

Винилэфирные смолы Atlastm в агрессивных средах

Решения для предотвращения коррозии

Содержание

История продуктов Atlas

Что такое стеклопластик?

Композитные трубы и баки

Применение

Ассортимент продуктов Atlas

Армирование

Поверхностные вуали

Маты из рубленого стекловолокна

Ткани

Непрерывный ровинг

Системы отверждения

Толстые пластины

Пост-отверждение

Отверждающие реагенты и добавки

Пероксиды

Ускорители и промотеры

Ингибиторы

УФ стабилизаторы

Электропроводные материалы

Добавки, увеличивающие стойкость к истиранию

Огнестойкие добавки

Производство баков и труб

Технологии производства

Филаментная намотка

Центробежное литье

Ручное нанесение / напыление

Трансферное формование смолы

Двухслойные ламинаты

Необходимые элементы устройства лайнера

Проектирование и качество продуктов

Механические свойства

Соединения

Оценка и проектирование пластиковых труб, армированных стекловолокном

Проектирование на основе гидростатических показателей

Предел прочности упругих стенок

Методы тестирования и международные стандарты

Примеры из практики

Исторические примеры

Исследование в области химстойкости

Продукты Atlac

Atlac 382

Atlac 430

Atlac 590

Atlac E-Nova FW 1045

Atlac E-Nova FW 2045

Качество и безопасность

Лидерство в области качества

Контроль качества

Хранение, обращение и безопасность

DSM Composite Resins

DSM Composite Resins – крупнейший производитель ненасыщенных полиэфирных смол в Европе. Имея производственные участки в различных Европейских странах, DSM предлагает широкий ассортимент смол для всех возможных видов оборудования для переработки и практического использования, в различных областях применения. Местные офисы продаж и лаборатории технического обслуживания позволяют клиентам тесно сотрудничать с DSM. Центральный отдел исследований и разработок полностью оборудован для проведения разработок и тестирования новых смол, а также для приспособления систем к конкретным производственным технологиям. Разработка, обслуживание и производство композитных смол сертифицировано в соответствии с ISO 9001

Смолы Atlac

За последние десятилетия смолы Atlac зарекомендовали себя как чрезвычайно надежные продукты в ситуациях, где требуются химическая и температурная стойкость в сочетании с отличными механическими свойствами. Смолы Atlac обладают исключительной коррозионной стойкостью к широкому ряду органических и неорганических кислот, щелочей, растворителей и отбеливателей. Они широко применяются в изделиях, армированных стекловолокном, – резервуары для хранения, реакторы, различные виды труб. Смолы Atlac можно перерабатывать с помощью различных технологий производства, включая ручное нанесение, напыление, филаментная намотка и изготовление полимербетона.

История Atlas

В 1950х Atlas Powder Co в г. Вилмингтон, штат Делавер (США) разработали новый класс ненасыщенных полиэфирных смол с исключительной химической стойкостью. Основу главной цепи полимера составлял пропоксигированный бисфенол А, который в результате реакции с фумаровой кислотой приводил к образованию твердой порошковой смолы. Эта смола продавалась под торговой маркой Atlas.

Покупатели должны были сами растворять порошок в стироле для получения жидкости, с которой было легко работать при изготовлении пластика. Были разработаны различные марки смол Atlas с различной эластичностью и теплостойкостью при изгибе. Наиболее широко продавался Atlas 382.

Смолы Atlas были невероятно успешными продуктами. Их стойкость к кислотам, растворителям и щелочам сделала возможным появление целого нового класса оборудования по переработке. В частности, эти продукты показали невероятно высокий уровень химической устойчивости, невозможный для традиционных конструкционных материалов. С внедрением смол Atlas стали быстро развиваться новые процессы, такие, как филаментная намотка и центробежное литье для производства изделий цилиндрической формы. Продукты также нашли применение в целлюлозно-бумажной и горнодобывающей/ металлургической промышленности, производстве хлора и изготовлении изделий, покрытых металлом. В химической промышленности появились резервуары, скрубберы, реакторы и вентиляционные трубы из смол Atlas.

Смолы Atlas часто были единственным конструкционным материалом, способным выдержать жесткие кислотные растворы, такие, как серная или хлороводородная кислота при температурах до 90°C. Они также применялись для изготовления сосудов для хранения вина и на станциях очистки воды. Многие резервуары, транспортные трубы, вентиляционные трубы и скрубберы, построенные в 1960х, успешно функционируют и сегодня.

Винилэфирные смолы родились в начале 1970х. Хотя в их производстве используются другие химические процессы, главной цепью молекулы было то же соединение (бисфенол А), которое принесло успех смолам Atlas.

После того, как ICI поглотили компанию Atlas Powder, их лаборатории разработали новое поколение винилэфирных смол. В конце 1980х ICI продали European Atlas компании DSM Resins. Там в лабораториях исследования и развития разработали винилэфирную смолу более высокого качества – Atlas 590. В этом полимере вместо традиционного бисфенола А был использован эпокси-новолак.

Полученный материал показал лучшую устойчивость к действию растворителей, а также очень высокую теплостойкость при изгибе. Эти свойства открыли новые пути применения продукта – установки для удаления соединений серы из сточных вод, необходимые составляющие муниципальных мусоросжигательных заводов, которые работают при высоких температурах и высокой кислотности среды.

В середине 1990х DSM Resins и BASF объединили свои усилия в области технологий ненасыщенных полимерных смол под названием Композитные Смолы DSM. Это привело к расширению линейки продуктов Atlas – был добавлен продукт BASF Palatal A 430 (теперь переименованный в Atlas 430).

В 2000г. Композитные Смолы DSM представили четвертое поколение химустойчивых смол: эпокси-бисфенол А винилэфируретаны. В этих смолах воплотились 40 лет научно-технических знаний и опыта в области химии и технологии ненасыщенных полиэфиров, винилэфиров и винилэфируретана.

Что такое стеклопластик?

Пластик, армированный стекловолокном (Glass Reinforced Plastic) – это сочетание двух или более материалов (армирующих материалов и связующего), отличающихся по форме или составу

В армированных (стекловолокном) композитных материалах, волокна должны принимать на себя нагрузку, в то время как окружающая матрица смолы ориентирует волокна в требуемом направлении. Когда материалы совместимы, матрица действует также как средство перераспределения нагрузки между волокнами и защищает от внешних повреждений из-за изменения температуры, влажности и коррозии.

Термин GRP подразумевает армирование стекловолокном, а не другими волокнами – арамидными, углеродными или полиэфирными (FRP).

Существуют сотни видов пластика (термопласты, термореактивные пластики, эластомеры и др.), а также множество вариантов армирования стекловолокном (маты из рубленого стекловолокна, тканый ровинг и комбинированные маты) – которые также отличаются в зависимости от производителя.

Таким образом, GRP представляет собой обширное семейство композитов с разнообразнейшими свойствами.

Тип GRP для баков и труб – это композитный материал из стекловолокна и более химически стойких типов смол, таких как винилэфирные, изофталевые полиэфирные или эпоксидные.

Композитные трубы и емкости

Трубопроводы и емкости хранения изготавливаются из различных материалов – металлов (углеродистая сталь, нержавеющая сталь, сплавы), пластиков (термопласты, терморезистивные пластики, эластомеры), неорганических материалов (бетон, керамика) и дерева. Поведение стеклопластика при старении зависит от различных условий (время, температура, среда, давление и др.). Степень успеха (срок службы) зависит от композиции стеклопластика.

Корродирующее и эрозионное воздействие определяют срок службы. При выборе материала необходимо учитывать точное назначение трубы или емкости и условия работы. Стоимость также является важным фактором. Однако необходимо провести полный анализ стоимости срока службы, в котором сравниваются не только стоимость материалов, но и расходы на транспортировку, установку, техобслуживание и эксплуатацию в течение срока службы трубопровода или емкости. Необходимо также принять во внимание последствия для окружающей среды при выходе из строя трубы или емкости. Во многих случаях трубы и емкости из стеклопластика являются прочной, надежной и экономически выгодной альтернативой.

Можно суммировать преимущества композитных материалов:

- Лучшие показатели коэффициентов удельной прочности и жесткости. При одинаковой прочности композиты могут быть на 80% легче стали и на 60% легче алюминия.
- Способность выдерживать долговременное воздействие высоких температур по сравнению с термопластами: до 110°C для многих композитов, даже выше 200°C в отдельных случаях.
- Высокая устойчивость к коррозии практически в любой химической среде
- В целом – электроизолирующие свойства (в зависимости от типа армирования)

При необходимости композиты можно сделать электропроводными или селективно токопроводящими.

- В целом низкая теплопроводность, но можно сделать теплопроводными при необходимости.
- Необыкновенная свобода дизайна; из композитов можно изготавливать изделия различных сложных форм.
- Исключительная износоустойчивость; правильно спроектированные композиты должны служить почти вечно, даже в очень жестких условиях среды.
- Стойкость к коррозии: отсутствие реакционной способности у многих смол и армирующих добавок можно специально подобрать для сопротивления разложению при действии многих обычных материалов и в агрессивных средах.
- Более низкие затраты на техобслуживание и замену.

Применение

Стеклопластиковые изделия часто используются в очень агрессивных средах.

Области применения:

- Система пожарного водоснабжения (пожарная вода (кислород) могут вызывать коррозию, особенно в частично осушенных системах). Также подземная среда может быть очень агрессивной.
- Химические технологические линии.
- Линии охлаждающей воды (см. системы противопожарного водоснабжения)
- Дистиллированная вода (дистиллированная вода является очень агрессивной средой, часто вызывающей коррозию)
- Системы обработки (промышленных) сточных вод
- Трубопроводы высокого давления (часто содержат такую агрессивную среду, как комбинация морской воды и нефти, или солевой раствор). Более гладкая поверхность стеклопластика также приводит к уменьшению трения и увеличению КПД потока.
- Защитная оболочка трубы (корродирующая почва, непроводящая в тех железнодорожных зонах, где проблемой являются блуждающие токи)
- Отводные линии и дымоходы (коррозионная среда, малый вес)
- Обращение и хранение почти всех агрессивных химических веществ.

В последние 40 лет стеклопластики находят широкое применение в промышленной среде. Наибольший прогресс достигнут в области композитных трубопроводов, баков хранения и оборудования для жидких текучих сред. Высокая стоимость замены стали (сплавов) и увеличение срока службы новых конструкций способствуют применению композитов, выдерживающих экстремальные условия. Например, для морских установок по добыче нефти и газа стоимость изготовления и установки нефтяных колец можно значительно снизить, если заменить тяжелые металлические трубопроводы легкими композитными изделиями. Использование стеклопластика приводит к уменьшению расходов на обслуживание и ремонт, сокращению проблем с коррозией, с работой с материалом во время сборки и размеров опорных конструкций. Стойкость к коррозии стеклопластика способствует улучшению надежности и безопасности. Стеклопластиковые трубы могут использоваться в системах пожарного водоснабжения, охлаждающих системах с морской водой, водостоках, (химических) технологических линиях, топливопроводах, канализации и т.д. Еще больше ценовые преимущества увеличиваются при замене дорогих коррозионно-устойчивых сплавов, таких как медно-никелевые сплавы, нержавеющая сталь дуплекс/супер-дуплекс, титан.

Выбор подходящей смолы оказывает большое влияние на прочность композитов при действии на них водных жидкостей или газов. DSM с радостью поможет решить эту сложную проблему, наши специалисты всегда к Вашим услугам (Atlac.Advice@dsm.com)

Ассортимент продуктов Atlas включает:

| Тип смолы | Химическая природа | Типичные свойства |
|-----------------------------|--|--|
| Atlas 382 | Пропоксилированная фумаратная ненасыщенная полиэфирная смола на основе бисфенола А, растворенная в стироле | Подходит для воды высокой температуры, растворов кислот и солей и щелочных растворов средней температуры |
| Atlas 430 | Винилэфирная смола на основе Бисфенола А | Обеспечивает стойкость к широкому кругу кислот, щелочей и отбеливателей в агрессивных средах химического производства. Удачное сочетание теплостойкости и удлинения делает смолу пригодной для использования в условиях периодического повышения температур |
| Atlas <i>E-Nova</i> FW 1045 | Эпоксидированная уретановая ненасыщенная полиэфирная смола на основе бисфенола А, растворенная в стироле | Обеспечивает улучшение стойкости к широкому кругу кислот, щелочей, отбеливателей и <i>растворителей</i> при использовании в агрессивной среде химического производства. Удачное сочетание теплостойкости и удлинения также делает эту смолу пригодной для использования в условиях периодического повышения температур |
| Atlas 590 | Винилэфирная смола на основе Новолака | Обеспечивает отличную термическую и химическую устойчивость к действию растворителей, кислот и окислителей, таких как хлор. Смола способствует сохранению прочности при повышенных температурах. |
| Atlas <i>E-Nova</i> FW 2045 | Эпокси-бисфенол А-винилэфируретан | Обеспечивает такую же превосходную термическую и химическую устойчивость к действию растворителей, кислот и окислителей, как Новолак (Atlas 590), но предлагает дополнительную стойкость к действию щелочей. |
| Технология <i>E-Nova</i> | | Технология Atlas <i>E-Nova</i> сочетает легкость обработки полиэфира и химическую стойкость винилэфира. Отверждение с низким вспениванием возможно при использовании стандартных пероксидов МЭКП, и по сравнению с традиционными винилэфирными смолами демонстрирует отличное смачивание волокон. |

Армирование

Изготовление слоев ламината обычно начинается с внутренних слоев (поверхность, которая будет контактировать с коррозионным материалом). Первые слои ламината известны под названием «лайнер». Его функция – обеспечить защиту от коррозии. Поверхностная вуаль, пропитанная смолой, образует основу для последующих слоев. Слой лайнера обычно состоит из вуали и двух слоев мата из рубленого стекловолокна

Со смолами Atlas часто используются четыре типа стекловолокна:

- Поверхностные вуали
- Маты из рубленого стекловолокна

- Тканый ровинг
- Непрерывный ровинг

ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВУАЛИ

Назначение вуали – обеспечить армирование пропитанной смолой внутренней оболочки антикоррозионного барьера для предотвращения растрескивания и образования микротрещин. Другая функция – предотвращение выпирания на поверхность волокон мата из рубленого стекловолокна, что может провоцировать затекание коррозионной среды в пластину.

Внутренняя поверхность (толщина обычно от 1 до 2 мм) содержит около 90% смолы и 10% материала вуали.

Простой тип вуали, используемый для защиты от коррозии, - стекловуаль из стекла типа «С». Однако в случаях, когда тип «С» не подходит, возможно использование других типов вуалей из полиэфирных или углеродных волокон. Вуаль типа «С» обычно рекомендуется для большинства коррозионных сред, однако синтетическая вуаль предпочтительнее для сред, содержащих соединения фтора. Синтетическая вуаль предпочтительнее и в других средах (подробности см. в нашем руководстве по коррозии). В жестких условиях, таких как щелочная среда, можно рекомендовать использование нескольких слоев вуали. Углеродная вуаль часто используется для абразивных сред, либо при создании электропроводной оболочки для контроля образования статического электричества. Вуали, изготовленные из других типов стекловолокна, такие как «А» и «ECR», реже применяются для защиты от коррозии, но могут быть приемлемы в определенных случаях.

МАТЫ ИЗ РУБЛЕНОГО СТЕКЛОВОЛОКНА

Армирование матами из рубленого стекловолокна - это матрица из рубленого стекловолокна из волокон типа «Е» или «С», длиной 12,5-50 мм, слабо удерживаемых вместе растворимым в стироле связующим. Мат «С» изготовлен из более коррозионно-устойчивого стекловолокна типа «Е». Маты из рубленой стеклопряжи изготавливаются различной плотности (225 г/м², 300 г/м², 450 г/м², 600 г/м²). Для формирования антикоррозионного барьера, обеспечивающего дополнительную защиту от коррозии, обычно используются два мата (450 г/м²) с поверхностной вуалью.

Маты из рубленой стеклопряжи также применяются в структурном слое между слоями тканого ровинга или в качестве самостоятельного армирования структурного слоя. В готовой пластине в слое мата из рубленой стеклопряжи содержится приблизительно 70% смолы и 30% стекловолокна.

ТКАНЫЙ РОВИНГ

Тканый ровинг состоит из «бесконечных» стекловолоконных ровингов, сплетенных вместе, образующих тяжелый мат, изготавливается различной плотности и веса. Чередование слоев тканого ровинга и мата из рубленой стеклопряжи используется на этапе формирования структурного слоя при ручной укладке. В готовой пластине обычно содержится около 40-50% стекловолокна.

НЕПРЕРЫВНЫЙ РОВИНГ

Непрерывный ровинг из стекловолокна производится различной плотности и с различными замасливателями для применения в намотке волокон и пултрузии. В результате получаются пластины с высоким содержанием стекловолокна (50-70%) для увеличения прочности. Напыляемый ровинг используется как заменитель мата из рубленого стекловолокна в антикоррозионном барьере и в структурном слое. В готовом ламинате обычно содержится около 30-40% стекловолокна.

Системы отверждения

Высокоэффективные смолы Atlas можно отверждать различными пероксидами и ускорителями. Кобальтовые и/или аминные ускорители должны быть добавлены изготовителем для отверждения при комнатной температуре непредускоренных смол Atlas. Правильный выбор отверждающей системы зависит в большой степени от технологии нанесения и требований к конечному продукту. Длительность гелеобразования от 2 до 200 минут можно достичь правильным выбором отверждающей системы

Все типы полиэфирных, винилэфирных и смол на основе бисфенола А можно отверждать сходными системами, используя готовые материалы. Катализаторы (пероксиды/отвердители) для ненасыщенных полиэфиров – это нестабильные молекулы с высокой энергией, которые распадаются на крайне активные части – радикалы – под влиянием нагревания, действия солей металлов и аминов (ускорителей), либо ультрафиолетового света. Эти радикалы способны вступать в реакцию с молекулами полиэфира или стирола с образованием новых радикалов, инициируя цепную реакцию.

Полиэфирные, винилэфирные и сходные с ними смолы могут быть отверждены (и так часто делают) при температуре окружающей среды. Химическая реакция, инициируемая катализаторами и ускорителями, создает экзотермический эффект (выделение тепла), что обеспечивает оптимальное отверждение. Однако необходимо контролировать температурный режим во избежание разрушения пластины из-за напряжения и усадки под действием высоких температур.

ТОЛСТЫЕ ЛАМИНАТЫ

При изготовлении толстых пластин может произойти перегрев при отверждении и коробление из-за термического напряжения. Но величина экзотермического эффекта сильно зависит от типа смолы. Иногда необходимо контролировать выделение тепла в ламинатах, например, когда плоские листы (минимальное коробление) или очень толстые участки выкладываются в одной операции. При изготовлении фланцев, в частности, требуется сочетание относительно короткого времени гелеобразования и низкого экзотермического эффекта (малая усадка). По сравнению с традиционными марками Atlas, Atlas E-Nova FW 1045 и FW 2045 легче отвердить с выполнением этих условий. Относительно специфических систем отверждения смолы необходимо обратиться в центр экспертизы.

ПОСТ-ОТВЕРЖДЕНИЕ

Пост-отверждение необходимо для достижения оптимальной термической и химической стойкости высококачественных смол Atlas. Рекомендуемые условия пост-отверждения – от 3 до 6 часов при 90-100°C, для толстых пластин и/или сложных форм требуется более длительное время и отрегулированная процедура пост-отверждения. Более низкие температуры неэффективны; более высокие могут привести к хрупкости. Должно пройти минимум 24 часа перед пост-отверждением ламината. Ламинаты возрастом до одного года можно успешно пост-отвердить. Настоятельно рекомендуется для деталей, армированных стекловолокном, находящихся под воздействием химической среды. Химическую стойкость деталей или пластин из смол Atlas, пост-

отвержденных при температурах ниже 90-100°C, необходимо проверить в соответствии с требованиями конкретного применения. Температура стеклования (T_g) и теплостойкость при изгибе (HDT) сильно зависят от температуры, при которой проводилось пост-отверждение.

