Адгезия герметиков на газотермических покрытиях

John J. Crowe и Michael J. Makosky, G.P.I.

Владельцы транспортной промышленности следят за защитой своих конструкций от коррозии, но, не смотря на снижение беспокойства путешественников, многие вместо традиционных жидких покрытий обращаются к газотермическим покрытиям (нанесению покрытий напылением металла при высокой температуре). Газотермические покрытия имеют длительность эксплуатации где-то от 30 до 50 лет до любых необходимых ремонтных работ; таким образом, более высокая входная стоимость ГТП окупает себя, и зачастую меньший объем ремонтных работ не беспокоит общественность.

Наиболее часто встречающийся в транспортной промышленности США применяемый материал газотермического покрытия (ГТП)– это цинк алюминий 85/15. ГТП либо оставляют незащищенным в элементах конструкций для образования естественного герметизирующего состава при окислении цинка и алюминия, либо его герметизируют, применяя проникающий герметик сразу после нанесения ГТП. Обычно требуется испытание адгезии ГТП в соответствии с ASTM D4541, метод испытания прочности на отрыв с применением портативного адгезиметра. В соответствии с SSPC-CS 23.00(I), Временные технические требования для нанесения газотермических покрытий (Металлизация) алюминием, цинком и их сплавами и композитами для защиты стали от коррозии, допустимое минимальное значение адгезии ГТП с 85/15 Zn/Al составляет 700 psi.

Здесь описано, как один проект убедил нас исследовать влияние окисления ГТП или проникающих герметиков на величину адгезии ГТП. Хотя механизм прикрепления и продолжительности улучшенной адгезии совершенно неясен, наши полевые испытания показывают, что герметики могут улучшить адгезию ГТП. Мы осознаем, что более важно, когда при установленном испытании адгезии ГТП спецификатор должен указывать, какое испытание должно быть проведено: на герметизированном покрытии или негерметизированном.

Проект

В 2002 году Комиссия по мосту Ниагарского водопада вознамерилась достичь длительный эффект от ГТП на своем арочном мосту с интенсивным движением, который соединяет Ниагарский водопад, Нью-Йорк США и Ниагарский водопад, Онтарио, Канада. Наша компания возглавляла проект с объемом работ 450 000 квадратных футов (40500 кв. метров).

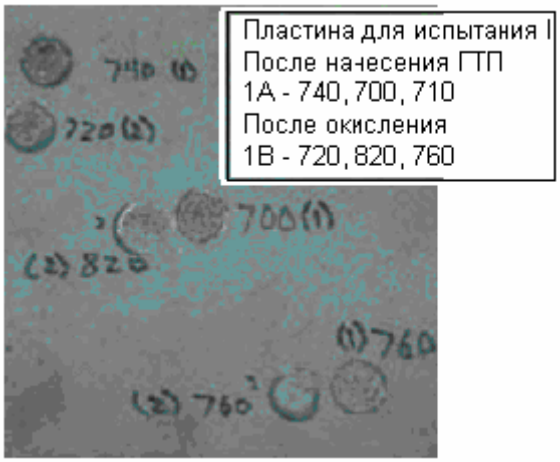

Рисунок 1: Пластина 1
Рисунки 1-3 – с любезного разрешения Randell Smith

Таблица 1 А

Упор	PSI	Результат
1А	740	95% нарушения прочности связи
2А	700	95% нарушения прочности связи
3А	760	100% когезионное разрушение
Средн.	733	

Таблица 1 В

Упор	PSI	Результат
1В	720	90% нарушения прочности связи
2В	820	100% нарушения прочности связи
3В	760	80% когезионное разрушение
Средн.	767	

Обработку осуществляла компания Clara Industrial Services, Ltd, Thunder Bay, ON. Компания MISCO Inspection Services Co. Ltd. Of Picton, ON обеспечивала для подрядчика контроль качества.

