

Введение

Настоящий бюллетень посвящен долговечности клеепереносящих лент и лент VHB™ на основе акриловой пены, а также их способности выполнять свои функции в условиях с повышенными требованиями. Вопрос стойкости рассматривается с различных точек зрения включая химический состав и устойчивость к неблагоприятным внешним условиям, результаты независимых и проведенных силами 3M испытаний на стойкость, а также с точки зрения ряда применений, где ленты VHB™ продемонстрировали превосходные эксплуатационные характеристики в условиях с повышенными требованиями. Также в бюллетене рассматриваются результаты испытаний на влагостойкость, на соответствие требованиям стойкости по стандартам UL, ускоренных климатических испытаний, наружных климатических испытаний, испытаний циклическим температурным воздействием, а также на сопротивление усталости.

О химическом составе

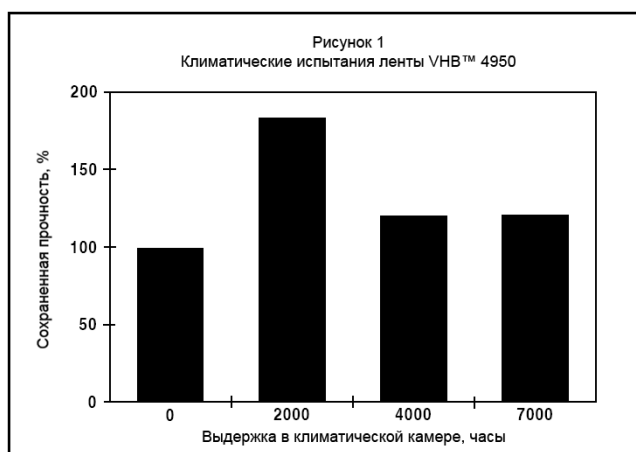
Уже на протяжении более 35 лет компания 3M является технологическим лидером в чувствительных к давлению акрилатных адгезивах. Клеепереносящие и выполненные на основе акриловой пены ленты VHB™ представляют собой примеры собственных достижений 3M в химии стойких веществ. Сопротивляемость долговременному старению обеспечивается полимером, содержащимся в обоих названных типах лент. Химические связи, формирующие цепочки полимера, состоят из ковалентных связей углерод-углерод, обладающих высокой стойкостью к нагреву, УФ-излучению и химическим воздействиям. В случае менее стойких пен и адгезивов такие воздействия могут приводить к разрыву хребта полимера, что в свою очередь приводит к ослаблению механических свойств. В случае же акриловых адгезивов и пен, однако, дополнительные поперечные связи повышают сопротивляемость разрыву цепочек. Это означает, что с течением времени вместо процесса распада в акрилатных материалах происходит постепенное усиление их механических свойств. Это, в свою очередь, выражается в еще более сильном и долговечном соединении.

Испытания на стойкость**Воздействие температуры**

По причине широкого разнообразия применений, которые потребители находят для лент VHB™, а также предъявляемых при этом повышенных требованиях, стойкость лент всегда представляла наивысший интерес. Одним из первых вопросов является способность сохранять клейкость и адгезию после выдержки при повышенных температурах. Клеепереносящая лента VHB™ F-9473PC сохранила 92% адгезии при тесте на отслаивание после того как рулон ленты прошел 5-летнюю выдержку при температуре 65°C. Начальная клейкость и удаляемость защитного лайнера не имели замечаний. Продemonстрированное незначительное снижение адгезии показывает, что рулон этой ленты сохраняет свои свойства при длительной выдержке при повышенных температурах. Соединения, выполненные с использованием лент VHB™, способны выдерживать периодические краткосрочные воздействия температур до 150°C для большинства вспененных лент и до 260°C для клеепереносящих лент.