ОТВЕРДИТЕЛИ И ДОБАВКИ

Время гелеобразования можно изменить, варьируя дозировку пероксида, кобальтовых добавок или использование ингибиторов. Если дозировка кобальта слишком мала, это может привести к плохому отверждению при низких температурах в цехе. Для смол Atlas существуют различные системы отверждения для требуемого времени отверждения при различных температурных режимах окружающей среды (см. брошюру по технической информации о смолах). Когда требуется более короткое время гелеобразования и общей продолжительности цикла, либо когда надо отвердить тонкие участки, системы с метилэтилкетон-пероксидом (МЕКП) можно заменить на ацетилацетон-пероксид (ААП). Смолы на основе ненасыщенных полиэфиров и винилэфируретана можно отвердить стандартным МЕКП средней активности, в широком интервале значений времени гелеобразования. Добавление стандартного МЕКП к винилэфирным смолам приводит к первичному вспениванию (в традиционных винилэфирах – Atlas 430 и Atlas 590), а в толстых пластинах отверждение с помощью МЕКП может привести к перегреву во время отверждения и короблению пластины. Однако системы МЕКП особенно эффективны при низких температурах. Для более длительного отверждения системы МЕКП легко ингибируются. Системы с гидроперекисью кумола (CuHP) для винилэфиров предпочтительны во многих случаях благодаря отсутствию вспенивания после добавления пероксида. Системы CuHP допускают широкий интервал значений времени гелеобразования, за которым следует хорошо контролируемое отверждение. Это позволяет за одну операцию изготовить относительно толстые пластины – сокращает риск перегрева и коробления.

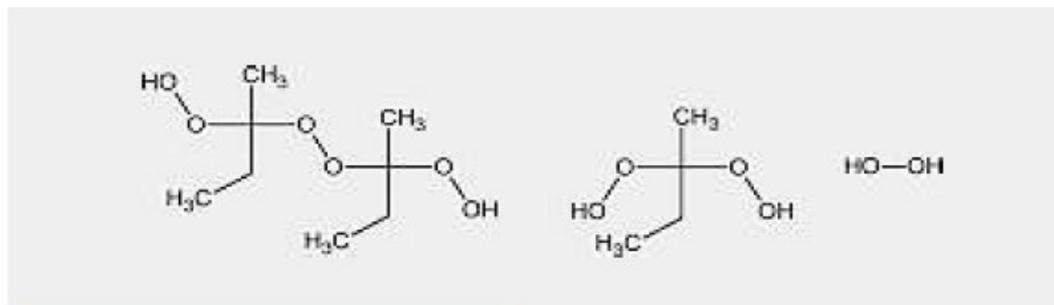
ПЕРОКСИДЫ

Метилэтилкетон-пероксид – средняя активность (Ст-МЕКП)

Это бесцветная жидкость, обычно поставляется в виде 50% раствора. Это наиболее часто используемый пероксид, дозировка – от 1,0 до 2,5%. Для смол Atlas его следует использовать с солями кобальта и, при необходимости, с аминами и/или ингибиторами. МЕКП – это наиболее широко используемый катализатор. Его используют с промотерами, обычно с 6% нафтенатом кобальта, или 6 или 10% октоатом кобальта. Наиболее часто используемый МЕКП поставляется с 9% активного кислорода. Вода в катализаторе негативно воздействует на отверждение смолы, но МЕКП можно проверить на содержание избыточной воды путем смешивания небольших количеств с равными частями стирола. Появление помутнений свидетельствует о наличии избыточной воды. Для получения оптимальных результатов важно поддерживать рекомендуемое соотношение МЕКП-кобальт в системе отверждения.

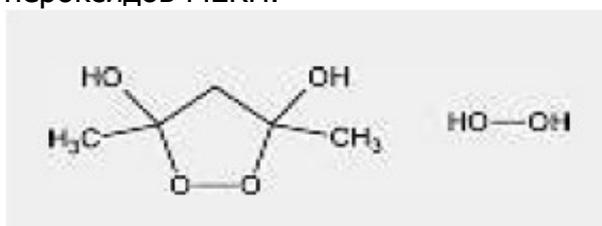
Метилэтилкетон-пероксид – низкая активность (НА-МЕКП)

Это бесцветная жидкость, обычно поставляется в виде 50% раствора. Часто используется в случаях, когда требуется длительное время гелеобразования или когда температура окружающей среды повышена. Этот тип пероксида рекомендован для отверждения винилэфирных смол, поскольку обладает пониженным пенообразованием. Газообразование наблюдается сразу после введения пероксида и ускорителя. Это газообразование – кислород, выделяющийся при разложении H_2O_2 , присутствующего в рецептуре пероксида. МЕКП низкой активности содержит меньше пероксида водорода, чем МЕКП средней активности, следовательно, выделяет меньше кислорода. Далее, соотношение пероксидов, присутствующих в смеси, отличается от МЕКП средней активности (см. структуру 1)



Структура 1: Метилэтилкетон-пероксид (МЕКП)

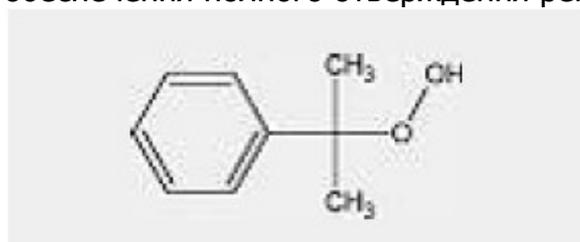
Необходимо отметить, что это разложение пероксида водорода, не приводящее к желатинизации смолы, также является причиной того, что ацетилацетон-пероксид (ААП) не может быть использован для отверждения стандартных винилэфирных смол. Дегазация может стать серьезной проблемой, поскольку на дегазацию нет времени. Это приведет к образованию включений кислорода и микропор в отливке. Технология *E-Nova* сочетает простоту обработки полиэфира и химическую стойкость винилэфиров, отверждение с низким пенообразованием возможно с использованием стандартных пероксидов МЕКП.



Структура 2: Ацетилацетон-пероксид (ААП)

Гидроперекись кумола (CuHP)

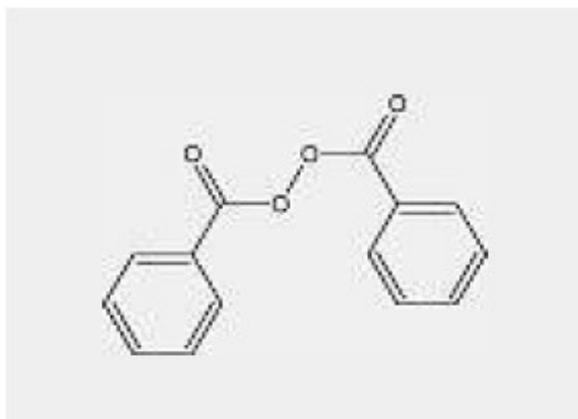
CuHP – это прозрачная жидкость. Использование гидроперекиси кумола может сократить пенообразование, протекающее в традиционных эпоксидных виниловых смолах (Atlas 430 и 590), катализируемых системами МЕКП/ кобальт. Другим преимуществом данных систем является снижение пика экзотермы, что приводит к уменьшению усадки и коробления. В прохладную погоду небольшое количество диметиланилина может быть использовано для ускорения отверждения. Необходимо обеспечить полноту отверждения, особенно при комнатной температуре. Для обеспечения полного отверждения рекомендуется провести пост-отверждение.



Структура 3: Гидроперекись кумола

Перекись бензоила (BPO)

Дибензоилпероксид поставляется в виде порошка, эмульсии и в форме пасты. В сочетании с аминными ускорителями продукт демонстрирует очень быстрое отверждение, на которое почти не влияют влажность и наполнители. Даже при низких температурах будет достигнуто относительно хорошее отверждение.



Структура 4: Перекись бензоила (BPO)

Системы BPO-амины могут вызывать более высокий экзотермический эффект, их труднее полностью доотвердить. Однако для композиций с гипохлоритом или пероксидами рекомендовано отверждение с помощью BPO-аминов. В этих случаях кобальт (металлы) оказывают неблагоприятное воздействие на химическую стойкость ламината.

Примечание: Никогда не следует смешивать напрямую промотер и каталитический пероксид (такой как МЕКП). Смешивание вызовет бурную реакцию, возможен пожар или взрыв

Рекомендуемые пероксиды

| Пероксид | Тип смолы | Примечания |
|---|---|---|
| Стандартный метилэтилкетон-пероксид (Ст.МЕКП) | Atlac 382, 430, 590 и Atlac E-Nova FW 1045/ FW 2045 | Универсальный Просто ингибировать Нет/ слабое вспенивание (Atlac 382/ Atlac E-Nova FW 1045 /FW 2045) Вспенивание (Atlac 430/590) |
| Метилэтилкетон-пероксид низкой активности (НА-МЕКП) | Atlac 382, 430, 590 и Atlac E-Nova FW 1045/ FW 2045 | Длительное гелеобразование Высокие температуры Слабое вспенивание (Atlac 430/590) |
| Ацетилацетон-пероксид (ААП) | Atlac 382 и 590 | Высокорреакционные покрытия Тонкие участки Низкие температуры |
| Гидроперекись кумола (CuHP) | Atlac 430, 590 и Atlac E-Nova FW 1045/ FW 2045 | Низкий экзотермический эффект (Atlac 430 и 590) Низкий экзотермический эффект + очень длительное гелеобразование (Atlac E-Nova FW 1045 /FW 2045) |
| Перекись бензоила (BPO-50) | Atlac 430, 590 и Atlac E-Nova FW 1045/ FW 2045 | Для отверждения требуется аминный ускоритель Рекомендуется в случаях, когда запрещено кобальтовое отверждение Низкая температура Высокая влажность |

УСКОРИТЕЛИ И ПРОМОТЕРЫ

Промотеры и ускорители используются для ускорения и улучшения отверждения.

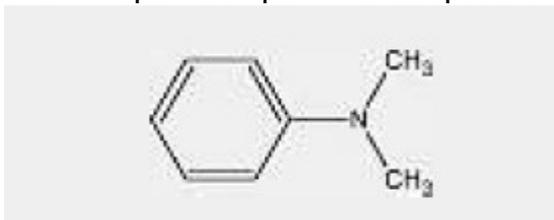
Октоат/ нафтенат кобальта

Растворы, содержащие кобальт – синие или лиловые жидкости, представлены на рынке с различным процентным содержанием активного кобальта, могут использоваться с отверждающими системами МЕКП и CuHP. Разведение в стироле предотвратит образование небольших частиц кобальта и будет способствовать однородному перемешиванию. Можно использовать другие кобальтовые ускорители, такие как нафтенат и версатат, но оба показывают низкую реакционную способность. Более того, при длительном хранении в неудовлетворительных условиях они теряют свою реакционную способность.

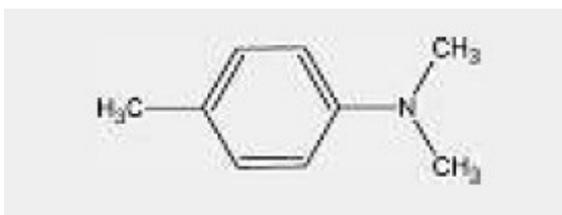
Амины

Диметиланилин (ДМА) – это желтый жидкий амин с сильным запахом. ДМА можно использовать с каталитическими системами МЕКП, ВРО (отверждение в условиях окружающей среды) и CuHP. Добавление ДМА не требуется для систем МЕКП и CuHP. Однако небольшие количества ДМА можно использовать в сочетании с кобальтом для улучшения твердости по Барколу и/или уменьшения времени отверждения. Для систем ВРО, работающих при температуре окружающей среды, требуется добавление ДМА.

Диметил-пара-толуидин (ДМПТ) – это желтый жидкий амин с сильным запахом. ДМПТ можно использовать в системах отверждения ВРО/амины в случаях, когда требуется очень короткое время гелеобразования.



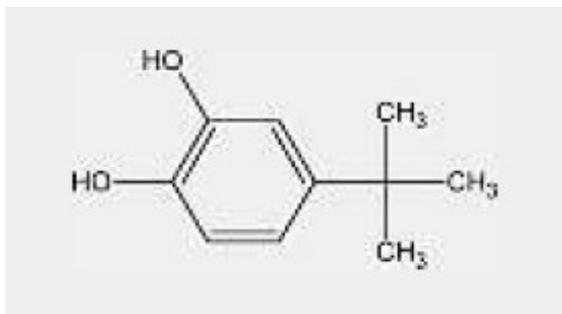
Структура 5: Диметиланилин (ДМА)



Структура 6: N,N-Диметил-п-толуидин (ДМПТ)

ИНГИБИТОРЫ

Ингибиторы применяются для удлинения времени гелеобразования винилэфирных и полиэфирных смол для проведения контролируемого отверждения. Наиболее широко доступен 10% раствор трет-бутилкатехола (ТБХ). Ингибиторы следует использовать с осторожностью, поскольку добавление более 0,25% может привести к недоотверждению, низкой твердости по Барколу или уменьшению коррозионной стойкости. Рекомендуемые дозировки ингибиторов варьируются в зависимости от типа ингибитора и смолы. Среди распространенных ингибиторов - трет-бутилкатехол (ТБХ), гидрохинон (ГХ) и толугидрохинон (ТГХ). Трет-бутилкатехол (ТБХ) неэффективен для систем с гидроперекисью кумола.



Структура 7: Трет-бутилкатехол (ТБХ)

УФ-СТБИЛИЗАТОРЫ

Пятилетние исследования пластин, изготовленных из смол Atlas, показали, что ухудшения качеств не происходит совсем или происходит в малой степени. Если поглотитель ультрафиолетовых лучей все же необходим, эффективно добавление либо 0,2% в смолу по всему объему пластины, либо от 0,2 до 0,5% в верхний слой. Рекомендуемые поглотители УФ-лучей – Tinuvin 320 и Cyanosorb UV5411 (Tinuvin-Ciba Geigy, Cyanosorb – Cyanamid)

ЭЛЕКТРОПРОВОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Улучшение электропроводности композита обычно достигается введением углерода в какой-либо форме в пластину.

Это можно проделать введением углеродной вуали – одного или нескольких углеродных волокон в ленту армирования на установке для намотки – или путем введения углерода (или графита) в порошок в смолу перед нанесением. Когда достигнут требуемый уровень электропроводности, необходимо соответствующим образом заземлить трубопровод или другое оборудование. (Информацию относительно требований к электропроводности можно найти в ISO 14692)

ДОБАВКИ ПРОТИВ ИСТИРАНИЯ

Стойкость к истиранию коррозионноустойчивых композитных материалов обычно требуется для оборудования, работающего с глинистыми растворами или взвесями, которые обычно разъедают или истирают обычные коррозионностойкие материалы. Основу типичных добавок, включаемых во внутренние и/или внешние барьеры, или по всему объему пластины, обычно составляют различные формы оксида алюминия или карбида кремния (SiC). Вспомогательные наполнители или добавки обычно должны приводить к удовлетворительной дисперсии материала и вязкости смолы. Характеристики истирания значительно различаются в зависимости от конкретного применения.

АНТИПИРЕНЬ

Пятиокись сурьмы можно использовать в некоторых смолах, а гидратированная окись алюминия улучшит огнестойкость как галогенированных, так и негалогенированных смол. В случае тригидрата алюминия высокая дозировка наполнителя может оказывать негативное воздействие на стойкость к коррозии, механические свойства смолы и общие свойства перерабатываемости.

Изготовление емкостей и труб

Детали для антикоррозионных систем можно изготовить с использованием различных технологий

ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ

Стеклопластиковые трубы, изготовленные машинным способом, получены в результате двух процессов:

- Филаментная намотка
- Центробежное литье

Оба процесса обладают особыми качествами и преимуществами.

Баки и емкости – это зачастую сочетание (винтовой) филаментной намотки, ручного формования или трансферного формования. Ниже эти технологии рассмотрены подробно.

Филаментная намотка

В процессе филаментной намотки непрерывный стеклоровинг, тканые стеклоленты или однонаправленная стеклоткань пропитываются связующим. Эти смоченные волокна наносятся на внешнюю поверхность вращающегося дорна в определенном порядке и с контролируемым натяжением.

В филаментной намотке существуют две принципиальных технологии:

- Непрерывная намотка волокон
- Винтовая намотка

При непрерывной намотке (также называемой «тангенциальной») стекловолокно наматывается плотно или внахлест на внешнюю поверхность (постоянно продвигающегося) дорна, с добавлением рубленых волокон, смолы и произвольных добавок и наполнителей. При каждом повороте угол намотки и количество наносимого материала определяют толщину стенок и их строение.

При винтовой намотке повторяющиеся витки смоченного волокна ложатся вокруг вращающегося дорна определенным спиральным узором, что приводит к образованию многослойной конструкции стенки из непрерывных волокон (либо тканых, либо однонаправленного ровинга). Теоретически углы могут варьироваться от 0 до 90°С (на практике – от 45° до 73°), их можно регулировать в зависимости от требований к прочности продукта.

Центробежное литье

В процессе центробежного литья стекловолокно и/или маты помещаются или наносятся на внутреннюю поверхность полого дорна (стальная труба). Во время вращения стальной трубы с высокой скоростью, впрыскивается смола, смачивающая армирование, дополнительные добавки и наполнители. Эти материалы припрессовываются к стенке под действием центробежных сил, образуя плотную стенку трубы. Основное отличие от филаментной намотки – достигается более высокая концентрация наполнителя.

Ручная выкладка /напыление

Ручная выкладка, также называемая контактным формованием - это производственная технология, подходящая для небольших объемов производства стеклопластика. Волокна вручную наносятся на поверхность формы и пропитываются смолой, обычно с помощью ручного валика. Добавляются еще слои, и после отверждения композитное изделие можно удалить из формы. Данный процесс – очень гибкий, возможно производство очень мелких деталей или очень больших, разнообразных форм и с

различными свойствами. Время производства одной детали очень большое, поэтому эта технология используется в основном для небольших партий или больших сложных форм. Для более крупных партий предпочтительнее технология напыления.

Трансферное формование

При впрыске смоляной смеси, также называемом трансферным формованием (resin transfer moulding – RTM) получают прочные пластиковые изделия, армированные стекловолокном, с двумя гладкими поверхностями. Несколько слоев сухого непрерывного мата из стеклоровинга, тканого ровинга или ткани помещаются в закрывающуюся форму. Жидкая смола впрыскивается в форму и затем отверждается. Возможно использование преформинга в качестве заполнителя, что увеличивает экономичность и эффективность данной технологии производства. Преимущества RTM – возможность изготавливать сложные, высококачественные структуры с хорошим качеством поверхности, разнообразной формы, возможность интегрировать больше компонентов в одно изделие, при производстве не выделяется стирол.

Двойные ламинаты

Уже 30 лет двухслойные ламинаты используются на химических заводах в колоннах, скрубберах, технологических аппаратах и резервуарах – в высоко коррозионных средах, где присутствуют такие химические вещества, как хлор и хлоро-щелочные продукты, сильные кислоты, сильные основания, органические соединения и другие коррозионные агенты.

Двухслойные ламинаты состоят из термопластичного внутреннего слоя, защищенного стекловолокном композитным внешним слоем, таким образом, сочетая преимущества коррозионной стойкости термопластов с превосходными механическими свойствами стеклопластика.

