

В. В. ОВЧИННИКОВ

РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Практикум и курсовое проектирование

Рекомендовано

Федеральным государственным учреждением

«Федеральный институт развития образования»

в качестве учебного пособия для использования

в учебном процессе образовательных учреждений,

реализующих программы среднего профессионального образования

Регистрационный номер рецензии 409

от 02 июля 2009 г. ФГУ «ФИРО»

2-е издание, стереотипное



Москва

Издательский центр «Академия»

2013

УДК 621.791(075.32)
ББК 30.4я723
О-355

Рецензент —
преподаватель специальной дисциплины «Сварочное производство»
ГОУ СПО СК № 41 *Н. О. Петрусева*

Овчинников В. В.

О-355 Расчет и проектирование сварных конструкций : Практикум и курсовое проектирование : учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования / В. В. Овчинников. — 2-е изд., стер. — М. : Издательский центр «Академия», 2013. — 224 с.

ISBN 978-5-7695-9634-6

Практикум предназначен для изучения предмета «Расчет и проектирование сварных конструкций» и является частью учебно-методического комплекта по специальности «Сварочное производство». Систематизированы примеры расчета сварных конструкций различных видов и назначения. В основу положена методика расчета по предельному состоянию. В начале каждого практического занятия приведены основные положения расчета конструкций рассматриваемого типа и требования, предъявляемые к ним. Даны примеры выполнения курсовых проектов.

Для студентов учреждений среднего профессионального образования.

УДК 621.791(075.32)
ББК 30.4я723

*Оригинал-макет данного издания является собственностью
Издательского центра «Академия», и его воспроизведение любым способом
без согласия правообладателя запрещается*

© Овчинников В. В., 2010
© Образовательно-издательский центр «Академия», 2010
© Оформление. Издательский центр «Академия», 2010

ISBN 978-5-7695-9634-6

Уважаемый читатель!

Данный практикум является частью учебно-методического комплекта по специальности «Сварочное производство».

Практикум предназначен для изучения профессионального модуля ПМ.02 «Разработка технологических процессов и проектирование изделий».

Учебно-методические комплекты нового поколения включают традиционные и инновационные учебные материалы, позволяющие обеспечить изучение общеобразовательных и общепрофессиональных дисциплин и профессиональных модулей. Каждый комплект содержит учебники и учебные пособия, средства обучения и контроля, необходимые для освоения общих и профессиональных компетенций, в том числе и с учетом требований работодателя.

Учебные издания дополняются электронными образовательными ресурсами. Электронные ресурсы содержат теоретические и практические модули с интерактивными упражнениями и тренажерами, мультимедийные объекты, ссылки на дополнительные материалы и ресурсы в Интернете. В них включен терминологический словарь и электронный журнал, в котором фиксируются основные параметры учебного процесса: время работы, результат выполнения контрольных и практических заданий. Электронные ресурсы легко встраиваются в учебный процесс и могут быть адаптированы к различным учебным программам.

Учебно-методический комплект разработан на основании Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования с учетом его профиля.

Предисловие

Учебное пособие содержит подробные примеры расчета основных несущих конструкций промышленных зданий, соединений стальных конструкций, а также примеры расчета листовых конструкций.

В начале каждого практического занятия в сжатой форме изложены конструктивные требования к рассматриваемому виду конструкции или соединения, приведены необходимые расчетные формулы.

В основу всех расчетов положены строительные нормы и правила проектирования стальных конструкций. Кроме того, в расчетах листовых конструкций и кранов использованы ведомственные нормы, применение которых оговорено. В примерах расчета большое внимание уделено анализу решений с точки зрения расхода материала, для чего многие примеры решены в нескольких вариантах со сравнением весовых показателей. Рассмотрены вопросы применения типовых конструкций для промышленных зданий и сооружений.

В учебном пособии представлены типовые примеры выполнения заданий по курсовому проектированию, которые призваны помочь учащимся в работе над курсовым проектом.

