

## Защитные покрытия для электронного оборудования 3M™ Novec™ 1700 и 1702 Electronic Grade Coating

### Инструкции по нанесению покрытий на печатные платы

Джордж Ип (George Ip), старший технический специалист, и Карл Манске (Karl Manske), старший технический эксперт-химик, подразделение 3M™ Electronic Markets Materials Division

Защитные покрытия для электронного оборудования 3M™ Novec™ 1700 и 1702 Electronic Grade Coating могут стать отличным выбором для защиты печатных плат (PCB) в современных электронных устройствах. Эти средства обеспечивают защиту от влаги и других факторов окружающей среды, которые могут сократить срок службы устройств. Кроме того, они не горят и имеют низкий уровень токсичности.

Защитные покрытия Novec™ 1700 и 1702 представляют собой прозрачные низковязкие растворы фторсодержащего акрилатного полимера в гидрофторэфирном (hydrofluoroether) растворителе. Этот растворитель - 3M™ Novec™ 7100DL Engineered Fluid - не относится к веществам VOC, специфицированным в нормативах американского агентства EPA. При нанесении на чистые сухие поверхности, такие как многослойные подложки печатных плат, гибкие полиимидные пленки, подложки из меди, алюминия, керамики, стали или пластика, жидкости Novec™ 1700 и 1702, после их высыхания, образуют тонкую прозрачную пленку. Такие покрытия обладают превосходными антисмачивающими, антиадгезионными, антимиграционными и антикоррозионными свойствами, необходимыми для множества различных узлов. Образующиеся после высыхания покрытия пленки с низким показателем поверхностной энергии обеспечивают отталкивание нефторированных жидкостей, таких как вода, большинство углеводородных масел и фоторезистивные растворы, и не растворяются в них. Кроме того, они могут выдерживать воздействие температуры до 175 °C в течение продолжительного периода времени, сохраняя при этом хорошую отталкивающую способность. Это обеспечивает высокую гибкость их применения.

Покрытия Novec™ 1700 и 1702 легко наносятся на обрабатываемые объекты с использованием различных способов. Для них не требуется высокотемпературная обработка, и, при необходимости, их можно легко удалить. В описанных ниже процедурах рассмотрены различные рекомендуемые методы нанесения этих покрытий. За дополнительной технической поддержкой и информацией, необходимой для реализации конкретных процессов, можно обращаться к авторам данной публикации.

#### Процесс нанесения покрытия на печатные платы

Печатные платы представлены бесконечным разнообразием форм и размеров – от небольших плат, реализующих какую-то одну функцию, и гибких схем со сложной геометрией до сложных узлов большого размера, состоящих из нескольких печатных плат. В результате этого процесс нанесения покрытия может быть сопряжен с существенными проблемами.

**Нанесение покрытия Novec™ 1700:** хотя для защиты печатных плат от влаги и воздействия окружающей среды часто применяются конформные покрытия, во многих случаях вполне достаточно использовать более тонкое покрытие, которое легко и быстро наносится и не требует термической обработки. Покрытие Novec™ 1700 является одним из таких веществ и часто используется для этого типа защиты. Компанией 3M™ разработан ряд простых методов обработки для этого покрытия, обеспечивающих точность размещения, повторяемость и селективность.

Процесс нанесения покрытия Novec™ 1700 зависит от нескольких критериев. Геометрия печатной платы, объем производства, бюджет, производительность

и кроющая способность покрытия – лишь некоторые из них. К пяти наиболее распространенным процессам нанесения покрытия Novec™ 1700 относятся погружение, распыление, капельный метод, капиллярный метод и нанесение с помощью кисти. Ключевым моментом во всех этих методах является управление потоком покровного раствора Novec™ 1700. Это обусловлено тем, что данное вещество имеет более низкие показатели вязкости и поверхностного натяжения по сравнению с большинством других покровных растворов, изготавливаемых на основе водных или углеводородных растворителей. Растворитель, входящий в состав покрытия Novec™ 1700, не горит и малотоксичен. Однако при его использовании рекомендуется соблюдать правила промышленной гигиены и использовать систему вентиляции и локальный вытяжной вентилятор.