Термопластичные материалы включают в себя большинство марок, используемых для производства термопластичных труб и оборудования, такие как поливинилхлорид (ПВХ), хлорированный поливинилхлорид (ХПВХ), полипропилен (ПП), семейство фторполимеров и др.

ПВХ и ХПВХ обычно связываются напрямую с пластиной FRP с помощью связующей смолы (Palatal A 410-01 и/или смеси с Atlas *E-Nova* FW 2045. Подробности – у наших специалистов), в то время как другие термопласты обычно производятся с впрессованной тканью или подложкой из стекловолокна. Эта тканая подложка может обеспечить механическое связывание с стекловолокном структурным композитом, но необходима совместимость материалов основы.

Необходимые элементы устройства лайнера

Внутренний слой защиты от коррозии (лайнера) состоит в основном из смолы, армированной коррозионностойкой вуалью или вуальями, иногда с добавлением мата из рубленого стекловолокна. Вуаль (вуали) может быть либо коррозионностойкая из стекловолокна (волокно С или Е), либо синтетическая – полиэфирная (Nexus), ECTFE (Halar) или углеродная. Синтетическая вуаль используется в условиях, агрессивно действующих на стекловолокно – гидроксид натрия, фтороводородная кислота и т.д. После отверждения толщина внутреннего слоя составляет от 0,25 до 5 мм при армировании от 10 до 50 % стекловолокном С/Е. Мат из рубленого стекловолокна класса Е, дублирующий вуаль, обычно составляет до 30% армирования. Однако это лишь общие рекомендации, конечные свойства лайнера варьируются в зависимости от коррозионных свойств жидкости. Эксплуатационные качества слоя в большой степени зависят от качества и совместимости смолы и армирующего материала, а рецептуры смеси не являются взаимозаменяемыми. Каждую новую комбинацию необходимо

тщательно изучить. Необходимо определить лайнер и допуск на глубину коррозии. Некоторые технические характеристики включают лайнер в расчет требуемой общей толщины стенки трубы, но в целом технические условия требуют, чтобы лайнер рассматривался как запас защиты от коррозии, и не использовался в расчетах конструкции трубы на способность работать при заданных давлении и вакууме.

Проектирование и качество продуктов

Механические свойства

Механические свойства композитов зависят от технологии производства, проектирования продукта (например, ориентация волокон) и совместимость материалов основы (стекловолокно, замазливатели, смола). Старение – это свойство любого пластика. Поведение пластика зависит от времени и температуры, что приводит к ухудшению исходных свойств. На старение могут оказывать влияние:

- Условия окружающей среды (погода)
- Среда
- Нагрузки

Существуют отличия для каждого сочетания пластика и/или композита. Это усложняет сравнение различных вариантов, поэтому для трубопроводов под давлением требуется долговременное (регрессивное) тестирование в соответствии с ASTM D 2992. Характеристики долговременного поведения можно также получить, определив максимальное упругое напряжение на стенку (Ultimate Elastic Wall Stress - UEWS). Сравнение значения UEWS системы с UEWS компонента, прошедшего регрессивный анализ по ASTM D 2992-B. См. также раздел «Максимальное упругое напряжение на стенку».

Соединения

Хотя стыки стеклопластиковых труб могут быть слабым местом, количество дефектных стыков на километр/ в год для стальных трубопроводов почти в 4-5 раз выше, чем для стыков стеклопластиковых труб. Причиной этого является коррозия (Источник: Veritec Offshore Technology).

Специальные соединительные системы стеклопластиковых труб:

- Клеевые соединения
- (Интегральные) Механические соединения (с резиновым уплотнением); стойкие или нестойкие к растяжению
- Соединения «в замок»
- Соединения с резьбой
- Фланцевые соединения
- Прочие механические соединения

Каждое соединение имеет определенные сильные и слабые стороны и может быть разработано либо для поддержания полного осевого давления, либо с ограничением способности к аксиальной нагрузке или с отсутствием такой способности.

Изготовление надежного соединения из стеклопластика требует – как и для многих других материалов – определенного уровня умения, знаний и высокого качества изготовления. Изготовление соединения из стеклопластика должно быть не сложнее, чем из традиционных материалов.

Испытания на надежность и проектирование стеклопластиковых труб

Из-за разнообразия стеклопластиков (комбинации основных материалов и производственных технологий) проблема проектирования становится достаточно сложной. Дополнительные сложности возникают из-за того, что свойства различаются

во времени. Эффект старения приводит к потере прочности и жесткости. Это ухудшение в значительной степени зависит от качества сочетания основных материалов, их совместимости и технологии производства.

Таким образом, очень важно определить расчетные характеристики каждого варианта, не только первоначальные, но и с учетом срока службы. В декабре 2002 был опубликован новый стандарт ISO по этому вопросу, в сочетании с испытаниями компонентов, разработкой системы, установкой и обеспечением качества: ISO 14692. Документ относится к морским установкам, но стандарт может также использоваться для установок на суше. Принцип этого документа – связь между свойствами конкретного продукта GRP и безопасностью установленного трубопровода.

Испытания на прочность – тестирование, включающее в себя полномасштабные гидростатические испытания, установление долгосрочных технических условий для проектирования, не только для труб, но и для системы в целом, включая соединения и арматуру. Контроль длительной эксплуатации труб, арматуры и соединений осуществляется с помощью:

- a. Регрессионного анализа в соответствии с ASTM D 2992-B при максимальной расчетной температуре на трубах
- b. Среднесрочное тестирование соединений и арматуры. В этом испытании два репрезентативных образца тестируются в течение 1000 часов при максимальной температуре и тестовом давлении, превышающем значение давления, полученное при регрессионном анализе труб. На практике это составит $\pm 2,5-5$ раз от номинального давления. Это значение отличается для разных производителей, в зависимости от типа продукта, процедуры изготовления и др.

Производитель может провести испытания на прочность при условии, что за ними наблюдает и их сертифицирует независимый авторитетный специалист. Либо испытания и сертификацию может провести независимая организация по проведению испытаний. Это необходимо подтвердить путем предоставления сертификата с результатами испытаний.

Расчет гидростатических нагрузок

Для получения безопасной проектной базы необходимо принять во внимание поведение стеклопластика в условиях давления. Прочность на разрыв не является надежным основанием для определения допустимого напряжения. Также при действии давления на изделие определяется просачивание. Просачивание происходит из-за пластической деформации материала. Просачивание начинается при давлении, превышающем значения, установленные UEWS.

Значения разрывающего давления и давления просачивания обычно получают в результате краткосрочных испытаний на разрушение; однако эти данные нерепрезентативны, поскольку не существует установленного отношения между реакцией на краткосрочное воздействие и способностью выдерживать долговременную нагрузку.

Истинное соотношение можно установить в результате тестирования компонента в соответствии с ASTM D 1599. В целом, получаются следующие значения соотношений:

Соотношения

| | |
|--|---|
| Разрывающее напряжение/ расчетное напряжение= | В 8-12 раз больше расчетного напряжения |
| Напряжение просачивания/ расчетное напряжение= | В 3-6 раз больше расчетного напряжения |
| UEWS/ гидростатическое расчетное напряжение= | В 1.5-3 раза больше расчетного напряжения |

Расчетное напряжение должно соотноситься с долгосрочными свойствами.

Необходимо отметить, что регрессионный анализ и UEWS определяются только для труб. Пригодность расчетов гидростатических нагрузок для других компонентов системы можно показать с помощью 1000-часового среднесрочного испытания в соответствии с ISO 14692.

Максимальное упругое напряжение на стенку (Ultimate Elastic Wall Stress - UEWS)

Проведение такой обширной программы испытаний ограничивает разработку новых материалов. В сотрудничестве с институтами и другими предприятиями данной отрасли DSM принимало участие в разработке нового, быстрого и надежного метода, названного «максимальное упругое напряжение на стенку (Ultimate Elastic Wall Stress - UEWS) для труб с нагрузкой по двум направлениям. UEWS представляет самое высокое напряжение, при котором деформация обратима (сравнимо с пределом текучести/прочностью стали). Данное испытание является удобным методом определения эксплуатационных характеристик в короткое время, процесс может быть полностью автоматизирован.

DSM применяет этот новый, быстрый и надежный метод для определения пригодности данных испытаний для новых сочетаний материалов. Метод максимального упругого напряжения на стенку соотносит свойства новых сочетаний материалов с существующей программой натуральных испытаний.

Компания DSM будет рада представить эту тему и предложить поддержку в данной области.

МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ И МЕЖДУНАРОДНЫЕ СТАНДАРТЫ

Методы испытаний

| Объект | ASTM | EN | ISO |
|---|-------------|-------|-------|
| Краткосрочное гидравлическое разрушающее давление | D 1599 | 1229 | 7511 |
| Долговременное гидростатическое давление | D 2992 | 1447 | 7509 |
| Гидростатическое давление – время до разрушения | D 1598 | 1447 | 7509 |
| Циклическое внутреннее давление | D 2143 | 1638 | 15306 |
| Регрессионный анализ | D 2992 | 705 | 10928 |
| Деформационная коррозия | D 3681 | 1120 | 10952 |
| Исходная прочность на продольное растяжение | D 2105/D638 | 1393 | 8513 |
| Исходная прочность на тангенциальное растяжение | D 2290/D638 | 1394 | 8521 |
| Исходный относительный прогиб при изломе | D 2412 | 1226 | 10466 |
| Исходная удельная жесткость при испытании на разрушение кольца | D 2412 | 1228 | 7685 |
| Долговременная удельная жесткость при испытании на разрушение кольца | -- | 1225 | 10468 |
| Долговременное напряжение при изгибе/ отклонение кольца – влажные условия | D 5365 | 1227 | 10471 |
| Прогиб балки | D 2925 | -- | -- |
| Коэффициент термического расширения | D 696 | 11359 | -- |
| Твердость по Барколу | D 2583 | -- | -- |

| | | | |
|---|--------|-----------|-----------|
| Потери при сжигании/ glass-void-water content | D 2584 | | 1172 |
| Анализ ДСК | E 1356 | 11357 | 11357 |
| Электропроводность изоляционных материалов | D 257 | 14692 | |
| Фланцевое соединение | D 4024 | 1450 | 8483 |
| Механический соединительный замок | D 4161 | 1448/1119 | 8639/7432 |

Обратите внимание, что возможны значительные расхождения в методах и результатах ASTM, EN и ISO для идентичных образцов.

Спецификации на трубы

| | |
|--------------|---|
| ASTM D 2310: | Классификация стеклопластиковых труб, изготовленных машинным способом |
| ASTM D 2996: | Спецификация на стеклопластиковые трубы, изготовленные методом намотки |
| ASTM D 2997: | Спецификация на стеклопластиковые трубы, изготовленные методом центробежным литьем |
| ASTM D 3262: | Стандартная спецификация на канализационные трубы из армированного пластичного раствора |
| ASTM D 3517: | Спецификация на стеклопластиковые напорные трубы |
| ASTM D 3753: | Спецификация на полиэфирные смотровые колодцы, армированные стеклопластиком |
| ASTM D 3754: | Спецификация на стеклопластиковые канализационные и промышленные напорные трубы |
| ASTM D 3840: | Спецификация на стеклопластиковую арматуру для ненапорных труб |
| ASTM D 5685: | Спецификация на стеклопластиковую арматуру для напорных труб |
| EN 1115: | Пластиковые трубопроводы для подземных дренажных водостоков и канализации под давлением – Армированные стекловолокном термореактивные пластики (GRP) на основе ненасыщенной полиэфирной смолы |
| EN 1636: | Пластиковые трубопроводы для ненапорных водостоков и канализации - Армированные стекловолокном термореактивные пластики (GRP) на основе ненасыщенной полиэфирной смолы |
| EN 1796: | Пластиковые трубопроводы для подачи воды под давлением или без давления - Армированные стекловолокном термореактивные пластики (GRP) на основе ненасыщенной полиэфирной смолы |
| EN 14346: | Пластиковые трубопроводы для подземных дренажных водостоков и канализации под давлением или без давления – Армированные стекловолокном термореактивные пластики (GRP) на основе ненасыщенной полиэфирной смолы – Спецификация на трубы, арматуру и соединения |
| ISO 10467: | Пластиковые трубопроводы для подземных дренажных водостоков и канализации под давлением или без давления – Армированные стекловолокном термореактивные пластики (GRP) на основе ненасыщенной полиэфирной смолы |
| ISO 10639: | Пластиковые трубопроводы для подачи воды под давлением или без давления - Армированные стекловолокном термореактивные пластики (GRP) на основе ненасыщенной полиэфирной смолы |
| ISO 14692: | Нефтегазодобывающая промышленность – трубы из пластиков, армированных стекловолокном (GRP) |

Емкости

| | |
|--------------|--|
| ASTM D 3299: | Спецификация на баки, изготовленные из термореактивных смол, армированных стекловолокном, методом филаментной намотки, коррозионностойкие |
| ASTM D 4097: | Спецификация на баки, изготовленные из термореактивных смол, армированных стекловолокном, методом контактного формования, коррозионностойкие |
| ASTM D 4021: | Подземные резервуары для бензина, изготовленные из армированной стекловолокном полиэфирной смолы |
| EN 13121: | Баки и емкости из GRP для наземного использования |
| EN 976: | Подземные резервуары из пластика, армированного стекловолокном (GRP) – Горизонтальные цилиндрические баки для хранения под давлением жидкого базового топлива |
| EN 977: | Подземные резервуары из пластика, армированного стекловолокном (GRP) – метод для одностороннего воздействия жидкостей |
| EN 978: | Подземные резервуары из пластика, армированного стекловолокном (GRP) |
| EN 12917: | Подземные резервуары из пластика, армированного стекловолокном (GRP) - Горизонтальные цилиндрические баки для хранения жидкого базового топлива без давления – Оценка соответствия EN 976-1 и EN 976-3 |
| EN 13280: | Спецификация на армированные стекловолокном цистерны цельной или секционной конструкции для наземного хранения холодной воды |

ПРИМЕРЫ ИЗ ПРАКТИКИ

Помимо большого количества лабораторных испытаний на химическую устойчивость смол Atlas, наилучшим способом сбора практической информации является изучение опыта применения в настоящем и в прошлом. DSM Composite Resins составили подробное описание примеров из практики за последние четыре десятилетия, доказывающее превосходную стойкость к коррозии наших смол. Многочисленные примеры показывают, что композиты Atlas обеспечивают длительный срок службы без проблем в обслуживании

Несколько примеров из истории

ATLAS 382

Один из самых давних примеров – более 30 лет службы, башня фильтрации влажного хлора на ICI, Великобритания. Вся конструкция сделана на основе Atlas 382 – Бисфенол А на основе ненасыщенного полиэфира. Башня была установлена в 1974 и до сих пор противостоит исключительно коррозионному действию влажного газообразного хлора.

ATLAS 430

Примером хорошей стойкости к щелочам Atlas 430 являются эти два резервуара в DSM Pharma, содержащие гидроксид натрия, 25% при 50-60°C. Эти баки, емкостью по 165 м³, были установлены в 2001 г. Одним из факторов, повлиявших на выбор Atlas 430, помимо хорошей стойкости к коррозии, стал небольшой вес, и следовательно, снижение расходов на транспортировку и установку, а также тот факт, что эти стеклопластиковые баки не требуют текущего ремонта.

ATLAC E-Nova FW 1045

История этой смолы не так велика, но тем не менее Atlas E-Nova FW 1045 демонстрирует хорошую химическую стойкость, в т.ч. стойкость к действию щелочей, в сочетании с легкостью обработки. Эту смолу можно также легко сделать тиксотропной. Все это стало причиной выбора этой смолы для изготовления газоочистителя, обрабатывающего горячие газы в щелочной среде.



ATLAC 590

Эта винилэфирная смола на основе новолака была представлена на рынок в 1994 г., было собрано много примеров практического применения. При воздействии высоких температур и/или в присутствии растворителей, Atlas 590 может гарантировать длительный срок службы без проблем с ремонтом. Таким было требование реактора, с покрытием, наполненным стекло чешуйками на заводе DSM в Geleen. Установленный в 1995 году, реактор состоит из структурного слоя FRP и внутреннего слоя, наполненного стекло чешуйками – и тот и другой на основе Atlas 590. На смолу воздействуют вода, растворители, неорганические соли и кислоты при 60°C.



ATLAC E-NOVA FW 2045

Как и Atlas 590, Atlas E-Nova FW 2045 также хорошо работает при высоких температурах и при контакте с органическими растворителями. Поэтому смола была выбрана для 50 м³ резервуара на заводе DSM Pharma в Венло для хранения сточных вод при 80°C, содержащих достаточные количества этилацетата. Резервуар был установлен в конце 2003 г, недавно успешно прошел первую проверку (2005). Помимо хорошей обрабатываемости (низкое пенообразование, быстрое пропитывание и смачивание волокна, что хорошо подходит для толстых пластин).

АТЛАС 382

Информация о продукте

ФИЗИЧЕСКАЯ / ХИМИЧЕСКАЯ ПРИРОДА

Atlas 382 – это пропоксилированная фумаратная ненасыщенная полиэфирная смола на основе бисфенола А, растворенная в стироле.

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ КАЧЕСТВА

Atlas 382 выдерживает действие воды при высокой температуре, растворов кислот и солей, щелочных растворов при средней температуре.

ОСНОВНЫЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Atlas 382 можно использовать в любых технологиях изготовления, но этот продукт специально адаптирован для филаментной намотки, центробежного литья, ручной укладки и напыления. Atlas 382 также можно использовать в рецептурах покрытий с стеклочешуйками и в строительных растворах.

АТТЕСТАЦИЯ

Отвержденный неармированный Atlas 382 соответствует типу 1310 по DIN 16946/2 и классифицируется как 5 группа по DIN 18820/1 и 6 группа по EN13121/2.

