

Д.В. Пучков¹, К.И. Дубовицкий¹, Е.О. Александрова¹

¹ООО «Адвенира» (Москва, Троицк, Россия).

SDN® – ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ ОТ КОМПАНИИ «АДВЕНИРА»

Запатентованная технология SDN® (Solution Derived Nanocomposites – нанесение нанокompозитных покрытий из растворов) компании «Адвенира» позволяет создавать нанокompозитное прозрачное покрытие на различных поверхностях в широком диапазоне толщин. Полученное покрытие обеспечивает защитную функцию, коррозионную стойкость в сочетании с износостойкостью, отличную адгезию к различным видам подложек и высокий коэффициент использования материала [1].

Создание покрытий из нанокompозитных составов компании «Адвенира» абсолютно безвредно для окружающей среды, поскольку в процессе образования защитного слоя не образуется токсичных отходов или выбросов в атмосферу, что позволяет получать покрытия в любых условиях эксплуатации.

Нанокompозитные составы производятся с использованием алкоксидных и карбоксилатных прекурсоров, полученных методом низкотемпературного синтеза, с добавками фотоиницирующих соединений (в случае с антикоррозионными составами) и кремнийорганических силанов. Конечная микроструктура покрытия образуется в результате процессов сушки под УФ- или ИК-излучением, которые удаляют жидкость и позволяют выполнять контролируемое уплотнение геля до получения требуемой твердой структуры, обладающей уникальными защитными характеристиками [2].

Ключевые слова: защитные покрытия, нанокompозиты, коррозия.

АНТИКОРРОЗИОННОЕ ПОКРЫТИЕ С УФ-ОТВЕРЖДЕНИЕМ

Коррозия продолжает негативно воздействовать на крупнейшие отрасли промышленности страны, поскольку она медленно, но верно снижает структурную целостность металлических объектов. В связи с этим крайне важно внедрять оптимальные методы создания покрытий для защиты от коррозии, чтобы добиться максимального срока службы металлических изделий. Компания «Адвенира» представляет нанокompозитный состав AdvenGuard™ на основе диоксида кремния, кремнийорганических силанов, акрилатов и фотоинициаторов для создания защитного антикоррозионного и полностью прозрачного покрытия, отверждаемого при УФ-излучении в течение

2 минут. Покрытие обеспечивает защиту от коррозии и абразивного износа металлов, сплавов, бетона, пластмасс, древесины, керамики. Антикоррозионное покрытие от компании «Адвенира» способно защитить такие материалы, как алюминий, нержавеющая сталь, конструкционные углеродистые стали (Ст3, Ст20 и т. д.). AdvenGuard™ создает превосходное равномерное покрытие с высокой степенью адгезии к металлу за счет образования ковалентных связей.

Результаты испытаний (ASTM D3359/ГОСТ 15140-78) подтверждают высокую адгезию покрытия к поверхности металла даже после проведения теста на устойчивость покрытия к термоциклированию в диапазоне температур от –50 до 125 °С (TMCL, 100 циклов) [3–13]. Покрытие AdvenGuard™ компании «Адвенира» обладает высокой атмосферостойкостью, нейтрально к воздействию минеральных и органических кислот, солей, щелочей, углеводородных растворителей,



Рис. 1. Фотография результатов оценки адгезии покрытия методом решетчатых надрезов на отрыв (ASTM D3359/ГОСТ 15140-78): а – холоднокатаная сталь; б – алюминий-5052; в – оцинкованная сталь

Таблица 1. Результаты испытаний антикоррозионного покрытия AdvenGuard™

Наименование испытания	Результаты испытания
Циклические испытания на коррозионную стойкость: • SAE J 2334 • GMW14872	Отсутствие ржавчины через: • 80 циклов • 72 цикла
Испытание на адгезию покрытия на стали: • ASTM D 4541 • ASTM D 3359 • ASTM D 3363 • ГОСТ 15140-78 • ISO 14577-1 • Испытание на термоциклирование в диапазоне температур от –50 до 125 °С	• 18–20 МПа • ISO 0/ASTM 5B • 6 Н • Балл 1 • 340 МПа • Отсутствие деструкции через 100 циклов
Испытание на сопротивление к абразивному износу: • ASTM D4060	• 5,30 ± 0,01 мг – потеря массы в процессе абразивного износа покрытия при 1000 циклах
Испытание на устойчивость к растрескиванию: • GMW 3008	• 9+ – средний показатель при температуре –18 °С
Испытание на коррозионную стойкость покрытия при воздействии неорганических кислот и щелочи: • LAM 202-047671-001	Покрытие устойчиво при следующих показателях: • 1 М HCl > 250 ч/мкм • 37 % HCl > 150 ч/мкм • 1 М H ₂ SO ₄ > 250 ч/мкм • 1 М NaOH > 10 ч/мкм

минеральных масел, морской воды и других агрессивных сред. Нанесение антикоррозионного покрытия AdvenGuard™ осуществляется как воздушными, так и безвоздушными методами распыления. Быстрое и мобильное отверждение покрытия под УФ-излучением позволяет обрабатывать поверхности на различных территориях промышленных зон (рис. 2).

