

ФИНИШНАЯ ОКРАСКА МОСТОВ

Фторполимер Lumiflon™ создан японской компанией Asahi Glass Co. Ltd в начале 1980-х гг. Он представляет собой сополимер фторэтилена с виниловым эфиром регулярной структуры (смолы FEVE). Благодаря тому, что в отличие от большинства термопластичных фторированных сополимеров фторполимеры Lumiflon™ являются термореактивными, они отверждаются при обычной температуре и могут применяться на заводах металлоконструкций или непосредственно на объектах.

Фторполимеры FEVE позволяют получать покрытия с отличной устойчивостью к действию УФ-излучения, агрессивных сред, атмосферных явлений. Обеспечивается защита окрашенной поверхности от атмосферных воздействий и коррозии в самых сложных условиях эксплуатации в течение более 20 лет. Покрытия на основе фторполимеров FEVE рекомендуются для получения внешних слоев при окраске мостовых конструкций, водонапорных башен, различных архитектурных сооружений и других объектов, окраска и перекраска которых существенно затруднены.

Высокая стойкость покрытий на основе фторполимера Lumiflon связана с химическим строением сополимера фторэтилена с виниловым эфиром (рис. 1).

Фторированные сегменты молекулы отвечают за прочность, сопротивление атмосферным воздействиям, химическую стойкость полимера. Виниловые сегменты способствуют прозрачности, блеску и эластичности покрытия. Они обеспечивают растворимость полимера в органических растворителях и позволяют химически взаимодействовать со стандартными изоцианатами. Такие свойства покрытий, как

твердость, химстойкость и эластичность, можно варьировать, изменяя строение полимера.

Как отмечалось выше, покрытия на основе Lumiflon характеризуются превосходной устойчивостью при эксплуатации в самых тяжелых атмосферных условиях. Натурные испытания атмосферостойкости покрытий на климатической станции в Южной Флориде подтвердили это. Сильное воздействие УФ-излучения, влажности и содержания в воздухе солей в Южной Флориде определяют самые сложные условия эксплуатации покрытий. Многочисленные стандарты требуют после 10 лет экспозиции в этом регионе сохранения 50% блеска покрытия от исходной величины.

На рис. 2 приведены результаты испытания лакового и пигментированного фторуретановых покрытий на основе Lumiflon, проведенных в Южной Флориде.

Для испытания покрытий на основе Lumiflon™ в реальных условиях эксплуатации японское Министерство территорий, наземных сооружений и транспорта поместило в 1988 г. на 16 лет окрашенные панели на морскую платформу в открытом море у берегов Японии вблизи Токио. Система покрытий состояла

из четырех слоев: неорганическая цинкнаполненная грунтовка (75 мкм), два промежуточных слоя эпоксидного ЛКМ (120 и 30 мкм) и верхний слой ЛКМ на основе Lumiflon™ (25 мкм).

Толщину покрытия измеряли регулярно в течение 16 лет экспозиции.

Так как УФ-излучение разрушает поверхностный слой покрытия, продукты деструкции ветром и дождем удаляются с него. Поэтому чем тоньше становится верхнее покрытие, тем больше вероятность усиления коррозии.

В результате проведения натуральных испытаний на морской платформе для покрытия на основе Lumiflon в течение первых семи лет экспозиции изменение толщины не зафиксировано. Между восьмым и шестнадцатым годом экспозиции толщина изменялась в среднем на 0,3 мкм в год. Таким образом, после 16 лет экспозиции толщина финишного слоя покрытия осталась 21,6 мкм. Для сравнения толщина полиуретанового покрытия, испытанного в тех же условиях, менялась более чем на 2 мкм в год, начиная со второго года. Это означает, что слой уретанового покрытия толщиной 50 мкм потеряет более половины толщины в течение срока испытаний.

Из-за неоднородности покрытий по толщине, возникающей при нанесении ЛКМ и за счет краевых эффектов, уменьшение толщины финишного покрытия более чем в 2 раза теоретически может приводить к началу коррозионных процессов.

