

# ТИПОВЫЕ ОШИБКИ ПРИ РАБОТЕ С РАЗЛИЧНЫМИ КЛЕЕВЫМИ СОСТАВАМИ

(под редакцией инженера ООО «ХИМТРЕЙД» Малышева В.В.)

НАТАЛЬЯ БАУРОВА, к.т.н. МАДИ (ГТУ)

В статье рассмотрены наиболее распространенные нарушения технологического процесса, снижающие прочность клеевых конструкций и даны рекомендации для избежания этих нарушений.

Преобладающее количество отказов соединений, восстановленных с использованием различных групп полимерных материалов, связано не с плохими качествами клеев (хотя и такое бывает), а с ошибками при их использовании. Предлагаем вашему вниманию рейтинг самых распространенных ошибок, которые допускают при использовании различных клеев при ремонтных работах и способы их решения.

## ЭПОКСИДНЫЕ СОСТАВЫ

Обилие марок эпоксидных клеев (кроме клеев есть еще компаунды, шпатлевки и мастики) может запутать любого потребителя. В то же время, многообразие эпоксидных клеев во многом оправдано, поскольку именно эти материалы обладают целым комплексом уникальных свойств, которые и делают их во многом универсальными, поскольку позволяют склеивать, шпаклевать и герметизировать практически любые материалы, за исключением резин, тканей и бумаги. Эпоксидные составы обладают рядом преимуществ:

-Хорошая смачивающая способность по отношению к большому числу материалов. Это способность клея самопроизвольно растекаться по поверхности не только различных металлов и сплавов, но и по поверхности большинства пластмасс.

-Высокая адгезионная прочность. Под термином «адгезионная» понимается прочность по границе раздела соединяемых материалов, то есть прочность в самом слабом месте. Для различных эпоксидных клеев значения адгезионной прочности изменяются в диапазоне от 100 до 600 кг/см<sup>2</sup>. Не следует ее путать с прочностью самого клея, которую в специальной литературе называют когезионной прочностью, и которая для металлополимерных эпоксидных составов может достигать значений 3000 кг/см<sup>2</sup> и выше.

-Низкая ползучесть, особенно по сравнению с термопластичными клеями. Малые величины ползучести обеспечивают жесткость и длительную прочность клеевому соединению при воздействии нагрузок.

Кроме перечисленных преимуществ, которые свойственны практически всем эпоксидным составам, существуют композиции, обладающие специальными свойствами, к которым относятся электропроводность, теплопроводность, магнитные свойства и многие др.

### **Ошибка 1:** Недостаточная подготовка поверхности

При использовании большинства эпоксидных клеев прочность восстановленного узла во многом зависит от качества подготовки поверхности. Присутствие грязи, легко отслаивающихся элементов краски, ржавчины, окислов, масла и влаги препятствует контакту клея с восстанавливаемой поверхностью. Поэтому перед нанесением большинства клеев сопрягаемые поверхности следует тщательно очистить и обезжирить. Если у вас нет

возможности подготовить поверхность, следует использовать материалы, которые обладают хорошей адгезией к влажным и замасленным поверхностям. Некоторые современные составы содержат полимер, который обладает высокими проникающими способностями и легко преодолевает антиадгезионный барьер грязи. Молекулы полимера обволакивают антиадгезионные частицы и препятствуют их контакту с адгезионно активными компонентами клея.

### **Ошибка 2:** Нарушение пропорций при приготовлении клея

На прочность клеевого шва, помимо заявленных свойств материала и качества подготовки поверхности, оказывают влияние пропорции приготовления клея (избыток или недостаток отвердителя). Даже при незначительной передозировке отвердителя (несколько миллиграмм) клеевой шов приобретает хрупкость. А при его недостатке клеевой шов, наоборот, становится слишком эластичным. Помимо прочности клеевого шва неправильная дозировка компонентов снижает диапазон рабочих температур восстановленного соединения и устойчивость к воздействию агрессивных сред. Чтобы добиться стабильной прочности клеевого шва, необходимо точно дозировать компоненты. Некоторые производители для облегчения дозировки делают на упаковке разметку, однако эта мера лишь притупляет бдительность и совсем не способствует точности, поскольку вязкость отвердителя и смолы различна и для течения этих материалов требуется различное время. Так что по меткам на упаковке точно узнать, сколько же налито смолы, а сколько отвердителя практически невозможно. Избежать этой проблемы позволяет упаковка «двоярный шприц». Такой «диспенсер» позволяет точно дозировать компоненты: при надавливании на поршень адгезив и отвердитель выдавливаются в равных пропорциях. Вам останется только перемешать компоненты и нанести на восстанавливаемую поверхность. Второй важный момент соблюдения пропорций – тщательное перемешивание компонентов. Время перемешивания зависит от массы клея и составляет для небольших навесок (не более 10 гр., что достаточно, что бы произвести склеивание деталей площадью более 100 см<sup>2</sup>) 30 – 60 с. С увеличением массы клея, время перемешивания также увеличивается. Качество перемешивания легко оценить на глаз, поскольку в большинстве случаев каждый из компонентов клея имеет разный цвет и перемешивание проводят до получения однородной по цвету массы.