Технические характеристики жидкого продукта

| Свойства | Интервал | Единицы | Метод испытания |
|-----------------------------------|---------------|-------------------|-----------------|
| Внешний вид | Слегка мутный | - | TM 2265 |
| Вязкость, 23°C | 560-660 | mPa.s | TM 2013 |
| Плотность, 23°C | 1030 | Кг/м ³ | TM 2160 |
| Содержание твердой фазы | 49-51 | % | TM 2033 |
| Время гелеобразования от 25-35°C | 5-12 | мин | TM 2625 |
| Время отверждения от 25°C до пика | 22-30 | мин | TM 2625 |
| Температура пика экзотермы | 140-170 | °C | TM 2625 |

Система отверждения
0,5% Ускоритель NL-51P
1,0% Ускоритель NL-63-10P
1,5% Butanox M-50

Методы испытаний
Методы испытаний, указанные в
таблице, предоставляются по запросу

Типичные свойства отвержденного продукта – без армирования

| Свойства | Интервал | Единицы | Метод испытания |
|--|----------|--------------------|-----------------|
| Плотность, 20°C | 1120 | кг/м ³ | - |
| Твердость | 40 | Баркол | TM 2604 |
| Прочность на разрыв | 62 | МПа | ISO 527-2 |
| Удлинение при разрыве | 2,1 | % | ISO 527-2 |
| Модуль упругости | 3,4 | ГПа | ISO 527-2 |
| Прочность на изгиб | 113 | МПа | ISO 178 |
| Модуль упругости при изгибе | 3,4 | ГПа | ISO 178 |
| Ударное сопротивление ненадрезанного образца | 9 | кДж/м ² | ISO 179 |
| Теплостойкость при изгибе | 120 | °C | ISO 75-A |
| Температура стеклования (T _с) | 137 | °C | DIN 53445 |

Система отверждения
0,8% Ускоритель NL-51P
0,5% Ускоритель NL-63-10P
1,5% Butanox M-50

Отвердители от поставщика
Akzo Nobel Chemicals

Пост-отверждение: 24 часа при 20°C, затем 3 часа при 100°C

Типичные свойства армированного продукта

| | | | | | |
|--|--------------------|---|------|---|-------------------------|
| Система отверждения 0,8% Ускоритель NL-51P 0,5% Ускоритель NL-63-10P 1,5% Butanox M-50 Пост-отверждение 24 ч при 20°C, затем 3 ч при 100°C | | Формирование слоя 450 г/м ² CSM 450 г/м ² CSM 450 г/м ² CSM 450 г/м ² CSM | | 450 г/м ² CSM 800 г/м ² WR 450 г/м ² CSM 800 г/м ² WR 450 г/м ² CSM 800 г/м ² WR | |
| Свойства/ единицы | | | | | Методы испытаний |
| Содержание стекловолокна | % | 30 | 44 | | ASTMD2584 |
| Прочность на разрыв | МПа | 85 | 164 | | ISO-527-2 |
| Модуль упругости при растяжении | ГПа | 7,5 | 10,7 | | ISO-527-2 |
| Прочность на изгиб | МПа | 139 | 260 | | ISO-527-2 |
| Модуль упругости при изгибе | ГПа | 6,6 | 8,8 | | ISO-178 |
| Плотность | кг/м ³ | 1330 | | | - |
| Ударное сопротивление ненадрезанного образца | кДж/м ² | 80 | | | ISO-179 |
| Линейное удлинение | С ⁻¹ | 31x10 ⁻⁶ | | | - |
| Теплопроводность | Вт/м.К | 0,22 | | | - |

Высокотемпературные свойства Atlas 382 (4 слоя мата из рубленого стекловолокна 450 г/м², содержание волокна 30%, полное пост-отверждение)

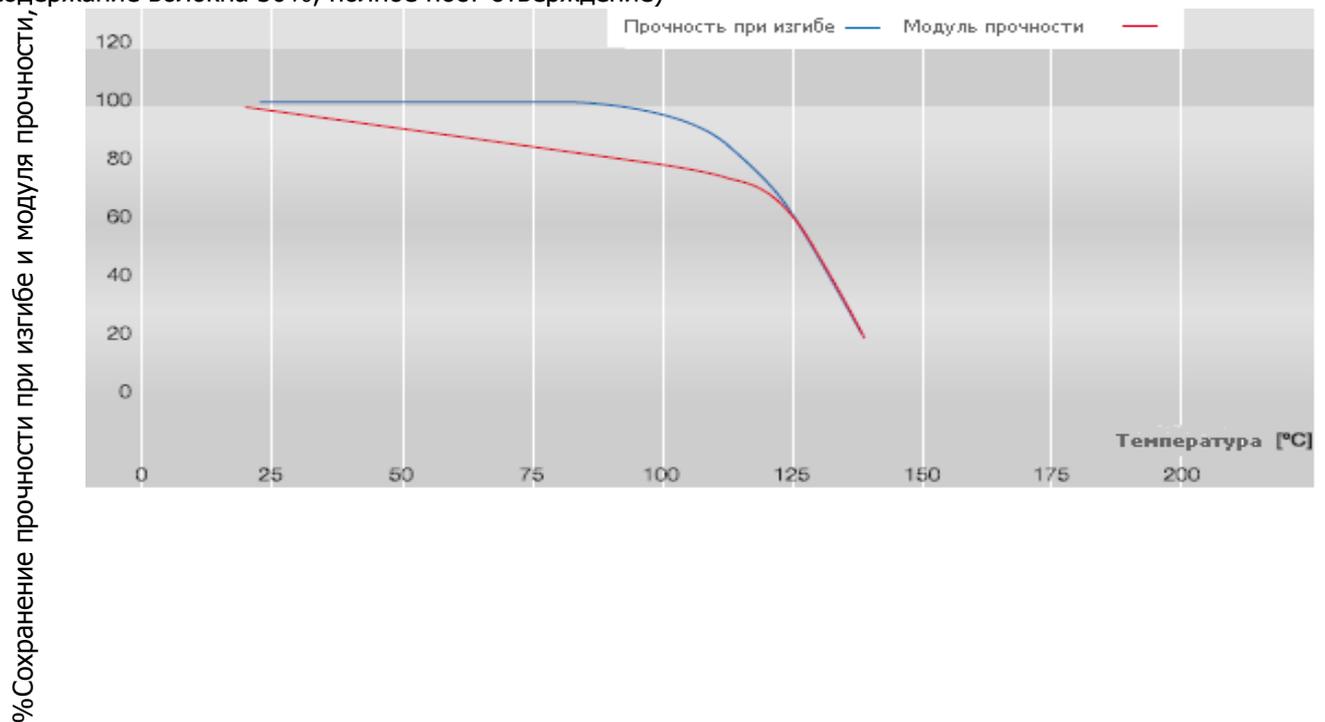


ГРАФИК 1: ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ СВОЙСТВА

Модули упругости и прочность смолы в температурном интервале 20-180°C были измерены в соответствии с ISO-178. Пластины изготовлены из 4 слоев 450 г/м² мата из стекловолокна с содержанием волокна – 30 % по весу. Использовались стандартные системы отверждения, все образцы были полностью пост-отверждены.

Динамический механический анализ Atlas 382 (система отверждения армированного продукта)

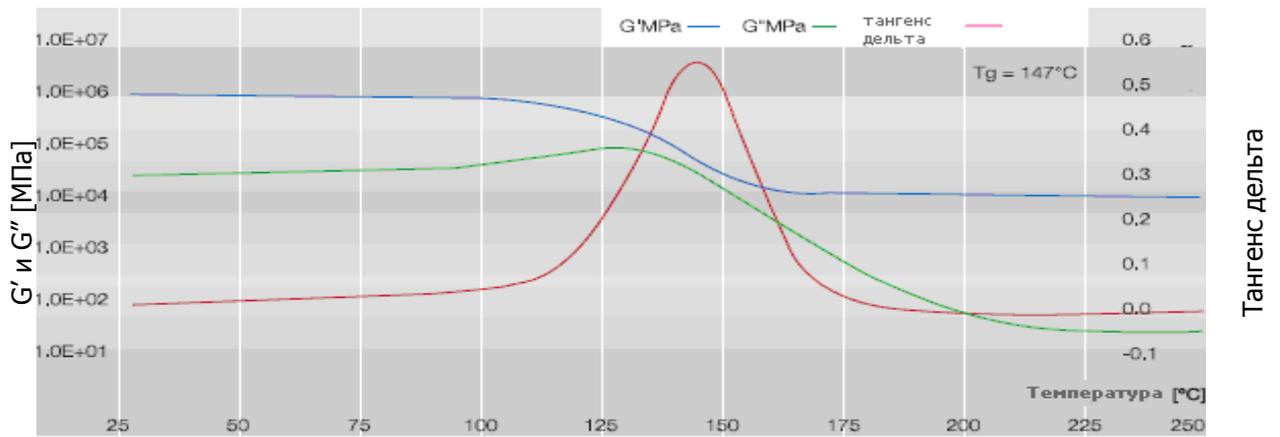


ГРАФИК 2: ДИНАМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ (ДМА)

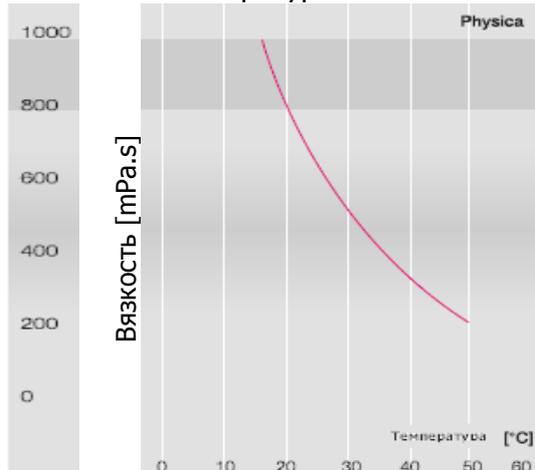
При крутильных колебаниях ДМА измеряет модуль накопления (G') и модуль потерь (G'') смолы (частота 6.22 рад/сек). На основе модуля можно рассчитать тангенс дельта (\tan_δ). Пик на кривой \tan_δ соответствует температуре стеклования (T_g), обозначающей переход из стеклообразного в резиноподобное состояние. Использовались стандартные системы (пост)отверждения.

ГРАФИК 3А: ВЯЗКОСТЬ-ТЕМПЕРАТУРА

ГРАФИК 3В: ВЯЗКОСТЬ-ДОБАВЛЕНИЕ СТИРОЛА

На вязкость смол Atlas влияет температура и/или содержание стирола. Добавление стирола до $\sim 5\%$ не влияет на химическую стойкость и механические свойства.

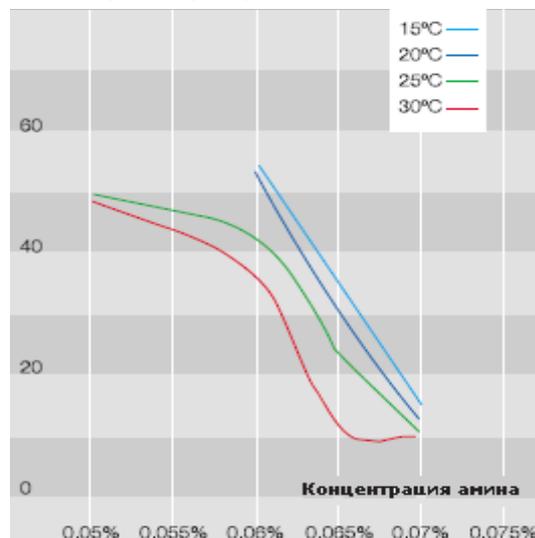
Вязкость – температура Atlas 382



Вязкость – добавление стирола Atlas 382



Реактивность Atlas 382 в зависимости от концентрации ДМА при разных температурах (постоянная концентрация ускорителя: Кобальт-6=0,5% и постоянная концентрация пероксида: Ст.МЭКП=1,5%)



Время гелеобразования (мин)

Atlas 382: типичное время гелеобразования с использованием стандартного МЭКП/ Кобальта

Отверждающие агенты: стандартный метилэтилкетонпероксид (Ст.МЭКП), Кобальт 6% и диметиланилин (ДМА)

| Температура | 10-20 минут | 20-40 минут | 40-60 минут |
|-------------|---|--|--|
| 15°C | 0,5% Кобальт-6 0,07% ДМА 1,5% Ст.МЭКП | 0,5% Кобальт-6 0,06% ДМА 1,5% Ст.МЭКП | 0,5% Кобальт-6 0,05% ДМА 1,5% Ст.МЭКП |
| 20°C | 0,5% Кобальт-6 0,07% ДМА 1,5% Ст.МЭКП | 0,5% Кобальт-6 0,065% ДМА 1,5% Ст.МЭКП | 0,5% Кобальт-6 0,060% ДМА 1,5% Ст.МЭКП |
| 25°C | 0,5% Кобальт-6 0,07% ДМА 1,5% Ст.МЭКП | 0,5% Кобальт-6 0,065% ДМА 1,5% Ст.МЭКП | 0,5% Кобальт-6 0,06% ДМА 1,5% Ст.МЭКП |
| 30°C | 0,5% Кобальт-6 0,07% ДМА 1,5% Ст.МЭКП | 0,5% Кобальт-6 0,065% ДМА 1,5% Ст.МЭКП | 0,5% Кобальт-6 0,06% ДМА 1,5% Ст.МЭКП |

Atlas 382: типичное время гелеобразования с использованием ВРО /амина

Отверждающие агенты: бензоилпероксид (ВРО-50) и диметиланилин (ДМА)

| Температура | 10-20 минут | 20-40 минут | 40-60 минут |
|-------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| 10°C | 0,4% ДМА 4,0% ВРО | 0,3% ДМА 3,0% ВРО | 0,2% ДМА 2,0% ВРО |
| 15°C | 0,35% ДМА 3,5% ВРО | 0,25% ДМА 2,5% ВРО | 0,14% ДМА 1,5% ВРО |
| 20°C | 0,3% ДМА 3,0% ВРО | 0,2% ДМА 2,0% ВРО | 0,175% ДМА 1,0% ВРО |

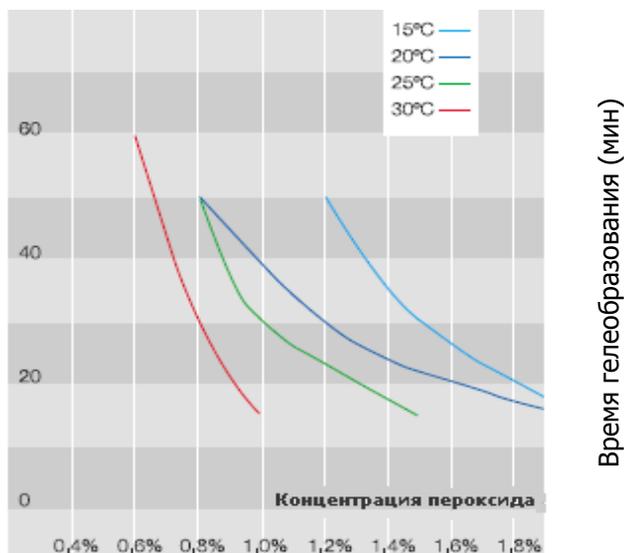
Если отверждение происходит при низких температурах (соединение или ремонт на открытом воздухе, др. работы) или при высокой влажности, рекомендовано отверждение ВРО/амин. Эта система отверждения также рекомендуется для композиций, содержащих гипохлорит или пероксиды.

Atlas 382A: типичное время гелеобразования с использованием стандартного МЭКП/ Кобальта

Отверждающие агенты: стандартный метилэтилкетонпероксид (Ст.МЭКП) и Кобальт 6%

| Температура | 10-20 минут | 20-40 минут | 40-60 минут |
|-------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 15°C | 1,0% Кобальт-6 2,0% Ст.МЭКП | 1,0% Кобальт-6 1,5% Ст.МЭКП | 1,0% Кобальт-6 1,2% Ст.МЭКП |
| 20°C | 1,0% Кобальт-6 2,0% Ст.МЭКП | 1,0% Кобальт-6 1,2% Ст.МЭКП | 1,0% Кобальт-6 0,8% Ст.МЭКП |
| 25°C | 1,0% Кобальт-6 1,5% Ст.МЭКП | 1,0% Кобальт-6 1,0% Ст.МЭКП | 1,0% Кобальт-6 0,8% Ст.МЭКП |
| 30°C | 1,0% Кобальт-6 1% Ст.МЭКП | 1,0% Кобальт-6 0,8% Ст.МЭКП | 1,0% Кобальт-6 0,7% Ст.МЭКП |

Реактивность Atlas 382A в зависимости от концентрации Ст.МЭКП при разных температурах (постоянная концентрация ускорителя: Кобальт-6=1%)



ПОСТ-ОТВЕРЖДЕНИЕ

Пост-отверждение необходимо для получения оптимальной химической и термостойкости высококачественных смол Atlas. Рекомендуемые условия пост-отверждения – 3-6 часов при 90-100°C, для более толстых пластин и/или более сложных форм требуется более длительное время и откорректированный режим пост-отверждения. Более низкие температуры неэффективны; более высокие могут привести к возникновению хрупкости.

НАРУЖНОЕ ПОКРЫТИЕ

Наружное покрытие наносится, поскольку верхний слой лайнинга на поверхности должен содержать парафиновый воск для достижения полного отверждения (предотвращения ингибирования воздухом). В смолу требуется добавить около 0,1-0,2% воска. Точка плавления воска должна быть 54-57°C, воск лучше всего добавлять в смолу в виде 10% раствора в стироле. Чтобы воск действовал эффективно, верхнее покрытие необходимо быстро отвердить. Используйте систему отверждения МЭКП или ААР, чтобы время гелеобразования было 15 минут или меньше. Правильно отвержденное верхнее покрытие не станет липким после протирки ацетоном.

ИНГИБИТОРЫ

Время гелеобразования также можно контролировать с помощью ингибиторов, наиболее распространенный – 10% раствор трет-бутилкateхола (ТБК). Добавление более 0,25% может привести к недостаточному отверждению. Не рекомендуется использовать при температуре ниже 15 °C. ТБК неэффективен в сочетании с гидроперекисью кумола.

ТИКСОТРОПНОСТЬ

Смоле Atlas 382 можно придать тиксотропность с помощью стандартного (полиэфирного) пирогенного кремнезема: Aerosil R 200 или Cab-O-Sil M5 (0,5%-2%). Его необходимо ввести в смолу с помощью мешалки высокой скорости сдвига (тип Cowless). Для улучшения максимального тиксотропного эффекта рекомендуется использовать смачивающий агент (например, 0,2% по весу Tween 20-ICI). Тиксотропные добавки не следует использовать в пластинах, предназначенных для работы в контакте с растворами гипохлоритов или фтором. В этом случае образование потеков можно свести к минимуму только при очень коротком времени гелеобразования (20-25 мин). В случае Wacker HDK 20 или Aerosil R202, в качестве смачивающего агента можно использовать Вук R605.



Жидкая смола



Отвержденная смола, система Ст. МЭКП/ кобальт



Отвержденная смола, система ВРО/ амин

Марки смол Atlac: различные марки Atlac, готовые для использования

| Тип смолы | Марка | Примечание |
|-----------|---------------------------|---|
| Atlac 382 | Atlac 382 | Стандартная |
| | Atlac 382A | Ускоренная амином |
| | Atlac 382 хлопья /порошок | В твердом виде, растворяется пользователем. Исключительная долговечность при хранении |

ATLAC 430

Информация о продукте

ФИЗИЧЕСКАЯ / ХИМИЧЕСКАЯ ПРИРОДА

Atlac 430 – это винилэфирная эпоксидная смола на основе бисфенола А, растворенная в стироле.

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ КАЧЕСТВА

Atlac 430 обладает стойкостью к широкому кругу кислот, щелочей и отбеливателей, используется в агрессивной среде на химическом производстве. Удачная комбинация теплостойкости и растяжимости делает эту смолу пригодной для воздействия меняющихся температур.

ОСНОВНЫЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Atlac 430 можно использовать в любых технологиях изготовления, но этот продукт специально адаптирован для филаментной намотки, центробежного литья, ручной укладки и напыления.

АТТЕСТАЦИЯ

Отвержденный неармированный Atlac 382 соответствует типу 1310 по DIN 16946/2 и классифицируется как 5 группа по DIN 18820/1 и группа 7A по EN13121/2.