Дополнительные аналитические исследования, такие, как сканирующая электронная микроскопия и рентгеноспектральный анализ, подтвердили, что финишные слои на основе Lumiflon™ препятствуют проникновению инициаторов коррозии, таких как хлориды, вода и кислород, в промежуточный эпоксидный и цинкнаполненный грунтовочный слой. Это означает, что даже через 16 лет испытаний на морской платформе стальная подложка не подвергается никакому коррозионному воздействию.

Коррозионная стойкость особенно важна для таких конструкций, как морские мосты, которые контактируют с соленой морской водой. Непроницаемость финишного слоя на основе сополимера FEVE позволяет создать двухслойные системы покрытий, что приводит к существенному сокращению времени и затрат на проведение окрасочных работ.

Покрытия на основе Lumiflon™ применяют в Японии с середины 1980-х гг.

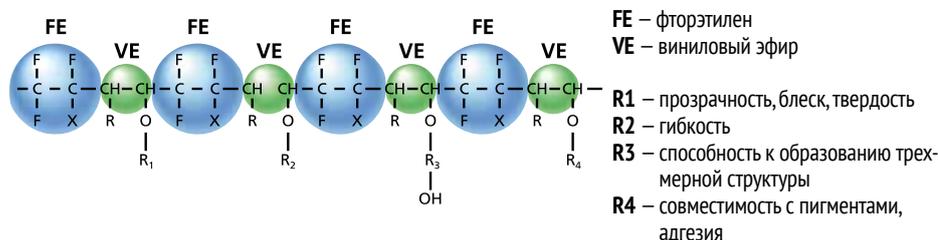
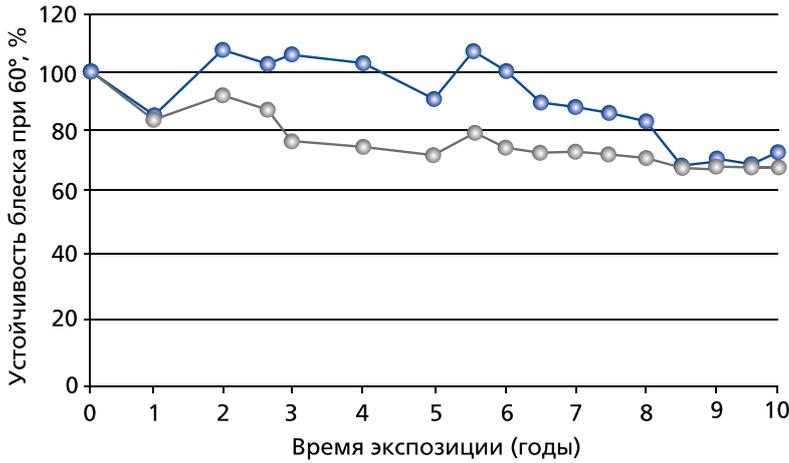


Рисунок 1. Химическое строение сополимера FEVE



● пигментированное покрытие желтого цвета ● прозрачное покрытие

Рисунок 2. Испытание покрытий Lumiflon при естественной экспозиции в Майами, Флорида (ASTMG7)

Ниже представлены примеры различных объектов, защищенных антикоррозионными покрытиями на основе Lumiflon™.

Мост Токива (Хиросима, Япония) расположен в горном районе около Хиросимы, очень заснежен зимой, что приводит к частому использованию хлористого кальция против гололеда на мосту.

Новая система покрытий была нанесена в 1986 г. После абразивного удаления предыдущего покрытия на основе хлорированного каучука нанесли трехслойную систему, состоящую из эпоксидной грунтовки, промежуточного эпоксидного слоя и финишного слоя на основе Lumiflon. В апреле 2007 г., через 21 год после нанесения, измерили блеск финишного слоя Lumiflon: сохранилось более 90% исходного блеска покрытия.