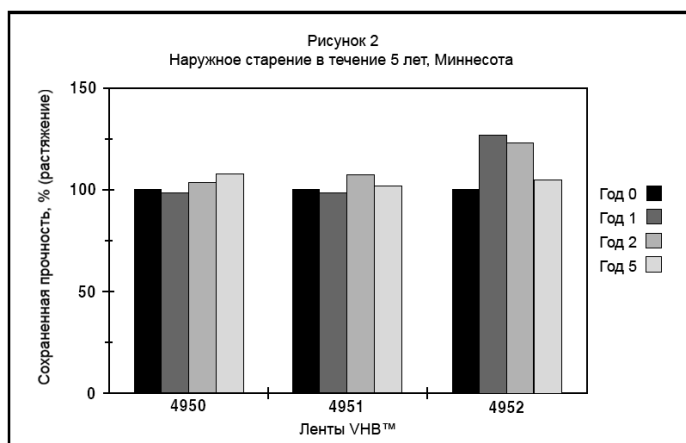
Ускоренные климатические испытания

Для изучения влияния на соединение теплового воздействия, влажности и интенсивного УФ-излучения был проведен ряд дополнительных испытаний по ускоренному старению. В рамках теста динамическая сдвиговая нагрузка прикладывалась к соединению двух листов нержавеющей стали с частичным перекрытием, выполненному при помощи ленты VHB™ 4950, которое в ходе теста подвергалось циклическому нагреву, повышенной влажности, а также воздействию дуговой лампы. Отдельно на малых образцах было испытано воздействие повышенного количества УФ-излучения. Как показано на Рис.1, даже после 7000 часов выдержки соединения в климатической камере его прочность не упала ниже первоначального уровня.



Наружные климатические испытания

Для сбора данных о функционировании лент VHB™ также используются платформы наружных климатических испытаний, расположенные в штатах Аризона, Флорида и других. Данные испытания как правило демонстрируют практически стопроцентное сохранение прочности соединения по итогам выдержки на протяжении от 2 до 5 лет в условиях жаркого и влажного климата Флориды, жаркого, сухого с большим количеством солнечных дней климата Аризоны и в условиях циклической – от жары жо холода – погоды штата Миннесота. Испытаниям подвергались соединения с участием алюминия, стекла, ПВХ и окрашенного металла. На Рис.2 показаны стабильные характеристики лент VHB™ 4950, 4951 и 4952 после 5 лет наружного климатического старения в Миннесоте (в течение года температура в штате меняется в пределах от -15°C до +30°C). Похожие результаты были получены по итогам 5-летних испытаний лент VHB™ в Японии.



Технический бюллетень

Долговечность лент 3М™ VHB™

Стойкость к влаге и растворителям

В рамках следующих испытаний соединение алюминий-алюминий на ленте VHB™ 4945 было подвергнуто более чем 10-летней выдержке в растворе, содержащем 5% соли, и обычной водопроводной воде. По окончании испытаний под слоем адгезива поверхности алюминия были найдены чистыми и хорошо отражающими свет. При механическом разрыве соединения был зафиксирован смешанный адгезионно-когезионный разрыв, что свидетельствует об очень высоких характеристиках лент. Длительная выдержка соединения в условиях влажности или погружения в воду может иметь эффект повышенной эластичности полимера и его большей толерантности к удлинению. Являющееся результатом этого приблизительно 40%-е снижение пиковой нагрузки при испытаниях на растяжение продолжает наблюдаться в течение многих дней. Аналогичный эффект наблюдается в случае с материалами из структурного силикона, известными за свою долговечность. Просушка соединения с использованием ленты VHB™, естественно происходящая в нормальных климатических циклах, показывает, что данный эффект является обратимым. При этом по своим характеристикам соединение полностью возвращается к своему «сухому» состоянию.

Отсутствие отрицательного эффекта также наблюдается в случае попадания брызг или иного случайного контакта соединения с такими растворителями как различные виды топлива, спирты, очистители клея типа MEK и даже слабые кислоты и щелочи. Смягчение адгезива и/или пены наблюдалось только в случае продолжительного погружения в агрессивные топлива и растворители. **Важное замечание:** принимая во внимание способность лент VHB™ выдерживать случайный контакт с такими типами химикатов, их применение для условий длительного соприкосновения с такими химикатами не рекомендуется.

Соответствие стандартам UL и испытания на долговечность

Представители как клеепереносящих так и вспененных лент семейства VHB™ соответствуют стандартам UL 746C, что подразумевает строгие квалификационные испытания и периодический мониторинг со стороны Лаборатории Страховщиков (Underwriters Laboratory, UL). Квалифицирование по этим стандартам требует сохранения высокой прочности после длительного воздействия высоких и низких температур, влаги и циклически изменяющихся условий. В приведенной ниже таблице перечислены ленты VHB™, соответствующие стандарту UL 746C, а также комбинации соединяемых материалов с указанием максимальной температуры для каждой такой комбинации.