Технические характеристики жидкого продукта

| Свойства | Интервал | Единицы | Метод испытания |
|----------|----------|---------|-----------------|
|----------|----------|---------|-----------------|

| | | | |
|-----------------------------------|------------|-------------------|---------|
| Внешний вид | прозрачный | - | TM 2265 |
| Вязкость, 23°C | 440-500 | mPa.s | TM 2013 |
| Плотность, 23°C | 1060 | Кг/м ³ | TM 2160 |
| Содержание твердой фазы | 59-62 | % | TM 2033 |
| Время гелеобразования от 25-35°C | 10-15 | мин | TM 2625 |
| Время отверждения от 25°C до пика | 17-24 | мин | TM 2625 |
| Температура пика экзотермы | 140-160 | °C | TM 2625 |

Система отверждения
1,0% Ускоритель NL-49P
2,0% Butanox LPT

Методы испытаний
Методы испытаний, указанные в
таблице, предоставляются по запросу

Типичные свойства отвержденного продукта – без армирования

| Свойства | Интервал | Единицы | Метод испытания |
|--|----------|--------------------|-----------------|
| Плотность, 20°C | 1145 | кг/м ³ | - |
| Твердость | 40 | Баркол | TM 2604 |
| Прочность на разрыв | 95 | МПа | ISO 527-2 |
| Удлинение при разрыве | 6,1 | % | ISO 527-2 |
| Модуль упругости | 3,6 | ГПа | ISO 527-2 |
| Прочность на изгиб | 150 | МПа | ISO 178 |
| Модуль упругости при изгибе | 3,4 | ГПа | ISO 178 |
| Ударное сопротивление ненадрезанного образца | 28 | кДж/м ² | ISO 179 |
| Теплостойкость при изгибе | 105 | °C | ISO 75-A |
| Температура стеклования (T _с) | 130 | °C | DIN 53445 |

Система отверждения
0,5% Ускоритель NL-49P
1,0% Butanox LPT

Отвердители от поставщика
Akzo Nobel Chemicals

Пост-отверждение
24 часа при 20°C, затем 24 часа при 80°C
HDT и T_с пост-отверждения: 24 часа 120°C

Типичные свойства армированного продукта

| | | | | | |
|---|--------------------|---|------|---|-------------------------|
| Система отверждения 0,5% Ускоритель NL-49P 1,0% Butanox LPT Пост-отверждение 24 ч при 20°C, затем 24ч при 80°C | | Формирование слоя 450 г/м ² CSM 450 г/м ² CSM 450 г/м ² CSM 450 г/м ² CSM | | 450 г/м ² CSM 800 г/м ² WR 450 г/м ² CSM 800 г/м ² WR 450 г/м ² CSM 800 г/м ² WR | |
| Свойства/ единицы | | | | | Методы испытаний |
| Содержание стекловолокна | % | 38,6 | 39 | | ASTMD2584 |
| Прочность на разрыв | МПа | 138 | 146 | | ISO-527-2 |
| Модуль упругости при растяжении | ГПа | 10 | 10,4 | | ISO-527-2 |
| Прочность на изгиб | МПа | 210 | 216 | | ISO-527-2 |
| Модуль упругости при изгибе | ГПа | 10 | 8,4 | | ISO-178 |
| Плотность | кг/м ³ | 1400 | | | - |
| Ударное сопротивление ненадрезанного образца | кДж/м ² | | | | ISO-179 |
| Линейное удлинение | С ⁻¹ | 30x10 ⁻⁶ | | | - |
| Теплопроводность | Вт/м.К | 0,20 | | | - |

Высокотемпературные свойства Atlas 430 (4 слоя мата из рубленого стекловолокна 450 г/м², содержание волокна 30%, полное пост-отверждение)

%Сохранение прочности при изгибе и модуля упругости,

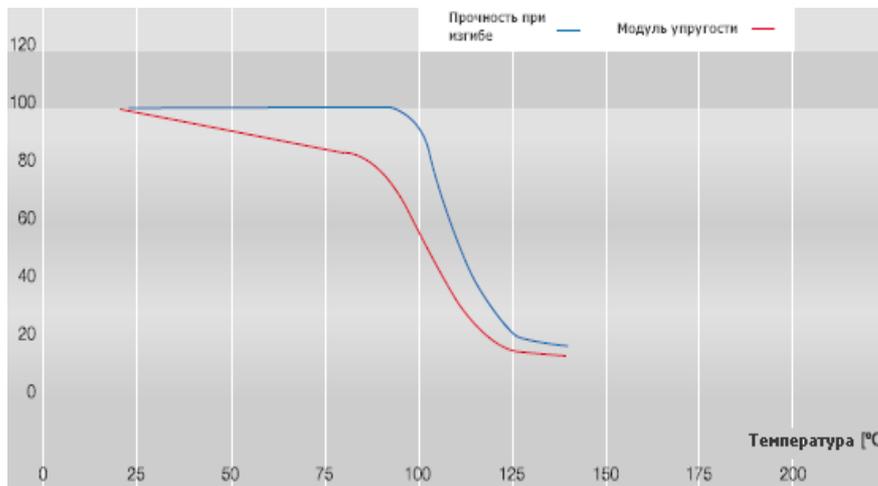


ГРАФИК 1:
ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ СВОЙСТВА

Модули упругости и прочность смолы в температурном интервале 20-180°C были измерены в соответствии с ISO-178. Пластины изготовлены из 4 слоев 450 г/м² мата из стекловолокна с содержанием волокна – 30 % по весу. Использовались стандартные системы отверждения, все образцы были полностью пост-отверждены

Динамический механический анализ Atlas 430 (система отверждения армированного продукта)

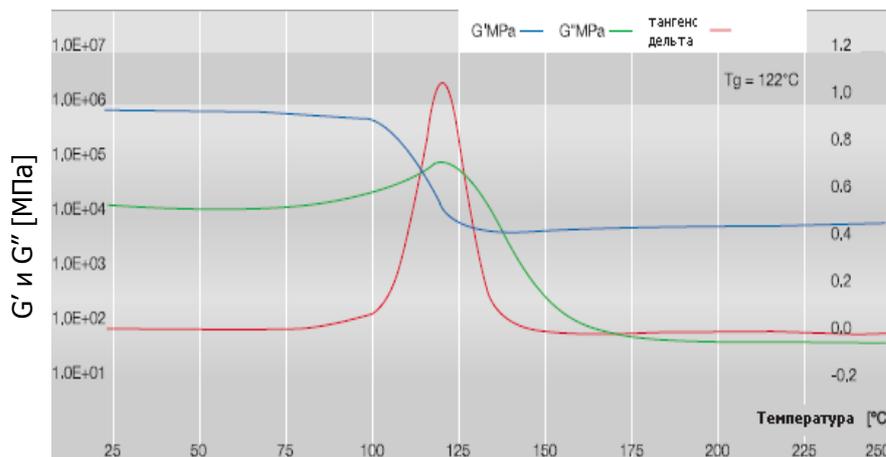


ГРАФИК 2: ДИНАМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ (ДМА)

При крутильных колебаниях ДМА измеряет модуль накопления (G') и модуль потерь (G'') смолы (частота 6.22 рад/сек). На основе модуля можно рассчитать тангенс дельта ($\tan \delta$). Пик на кривой $\tan \delta$ соответствует температуре стеклования (T_g), обозначающей переход из стеклообразного в резиноподобное состояние. Использовались стандартные системы (пост-)отверждения.

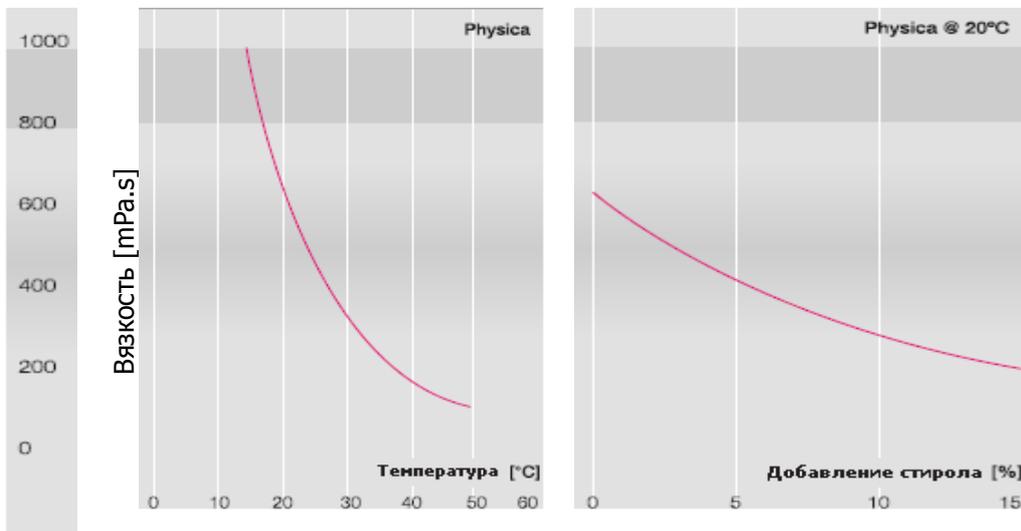
ГРАФИК 3А: ВЯЗКОСТЬ-ТЕМПЕРАТУРА

ГРАФИК 3В: ВЯЗКОСТЬ-ДОБАВЛЕНИЕ СТИРОЛА

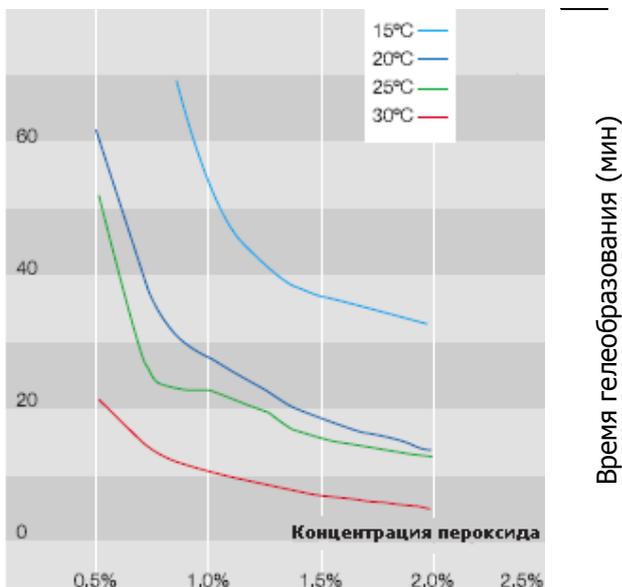
На вязкость смол Atlas влияет температура и/или содержание стирола. Добавление стирола до ~5% не влияет на химическую стойкость и механические свойства.

Вязкость – температура
Atlas 430

Вязкость – добавление стирола
Atlas 430



Реактивность Atlas 430 в зависимости от концентрации МЭКП низкой активности при разных температурах (постоянная концентрация ускорителя: Кобальт-1=1%)



Типичное время гелеобразования с использованием МЭКП низкой активности/ Кобальта

Отверждающие агенты: метилэтилкетонпероксид низкой активности (НА МЭКП), Кобальт 1% и третбутилкатехол (ТБК)

| Температура | 10-20 минут | 20-40 минут | 40-60 минут |
|-------------|--------------------------------|--------------------------------|---|
| 15°C | 2,0% Кобальт-1 2,0% НА МЭКП | 1,0% Кобальт-1 2,0% НА МЭКП | 1,0% Кобальт-1 1,0% НА МЭКП |
| 20°C | 1,0% Кобальт-1 2,0% НА МЭКП | 1,0% Кобальт-1 1,0% НА МЭКП | 0,5% Кобальт-1 1,0% НА МЭКП |
| 25°C | 1,0% Кобальт-1 1,0% НА МЭКП | 0,5% Кобальт-1 1,0% НА МЭКП | 0,5% Кобальт-1 0,75% НА МЭКП |
| 30°C | 0,5% Кобальт-1 1,0% НА МЭКП | 0,5% Кобальт-1 0,5% НА МЭКП | 1,0% Кобальт-1 1,0% НА МЭКП, 0,04% ТБК |

Типичное время гелеобразования с использованием ВРО /амина

Отверждающие агенты: бензоилпероксид (ВРО-50), диметиланилин (ДМА) и диметил-пара-толуидин (ДМПТ)

| Температура | 10-20 минут | 20-40 минут | 40-60 минут |
|-------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 10°C | 0,35% ДМА+0,05% ДМПТ 4,0% ВРО | 0,25% ДМА+0,05% ДМПТ 3,0% ВРО | 0,15% ДМА+0,05% ДМПТ 2,0% ВРО |
| 15°C | 0,4% ДМА 4,0% ВРО | 0,3% ДМА 3,0% ВРО | 0,2% ДМА 2,0% ВРО |
| 20°C | 0,3% ДМА 3,0% ВРО | 0,3% ДМА 1,0% ВРО | 0,175% ДМА 1,0% ВРО |

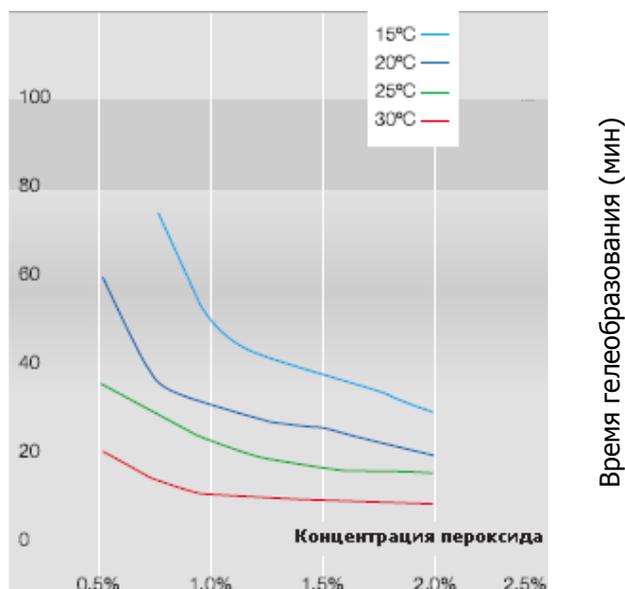
Если отверждение происходит при низких температурах (соединение или ремонт на открытом воздухе, др. работы) или при высокой влажности, рекомендовано отверждение ВРО/амин. Эта система отверждения также рекомендуется для композиций, содержащих гипохлорит или пероксиды.

Типичное время гелеобразования с использованием Гидроперекиси кумола/ Кобальта

Отверждающие агенты: гидроперекись кумола (CuHP), Кобальт 1% и ТБК

| Температура | 10-20 минут | 20-40 минут | 40-60 минут |
|-------------|-----------------------------|-----------------------------|---|
| 15°C | 2,0% Кобальт-1 2,0% CuHP | 1,0% Кобальт-1 2,0% CuHP | 1,0% Кобальт-1 1,0% CuHP |
| 20°C | 1,0% Кобальт-1 2,0% CuHP | 1,0% Кобальт-1 1,0% CuHP | 0,8% Кобальт-1 1,0% CuHP |
| 25°C | 1,0% Кобальт-1 1,0% CuHP | 0,7% Кобальт-1 1,0% CuHP | 0,5% Кобальт-1 1,0% CuHP |
| 30°C | 0,5% Кобальт-1 1,0% CuHP | 0,5% Кобальт-1 0,7% CuHP | 1,0% Кобальт-1 1,0% CuHP 0,075% ТБК |

Реактивность Atlas 430 в зависимости от концентрации Гидроперекиси Кумола при разных температурах (постоянная концентрация ускорителя: Кобальт-1=1%)



ПОСТ-ОТВЕРЖДЕНИЕ

Пост-отверждение необходимо для получения оптимальной химической и теплостойкости высококачественных смол Atlas. Рекомендуемые условия пост-отверждения – 3-6 часов при 90-100°C, для более толстых пластин и/или более сложных форм требуется более длительное время и откорректированный режим пост-отверждения. Более низкие температуры неэффективны; более высокие могут привести к возникновению хрупкости.

НАРУЖНОЕ ПОКРЫТИЕ

Наружное покрытие наносится, поскольку верхний слой лайнинга на поверхности должен содержать парафиновый воск для достижения полного отверждения (предотвращения ингибирования воздухом). В смолу требуется добавить около 0,1-0,2% воска. Точка плавления воска должна быть 54-57°C, воск лучше всего добавлять в смолу в виде 10% раствора в стироле. Чтобы воск действовал эффективно, верхнее покрытие необходимо быстро отвердить. Используйте систему отверждения МЭКП, чтобы время гелеобразования было 15 минут или меньше. Правильно отвержденное верхнее покрытие не станет липким после протирки ацетоном.

ИНГИБИТОРЫ

Время гелеобразования также можно контролировать с помощью ингибиторов, наиболее распространенный – 10% раствор трет-бутилкатехола (ТБК). Добавление более 0,25% может привести к недостаточному отверждению. Не рекомендуется использовать при температуре ниже 15 °С. ТБК неэффективен в сочетании с гидроперекисью кумола.

ТИКСОТРОПНОСТЬ

Смоле Atlas 430 можно придать тиксотропность с помощью гидрофобного пирогенного кремнезема: Wacker HDK 20, Cab-O-Sil TS 720 и Aerosil R 202 (1%-2%). Их необходимо ввести в смолу с помощью мешалки высокой скорости сдвига (тип Cowless). Для улучшения максимального тиксотропного эффекта рекомендуется использовать смачивающий агент (например, Вук R605 – Вук Chemie). Тиксотропные добавки не следует использовать в ламинатах, предназначенных для работы в контакте с растворами гипохлоритов или фтором. В этом случае образование потеков можно свести к минимуму только при очень коротком времени гелеобразования (20-25 мин).



Жидкая смола



Отвержденная смола, система Ст.МЭКП/ кобальт



Отвержденная смола, система ВРО/ амин

Марки смол Atlas: различные марки Atlas, готовые для использования

| Тип смолы | Марка | Примечание |
|-----------|---------------|---------------------------------|
| Atlas 430 | Atlas 430 | Стандартная |
| | Atlas 430 UV | Светоотверждаемая |
| | Atlas 430 LSE | Содержит парафины |
| | Atlas 430 S | Дополнительно стабилизированная |

ATLAS 590

Информация о продукте

ФИЗИЧЕСКАЯ / ХИМИЧЕСКАЯ ПРИРОДА

Atlas 590 – это винилэфирная смола на основе новолака, растворенная в стироле.

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ КАЧЕСТВА

Atlas 590 обладает превосходной термостойкостью и химической стойкостью к действию растворителей, кислот и окислителей, таких как хлор. Смола обладает высокой степенью сохранения прочности при повышенных температурах.

ОСНОВНЫЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Atlas 590 можно использовать в любых технологиях изготовления, но этот продукт специально адаптирован для филаментной намотки, центробежного литья, ручной выкладки и напыления. Atlas 590 также можно использовать в рецептурах покрытий с стеклочешуйками и в строительных растворах

АТТЕСТАЦИЯ

Отвержденный неармированный Atlas 590 соответствует типу 1310 по DIN 16946/2 и классифицируется как 5 группа по DIN 18820/1 и группа 8 по EN13121/2.

Для подземных резервуаров хранения бензина был получен сертификат KIWA (BRL-K 541/01)

Atlas 590 прошел испытания на TUV для использования на установке по очистке дымового газа.