Мост Аматори (префектура Вакаяма, Япония), расположенный у кромки моря и подвергающийся воздействию большого количества хлоридов, эксплуатируется в типичном для Японии климате: жаркое и влажное лето, умеренная без снегопадов зима. Мост был перекрашен в 1985 г., предыдущее покрытие удаляли абразивным способом до чистого металла. Для окраски использовали трехслойную систему: высоконаполненную цинком грунтовку, промежуточный и финишный слои. Для сравнения стойкости покрытий применяли два различных финишных слоя: один — на основе фторполимера Lumiflon™, другой — на основе хлорированного каучука. После 11 лет эксплуатации в атмосферных условиях было установлено, что покрытие на основе Lumiflon™ более эффективно, чем покрытие на основе хлорированного каучука, как по сохранению блеска, так и по предотвращению коррозии. Часть моста, окрашенная ЛКМ на основе хлорированного каучука, была перекрашена спустя некоторое время после вышеприведенной оценки.

Подвесной мост через пролив Акаси (Япония) длиной 3911 м связывает главный остров

Хонсю с островом Сикоку и является последним элементом сети, связывающей четыре главных острова Японии: Хоккайдо, Хонсю, Кюсю и Сикоку.

Проезжая часть моста шестиполосная, его опоры достигают 286 м высоты, а центральный пролет длиной 1991 м — самый длинный в мире (рис. 3).

Пролив Акаси — опасный морской путь, часто подвергающийся влиянию суровых метеорологических условий. Конструкция моста может выдерживать воздействие землетрясения магнитудой 8,5 по шкале Рихтера и ветра скоростью 300 км/ч.

Система лакокрасочного покрытия моста Акаси Кайкио представлена в табл. 1.

Предполагаемый срок эксплуатации моста — 120 лет. В течение этого периода планируется перекраска моста только один раз. Чтобы выполнить это условие, финишное фторуретановое покрытие было нанесено слоем толщиной 55 мкм, что в 2 раза превышает стандартную толщину.

Климатические условия этого региона с многочисленными тайфунами, сильными ветрами и обильными дождями могут приводить к более значительной эрозии покрытия, чем указано выше. Однако увеличенная толщина финишного слоя должна позволить эксплуатировать мост без перекрашивания в течение 60 лет.

Дорожный мост Шелби (Нашвилл, США) построен в 1909 г., ремонт был сделан



ПРОЛИВ АКАСИ — ОПАСНЫЙ МОРСКОЙ ПУТЬ, ЧАСТО ПОДВЕРГАЮЩИЙСЯ ВЛИЯНИЮ СУРОВЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ. КОНСТРУКЦИЯ МОСТА МОЖЕТ ВЫДЕРЖИВАТЬ ВОЗДЕЙСТВИЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ МАГНИТУДОЙ 8,5 ПО ШКАЛЕ РИХТЕРА И ВЕТРА СКОРОСТЬЮ 300 КМ/Ч.



Рисунок 3. Мост Акаси Кайкио



Рисунок 4. Дорожный мост Шелби (Нашвилл, США)

в 1920 и 1960 гг. Из-за неудовлетворительного качества бетона, который использовался для строительства моста, в 1998 г. мост был признан непригодным для движения по нему и должен был быть снесен. Однако он был сохранен от сноса ввиду его исторического значения и превращен в пешеходный мост, связывающий парки аттракционов, расположенные на разных сторонах реки Камберленд. Это самый длинный пешеходный мост в мире (длина 970 м).

Мост был перекрашен в 2003 г. с использованием цинкнаполненной неорганической грунтовки, промежуточного слоя на основе циклоалифатической эпоксидной смолы и аминного отвердителя и финишного слоя

на основе Lumiflon™. Для лучшего отражения света при освещении был выбран серый цвет финишного слоя (рис. 4).

Расходы, связанные с повышением долговечности покрытий

Начиная с 1985 г. более тридцати наземных и морских металлических мостов в Японии были окрашены материалами на основе Lumiflon™. В 2005 г., принимая во внимание результаты испытаний, Министерство территорий, наземных сооружений и транспорта Японии пересмотрело стандарты на покрытия с высокими защитными свойствами и узаконило использование фторуретановых материалов

для финишных слоев при окраске всех новых мостов, сооружаемых в Японии, а также для ремонта старых.

