Глава 27. Сварка пластмасс

27.1. Классификация способов сварки пластмасс

Классификация, как и в случае сварки металлов, проводится по физическим, техническим и технологическим признакам. По виду использования энергии сварку пластмасс можно разделить на способы, использующие тепловую, механическую, электромеханическую энергии или сочетание их. Если соединение образуется в результате расплавления или размягчения кромок и присадочного материала, то такой класс сварки относят к термическим. Совместное использование нагрева и давления является признаком термомеханического класса. К чисто механическому классу относят способы сварки, когда тепловая энергия внутри изделия получается в процессе превращения механической энергии (трение, ультразвук и т. п.). Электромагнитная энергия также преобразуется в тепловую.

К термическому классу следует отнести сварку нагретым газом, сварку экструдируемой присадкой (расплавом) и их разновидности. К термомеханическому классу относится контактная тепловая сварка, к механическому — сварка ультразвуком, трением и вибротрением.

27.2. Сварка нагретым газом

Сварку нагретым газом осуществляют с использованием присадки или без нее. При сварке *с присадкой* нагретым газом, подаваемым в специальную горелку, разогревают кромки и часть присадочного материала, который подают в сварочную зону. Присадочный материал в ряде случаев прижимают к кромкам специальным роликом. Наиболее часто в качестве нагретого газа используют воздух.

При сварке *без присадки* размягченные кромки сдавливают. Поэтому наиболее рациональным типом соединения в этом случае будет нахлесточное, например при сварке пленочных материалов. Сварка нагретым газом применяется для соединения деталей из поливинилхлорида, полиэтилена, полипропилена, полиамидов, полистирола, винипласта и т. п.

27.3. Сварка экструдируемой присадкой (расплавом)

Схемы сварки по бесконтактному и контактному экструзионному способу приведены соответственно на рис. 27.1, *а, б*.

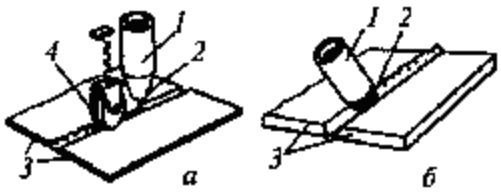

Рис. 27.1. Схема бесконтактной *(а)* и контактной *(б)* экструзионной сварки расплавом: *1* — экструдер; *2* — мундштук экструдера; *3* — свариваемые детали; *4* — прокатывающий ролик

В первом случае расплавленный материал из экструдера подается в свариваемый зазор, нагревает кромки до свариваемой температуры и, застывая, прочно соединяв их. С помощью ролика свариваемый шов прокатывают, что улучшает его прочность и форму.

Во втором случае мундштук экструдера касается кромок и за счет этого повышается эффективность использования тепловой энергии. Мундштук экструдера выполняет роль прижимного ролика, обеспечивая необходимый контакт присадочного материала с поверхностью кромок. При толщине кромок более 3 мм их разделывают, применяя V-образную или X-образную разделку.

27.4. Контактная тепловая сварка

Контактная тепловая сварка относится к термомеханическому классу: детали в месте соединения нагревают до температуры вязкотекучего состояния нагретым инструментом, затем сдавливают (рис. 27.2).

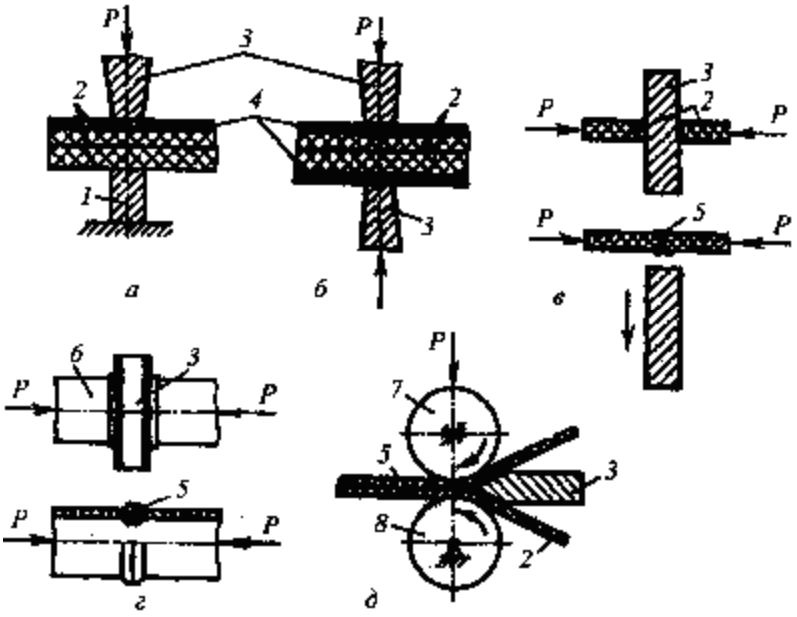

Рис. 27.2. Сварка нагретым инструментом: а — с односторонним нагревом; б — с двусторонним нагревом, при котором нагреватель соприкасается с внешней поверхностью (проплавление); в — сварка листов; г — сварка труб, нагреватель соприкасается непосредственно со свариваемыми поверхностями (оплавление); д — сварка пленок нагретым клином с механизированной подачей свариваемых пленок; 1 — опора; 2— свариваемые листы; 3 — нагретый инструмент, 4—изоляционная прокладка; 5—сварной шов; 6—свариваемые трубы; 7 — ведущий ролик; 8—ролик-опора

Термоконтактная сварка применяется для соединения полиэтилена, полистирола, фторопласта, поливинилхлорида и др. В качестве нагревательного инструмента используют стальные пластины, ленты, ролики, электропаяльники, диски и т. п.

