

ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ ТРУДНОСТЕЙ ПРИ СВАРКЕ ЧУГУНА

- прежде всего, это высокая склонность материала к образованию трещин, обусловленная его неоднородностью (включениями графита), а также процессами закаливания и отбеливания, происходящими в шве и околошовной зоне во время охлаждения раскаленного металла;
- выгорание части углерода приводит к образованию пор в металле шва;
- во время сварки образуются тугоплавкие окислы, имеющие температуру плавления выше, чем у чугуна;
- высокая жидкотекучесть расплавленного чугуна затрудняет формирование шва (чем больше углерода, тем выше жидкотекучесть);



Рисунок 1 - Трещина в сваренной чугунной детали

СПОСОБЫ СВАРКИ ЧУГУНА

Различают два основных способа сварки чугуна:

- без подогрева ("холодная" сварка);
- с подогревом ("горячая" сварка).

"Холодная" сварка более проста в исполнении, но для получения качественного, прочного шва необходимо применение специальных электродов.

Быстрое охлаждение металла приводит к тому, что чугун, находящийся в непосредственной близости от шва, приобретает структуру белого чугуна, характеризующуюся хрупкостью и твердостью. Между швом и основным металлом образуется полоска отбеленного чугуна около 1 мм шириной, а за ней располагается широкая полоса закаленного чугуна. В шве могут возникать поры из-за газообразования. Таковы последствия сваривания чугуна стальным электродом без подогрева.

Технология сварки чугуна "горячим" способом заключается в подогреве детали до необходимой температуры, непосредственно перед сваркой и медленном охлаждении металла. Основные требования к подогреву - температура не должна превышать 600-650°C во избежание нежелательных структурных изменений в чугуне, а скорость нагрева должна быть 120-150°C в час. Медленным должно быть и охлаждение, т.к. иначе происходит отбеливание чугуна. Плавного охлаждения добиваются используя различные подходящие способы, - осуществляя поддерживающий подогрев, поместив деталь в горячую печь и охлаждая вместе с ней, или, в крайнем случае, укутав ее каким-нибудь негорючим теплосберегающим материалом.

Для устранения трещин и заварки пробоин в тонкостенных корпусных и крупногабаритных чугунных деталях, которые требуют последующей механической обработки и эксплуатируются под нагрузкой при тепловом воздействии, наиболее часто применяется холодная сварка.

ЗАВАРКА ТРЕЩИН В ТОНКИХ СТЕНКАХ

Заварку трещин в тонких (до 10 мм) ненагруженных стенках проводят без разделки кромок, если в дальнейшем не требуется обработка резанием сварного шва. В этом случае поверхность детали очищают на расстоянии 25 мм от краев трещины. Концы трещины обваривают за два прохода (рис. 2) или высверливают в концах трещин отверстия диаметром 3-4 мм. Дугу возбуждают на расстоянии 10-12 мм от одного конца трещины и ведут сварку

При этом валик наваривают на расстоянии 10-12 мм от конца трещины. Не прерывая дуги, ведут сварку в обратном направлении, вторым слоем перекрывая первый. Трещину делят на участки длиной 30-50 мм. Отступив от конца трещины на выбранную длину участка, наплавляют с двух сторон трещины (отступая от ее краев на 1-1,5 мм) подготовительные валики 1-2 и 3-4 (ширина валика равна толщине стенки детали).

