

Сущность процесса сварки пластмасс током высокой частоты

В отличие от металлов пластмассы не содержат свободных зарядов, не проводят электрический ток и относятся к идеальным диэлектрикам. Сварка током высокой частоты (ТВЧ) пластмасс основана на особенностях их поведения в электрическом поле конденсатора. В диэлектриках имеются так называемые связанные заряды, т.е. заряды, связанные внутренними силами (как, например, силы взаимодействия между ядром и электронами в нейтральном атоме).

Эти заряды будут ориентироваться в электрическом поле конденсатора так, что часть, несущая положительный заряд, повернётся в сторону отрицательно заряженной обкладки конденсатора, а часть, несущая отрицательный заряд, - в противоположную сторону. Однако они не смогут разойтись на большие расстояния, так как этому препятствуют силы взаимодействия между ними.

Таким образом, связанные заряды – это всегда пары равных по величине и противоположных по знаку зарядов. Такие пары называются диполями, а явление смещения заряженных частиц диэлектрика во внешнем электрическом поле называется поляризацией диэлектрика.

В результате поляризации на границе диэлектрика появляются нескомпенсированные связанные заряды. На границе с положительно заряженной обкладкой конденсатора появляется отрицательный связанный заряд, а на границе с отрицательно заряженной обкладкой – положительный связанный заряд. Различают несколько видов поляризации: электронную, ионную, дипольную и др.

На рис.5.1, а показано, как происходит электронная поляризация атома, имеющего положительное ядро и один электрон, вращающийся вокруг ядра по круговой орбите.

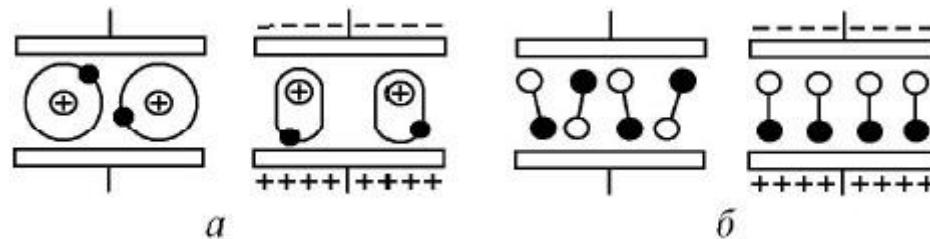


Рис.5.1. Схемы поляризации диэлектриков: а – электронная; б - дипольная

При помещении такого атома в электрическое поле конденсатора ядро будет испытывать действие силы, вынуждающей его смещаться к отрицательно заряженной обкладке конденсатора, а электрон – действие такой же силы, но направленной в обратную сторону. Под действием этих сил атом деформируется и центр орбиты электрона будут смещен относительно ядра.

Ионная поляризация характерна для веществ, имеющих кристаллическую решетку (например, поваренная соль NaCl), в узлах которой в чередующемся порядке расположены положительные и отрицательные ионы. Под действием электрического поля решетка деформируется из-за смещения ионов к обкладкам противоположного заряда.

Наибольший интерес для понимания сущности сварки ТВЧ представляет механизм поляризации материалов, имеющих готовые диполи – полярные молекулы – даже при отсутствии электрического поля. Примером могут служить макромолекулы поливинилхлорида, состоящие из звеньев «-CH₂-CHCl-» (рис.5.2).

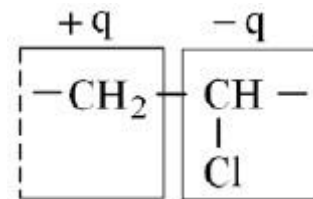


Рис.5.2. Структурная формула звена макромолекулы поливинилхлорида

Несимметричность строения обуславливает смещение центра отрицательного заряда к атому углерода, связанному с хлором, т.е. звено представляет собой микродиполь.

При внесении такого вещества в электрическое поле конденсатора микродиполи будут ориентироваться так, как это показано на рис.5.1, б. Такой вид поляризации называется дипольной поляризацией.

Следует указать, что в одном веществе может одновременно существовать несколько видов поляризации.

В случае переменного электрического поля при смене знака заряда на обкладках конденсатора будет меняться и ориентация участков макромолекул (диполей). Однако при дипольной поляризации частицы диэлектрика смещаются с запаздыванием по отношению к напряженности электрического поля. Такое запаздывание объясняется тем, что смещению звеньев будут препятствовать внутренние силы, связывающие их с соседними звеньями той же макромолекулы, или соседние макромолекулы. Электромагнитная энергия, затрачиваемая на преодоление этих сил, выделяется в виде тепла в диэлектрике, что и приводит к его разогреву до температуры сварки. Это запаздывание, а следовательно, и скорость превращения электромагнитной энергии в тепловую характеризуются углом диэлектрических потерь δ .