Технические характеристики жидкого продукта

| Свойства | Интервал | Единицы | Метод испытания |
|-----------------------------------|------------|-------------------|-----------------|
| Внешний вид | прозрачный | - | TM 2265 |
| Вязкость, 23°C | 208-282 | mPa.s | TM 2013 |
| Плотность, 23°C | 1080 | Кг/м ³ | TM 2160 |
| Содержание твердой фазы | 61,5-64,5 | % | TM 2033 |
| Время гелеобразования от 25-35°C | 21,4-27,8 | мин | TM 2625 |
| Время отверждения от 25°C до пика | 26,4-35,7 | мин | TM 2625 |
| Температура пика экзотермы | 144-176 | °C | TM 2625 |

Система отверждения

2,5% Ускоритель NL-49P

1,0% Ускоритель NL-63-10P

10% Butanox M-50

Методы испытаний

Методы испытаний, указанные в

таблице, предоставляются по запросу

Типичные свойства отвержденного продукта – без армирования

| Свойства | Интервал | Единицы | Метод испытания |
|--|----------|--------------------|-----------------|
| Плотность, 20°C | 1175 | кг/м ³ | - |
| Твердость | 45 | Баркол | TM 2604 |
| Прочность на разрыв | 90 | МПа | ISO 527-2 |
| Удлинение при разрыве | 4 | % | ISO 527-2 |
| Модуль упругости | 3,5 | ГПа | ISO 527-2 |
| Прочность на изгиб | 155 | МПа | ISO 178 |
| Модуль упругости при изгибе | 3,6 | ГПа | ISO 178 |
| Ударное сопротивление ненадрезанного образца | 13 | кДж/м ² | ISO 179 |
| Теплостойкость при изгибе | 140 | °C | ISO 75-A |
| Температура стеклования (T _g) | 150 | °C | DIN 53445 |

Система отверждения

0,3% Ускоритель NL-51P

1,0% Butanox M-50

Отвердители от поставщика

Akzo Nobel Chemicals

Пост-отверждение

24 часа при 20°C, затем 3 часа при 100°C и 1 час при 150°C

Типичные свойства армированного продукта

| | | |
|--|--------------------------|--------------------------|
| Система отверждения | Формирование слоя | |
| 0,3% Ускоритель NL-51P | 450 г/м ² CSM | 450 г/м ² CSM |
| 1,0% Butanox M-50 | 450 г/м ² CSM | 800 г/м ² WR |
| Пост-отверждение 24 ч при 20°C, затем 3ч | 450 г/м ² CSM | 450 г/м ² CSM |
| при 100°C и 1 ч при 150°C | 450 г/м ² CSM | 800 г/м ² WR |

| | | 450 г/м ² CSM 800 г/м ² WR | | |
|--|--------------------|---|------|------------------|
| Свойства/ единицы | | | | Методы испытаний |
| Содержание стекловолокна | % | 34 | 45 | ASTMD2584 |
| Прочность на разрыв | МПа | 111 | 184 | ISO-527-2 |
| Модуль упругости при растяжении | ГПа | 10,1 | 12,3 | ISO-527-2 |
| Прочность на изгиб | МПа | 208 | 292 | ISO-527-2 |
| Модуль упругости при изгибе | ГПа | 9,8 | 10,4 | ISO-178 |
| Плотность | кг/м ³ | 1394 | | - |
| Ударное сопротивление ненадрезанного образца | кДж/м ² | 115 | | ISO-179 |
| Линейное удлинение | С ⁻¹ | 30x10 ⁻⁶ | | - |
| Теплопроводность | Вт/м.К | 0,19 | | - |

Высокотемпературные свойства Atlas 590 (4 слоя мата из рубленого стекловолокна 450 г/м², содержание волокна 30%, полное пост-отверждение)

%Сохранение прочности при изгибе и модуля прочности,

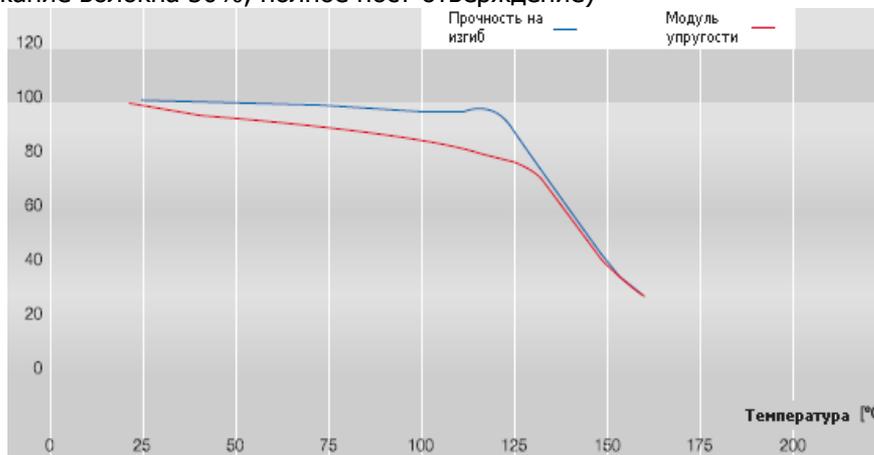


ГРАФИК 1:
ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ СВОЙСТВА

Модули упругости и прочность смолы в температурном интервале 20-180 °C были измерены в соответствии с ISO-178. Пластины изготовлены из 4 слоев 450 г/м² мата из стекловолокна с содержанием волокна – 30 % по весу. Использовались стандартные системы отверждения, все образцы были полностью пост-отверждены

Динамический механический анализ Atlas 590 (система отверждения армированного продукта)

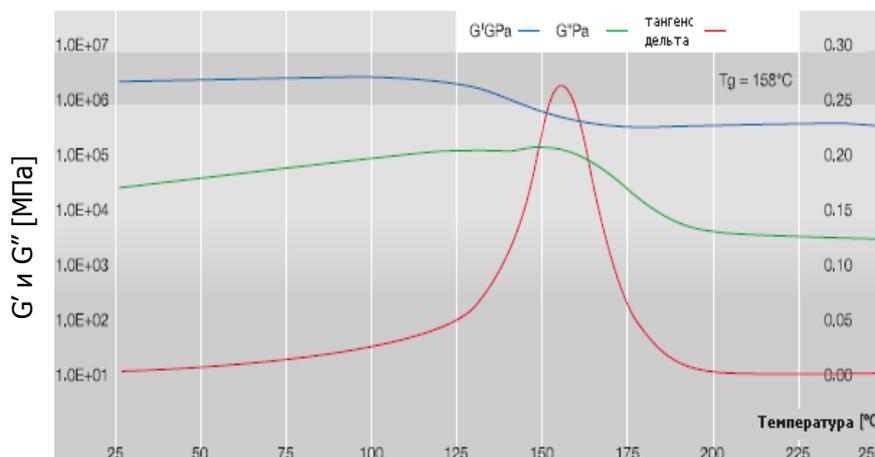


ГРАФИК 2:
ДИНАМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ (ДМА)

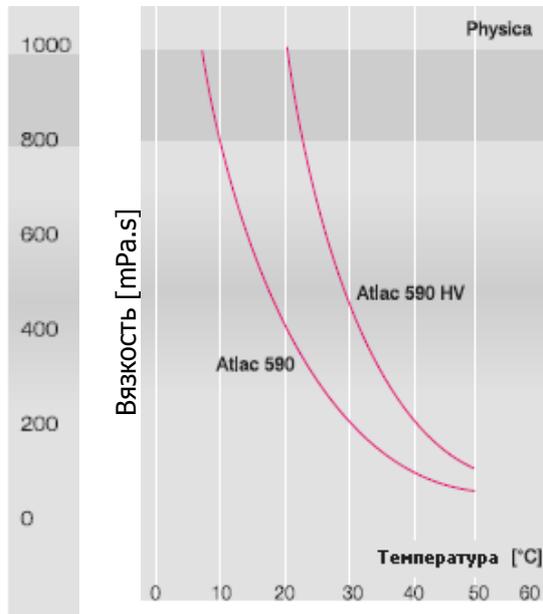
При крутильных колебаниях ДМА измеряет модуль накопления (G') и модуль потерь (G'') смолы (частота 6.22 рад/сек). На основе модуля можно рассчитать тангенс дельта (tan_delta). Пик на кривой tan_delta соответствует температуре стеклования (Tg), обозначающей переход из стеклообразного в резиноподобное состояние. Использовались стандартные системы (пост-)отверждения.

ГРАФИК ЗА: ВЯЗКОСТЬ-ТЕМПЕРАТУРА

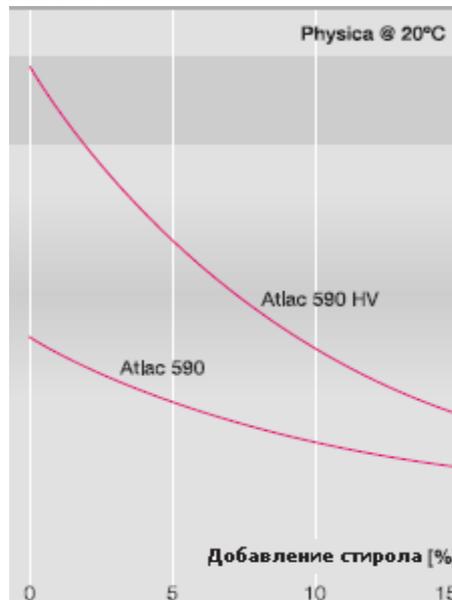
ГРАФИК ЗВ: ВЯЗКОСТЬ-ДОБАВЛЕНИЕ СТИРОЛА

На вязкость смол Atlas влияет температура и/или содержание стирола. Добавление стирола до ~5% не влияет на химическую стойкость и механические свойства.

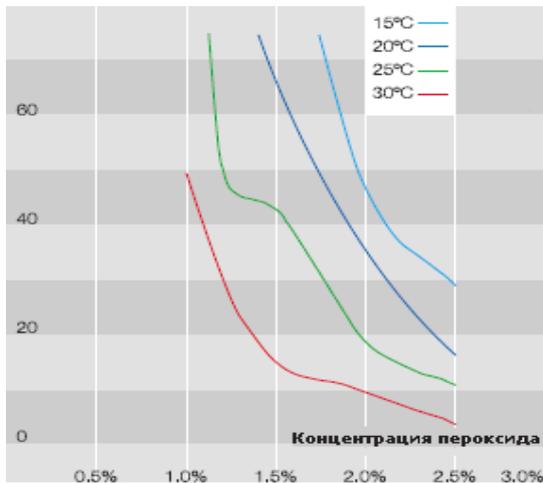
Вязкость – температура
Atlas 590



Вязкость – добавление стирола
Atlas 590



Реактивность Atlas 590 в зависимости от концентрации Ст. МЭКП при разных температурах (постоянная концентрация ускорителя: Кобальт-6=0,5%)



Время гелеобразования (мин)

Типичное время гелеобразования с использованием Ст. МЭКП/ Кобальта

Отверждающие агенты: стандартный метилэтилкетонпероксид (Ст. МЭКП), Кобальт 6% и диметиланилин (ДМА)

| Температура | 10-20 минут | 20-40 минут | 40-60 минут |
|-------------|--|--|---------------------------------|
| 15°C | 1,0% Кобальт-6 2,5% Ст. МЭКП 0,2% ДМА | 1,0% Кобальт-6 2,0% Ст. МЭКП 0,2% ДМА | 0,3% Кобальт-6 2,0% Ст. МЭКП |
| 20°C | 0,3% Кобальт-6 2,5% Ст. МЭКП 0,05% ДМА | 0,3% Кобальт-6 2,0% Ст. МЭКП 0,05% ДМА | 0,3% Кобальт-6 1,5% Ст. МЭКП |
| 25°C | 0,2% Кобальт-6 2,0% Ст. МЭКП 0,05% ДМА | 0,2% Кобальт-6 1,5% Ст. МЭКП | 0,1% Кобальт-6 1,2% Ст. МЭКП |
| 30°C | 0,1% Кобальт-6 1,5% Ст. МЭКП | 0,1% Кобальт-6 1,2% Ст. МЭКП | 0,1% Кобальт-6 1,0% Ст. МЭКП |

Типичное время гелеобразования с использованием ВРО /амина

Отверждающие агенты: бензоилпероксид (ВРО-50) и диметиланилин (ДМА)

| Температура | 10-20 минут | 20-40 минут | 40-60 минут |
|-------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|
| 10°C | 0,4% ДМА 4,0% ВРО | 0,3% ДМА 3,0% ВРО | 0,2% ДМА 2,0% ВРО |
| 15°C | 0,35% ДМА 3,5% ВРО | 0,3% ДМА 3,0% ВРО | 0,2% ДМА 1,75% ВРО |
| 20°C | 0,3% ДМА 3,0% ВРО | 0,2% ДМА 2,0% ВРО | 0,15% ДМА 1,5% ВРО |

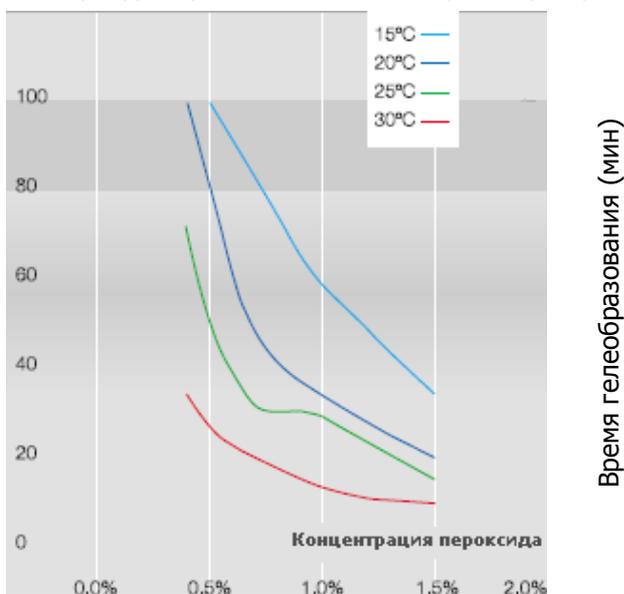
Если отверждение происходит при низких температурах (соединение или ремонт на открытом воздухе, др. работы) или при высокой влажности, рекомендовано отверждение ВРО/амин. Эта система отверждения также рекомендуется для композиций, содержащих гипохлорит или пероксиды.

Типичное время гелеобразования с использованием Гидроперекиси кумола/ Кобальта

Отверждающие агенты: гидроперекись кумола (CuHP), Кобальт 6% и диметиланилин (ДМА)

| Температура | 10-20 минут | 20-40 минут | 40-60 минут |
|-------------|--|---|--|
| 15°C | 0,3% Кобальт-6 2,0% CuHP 0,1% ДМА | 0,15% Кобальт-6 1,5% CuHP 0,05% ДМА | 1,0% Кобальт-1 1,0% CuHP |
| 20°C | 0,2% Кобальт-6 1,5% CuHP 0,05% ДМА | 0,1% Кобальт-6 1,5% CuHP | 0,1% Кобальт-6 1,0% CuHP |
| 25°C | 0,2% Кобальт-6 1,0% CuHP | 0,1% Кобальт-6 1,0% CuHP | 0,1% Кобальт-6 1,0% CuHP + ингибитор |
| 30°C | 0,1% Кобальт-1 1,5% CuHP | 0,1% Кобальт-1 0,7% CuHP | 0,1% Кобальт-6 0,7% CuHP + ингибитор |

Реактивность Atlas 590 в зависимости от концентрации Гидроперекиси Кумола при разных температурах (постоянная концентрация ускорителя: Кобальт-6=0,5%)



ПОСТ-ОТВЕРЖДЕНИЕ

Пост-отверждение необходимо для получения оптимальной химической и теплостойкости высококачественных смол Atlas. Рекомендуемые условия пост-отверждения – 3-6 часов при 90-100°C, для более толстых пластин и/или более сложных форм требуется более длительное время и откорректированный режим пост-отверждения. Более низкие температуры неэффективны; более высокие могут привести к возникновению хрупкости.

НАРУЖНОЕ ПОКРЫТИЕ

Наружное покрытие наносится, поскольку верхний слой лайнинга на поверхности должен содержать парафиновый воск для достижения полного отверждения (предотвращения ингибирования воздухом). В смолу требуется добавить около 0,1-0,2% воска. Точка плавления воска должна быть 54-57°C, воск лучше всего добавлять в смолу в виде 10% раствора в стироле. Чтобы воск действовал эффективно, верхнее покрытие необходимо быстро отвердить. Используйте систему отверждения МЭКП или ААР, чтобы время гелеобразования было 15 минут или меньше. Правильно отвержденное верхнее покрытие не станет липким после протирки ацетоном.

ИНГИБИТОРЫ

Время гелеобразования также можно контролировать с помощью ингибиторов, наиболее распространенный – 10% раствор трет-бутилкateхола (ТБК). Добавление более 0,25% может привести к недостаточному отверждению. Не рекомендуется использовать при температуре ниже 15 °C. ТБК неэффективен в сочетании с гидроперекисью кумола.

ТИКСОТРОПНОСТЬ

Смолу Atlac 590 можно придать тиксотропность с помощью гидрофобного пирогенного кремнезема: Wacker HDK 20, Cab-O-Sil TS 720 и Aerosil R 202 (1%-2%). Их необходимо ввести в смолу с помощью мешалки высокой скорости сдвига (тип Cowless). Для улучшения максимального тиксотропного эффекта рекомендуется использовать смачивающий агент (например, Вук R605 – Вук Chemie). Тиксотропные добавки не следует использовать в пластинах, предназначенных для работы в контакте с растворами гипохлоритов или фтором. В этом случае образование потеков можно свести к минимуму только при очень коротком времени гелеобразования (20-25 мин).



Жидкая смола



Отвержденная смола, система Ст.МЭКП/ кобальт



Отвержденная смола, система ВРО/ амин

Марки смол Atlac: различные марки Atlac, готовые для использования

| Тип смолы | Марка | Примечание |
|-----------|--------------|--|
| Atlac 590 | Atlac 590 | Стандартная |
| | Atlac 590 UV | Высокая вязкость (для филаментной намотки) |

ATLAS *E-NOVA* FW 1045

Информация о продукте

ФИЗИЧЕСКАЯ / ХИМИЧЕСКАЯ ПРИРОДА

Atlas *E-Nova* FW 1045 – это пластифицированная эпоксидированная уретановая винилэфирная смола на основе бисфенола А, растворенная в стироле

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ КАЧЕСТВА

Atlas *E-Nova* FW 1045 обеспечивает улучшенную стойкость к действию широкого круга кислот, щелочей, отбеливателей и растворителей для использования в агрессивной среде химического производства. Удачное сочетание термостойкости и удлинения делает эту смолу также пригодной для использования в условиях меняющихся температур.

Технология *E-Nova* сочетает хорошую перерабатываемость полиэфира с химической стойкостью винилэфира. Отверждение с низким пенообразованием возможно при использовании стандартных пероксидов МЕКП и в сравнении с традиционными винилэфирными смолами демонстрирует отличное смачивание волокон. Atlas *E-Nova* FW 1045 легко можно сделать тиксотропной.

ОСНОВНЫЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Atlas *E-Nova* FW 1045 можно использовать в любых технологиях изготовления, но этот продукт специально адаптирован для филаментной намотки, центробежного литья, ручной выкладки и напыления.

АТТЕСТАЦИЯ

Отвержденный неармированный Atlas *E-Nova* FW 1045 соответствует типу 1310 по DIN 16946/2 и классифицируется как 5 группа по DIN 18820/1 и группа 7B по EN13121/2.

Atlas *E-Nova* FW 1045 прошел общую аттестацию DIBt (Deutsches Institute für Bautechnik) для деталей для хранения химикатов.

