

Сварка ТПУ пленки

1. Определение, способы сварки и общая информация

Что такое сварка?

Сварка – это процесс неразъемного соединения компонентов с применением нагрева и давления с присадочными материалами или без. Энергия, необходимая для сварки, подается извне.

Возможные способы сварки:

- **Высокочастотная (ВЧ) сварка**

Нагрев, необходимый для высокочастотной сварки, происходит в результате движения молекул внутри материала в высокочастотном поле (в диапазоне от 13,56 МГц до 22,125 ГГц, как правило, 27,12 МГц ± 0,6%), которые способствуют созданию теплоты трения. Подвергнутые сварке материалы плавятся и затем прижимаются друг к другу, формируя сварное соединение. Давление необходимо поддерживать до тех пор, пока сварное соединение не затвердеет.

ВЧ сварка подходит для соединения всех **полярных** материалов, так как молекулы таких материалов реагируют на высокочастотное поле. Среди таких материалов можно назвать твердый и мягкий ПВХ, полиамид, полиэстер и полиуретан. В сравнении с ПВХ ТПУ требует на 20 % больше мощности генератора.

Тонкая пленка требует больше мощности для ВЧ сварки, чем толстая, так как тонкая ТПУ пленка обладает меньшим количеством доступных диполей.

- **Ультразвуковая (УЗ) сварка**

Ультразвуковая сварка, как правило, используется для твердых термопластичных изделий. Тем не менее, она также подходит для ТПУ пленки. Такой способ сварки особенно подходит для тонкой ТПУ пленки, часто при комбинации сварки и зачистки края в один этап. В гигиеническом и медицинском секторах УЗ сварка широко используется для обработки нетканых материалов.

Сонотрод, преобразователь вибрации, передает механическую вибрацию, образуемую высокими частотами, на подсоединенный к пластмассовому изделию пьезоэлемент. Обычно используемые частоты: 20, 30, 40 или 50 кГц.

Сонотрод прижимается к пластиковому изделию, и его вибрации передаются через изделие на сварное соединение, где верхнее пластиковое изделие постоянно ударяется о нижнее, способствуя генерации тепла, необходимого для сварки. Давление необходимо поддерживать до тех пор, пока сварное соединение не затвердеет. Весь процесс УЗ сварки занимает всего лишь несколько секунд в зависимости от размера и формы свариваемых изделий.

- **Лазерная сварка (сварка с передачей электроэнергии)**

При лазерной сварке энергия лазера фокусируется на сварном соединении. Верхняя пленка должна пропускать используемые лазерные волны, а нижняя пленка должна поглощать их. Этого уже можно достичь, добавив 0,3% массы углеродной сажи. Нижняя пленка плавится и рассеивает тепло на верхнюю пленку. При одновременно оказываемом давлении, например, стеклянным шаром, образуется сварное соединение.

Такой способ можно использовать для сваривания ТПУ пленок.

Сварка ТПУ пленки

- **Импульсная сварка**

При импульсной сварке горячий проволочный или пластинчатый нагреватель прижимается к пленкам, которые необходимо соединить. Затем происходит его нагрев с помощью регулируемых импульсов тока. Нагревательный элемент осуществляет нагрев пленки до тех пор, пока не будет достигнута температура плавления, а затем сваривает их вместе. После окончания токового потока (= длительности импульсов), нагреватель и сварное соединение подвергаются охлаждению. Скопившееся тепло рассеивается по рабочему столу.

Данный метод часто используется для выполнения тонких, едва заметных сварных соединений, например, в перчатках (пленка ТПУ как заменитель латекса).

- **Сварка с использованием горячей пластины**

При сварке с использованием горячей пластины сопряженные поверхности свариваемых отформованных изделий нагреваются с помощью контактного или лучистого нагрева, а затем прижимаются друг к другу горячей пластиной. На практике рекомендуется использовать контактный тип сварки с горячей пластиной.

Когда пластиковые изделия фиксируются к столу, к ним подносятся электрически нагретые пластины. При контакте пластиковых изделий с нагревательным элементом начинается процесс сварки. После того, как поверхности соединяемых изделий достаточно нагрелись, пластины отворачиваются, и изделия прижимаются друг к другу.

Оказанное давление способствует однородному соединению расплавленного материала, при этом одна часть материала прижимается с внешней стороны в виде сварочного шва.

Процесс соединения закончен, когда материал перестает течь.

Данный метод часто используется для производства мешков из ТПУ пленки.

- **Сварка горячим воздухом**

При сварке горячим воздухом или газом две сопряженные поверхности плавятся при помощи постоянного нагрева. После этого непосредственно оказывается давление для соединения изделий. Скорость сварки варьируется в зависимости от внешней температуры и температуры горячего воздуха. Для сварки горячим воздухом используются либо сварочные станки, либо ручные сварочные аппараты с индивидуально регулируемыми контроллерами температуры. Пластифицированные поверхности плотно прижимаются друг к другу с помощью прижимного валика. Если выбрана правильная температура сварки, пластифицированный материал выходит с тонким направленным валиком по краю сварного соединения, а край полотна пленки не изменяет свой цвет.

