

## Сварка пластмасс растворителями

---

К сварке растворителями относится такой вид диффузионно-реологической сварки, при котором изменение внутренней энергии, необходимое для увеличения подвижности макромолекул полимера, достигается временным присутствием растворителя на соединяемых поверхностях.

Сварка растворителями в обычных условиях применяется для соединения аморфных термопластичных полимеров, а в некоторых случаях и кристаллизующихся полимеров при температуре, близкой к температуре плавления кристаллической фазы.

Так, способ широко применяют для соединения деталей, изготовленных из полиэфиров метакриловой кислоты, полистирола, поливинилхлорида, полиамида, поликарбонатов, эфиров целлюлозы и различных сополимеров. Метод практически непригоден для полиэтилена, политетрафторэтилена и полипропилена вследствие их слабого набухания в растворителях. Сварка растворителями применяется в тех случаях, когда методы тепловой сварки не обеспечивают надежного соединения или нерациональны (нарушаются формы и размеры деталей), в индивидуальном производстве, а также для соединения прозрачных термопластов – полиакрилатов, поликарбоната, полистирола, сварные швы которых должны иметь не только достаточно высокую прочность, но и должны быть прозрачными.

Основным достоинством сварки растворителями являются малые капитальные затраты на её проведение, так как сварка может осуществляться с помощью простых приспособлений, а недостатками являются токсичность растворителей, длительный цикл сварки, большая трудоемкость.

Сварка растворителями заключается в смачивании поверхностей материалом, содержащим растворитель, в последующем приведении их в контакт и выдержке под давлением до момента затвердевания шва. Кроме чистого растворителя, в качестве присадочного материала используют композиции – растворы полимера в растворителе, полимеризующиеся композиции и др. Свариваемую поверхность смачивают растворителем до тех пор, пока она не приобретет липкость, характерную для сильно набухшего полимера, затем поверхности соединяют и выдерживают под небольшим давлением для облегчения взаимной диффузии макромолекул.

Поскольку скорость диффузии макромолекул в поверхностном слое полимера при смачивании растворителем значительно ниже, чем скорость диффузии макромолекул того же полимера, нагретого до температуры, превышающей температуру его текучести, то сварка растворителем требует значительно большего времени для образования прочного соединения по сравнению со сваркой нагревом.

Основными видами соединений при сварке растворителем листовых и пленочных термопластов являются нахлесточные соединения, соединения «на ус» и стыковые с односторонней накладкой. Для толстостенных изделий и стержней применяются стыковые соединения без накладок, для труб – раструбные соединения. Выбор вида соединения определяется условиями работы конструкции. При сварке листовых термопластов длины перекрытия в нахлесточном соединении, «уса» и накладки в стыковом соединении должны быть не меньше соответственно четырех-, пяти-, и восьмикратной толщины листа.

В производственной практике применяют растворители и смеси растворителей. Использование смеси растворителей позволяет регулировать скорость размягчения полимера и предупреждать испарение растворителя с поверхности во время набухания. Для ускорения процесса и повышения прочности соединения применяют растворы свариваемого полимера в растворителе (лаковые композиции) или в мономере (полимеризующиеся композиции). Последние обеспечивают наилучшее качество соединения. Повышение качества соединения обусловлено тем, что растворитель выполняет функцию пластификатора в околошовной зоне, повышая в ней эластичность полимера, снижая температуру стеклования и прочность соединения; кроме того, с присутствием растворителя связано и некоторое увеличение объема полимера в зоне шва, что приводит вместе с тем к появлению внутренних напряжений.

В случае применения раствора в мономере после окончания диффузии макромолекул из раствора в поверхностные слои соединяемых деталей и из них - в присадочный материал – происходит полимеризация мономера. Превращение мономера растворителя в полимер устраняет недостатки сварного соединения, пластифицированного жидким компонентом. В тех случаях, когда мономер свариваемого материала при комнатной температуре находится в газообразном состоянии, применяют жидкий мономер иного состава, растворяющий соединяемый полимер и совмещающийся с ним после полимеризации.

Обычно в растворитель вводят до 15 % свариваемого полимера, что обеспечивает необходимую вязкость и снижает скорость испарения растворителя. Введение полимера, кроме того, позволяет заполнить зазоры между соединяемыми деталями, и соответственно, улучшить качество шва.



## Технологический процесс сварки растворителями

---

Технологический процесс сварки растворителями включает в себя следующие основные операции:

- подготовка соединяемых поверхностей к сварке;
- смачивание соединяемых поверхностей равномерным слоем растворителя или состава, содержащего растворитель (при стыковом соединении составом заполняют разделку шва);
- открытая выдержка соединяемых поверхностей (период времени от нанесения растворителя до сборки свариваемых деталей);
- приведение соединяемых поверхностей в контакт;
- приложение давления и выдержка соединяемых деталей под давлением до момента затвердевания шва.