Для количественной оценки свариваемости пластмасс в высокочастотном электрическом поле используют величину k , называемую фактором потерь.

Фактор потерь (и, соответственно, нагрев диэлектрика) определяется произведением диэлектрической проницаемости ϵ и тангенса угла диэлектрических потерь ($\text{tg}\delta$)

$$k = \epsilon \cdot \text{tg}\delta.$$

Методом ТВЧ хорошо свариваются материалы, для которых фактор потерь $k > 0,01$. К таким материалам относятся поливинилхлорид ($k=0,04-0,4$), поливинилиденхлорид ($k=0,15-0,4$), полиамиды ($k=0,025-0,128$), полиметилметакрилат ($k=0,058-0,096$) и др. Очень низок фактор потерь у полиэтилена ($k=0,00022-0,00096$), полистирола ($k=0,0024-0,0054$), полиэтилентерефталата (лавсан) ($k=0,006$). В связи с этим сварка ТВЧ этих материалов без вспомогательных средств невозможна.

Удельную мощность РУД (Вт/см²), выделяемую в единице объема диэлектрика, помещенного в переменное электрическое поле, определяют по формуле

$$P_{уд} = 0,555 \cdot \varepsilon \cdot \operatorname{tg} \delta \cdot f \cdot E^2 \cdot 10^{-12},$$

где f – частота изменений направления поля, Гц;
 E – напряженность поля в материале, В/см.



Схемы сварки пластмасс током высокой частоты

При сварке ТВЧ обкладками конденсатора являются электроды сварочной установки. Сварка может осуществляться по прессовой и роликовой схемам (рис.5.3).

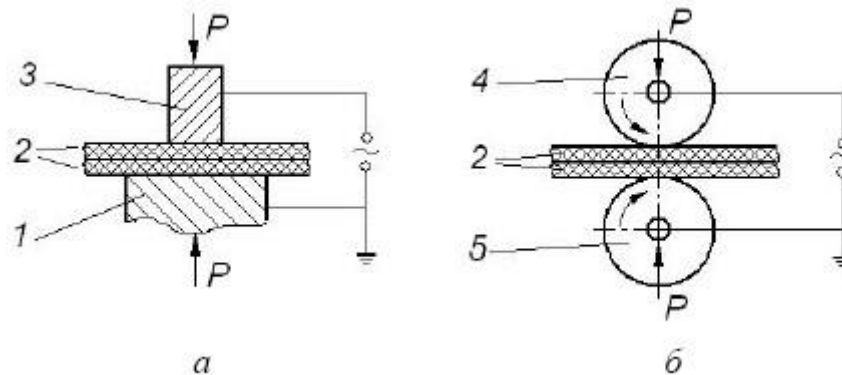


Рис.5.3. Прессовая (а) и роликовая (б) высокочастотная сварка пластмасс: 1 – заземленная обкладка конденсатора; 2 – свариваемый материал; 3 – высокопотенциальный электрод; 4 - высокопотенциальный ролик; 5 - низкопотенциальный ролик

При прессовой сварке (рис.5.3, а) соединение получают за один рабочий цикл. Конфигурация сварных швов соответствует конфигурации электродов. Сварной шов укладывается одновременно по всему контуру, т.е. все участки шва свариваются в одном и том же режиме, нагрев происходит равномерно, что обеспечивает высокое качество сварного соединения. Электроды одновременно обеспечивают нагрев и необходимое сварочное давление.

Разновидностью прессовой сварки являются точечная и шовно-шаговая сварка.

Точечная сварка отличается тем, что свариваемая площадь очень мала, и применяется в основном для сборки изделий и прихватки заготовок под прессовую и шовную сварку.

При шовно-шаговой сварке материалы свариваются участками с определенным шагом либо с перекрытием для получения строчки или непрерывного шва. Подача материалов на шаг осуществляется в момент подъема электродов. При сварке синтетических тканей и пленок для этого используют машины типа швейных, оборудованные точечными электродами и механизмом шаговой подачи материалов на 1-2 мм.

Роликовая сварка (рис.5.3, б) используется для получения непрерывных протяженных швов. Электродами при этом служат ролики или диски, вращающиеся в противоположном направлении. Один электрод-ролик соединяется с высокопотенциальным выводом генератора ТВЧ, а другой заземлен. Роликовая сварка обладает рядом недостатков, затрудняющих её использование. Во-первых, при большой скорости сварки сварной шов не успевает охладиться под давлением и выходит из-под электродов-роликов в нагретом состоянии. Это приводит к значительным деформациям шва, особенно при больших толщинах свариваемого материала. Во-вторых, электрическая емкость между роликами мала, что также не позволяет достичь больших скоростей сварки. Указанные недостатки обуславливают целесообразность применения роликовой сварки ТВЧ только для соединения тонких пленок, так как с повышением толщины пленок скорость сварки значительно снижается. Так, при толщине пленки 100 мкм оптимальная скорость сварки составляет 6 м/мин, а при толщине 200 мкм – 2 м/мин.

