

Дата **25.04.2023 г.** Группа **ХКМ 2/1.** Курс **второй.** Семестр **IV**

Дисциплина: Техническая механика

Специальность: 15.02.06 «Монтаж и техническая эксплуатация холодильно-компрессорных машин и установок (по отраслям)»

Тема занятия: –Сварные, паяные и клеевые соединения

Цель занятия:

–*методическая*– совершенствование методики проведения лекционного занятия; сочетание инновационных методов обучения с традиционной методикой преподавания;

–*учебная*– – дать представление студентам о сварных, паяных и клеевых соединениях;

–*воспитательная*– воспитывать культуру общения с использованием специальной терминологии, усидчивость, внимательность, графические и аналитические способности, чувство гордости за выбранную профессию.

Вид занятия: лекция

Междисциплинарные связи:

Обеспечивающие: Материаловедение, Инженерная графика

Обеспечиваемые: Управление обслуживанием холодильного оборудования и контроль за ним (по отраслям), курсовое и дипломное проектирование.

Рекомендуемая литература

Основная литература:

1. Никитин Е.М. Теоретическая механика для техникумов. М.: Высшая школа, 2014
2. Олофинская В.П. Техническая механика. Сборник тестовых заданий. – Москва, Форум, Инфра М, 2014.
3. Аркуша А.И. Техническая механика. – Москва, Высшая школа, 2013.

Дополнительная литература:

1. Аркуша А.И. Руководство к решению задач по теоретической механике. - М.: Высшая школа, 2012.
2. <https://www.youtube.com/watch?v=U6pv1aisHZ8> Автоматический настольный паяльный робот
3. <https://www.youtube.com/watch?v=Kim9C58-VOo> Паяные соединения
4. <https://www.youtube.com/watch?v=tJQRMjNW7KA> Необходимая химия (флюсы) для пайки
5. <https://www.youtube.com/watch?v=6ztryw4ay-M> Клеевой пистолет
6. <https://www.youtube.com/watch?v=L4bEHVh5gU> Клеем металл
7. <https://www.youtube.com/watch?v=yG3IBKlr49o> Клеем пластик

Тема: Сварные, паяные и клеевые соединения.

- 1.Классификация соединений деталей
- 2.Сварные соединения. Достоинства и недостатки
3. Основные виды сварных соединений и швов
4. Общие сведения о клеевых соединениях. Достоинства и недостатки
- 5.Виды клеевых соединений
6. Паяные соединения. Достоинства и недостатки

4. Общие сведения о клеевых соединениях. Достоинства и недостатки

Склеивание — один из эффективных способов соединения конструкционных материалов. Нагрузочная способность клеевых соединений в основном зависит от конструкции склеиваемых деталей, качества подготовки поверхностей к склеиванию и правильности выбора типа клея.

Перед склеиванием эти поверхности тщательно обезжиривают органическими растворителями (бензином, ацетоном и др.) или водяным щелочным раствором. В зависимости от склеиваемых материалов и условий работы (характер нагрузок, температура и др.) для склеивания применяют различный клей, например БФ, БС, ВК, ФЛ-4, клеевые композиции на основе эпоксидной смолы ЭД-20 и др.

Клеевые соединения применяют в электропромышленности, авиации, мостостроительстве, станкостроении и т. д. Наибольшее распространение имеют соединения листового материала и тонкостенные клеевые конструкции. Их успешно используют для уплотнения и стопорения резьбовых соединений, при этом повышается надежность работы и отпадает необходимость в стопорных деталях .

Достоинства: возможность соединения разнородных материалов, неподдающихся сварке; герметичность; высокая коррозионная стойкость; малая концентрация напряжений и др.

Недостатки: зависимость прочности и долговечности клеевых соединений от условий эксплуатации (температуры, типа нагрузки, среды и т. п.); сложность технологических режимов склеивания.

5. Виды клеевых соединений

Надежное соединение деталей малой толщины, как правило, возможно только склеиванием. Клеевые соединения осуществляют различными способами. Чаще всего применяется соединение внахлестку и встык с помощью планки, втулки и т. п. Наиболее распространенные клеевые соединения показаны на рисунке 1.

