

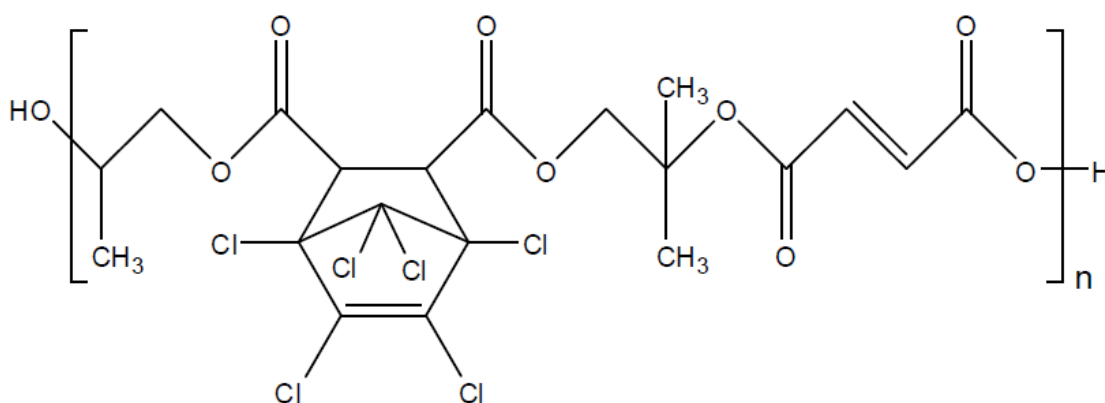
Эпоксивинилэфирные смолы Derakane™: Развитие коррозионностойкого стеклопластика

Краткий обзор борьбы с коррозией

Коррозия всегда была угрозой промышленным трубопроводам, реакторам, скрубберам и хранилищам, поскольку вызывала значительные расходы на ремонт и, в результате, долгий простой производства.

Коррозионностойкие смолы были разработаны в 1950-е гг. в первую очередь для нужд химической промышленности. Первые производители коррозионностойкого оборудования использовали полиэфирные смолы, синтезированные из хлорэндикового ангидрида и фумаровой кислоты (Рисунок 1). Стеклопластик на основе хлорэндикового полиэфира обладал особой стойкостью к влажному газообразному хлору, а также сильным окисляющим кислотам, таким как азотная, серная и хромовая. Хлорэндиковые полиэфирные смолы до сих пор широко используются производителями хлора. К сожалению, большинство полиэфирных смол, включая хлорэндиковые полиэфирные, не подходят для щелочных сред.

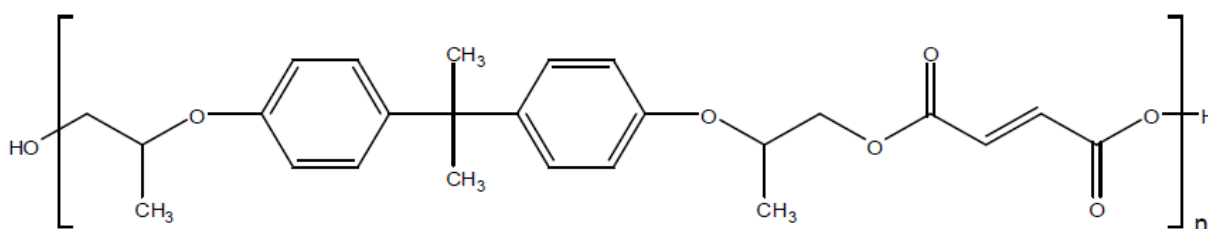
Рисунок 1 – Хлорэндиковая полиэфирная смола Netron 197™



Следующим шагом стали фумаровые смолы на основе бисфенола А. Их химическая структура показана на Рисунке 2. Эти смолы, в отличие от других продуктов, обладали хорошей стойкостью к щелочной среде. Их коррозионная стойкость к хлору невысока, поэтому они были (и остаются) не самым лучшим вариантом для сильных неорганических сред, например, для хромовой и азотной кислот – где хлорэндиковые полиэфирные смолы находятся вне конкуренции. В целлюлозно-бумажной промышленности стеклопластик быстро заменил дерево и

плитку, которые долгое время использовались для хранения диоксида хлора и трубопроводов для транспортировки отбеливателя.