Прессовая сварка ТВЧ позволяет получить соединения внахлестку (рис.5.4, а, б, в), встык (рис.5.4, г, д), встык с одной или двумя накладками, в тавр, на ус, с отбортовкой кромок (рис.5.4, ж, з) и т.д. Для достижения более полного контакта между соединяемыми поверхностями может применяться присадочный материал.

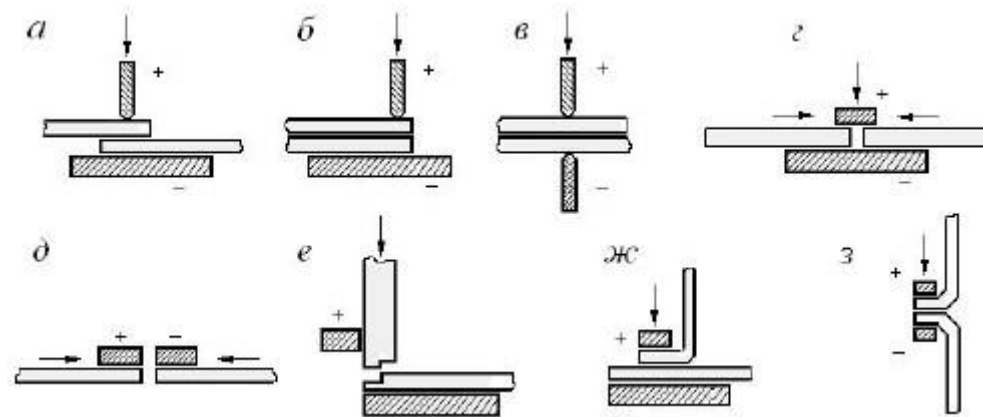


Рис.5.4. Виды сварных соединений и схемы размещения электродов при сварке: а, б, в – внахлестку; г, д, – встык; е – угловое; ж, з – с отбортовкой кромок; (+) - высоковольтный электрод; (-) – заземленный электрод

При использовании электродов (рис.5.4 б, ж, з) сварка может выполняться с одновременной отделкой шва и обрезанием по его краю. В этом случае электроды имеют специальную кромку (рис.5.5). В случае применения составного электрода часть его, предназначенную для сварки основного шва, изготавливают из полосы латуни, к которой винтами крепится обрезной нож, выполненный из стальной ленты и заточенный под углом 30° .

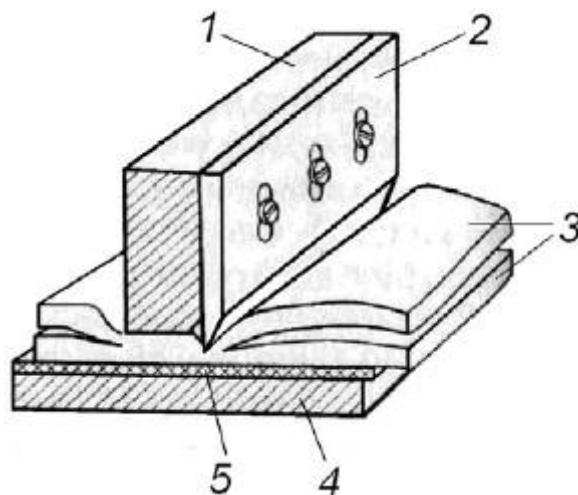


Рис.5.5. Форма электрода для сварки с одновременным обрезанием: 1 – электрод; 2 – обрезной нож; 3 - свариваемые пленки; 4 - низкопотенциальный электрод; 5 – диэлектрическая прокладка

Для получения сварных швов с различной конфигурацией и с одновременным вырезанием изделия широкое распространение находят электроды, представленные на рис.5.6. При работе с указанными электродами с целью исключения электрического пробоя электрод, совмещенный с нижней плитой сварочного пресса, рекомендуется покрывать листом материала, имеющим высокие диэлектрические характеристики, например гетинаксом.