**Нанесение покрытий методом погружения** является простым и эффективным процессом, обеспечивающим полный охват обрабатываемого объекта. Низкие показатели вязкости и поверхностного натяжения жидкости Novec™ 1700 позволяют покрывать практически любую подложку и проникать в очень ограниченные пространства. В ходе этого процесса необходимо учитывать геометрию конструкции печатной платы во избежание растекания и потери покровного раствора. Резервуары для нанесения покрытия Novec™ 1700 методом погружения изготавливаются, как правило, из нержавеющей стали или прозрачных материалов, таких как стекло или прозрачный полиакрилат (PMMA). Процессы нанесения покрытия методом погружения могут выполняться вручную или автоматически. Поддержание минимального объема резервуара, достаточного лишь для покрытия узла, в сочетании с автоматическим распределением (дозированием) покровного раствора может помочь минимизировать перекрестное загрязнение. Рекомендуется использовать глубокий резервуар с высокими бортами для контроля испарения. При разных скоростях подачи получается разная толщина покрытия, а оптимальные условия зависят от размера платы, компоновки и плотности размещения компонентов.

**Нанесение покрытий распылением** может выполняться вручную или селективно с использованием роботизированного оборудования для распыления. Используя предварительно запрограммированную систему управления, роботизированная распылительная установка может выполнять эффективное и равномерное напыление на компоненты со сложной геометрией, сокращая время и усилия по сравнению с ручными методами нанесения покрытий. Для ручного распыления может потребоваться меньший объем оборудования, однако по самой сути этого метода покрытие получается менее равномерным, и могут появиться "наплывы" и увеличиться расход покровного раствора.

**Капельный метод нанесения покрытий**, выполняемый селективным полупавтоматическим капельным/линейным распределением покрытия Novec™ 1700 с использованием программируемого перистальтического (шлангового) насоса, используется, как правило, на сборочных линиях, на которых затраты на рабочую силу не велики и в бюджете не предусмотрены средства на автоматизацию процесса. Использование этого метода позволяет точно контролировать расход и объем вещества, сохраняя при этом ручное управление операциями, связанными с самим нанесением покрытия.

**Капиллярное нанесение покрытий** с контролем границ может быть эффективным для более качественного контроля покрытия. Покровный раствор можно контролировать путем создания формы с заданным профилем, которая едва касается выбранной зоны покрытия на печатной плате. Покрытие Novec™ 1700 представляет собой низковязкую жидкость, которая эффективно проникает в капиллярные зазоры и смачивает область контакта формы с подложкой. Низкое поверхностное натяжение покровного раствора обеспечивает смачивание большинства видов поверхностей, включая труднодоступные для смачивания подложки с низким показателем поверхностной энергии, такие как силиконы и фторполимеры.

**Нанесение покрытий кистью** обычно не рекомендуется использовать в производственных процессах. На волоски кисти могут попадать частицы материала с подложки, что приводит к перекрестному загрязнению раствора, используемого для нанесения покрытия. Сложно контролировать количество наносимого раствора. Основными проблемными моментами являются повышенный расход раствора и непостоянное фактическое количество наносимого покрытия.

#### Нанесение покрытия 3M™ Novec™ 1702 Electronic Grade Coating:

В небольшие соединители с малым шагом между контактами может легко попадать материал для нанесения покрытия. Это вызывается капиллярным потоком низковязкого покровного раствора. В этих случаях рекомендуется использовать покрытие Novec™ 1702, являющееся версией покрытия Novec™ 1700 с пониженной концентрацией. Надлежащий контроль объема раствора и заполнения области нанесения покрытия позволяет избежать сопряжения поверхностей соединителей. Небольшое количество покрытия Novec™ 1702, попадающее на границу соединителя, не сказывается на его целостности. Рекомендуется производить оценку свойств покрытия и процесса его нанесения на соединители на производственной линии.