В результате всех проведенных испытаний установлено, что стоимость покрытий на основе сополимеров FEVE с учетом их срока службы ниже стоимости обычно используемых покрытий.

Для определения эффективности финишных слоев покрытия на основе смолы FEVE необходимо проанализировать стоимость всей системы покрытия.

Ручная работа составляет 80–90% стоимости окраски построенного моста. Это означает, что на стоимость материала приходится только 10–20% общей стоимости. Системы покрытий для мостов обычно состоят из трех слоев: грунтовки, промежуточного и финишного слоев.

Так как смолы FEVE используют только в составе финишного слоя, стоимость окрасочных работ, грунтовки и ЛКМ для промежуточного слоя не меняется. Подсчитано, что система покрытий, содержащая материал на основе сополимера FEVE, при первоначальном нанесении на 6–13% дороже, чем полиуретановая система покрытий. Но если стоимость рассматривать относительно всего срока службы покрытия, то применение покрытий на основе FEVE приводит к снижению расходов на 45% после 10 лет и на 26% после 18 лет эксплуатации по сравнению с полиуретановой системой покрытия.

Анализ стоимости покрытия с учетом его срока службы представлен на рис. 5. Он не включает дополнительные расходы на окраску и ручной труд при перекрашивании моста, а также расходы и возмещение убытков,

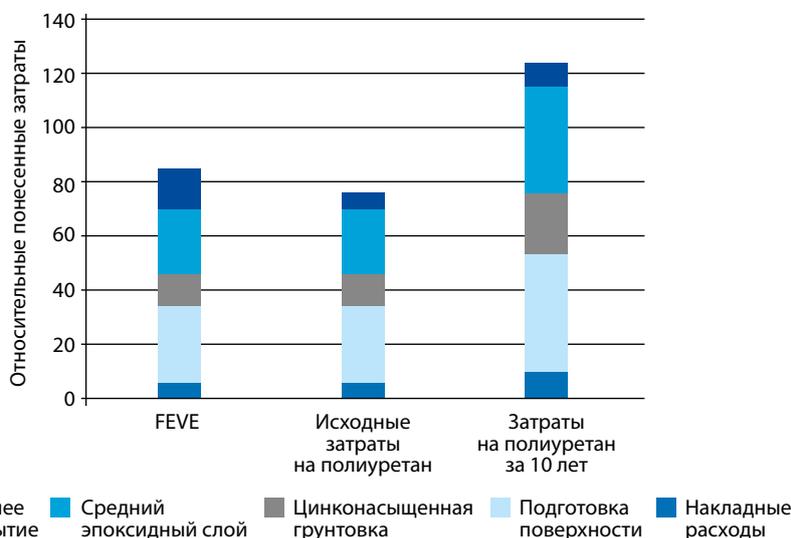


Рисунок 5. Анализ стоимости покрытия с учетом его срока службы



КРОМЕ ПОЛУЧЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА, ПРИМЕНЕНИЕ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ СОПОЛИМЕРА FEVE ПОЗВОЛЯЕТ СНИЗИТЬ ВЫДЕЛЕНИЕ ЛЕТУЧИХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ-ЗА УМЕНЬШЕНИЯ ЧИСЛА ОКРАСОЧНЫХ РАБОТ, МИНИМИЗИРОВАТЬ УГРОЗЫ ДЛЯ ИХ БЕЗОПАСНОСТИ НА ТРУДНОДОСТУПНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ...

Таблица 1. Система покрытия, использованная для антикоррозионной защиты моста Акаси Кайкио

Операция	Толщина сухой пленки, мкм	Время перед последующей операцией	Место проведения операции
Абразивная очистка	–	–	Завод
Нанесение неорганической цинкнаполненной грунтовки	15	6 мес	То же
Абразивная очистка	–	–	То же
Нанесение неорганической цинкнаполненной грунтовки	75	7 сут	То же
Нанесение распылением слоя эпоксидного ЛКМ	10	7 сут	То же
Нанесение промежуточного слоя эпоксидного ЛКМ	60	7 сут	То же
Нанесение промежуточного слоя эпоксидного ЛКМ, содержащего оксид железа и слюду	60	12 мес	То же
Нанесение финишного слоя на основе фторуретана	30	7 сут	Завод / на месте эксплуатации
То же	25	–	То же
Общая толщина системы покрытия	275	60 лет	–

связанные, например, с необходимостью закрывать пути движения во время ремонта.