ПОЛУПРОВОДНИКОВОЕ ПОКРЫТИЕ С ИК-ОТВЕРЖДЕНИЕМ

Одним из условий развития в сфере производства полупроводников служит создание высокотехнологичных покрытий с минимумом дефектов, посторонних частиц,

загрязнений, с оптимальной защитой от коррозии, эрозии и абразивного износа. Учитывающее все эти факторы покрытие будет повышать срок службы изделий и их элементов, а также прибыль от производства, снижая при этом операционные затраты. Для создания полупроводниковых покрытий компания «Адвенира» разработала диэлектрический нанокompозитный состав Thixorion™, обладающий защитными и антикоррозионными свойствами. Данное покрытие служит эффективным средством защиты и герметизации емкостных соединений, гибкой электроники и печатных плат. Нанокompозитный состав на основе водной дисперсии частиц диоксида кремния и оксида алюминия

прекрасно подходит для шероховатых поверхностей, поскольку в силу своей оптимальной консистенции выравнивает и закрывает все поры и микротрещины, уменьшает дегазацию и защищает от коррозии. Покрытие выдерживает температуру до 230 °С и устойчиво к воздействию неорганических кислот и органических растворителей. Покрытие Thixorion™ – отличное решение для использования в полупроводниковой и электротехнической промышленности.

ОПТИЧЕСКИЕ ПОКРЫТИЯ С ИК-ОТВЕРЖДЕНИЕМ

С каждым годом в мире увеличивается потребность в инновационных методах производства изделий, по-



Рис. 2. УФ-отверждение AdvenGuard™ в камере (1), в помещении (2) и на улице (3)

Таблица 2. Результаты испытаний защитного и диэлектрического покрытия Thixorion™

Наименование испытания	Результаты испытания
Испытание на адгезию покрытия на метал/керамике, анодированном алюминии: • ASTM D4541	• 17,3–21,0 МПа (метал/керамика) • > 7 МПа (a – Al)
Испытание на сопротивление к абразивному износу: • ASTM D4060, 1 кг, диски CS-10, 1000 циклов	Потеря массы и изменение толщины покрытия в процессе абразивного износа покрытия при 1000 циклах: • 3,90 ± 0,01 мг • 0,6 ± 0,01 мкм
Испытание на коррозионную стойкость покрытия при воздействии неорганической кислоты: • LAM 202-047671-001	Покрытие устойчиво при следующих показателях: • 1 М НСl > 150 ч/мкм; 25 мкм покрытия в 6 раз лучше, чем 75 мкм анодированного слоя на алюминии III типа
Испытание на термоциклирование в диапазоне температур, °С: • от -50 до 150 • от 25 до 175	Отсутствие деструкции покрытия через 100 циклов при заданных интервалах температур



Рис. 3. Детали, обработанные антикоррозионным составом AdvenGuard™ в сравнении с необработанной поверхностью металла (Ст3, Ст20К)

звояющих накопить и сэкономить энергию. В связи с этим получение и использование защитных оптических покрытий на окнах, ветровых стеклах транспортных средств, декоративных фасадах, экранах компьютеров и телефонов, солнеч-

ных батареях является актуальным направлением в современных исследованиях нанокompозитных составов и покрытий.

С этой целью компания «Адвенира» разработала защитное оптическое покрытие Impermion™,

которое представляет собой нанокompозитный состав на основе диоксида кремния, обладающий свойствами ионно-диффузионного барьера, а также высококачественными механическими и оптическими характеристиками, оптимально подходящими для обработки стекла. Покрытие позволяет на 2 % увеличить светопропускающую способность и при этом снизить интенсивность помутнения стекла (рис. 4). Кроме того, Impermion™ повышает ударную вязкость силикатного стекла, гладкость внешней поверхности и устраняет незначительные царапины на стеклянной поверхности (табл. 3).

Свойства ионно-диффузионного барьера покрытия Impermion™ были подтверждены при стандартной селенизации и сульфуризации известково-натриевого стекла при температуре до 525 °С. По окончании технологического процесса отсутствовали следы Se в отличие