Технический бюллетень

Долговечность лент 3М™ VHB™

Состав лент 3М™ VHB™,
соответствующих стандарту UL 746C – запись МН 17478
Категория QOQW2 - полимерные связующие системы для электрического
оборудования и компонентов

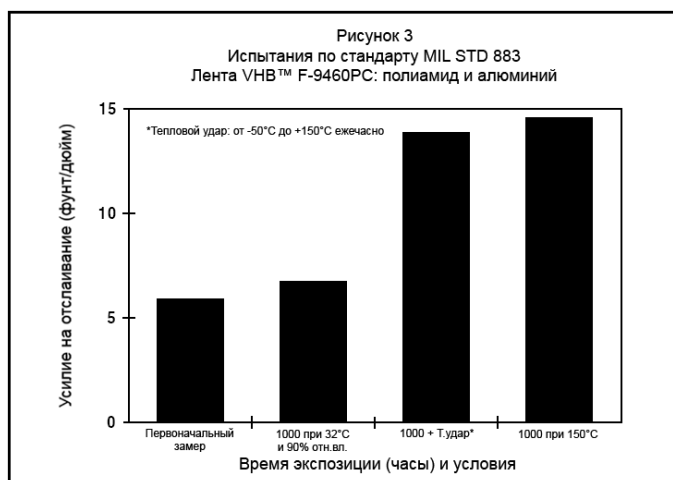
Семейство продуктов	Материалы	Температуры
Вспененные ленты VHB™ 4950, 4930, 4920	Алюминий, нерж. сталь, оцинкованная сталь, эмалированная сталь, стекло, эпоксидные смолы, керамика	110°C
	ПБТ (Полибутилентерефталат)	90°C
	Поликарбонат, АБС, непластифицированный ПВХ	75°C
Мягкие вспененные ленты VHB™ 4956, 4941, 4936, 4926	Керамика	110°C
	Алюминий, нерж. сталь, оцинкованная сталь, эмалированная сталь, поликарбонат, непластифицированный ПВХ, стекло, эпоксидные смолы, ПБТ	90°C
	АБС	75°C
Вспененная лента VHB™ 4945	Фенолы, алюминий, оцинкованная сталь, алкидные эмали	110°C
	Полиамид (нейлон), поликарбонат, АБС	90°C
	Непластифицированный ПВХ	75°C
Клеепереносящие ленты VHB™ F-9473PC, F-9469PC, F-9460PC	Нерж. сталь, стекло, эпоксидные смолы, эмалированная сталь, керамика, фенолы, никелированная сталь (только для 9469)	110°C
	АБС, поликарбонат, алюминий, оцинкованная сталь	90°C
	Непластифицированный ПВХ	75°C

Прозрачность

С момента появления прозрачных акриловых лент VHB™ 4910 и 4905 как правило возникает вопрос о долговечности прозрачности и постоянстве внешнего вида. Для этой цели в климатической камере были проведены тесты протяженностью в 3000 часов, в течение которых соединения подвергались воздействию высоких температур и интенсивного УФ-излучения. Для измерения прозрачности использовались два полированных стекла толщиной 3 мм каждое, соединенные между собой прозрачной лентой VHB™ 4910 толщиной 1 мм. С течением цикла экспозиции периодически измерялся коэффициент пропускания, с зафиксированными начальным и конечным значениями 88.2% и 87.3% соответственно. Длительная экспозиция в жестких условиях привела к потере лишь 1% прозрачности. Однако в условиях высокой влажности ленты VHB™ 4910 и 4905 могут помутнеть в силу абсорбции молекул воды. Поскольку одни и те же акриловые полимеры используются во всем семействе лент VHB™, данные результаты дают основание рассматривать высокую стабильность как общее свойство всего семейства продуктов VHB™.

Тепловой удар

Ленты VHB™ также хорошо показали себя в испытаниях аналогичных предусмотренным стандартом MILSTD 883, широко используемым для квалифицирования долговечных продуктов для электронной промышленности. В рамках данного тестирования испытываемые соединения выдерживаются в течение 1000 часов при 150°C, 1000 часов при 85°C и относительной влажности 85%, и 1000 часов в режиме теплового удара с часовыми температурными циклами от -50°C до +150°C. На Рис.3 показаны превосходные результаты, продемонстрированные клеепереносящей лентой VHB™ F-9460PC в аналогичном испытании, в котором оценивалось соединение алюминия с полиамидом. Как правило, прочность соединения со временем растет в силу растущей площади соприкосновения чувствительного к давлению адгезива с поверхностями.

