

1. ВВЕДЕНИЕ

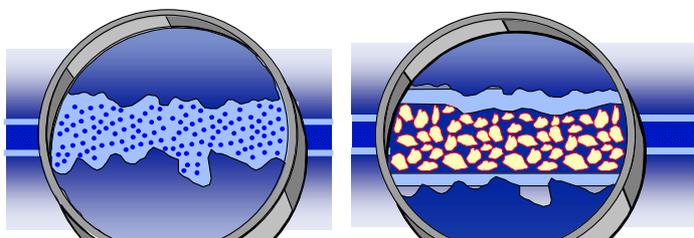
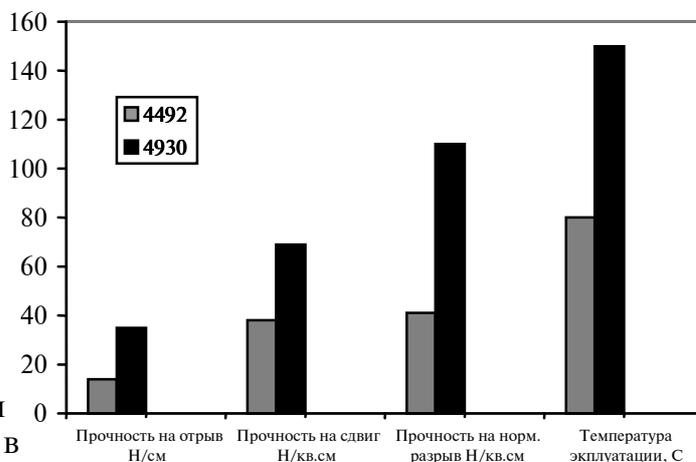
Двусторонние клейкие ленты широко используются как альтернатива традиционным механическим средствам монтажа – шурупам, болтам, сварке, прежде всего благодаря возможности сохранять поверхность соединяемых материалов нетронутой и ровной, а линию соединения деталей – практически незаметной, обеспечивая привлекательный **внешний вид изделий**. Ленты обладают также безусловным технологическим достоинством – **монтаж деталей происходит моментально**, при этом не требуется никакого специального оборудования и исключаются многие трудоемкие операции: сверление отверстий, сварочные работы, установка крепежа, очистка поверхности от остатков клея и пр. Кроме того, ленты часто дают существенную **экономия материалов** – как за счет уменьшения отходов, так и за счет использования более экономичных материалов, монтаж которых традиционными способами невозможен. Одновременно ленты предоставляют новые возможности в области дизайна и дают большую свободу при проектировании, позволяя создавать конструкции, практически неосуществимые при применении традиционных средств монтажа. Однако, принимая во внимание относительную новизну этого типа продуктов для российского рынка и огромный разброс производимых продуктов по стоимости и уровню исполнения, существенной является проблема выбора ленты, максимально соответствующей требованиям того или иного применения. В настоящем материале мы попытаемся рассмотреть конструкционные возможности клейких лент и проблему выбора оптимального продукта, сделав специальное упоминание на специальной высокопрочной группе лент VHB™ (Very High Bond)

ОГРАНИЧЕНИЯ ТРАДИЦИОННЫХ ЛЕНТ

Традиционно для конструкционных целей используются клейкие ленты, в которых в качестве основы-носителя используются пеноматериалы: вспененный полиэтилен, полиуретан, поливинилхлорид, неопрен. Мягкая и гибкая основа позволяет компенсировать неровности соединяемых деталей и обеспечивает наиболее полный контакт клеевого слоя с поверхностью. Однако прочность этих материалов невысока, они имеют очень ограниченную стойкость к действию УФ-излучения и химическую стойкость. Именно это является основным препятствием на пути применения клейких лент в изделиях, используемых вне помещений, подвергающихся воздействию агрессивных сред, высокой температуры и требующих высокой прочности, надежности и долговечности.