### **Ошибка 3:** Несоблюдение сроков жизнеспособности клея

Все клеевые материалы подразделяют по срокам жизнеспособности (времени схватывания) готового состава (то есть по времени после перемешивания, пока они еще пригодны к нанесению и процесс их отверждения еще не начался). Время жизнеспособности (схватывания) в отличие от качества перемешивания на глаз оценить невозможно, поскольку для клеев вязкость состава не изменяется непосредственно сразу же после начала процесса отверждения. Для эпоксидных клеев, вязкость начинает изменяться только после того, как в химическую реакцию вступят более 15% эпоксидных групп (именно эти группы образуют химические связи между смолой и отвердителем и благодаря этому клей из жидкого состояния переходит в твердое). Если химическая реакция уже началась, а потребитель продолжает использовать клей (например, наносит клей или продолжает фиксировать клеевое соединение), то даже незначительная деформация клеевого шва приводит к необратимому разрушению образованных химических связей (повторно эти активные химические группы в реакцию уже не вступят). В результате клеевой шов не обретает необходимую прочность. При выборе клея необходимо, чтобы его жизнеспособность была достаточной, чтобы потребитель, не торопясь, мог бы его приготовить, затем нанести клей тонким слоем на соединяемые поверхности и зафиксировать детали. Если потребитель имеет опыт в использовании клеев и заранее выполнил все операции по очистке склеиваемых поверхностей, то удобнее работать с клеями с небольшой жизнеспособностью (1-30 мин), поскольку в этом случае фиксацию взаимного

положения деталей можно провести вручную. Излишне большой срок жизнеспособности клея не удобен для потребителя, поскольку в этом случае необходимо использование специальной оснастки, которая бы обеспечила фиксацию деталей на длительный срок не нарушая их взаимного положения.

**Ошибка 4:** Использование эпоксидных клеев во влажной среде с температурой выше 60 °С (добавлено редактором)

Часто при использовании эпоксидных клеев пользователь забывает, или не знает что существует ограничение по использованию эпоксидов в среде воды или пара при температуре выше 60 °С.

На практике это приводит к разрушению клеевого состава, при этом «ответственность» за разрушение пользователь перекладывает на материал, или поставщиков.

**Ошибка 5:** Использование эпоксидного клея вместо фиксатора резьбы(добавлено редактором)

На практике часто встречается ситуация, когда остатки эпоксидного клея, или шпаклевки используют в качестве фиксатора резьбовых соединений, или вал-втулочной фиксации.

Применение эпоксидных составов в этом качестве возможно, но следует помнить, что получить результат равный по применению анаэробных составов не получится. Эпоксидные клеи не обладают комплексом свойств анаэробных материалов, такими как вибростойкость, способность заполнять малые зазоры, температуростойкость и другие.

Применение эпоксидов исходя из принципа «жалко выкидывать» приводит к ситуации описанной в ошибке 3.

## **АНАЭРОБНЫЕ СОСТАВЫ**

Все марки анаэробных клеев являются однокомпонентными (одноупаковочными) материалами, гарантированный срок хранения которых составляет по технической документации 12 месяцев (а в действительности более 5 лет), что делает их очень удобными и для применения. Помимо длительного срока хранения анаэробные материалы имеют ряд преимуществ:

-Высокие герметизирующие свойства. В отвержденном состоянии анаэробные составы могут выдерживать давление жидкостей до 600 атм. и газовых сред до 400 атм.

-Высокие адгезионные свойства. Именно благодаря большой прочности некоторые анаэробные составы используются для стопорения резьб, например, на клей устанавливают сорванные шпильки или склеивают цилиндрические соединения.