Практическое занятие № 1

ВИДЫ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И ТИПЫ СВАРНЫХ ШВОВ

1. ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

Классификация сварных соединений и швов. Все, что сопутствует или способствует сварке, называют *сварочным*, а все, что получается в результате сварки, называют *сварным*. Так, например, ванна — сварочная, электрод — сварочный, но изделие — сварное, шов — сварной, соединение — сварное.

Сварное соединение — это неразъемное соединение деталей, полученное в результате их сварки. Сварные соединения могут быть стыковыми, угловыми, тавровыми и нахлесточными.

Стыковым называют соединение деталей, расположенных в одной плоскости или на одной поверхности (рис. 1.1). Форму сварного шва стыкового соединения оценивают отношением ширины шва e к глубине проплавления h , которое называют коэффициентом формы шва $\psi = e/h$.

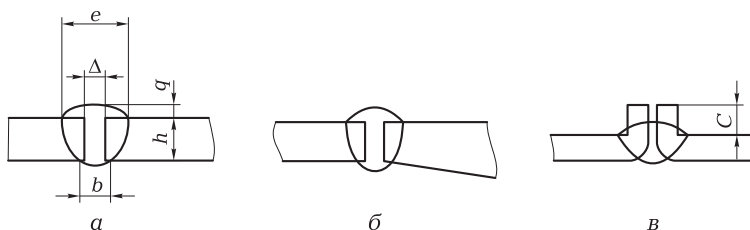


Рис. 1.1. Стыковые сварные соединения:

a — деталей одинаковой толщины; $б$ — деталей разной толщины;
 $в$ — деталей с отбортовкой кромок; Δ — зазор в стыке деталей;
 e — ширина шва; h — глубина проплавления; q — высота выпуклости (или глубина вогнутости) шва; b — ширина проплава;
 C — высота отбортовки

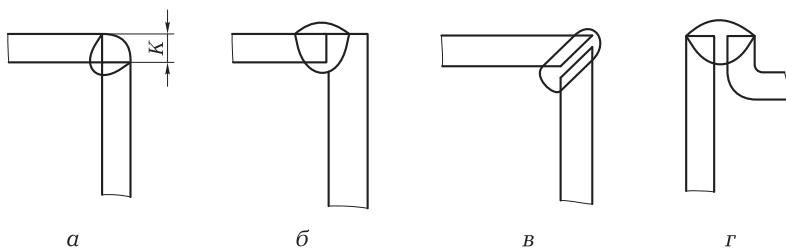


Рис. 1.2. Угловые сварные соединения:

а — с проплавлением обеих кромок; *б* — с проплавлением одной кромки; *в* — с внутренним швом; *г* — с отбортовкой одной кромки; *K* — катет шва

Угловым называют соединение двух деталей, расположенных под углом друг к другу и сваренных в месте примыкания их кромок (рис. 1.2).

Тавровым называют соединение, в котором к поверхности одной детали примыкает под углом другая деталь, торец которой прилегает к сопрягаемой поверхности и приварен к ней (рис. 1.3).

Нахлесточным называют соединение, в котором кромки свариваемых деталей расположены параллельно одна над другой и наложены друг на друга (рис. 1.4, *а, б*) или соединены с помощью накладок (рис. 1.4, *в, г*).

Каждый вид сварного соединения имеет свои преимущества и недостатки. Наиболее распространено стыковое соединение. Его применяют в широком диапазоне толщин свариваемых деталей (от десятых долей миллиметра до сотен миллиметров) почти при всех способах сварки. Не используют такое соединение при контактной точечной сварке. При стыковом соединении на образование шва расходуется меньше присадочного материала, легко и удобно контролировать качество сварки, однако стыковое соеди-