Технические условия проекта предписывали нанесение 8-12 мил 85/15 Zn/Al на все конструкции с последующим нанесением в течение восьми часов после ГТП 0,5-1,5 мила проникающего герметика. Контракт также определял периодическое проведение контроля адгезии по указанию постоянного представителя заказчика.

При проведении контроля адгезии контролеры отметили существенное различие в значениях адгезии при установке упоров на поверхность до герметизации в сравнении с значениями адгезии при установке упоров на поверхность после проведения

герметизации. Хотя все значения удовлетворяли установленному минимальному требованию в 700 psi, из любопытства мы установили дополнительные полевые испытания.

Целью полевых испытаний было определение влияния на величину адгезии естественной герметизации от окисления ГТП и герметизации проникающим герметиком. Испытания проводились на трех различных пластинах. В соответствии с SSPC-SP Белая металлическая дробеструйная очистка все пластины прошли дробеструйную очистку с использованием никелевого шлака

№ 20. Базовый профиль был 4,0 – 4,5 милы. Для установки упоров применялся двухкомпонентный адгезив. Испытание адгезии в соответствии с ASTM D4541, метод испытания E проводилось с помощью самовыравнивающегося адгезиметра PosiTest AT.

Рисунок 2: Пластина 2

Таблица 2А

Упор	PSI	Результат
1А	620	90% нарушения прочности связи
2А	600	85% нарушения прочности связи
3А	640	85% нарушения прочности связи
Среднее	620	

Таблица 2В

Упор	PSI	Результат
1В	1000	Нарушение прочности связи
2В	1180	Нарушение прочности связи
3В	1120	Нарушение прочности связи
Среднее	1133	

На пластину №1 (Рис. 1) было нанесено ГТП средней толщиной 12,8 милы; на пластине были установлены три упора, которые отрывались на следующий день для предоставления 1А. Среднее значение адгезии трех отрывов было 733 psi с результатами нарушения прочности связи покрытия с подложкой и когезионного разрушения в ГТП. Пластина находилась в течение трех месяцев при температуре 18-27°C и относительной влажности (RH) 50-70%, обеспечивших окисление ГТП. Еще раз три упора были установлены на пластину №1 и оторваны на следующий день для предоставления 1В. Среднее значение адгезии трех отрывов было 767 psi с результатами нарушения прочности связи покрытия с подложкой и когезионного разрушения в ГТП (Таблицы 1А и 1В). Имелось только 5% возрастание величины адгезии, и не было отличия в характере разрушения, что свидетельствовало о том, что герметизация ГТП естественным окислением не имела прямого влияния на адгезию ГТП.

На пластину №2 (Рис. 2) было нанесено ГТП средней толщиной 12,8 милы; на пластине были установлены три упора, которые отрывались на следующий день для

предоставления 2А. Среднее значение адгезии трех отрывов было 620 psi с результатами нарушения прочности связи покрытия с подложкой и когезионного разрушения в ГТП. Пластина находилась в течение трех месяцев при температуре 18-27°С и относительной влажности (RH) 50-70%, обеспечивших окисление ГТП. Затем толщиной 13-38 микрон был нанесен проникающий грунт Corothane 1 Preprime (отвержден при 427°С и 60% RH). Три упора были установлены на пластину №2 и оторваны на следующий день для предоставления 2В. Среднее значение адгезии трех отрывов было 1133 psi со 100% нарушением прочности связи покрытия с подложкой (Таблицы 2А и 2В). Эти результаты показывают, что герметик имел определенное воздействие на адгезию ГТП с возрастанием величины адгезии на 83%.

На пластину №3 (Рис. 3) было нанесено ГТП толщиной 10,4 милы. Пластина была покрыта для защиты и разделена на две части. Герметик толщиной 0,5-1,5 мила наносился на незащищенную часть ГТП. После отверждения герметика на каждой части пластины были установлены упоры, и на следующий день был произведен отрыв упоров с негерметизированной части пластины, представляющей 3А, и с герметизированной части, представляющей 3В. Среднее значение адгезии на негерметизированной части составило 753 psi с нарушением прочности связи покрытия с подложкой. Среднее значение адгезии герметизированной части составило 2127 psi с нарушением прочности связи покрытия с подложкой (Таблицы 3А и 3В).