Нагретый инструмент (рис. 27.2, *в, г)* перед осадкой удаляют.

27.5. Сварка ультразвуком, трением и вибротрением

В отличие от сварки металлов ультразвуком, при сварке пластмасс волновод устанавливается перпендикулярно свариваемым плоскостям а не в плоскости их (рис. 27.3).

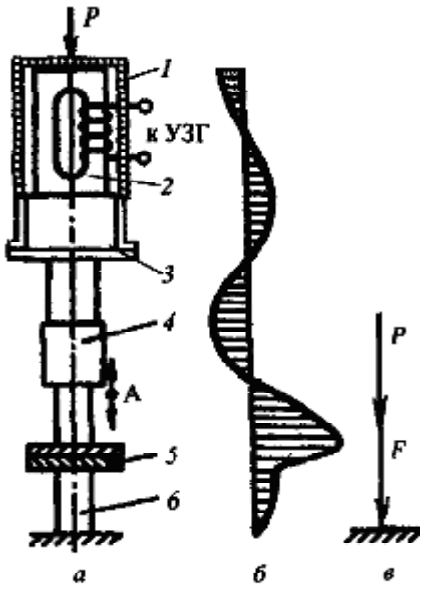

Рис. 27.3. Ультразвуковая сварка с нормальным видом колебаний: а — схема сварочного узла; б — эпюра амплитуды смещения колебательной системы, в — расположение вектора статического давления $P_{ст}$ и динамического усилия F; 1 — корпус преобразователя; 2 — пакет преобразователя с обмоткой; 3 — трансформатор упругих колебаний; 4 — волновод; 5 — свариваемые детали; 6 — опора; А — амплитуда смещения волновода

При такой схеме механические колебания и Давление действуют по одной линии. Ультразвуковые механические колебания генерируют в свариваемых деталях достаточное количество теплоты, чтобы размягчить материал в зоне сварки, а давление обеспечивает сварку деталей. Волноводную систему конструируют так, чтобы максимум амплитуды ультразвуковых колебаний приходился на зону свариваемых поверхностей (рис. 27.3, *б)*.

Рассматриваемая схема ультразвуковой сварки относится к контактной, однако различают и так называемую передаточную сварку (рис. 27.4).

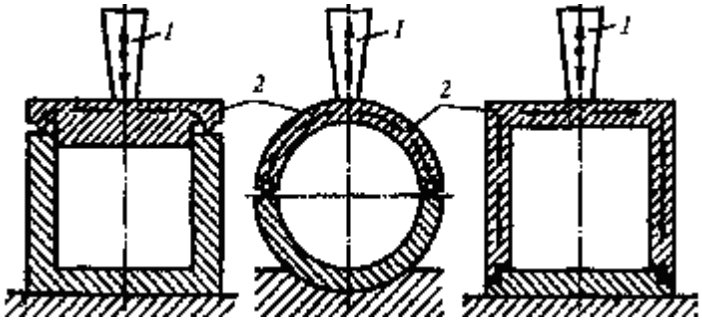

Рис. 27.4. Схема передаточной ультразвуковой сварки:
1 — волновод; *2* — свариваемые детали

Она характеризуется передачей энергии ультразвуковых колебаний на определенное расстояние от места ее ввода. Ее рекомендуют для сварки жестких пространственных конструкций из полистирола, капрона, поликарбоната, полиамида и др.

Сварка трением и вибротрением основана на превращении механической энергии в тепловую (см. рис. 25.4). Сварка вибротрением применяется для соединения несимметричных деталей.

27.6. Сварка токами высокой частоты и ИК-лучами

Рассматриваемые способы сварки основаны на превращении электрической или лучистой энергии в тепловую внутри соединяемых элементов.

При сварке токами высокой частоты детали сдавливают электродами. В зависимости от их формы сварка может быть прессовой или роликовой. В первом случае конфигурация электродов точно соответствует конфигурации сварного шва, а во втором вращающиеся ролики позволяют сваривать швы произвольной конфигурации. В обоих случаях к электродам подводите энергия от генератора ТВЧ.

ИК-спектр характерен длиной волн от красного (видимого) до коротковолнового миллиметрового диапазона. На основе резонансного поглощения молекулами свариваемого материала энергии ИК-лучей происходит превращение электромагнитной энергии в тепловую. Эффективность нагрева во многом определяется степенью прозрачности пластмассы для ИК-лучей.

Часть энергии, прошедшей через свариваемый материал, может вызывать нагрев подложки, которая, в свою очередь, отдает теплоту свариваемым деталям. Давление, необходимое для сварки, достигается или за счет натяжения пленок, или путем сварки на упругих подложках. В качестве свариваемых материалов для этого способа можно рекомендовать листы небольшой толщины (1,5—2 мм) из пенопласта и поливинилхлорида.