на основе хлорбутилкаучука характеризуются хорошей клейкостью и адгезией к металлическим субстратам.

Полученные гуммировочные резины, получившие фирменное название «Констакор ХБК», были применены при защите емкостей травления ТПЦ-2 Волжского трубного завода в условиях воздействия азотно-плавикового раствора при температуре 70-80 °С и показали надежность данного метода защиты.

Таблица сравнения 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 Шор А, усл. ед.	60-65	50-55	65-70
	Адгезия к металлу (Ст. 3), 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 тем-ре 75 °С (время экспозиции 500 часов), %	13,6	2,4	2,6
	Ожидаемый срок службы покрытия	2 года	2-3 года	Не менее 3-х лет

Дальнейшие исследования направлены на увеличение сроков службы покрытия, механизацию процессов его нанесения, с целью исключения влияния человеческого фактора на качество гуммирования, разработку ремонтных материалов и составов. Одним из направлений на сегодняшний день является разработка жидких гуммировочных материалов способных наноситься из раствора и вулканизоваться на холоду. В ООО «Константа-2» разработана серия новых материалов, представляющих собой структурированные при комнатной температуре термоэластопласты. Вулканизаты покрытий ни в чем не уступают по свойствам гуммировочным резинам и являются их альтернативой.



**«КОНСТАКОР»®**  
гуммировочные материалы  
для антикоррозионных защитных покрытий оборудования предприятий  
металлургии, химической и энергетической промышленности.  
Гарантийный срок работы покрытий – до 5 лет! Срок эксплуатации – 10 лет

Альтернативные высокотехнологичные гуммировочные материалы холодной вулканизации

**«Констакор ТЭП»®**  
состав жидкого нанесения  
среда эксплуатации покрытия  
**р-ры кислот, щелочей солей**  
низкой и средней концентрации при  
Т от -15 °С до +80 °С

**«Констакор Н»®**  
многокомпонентная система жидкого нанесения  
**нефтепродукты (масла, бензины, керосин),**  
**р-ры кислот, щелочей солей** средней концентрации,  
при Т от -20 °С до +60 °С.

Гуммировочная резина для покрытий работающих в жестких условиях

**«Констакор ХБК»®** - для покрытий, работающих в среде высокоагрессивных газов, в окислительных средах, в концентрированных кислотах и щелочах при Т от -15 °С до +120 °С

ООО «Константа-2» - более 15 лет успешной работы на промышленном рынке!

Работы по антикоррозионной защите промышленного оборудования.  
Разработка, производство и поставка гуммировочных материалов серии «Констакор».