

# Защита строительных конструкций зданий и сооружений и оборудования от коррозии

В.Д. Любановский (ОАО «Гипрогазоочистка»)

**Первое направление.** Наряду с традиционными системами антикоррозионной защиты в последнее время широкое развитие получило выполнение согласно нашей проектной документации монолитных покрытий полов на основе эпоксидных и полиуретановых связующих, включая устройство взрывобезопасных и антистатических полов.

При антикоррозионной защите технологического оборудования в последнее время взамен многослойных футеровочных покрытий мы применяем тонкослойные лакокрасочные и армированные лакокрасочные химстойкие покрытия как зарубежного, так и отечественного производства. Применительно к нефтехимической отрасли накоплен большой опыт защиты крупногабаритных резервуаров для хранения нефтепродуктов (бензин, керосин, дизельное топливо, мазут и др.). При этом учитываются все требования, предъявляемые к внутреннему покрытию резервуаров (высокая химическая стойкость, антистатичность и долговечность).

Существует большая гамма отечественных и зарубежных лакокрасочных материалов. Однако в каждом конкретном случае необходимо учитывать место расположения резервуаров, их габариты, температуру наружного воздуха, при которой будут производиться работы по нанесению антикоррозионного покрытия, и особенно метод подготовки металлической поверхности перед нанесением лакокрасочного покрытия. Очень существенным фактором, характеризующим эффективность того или иного лакокрасочного покрытия, кроме его высокой химической стойкости, является также и возможность нанесения при отрицательных температурах. В связи с этим мы сейчас широко используем лакокрасочный эпоксидно-каучуковый материал «Унипол» (особенно для защиты металлоконструкций), который не требует слишком тщательной подготовки поверхности металла и может наноситься при температурах до  $-15^{\circ}\text{C}$ .

**В 2003 г. в состав ОАО «Гипрогазоочистка» вошел коллектив проектного института «Проектхимзащита» с сохранением основных направлений деятельности:**

**1. Проектирование антикоррозионной защиты строительных конструкций зданий и сооружений, технологического оборудования, газоходов, трубопроводов, газотранспортных систем, разработка нормативных материалов по антикоррозионной защите и сметных норм.**

**2. Проектирование и конструирование газоотводящих стволов диаметром 0,8...7,0 м и высотой до 200 м вентиляционных и дымовых промышленных труб из конструкционных полимерных материалов, а также технологического оборудования, газоходов и трубопроводов.**

**3. Обследование и экспертиза промышленной безопасности строительных конструкций зданий и сооружений, подверженных коррозионному воздействию, включая опасные промышленные объекты, и разработка рабочей документации на усиление, ремонт и реконструкцию конструкций по результатам обследования.**

**Второе направление.** Наши специалисты занимаются проектированием газоотводящих стволов вентиляционных и дымовых промышленных труб, газоходов и технологического оборудования из различных конструкционных полимерных материалов, в частности, фаолита, стеклопластиков, бипласт-масс (стеклопластик + винипласт,

полипропилен, фаолит + стеклопластик) около 30 лет.

В последние годы мы часто обследуем вентиляционные промышленные трубы с газоотводящими стволами из различных материалов (цветные металлы, углеродистая сталь, нержавеющая сталь), находящиеся в длительной эксплуатации и подвергающиеся коррозионному разрушению. На основании результатов обследования в зависимости от состава выбрасываемых газозвдушных смесей и их температуры производится замена эксплуатируемых стволов газоотводящими стволами из конструкционных полимерных материалов с подвеской в существующие стальные каркасы. При необходимости производится усиление конструкций решетчатой башни.

Прежде чем говорить о конструктивных особенностях тех или иных газоотводящих стволов, об их преимуществах перед стальными следует рассказать о полимерных материалах, из которых изготавливаются стволы.

## Фаолит

Фаолит – кислотоупорная пластическая масса, получаемая на основе фенолформальдегидной смолы и кислотостойкого наполнителя.