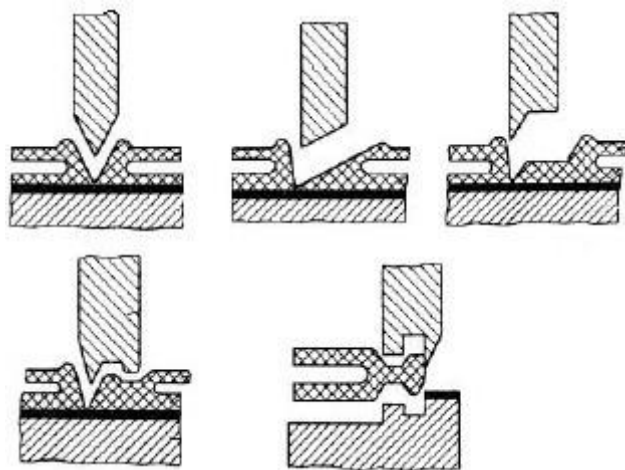


Рис.5.6. Формы рабочей части электродов для высокочастотной сварки с одновременным обрезанием изделия

Расположение электродов, приведенное на рис.5.4, д, используется при сварке труб встык, а также в случаях, когда невозможно расположить электроды с двух противоположных сторон сварного шва, например при сварке встык линолеума на теплоизоляционной прокладке. Сварка кольцевых (поперечных) стыков винипластовых труб по этой схеме осуществляется с помощью разъемных или неразъемных электродов (рис.5.7, а). Для исключения появления грата внутри трубы вставляется вкладыш, выполненный из материала с малыми диэлектрическими потерями. Для облегчения удаления вкладыш выполняется разъемным. Подвод тока при такой конструкции значительно облегчен.

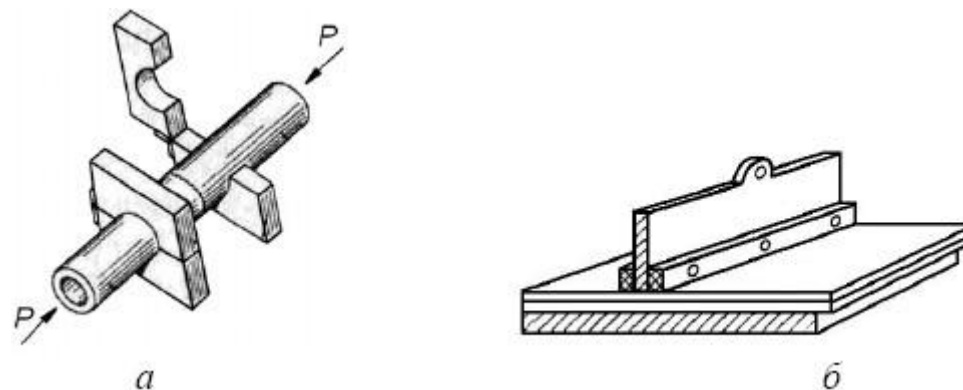


Рис.5.7. Схема сварки кольцевых швов виниловых труб (а) и электродом с накладками (б) Чтобы уменьшить продавливание свариваемого материала и этим увеличить его прочность в околошовной зоне, применяют электроды с накладками (рис.5.7, б), выполненными из диэлектрического материала, например из фторопласта-4, который не нагревается в поле ТВЧ.

При сварке термопластов, имеющих малый фактор диэлектрических потерь, применяют электроды, нагреваемые током промышленной частоты. В полости электрода устанавливают помещенную в кварцевую или керамическую трубку электрическую спираль. Электрод нагревается до необходимой температуры, а затем включается ТВЧ, причем в этот момент электрод от сети промышленной частоты отключается.

Электроды для контурной сварки (рис.5.8) имеют рабочую поверхность, повторяющую конфигурацию и размеры сварного шва. Обычно такие электроды имеют вид рамки, изготовленной из полос латуни, соединенных болтами или пайкой. Рамка крепится на плите толщиной 10-15 мм. При необходимости обрезания материала одновременно с его сваркой на рабочих элементах электродов устанавливают обрезные ножи.

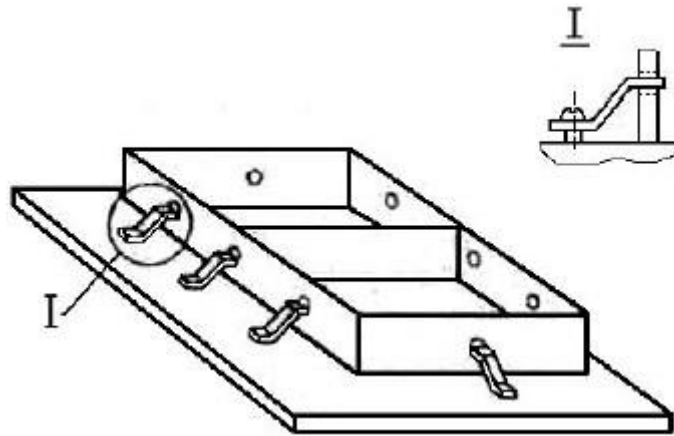


Рис.5.8. Электроды для контурной сварки

В тех случаях, когда мощности генератора недостаточно для сварки всего изделия по контуру, а сварка шаговым методом не удастся из-за трудности совмещения швов или рисунков, применяют коммутационные электроды, состоящие из нескольких изолированных друг от друга секций, которые подключаются к генератору поочередно с помощью коммутатора. В процессе сварки все изделие прижато по зоне сварки в прессе, и выполнение швов обеспечивается последовательно без перестыковок.