-Высокая стойкость к ударным и вибрационным нагрузкам, что объясняется хорошим сочетанием деформационно-прочностных свойств (высокие до 10% значения относительного удлинения и прочности, предел прочности при аксиальном сдвиге превышает 300 кгс/см<sup>2</sup>).

-Отличительной особенностью анаэробных клеев по сравнению с любыми другими клеевыми материалами являются близкие значений моментов при страгивании и отвинчивании резьбовых соединений. Именно благодаря этому преимуществу анаэробные клеи и обеспечивают надежное стопорение резьб при длительных ударных и вибрационных нагрузках и больших перепадах температур (-55°С+150°С, ряд материалов -55°С+230°С (ред.))

### **Ошибка 1:** Использование не по назначению.

Наиболее распространена ошибка, когда с помощью анаэробных клеев пытаются склеивать плоские детали. Это происходит от того, что, попробовав однажды анаэробный клей, например, для стопорения резьбы, потребитель убеждается в его надежности, забывает о том, что этот материал предназначен только для резьб (цилиндрических деталей (ред.)), а продолжает помнить только о том, что он очень хороший. Расход анаэробного клея очень мал. Например, для стопорения 100 шт. резьбовых соединений М10, требуется анаэробного клея около 4,8 гр. Таким образом, сколько этого клея не расходуешь, он все равно останется (именно поэтому и следует покупать этот материал в малой фасовке), а раз есть в наличии клей, то умельцы самостоятельно пытаются придумать ему новые области применения. Делать этого ни в коем случае нельзя. Анаэробные составы не могут использоваться при склеивании никаких деталей, кроме резьбовых и цилиндрических, поскольку для их отверждения требуется полное отсутствие кислорода. Исключения составляют анаэробные клеи, предназначенные для пропитки поверхностей.

### **Ошибка 2:** Эксплуатация отремонтированного агрегата до полного отверждения клея.

Далеко не простое человеческое любопытство побуждает проверять качество склеивания. Для большинства клеев, например, для эпоксидных, сделать это достаточно просто, поскольку всегда остается некоторый излишек клея и по тому, как быстро происходит его затвердевание и насколько он в итоге станет твердым можно судить и о скорости процесса отверждения и о качестве склеивания. Для анаэробных клеев такая проверка невозможна, вот и хочется слегка пошевелить детали, чтобы понять, началось уже отверждение клея или еще нет. Делать этого до конца полного отверждения (а это время для большинства анаэробных клеев составляет 24 часа) нельзя, поскольку даже самая незначительная деформация собранных деталей приведет к потере прочности клеевого соединения.

### **Ошибка 3:** Использование металлических предметов для нанесения клея.

Анаэробные клеи поставляются потребителям в специальных флаконах с узким наконечником, что делает удобным нанесение клея в небольших количествах. Однако некоторые потребители предпочитают наносить клей подручным способом, например, с помощью выправленной скрепки, а потом с ее помощью еще и пытаются закрыть тюбик с клеем. В этом случае ничего плохого именно при данном применении клея не произойдет, но в дальнейшем весь тюбик с клеем будет безнадежно испорчен, поскольку анаэробный клей чувствителен к металлу даже в микроскопических количествах (реакция отверждения начинается если имеется в наличии металл в количествах ) и клей просто испортится. Это произойдет достаточно быстро и уже через сутки вы обнаружите, как увеличилась его вязкость, а через неделю «засохнет» весь тюбик.

### **Ошибка 4:** Сливают в тюбик излишки клея назад во флакон.

Так же как и в случае с предыдущим примером это приведет к безнадежной порче клея и именно поэтому делать этого не следует. Если вам при работе удобнее отлить клей из тюбика, то для этих целей удобнее всего использовать стеклянную тару, а наносить клей с помощью стеклянной или деревянной палочки (зубочистки или заточенной спички). Остатки клея, перелитого в другую тару, ни в коем случае нельзя сливать обратно во флакон, их следует выкинуть.

**Ошибка 5:** Применение анаэробного клея на фосфатированных поверхностях. (добавлено редактором)

Анаэробные составы не работают на фосфатированном металле. Эта проблема появляется после обработки металлов различными восстановителями ржавчины. Для ухода от этой проблемы необходимо перед восстановлением поверхности металла закрывать и герметизировать поверхности, на которые впоследствии будет наноситься анаэробный состав.

**Ошибка 6:** Не соблюдение технических условий при разборке механизмов собранных на анаэробном составе. (добавлено редактором).