Фаолит выпускается трех марок: «А», «В» и «Т». Фаолит марки «А» содержит в качестве основного наполнителя асбест, марки «В» – тальк, марки «Т» – графит.

Фаолит марок «А» и «В» стоек практически во всех кислотах и их парах, солях, кроме азотной и плавиковой. Фаолит марки «Т» стоек во фтористых соединениях с присутствием чистого фтора.

Для производства фаолита применяется резольная смола, которая представляет собой продукт конденсации фенола с формальдегидом в присутствии катализатора – аммиачной воды. Резольная смола при нагревании переходит в неплавкое и нерастворимое состояние.

Сырые фаолитовые листы получают из фаолитовой массы, получаемой в лопастном смесителе. С помощью пропуска массы через

## СЕМИНАР ПО ЗАЩИТЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

валцы получают листы толщиной 5...20 мм, которые затем поступают в каландр для получения листов однородной толщины.

Размеры сырых фаолитовых листов: длина – 1400 мм, ширина – 700 мм.

Состав фаолита марки «А» (массовые части): резольная смола – 100 м.ч., тальк – 123 м.ч., хризотилловый асбест – 15 м.ч.

### Физико-механические характеристики фаолита

Плотность, г/см <sup>3</sup>	1,5...1,7
Коэффициент теплопроводности, ккал/(ч·м·°С):	
марки «А»	0,25
марки «В»	0,40
марки «Т»	0,90
Коэффициент линейного температурного расширения, 1/°С:	
сырого фаолита при (20...100)°С	2,3×10 <sup>-5</sup>
отвержденного фаолита при (20...100)°С	1,2×10 <sup>-5</sup>
отвержденного фаолита при (100...200)°С	1,4×10 <sup>-5</sup>
Предел прочности, МПа:	
при изгибе	26
при разрыве	12
при сжатии	59
на срез	24
при изгибе (упрочненного тепловой обработкой)	45...51
Теплостойкость по Мартенсу, °С	Не ниже 170
Температурный предел применения, °С	До 200
Модуль упругости, МПа	5000...7000

### Технология изготовления и монтажа царг газоотводящих стволов

Недостатком фаолита является его малая ударная вязкость и отсутствие эластичности. В связи с этим для увеличения прочностных характеристик его приходится армировать стеклотканью, угольной тканью или бязью.

Несомненными преимуществами являются высокая химическая стойкость, высокий температурный предел применения (до 200°С), высокая морозостойкость (до 50°С) и долговечность.

Формование изделий производится на специальной оснастке. При этом в зависимости от оснастки можно формировать изделия любой конфигурации. Формуются царги газоотводящих стволов диаметром 0,8...2,3 м целикотковые и диаметром от 2,3...7,0 м из отдельных сегментов с фланцами, соединяемые между собой на болтах через клеевые соединения. После подпрессовки царги из сырых фа-



Пресс-формы для изготовления транспортабельных элементов царг диаметром 4,5 м из слоистых пластиков на основе фаолита



Полимеризационная камера для отверждения изделий из слоистых пластиков на основе фаолита (Асбестовский завод металлоконструкций)



Две царги диаметром 4,5 м из слоистых пластиков в сборе



Труба из слоистого пластика на основе фаолита (диаметр 7,0 м, высота 150 м), в ПО «Химволокно» (г. Черкассы)

олитовых листов отправляют в термокамеру, где по специальному режиму производится полимеризация царг при температуре 140...160°С. После полимеризации царги снаружи обрабатывают бакелитовым лаком и снова полимеризуют. После этого царги готовы к монтажу.

Газоотводящий ствол состоит из отдельных царг длиной до 5,0 м, состыкованных между собой с помощью раструбных соединений. Подвешиваются царги с помощью промежуточного стального каркаса с креплением его к основному решетчатому каркасу.

Раструбные соединения заполняются специальными герметиками, и за счет эластичного стыкового раструбного соединения ствол может воспринимать деформационные нагрузки. Монтаж производится методом «подрасщивания» сверху вниз с применением только электролебедок, что значительно упрощает монтажные работы.