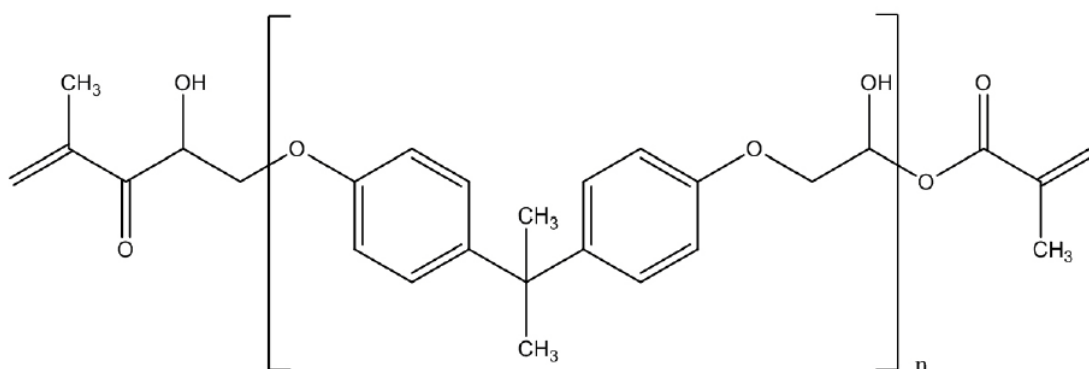
Рисунок 2 – Фумаровая смола на основе Бисфенола А



Как хлорэндиковая, так и фумаровая смола на основе Бисфенола А стали важным шагом на пути улучшения коррозионной стойкости. К сожалению, эти смолы не обладали достаточной упругостью. Стеклопластик на их основе растрескивался не только во время использования, но даже во время изготовления и транспортировки. Именно по этой причине данные смолы не нашли применения в агрессивных средах. Ощущалась потребность в новой технологии, которая позволила бы изготавливать более упругий, стойкий к растрескиванию стеклопластик, обладающий требуемым уровнем коррозионной стойкости. Несмотря на жесткость хлорэндиковых полиэфирных и фумаровых смол они все равно до сих пор используются с некоторыми средами, для которых являются предпочтительными (например, азотная и хромовая кислоты). Фумарат бисфенола А до сих пор применяется для работы с гидроксидом натрия при высокой температуре.

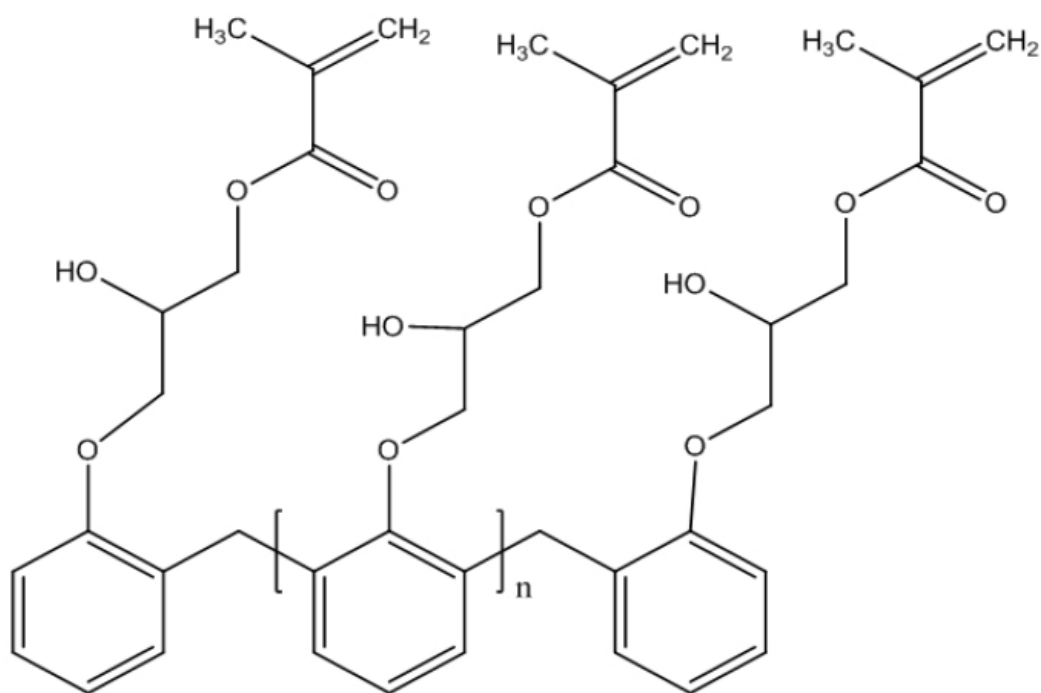
В конце 1960-х гг. эту задачу помогли решить эпоксивинилэфирные смолы на основе бисфенола А. Стеклопластик на основе этих смол обладал значительно более высокой прочностью, чем ранее использовавшиеся полиэфиры. Структура эпоксивинилэфирной смолы на основе бисфенола А показана на Рисунке 3. Такие композиты характеризуются высокой стойкостью к механическим и термическим нагрузкам. А значит, стеклопластик на основе подобных смол может использоваться в значительно большем диапазоне химических сред. Эти первые эпоксивинилэфирные смолы до сих пор существуют на рынке и продаются под торговыми марками Derakane™ и Hetrion™. С момента запуска этих смол на рынок прошло немало времени, и они успели стать золотым стандартом, по которому оценивают другие коррозионностойкие продукты.