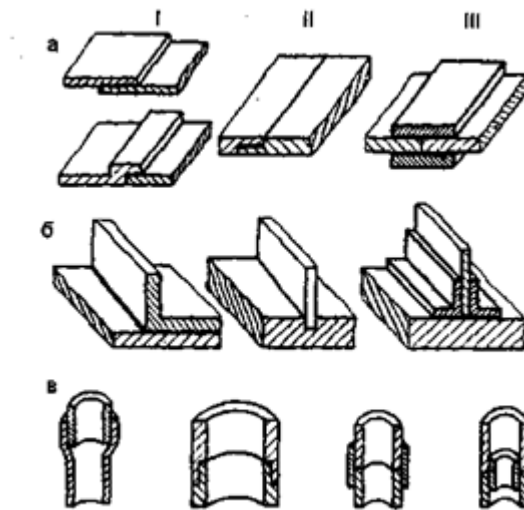
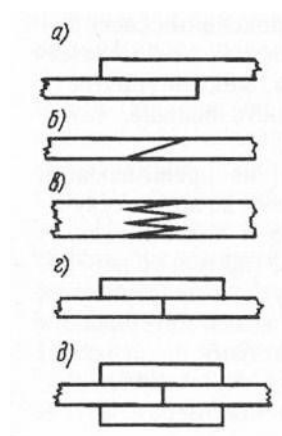


Рисунок 1 - Рекомендуемые конструктивные формы клеевых соединений: а — плоскостные; б — тавровые; в — цилиндрические: I — нахлесточные соединения; II — врезные (шпунтовые); III — стыковые

На рисунке 2 показаны виды клеевых соединений.



а - внахлестку; б- на ус; в - зубчато-шиповое; г- встык с односторонней накладкой; д -встык с двумя накладками

Рисунок 2- Виды клеевых соединений

Существуют различные виды клеев. Наиболее известен клей БФ, выпускаемый под марками БФ-2, БФ-4, БФ-6.

Универсальный клей БФ-2 применяют для склеивания металлов, стекла, фарфора, бакелита, текстолита и других материалов. Механическая прочность сохраняется при нагреве до температуры не более 80 °С. Этот клей применяют для заделки трещин в неответвленных местах чугунных корпусов, для упрочнения неподвижных сопряжений, для крепления накладок на дисках муфт сцепления и др.

Клей БФ-2 бензо- и маслостоек, является хорошим диэлектриком, защищает склеенные поверхности от коррозии. Хранят в закупоренной посуде, берегут от попадания воды, огнеопасен.

Клей БФ-2 в жидком виде наносят на подготовленные поверхности соединяемых деталей возможно более тонким слоем. Затем получившаяся пленка клея сушится «до отлипа» при температуре 20—60 °С в течение 50—60 мин. Наносится второй слой, вновь сушится, затем наносится третий слой и склеиваемые детали соединяют и сушат при температуре 40—150 °С в течение 30—60 мин при давлении 1—2 МПа (10—20 кгс/см²).

Он обладает высокой прочностью и стойкостью. На склеенное этим клеем место не действует керосин, смазочные масла, вода. Часто этим клеем закрепляют накладки к тормозным колодкам автомобилей.

Пластмассовые и стеклянные детали склеивают *карбинольным клеем и бакелитовым лаком.*

Эпоксидные клеи устраняют необходимость тепловой обработки склеиваемых деталей; применяют эпоксидные клеевые составы, затвердевающие при температуре 18—20 °С.

Технологический процесс клеевого соединения деталей независимо от его конструкции, разнообразия склеиваемых материалов и марок клеев состоит из следующих этапов: подготовка поверхностей к склеиванию — взаимная подгонка, очистка от пыли и жира и придание необходимой шероховатости; нанесение клея кистью, шпателем, пульверизатором; выдержка после нанесения клея (время выдержки в зависимости от сортов клея и материала склеиваемых деталей колеблется от 5 мин до 30 ч и выше); затвердевание клея (используют печи с обогревом газами, установки с электронагревателями, уставки т. в. ч. и др.); температурный режим колеблется от +25 до 250 °С и выше; контроль качества склеиваний проводят ультразвуковыми установками, лупой, подготовленными образцами.