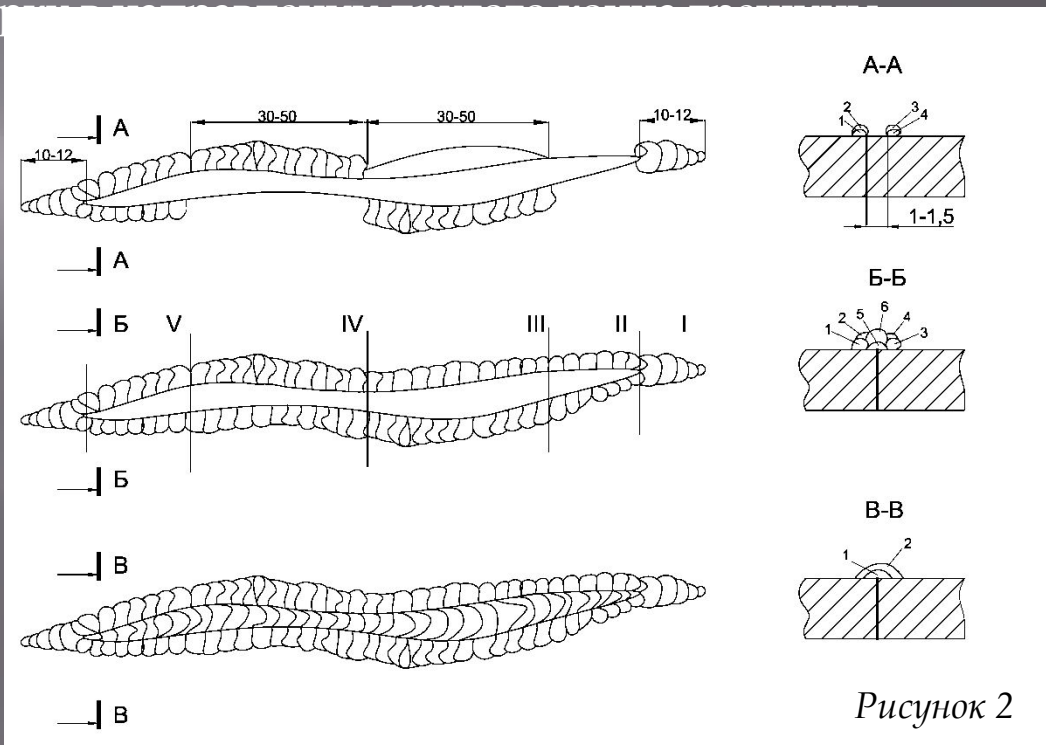


Рисунок 2

При этом валики 2 и 4 не должны соприкасаться со стенками детали и перекрывать валики, которые лежат под ними. Наплавленные вдоль кромок трещины валики тщательно очищают от шлаков. Затем проводят наплавку, перекрывая соединительные валики 5 и 6 и образуя шов, закрывая трещину. Валики наплавляют за два прохода, не прерывая дуги. Сразу же после окончания сварки, не зачищая шлака, шов участка тщательно проковывают молотком. В таком же порядке сваривают и

ЗАВАРКА ТРЕЩИН В ТОЛСТОСТЕННЫХ ДЕТАЛЯХ

Сварку трещин в толстостенных деталях (рис. 2), которые в дальнейшем подвергаются механической обработке или работают под нагрузкой, проводят с разделкой кромок. Ширина разделки краев трещины под сварку на поверхности детали должна быть в 2 раза больше толщины, а глубина разделки – на 2-3 мм меньше этой толщины. При такой технологии облегчается сварка деталей в вертикальной плоскости.

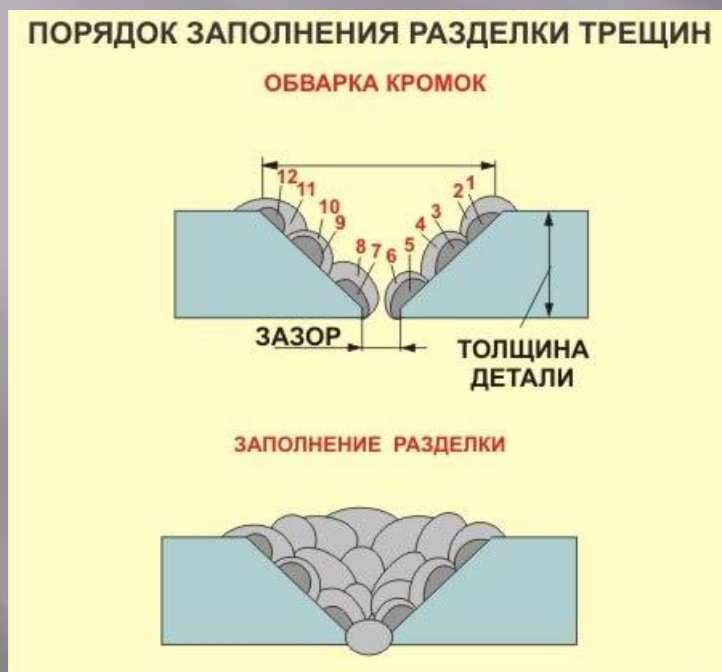


Рисунок 3

Кромки трещины разделяют фрезерованием или слесарным способом вручную.