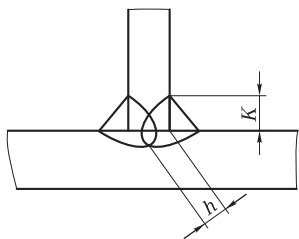


Рис. 1.3. Тавровое сварное соединение:

h — глубина проплавления; *K* — катет шва

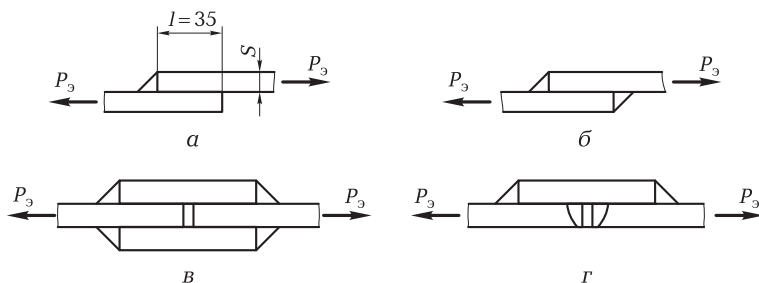


Рис. 1.4. Нахлесточные сварные соединения:

а — с односторонним швом; *б* — с двухсторонним швом; *в* — с двухсторонними накладками; *г* — с односторонней накладкой в сочетании со швом стыкового соединения; S — толщина свариваемых кромок; P_z — направление эксплуатационной нагрузки

нение требует более точной сборки деталей под сварку плавлением, поскольку нужно выдерживать равномерный зазор между кромками по всей длине стыка. Особенно сложно обрабатывать и подгонять кромки длинных (до нескольких метров) стыков и профильного проката (уголков, швеллеров и т.п.).

Угловые и тавровые соединения обычно определяются особенностями конструкции свариваемого изделия, их трудно сравнивать со стыковым и нахлесточным соединениями. При большой толщине деталей в стыковых, угловых и тавровых соединениях на соединяемых кромках выполняют разделку, которая обеспечивает возможность полного проплавления кромок. При электрошлаковой сварке, а в некоторых случаях и при дуговой сварке, роль разделки может выполнять увеличенный зазор между кромками.

Нахлесточные соединения в разделке не нуждаются. Это одно из их преимуществ. Они отличаются простотой сборки, так как за счет величины нахлестки можно подгонять размеры собираемой детали, увеличивать допуск на непараллельность кромок деталей. Однако нахлестка требует увеличения расхода основного материала: величина нахлестки должна быть не менее утроенного значения толщины наиболее тонкой детали. В щель между деталями по длине нахлестки может попасть влага, что приведет к коррозии соединения. При нахлесточном соединении сложно контролировать деталь, некоторые дефекты (например, непровар) не выявляются. Сварные швы в нахлесточном соединении расположены в разных плоскостях, при эксплуатации они имеют сложное напря-

женное состояние, поэтому нахлесточные соединения хуже работают при переменной или динамической нагрузке. Для повышения прочности применяют нахлесточные соединения с накладками в комбинации со стыковым соединением (см. рис. 1.4, в, г). Соединение с малой расплавляемой нахлесткой устраняет недостатки стыкового и нахлесточного соединений, сохраняя их преимущества. Под действием усилия, прилагаемого к верхней кромке в процессе сварки, нагретый металл деформируется, верхняя кромка осаживается, шов формируется так же, как при стыковом соединении. Расплавившаяся нахлестка служит присадочным материалом. Особенно эффективно соединение с малой расплавляемой нахлесткой при дуговой сварке деталей из алюминиевых сплавов с толщиной кромки меньше 5 мм.

Сварной шов — часть сварного соединения, образовавшаяся в результате кристаллизации металла сварочной ванны.

В зависимости от типа соединения сварные швы подразделяют на стыковые (в стыковых соединениях) и угловые (в угловых, тавровых и нахлесточных соединениях). Стыковые швы характеризуются шириной шва и проплава, глубиной проплавления, величиной усиления (или глубиной вогнутости), угловые швы — величиной катета.

По форме наружной поверхности как угловые, так и стыковые швы могут быть плоскими (нормальными), выпуклыми или вогнутыми (рис. 1.5). Угловые швы могут также отличаться соотношением их катетов. Сварные соединения с выпуклыми швами лучше работают при статической нагрузке, с плоскими и вогнутыми — при динамической, так как у них плавный переход к основному металлу, нет концентраторов напряжений.