Основной дефект, который часто имеет место при склеивании, — так называемый «непроклей» (участки, на которых не осуществилось соединение склеиванием).

Важный показатель клеевых соединений — длительное сопротивление действующим нагрузкам. Он оценивается коэффициентом длительной прочности K , представляющим собой отношение прочности после длительного нагружения к прочности при кратковременном машинном нагружении.

Для создания клеевого соединения, имеющего оптимальную конструкцию, необходимо добиться такого результата, при котором нагрузка будет распределяться наиболее равномерно. Следовательно, должно быть четкое представление о том, каким образом происходит распределение нагрузок, которым подвержено соединение. В процессе проектирования клеевого соединения необходимо следовать **основным принципам**.

Сведение на минимум нагрузок, направленных на расщепление и отслаивание. На рисунке 3 показаны кривые распределения нагрузок.

Здесь можно увидеть, что силы, которые направлены на отслаивание и расщепление, должны быть сведены к минимальным значениям.

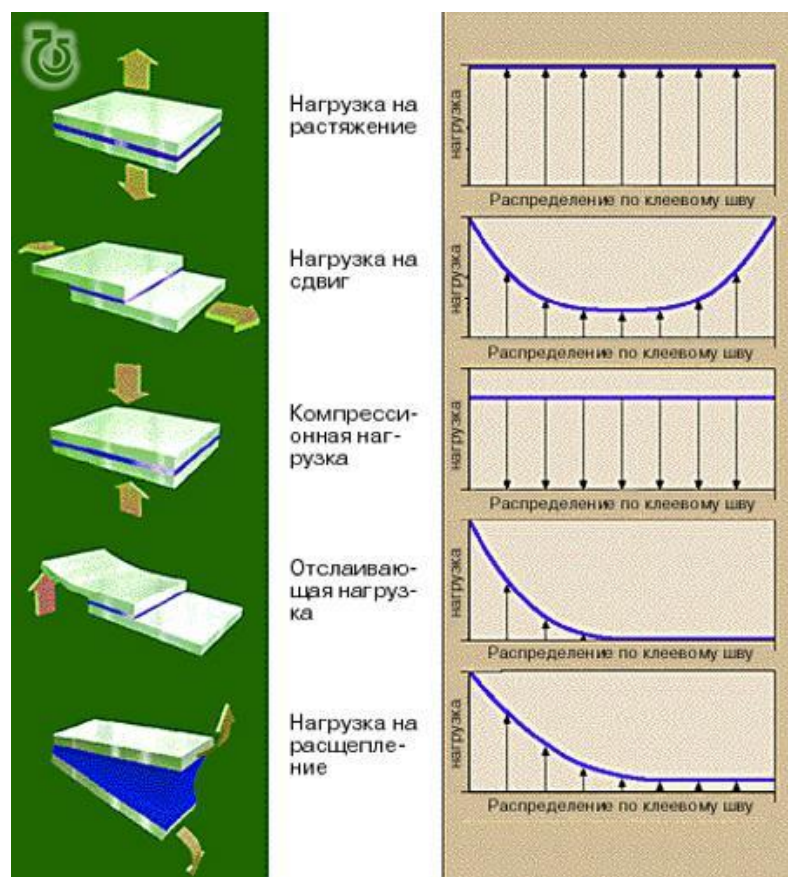


Рисунок 3 –Примеры наиболее распространенных типов нагрузок и распределение их по линиям склеивания

На рисунке 4 показаны примеры, с помощью которых эти силы преобразуются и приобретают наиболее приемлемые значения.