#### Рекомендации по управлению технологическим процессом и контролю качества

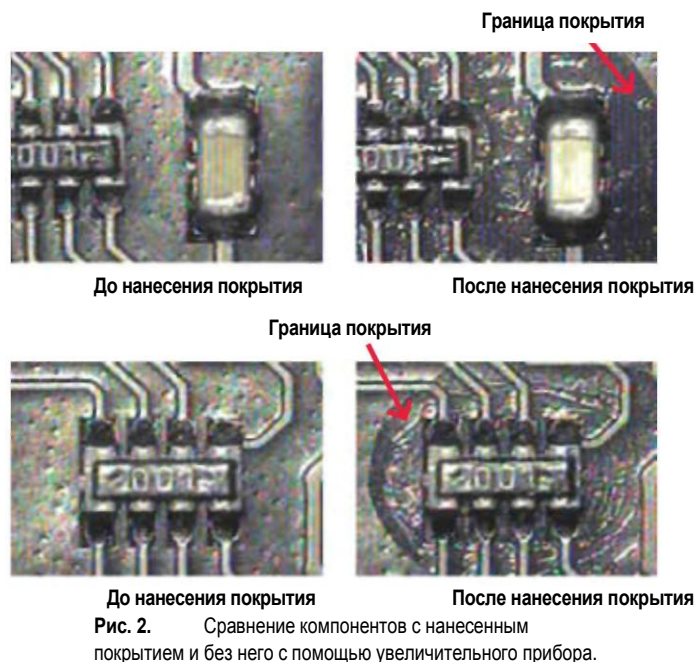
Интенсивность распределения покрытия Novec™ 1700 можно измерить с помощью простых электронных весов. Эффективным методом управления технологическим процессом на производственном объекте является измерение массы распределяемой жидкости в минуту в начале каждой четырехчасовой рабочей смены.

Для того чтобы идентифицировать печатную плату с нанесенным покрытием, на черную поверхность смонтированных компонентов можно нанести небольшие точечные пятна покровного раствора (см. рис. 1). Метки раствора Novec™ 1700 на темной поверхности видны невооруженным глазом.



**Рис. 1.** Примеры маркировки темных компонентов каплями покрытия Novec™ 1700 для идентификации узлов с уже нанесенным покрытием

На более светлых подложках или компонентах печатных плат границы не покрытых полимерной пленкой областей и областей, на которые нанесено покрытие Novec™ 1700, можно увидеть под микроскопом при соответствующем освещении. Гораздо легче увидеть покрытие, если сравнить две печатные платы с покрытием и без покрытия, положив их рядом друг с другом (см. рис. 2).

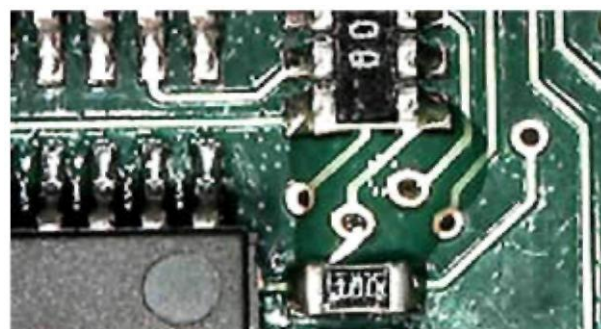


**Рис. 2.** Сравнение компонентов с нанесенным покрытием и без него с помощью увеличительного прибора.

Тест на несмачиваемость масла также может помочь идентифицировать наличие покрытия Novec™ 1700 на печатной плате. Высохшие пленки этого покрытия отталкивают жидкости, такие как минеральное масло, парафиновое масло и гексадекан. Несмачиваемость минерального масла или парафинового масла на областях, покрытых пленкой Novec™ 1700, является простым методом проверки покрытия в процессе приемочного контроля (см. рис. 3).