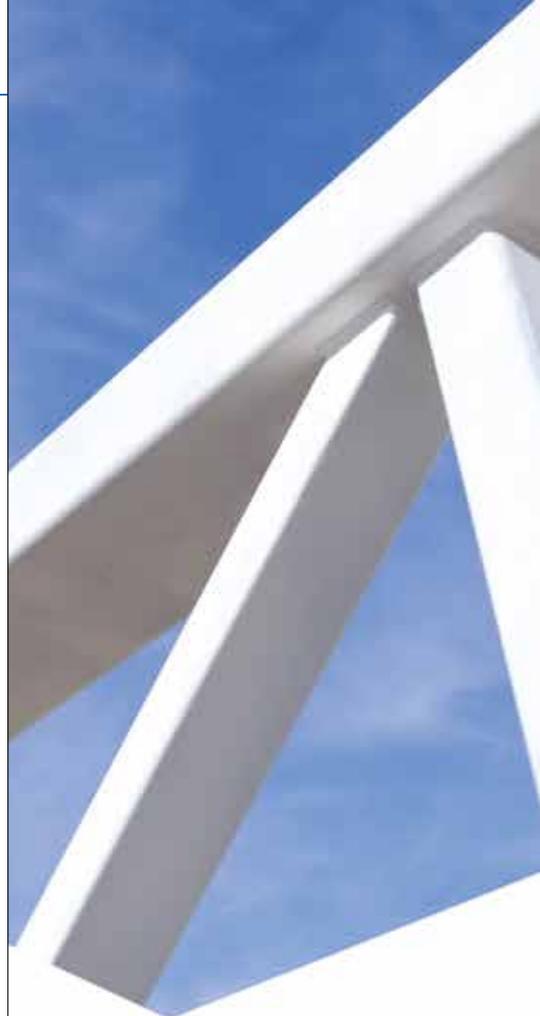
Кроме получения экономического эффекта, применение покрытий на основе сополимера FEVE позволяет снизить выделение летучих органических соединений из-за уменьшения числа окрасочных работ, минимизировать угрозы для их безопасности на труднодоступных конструкциях (мосты или водонапорные башни) и, следовательно, ограничить другие расходы из-за возможных претензий, связанных с загрязнением окружающей среды.

Для конструкций, ремонт которых оплачивается средствами от поступления налогов, например наземных транспортных сооружений, инвестирование в окраску материалами на ос-

нове сополимеров FEVE может помочь снизить затраты на ремонтные работы для будущих поколений, освобождая, таким образом, средства для других проектов.

Спустя более 25 лет успешного использования фторполимеров FEVE можно с уверенностью констатировать, что их применение позволяет значительно снизить стоимость работ при ремонте мостов, придавать при этом эстетичный вид конструкциям, одновременно эффективно поддерживая антикоррозионные свойства покрытий в течение всего срока эксплуатации.

AGC Chemicals Europe
Алексей Булыгин:
Alexey.Bulygin@agcce.com



**АНТИКОР
МЕТ** 

**УНИВЕРСАЛЬНАЯ
ЗАЩИТА –
ПРОСТО
И НАДЕЖНО**



НАНОСИТСЯ
ОТ -15 °С
ДО +30 °С



ЭКСПЛУАТАЦИЯ
ОТ -50 °С
ДО +90 °С



НАНЕСЕНИЕ
НА РЖАВЧИНУ
ДО 100 МКМ



СРОК
СЛУЖБЫ
ДО 15 ЛЕТ

**АО ПКФ
СПЕКТР**
Производство промышленных
лакокрасочных материалов

www.spektrlkm.ru

8 (800) 555 64 74