Подготовительные валики на кромки трещины наплавляют отдельно: сначала два ряда валиков 1-6 на одну сторону среза вверх на участке протяженностью 30-50 мм, а затем – на другую сторону среза валики 7-12. Каждый предыдущий валик должен частично перекрываться последующим. После наплавки первого слоя очищают шлак и наплавляют второй. Также наплавляют подготовительные валики, которые должны соприкасаться с основным металлом, и на других участках, дают им остыть до температуры 30-50, счищают с них шлак и в

последовательности, как и при наплавке скосов, соединяют валики центральными (соединительными) валиками. Заполнение шва на каждом участке проводят с перерывом для охлаждения.

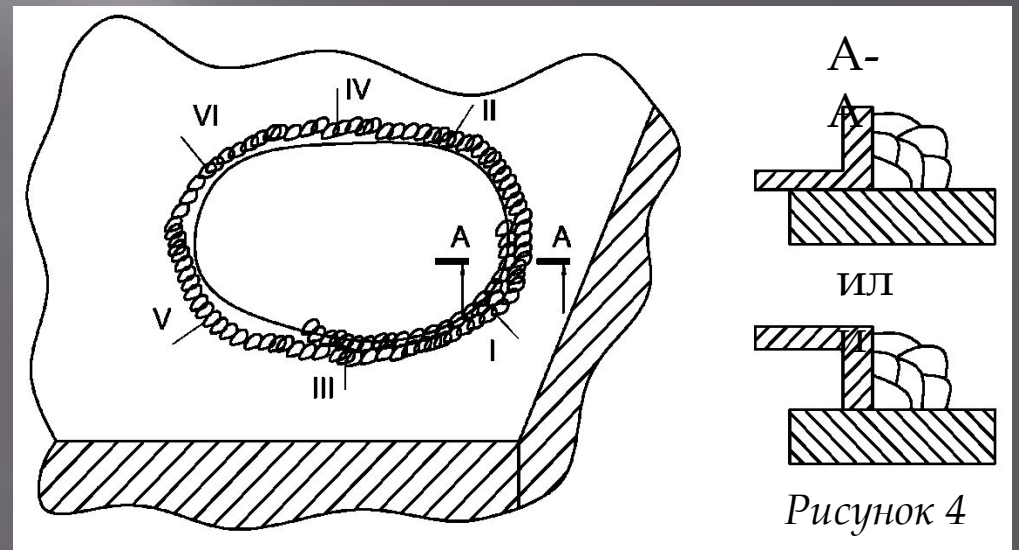
ЗАВАРКА ПРОБОИН

При сварке пробоин в стенках деталей проводят обработку острых углов и надрывов на кромках засверливанием с последующей вырубкой крейцмейселем. В малонагруженных местах, где наплавленные швы не требуют обработки, вставки сваривают внапуск. Концы их должны перекрывать кромки пробоины на ширину не менее, чем толщина стенок.

Отступив от конца пробоины на расстояние, равное двойной толщине стенки, очищают зону сварки, после чего вокруг пробоины по участкам (длиной до 50 мм) в разброс наплавливают валики (рис. 4) подготовительного шва (не менее трех на каждом

участке) и очищают их от шлака. Вставку изготавливают из низкоуглеродистой стали (Ст3 или Ст5) толщиной, равной $1/4$ толщины стенки в поврежденном месте.

После наложения вставки на пробоину ее перехватывают сваркой в четырех местах и приваривают к подготовительным валикам последовательно короткими участками. Сварку ведут с перерывами для охлаждения сварочной зоны.