По конфигурации в пространстве различают швы прямолинейные, криволинейные (фасонные), круговые и кольцевые. Пример кругового шва — шов, получаемый вваркой круглого фланца в плоское или овальное днище сосуда; пример кольце-

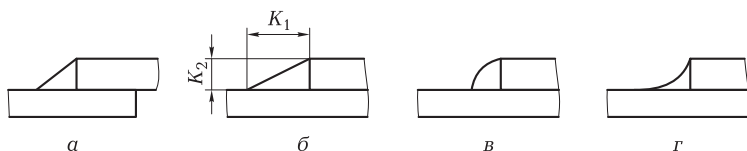


Рис. 1.5. Внешняя форма угловых швов:

а — плоская; б — плоская, с соотношением катетов $K_1:K_2 = 1:2$;
в — выпуклая; г — вогнутая

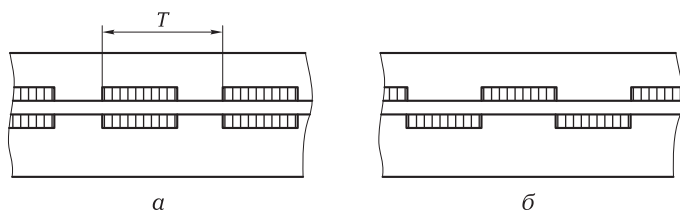


Рис. 1.6. Типы прерывистых швов:
 а — цепной; б — шахматный; T — шаг шва

вого шва — шов, получаемый сваркой плавлением двух труб встык.

По назначению швы подразделяют на рабочие, которые воспринимают эксплуатационные нагрузки, связующие, которые нужны лишь для фиксации деталей в нужном положении, и подварочные, накладываемые с обратной стороны разделки перед ее заполнением основным швом. Сварные швы могут быть одно- и многослойными, одно- и двухсторонними.

По протяженности швы могут быть непрерывными и прерывистыми. Двухсторонние прерывистые швы называют *цепными*, если заваренные участки с обеих сторон расположены друг напротив друга, и *шахматными*, если заваренные участки с одной стороны расположены напротив промежутков между заваренными участками с другой стороны (рис. 1.6). Короткие прерывистые швы, накладываемые при сборке деталей для фиксации их перед сваркой, называют *прихваточными*. Листовые детали внахлестку сваривают иногда отдельными точками по высверленным в верхнем листе отверстиям или со сквозным проплавлением верхнего листа. Получаемые при этом швы называют *точечными*, или *электрозаклепочными*.

По отношению к направлению усилий, действующих на сварное соединение при его эксплуатации, швы подразделяют на *фланговые*, оси которых параллельны направлению усилий, *лобовые* (перпендикулярные этому направлению), *косые* (расположенные под углом к нему) и *комбинированные* (рис. 1.7).

По положению в пространстве при сварке различают нижние, полувертикальные, вертикальные, полупотолочные, потолочные швы, а также горизонтальные швы на вертикальной плоскости и угловые швы «в лодочку» (рис. 1.8). Отличаются они друг от друга значением угла, под которым располагается поверхность свариваемой детали относительно горизонтали.

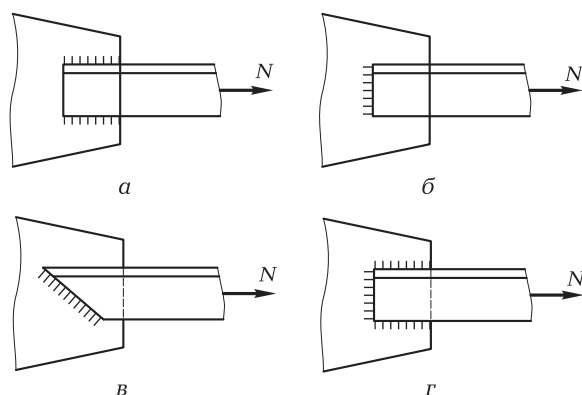


Рис. 1.7. Виды сварных швов по отношению к действующей нагрузке N :
а — фланговые; *б* — лобовой; *в* — косой; *г* — комбинированный

Наиболее труден для исполнения потолочный шов; лучше всего формируется шов в нижнем положении. Потолочные, вертикальные и горизонтальные швы приходится обычно выполнять при изготовлении и монтаже крупногабаритных конструкций. При сварке угловых швов тавровых, нахлесточных и угловых соединений лучшее формирование шва обеспечивается при его положении «в лодочку».