Технические характеристики жидкого продукта

| Свойства | Интервал | Единицы | Метод испытания |
|-----------------------------------|------------|-------------------|-----------------|
| Внешний вид | прозрачный | - | TM 2265 |
| Вязкость, 23°C | 350-450 | mPa.s | TM 2013 |
| Плотность, 23°C | 1070 | Кг/м ³ | TM 2160 |
| Содержание твердой фазы | 58-62 | % | TM 2033 |
| Время гелеобразования от 25-35°C | 20-30 | мин | TM 2625 |
| Время отверждения от 25°C до пика | 30-40 | мин | TM 2625 |
| Температура пика экзотермы | 145-175 | °C | TM 2625 |

Система отверждения
3,0% Ускоритель NL-49P
2,0% Butanox M-50

Методы испытаний
Методы испытаний, указанные в
таблице, предоставляются по запросу

Типичные свойства отвержденного продукта – без армирования

| Свойства | Интервал | Единицы | Метод испытания |
|--|----------|--------------------|-----------------|
| Плотность, 20°C | 1145 | кг/м ³ | - |
| Твердость | 45 | Баркол | TM 2604 |
| Прочность на разрыв | 85 | МПа | ISO 527-2 |
| Удлинение при разрыве | 5-6 | % | ISO 527-2 |
| Модуль упругости | 3,3 | ГПа | ISO 527-2 |
| Прочность на изгиб | 140 | МПа | ISO 178 |
| Модуль упругости при изгибе | 3,5 | ГПа | ISO 178 |
| Ударное сопротивление ненадрезанного образца | 30 | кДж/м ² | ISO 179 |
| Теплостойкость при изгибе | 125 | °C | ISO 75-A |
| Температура стеклования (T _с) | 150 | °C | DIN 53445 |

Система отверждения
0,3% Ускоритель NL-51P

Отвердители от поставщика
Akzo Nobel Chemicals

0,2% Ускоритель NL-63-10P
 1,5% Butanox M-50
 Пост-отверждение
 24 часа при 20°C, затем 3 часа при 100°C и 3 часа при 150°C
 Типичные свойства армированного продукта

| | | | | |
|---|--------------------|---|------|---|
| Система отверждения 0,3% Ускоритель NL-51P 0,2% Ускоритель NL-63-10P 1,5% Butanox M-50 Пост-отверждение 24 ч при 20°C, затем 3ч при 100°C и 3 ч при 150°C | | Формирование слоя 450 г/м ² CSM 450 г/м ² CSM 450 г/м ² CSM 450 г/м ² CSM | | 450 г/м ² CSM 800 г/м ² WR 450 г/м ² CSM 800 г/м ² WR 450 г/м ² CSM 800 г/м ² WR |
| Свойства/ единицы | | | | Методы испытаний |
| Содержание стекловолокна | % | 32,5 | 44 | ASTMD2584 |
| Прочность на разрыв | МПа | 120 | 182 | ISO-527-2 |
| Модуль упругости при растяжении | ГПа | 8,8 | 12,0 | ISO-527-2 |
| Прочность на изгиб | МПа | 200 | 248 | ISO-527-2 |
| Модуль упругости при изгибе | ГПа | 8,1 | 8,9 | ISO-178 |
| Плотность | кг/м ³ | | | - |
| Ударное сопротивление ненадрезанного образца | кДж/м ² | | | ISO-179 |
| Линейное удлинение | С ⁻¹ | 30x10 ⁻⁶ | | - |
| Теплопроводность | Вт/м.К | 0,20 | | - |

Высокотемпературные свойства Atlas *E-Nova* FW 1045 (4 слоя мата из рубленого стекловолокна 450 г/м², содержание волокна 30%, полное пост-отверждение)

%Сохранение прочности при изгибе и модуля упругости

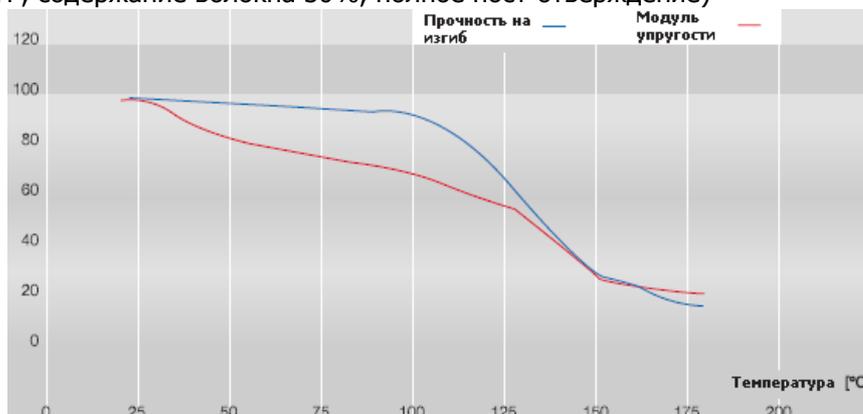


ГРАФИК 1:
ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ СВОЙСТВА

Модули упругости и прочность смолы в температурном интервале 20-180°C были измерены в соответствии с ISO-178. Пластины изготовлены из 4 слоев 450 г/м² мата из стекловолокна с содержанием волокна – 30 % по весу. Использовались стандартные системы отверждения, все образцы были полностью пост-отверждены

Динамический механический анализ Atlas *E-Nova* FW 1045 (система отверждения армированного продукта)

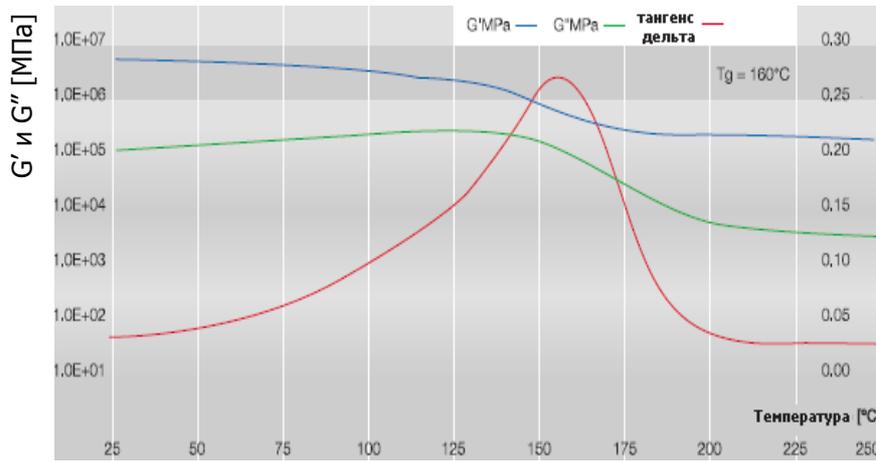


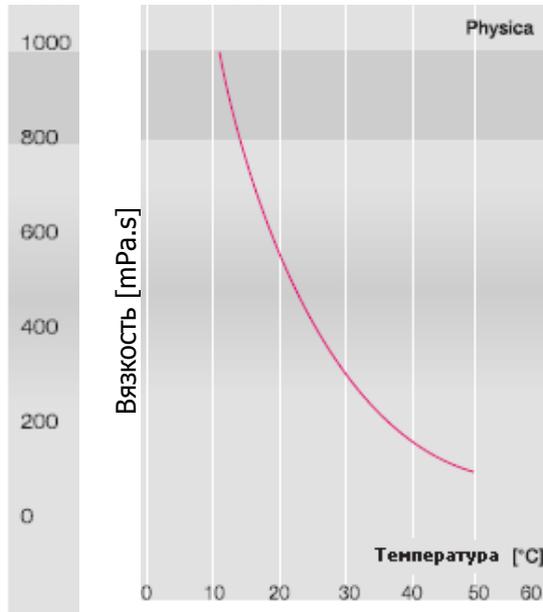
ГРАФИК 2:
ДИНАМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ (ДМА)
 При крутильных колебаниях ДМА измеряет модуль накопления (G') и модуль потерь (G'') смолы (частота 6.22 рад/сек). На основе модуля можно рассчитать тангенс дельта ($\tan \delta$). Пик на кривой $\tan \delta$ соответствует температуре стеклования (T_g), обозначающей переход из стеклообразного в резиноподобное состояние. Использовались стандартные системы (пост-)отверждения.

ГРАФИК 3А: ВЯЗКОСТЬ-ТЕМПЕРАТУРА

ГРАФИК 3В: ВЯЗКОСТЬ-ДОБАВЛЕНИЕ СТИРОЛА

На вязкость смол Atlas влияет температура и/или содержание стирола. Добавление стирола до ~5% не влияет на химическую стойкость и механические свойства.

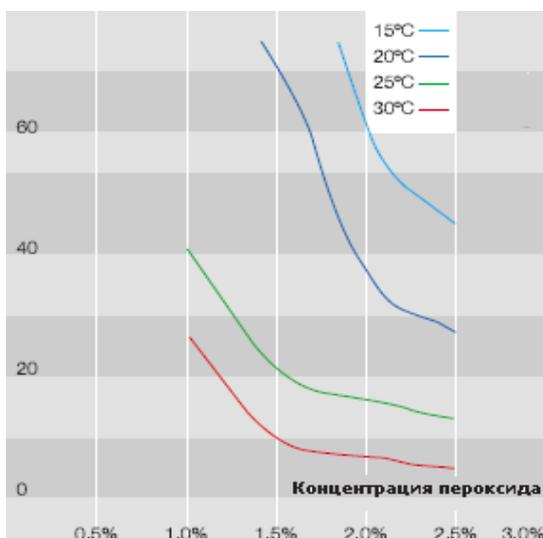
Вязкость – температура
 Atlas *E-Nova* FW 1045



Вязкость – добавление стирола
 Atlas *E-Nova* FW 1045



Реактивность Atlas *E-Nova* FW 1045 в зависимости от концентрации Ст. МЭКП при разных температурах (постоянная концентрация ускорителя: Кобальт-1=3%)



Время гелеобразования (МИН)

Типичное время гелеобразования с использованием Ст. МЭКП/ Кобальта

Отверждающие агенты: стандартный метилэтилкетонпероксид (Ст. МЭКП), Кобальт 1%, ТБК и ДМА

| Температура | 10-20 минут | 20-40 минут | 40-60 минут |
|-------------|---|---|--|
| 15°C | 3,0% Кобальт-1 2,0% Ст. МЭКП 0,075% ДМА | 3,0% Кобальт-1 2,0% Ст. МЭКП 0,025% ДМА | 3,0% Кобальт-1 1,75% Ст. МЭКП 0,020% ДМА |
| 20°C | 3,0% Кобальт-1 2,0% Ст. МЭКП 0,050% ДМА | 3,0% Кобальт-1 2,5% Ст. МЭКП | 3,0% Кобальт-1 1,75% Ст. МЭКП |
| 25°C | 3,0% Кобальт-1 2,0% Ст. МЭКП | 3,0% Кобальт-1 1,25% Ст. МЭКП | 2,0% Кобальт-1 1,5% Ст. МЭКП |
| 30°C | 3,0% Кобальт-1 1,25% Ст. МЭКП | 2,0% Кобальт-1 1,5% Ст. МЭКП | 2,75% Кобальт-1 1,5% Ст. МЭКП 0,01% ТБК |

Типичное время гелеобразования с использованием ВРО /амин

Отверждающие агенты: бензоилпероксид (ВРО-50) и диметиланилин (ДМА)

| Температура | 10-20 минут | 20-40 минут | 40-60 минут |
|-------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| 10°C | 0,375% ДМА 3,5% ВРО | 0,275% ДМА 3,0% ВРО | 0,225% ДМА 2,25% ВРО |
| 15°C | 0,3% ДМА 3,0% ВРО | 0,3% ДМА 2,0% ВРО | 0,175% ДМА 1,75% ВРО |
| 20°C | 0,1% ДМА 1,75% ВРО | 0,2% ДМА 1,5% ВРО | 0,3% ДМА 1,6% ВРО |

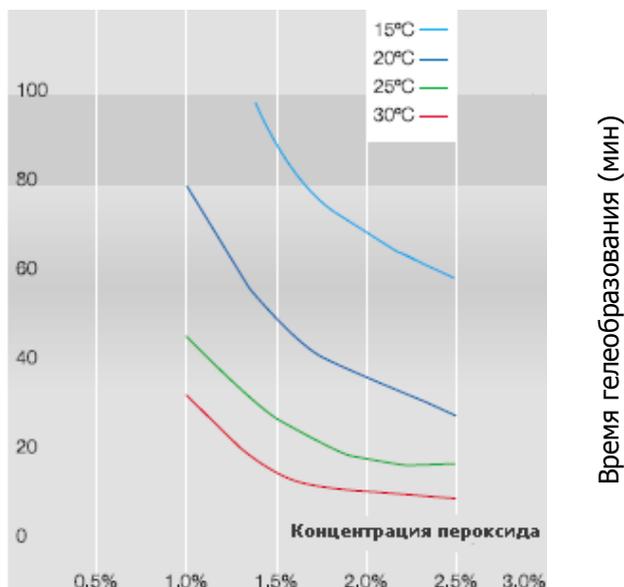
Если отверждение происходит при низких температурах (соединение или ремонт на открытом воздухе, др. работы) или при высокой влажности, рекомендовано отверждение ВРО/амин. Эта система отверждения также рекомендуется для композиций, содержащих гипохлорит или пероксиды.

Типичное время гелеобразования с использованием МЭКП низкой активности/ Кобальта

Отверждающие агенты: метилэтилкетонпероксид низкой активности (НА-МЭКП), Кобальт 1% и ДМА

| Температура | 10-20 минут | 20-40 минут | 40-60 минут |
|-------------|--|--|---------------------------------|
| 15°C | 3,0% Кобальт-1 3,5% НА-МЭКП 0,1% ДМА | 3,0% Кобальт-1 3,5% НА-МЭКП 0,025% ДМА | 3,0% Кобальт-1 3,0% НА-МЭКП |
| 20°C | 3,0% Кобальт-1 3,0% НА-МЭКП 0,045% ДМА | 3,0% Кобальт-1 2,5% НА-МЭКП | 3,0% Кобальт-1 1,5% НА-МЭКП |
| 25°C | 2,0% Кобальт-1 2,0% НА-МЭКП 0,05% ДМА | 2,0% Кобальт-1 2,0% НА-МЭКП | 3,0% Кобальт-1 1,75% НА-МЭКП |
| 30°C | 3,0% Кобальт-1 1,5% НА-МЭКП | 3,0% Кобальт-1 1,0% НА-МЭКП | 2,0% Кобальт-1 1,0% НА-МЭКП |

Реактивность Atlas E-Nova FW 1045 в зависимости от концентрации МЭКП низкой активности при разных температурах (постоянная концентрация ускорителя: Кобальт-1=3%)



ПОСТ-ОТВЕРЖДЕНИЕ

Пост-отверждение необходимо для получения оптимальной химической и теплостойкости высококачественных смол Atlas. Рекомендуемые условия пост-отверждения – 3-6 часов при 90-100°C, для более толстых пластин и/или более сложных форм требуется более длительное время и откорректированный режим пост-отверждения. Более низкие температуры неэффективны; более высокие могут привести к возникновению хрупкости.

НАРУЖНОЕ ПОКРЫТИЕ

Наружное покрытие наносится, поскольку верхний слой лайнинга на поверхности должен содержать парафиновый воск для достижения полного отверждения (предотвращения ингибирования воздухом). В смолу требуется добавить около 0,1-0,2% воска. Точка плавления воска должна быть 54-57°C, воск лучше всего добавлять в смолу в виде 10% раствора в стироле. Чтобы воск действовал эффективно, верхнее покрытие необходимо быстро отвердить. Используйте систему отверждения МЭКП, чтобы время гелеобразования было 15 минут или меньше. Правильно отвержденное верхнее покрытие не станет липким после протирки ацетоном.

ИНГИБИТОРЫ

Время гелеобразования также можно контролировать с помощью ингибиторов, наиболее распространенный – 10% раствор трет-бутилкатехола (ТБК). Добавление более 0,25% может привести к недостаточному отверждению. Не рекомендуется использовать при температуре ниже 15 °C. ТБК неэффективен в сочетании с гидроперекисью кумола.

ТИКСОТРОПНОСТЬ

Смолам Atlas *E-Nova* можно придать тиксотропность с помощью стандартного (полиэфирного) пирогенного кремнезема: Aerosil R 200 или Cab-O-Sil M5 (0,5%-2%). Их необходимо ввести в смолу с помощью мешалки высокой скорости сдвига (тип Cowless). Для улучшения максимального тиксотропного эффекта рекомендуется использовать смачивающий агент (например, 0,2% Tween 20-ICI). Тиксотропные добавки не следует использовать в ламинатах, предназначенных для работы в контакте с растворами гипохлоритов или фтором. В этом случае образование потеков можно свести к минимуму только при очень коротком времени гелеобразования (20-25 мин). При добавлении Wacker HDK 20 или Aerosil R202 в качестве смачивающего агента можно использовать Вук R605.



Жидкая смола



Отвержденная смола, система Ст.МЭКП/кобальт



Отвержденная смола, система ВРО/ анин

Марки смол Atlac: различные марки Atlac, готовые для использования

| Тип смолы | Марка | Примечание |
|-----------------------------|-----------------------------|-------------|
| Atlac <i>E-Nova</i> FW 1045 | Atlac <i>E-Nova</i> FW 1045 | Стандартная |
| | Atlac <i>E-Nova</i> PL 1045 | Пултрузия |

ATLAC *E-NOVA* FW 2045

Информация о продукте

ФИЗИЧЕСКАЯ / ХИМИЧЕСКАЯ ПРИРОДА

Atlac *E-Nova* FW 2045 – это модифицированная эпоксидированная уретановая винилэфирная смола на основе бисфенола А, растворенная в стироле

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ КАЧЕСТВА

Atlac *E-Nova* FW 2045 обеспечивает такую же теплостойкость и химстойкость к действию растворителей, кислот и окислителей, как и эпокси-новолачный винилэфир, но обладает также дополнительной стойкостью к действию щелочей.

Технология *E-Nova* сочетает хорошую перерабатываемость полиэфира с химической стойкостью винилэфира. Отверждение с низким пенообразованием возможно при использовании стандартных пероксидов МЭКП и в сравнении с традиционными винилэфирными смолами демонстрирует отличное смачивание волокон. Atlac *E-Nova* FW 2045 легко можно сделать тиксотропной.

ОСНОВНЫЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Atlac *E-Nova* FW 2045 можно использовать в любых технологиях изготовления, но этот продукт специально адаптирован для филаментной намотки, центробежного литья, ручной выкладки и напыления.

АТТЕСТАЦИЯ

Отвержденный неармированный Atlac *E-Nova* FW 2045 соответствует типу 1310 по DIN 16946/2 и классифицируется как 5 группа по DIN 18820/1 и группа 7B по EN13121/2.

Atlas *E-Nova* FW 2045 прошел общую аттестацию DIBt (Deutsches Institute für Bautechnik) для деталей для хранения химикатов.