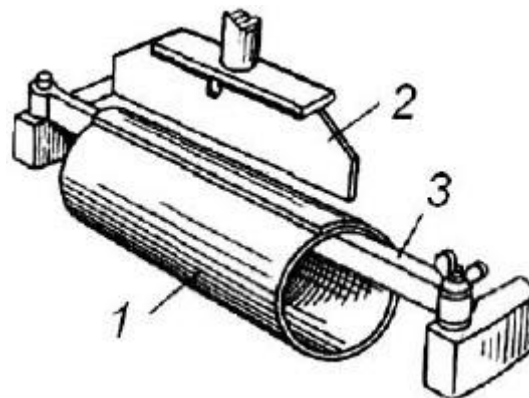


Рис.5.9. Схема сварки продольных швов труб из ПВХ: 1 – труба; 2 – высоковольтный электрод; 3 – шарнирный электрод материал

Сварка продольных швов труб из пластифицированного ПВХ может производиться шаговым способом (рис.5.9). За одну операцию сваривается шов длиной 500-700 мм. Каждый предыдущий шов перекрывается последующим на 10 мм. Заземленным электродом является шарнирный электрод, а высоковольтный электрод представляет собой нож шириной 4 мм, укрепленный в электродержателе. Такая же схема сварки может быть использована для соединения нахлесточным швом мягких лент при изготовлении рукавов, шлангов и т.п. (рис.5.10).

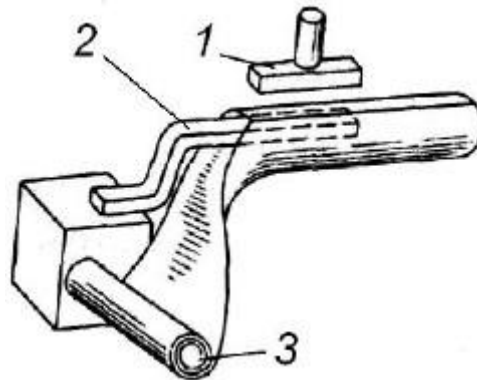


Рис.5.10. Схема сварки рукавов из пленки продольным швом: 1 – верхний электрод; 2 – нижний электрод; 3 – рулонный материал Сварка ТВЧ может быть использована и для изготовления объемных изделий, для чего служат электроды сложной формы.



Сварку ТВЧ лучше всего использовать тогда, когда важно добиться высокой скорости и равномерности нагрева, быстрого охлаждения материала шва, а также точного дозирования количества тепла по длине шва. Такие требования обычно предъявляются к сварке больших партий изделий из пластифицированного и непластифицированного поливинилхлорида, многослойных полиамидных и фторсодержащих пленок.

Особенно широко используется сварка ТВЧ для изготовления упаковки из полимерных пленок. При этом процесс сварки упаковочных чехлов и собственно упаковка и герметизация изделия или продукта могут быть разделены или выполняться одновременно (упаковка медикаментов, инструмента и др. изделий). Сварка, как правило, производится с одновременным обрезанием лишнего материала.

Из непластифицированных термопластичных материалов, сварка ТВЧ которых наиболее целесообразна, следует назвать винилпласты, изготавливаемые на основе поливинилхлоридной смолы, и полиамиды марок П-68, П-6, П-8, П-10 и др.

Высокочастотная сварка этих материалов может применяться при изготовлении стойких против коррозии трубопроводов для газов и жидкостей, герметичных сосудов для химических реактивов, аккумуляторных батарей и т.д. Основными параметрами режима сварки ТВЧ являются:

- частота тока;
- напряженность электрического поля;
- время сварки (продолжительность нагрева);
- сварочное давление.

К дополнительным параметрам режима сварки ТВЧ относятся:

- размеры, форма и материал электродов;
- материал и размеры прокладок;

Все перечисленные основные и дополнительные параметры находятся в тесной взаимосвязи друг с другом.

Частота тока при сварке ТВЧ является параметром, с помощью которого можно регулировать удельную тепловую мощность (мощность, рассеиваемую в виде тепла в единице объема диэлектрика). При постоянных факторе потерь и напряженности электрического поля удельная тепловая мощность прямо пропорциональна частоте тока. Следовательно, для повышения производительности процесса сварки за счет роста скорости нагрева следует увеличивать частоту тока.