Следует также отметить высокую ремонтпригодность конструкции и ее трудносгораемость, о чем имеется соответствующее заключение «ВНИИПО» МВД РФ.

### Стеклопластики

Стеклопластик, применяемый для газоотводящих стволов, представляет собой конструкционные стеклоткани, стеклоровинги, стеклосетки, пропитанные различными связующими (на основе эпоксидных, эпоксифенольных, полиэфирных и фенольных смол). В зависимости от состава и температуры отводимых газозводушных смесей применяется то или иное связующее.

При проектировании институт основывается на технологии, освоенной ЗАО «Трест Востокхимзащита», т.е. царги формируются на специальной оснастке методом намотки. Для этого на промбазе в г. Первоуральске Свердловской обл. имеется специальное оборудование. Там в основном изготавливаются изделия из стеклопластика на эпоксидной основе с температурой применения до 80°С.

Однако имеется возможность изготавливать стеклопластиковые изделия и на других связующих с более высокой температуростойкостью (100...120°С), например полиэфирных. В принципе смолы, применяемые для указанных изделий, – холодного отверждения,

но для увеличения прочностных характеристик изделия подвергают тепловой обработке в специальной камере при температуре ~100°C.

Для увеличения химической стойкости изделий внутренние слои (гелькоут-слой), непосредственно контактирующие с агрессивной средой, выполняют из специальных химически стойких материалов (углепластик на основе пропитанных связующими углетканей, специальные резины, сдублированные со стеклотканью, графит с наполнителями и др.).

### Технология изготовления и монтажа

Царги изготавливают по условиям транспортировки диаметром до 3,0 м, длиной до 6,0 м.

Конструкция царг (толщина стенки, число и размер ребер жесткости, структура и толщина защитных слоев на внутренней поверхности, способ соединения царг) разрабатывается по конкретным техническим заданиям заказчиков в зависимости от температуры, давления, состава агрессивной среды, места и условия монтажа. После обработки изделий в термокамере обязательно наносится огнезащитный слой.

Монтаж газоотводящего ствола из стеклопластика осуществляется так же, как и фаолитовых стволов.

#### Преимущества

1. Высокая удельная прочность стеклопластика позволяет значительно снизить массу газоотводящего ствола, для его монтажа не требуется применения грузоподъ-



Два газоотводящих ствола  $D = 2,8$  м из стеклопластика со встроенными каплеуловителями из стеклопластика, установленные на Магнитогорском металлургическом комбинате взамен алюминиевого ствола  $D = 4$  м



Встроенные каплеуловители из стеклопластика на Магнитогорском металлургическом комбинате

емных механизмов большой мощности.

2. Низкий модуль упругости в сочетании с относительно небольшим коэффициентом линейного температурного расширения материала позволяют исключить из конструкций компенсирующие устройства.

3. Сравнительно низкая теплопроводность материала уменьшает перепад температур между наружной и внутренней стенкой и, как следствие, уменьшает количество конденсата.

4. Отсутствует электролитическая коррозия.

5. Сравнительная стойкость к абразивному износу.

6. Наряду с высокой химической стойкостью в агрессивных средах, обладает атмосферостойкостью в различных климатических зонах и не требует дополнительных защитных мероприятий от коррозии, что обуславливает длительную эксплуатацию (свыше 20 лет).

7. Сочетается с разнообразными материалами, образуя монолитную структуру без применения клеевых составов. Например, возможно дублирование пропитанных связующим стеклотканей с полиэтиленом, винилпластом, пластикатом, полпропиленом, различными резиновыми смесями.

8. Высокая ремонтпригодность. Ремонтно-восстановительные работы могут осуществляться на месте эксплуатации, не требуют специального оборудования и, как правило, заключаются в восстановлении поврежденных мест методом приклейки материалов холодного отверждения.