Технические характеристики жидкого продукта

| Свойства | Интервал | Единицы | Метод испытания |
|-----------------------------------|------------|-------------------|-----------------|
| Внешний вид | прозрачный | - | TM 2265 |
| Вязкость, 23°C | 350-500 | mPa.s | TM 2013 |
| Плотность, 23°C | 1070 | Кг/м ³ | TM 2160 |
| Содержание твердой фазы | 59-61 | % | TM 2033 |
| Время гелеобразования от 25-35°C | 15-25 | мин | TM 2625 |
| Время отверждения от 25°C до пика | 25-35 | мин | TM 2625 |
| Температура пика экзотермы | 145-175 | °C | TM 2625 |

Система отверждения
3,0% Ускоритель NL-49P
2,0% Butanox M-50

Методы испытаний
Методы испытаний, указанные в
таблице, предоставляются по запросу

Типичные свойства отвержденного продукта – без армирования

| Свойства | Интервал | Единицы | Метод испытания |
|--|----------|--------------------|-----------------|
| Плотность, 20°C | 1160 | кг/м ³ | - |
| Твердость | 45 | Баркол | TM 2604 |
| Прочность на разрыв | 90 | МПа | ISO 527-2 |
| Удлинение при разрыве | 3-4 | % | ISO 527-2 |
| Модуль упругости | 3,5 | ГПа | ISO 527-2 |
| Прочность на изгиб | 140 | МПа | ISO 178 |
| Модуль упругости при изгибе | 3,7 | ГПа | ISO 178 |
| Ударное сопротивление ненадрезанного образца | 25 | кДж/м ² | ISO 179 |
| Теплостойкость при изгибе | 145 | °C | ISO 75-A |
| Температура стеклования (T _g) | 1650 | °C | DIN 53445 |

Система отверждения
0,3% Ускоритель NL-51P
1,5% Butanox M-50

Отвердители от поставщика
Akzo Nobel Chemicals

Пост-отверждение
24 часа при 20°C, затем 3 часа при 100°C и 3 часа при 150°C

Типичные свойства армированного продукта

| | | | | | |
|---|--------------------|---|-----|---|------------------|
| Система отверждения 0,3% Ускоритель NL-51P 1,0% Butanox M-50 Пост-отверждение 24 ч при 20°C, затем 3ч при 100°C и 3 ч при 150°C | | Формирование слоя 450 г/м ² CSM 450 г/м ² CSM 450 г/м ² CSM 450 г/м ² CSM | | 450 г/м ² CSM 800 г/м ² WR 450 г/м ² CSM 800 г/м ² WR 450 г/м ² CSM 800 г/м ² WR | |
| Свойства/ единицы | | | | | Методы испытаний |
| Содержание стекловолокна | % | 30 | 38 | | ASTMD2584 |
| Прочность на разрыв | МПа | 120 | 129 | | ISO-527-2 |
| Модуль упругости при растяжении | ГПа | 8,3 | 8,6 | | ISO-527-2 |
| Прочность на изгиб | МПа | 210 | 228 | | ISO-527-2 |
| Модуль упругости при изгибе | ГПа | 8,7 | 7,9 | | ISO-178 |
| Плотность | кг/м ³ | | | | - |
| Ударное сопротивление ненадрезанного образца | кДж/м ² | | | | ISO-179 |
| Линейное удлинение | С ⁻¹ | 30x10 ⁻⁶ | | | - |
| Теплопроводность | Вт/м.К | 0,20 | | | - |

Высокотемпературные свойства Atlas *E-Nova* FW 2045 (4 слоя мата из рубленого стекловолокна 450 г/м², содержание волокна 30%, полное пост-отверждение)

%Сохранение прочности при изгибе и модуля упругости,

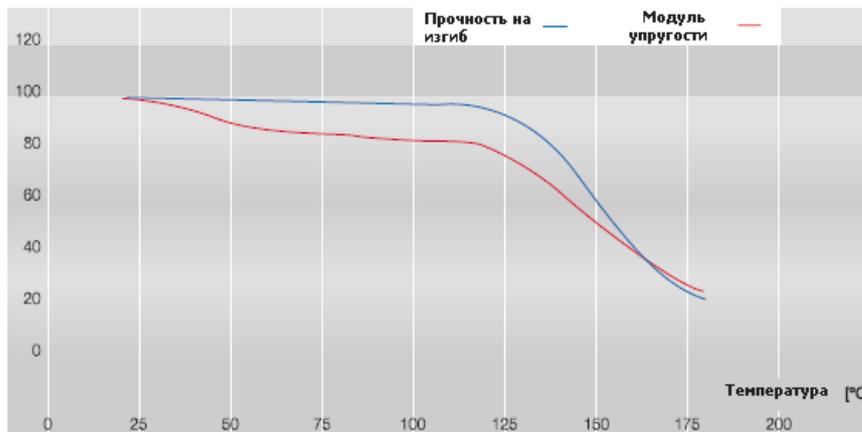


ГРАФИК 1:
ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ СВОЙСТВА

Модули упругости и прочность смолы в температурном интервале 20-180°C были измерены в соответствии с ISO-178. Пластины изготовлены из 4 слоев 450 г/м² мата из стекловолокна с содержанием волокна – 30 % по весу. Использовались стандартные системы отверждения, все образцы были полностью пост-отверждены

Динамический механический анализ Atlas *E-Nova* FW 2045 (система отверждения армированного продукта)

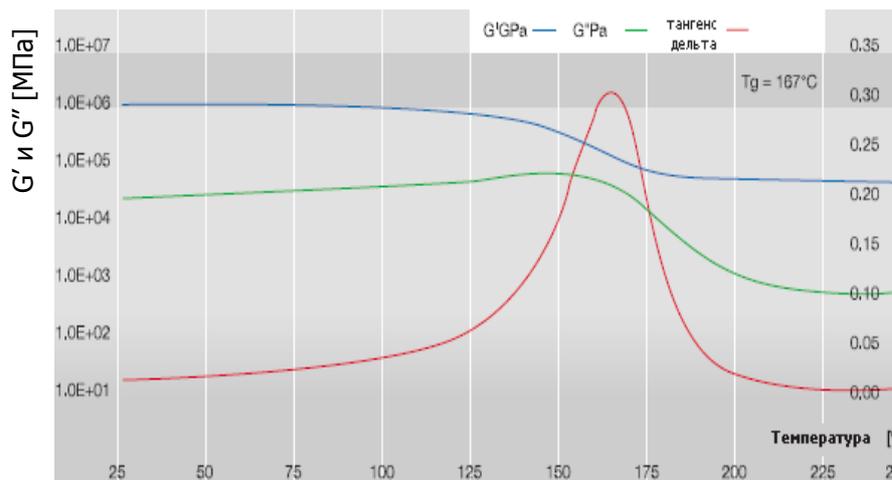


ГРАФИК 2:
ДИНАМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ (ДМА)

При крутильных колебаниях ДМА измеряет модуль накопления (G') и модуль потерь (G'') смолы (частота 6.22 рад/сек). На основе модуля можно рассчитать тангенс дельта (tan δ). Пик на кривой tan δ соответствует температуре стеклования (T_g), обозначающей переход из стеклообразного в резиноподобное состояние. Использовались стандартные системы (пост-)отверждения.

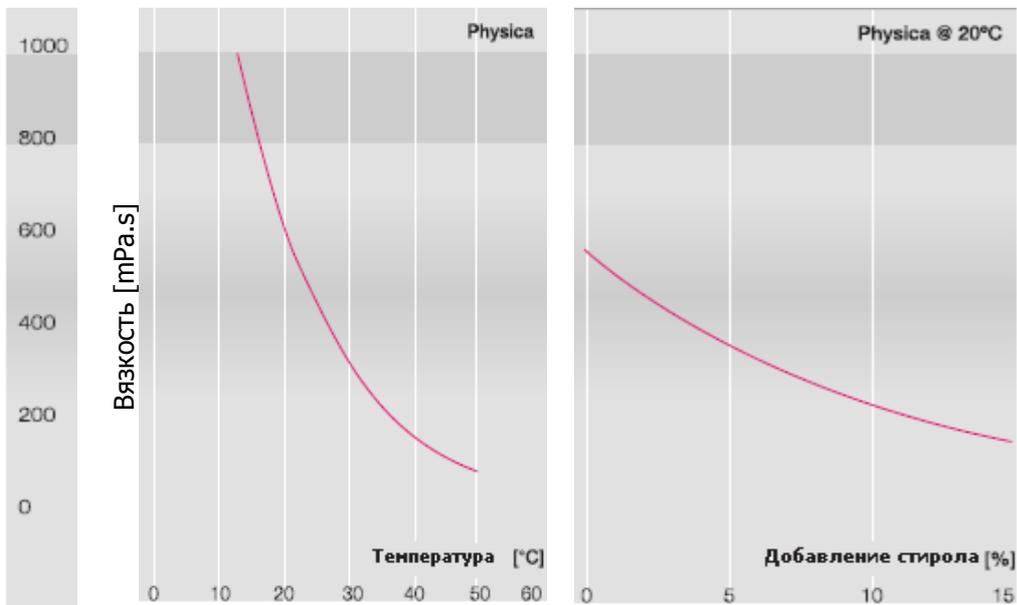
ГРАФИК 3А: ВЯЗКОСТЬ-ТЕМПЕРАТУРА

ГРАФИК 3В: ВЯЗКОСТЬ-ДОБАВЛЕНИЕ СТИРОЛА

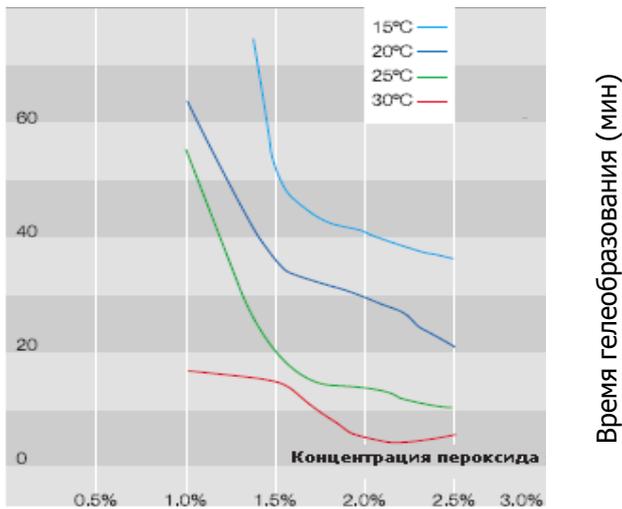
На вязкость смол Atlas влияет температура и/или содержание стирола. Добавление стирола до ~5% не влияет на химическую стойкость и механические свойства.

Вязкость – температура
Atlas *E-Nova* FW 2045

Вязкость – добавление стирола
Atlas *E-Nova* FW 2045



Реактивность Atlas E-Nova FW 2045 в зависимости от концентрации Ст. МЭКП при разных температурах (постоянная концентрация ускорителя: Кобальт-1=3%)



Типичное время гелеобразования с использованием Ст. МЭКП/ Кобальта

Отверждающие агенты: стандартный метилэтилкетонпероксид (Ст. МЭКП), Кобальт 1%

| Температура | 10-20 минут | 20-40 минут | 40-60 минут |
|-------------|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 15°C | 3,0% Кобальт-1 2,0% Ст. МЭКП | 3,0% Кобальт-1 2,5% Ст. МЭКП | 3,0% Кобальт-1 1,5% Ст. МЭКП |
| 20°C | 3,0% Кобальт-1 2,5% Ст. МЭКП | 3,0% Кобальт-1 2,0% Ст. МЭКП | 3,0% Кобальт-1 1,25% Ст. МЭКП |
| 25°C | 3,0% Кобальт-1 2,0% Ст. МЭКП | 3,0% Кобальт-1 1,25% Ст. МЭКП | 2,0% Кобальт-1 1,0% Ст. МЭКП |
| 30°C | 3,0% Кобальт-1 1,5% Ст. МЭКП | 3,0% Кобальт-1 2,0% Ст. МЭКП | 1,0% Кобальт-1 1,0% Ст. МЭКП |

Типичное время гелеобразования с использованием ВРО /амина

Отверждающие агенты: бензоилпероксид (ВРО-50) и диметиланилин (ДМА)

| Температура | 10-20 минут | 20-40 минут | 40-60 минут |
|-------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| 10°C | 0,3% ДМА 3,0% ВРО | 0,1% ДМА 3,0% ВРО | 0,1% ДМА 2,0% ВРО |
| 15°C | 0,3% ДМА 2,0% ВРО | 0,1% ДМА 2,0% ВРО | 0,1% ДМА 1,0% ВРО |
| 20°C | 0,2% ДМА 2,0% ВРО | 0,2% ДМА 1,0% ВРО | 0,1% ДМА 1,06% ВРО |

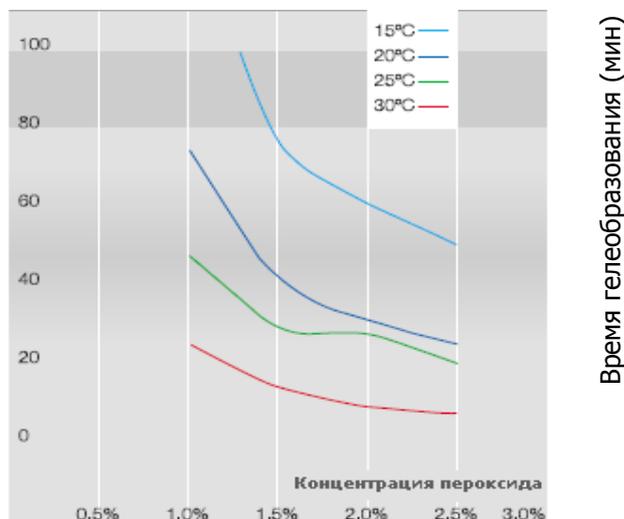
Если отверждение происходит при низких температурах (соединение или ремонт на открытом воздухе, др. работы) или при высокой влажности, рекомендовано отверждение ВРО/амин. Эта система отверждения также рекомендуется для композиций, содержащих гипохлорит или пероксиды.

Типичное время гелеобразования с использованием МЭКП низкой активности/ Кобальта

Отверждающие агенты: метилэтилкетонпероксид низкой активности (НА-МЭКП), Кобальт 1% и ДМА

| Температура | 10-20 минут | 20-40 минут | 40-60 минут |
|-------------|---|--------------------------------|---------------------------------|
| 15°C | 3,0% Кобальт-1 3,0% НА-МЭКП 0,05% ДМА | 3,0% Кобальт-1 3,0% НА-МЭКП | 2,5% Кобальт-1 2,5% НА-МЭКП |
| 20°C | 3,0% Кобальт-1 3,0% НА-МЭКП 0,05% ДМА | 3,0% Кобальт-1 2,0% НА-МЭКП | 3,0% Кобальт-1 1,25% НА-МЭКП |
| 25°C | 3,0% Кобальт-1 2,5% НА-МЭКП | 3,0% Кобальт-1 1,5% НА-МЭКП | 3,0% Кобальт-1 1,0% НА-МЭКП |
| 30°C | 3,0% Кобальт-1 1,5% НА-МЭКП | 3,0% Кобальт-1 1,0% НА-МЭКП | 1,0% Кобальт-1 1,0% НА-МЭКП |

Реактивность Atlas E-Nova FW 1045 в зависимости от концентрации МЭКП низкой активности при разных температурах (постоянная концентрация ускорителя: Кобальт-1=3%)



ПОСТ-ОТВЕРЖДЕНИЕ

Пост-отверждение необходимо для получения оптимальной химической и теплостойкости высококачественных смол Atlas. Рекомендуемые условия пост-отверждения – 3-6 часов при 90-100°C, для более толстых пластин и/или более сложных форм требуется более длительное время и откорректированный режим пост-отверждения. Более низкие температуры неэффективны; более высокие могут привести к возникновению хрупкости.

НАРУЖНОЕ ПОКРЫТИЕ

Наружное покрытие наносится, поскольку верхний слой лайнинга на поверхности должен содержать парафиновый воск для достижения полного отверждения (предотвращения ингибирования воздухом). В смолу требуется добавить около 0,1-0,2% воска. Точка плавления воска должна быть 54-57°C, воск лучше всего добавлять в смолу в виде 10% раствора в стироле. Чтобы воск действовал эффективно, верхнее покрытие необходимо быстро отвердить. Используйте систему отверждения МЭКП, чтобы время гелеобразования было 15 минут или меньше. Правильно отвержденное верхнее покрытие не станет липким после протирки ацетоном.

ИНГИБИТОРЫ

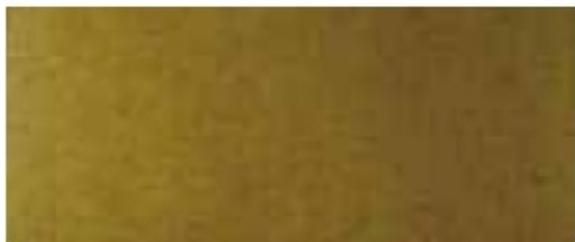
Время гелеобразования также можно контролировать с помощью ингибиторов, наиболее распространенный – 10% раствор трет-бутилкатехола (ТБК). Добавление более 0,25% может привести к недостаточному отверждению. Не рекомендуется использовать при температуре ниже 15 °С. ТБК неэффективен в сочетании с гидроперекисью кумола.

ТИКСОТРОПНОСТЬ

Смолам Atlas *E-Nova* можно придать тиксотропность с помощью стандартного (полиэфирного) пирогенного кремнезема: Aerosil R 200 или Cab-O-Sil M5 (0,5%-2%). Их необходимо ввести в смолу с помощью мешалки высокой скорости сдвига (тип Cowless). Для улучшения максимального тиксотропного эффекта рекомендуется использовать смачивающий агент (например, 0,2% Tween 20-ICI). Тиксотропные добавки не следует использовать в ламинатах, предназначенных для работы в контакте с растворами гипохлоритов или фтором. В этом случае образование потеков можно свести к минимуму только при очень коротком времени гелеобразования (20-25 мин). При добавлении Wacker HDK 20 или Aerosil R202 в качестве смачивающего агента можно использовать Вук R605.



Жидкая смола



Отвержденная смола, система Ст.МЭКП/ Кобальт



Отвержденная смола, система ВРО/ амин

Марки смол Atlas: различные марки Atlas, готовые для использования

| Тип смолы | Марка | Примечание |
|-----------------------------|-----------------------------|--|
| Atlas <i>E-Nova</i> FW 2045 | Atlas <i>E-Nova</i> FW 2045 | Стандартная |
| | Atlas <i>E-Nova</i> FW 2245 | Предускоренная |
| | Atlas <i>E-Nova</i> RE 2145 | Тиксотропная, релайнинг горячего отверждения |

ЛИДЕРСТВО В ОБЛАСТИ КАЧЕСТВА

Производство DSM Composite Resins и Центры компетентности сертифицированы в соответствии с ISO 9001. Мы применяем Систему Менеджмента Качества на основе концепции Всестороннего менеджмента качества, способствующую совершенству в отношении каждого аспекта нашего бизнеса, наших сотрудников, процессов и продуктов. Безопасность, здоровье и защита окружающей среды на предприятиях DSM уже являются эталоном в нашей отрасли, и мы продолжаем делать все возможное,

чтобы наше производство было устойчивым и надежным, с максимальным выходом продукта и минимальным влиянием на окружающую среду.

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА

За последние годы на всех наших заводах были модернизированы процессы и системы защиты окружающей среды. На производствах DSM Composite Resins все процессы имеют высокую степень автоматизации и компьютерное управление, все операции – от дозирования до смешивания – тщательно контролируются для обеспечения стабильности качества партий. Наши строгие программы качества контролируют все этапы в производственном цикле, начиная от тестирования поступающего сырья до поставок клиентам.

ХРАНЕНИЕ, ОБРАЩЕНИЕ И БЕЗОПАСНОСТЬ

Как и для всех стиролсодержащих ненасыщенных полиэфирных смол, точка вспышки высококачественных смол Atlas составляет около 32 °С, в соответствии с Директивой 79/831/ЕЕС смолы Atlas классифицируются как горючие.

На стирол распространяются нормативы пороговых концентраций во всех европейских странах, для соответствия этим нормативам в рабочих зонах должна быть обеспечена хорошая вентиляция.

Контейнеры необходимо хранить в хорошо вентилируемом, прохладном месте, плотно закрытыми и вдали от источников возгорания. Необходимо строго соблюдать запрет курения. При хранении в закрытом контейнере, без попадания прямого солнечного света и при температуре 25°С или ниже, срок годности составит больше 6 месяцев.

При работе со смолами Atlas рекомендуется использовать средства защиты глаз и другую защитную одежду, включая перчатки. При устранении утечки рекомендуется также использовать средства защиты дыхательных путей, поскольку в данных условиях возможно превышение ПДК. Разлившийся материал можно абсорбировать песком или землей и переместить с помощью лопаты в утилизационный контейнер с крышкой, который затем следует утилизировать в соответствии с местными нормативами.

Загрязненную одежду следует немедленно снять и выстирать перед повторным использованием. Брызги на коже следует стереть, пораженную зону промыть водой с мылом. При попадании продукта в глаза, необходимо немедленно промыть их большим количеством воды, в течение как минимум 15 минут, затем обратиться к врачу. При вдыхании паров пострадавшего необходимо переместить на свежий воздух, лечение симптоматическое. Необходимо обратиться к врачу. При проглатывании смолы необходимо выпить 2-3 стакана воды или молока, обратиться к врачу. В случае пожара подходящими средствами пожаротушения являются порошок, пена или распыление воды. Не следует использовать тушение струей воды. Контейнеры, находящиеся в зоне пожара, необходимо охлаждать путем распыления воды.

На нашем сайте (www.dsmcompositeresins.com/ www.Atlac.com) можно найти Паспорта безопасности на всю нашу продукцию.