ПРОЧНОСТЬ

Стремление снять эти ограничения 15 лет назад привело специалистов компании 3М к созданию принципиально новой группы двусторонних клейких лент, объединяемых сегодня под общим названием Scotch® VHB™ (Very High Bond). Главным в конструкции лент класса VHB™ является использование в качестве основы эластичных акриловых полимеров с закрытыми ячейками. Ленты на такой основе в

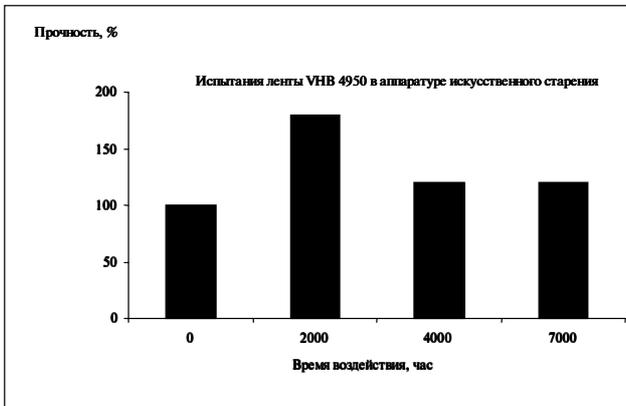


сочетании со специальными акриловыми клеевыми составами обладают, прежде всего, несравненно более **высокой прочностью**, нежели традиционные клейкие ленты. Так из

диаграммы видно, что при склеивании алюминия лента на пеноакриловой основе VHB™ 4930 превосходит ленту 4492 на пенополиэтиленовой основе с акриловым клеем по всем прочностным характеристикам не менее, чем в два раза. Еще более существенной будет разница в прочности на шероховатых и неровных материалах, поскольку пластичная акриловая основа ленты обеспечивает более полный клеевой контакт с поверхностью.

ХИМИЧЕСКАЯ СТОЙКОСТЬ

Закрываются структура основы и химическая инертность акриловых полимеров ее



составляющих делают ленты VHB существенно более стойкими к воздействию факторов внешней среды: **УФ-излучению, влаги, солей, растворителей, температуры** по сравнению с лентами на основе вспененных полимеров. Эксперименты в аппарате ускоренного старения показали, что прочность клеевого соединения, например, ленты 4950, практически не меняется после 7000 часов циклического воздействия нагревания, влажности и облучения.

Почти 100% сохранение адгезии в соединениях алюминия, стекла,

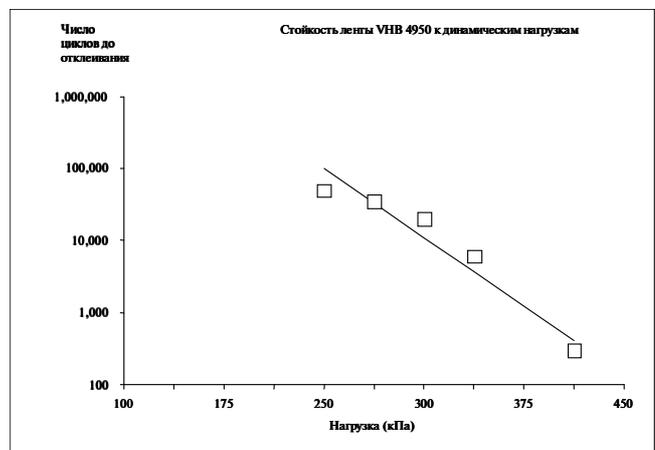
поливинилхлорида и окрашенного металла наблюдалось после циклов естественного старения в течение 2-5 лет в жарком и влажном климате Флориды; жарком, сухом и очень солнечном – Аризоны; с большими перепадами температур – Миннесоты.

Испытания на влагостойкость проводились на образцах алюминия, склеенного с помощью клейкой ленты VHB™ 4945. Клеевое соединение сохранялось после выдержки в течение более 8 лет в обычной водопроводной воде и воде с 5% содержанием соли. При разрушении клеевого соединения одновременно наблюдались как отклеивание, так и расслаивание клеевого слоя, то есть лента сохраняла высокую адгезию к металлу. После удаления ленты была видна чистая блестящая алюминиевая поверхность.

Высокая химическая стойкость лент VHB в сочетании с герметизирующими свойствами позволяет применять их в самых разнообразных климатических зонах и в жестких эксплуатационных условиях (воздействие агрессивных сред, морской воды). Использование лент дает возможность повысить **долговечность конструкции**, препятствуя протеканию коррозии при соединении различных типов металлов, изолируя чувствительные детали изделия от воздействия агрессивных сред.