Рисунок 3 – Эпоксивинилэфирная смола на основе Бисфенола А



Эпоксивинилэфирная смола Derakane 411 доказала свою незаменимость в широком диапазоне областей применения. Однако некоторые наиболее агрессивные среды, в частности, влажный хлор, диоксид хлора и сильные окисляющие кислоты, требуют еще более высокой химической стойкости. Промышленность, в свою очередь, также требовала смолу, которая будет обладать химической стойкостью при более повышенных температурах, чем Derakane 411. В 1970-е гг. появилась новолачная эпоксивинилэфирная смола Derakane 470 (Рисунок 4), обладающая стойкостью к сильным окисляющим кислотам и влажному газообразному хлору при высоких температурах.

Рисунок 4 – Новолачная эпоксивинилэфирная смола



Механическая прочность

Промышленность коррозионностойкого оборудования очень быстро перешла на смолы Derakane, предпочтя их ранее использовавшимся полиэфирам. Причина тому – великолепная прочность и, следовательно, гораздо более высокая стойкость к растрескиванию в процессе транспортировки изделия. Ненасыщенные полиэфирные смолы, такие как фумараты бисфенола А или хлорэндиковые, отверждаются в результате реакции поперечной сшивки, происходящей в огромном количестве эфирных групп, распределенных по скелету молекулы смолы. Такой механизм в значительной степени увеличивает жесткость отвержденного ламината. Эпоксивинилэфирные смолы наоборот, отверждаются за счет концевой сшивки, в результате чего большая часть структуры остается свободной и может растягиваться и изгибаться под напряжением, поглощая, таким образом, значительную часть механической нагрузки или термического шока.

Стеклопластиковое оборудование должно выдерживать как химические, так и механические нагрузки, такие как термический шок, давление и вакуум. Стекловолоконное армирование в ламинате обеспечивает механическую прочность, в то время как отвержденная смола действует как химический барьер. Прочность стеклопластикового ламината на растяжение зависит, в первую очередь, от стекловолоконного армирования. Прочность ламината определяется смолой. Один из способов измерения стойкости к растрескиванию – это удлинение при растяжении, определяемое для прозрачной отливки. Эпоксивинилэфирные смолы имеют гораздо более высокое удлинение при растяжении, чем ненасыщенные полиэфирные смолы. Поэтому ламинаты на основе смол Derakane 411-350 перед растрескиванием могут значительно деформироваться.

Химическая стойкость

Химическое воздействие как на ненасыщенные полиэфирные, так и на эпоксивинилэфирные смолы обычно выражается в гидролизе эфирных групп и/или разрушении двойных углерод-углеродных связей путем окисления или галогенирования. В полиэфирах (фумарат бисфенола А или изофталатах) эфирные группы расположены вдоль всей молекулярной цепочки, делая эти цепочки значительно более подверженными воздействию гидролиза.