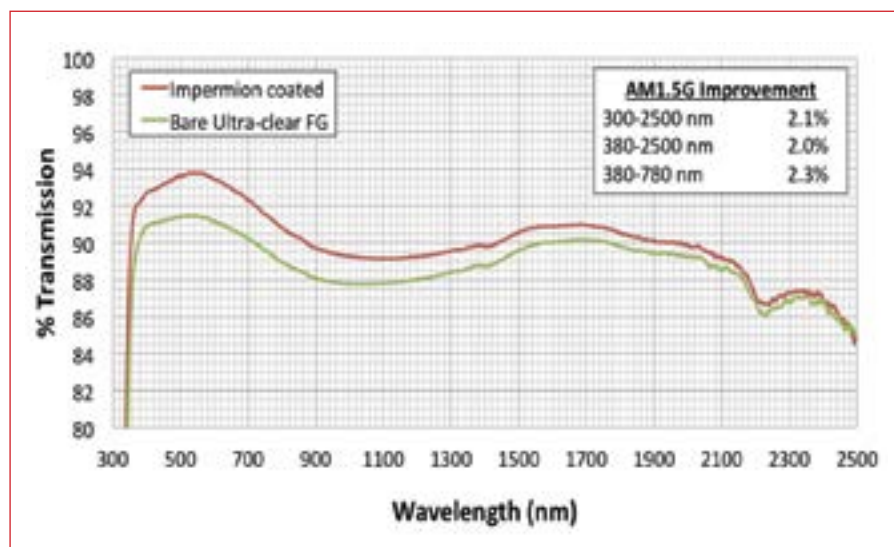


Рис. 4. Подтверждение увеличения коэффициента пропускания, кривые пропускания силикатного стекла и стекла с покрытием Impermion™ толщиной 120 нм

Таблица 3. Свойства и испытания покрытия Impermion™

Свойства покрытия на стекле и испытания покрытия	Результат испытания
Испытание на адгезию покрытия на стекле: • ASTM D3359	• ISO 0/ASTM 5B
Устойчивость к абразивному износу: • ASTM 1044, 500г, диски CS-10, 1000 циклов	Потеря массы в процессе абразивного износа покрытия при 1000 циклах: • 0,6 масс. %
Твердость по Моосу	6
Индекс рефракции	1,48
Диапазон технологических температур	500–600 °С
Толщина пленки	До 220 нм
Укрывистость	100 м ² /кг/мкм

от стекла без покрытия, на котором видны бурые пятна из-за взаимодействия Na/Se.

Также при исследовании поверхностного сопротивления индиеоловянного оксида, осажденного на известково-натриевом стекле с покрытием Impermion™, выявилось снижение показателя на 20–25 %, чем на индиеоловянном оксиде без покрытия Impermion™.

НАНЕСЕНИЕ ПОКРЫТИЙ КОМПАНИИ «АДВЕНИРА»

Все представленные покрытия могут быть нанесены:

- воздушным методом распыления;
- безвоздушным методом распыления;
- ультразвуковым методом распыления.

Российская компания «Адвенира» начала свою деятельность в марте 2016 г. на территории Новой Москвы в г. Троицке. С этого момента на площадке Нанотехнологического центра «ТехноСпарк» производится нанесение покрытий

с различными характеристиками по требованиям и условиям ведущих отечественных компаний, производящих центробежные погружные насосы, детали порошковой металлургии с высокой пористостью, поликарбонатные панели и декоративное стекло. Покрытия тестируются в лаборатории центра, разработка оптимальных методов нанесения и отверждения покрытий производится в эксплуатационных условиях на промышленных территориях.

В декабре 2016 г. компания «Адвенира» планирует запустить свое первое в РФ химическое производство по синтезу нанокompозитных растворов на территории технополиса «Химград» в Казани. Таким образом компания реализует стратегию полной локализации своей технологии в РФ по созданию растворов и оборудования для нанесения покрытий, одновременно создавая мощную базу для предоставления российским заказчикам решений «под ключ».

Компания наблюдает положительные тенденции в увеличении спроса на инновационную деятельность и уделяет много внимания дальнейшему развитию. Компания «Адвенира» заинтересована в сотрудничестве с заказчиками, поскольку каждое эксплуатационное испытание ее продукции в промышленном производстве способствует совершенствованию инновационных защитных покрытий на основе нанокompозитов.



000 «Адвенира»
142191, г. Москва, г. Троицк,
ул. Промышленная, д. 26, корп. 1
Тел.: +7 (499) 951-94-31
e-mail: info@advenira.com
www.advenira.ru

на правах рекламы

Литература:

1. Ryabova E. Solution derived nanocomposite precursor solutions, methods for making thin film and thin film by such methods. Patent US № 2012/0202037A1.
2. Ryabova E. Modified hybrid sol – gel solutions and compositions formed from such solutions. Patent US № 2014/0335275A1.
3. SAE J 2334. Laboratory Cyclic Corrosion Test, 2003, P. 5.
4. GMW14872. Cyclic Corrosion Laboratory Test, 2006, P. 21.
5. ASTM D4060. Standard Test Method for Abrasion Resistance of Organic Coatings by the Taber Abraser, 2012, P. 5.
6. ASTM D3359. Standard Test Methods for Measuring Adhesion by Tape Test, 2009, P. 8.
7. ASTM D3363. Standard Test Method for Film Hardness by Pencil Test, 2003, P. 2.
8. ГОСТ 15140-78. Материалы лакокрасочные. Методы определения адгезии.
9. ISO 14577. 1 Instrumented indentation test for hardness and materials parameters, 2015, P. 46.
10. GMW 3008. Electrodeposition Primer, 2013, P. 14.
11. LAM 202-047671-001. Acid Bubble Test, 2005, P. 10.
12. ASTM D4541. Standard Test Method for Pull-Off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers, 2002, P. 13.
13. ASTM 1044. Standard Test Method for Resistance of Transparent Plastics to Surface Abrasion, 2013, P. 16.