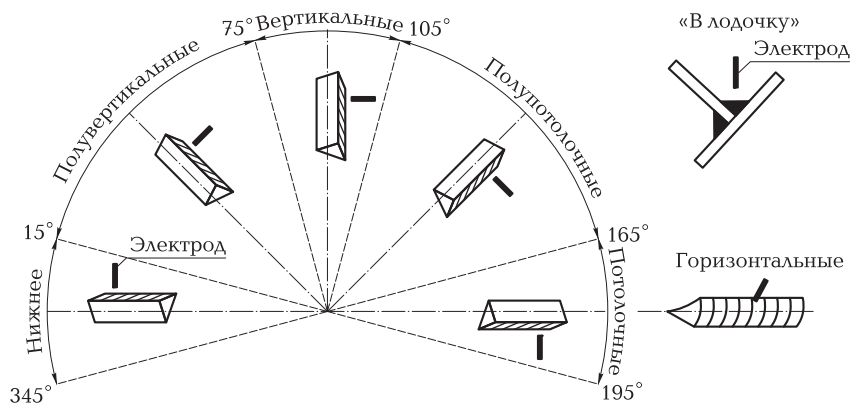


Рис. 1.8. Подразделение сварных швов по положению в пространстве

Обозначения сварных швов. Виды сварных соединений и швов, их размеры и обозначения на чертежах регламентированы государственными стандартами.

На видах в плане и боковых видах чертежей место видимого шва изображают сплошной линией, а невидимого — штриховой. В поперечных сечениях границы шва показывают сплошными полужирными линиями, а кромки свариваемых деталей — сплошными тонкими линиями. Шов обозначают наклонной линией с односторонней стрелкой, касающейся изображения шва. На противоположном конце линии делают полку для записи условного обозначения шва. Если указан видимый шов, обозначение запи-

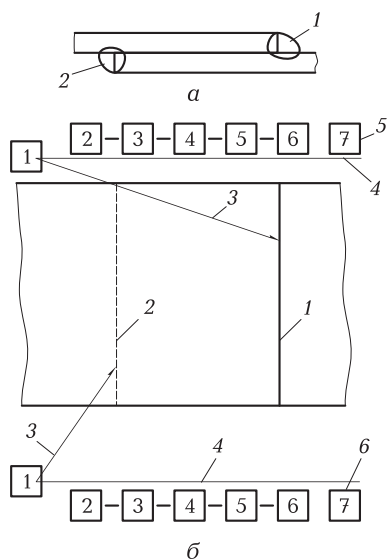


Рис. 1.9. Обозначения сварных швов на чертежах:

а — главный вид сварного узла; *б* — вид в плане; 1, 2 — соответственно видимый и невидимый швы; 3 — односторонняя стрелка; 4 — полка; 5, 6 — обозначения соответственно видимого и невидимого швов; квадраты с цифрами соответствуют элементам обозначения:

1 — условное обозначение шва; 2 — обозначение стандарта, регламентирующего данный шов при данном способе сварки; 3 — буквенно-цифровое обозначение шва; 4 — условное обозначение способа сварки; 5 — катет углового шва (знак и размер катета, мм); 6 — для прерывистого шва длина провариваемого участка и знак, обозначающий цепной или шахматный шов; 7 — вспомогательные знаки

сывают над полкой, если невидимый — под полкой. Элементы обозначения и порядок их написания представлены на рис. 1.9. Элементы обозначения отделяются друг от друга дефисом (за исключением вспомогательных знаков).