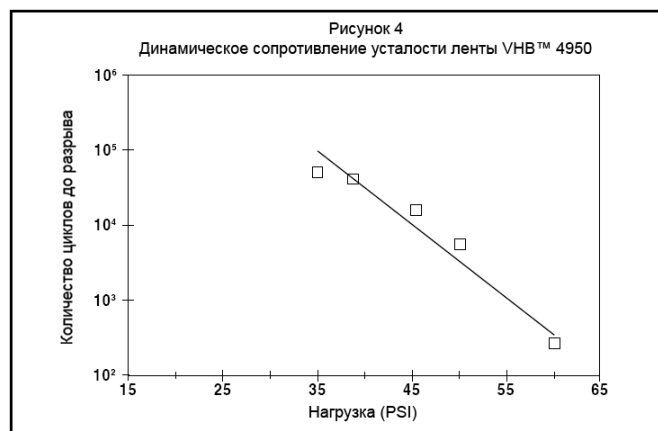


Усталость

Еще одним аспектом долговечности является сопротивление усталости. Многие испытания, которым подвергают адгезивы, являются скоротечными: отслаивающая, разрывающая или растягивающая нагрузка подаются так, что образец разрывается в течение нескольких секунд. Такие тесты позволяют быстро охарактеризовать краткосрочную пиковую нагрузку, которую способно выдержать соединение, однако они не дают какой-либо информации о способности продукта выдерживать вибрации или повторяющиеся натяжения. Поскольку потребители нередко применяют ленты VHB™ там, где требуется сопротивление усталости, как, например, при производстве грузовиков и трейлеров, дорожных знаков и строительных панелей, компания 3М разработала специальный тест для оценки данного показателя.

Тестовые образцы были подвергнуты циклическим нагрузкам на определенном диапазоне растягивающих усилий. Нагрузки выбирались так, чтобы разрывы происходили по прошествии различных временных интервалов из широкого диапазона. По мере уменьшения нагрузки образец выдерживает все большее число циклов, что может быть показано при помощи полулогарифмического построения (Рис.4). Прямая линия, полученная на диаграмме, позволяет предсказать поведение продукта при меньших нагрузках и, следовательно, большем количестве циклов на разрыв. Имея оценку срока жизни продукта в условиях циклической нагрузки, экстраполируя эти данные можно оценить максимально допустимый уровень нагрузок. Для акриловых вспененных лент это типично 20 psi (1 psi = 6894,757 паскалей) на один миллион циклов полностью обратимой нагрузки. Ленты VHB™ положительно показывают себя в таких тестах в силу свойственной им

вязкоэластичности. Акриловая пена и адгезив поглощают кинетическую энергию и снимают напряжения, защищая тем самым адгезию клеевого состава к поверхности.



Примеры применений с требованием долговечности

Несмотря на то, что положительные результаты испытаний всегда действуют ободряюще, лучшими доказательствами долговечности лент VHB™ являются существующие на практике применения. Клеепереносящие ленты VHB™ отсчитывают свою историю применений с середины 1970-х годов, в то время как первые применения вспененных акриловых лент VHB™ датируются 1980-м годом.

Одним из старейших и наиболее наглядных является применение вспененных лент VHB™ при сборке кузовов машин скорой помощи в США. Алюминиевые панели, из которых собирается кузов, крепятся к раме при помощи лент VHB™. Это применение накладывает требование долговечности в условиях жесткой эксплуатации автомобилей на протяжении многих лет.

Другим примером применения с требованием долговечности стала сборка конструкции навесного фасада при строительстве здания казначейства в Сингапуре. Здесь производилось укрепление фасадных панелей против ветровой нагрузки при помощи ребер жесткости, монтируемых с невидимой стороны. Такой монтаж обязан выдерживать ветровые нагрузки, ежедневные тепловые деформации расширения и сжатия, а также повышенные температуры. Аналогичные применения при строительстве навесных фасадов имеются сегодня по всему миру. Архитектурные и дорожные знаки, собранные с применением лент VHB™ еще в начале 1980-х, по сей день успешно выдерживают непрерывные климатические воздействия, сильные ветры и периодические штормы.