Применение анаэробных материалов для восстановления поврежденных резьб, или фиксации различных элементов разборных соединений не убирает вопроса разборки и обслуживания механизма. Часто встречаемая проблема – попытка разбора механизма силовыми методами. К сожалению это приводит к разрушению механизма или его частей.

Для избежания подобных проблем необходимо назначить материал фиксатора, исходя из усилия, потребного для разборки и потребной прочности. Если по прочностным характеристикам, или для защиты от вибродинамических нагрузок есть необходимость применения фиксаторов повышенной прочности, то надо предусмотреть возможность нагрева узла, для расплавления анаэробного материала.

Часто встречается ситуация, когда разбирает узел не тот человек, который собирал. И догадаться о применении анаэроба он не может. Необходимо предусмотреть административные меры защиты от подобных проблем.

**Ошибка 7:** Неверно определен зазор и как следствие неверно назначен материал фиксатора. (добавлено редактором).

Данная ошибка часто встречается при попытке применения анаэробных резьбовых фиксаторов и анаэробных уплотнителей трубной резьбы. Если при фиксации вал-втулочных соединений вопрос определения заполняемого зазора - это вопрос точности применяемого измерительного инструмента, то для определения зазора в резьбе необходим определенный опыт. К сожалению не возможно выработать общие рекомендации практически не возможно. В технике встречаются как резьбы выполненные очень точно, так и выполненные накаткой на сильно изношенном оборудовании.

В этой ситуации можно только порекомендовать основываться на здравом смысле и наносить анаэробный материал с небольшим запасом. На практике при применении в крайних случаях (или малый или большой зазор) фиксатор наносится на один –два витка резьбы. Потом гайка накручивается, проворачивается рукой несколько раз и отпускается на два-три витка для осмотра. Если материал полностью заполнил все впадины наружной резьбы и немного выступает в фаске гайки, то нанесено достаточное количество материала. Если в фаске ничего не осталось а тем паче во впадинах наружной резьбы есть пробелы, то анаэробы нанесено мало. При большом количестве материала монтажник может просто вытереть излишки и при следующем нанесении скорректировать количество наносимого анаэроба.

**Ошибка 8:** Преждевременный сдвиг фиксируемых деталей. (добавлено редактором).

Время фиксации анаэробных материалов зависит от многих факторов:

- от температуры окружающей среды,
- от материала и покрытия фиксируемых деталей,

- от заполняемого зазора.

Разберем каждый пункт.

### **Зависимость времени полимеризации от температуры окружающей среды.**

Анаэробы очень чувствительны к температуре. С одной стороны применение анаэробных материалов (без специальных добавок) в условиях низких (меньше +5°C) температур вообще не возможен, с другой стороны нагрев до 80-90 °С приводит к активизации процесса отверждения в несколько раз.

Важна зависимость анаэробов от температуры и для назначения материала, так как повышенная или пониженная температура очень влияет на вязкость материала. Можно порекомендовать следовать следующим указаниям. Если для монтажа при +20 °С Вы определили зазор в 0,2 мм, то при работе при с нагретыми деталями выше +40 °С Вам надо применить материал, который применяется в обычных условиях для 0,3-0,35 мм. И как следствие при монтаже при пониженных температурах Вам надо применить материал, который обычно применяется для зазоров 0,1-0,15 мм.

### **Зависимость времени полимеризации от материала и покрытия фиксируемых деталей.**

При применении анаэробов следует помнить, что быстрее всего анаэробы полимеризуются на деталях изготовленных из меди, и медьсодержащими сплавами. При работе с железом и сплавами железа любые легирующие добавки вызывают увеличение времени полимеризации. Медленнее всего полимеризация анаэробного клея проходит на алюминии и его сплавах.

### **Зависимость времени полимеризации от величины заполняемого зазора.**

Время полимеризации анаэробного состава на прямую зависит от величины заполняемого зазора. Это может быть как и несколько минут, при зазора менее 0,05 мм, так и до 3-6 часов при зазорах 0,4-0,5 мм.

Все анаэробные материалы плохо реагируют на сдвиг не до конца заполимеризованного клея. Учитывая все выше перечисленные факторы нельзя точно сказать в каждом конкретном случае сколько времени надо выдерживать склеенные детали до первого схватывания. Безусловно лучше всего сделать предварительную проверку, или оставить детали в теплом месте на 3-6 часов.