Общая информация:

1. Результат сварки определяется параметрами, такими как температура, время и давление. Поэтому параметры должны быть отрегулированы таким образом, чтобы зона нагрева достаточно расплавлялась, но не подвергалась чрезмерной термальной нагрузке, и чтобы сохранялась достаточная толщина пленки.
2. Значение коэффициента прочности сварного шва (прочность сварного шва по отношению к прочности основного свариваемого материала) приблизительно варьируется от 40 до 60%.
3. Сложные полиэфиры ТПУ всегда легче подвергаются сварке, чем простые полиэфиры ТПУ.
4. Цветные добавки могут негативно влиять на процесс сварки.
5. Для однослойных ТПУ пленок $\geq 0,200$ мм оптимальная толщина сварного соединения равна толщине пленки + 10% (см. рисунок 1).

Сварка ТПУ пленки

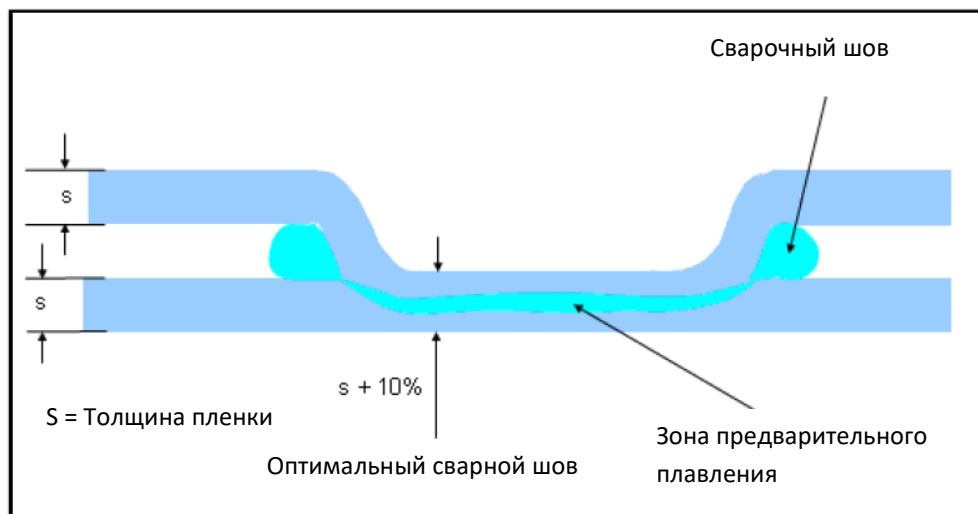


Рисунок 1: Схематическое изображение сварного соединения.

При сварке многослойных пленок, состоящих из различных полимерных материалов, необходимо обеспечить сварку только внешних слоев ТПУ. В этом случае оптимальная толщина сварного соединения $S = (1,5 - 1,7) * s$, где s = толщина пленки. Наклон пленки у электрода (обозначенный как угол наклона α) должен быть как можно ниже. В противном случае может произойти нарушение структуры слоев пленки. Более того, изгибы под острым углом значительно снижают прочность сварного соединения (рисунок 2).

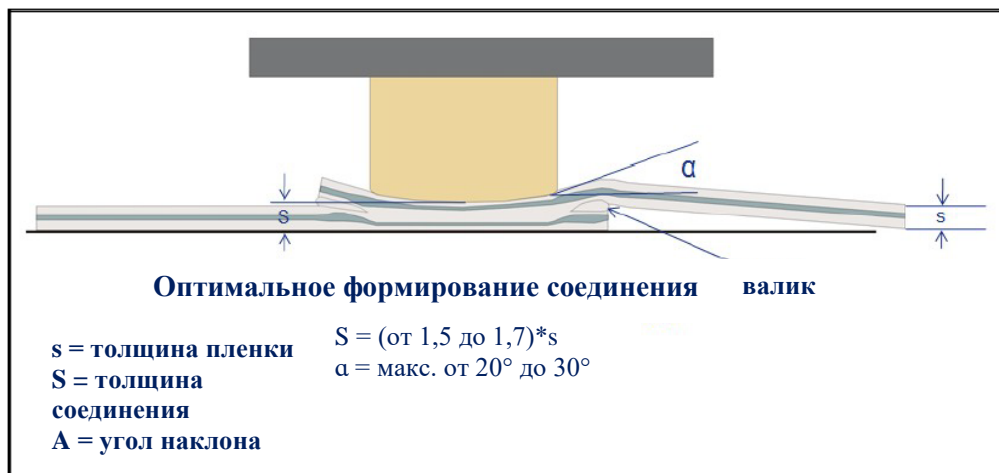


Рисунок 2. Схематическое изображение сварного соединения при ВЧ сварке многослойных пленок.