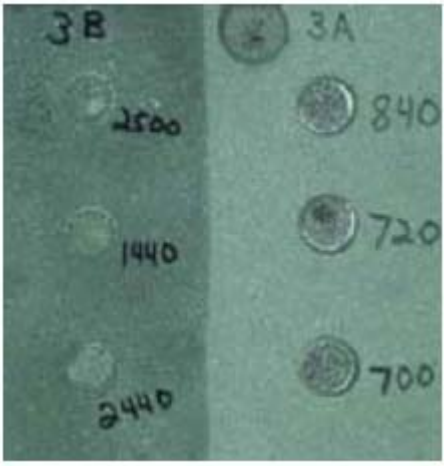

Таблица 3А

Упор	PSI	Результат
1А	840	100% нарушение прочности связи
2А	720	100% нарушение прочности связи
3А	700	100% нарушение прочности связи
Среднее	753	

Таблица 3В

1В	2500	Нарушение прочности связи
2В	1440	Нарушение прочности связи
3В	2440	Нарушение прочности связи
Среднее	2127	

Рост величины адгезии герметизированной части на 183% по сравнению с негерметизированной показывает значительное возрастание величины адгезии, когда герметик наносится вскоре после ГТП.

Что мы узнали

Наши полевые испытания показали, что естественное окисление, развивающееся в порах ГТП, не влияют на величину адгезии. Жидкие герметики могут влиять на величину адгезии, даже когда наносятся после минимального окисления. Наши испытания показали, что они также влияют на адгезию, когда наносятся непосредственно после ГТП. Герметики с хорошими смачивающими свойствами могут проникать в неплотные зоны

(или трещины) и герметизировать пустоты и поры в ГТП. Возможно, когда проникающий герметик наносится на ГТП, он проникает в поры и пустоты и образует более сильную связь.

Когда для контроля адгезии рассматриваются ГТП, владелец должен рассматривать выгоду от нанесения жидкого герметика на ГТП. SSPC-CS 232.00(I) рекомендует наносить герметик по возможности сразу после нанесения ГТП или в течение восьми часов. Необходимо отметить, что в этих условиях возрастание величины адгезии ГТП с нанесенным герметиком очевидно. При установлении в проекте требования испытания адгезии убедитесь, чтобы было точно определено, на каком ГТП должно проводиться испытание: негерметизированном или герметизированном.

Библиография

Robert H Unger, «Термическое напыление мостов» Нанесение покрытий металлом напылением при высокой температуре: Достижения в технологии покрытий. *Труды национальной конференции по напылению при высокой температуре.* Orlando, FL, USA, 14-17 сентября, 1988-8708-011.

Joseph T. Butler, *Борьба с коррозией металлизацией*, том 1, выпуск 1 (январь 2000 г.)

SSPC-CS 23.00(I) Временные технические условия для нанесения покрытий напылением при высокой температуре (металлизация) алюминием, цинком и их сплавами и композитами для антикоррозионной защиты стали, *SSPC Painting Manual,* SSPC: Pittsburgh, PA (март 2000).

Eric C. Lohrey, Металлизация стальных мостов в полевых условиях, *JPCL* (май 1995 г.) стр.39-50

John J. Crowe – сертифицированный инспектор покрытий и сертифицированный специалист по нанесению металлических покрытий напылением при высокой температуре. В настоящее время он – Главный инспектор покрытий проекта окраски арочного моста Комиссии моста через Ниагарский водопад

Michael J. Makosky - сертифицированный инспектор покрытий. В настоящее время он – Резидент-инженер проекта Арочного моста