Однако увеличение частоты тока не может проводиться без учета длины сварочных электродов, что обусловлено волновыми процессами. Дело в том, что при подключении пластин конденсатора – электродов – к генератору в нагреваемом материале возникает электромагнитная волна. Дойдя до противоположного края, волна отражается от боковой грани электрода. Возникшая волна встречает отраженную волну. В результате многократного отражения волн устанавливается режим так называемой стоячей волны, при котором в любой момент времени в материале как бы существуют две электромагнитные волны, движущиеся в противоположных направлениях. Суммарная стоячая волна имеет пучности и узлы, т.е. напряженность электрического поля распределена неравномерно. Это вызывает неравномерность тепловыделения по длине электродов.

Для достижения равномерности распределения напряженности электрического поля необходимо длину электродов выбирать значительно меньше длины электромагнитной волны. Чтобы неравномерность электрического поля не превышала 5%, следует назначать длину электрода не больше (0,04-0,05) длины волны. Поэтому увеличение частоты тока приводит к необходимости уменьшения длины электродов.

Диапазон частот, при котором можно осуществлять быстрый нагрев термопластов при сварке ТВЧ, составляет 30-160 МГц.

Увеличение напряженности электрического поля приводит к росту удельной мощности, генерируемой внутри термопласта, находящегося в высокочастотном поле. Причем удельная мощность пропорциональна квадрату напряженности электрического поля.

Однако увеличение напряженности электрического поля ограничено возможностью электрического пробоя слоев пластмассы, находящихся между электродами сварочной машины. Каждый диэлектрик, находясь в электрическом

поле, теряет свои изоляционные свойства, когда напряженность поля превышает некоторое критическое значение, называемое пробивной напряженностью.

На пробивную напряженность помимо материала диэлектрика оказывает влияние ряд других факторов: форма электрического поля, наличие воздушных зазоров, частота тока, состояние поверхности диэлектрика, давление и температура воздушной среды, наличие в воздушном зазоре примесей. Поэтому значение допустимой напряженности при сварке ТВЧ рекомендуется принимать в 1,5-2 раза меньшим, чем значение пробивного напряжения.

Обычно оптимальное значение напряженности электрического поля подбирается экспериментально. При этом следует пользоваться следующими практическими рекомендациями по выбору напряженности: для сварки поливинилхлорида 800-2000 В/мм, линолеума 250-350 В/мм, полиамидов 600-650 В/мм, пенополистирола 50 В/мм.

Давление при сварке ТВЧ, как и при других видах сварки, служит для создания физического контакта свариваемых поверхностей, обеспечения вытекания расплава в зоне сварки и более полного протекания диффузионных процессов. Оптимальные значения давления составляют для пластифицированного поливинилхлорида 0,7-2 МПа, линолеума 0,05-0,15 МПа, полиамидов 1,5-2,0 МПа, винипласта 2-5 МПа.

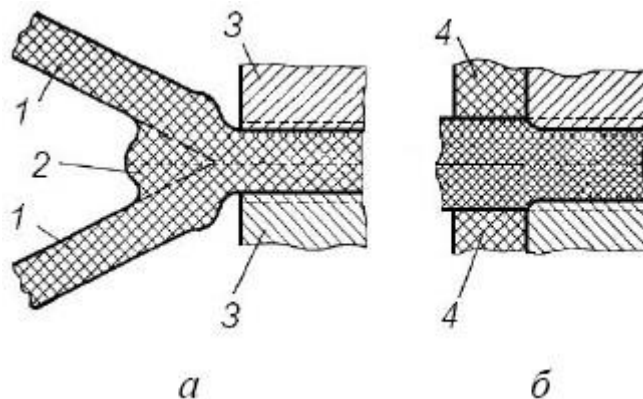


Рис.5.11. Схема образования «сварочной гусеницы» и предупреждения её за счет боковых губок: а – нормальные электроды; б – электроды с боковыми губками; 1– свариваемые пленки; 2 – «сварочная гусеница»; 3 – электроды; 4 – боковые губки

Применением верхних пределов давления можно сократить время сварки и уменьшить мощность нагрева. Однако при этом может наблюдаться значительное утонение сварного шва (от 20 до 40% от исходной толщины) и образование «сварочной гусеницы» (рис.5.11, а) за счет выдавливания расплава за зону сварки. Утонение шва приводит к понижению прочности сварного соединения. Во избежание этого рекомендуется устанавливать на сварочных машинах ограничители хода электродов. Образование «сварочной гусеницы» способствует повышению жесткости сварного соединения, что также снижает его прочность. Иногда, чтобы повысить эластичность сварного шва, ограничивают вытекание расплава, что препятствует образованию «сварочной гусеницы». Это достигается применением электродов с боковыми губками (рис.5.11, б). Губки изготавливают, например, из фторопласта. Однако этот прием, хотя и приводит к уменьшению размеров «сварочной гусеницы», все же не позволяет получить более прочные швы, чем при сварке узким электродом. Это объясняется тем, что стеснение выдавливания расплава ухудшает условия протекания диффузионных процессов.