Еще одно подтверждение надежности лент VHB™ было получено на автомобильном испытательном полигоне компании Bendix в штате Индиана. Испытаниям был подвергнут полноразмерный грузовик со спальным отсеком, все внешние панели которого, включая сборку дверей, были смонтированы на каркасе при помощи лент VHB™ 4950. После имитации приблизительно 300 000 миль пробега (около 480 000 км) по специальной грубой трассе все соединения, выполненные при помощи лент VHB™ остались абсолютно неповрежденными. Особое значение этому придает тот факт, что при этом пришли в негодность отдельные механические и даже сварные соединения, что потребовало ремонта для продолжения испытаний.

Наконец, одно из наиболее требовательных применений для лент VHB™ используется при креплении внешней обшивки самолетов. Ряд моделей коммерческих авиалайнеров имеют закрылки, снабженные полосками нержавеющей стали, препятствующей ускоренному абразивному износу поверхности при взлетах и посадках, когда закрылки выдвигаются и вновь задвигаются в крыло. Клеепереносящая лента VHB™ 9473 и по сей день является средством крепления этих панелей. Данное применение существует с 1984 года. Надежность – важнейшее требование в данном применении, поскольку соединение подвергается большим перепадам температур, от сильного разогрева при прямом попадании солнечных лучей во время нахождения на земле до -54°C на больших высотах. И такие циклы могут повторяться несколько раз в течение одного только дня.

Дополнительная информация	Для запроса дополнительной информации о продукте или решения вопроса об организации помощи в продажах звоните по телефону в Москве (495) 784-7479 или посетите наш сайт по адресу www.3M.com/adhesives .
Важное примечание	Пользователь несет ответственность за определение того, пригоден ли данный продукт компании 3М для данной конкретной цели и подходит ли он для предполагаемого пользователем метода нанесения (применения). Помните, что множество факторов может влиять на использование и характеристики продукта компании 3М в конкретном применении. Факторы, которые могут влиять на использование и характеристики продукта компании 3М, включают материалы, которые должны скрепляться с данным продуктом, подготовку поверхности этих материалов, продукт, выбранный для использования, условия, в которых используется этот продукт, а также время и внешние условия, в которых предполагается эксплуатация этого продукта. Учитывая разнообразие факторов, которые могут влиять на использование и характеристики продукта компании 3М, а также то, что ряд этих факторов известен и подконтролен исключительно пользователю, необходимо, чтобы пользователь оценил данный продукт компании 3М, чтобы определить, пригоден ли он для данной конкретной цели и подходит ли он для предполагаемого пользователем метода нанесения (применения).
Гарантия	Компания 3М в течение 12 месяцев с даты изготовления гарантирует, что лента 3М™ VHB™ не имеет дефектов материала и производства. КОМПАНИЯ 3М НЕ ДАЕТ НИКАКИХ ИНЫХ ГАРАНТИЙ, ВЫРАЖЕННЫХ ИЛИ ПОДРАЗУМЕВАЮЩИХСЯ, ВКЛЮЧАЯ, В ЧИСЛЕ ПРОЧЕГО, ЛЮБЫЕ ПОДРАЗУМЕВАЮЩИЕСЯ ГАРАНТИИ КОММЕРЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ИЛИ ПРИГОДНОСТИ ДЛЯ КОНКРЕТНЫХ ЦЕЛЕЙ Настоящая ограниченная гарантия не охватывает ущерб в результате использования или невозможности использования ленты 3М™ VHB™ из-за неправильного использования, качества нанесения или нанесения или хранения с нарушением процедур, рекомендованных компанией 3М.
Ограничение возмещения и ответственности	Если данная лента 3М™ VHB™ в течение указанного выше гарантийного срока будет признана дефектной. ЕДИНСТВЕННЫМ ВОЗМЕЩЕНИЕМ, ПО ВЫБОРУ КОМПАНИИ 3М, БУДЕТ ВОЗВРАТ ПОКУПНОЙ ЦЕНЫ ИЛИ РЕМОНТ ИЛИ ЗАМЕНА ДЕФЕКТНОЙ ЛЕНТЫ 3М™ VHB™. Компания 3М не несет никакой иной ответственности за убытки или ущерб, как прямые, косвенные, фактические, побочные или инициированные, невзирая на признанную юридическую теорию, включая небрежность, гарантийную или объективную ответственность.



Индустриальные клейкие ленты и адгезивы

121614 Москва, Россия
Ул.Крылатская, д.17, стр. 3
Бизнес-парк «Крылатские Холмы»