Буквенно-цифровые обозначения шва дают информацию о виде соединения и его порядковом номере по стандарту. Например, С8 — шов стыкового соединения, У4 — углового, ТЗ — таврового, Н2 — нахлесточного. В зависимости от положения в пространстве швы обозначают следующим образом: Нл — нижнее положение «в лодочку», Ну — нижнее угловое, Нс — нижнее стыковое, Гр — горизонтальное, Вр — вертикальное, ППт — полупотолочное, Пт — потолочное. Если при изготовлении изделия применяют несколько способов сварки, приводят буквенное обозначение способа сварки: Ф — дуговая сварка под флюсом, У — в углекислом газе, И — в инертном газе, Ш — электрошлаковая, К — контактная сварка. Степень механизации процесса сварки указывают буквами перед обозначением способа: Р — ручная, А — автоматизированная, П — механизированная (полуавтоматическая). Существуют также условные обозначения технологических приемов, используемых при сварке. Например, для автоматической сварки под флюсом индекс А означает, что сварка ведется на весу, Аф — на флюсовой подушке, Ас — на стальной подкладке, Апш — по подварочному шву, Ам — на флюсомедной подкладке.

Дополнительными буквенными обозначениями может конкретизироваться способ сварки: Кт — контактная точечная, Кс — контактная стыковая, Ксс — контактная стыковая сопротивлением, Ксо — контактная стыковая оплавлением, Кр — контактная шовная (роликовая).

Если все швы, показанные на данном чертеже, выполняются по одному стандарту, то его обозначение на полке линии выноски не указывают, а приводят на чертеже в технических требованиях (примечаниях). Если в изделии несколько групп одинаковых швов, то условное обозначение шва указывают только для одного шва из группы, который нумеруют; для остальных швов данной группы на полке указывают только номер упомянутого шва. Если все швы, показанные на данном чертеже, одинаковы, то рядом с ними ставят только одностороннюю стрелку без полки. Сведения о швах указывают в этом случае в примечаниях к чертежу. Если же в изделии имеется сварной шов, не предусмотренный стандартами, то его конструктивные особенности должны быть показаны на чертеже с указанием характерных размеров.

Основные способы контактной сварки. Основными способами контактной сварки являются точечная, шовная (роликовая) и стыковая сварка.

При *точечной сварке* (рис. 1.10, а) детали соединяются на отдельных участках их соприкосновения — точках. Детали собирают внахлестку, сжимают между электродами из медных сплавов, подключенными ко вторичной обмотке сварочного трансформатора, и пропускают через место сварки короткий импульс сварочного тока I_{CB} . В месте контакта между деталями металл расплавляется, образуется ядро сварной точки. Под действием сжимающего усилия $P_{CЖ}$ происходит пластическая деформация металла, по периметру ядра образуется уплотняющий пояс, предохраняющий ядро от окисления и выплеска.

Шовная сварка (рис. 1.10, б) происходит так же, как и точечная. Разница между ними заключается в том, что при шовной сварке детали зажимаются между электродами-роликами, которые в процессе сварки вращаются, перемещая свариваемые детали. Импульсы сварочного тока следуют один за другим с установ-