Подготовку соединяемых поверхностей к сварке следует производить с особой тщательностью. Подогнанные поверхности перед нанесением растворителя необходимо очистить от пыли и обезжирить. Для очистки и обезжиривания не рекомендуется использовать растворитель полимера, так как в этом случае на набухшей поверхности материала могут оставаться загрязнения. При сварке пластифицированного поливинилхлорида необходимо обработать соединяемые поверхности специально подобранным растворителем, чтобы удалить выпотевший пластификатор, который препятствует растворению полимера.

Количество наносимого на соединяемые поверхности растворителя должно быть достаточным для набухания полимера, но в то же время его избыток ведет к снижению прочности соединения и удлинению технологического цикла. Растворитель наносят погружением, пульверизацией, роликом, кистью и другими способами до тех пор, пока соединяемые поверхности не приобретут липкость, характерную для сильно набухшего полимера. В помещении, где наносят растворитель, имеющий низкую температуру кипения, необходимо

поддерживать минимальную температуру. Поверхности, которые не подлежат соединению, целесообразно защищать от действия паров растворителя бумагой, липкой лентой или защитной пленкой.

Технологические режимы сварки (открытая выдержка, выдержка собранных деталей до запрессовки (сжатия), давление и время запрессовки) зависят в основном от типа полимера и растворителя и подбираются экспериментально с учетом температуры помещения и других факторов. Продолжительность открытой выдержки должна быть достаточной для того, чтобы произошло набухание и размягчение полимера по всей поверхности и на достаточную глубину (до 0.5-1,0 мм). Как правило, открытая выдержка составляет несколько минут, давление запрессовки находится в интервале 0.1-1,0 МПа, а время выдержки под давлением запрессовки – от 2 до 24 ч.

Свариваемые детали запрессовывают в прессах рычажного типа, обеспечивающих постоянство давления в течение всего времени запрессовки, в пневматических, гидравлических или винтовых прессах, а также в струбцинах. При запрессовке необходимо следить, чтобы не было перекосов и сдвигов свариваемых деталей (для этого рекомендуется устанавливать шпильки или упоры), а также чтобы в зоне шва не образовывались пузырьки воздуха. Распрессовка соединения допускается только после затвердевания шва, а механическая обработка и эксплуатация сваренных изделий – не ранее, чем через 24 ч после распрессовки.

Основные достоинства метода:

- низкий уровень или отсутствие затрат на тепловую энергию;
- возможность локализации воздействия на свариваемый материал только в зоне соединяемых поверхностей;
- возможность соединения трудносвариваемых тепловыми методами термопластов (ПВХ, полиэтилентерефталата, фторсополимеров и др.) и полуфабрикатов из них типа тканей;
- возможность соединения органических стекол с получением оптически прозрачных швов;
- пригодность к применению и в мелкосерийном, и массовом производствах.

Ограничивают применение сварки растворителем плохая растворимость ряда термопластов, в некоторых случаях - большая длительность затвердевания материала в зоне шва. Для ускорения процесса сварки растворителем применяют подогрев, а в ряде случаев он необходим.

При сварке растворителями особые требования предъявляются к санитарно-гигиеническим условиям производства и противопожарной безопасности. Это обусловлено тем, что многие растворители являются токсичными и очень горючими веществами.



## Сварка некоторых пластмасс

---

Сварка полиметилкрилата (органического стекла) растворителем получила особенно широкое распространение в производстве товаров ширпотреба. Применяют её в тех случаях, когда к механической прочности изделий не предъявляют особо жесткие требования. Для сохранения оптической прозрачности шва необходима плотная подгонка соединяемых поверхностей. Применяемые растворители: хлороформ, метиленхлорид, дихлорэтан, ацетон, уксусная кислота и др. Чаще применяют дихлорэтан или уксусную кислоту.

Сварку полистирола производят, применяя в качестве растворителя сложные эфиры, кетоны (ацетон и др.), ароматические углеводороды (бензол, толуол, ксилол), хлорпроизводные углеводородов. Обычно соединяют с помощью дихлорэтана, иногда растворяя в нем 1-5% полистирола. Во многих случаях дихлорэтан, являющийся токсичным растворителем, заменяют другими менее токсичными.

Сварку поливинилхлорида (ПВХ) осуществляют с помощью чистого растворителя или с помощью присадочного материала, в качестве которого используют перхлорвиниловую смолу. ПВХ набухает (растворяется) в ароматических или галоидосодержащих углеводородах, в простых или сложных эфирах. Для соединения деталей из винипласта (пластифицированный ПВХ) обычно используют органические вещества с высокой растворяющей способностью: диоксан, дихлорэтан, трихлорэтан и др.

Сварка пластифицированного ПВХ вызывает трудности, связанные с тем, что на его поверхности может находиться выпотевший и препятствующий растворению пластификатор. Поэтому перед сваркой необходимо

удалить пластификатор с сопрягаемых поверхностей специальным растворителем и лишь после этого нанести растворитель, обеспечивающий сварку.

Сварку заготовок из целлулоида можно производить размягчением соединяемых поверхностей ацетоном. Соединения более высокого качества получают, применяя присадочный материал, содержащий, помимо растворителя, пластифицированную нитроцеллюлозу и канифоль.