Смолы Derakane, однако, разработаны таким образом, что двойные связи и эфирные группы расположены на концах каждой молекулярной цепи. Пониженное количество двойных связей и эфирных групп приводит к повышенной химической стойкости. Кроме того, эфирные группы защищены от химического воздействия благодаря уникальной структуре молекулы, которая содержит метильную группу почти рядом с эфирной связью. Смолы Derakane также содержат в молекуле вторичные гидроксильные группы, которые реагируют с гидроксильными группами на поверхности стекловолоконного армирования, что приводит к великолепной смачиваемости и адгезии к стекловолокну. В результате ламинаты, изготовленные на основе смол Derakane, обладают значительно более высокой химической стойкостью. Поэтому совершенно неудивительно, что подобные смолы стали оптимальным решением, превосходящим все предыдущие полиэфирные смолы.

Области применения

Смолы Derakane используются для изготовления покрытий и футеровок, емкостей, труб, насосов, дымоходов, фильтров, крышек, кожухов, скрубберов и другого оборудования, применяемого при транспортировке, обработке и хранении крайне коррозионноопасных химикатов. Кроме того, данные смолы нашли применение в тех случаях, когда предъявляются особые требования по стойкости к химической, механической или термической деградации. Смолы Derakane успешно противостоят коррозии и используются в:

- Целлюлозно-бумажной промышленности
- Хлор-щелочной промышленности
- Нефтехимическом производстве
- Производстве удобрений
- Химическом производстве
- Производстве этанола и сахара
- Пищевой промышленности
- Горно-обогатительной промышленности

Уникальные смолы Derakane для различных областей

Существуют различные типы смол Derakane, использование которых для каждого конкретного случая определяется условиями, областью применения и требованиями.

Derakane Momentum™ 411-350	Обеспечивают достаточную стойкость к химической коррозии, включая окислители, щелочи и некоторые кислоты. Характеризуются высокой механической прочностью и превосходной надежностью
Derakane 441-400	Обладают промежуточной химической и температурной стойкостью – между смолами Derakane 411 и 470. Превосходно зарекомендовали себя в целлюлозно-бумажной промышленности
Derakane 455-400	Производные новолачной эпоксидной смолы, хорошая стойкость к растворителям, высокая прочность, термостойкость несколько ниже, чем у смол Derakane 470
Derakane Momentum 470-300	Производные новолачной эпоксидной смолы, сочетание коррозионной стойкости с великолепной термостойкостью. Превосходная стойкость к окислителям и смесям химических веществ, включая растворители
Derakane 510 и 515 (пожаростойкие смолы)	Смолы Derakane 510A, 510C, 510N и 515-400 сочетают в себе коррозионную стойкость и великолепную пожаростойкость, соответствуя требованиям стандарта ASTM E84 (класс I или II в зависимости от типа (без триоксида сурьмы) или класс I с триоксидом сурьмы)

Техническая поддержка

Разработчики и изготовители коррозионностойкого оборудования каждый раз сталкиваются с особыми требованиями, предъявляемыми к готовому изделию. Чтобы удовлетворить этим требованиям, важно не только правильно сконструировать аппарат, но и выбрать необходимый материал, из которого он будет изготовлен.

Специалисты Degakane обладают многолетним опытом работы и обширнейшей базой данных по различным областям применения этих смол. Основываясь на этом, они создали особую услугу – подбор типа смолы и структуры коррозионностойкого барьера для каждого конкретного случая.

Для получения анкеты подбора смолы Degakane Вы можете обратиться в любое [представительство](#) Группы компаний Композит, [контакты](#) которых представлены на нашем [сайте в разделе Группа компаний](#).

Информация, представленная в данном документе, предназначена только для ознакомления. Мы не даем никаких гарантий, прямо выраженных или подразумеваемых. Мы также хотим отметить, что данная статья предназначена для специалистов, имеющих опыт работы со стеклопластиком, которые должны понимать, что они несут полную ответственность за выбор материалов, процесс изготовления и установку оборудования. Не имея возможности контролировать перечисленные выше операции, мы не даем никаких гарантий по качеству готового продукта. НЕ ДАЕТСЯ НИКАКИХ ГАРАНТИЙ. ИСКЛЮЧАЮТСЯ ВСЕ ГАРАНТИИ ПО ПРИГОДНОСТИ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ В КОНКРЕТНЫХ СЛУЧАЯХ.

© Copyright Ashland

® Registered trademark, Ashland

™ Trademark, Ashland