6. Инструкции по обеспечению безопасности:

Любой сварочный газ или газ сгорания необходимо удалить из зоны дыхания сварщика. См. также «Инструкции по обеспечению безопасности».

Данные инструкции не освобождают от обязательства выполнять свои собственные испытания для тестирования пленки с целью использования ее в специфических целях.

Сварка ТПУ пленки

2. Специальная информация о высокочастотной (ВЧ) сварке

Так как ВЧ сварка – это наиболее часто используемый способ сварки ТПУ пленки, в нижеследующем разделе приведена важная информация относительно требуемого оборудования:

- **Генератор**

Прочность ВЧ сварки ТПУ пленки значительно зависит от мощности генератора. Применяется следующее общее правило: мощность 1 кВт – достаточная для сварного соединения длиной 1 м и шириной 2 мм. При использовании электрода с режущим краем (см. главу «Электроды») действует следующее: 1 кВт мощности достаточно для притупления корня шва длиной 1 м и шириной 0,8 мм плюс режущий край. Кроме того, необходимо обеспечить резерв мощности, равный приблизительно 10%. Если требуемая мощность генератора слишком близка к предельному значению генератора, это может привести к нежелательным изменениям прочности сварного соединения.

Кроме достаточной мощности генератора обязательной является подача высокой частоты на прижимную пластину. Эти пластины обычно изготавливаются из алюминия. Ровного распределения высокой частоты можно достигнуть, если в процессе производства пластины прокаливаются и шлифуются, чтобы избежать деформации.

На алюминиевые пластины для больших изделий ВЧ подается дважды, чтобы обеспечить равномерное распределение ВЧ и избежать дифференциального напряжения.

- **Контроль направления давления**

Регулировка и точность направления давления значительно влияет на результат сварки. Если контроль нестабилен, инструмент «плавает» по расплавленному материалу, и это не позволяет выполнить надежную репродуктивную сварку.

Также необходимо обеспечить точный плоскостной параллелизм инструментов (электродов и контр-пластины). Сварочные прессы должны быть способны оказывать давление, равное приблизительно 10 тонн (для крупных изделий).

- **Сварочные прокладки**

Как правило, для ВЧ сварки используются сварочные прокладки, позволяющие производить сварку до самого низа. Без использования таких прокладок генератор будет заранее отключаться в целях безопасности. Кроме того, тепло, образуемое при сварочном соединении, будет рассеиваться по поверхности, в большинстве случаев выполненной из алюминия.

При использовании сварочной прокладки тепло аккумулируется, что очень эффективно для соединения. Свою ценность продемонстрировали следующие материалы: Pertinax® (ламинированная бумага) или, что еще лучше, Triflexil® (жесткая бумага, с одной стороны покрытая кремний-органическим материалом).

- **Электроды**

Электроды бывают различными для выполнения разных типов сварочных соединений: гладкие, со штамповкой, рифленые, решетчатые и т.д. Режущие края используются для комбинированной сварки с одновременной обрезкой кромки. В отличие от опыта, приобретенного при работе с различными пленками, выполненными из другого сырья, где закругленный режущий край демонстрирует лучшие результаты резки, практика недвусмысленно показала, что для ТПУ пленки должны использоваться острые края. Закругленный край приводит к распределению напряженности поля по полукругу, что в свою очередь способствует более продолжительному времени сварки и плохому качеству сварных соединений.

Сварка ТПУ пленки

Электрод с режущим краем и бороздками обеспечивает лучшее качество в отношении внешнего вида и прочности сварного соединения (рисунок 3).

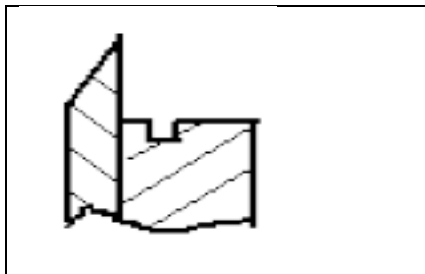


Рисунок 3. Электрод с режущим краем и бороздками для ТПУ (для ТПУ пленки скос края должен быть направлен наружу. Это способствует лучшему результату резки).

Чтобы выполнить сварку тонкой пленки на высокой скорости и с высокой прочностью, рекомендуется нагреть сварочный электрод до 40-80°C. Но в данном случае необходимо достичь не только нагрева, но и прокаливания. Это означает, что при достижении выбранной температуры она должна поддерживаться на одном и том же уровне. При сварке тонких пленок ненагретым электродом требуется высокое напряжение электрода. И даже при таком условии это обычно приводит к электрическому пробую.

Штамповка на электродах обычно служит не на пользу прочности сварного соединения, а только в целях украшения или надписи.

- **Другое**

Цветные пленки могут отличаться от натуральных по свойствам сварки в зависимости от пигментов. Красных и черные пленки, например, более тяжело поддаются сварке.