МЕТОДЫ УСТРАНЕНИЯ ПОР ПОСЛЕ ЗАВАРКИ ПРОБОИИ

В деталях, подвергаемых после сварки пробоин механической обработке или работающих под нагрузкой, разделяют кромки пробоины на ширину, равную 1,5 толщины стенки детали. Вдоль кромок вразброс участками наплавляют несколько рядов (не менее трех) валиков подготовительного шва. Стальную вставку приваривают встык (рис. 5). Гидравлические испытания деталей, проводимые после заварки дефектных участков, показывают, что в месте сварки может просачиваться небольшое количество влаги. Это объясняется тем, что при сварке (особенно холодной) чугуна в шве могут появиться мелкие поры. Для их устранения используют следующие методы:

- проковку сварочных швов и их наклеп многобойковыми упрочнителями на базе пневмомолотков;

- уплотнение металлическим порошком; в детали закрывают все отверстия и прокачивают через дефектное место уплотнительную суспензию (раствор жидкого стекла с металлическим порошком) под давлением 600-700 кПа и температуре 80-100 °С, при появлении жидкости с другой стороны пористого участка давление снижают до 300 кПа; процесс продолжают до полной остановки просачивания жидкости;

- пропускание через дефектный участок 10 % - ного раствора хлористого аммония (нашатыря) под давлением 400-700 кПа;

- нанесение полимерных покрытий (табл. 1); лучшее соединение полимера с металлом получают при нанесении полимера на сварной шов, пока он

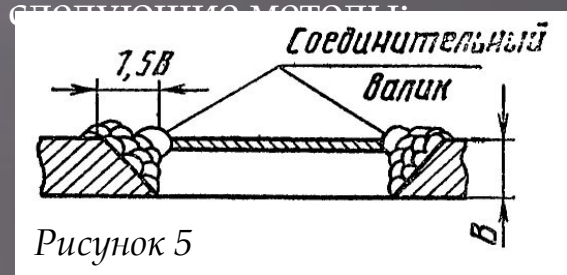


Рисунок 5

Компоненты	Содержание компонента, массовая доля
Эпоксидная смола ЕД-6	100
Железный порошок	120
Цемент марки 500	60
Олигоамидная смола Л-19	30
Компоненты	Содержание компонента, массовая доля
Эпоксидная смола ЕД-6	100
Дибутилфталат	10
Железный порошок	160
Полиэтилен-полиамин	7-8

Таблица 1

ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКИЙ СПОСОБ ЗАВАРКИ ТРЕЩИН

Полуавтоматический способ сварки чугуна с применением порошковой проволоки ППЧ-1, ППЧ-2, ППЧ-3 широко распространен для заварки трещин.

При сварке порошковой проволокой диаметром 2,8-3 мм используют шланговые полуавтоматы А-1135, А-765, А-1130, А-547. Сварку ведут в защитной среде углекислого газа, постоянным током обратной полярности. для проволоки диаметром 3 мм рекомендуются следующие режимы сварки: сила тока 250-280 А, напряжение дуги 28-32 В, скорость подачи проволоки 2,1-2,7 м/мин, скорость сварки не более 0,08 м/мин.

Лучшие результаты сварки порошковой проволокой ППЧ-3 получают при нагреве чугунных деталей до температуры 500-600 °С.

При сварке чугуна самозащитной проволокой ПАНЧ-11 ТУ 46-21-593-77 (на никелевой основе) диаметром 1-1,2 мм применяют шланговые полуавтоматы А-825М, А-547У, А-547. Сварку выполняют с применением постоянного тока прямой полярности; рекомендуемые режимы сварки: диаметр проволоки 1 мм, сила тока 80-100 А, напряжение дуги 16-18 В, диаметр проволоки 1,2 мм, сила тока и напряжение соответственно 100-120 А и 14-18 В; в обоих случаях скорость подачи проволоки 1,8-2 м/мин, скорость сварки 0,08 м/мин. Схема разделки трещины и последовательность ее заварки проволокой ПАНЧ-11 приведены на рис. 6.