ЭЛАСТИЧНОСТЬ

Особенно важным является то, что основа лент VHB™ обладает совершенно новым качеством – комбинацией **вязких и эластичных свойств**. Текучесть (малая вязкость) основы обеспечивает проникновение ленты в микронеровности поверхности и создание прочной адгезионной связи, эластичность позволяет изменять форму ленты под действием нагрузки и восстанавливать ее даже после многократной деформации. Комбинация этих качеств делает соединения на лентах



VHB™ особо устойчивыми к действию **ударных и вибрационных нагрузок**, поскольку, деформируясь под действием удара, ленты поглощают и распределяют его энергию, максимально сдерживая его распространение, а после восстанавливают свою исходную форму. Это существенно отличает ленты VHB от механического крепежа и лент на основе

из неэластичных материалов, которые имеют очень ограниченную способность к обратимой деформации и после снятия нагрузки не возвращаются в прежнюю форму. Стойкость лент к переменным нагрузкам убедительно продемонстрирована экспериментально. Так, например, целостность клеевого соединения на ленте 4950 сохраняется в течение более 10,000 циклов напряжений величиной 30 Н/кв.см. Эта способность делает ленты широко применимыми в конструкциях, эксплуатирующихся в условиях значительных ветровых нагрузок (дорожные знаки, окна зданий) или подвергающихся постоянной вибрации (транспорт).

Это же свойство определяет преимущество лент перед механическими средствами крепежа при соединении **разнородных материалов** (например, металла с пластиком) предназначенных к эксплуатации в условиях перепада температур. Обладая способностью растягиваться на 600% своей толщины, ленты без труда компенсируют смещение друг относительно друга, например, деталей из полистирола и алюминия: при длине 2 метра их смещение при изменении температуры от 10 до 65 С составляет по 3 мм на краях.

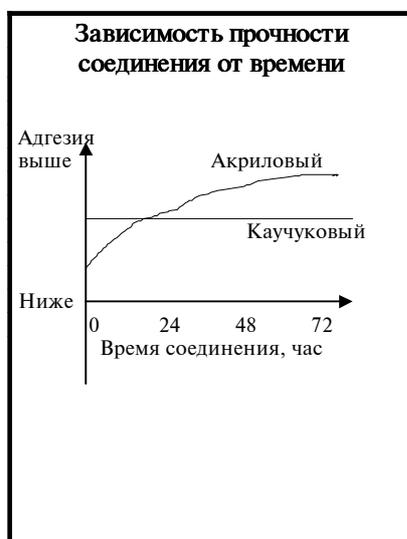
Обеспечивая непрерывный эластичный контакт между сопрягаемыми поверхностями, ленты VHB™ исключают возникновение точечных напряжений, неизбежных при креплении механическими средствами, и разрушение материалов в месте их концентраций. Это существенно расширяет конструкционные возможности, позволяя **использовать самые разнообразные материалы**, в том числе более тонкие, легкие, хрупкие и экономичные.

ПРОЗРАЧНОСТЬ

С началом использования акриловых полимеров в качестве основы стало возможным получение прозрачной линии соединения. Одновременно стали интересоваться вопросы сохранения прозрачности в ходе длительной эксплуатации. Были проведены испытания на установке ускоренного старения, где образец стекла толщиной 3 мм, склеенный лентой VHB™ 4910 толщиной 1 мм, в течение 3000 часов подвергался воздействию высоких температур и ультрафиолетового облучения. В течение цикла испытаний периодически измерялся коэффициент оптического пропускания, который составлял от 88.2% в начале испытаний до 87.3% в конце. Таким образом, после столь продолжительных и суровых испытаний наблюдается потеря прозрачности лишь на 1%.

Таким образом, сочетание высокой прочности, эластичности и химической стойкости основы позволяет говорить сегодня о лентах VHB как о реальной альтернативе винтам, заклепкам, сварке и прочим традиционным механическим способам соединения, имеющей существенные преимущества как в технологии сборки, так и в плане повышения качества и уровня исполнения продукции.

ВЫБОР ЛЕНТ



Выбор ленты, максимально отвечающей требованиям применения, является очень важным, поскольку только компания 3М производит более 40 типов лент на вспененной основе, и стоимость наиболее экономичной ленты на полиэтиленовой основе Scotch™ 9528 отличается от стоимости наиболее дорогой VHB™+ 4957 более чем в 10 раз. Разумеется, в рамках данного материала невозможно предусмотреть все возможные случаи, однако мы рассмотрим основные критерии выбора.