## **СИЛИКОНОВЫЕ ГЕРМЕТИКИ**

К преимуществам силиконовых герметиков на основе силоксановых и фторсилоксановых каучуков относится:

-Хорошее сочетание деформационно-прочностных свойств: высокой эластичности (величина относительного удлинения при разрыве составляет 120 – 280%) и хорошей прочности (величина разрушающего напряжения при растяжении более 40 кг/см<sup>2</sup>).

-Очень низкие значения остаточной деформации. Иногда это свойство обозначают через показатель степени восстановления, которая для данных материалов составляет 90-100% (для сравнения у полисульфидных герметиков степень эластического восстановления составляет 65-75%, у полиуретановых – 85-95%)



-Высокая теплостойкость (интервал рабочих температур - 75...+ 300°C).

-Стабильность свойств при длительной эксплуатации в условиях резкого перепада

К преимуществам герметиков в качестве уплотняющих материалов при герметизации плоского стыка, кроме уже перечисленных, также относятся: высокое качество уплотнения, меньшая масса, снижение требований к качеству изготовления фланцев, безотходность, хорошие шумо- и вибропоглощающие свойства. Однако, к самым большим преимуществам силиконовых материалов следует отнести высокое качество герметичности даже при небольших значениях контактных давлений.

**Ошибка 1:** Чрезмерное нанесение герметика на восстанавливаемую поверхность.

Избыточная толщина шва существенно ухудшает качество герметизации, что особенно актуально для силиконовых герметиков, поскольку это приводит к тому, что клей не набирает заданную прочность. Кроме того, выдавленные из стыка излишки герметика могут перекрыть функциональные каналы. А это уже грозит дорогостоящим ремонтом! В большинстве случаев без специального оборудования добиться оптимальной толщины клеевого шва практически невозможно. Чтобы избежать этой ошибки необходимо выбирать упаковки, которые имеют специальные наконечники, позволяющие без особых усилий наносить необходимое количество герметика: ни больше, ни меньше. Благодаря конической форме наконечники не только четко дозируют герметик, но и создают оптимальную ширину герметизирующей прослойки. Достаточно лишь, надавливая на тюбик, перемещать наконечник по поверхности.

## **ЦИАНАКРИЛАТНЫЕ СОСТАВЫ**

Цианакрилатные клеи больше известны потребителям, как «супер-клеи» или клеи «мгновенного отверждения». Основным отличием цианакрилатных клеев от любых других материалов является очень высокая скорость отверждения (несколько секунд), хорошая адгезия к большинству материалов и длительный срок хранения. Помимо этого цианакрилатные материалы имеют ряд преимуществ:

-Высокая адгезионная прочность при соединении различных материалов. Для цианакрилатных клеев значения адгезионной прочности изменяются в диапазоне от 200 до 300 кг/см<sup>2</sup>.

-Низкая ползучесть, что обеспечивает жесткость и длительную прочность клеевому соединению при воздействии вибрационных нагрузок.

-Низкая токсичность, что делает возможным использовать эти материалы для склеивания живых тканей. Цианакрилатные клеи широко используются в медицине для фиксации тканей.

-Прозрачность, что делает возможным получать невидимые клеевые швы.

-Высокие тепло- и электропроводные свойства при наполнении цианакрилатных клеев серебром, никелем и нитридом бора.

**Ошибка 1:** Цианакрилатные клеи не могут быть использованы для склеивания больших поверхностей.

В данном случае под «большой» понимаются поверхности площадью более 5 см<sup>2</sup>. Это ограничение не следует понимать буквально, поскольку оно зависит от квалификации

исполнителя. Если человек впервые берется склеивать с использованием этого типа клеев, то, возможно, для него и площадь в 1 см<sup>2</sup> окажется излишне большой. Ограничение габаритов склеиваемых поверхностей связано с очень высокой скоростью отверждения материала, которая предполагает, что время с момента нанесения клея, до фиксации соединяемых деталей в заданном положении не будет превышать времени жизнеспособности клея, которая составляет, как правило, не более 30% от времени схватывания. Если время схватывания для данной марки клея составляет 10 с, то, соответственно, время для нанесения и фиксации не должно превышать 3 с.