### Экономические показатели

#### Фаолит

Отпускная цена 1 т изделия из фаолита в зависимости от конструктивных особенностей составляет 150 000...170 000 руб., включая НДС. В эту цену не включены транспортные расходы и монтажные работы. Изготавливает царги единственное предприятие в России – завод металлоконструкций (г. Асбест Свердловской обл.).

За 30 лет по проектной документации, разработанной институтом «Проектхимзащита», изготовлено и смонтировано на объектах по производству минудобрений, черной и цветной металлургии, химической промышленности, целлюлозно-бумажной промышленности более 200 труб из текстофаолита, углетекстофаолита, стеклофаолита диаметром 0,8...7,0 м и высотой до 200 м. Имеются объекты, где трубы эксплуатируются более 30 лет без ремонтов. Раструбные соединения на ряде объектов выходят из строя, т.е. разрушается герметик от агрессивных воздействий. В целом на большинстве объектов трубы, проработавшие 15–20 лет, находятся в хорошем состоянии.

#### Стеклопластики

По проектной документации, разрабатываемой институтом «Проектхимзащита», изделия из стеклопластика изготавливает ЗАО «Трест Востокхимзащита» на своей промышленной базе в г. Первоуральске Свердловской обл.

Отпускная цена изделий в зависимости от толщины стенки 4 000...5 000 руб за 1 м<sup>2</sup>, углестеклопластика – 6 000...7 000 руб за 1 м<sup>2</sup>, включая НДС. В эту цену не входят транспортные расходы и монтажные работы.

Сейчас в эксплуатации находятся более 30 труб из стеклопластика, изготовленных и смонтированных по чертежам нашего института. Стеклопластиковые трубы изготавливаются и на других предприятиях оборонного комплекса, однако стоимость их выше как минимум в 2 раза. Поэтому институт в основном ориентируется на продукцию, которую выпускает ЗАО «Трест Востокхимзащита».

За последние ~15 лет проектный институт «Проектхимзащита»,

## СЕМИНАР ПО ЗАЩИТЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

### Перечень объектов, на которых возведены газоотводящие системы по проектам института из слоистого пластика на основе феолита

Наименование объекта (Заказчик)	Параметры стволов	Год начала эксплуатации
Череповецкое ПО ОАО «Аммофос». Производство ЭФК 1, 2, 3 очереди	Четыре ствола $D = 3000$ мм, $H = 180$ м	1983 г.
Череповецкое ПО ОАО «Аммофос». Производство фторсолей	Один ствол $D = 2300$ мм, $H = 120$ м	1987 г.
Череповецкое ПО ОАО «Аммофос». Производство плавиковой кислоты	Один ствол $D = 1500$ мм, $H = 80$ м	1987 г.
Комбинат «Фосфорит». Цех ЭФК (г. Кингисепп)	Один ствол $D = 3000$ мм, $H = 150$ м	1988 г.
Комбинат «Фосфорит» Цех аммофоса (г. Кингисепп)	Один ствол $D = 3000$ мм, $H = 150$ м	1988 г.
Краснодарский химзавод. Цех ЭФК (г. Белореченск)	Один ствол $D = 3000$ мм, $H = 180$ м	1985 г.
Уваровский химзавод Тамбовской области Производство суперфосфата	Один ствол $D = 2300$ мм, $H = 120$ м	1987 г.
Воскресенское ПО «Минудобрения» Производство ЭФК Производство сложных удобрений	Два ствола $D = 4500$ мм, $H = 120$ м	1982 г.
Сумское ПО «Химволокно»	Один ствол $D = 4500$ мм, $H = 120$ м	1978 г.
Рязанское ПО «Химволокно»	Один ствол $D = 7000$ мм, $H = 150$ м	1987 г.
Балаковское ПО «Химволокно»	Один ствол $D = 7000$ мм, $H = 150$ м	1986 г.
Джамбульский суперфосфатный завод	Один ствол $D = 4500$ мм, $H = 120$ м	1982 г.
Воркутинская углеобогатительная фабрика	Два ствола $D = 1800$ мм, $H = 100$ м	Эксплуатировались 20 лет
Волховский алюминиевый завод	Один ствол $D = 2300$ мм, $H = 120$ м	1989 г.
Калушское ПО «Хлорвинил»	Один ствол $D = 5500$ мм, $H = 180$ м	1989 г.