Прежде всего, должны быть рассмотрены требования **по долговечности и условиям эксплуатации** клеевого соединения. Для некритичных или временных применений вполне достаточно использовать ленты на каучуковом клее (например Scotch™ 9528, 9529), которые обладают

высокой начальной адгезией, хорошей прочностью соединения практически со всеми материалами, включая такие пластики, как полиэтилен и полипропилен, но имеют низкую температурную стойкость и очень ограниченную долговечность. Для долговременных применений внутри помещений следует использовать ленты с жестким акриловым клеем, характеризующиеся высокой прочностью на сдвиг, температурной стойкостью и долговечностью на основе вспененных полиэтилена, полиуретана, неопрена. Как правило, эти ленты имеют невысокую начальную адгезию, возрастающую с течением времени. При их использовании **расход ленты** определяется из расчета 60 кв.см ленты на 1 кг нагрузки. Внутри помещений можно использовать и ленты на акриловой основе, при этом **расход ленты** определяется из расчета 25 кв.см ленты на 1 кг нагрузки. Поскольку только акриловая основа способна обеспечить продолжительную стойкость к воздействиям внешней среды, для ответственных соединений вне помещения рекомендуется применять ленты на вспененных акриловых полимерах в соответствии с нормой расхода 60 кв.см ленты на 1 кг нагрузки.

Следует принимать во внимание **химическую природу материала**. Так, лента VHB™ 4950, обладающая максимальной прочностью соединения с металлами, среди всех прочих, теряет более 80% своей адгезии при переходе от металла к полиэтилену. В то же время лента VHB™ 4952 сохраняет от 50 до 100% адгезии при переходе от металла к полиэтилену, обладая на металлах адгезией несколько ниже, чем 4950. При использовании такого популярного материала, как ПВХ, стоит учитывать факт содержания пластификаторов в его составе, поскольку в процессе эксплуатации пластификаторы имеют свойство мигрировать к поверхности и ослаблять клеевое соединение. В этом случае лучше использовать специальные продукты, стойкие к действию пластификаторов ПВХ, например ленту VHB™ 4945.

Необходимо также учитывать такое свойство, как **гладкость поверхности**. Так, например, лента VHB™ 4952, имея высокую адгезию к гладким пластикам, плохо подходит для грубых шероховатых материалов, для которых лучше всего использовать ленты группы VHB™ 4941. Эти ленты обладают особо эластичной основой, позволяющей обеспечивать полный контакт на неровных материалах.

Соединяя жесткие детали между собой, следует принимать во внимание их относительную **кривизну**. Толщина ленты должна быть достаточной для ее компенсации и создания максимально полного контакта с поверхностью. В этом случае следует руководствоваться правилом, что толщина ленты должна быть вдвое больше, чем неровность поверхности. Широкий спектр толщин монтажных лент (0,25; 0,4; 0,8; 1,0; 1,5; 2,0; 3,0 мм) позволяет выбрать продукт, наиболее точно соответствующий требованию применения.

При склеивании **прозрачных или цветных** металлов часто требуется, чтобы линия соединения была как можно менее заметна. Тогда могут быть использованы ленты прозрачного ряда или ленты имеющие цвет детали (белый, прозрачный, серый).

Также нужно принимать во внимание технологические аспекты применения – в общем случае ленты не рекомендуется наносить при **температуре** ниже 10 С, в этих случаях следует использовать специальные ленты типа VHB™ 4951, позволяющие производить нанесение вплоть до 0 С.

Иногда после определенного периода времени требуется производить демонтаж конструкции. Следует учитывать, что существуют специальные ленты, которые обладая высокой прочностью на сдвиг, позволяют не только **легко разъединять** детали, но и чисто, одним куском удалять ленту с поверхности.

ПРАВИЛА ПРИМЕНЕНИЯ

Преимущество работы с лентами заключается в том, что они не требуют почти никакого оборудования и не нуждаются в специально обученном персонале. Для успешного применения лент необходимо соблюдать несколько простых правил:

- Склеиваемые поверхности должны быть **очищены** от пыли, загрязнений и влаги, для очистки рекомендуется использовать следующие растворители (в порядке предпочтения): водный раствор изопропилового спирта 50:50, гептан, толуол, ацетон, метилэтилкетон. При наличии на поверхностях оксидной пленки, коррозии или плохо прилегающей краски и пр. может понадобиться обработка мелкозернистой шкуркой или абразивной губкой;
- после очистки следует насухо протереть поверхность и перед нанесением ленты убедиться в том, что растворитель полностью удален с поверхности;
- после нанесения ленты надо обеспечить сильный **прижим** ленты;
- после соединения поверхностей также нужно обеспечить сильный **прижим** деталей друг к другу.