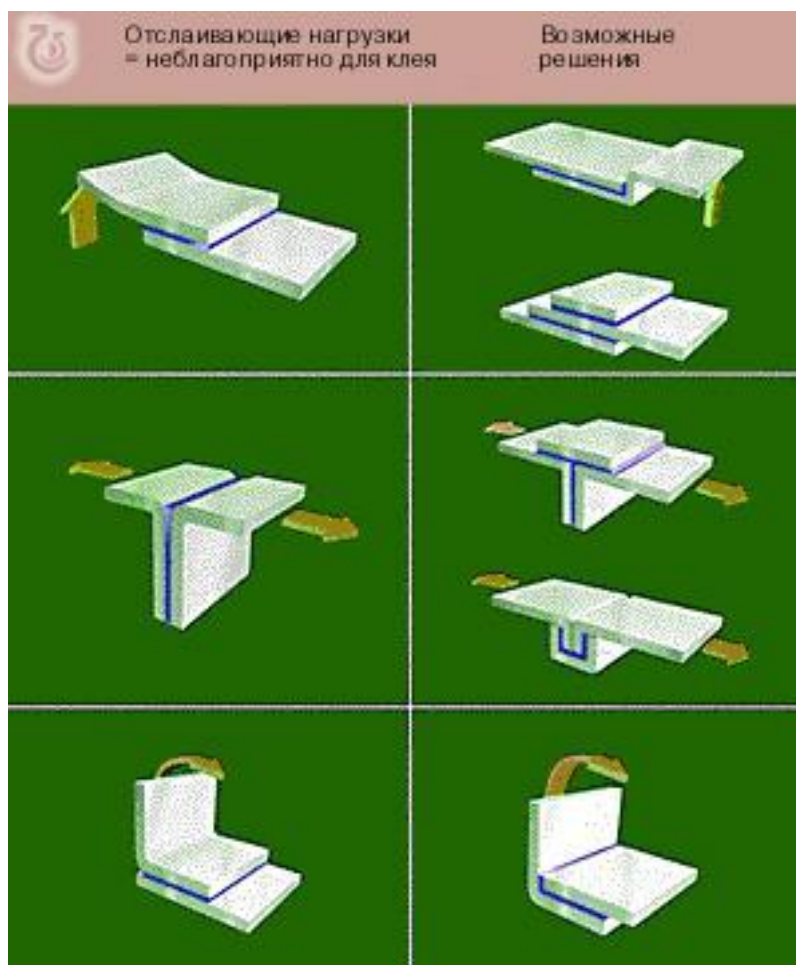


Рисунок 4 – Преобразование отслаивающих нагрузок в результате изменения конструкции

6. Паяные соединения. Достоинства и недостатки

Паяные соединения получают нагреванием до температуры плавления припоя, который затекает в зазоры между соединяемыми деталями и кристаллизуется, образуя шов. Пайка – основной вид соединений в радиоэлектронной и электротехнической промышленности. Наряду с этим паяные конструкции широко распространены в других отраслях техники. Этому способствуют современные методы пайки в печах с нейтральной и восстановительной средой; в вакууме с нагревом электронным лучом, индукционным нагревом, с помощью ультразвука и др.

Достоинства: возможность соединять детали из однородных и разнородных материалов; из высокопрочных сплавов тугоплавких металлов (ниобий, вольфрам, молибден, тантал), плохо поддающихся сварке (камеры сгорания жидкостного ракетного двигателя, лопатки турбин, ядерные реакторы и др.); возможность паять детали с тонкостенными элементами, в которых нельзя применить сварку; изготавливать за один производственный цикл сложные по конфигурации конструкции; соединять стали со сплавами цветных металлов; металлов с графитом, фарфором; пластмассу, дерево, резину. К достоинствам паяных соединений относится также возможность распайки без разрушения деталей.

Недостатки: необходимость обеспечения малых равномерно распределенных зазоров; более точная механическая обработка и сборка конструкций, очистка поверхностей от грязи и масел, удаление оксидных пленок, нанесение покрытий, облегчающих протекание процесса пайки. Для уменьшения окисления поверхностей деталей применяют флюсы, которые не только защищают поверхность, но и растворяют оксидные пленки и повышают текучесть припоя.

Основные способы пайки и их характеристики:

- паяльниками – универсальный ручной способ низко - температурной пайки;
- газовой горелкой – универсальный ручной способ высокотемпературной пайки;
- индукционная – для изделий больших размеров; быстрый нагрев; возможность механизации и автоматизации процесса;
- в печах с флюсом – равномерный нагрев и регулирование режима; минимальная деформация изделий; возможность механизации;
- в печах в контейнерах с инертным газом и вакуумных печах – минимальная деформация изделий; отсутствие окисления; возможность объективного контроля режима пайки;
- сканирующим электронным лучом – возможность локализации нагрева и автоматизации процесса;
- погружением в расплавленный припой или флюс высокая производительность; быстрый нагрев и точное регулирование температуры.