Время сварки определяется временем нагрева границы раздела свариваемых поверхностей до температур сварки. Между временем сварки, удельной мощностью, толщиной материалов и максимальной площадью сварки существует тесная связь. Так, например, при сварке пленок из винилпласта толщиной около 100 мкм удельная мощность составляет 1,6 - 1,2 Вт/мм² при изменении времени сварки от 0,1 до 5 с. Но уже при сварке листов толщиной 0,5-1,0 мм она падает при тех же временах сварки до 1,0-0,2 Вт/мм². Дальнейшее увеличение толщины снова приводит к возрастанию удельной мощности – тем более резко, чем меньше время сварки. Это объясняется тем, что при сварке тонких пленок большая часть тепла, рассеиваемая в материале, теряется за счет теплоотвода в электроды. Для компенсации этих потерь и сохранения требуемой производительности процесса приходится увеличивать удельную мощность. Для повышения интенсивности нагрева и, следовательно, уменьшения времени сварки за счет уменьшения теплоотвода в электроды используют следующие приемы.

1. При прессовой сварке детали укладываются между нагретыми с помощью электронагревателя электродами. Подогрев приводит к выравниванию распределения температуры по толщине свариваемых

деталей и некоторому увеличению фактора диэлектрических потерь, что также способствует сокращению времени сварки.

2. При сварке тонких пленочных материалов применяют прокладки из термоизоляционного терморезистивного материала с меньшей теплопроводностью (например, из электротехнического картона), уменьшающие тепловые потери в электроды. Использование прокладок позволяет также, не опасаясь электрического пробоя, повысить напряженность электрического поля и тем самым еще больше сократить время сварки. Прокладки следует устанавливать со стороны обоих электродов.

Оптимальное время сварки в значительной мере зависит от физической природы свариваемых материалов. Так, сварка пластифицированного поливинилхлорида происходит за десятые доли секунды, а полиамидов – за 10-15 с. Во всех случаях не следует сокращать время сварки до минимума, так как при этом могут не успеть завершиться диффузионные процессы в зоне контакта свариваемых деталей.

На потери электрической мощности большое влияние оказывает неравномерность электрического поля по ширине электродов. На рис.5.12, а видно, что частично силовые линии поля замыкаются вне зоны сварки. Т.е. часть энергии тратится на ненужный нагрев околошовной зоны. В связи с этим увеличивается время сварки или повышается минимальная мощность, необходимая для сварки.

Для уменьшения поля рассеяния рекомендуется верхний и нижний электроды выполнять одинаковых размеров (рис.5.12, б). При сварке пленок из пластифицированного ПВХ ширину электродов следует назначать равной двойной толщине свариваемого пакета, но не менее 0,8 мм. Из-за возможного перегрева материала в местах, контактирующих с углами электродов, кромки электродов необходимо округлять радиусом, равным $1/8$ ширины электрода.

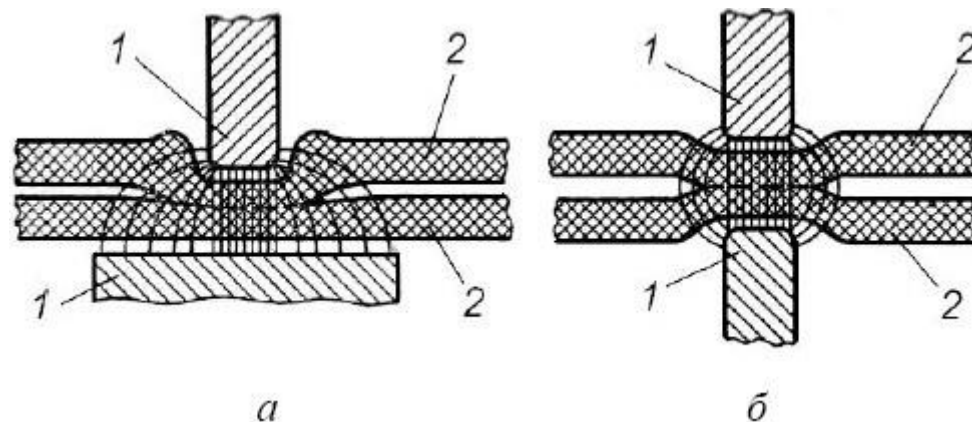


Рис.5.12. Влияние формы электродов на поле рассеяния: а – электроды различной ширины; б – электроды одинаковой ширины; 1 – электроды; 2 – свариваемый материал

Иногда увеличение производительности может быть достигнуто снижением начальной температуры размягчения термопласта. Так, при сварке полиамидов с этой целью иногда свариваемые поверхности покрывают трикрезолом, а при сварке изделий из винипласта – дибутилфталатом. Эти приемы позволяют также повысить эластичность сварного шва.