проводил обследование или экспертизу промышленной безопасности следующих объектов:

- ОАО «Архангельский ЦБК» (ФОС-1; ТЭС-1,2,3 и ЦКРУ производства целлюлозы, галереи ТТЦ; Блок цехов сульфатного завода, варочный цех; ТЭС-2 производства картона; ППО крановая эстакада; ПУ-3; производство хлора и хлорпродуктов; Корпуса 61, 12; крановые эстакады, галерея №3, бункеры 1, 3; здание бумажной фабрики №1, отбельный цех);
- ЗАО «Каустик», г. Стерлитамак (железобетонные резервуары);
- Автоваз, г. Тольятти (Основной корпус и тоннели, склад кислот, цех гальванопокрытий, здание и сооружения гальванического цеха, корпуса К-01/5 и К-01/6 МСП);
- ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» (сероулавливающие установки СУУ-№2, 4 аглоцеха ГОП, газотранспортные системы из углестеклопластика, и стальные вытяжные башни с газоотводящими стволами диаметром 4,0 м, высотой 110 м и опорные конструкции);
- ОАО «ХФК Акрихин» (склад готовой продукции, корпус 61, жилые здания и ОТК и НИ, антикоррозионный цех, цеха № 1, 2, 4, 9, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 21);
- Новолипецкий металлургический комбинат (Листопрокатные цеха №4,5; сооружение и оборудова-

ние непрерывного травильного агрегата НТА-1,2; здание венткамеры ВК-3; отделение регенерации, кислотная галерея);

- ОАО «Детское питание» «Истра-Нутриция» (помещение приемки молока);
- ООО «Агрисовгаз» (здание цеха цинкования);
- ОАО НК «Роснефть» (блок административных зданий на Софийской набережной с усилением грунтов и фундаментом);
- Орловский сталепрокатный завод (травильное отделение СПЦ-2, калибровочный цех, здание ГСП);
- Лианозовский молочный комбинат (полы производственного корпуса);
- Белорусский металлургический комбинат (сооружения и оборудование сталепроволочного цеха);
- Ленинградский сталепроволочный завод (цеха №4, 5, 12, 14; АНТ цеха №4);
- Завод металлических сеток (гальванический цех, сталепроволочный цех);
- Балхашский ГМК (главный корпус, здание СКЦ-1);
- ПО «Ярославнефтеоргсинтез» (здание установки производства серной кислоты);
- Завод «Красцветмет», г. Красноярск (главный корпус, кислотный цех, цех №6);
- Бийский олеумный завод (здание цеха №143);

- Череповецкий сталепрокатный завод (здание купоросной установки);
- Кондопожский ЦБК (цех БДМ-4, сульфатно-спиртовое производство, галерея подачи щепы, варочный цех);
- Дорогобужская ТЭЦ (стальная этажерка ОПУ);
- Подольский ХМЗ (здание азотной станции, водонапорная башня, главный производственный корпус);
- Завод «Красная Этна» (травильное отделение цеха ХПЛ, отделение покрытий);
- Красноярский ЦБК (здание регенерации кислотного цеха, картонно-сушильный цех, цех химводоочистки, склад серы кислотного цеха, фабрика тарного картона);
- Сясьский ЦБК (фабрика СББ);
- Светогорский ЦБК;
- «Неманбумпром», г. Советск (отбельный цех, целлюлозный цех);
- Андиганский гидролизный завод (фурфурольно-гидролизный цех);
- Уфимский нефтеперерабатывающий завод (установка серной кислоты);
- АЗЛК, Москва (главный корпус промплощадки №2);
- ПО «Белорускалий», г. Солигорск (здание 1-го и 2-го рудоуправления);
- ПО «Азот», г. Ионава (цех слабой азотной кислоты).