Припои должны быть легкоплавкими, хорошо смачивать поверхность, обладать высокой прочностью. По **температуре плавления** припои делятся на низкотемпературные ($T < 450^{\circ}\text{C}$) на основе олова и свинца (ПОС30, ПОС90) и высокотемпературные ($T > 450^{\circ}\text{C}$) на основе меди (Л63), серебра и меди.

В качестве флюса для низкотемпературной пайки используют прокаленную буру $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ и ее смесь с борной кислотой.

Тип паяного соединения определяется требованиями к прочности изделия, характером нагрузок и направлениями их действия. Основными типами являются соединения внахлестку (рис.4, а), встык (рис. 4, б), тавровые (рис. 4, в), угловые (рис. 4, г) и телескопические (рис. 4, д).

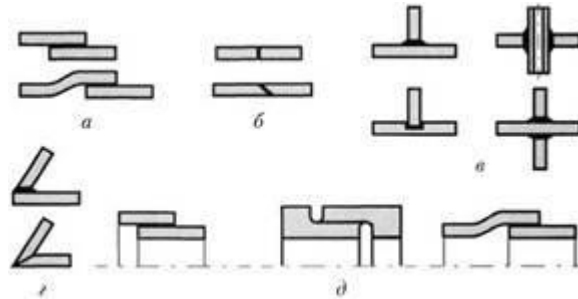


Рисунок 4 - Типы паяного соединения

В авиационной и космической технике широко используют сотовые (рис.5, а) и гофрированные (рис.5, б) паяные соединения. При этом малопрочные алюминиевые сплавы заменяют тонкими стальными листами. Прочность и жесткость такой конструкции выше, чем клепаной.

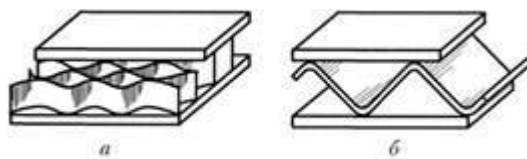


Рисунок 5- Типы паяного соединения

Расчет паяных соединений на прочность проводится по номинальным напряжениям. Нахлесточные соединения (рис.6,а), нагруженные растягивающей силой, рассчитывают на прочность по срезу:

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{F}{lb} \leq [\tau_{\text{ср}}],$$

где $[\tau_{\text{ср}}]$ – допускаемые напряжения на срез паяного соединения

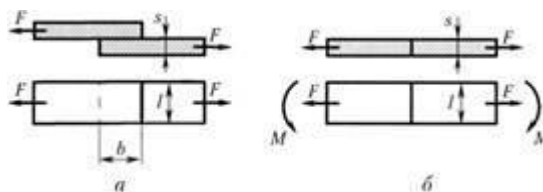


Рисунок 6- Нахлесточное соединение

Стыковые паяные соединения при действии растягивающей силы F рассчитывают по номинальному сечению соединяемых деталей:

$$\sigma = \frac{F}{ls} \leq [\sigma].$$

При действии растягивающей силы F и изгибающего момента M (рис. 6, б) напряжение определяют по формуле

$$\sigma = \frac{F}{ls} + \frac{M}{W} \leq [\sigma],$$

где W – момент сопротивления детали в месте пайки; $[\sigma]$ – допускаемые напряжения на растяжение паяного соединения

Контрольные вопросы

1. К каким соединениям относятся клеевые соединения деталей?
2. Какие соединения относятся к неподвижным?
3. Зачем перед пайкой с поверхностей заготовок удаляют жировые пленки?

Задание для самостоятельной работы.

1. Посмотреть видео по теме
2. Краткий конспект 4,5,6 вопросов лекции
3. Ответить на контрольные вопросы
4. Фотографии конспекта и вопросов прислать в личном сообщении ВК <https://vk.com/id139705283>

На фотографиях сверху должна быть фамилия, дата выдачи задания, группа, дисциплина. Например: «Иванов И.И, 25.04.2023, группа ХКМ 2/1, Техническая механика».