При сварке материалов с низким значением фактора диэлектрических потерь часто используют прием, заключающийся во введении в зону сварки материала с высоким значением этого фактора. В этом случае разогрев зоны сварки обеспечивается нагревом материала с высоким фактором диэлектрических потерь вследствие рассеивания в нем энергии электрического поля и последующей передачи генерированного тепла свариваемому материалу. Такую сварку иногда называют контактно -диэлектрической.

Введение в зону сварки материалов с высоким фактором диэлектрических потерь может осуществляться за счет покрытия этими материалами (например, поливинилхлоридом или прессшпаном) сварочных электродов, закладных деталей, остающихся в сварном шве, либо прокладок, располагаемых между свариваемыми деталями.

По механизму контактно-диэлектрической сварки протекает и высокочастотная сварка металлонаполненных пластмасс. Тепло для сварки в этом случае создается за счет вихревых токов, возбуждаемых в металлических частицах.



Оборудование для сварки током высокой частоты

Установки для сварки ТВЧ включают в себя высокочастотный генератор и технологические устройства. Высокочастотный генератор является источником электромагнитной энергии, подводимой к сварочным электродам. В состав технологических устройств могут входить различные элементы, обеспечивающие механизацию и автоматизацию процесса:

- загрузочные устройства, обеспечивающие автоматическую подачу свариваемого изделия в рабочую зону;
- согласующие устройства, предназначенные для согласования входных и выходных параметров высокочастотного генератора с электрическими параметрами рабочего конденсатора, изменяющимися в общем случае при переходе на сварку нового изделия;
- фидерные устройства, предназначенные для передачи высокочастотной энергии от лампового генератора к сварочному устройству.

Для нагрева диэлектрических материалов в электрическом поле высокой частоты используют ламповые и транзисторные автогенераторы с частотой тока от нескольких десятков до нескольких тысяч мегагерц.

Главные функции технологического устройства, осуществляющего сварочный процесс, - разогрев термопласта до температур вязкотекучего состояния вдоль линии сварного соединения и прижим свариваемых материалов в разогретой зоне друг к другу с заданной силой.

Развитие техники сварки ТВЧ пошло в направлении совершенствования прессовых технологических устройств. В настоящее время практически все изготавливаемые высокочастотным методом сварные соединения получают с помощью высокочастотных прессов.

Рабочие плиты пресса в своей совокупности образуют электрический конденсатор. С точки зрения формирования сварного соединения одна из двух рабочих плит должна быть высокопотенциальной (верхняя или нижняя – не имеет значения). Однако если конструкция высокочастотного пресса предполагает укладку заготовок непосредственно на нижней плите, её целесообразно выполнять низкопотенциальной. Это уменьшает вероятность получения ожогов при случайном подключении к прессу высокочастотного напряжения.

Подвижной (силовой) может выполняться одна из двух рабочих плит. Это зависит от конкретных требований к конструкции установки: особенностей загрузочных устройств, элементов экранирования и т.п. При ручной загрузке заготовок на нижней плите пресса целесообразно выполнять её неподвижной. Загрузочные устройства в общем виде представляют собой столы, подаваемые тем или иным способом из загрузочных позиций в позицию сварки и обратно. Размеры загрузочных столов соответствуют параметрам рабочих плит пресса. По способу подачи столов различают:

- загрузочные устройства с выдвижными загрузочными столами, когда столам придается возвратно-поступательное перемещение;
- загрузочные устройства с поворотными платформами (карусельные), когда загрузочным столам придается угловое перемещение;
- конвейерные загрузочные устройства с поступательным движением загрузочных столов.

Кarusельные и конвейерные загрузочные устройства осуществляют движение загрузочных столов сквозь рабочее пространство пресса в одном направлении. Возможное число загрузочных позиций сварочной установки зависит от типа устройства и конструктивного исполнения высокочастотного пресса. Привод рабочих плит и подвижных элементов сварочных прессов может быть электромеханическим или гидравлическим.

К высокочастотным сварочным установкам как к источникам электромагнитных излучений предъявляются весьма жесткие требования в области соблюдения норм допустимых промышленных помех, санитарных норм и правил при работе с источниками электромагнитных полей высоких, ультразвуковых и сверхвысоких частот.

Безопасность работы обеспечивается не только соблюдением этих норм, но и тщательным экранированием следующих элементов установки: генераторного блока лампового генератора; рабочего конденсатора сварочного устройства; согласующих

и токоведущих устройств. Очень тщательно выполняют в экранах различные разъемы, отверстия, смотровые окна и т.п., необходимые для подачи деталей в рабочий конденсатор и технического обслуживания установки.

Сварочные устройства в зависимости от используемой схемы сварки делятся на: прессовые стационарные; ручные типа клещей; роликовые шовные установки. Наибольшее распространение получили сварочные прессы.