#### **Ошибка 2:** Неправильная подготовка поверхности.

Цианакрилатные клеи принципиально отличаются от всех видов других клеевых материалов тем, что полное удаление следов влаги со склеиваемых поверхностей приводит к снижению прочности клеевого соединения. Причем, если работы по склеиванию выполняются в сухую и жаркую погоду, площадь склеивания мала и обезжиривание склеиваемых поверхностей провели особо тщательно, то клеевое соединение может иметь столь малую прочность, что будет ломаться в руках. Однако, все вышесказанное совершенно не означает, что поверхности подлежащие склеиванию следует предварительно смачивать водой. Нет!!! Просто, после обезжиривания, до нанесения клея целесообразно подождать какое то время, например, 30 мин, для того, чтобы влага воздуха, успела сконденсироваться на склеиваемых поверхностях. Такая технология связана с тем, что отверждение цианакрилатных клеев происходит в результате взаимодействия их с влагой воздуха. По аналогичному механизму отверждаются и однокомпонентные силиконовые герметики. Однако время их отверждения измеряется десятками часов, тогда как у цианакрилатных клеев оно составляет доли минут. Именно поэтому для силиконовых герметиков отсутствие влаги на соединяемых поверхностях не является препятствием для получения прочного соединения, поскольку все необходимую для отверждения влагу они постепенно заберут из воздуха. Тогда как цианакрилатные клеи, из-за высокой скорости отверждения, при сухой и жаркой погоде, просто не успевают получить требуемое им для отверждения количество молекул воды.

#### **Ошибка 3:** Чрезмерно большая толщина клеевого слоя.

Прочность клеевых соединений зависит от толщины клеевого шва. Для цианакрилатных клеев максимальные значения прочности получают при толщине клеевого шва не более 100 мкм. При малых толщинах, например, менее 10 мкм получают так называемые «голодные» швы, где имеют место непроклеи и поэтому у клеевых соединений невысокие механические свойства. А при больших толщинах, для цианакрилатов это более 100 мкм, также получают соединения с малой прочностью. Это связано с низкой когезионной прочностью цианакрилатных клеев, т.е. с низкими прочностными характеристиками самого материала.

#### **Ошибка 4:** Неправильная технология нанесения клея.

В отличие практически от любых клеев и герметиков, которые рекомендуется наносить на каждую из соединяемых поверхностей, цианакрилатные клеи наносятся только на одну поверхность. Это связано с высокой скоростью их отверждения, при которой нет технологической возможности нанести клей на обе поверхности до начала его отверждения.

#### **Ошибка 5:** Преждевременная эксплуатация клеевого соединения.

Учитывая очень высокую скорость отверждения цианакрилатных клеев, которая, как правило, не превышает 10 с, может возникнуть ошибочное заблуждение, что клей за это время полностью отвердился и соединение можно подвергать эксплуатационным нагрузкам. Это не



так. Время полного набора прочности для цианакрилатных клеев составляет 24 часа, т.е. оно такое же, как и для анаэробных или эпоксидных клеев. Так что при работе с этими материалами следует набраться терпения, и оставить склеиваемые поверхности в покое и только через сутки их можно использовать дальше, по своему назначению.

#### **Ошибка 6:** Неправильные условия хранения.

Именно для этой группы материалов срок хранения имеет большое значение, поскольку расход клея, как правило, очень небольшой и хочется сохранить тюбик с клеем в сохранности на продолжительный срок. Цианакрилатные материалы в соответствии с гарантией производителя имеют срок хранения 1 год. Если клей, после использования (поскольку нарушается герметичность упаковки, а в фирменной таре материал храниться существенно дольше), оставить на год в не отапливаемом гараже, то он, испортиться (в отличие от большинства материалов «испорченный клей» просто присыхает к стенкам упаковки и создается впечатление пустой тары). Наиболее благоприятной температурой для хранения цианакрилатных материалов является +3...5°C. Однако не стоит хранить клей в холодильнике с продуктами, а лучше найти для него место на застекленном балконе либо в кладовке, подальше от батареи.

#### **Ошибка 7:** Применение клея во влажных условиях (добавлено редактором)

Для цианакрилатных клеев любых производителей существует ограничение по применению во влажных средах до 1000 часов. Игнорирование этого условия приводит к разрушению клеевого слоя.

#### **Литература:**

1. Зорин В.А. Основы работоспособности технических систем: Учебник для вузов. М.: ООО «Магистр-Пресс», 2005. 536 с.
2. Башкирцев В.И. Ремонт автомобилей полимерными материалами. М.: За рулем, 1999. 32с.
3. Применение адгезивов для получения неподвижных цилиндрических соединений. В.А. Воеощагин, В.И. Жорник, Н.С. Кечаев и др. Минск: Институт надежности машин НАН Белоруссии, 2000. 34.с.
4. Мотовилин Г.В. Словарь-справочник по склеиванию. СПб.: ВАТТ, 1996. 218 с