Смачиваемость масла на печатной плате без защитного покрытия



Несмачиваемость масла на печатной плате с нанесенным покрытием Novec™ 1700

**Рис. 3.** Использование свойства смачиваемости/несмачиваемости масла для проверки поверхностей печатных плат с нанесенным покрытием Novec™ 1700 и без него.

Нанесение покрытия 3M™ Novec™ 1700 рекомендуется выполнять при температуре окружающей среды 20–27 °C и относительной влажности воздуха (RH) 40–70 %. Контроль влажности помогает предотвратить конденсацию влаги на полимерной пленке, возникающей в результате охлаждения при испарении растворителя для нанесения покрытия. Контроль температуры помогает поддерживать приемлемое время высыхания во время производственного процесса. При температуре 25 °C влажная пленка толщиной 50 микрон (полимер и растворитель) покрытия Novec™ 1700 может высохнуть в течение 5 секунд.

В системах, использующих метод распыления и капельный метод, сопло и наконечник распределительного устройства могут засориться покровным полимером Novec™ 1700 в случае приостановки процесса нанесения покрытия на время свыше 30 минут. Засорение можно устранить простым погружением сопла и наконечника в покровную жидкость Novec™ 1700 или в специализированную жидкость 3M™ Novec™ 7100 Engineered Fluid, используемую в качестве растворителя, на 3 секунды. При этом остаток полимера растворяется, и сопло с наконечником распылителя снова готовы к работе.

## Доработка

Высохшие пленки покрытия Novec™ 1700 можно растворить и удалить с узлов с нанесенным покрытием с помощью жидкости Novec™ 7100, используемой в качестве растворителя. Поскольку тонкая полимерная пленка оказывает минимальное влияние на теплопередачу, можно производить пайку и отпайку непосредственно на узлах печатных плат с нанесенным покрытием Novec™ 1700. Во время выполнения операций пайки и отпайки всегда должны использоваться вытяжной вентилятор и система вентиляции.

Вопросы и комментарии, касающиеся приведенной в данной публикации информации, можно посылать непосредственно ее авторам:

Джордж Ип (George Ip) – [gyip@mmm.com](mailto:gyip@mmm.com)

Карл Манске (Karl Manske) – [kjmanske@mmm.com](mailto:kjmanske@mmm.com)

## Семейство торговых марок 3M™ Novec™

Торговая марка Novec™ присваивается широкому спектру запатентованных продуктов 3M™. Хотя каждый из них имеет свою уникальную формулу и эксплуатационные свойства, все продукты Novec™ в своей совокупности предназначены для обеспечения безопасных, эффективных и экологически рациональных решений для различных вариантов промышленного применения. К ним относятся чистка прецизионного и электронного оборудования, теплопередача, пожаротушение, нанесение смазочных материалов и ряд специализированных применений химических продуктов.

Специализированные жидкости 3M™ Novec™ • Аэрозольные очистители 3M™ Novec™ • Жидкий агент для пожаротушения 3M™ Novec™ 1230\* Покрытия 3M™ Novec™ для электронного оборудования • ПАВ-материалы 3M™ Novec™ для электроники

США	Китай	Европа	Япония	Корея	Сингапур	Тайвань
3M™ Electronics Markets Division 800 810 8513	3M™ China Ltd. 86216275 3535	3M™ Belgium N.V. 32 3 250 7521	Sumitomo 3M™ Limited 813 3709 8250	3M™ Korea Limited 82 2 37714114	3M™ Singapore Pte. Ltd. 6564508888	3M™ Taiwan Limited 886 227049011