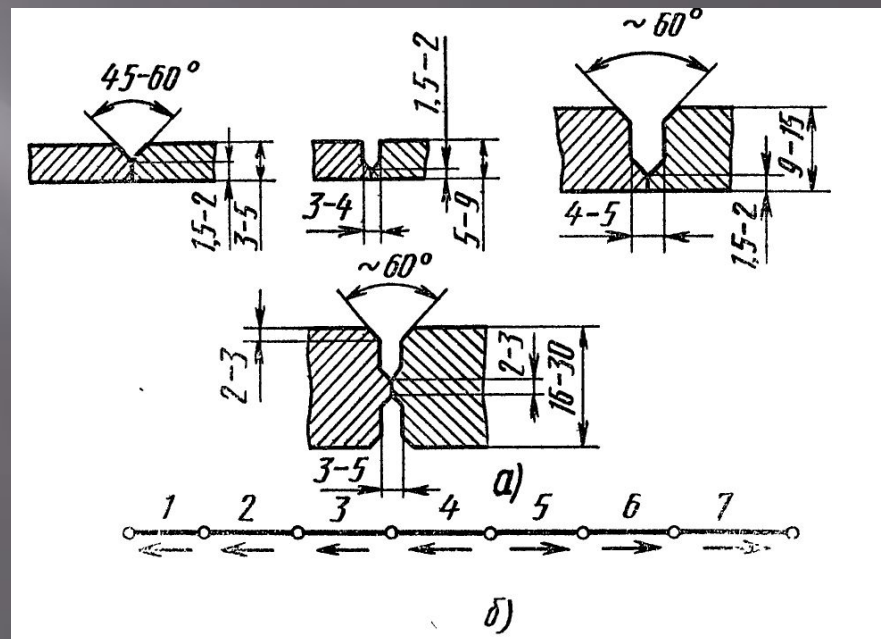


Рисунок 6 – Схема разделки трещин (а) в зависимости от толщины стенки

Детали при сварке электродной проволокой ПАНЧ-11 или Св-15ГСТЮЦА и последовательность сварки (б)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ШПИЛЕК ПРИ СВАРКЕ ЧУГУНА

При сварке чугуна наиболее слабое место сварного соединения - околошовная зона у границы сплавления. Хрупкость этой зоны и наличие в ней трещин нередко приводят к отслаиванию шва от основного металла. Для увеличения прочности сварного соединения используют стальные шпильки или болты, которые частично разгружают наиболее слабую часть сварного соединения.

Шпильки имеют резьбу, их ввертывают в свариваемые детали. Практикой установлены следующие рекомендации: диаметр шпилек 0,3-0,4 толщины детали, но не более 12 мм; глубина ввертывания шпилек 1,5 их диаметра, но не более половины толщины свариваемых деталей; высота выступающей части 0,75-1,2 диаметра шпильки. Шпильки располагают в шахматном порядке на скошенных кромках деталей и в один ряд на поверхности детали с каждой стороны стыка, причем расстояние между ними должно быть равно 4-6 диаметров. Толщина слоя наплавленного металла должна быть не больше толщины чугуна, так как при большой толщине слоя наплавленного металла могут быть сильные усадочные напряжения влекущие появление трещин.

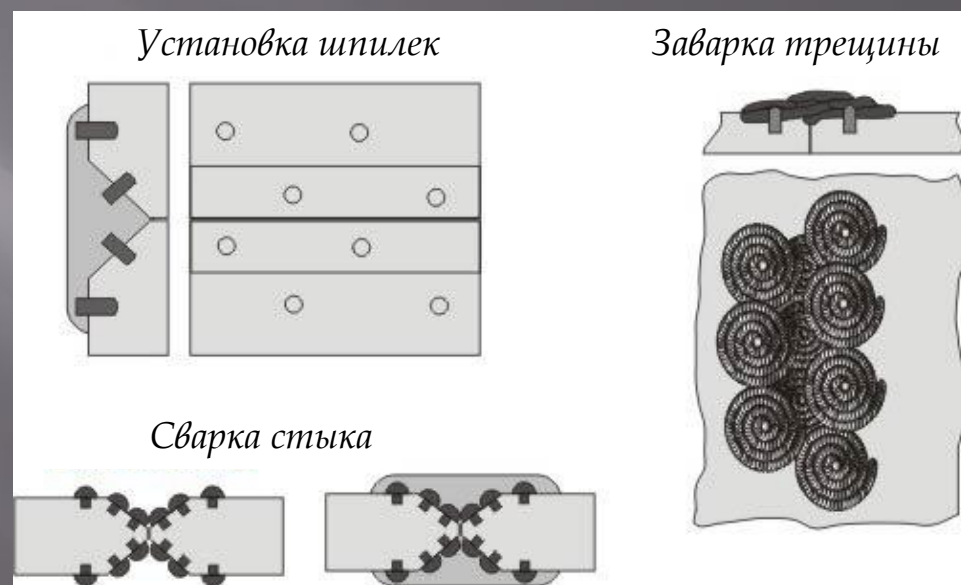


Рисунок 7 - Использование шпилек при сварке чугуна