**Важная информация:** эта техническая информация предоставляется бесплатно и может частично основываться на данных испытаний, проведенных на лабораторных установках 3M™, и/или на данных из материалов испытаний, проведенных сторонними организациями (не 3M™), и/или на информации, взятой из многочисленных промышленных информационных источников. Хотя мы рассматриваем эти информационные источники и результаты испытаний как достоверные, их точность или полнота не гарантируются. Результаты, полученные конечными пользователями, могут отличаться от указанных в публикации из-за различий в типах испытаний, условиях и вариантах применения. Эта информация предназначена для специалистов, обладающих достаточными знаниями и навыками анализа, проработки и использования подобной информации. Пользователь должен оценить и определить пригодность самого продукта, и/или информации о продукте, и/или другой представленной информации для предполагаемого варианта применения. Приведенная выше информация представлена в своем исходном виде ("как есть"). Предоставляя эту информацию, компания 3M™ не дает никаких гарантий, касающихся использования продукта или информации или эксплуатационных характеристик, включая любые предполагаемые гарантии товарного состояния или пригодности для использования в конкретных целях.

**Использование продукта:** все утверждения, техническая информация и рекомендации, представленные в данном документе, основаны на результатах испытаний или опыте, которые компания 3M™ считает достоверными. Однако многие факторы, не зависящие от возможностей компании 3M™, могут влиять на особенности применения и эксплуатационные характеристики продуктов 3M™ в конкретных случаях; к ним относятся условия использования продукта, время и условия окружающей среды, в которых предполагается использовать тот или иной продукт. Поскольку эти факторы являются уникальными, известны пользователю и могут им контролироваться, пользователь должен оценить возможности использования продукта 3M™ для конкретной цели и его пригодность для конкретного метода применения.

**Гарантия и частичное возмещение ущерба:** если не оговорено особо в документации на продукцию 3M™, дополнительных вкладышах в общей упаковке или в упаковке отдельных продуктов, компания 3M™ гарантирует, что каждый продукт 3M™ соответствует действующим спецификациям на момент его поставки. На отдельные продукты могут предоставляться дополнительные или иные гарантии, указанные в документации на продукт, на вкладышах в общей упаковке или в упаковках отдельных продуктов. 3M™ НЕ ДАЕТ НИКАКИХ ИНЫХ ГАРАНТИЙ, ПРЯМЫХ ИЛИ ПОДРАЗУМЕВАЕМЫХ, ВКЛЮЧАЯ, ПОМИМО ПРОЧЕГО, ЛЮБЫЕ ПОДРАЗУМЕВАЕМЫЕ ГАРАНТИИ ТОВАРНОЙ ПРИГОДНОСТИ ПРОДУКТА ИЛИ ЕГО ПРИГОДНОСТИ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В КОНКРЕТНЫХ ЦЕЛЯХ ИЛИ ЛЮБЫЕ ПОДРАЗУМЕВАЕМЫЕ ГАРАНТИИ, ВЫТЕКАЮЩИЕ ИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕГО ПОРЯДКА ДЕЛОВЫХ ОТНОШЕНИЙ, ТАМОЖЕННЫХ ТРЕБОВАНИЙ ИЛИ ТОРГОВОГО ОБЫКНОВЕНИЯ. Пользователь должен самостоятельно и под свою ответственность определить пригодность продукта 3M™ для использования по конкретному назначению и возможность его применения в предполагаемых пользователем целях. Если в течение гарантийного периода обнаружен дефект продукта 3M™, исключительным правом пользователя и единственной обязанностью 3M™ и продавца является, на усмотрение 3M™, замена продукта или возмещение его покупной стоимости.

**Ограничение ответственности:** за исключением случаев, предусмотренных законом, компания 3M™ и продавец не несут ответственности за любые прямые, косвенные, фактические или побочные убытки или ущерб, вызванные применением продукта 3M™, безотносительно заявленной теории права, включая ответственность по гарантийным обязательствам, контрактам, а также ответственность за ущерб от небрежного обращения с продуктом или объективную ответственность.



Подлежит повторному использованию. Напечатано в США.  
Дата выпуска: 2/11 ©3M™ 2011.  
Все права защищены 7569NB  
60-5002-0499-9

3M™ и Novec™ являются товарными знаками компании 3M™.  
Используются по лицензии дочерними компаниями и филиалами 3M™.