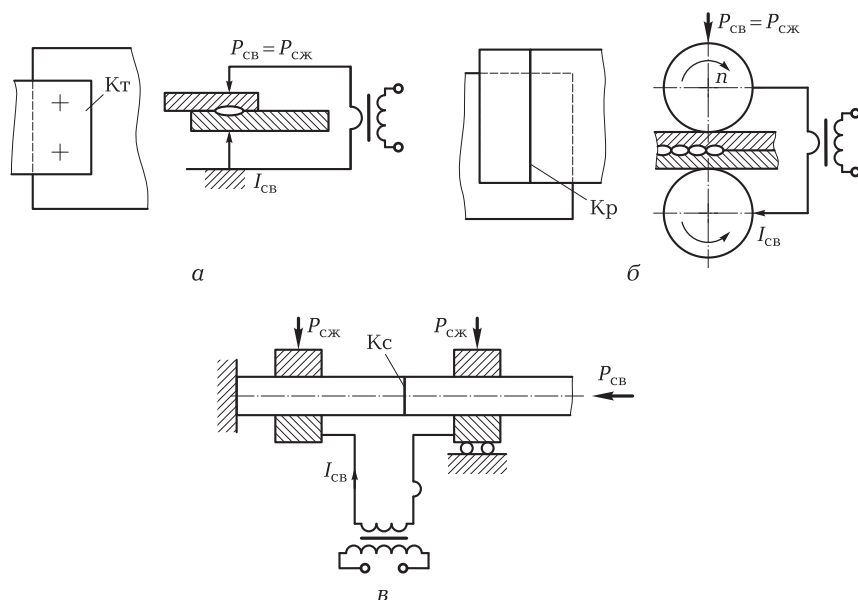


Рис. 1.10. Схемы способов контактной сварки:

а — точечной (КТ); б — шовной (Кр); в — стыковой (Кс); $P_{CЖ}$ — сжимающее усилие; P_{CB} — сварочное усилие

ленной паузой между ними. Совокупность многих точек, взаимно перекрывающих друг друга, образует сплошной сварной шов.

Точечную и шовную сварку можно производить и с односторонним подводом сварочного тока, устанавливая оба электрода с одной стороны детали. С обратной стороны при этом устанавливают медную подкладку. Сваривают одновременно две точки или два шва. Одностороннюю сварку применяют при затрудненном доступе к обратной стороне детали и для повышения производительности труда. Разновидностью точечной сварки является рельефная сварка. Для ее выполнения на одной из деталей штампуют выступ — рельеф. На него укладывают вторую деталь и производят сварку. Это обеспечивает более концентрированный нагрев в зоне контакта деталей. При образовании сварного ядра рельеф сминается. Если рельеф выполнить в виде длинного валика, то можно производить рельефную роликовую сварку. Точечной сваркой выполняют только нахлесточные соединения, роликовой можно выполнять еще и стыковые. Для этого на стык листовых деталей накладывают с обеих сторон полоски тонкой (толщина 0,3...0,5 мм) фольги из материала свариваемых деталей и сваривают стык с полным проплавлением его по толщине.

При *стыковой сварке* (рис. 1.10, в) свариваемые детали (прутки, профильный прокат, трубы и т.п.) соединяют по всей площади их торцов. Детали зажимают в электродах-губках, затем прижимают друг к другу соединяемыми поверхностями и пропускают сварочный ток. Различают стыковую сварку сопротивлением и оплавлением.

При сварке сопротивлением детали прижимают с большим усилием (20...50 Н на 1 мм²). Сварочный ток нагревает детали до температуры 0,8...0,9 температуры плавления. В стыке происходит пластическая деформация, соединение образуется без расплавления металла. Этим способом не всегда удается обеспечить равномерный нагрев деталей большого сечения по всей площади и достаточно полно удалить из стыка деталей оксидные пленки. Поэтому стыковую сварку сопротивлением применяют только для соединения деталей с малой площадью поперечного сечения (до 200...300 мм²): проволоки, труб, стержней из малоуглеродистых сталей.

При сварке оплавлением детали прижимают друг к другу очень малым усилием при включенном сварочном трансформаторе. Отдельные места контакта поверхностей мгновенно оплавляются, возникают новые контактные места, которые тоже оплаваются. Под действием электродинамических сил жидкие прослойки ме-

талла оплавленных контактных мест вместе с оксидами и загрязнениями выбрасываются из стыка деталей. Поверхности постепенно оплавляются. Далее усилие сжатия резко увеличивают, в результате чего происходит осадка. При этом в течение 0,1 с через стык еще пропускают ток. Жидкий металл вместе с оставшимися оксидами вытесняется из зоны стыка в грат, в результате чего соединение образуется между твердыми, но пластичными поверхностями. При сварке оплавлением химически активных металлов зону соединения защищают инертными газами.

Точечной сваркой соединяют между собой плоские и цилиндрические детали различной толщины. Для такой сварки наиболее целесообразны заготовки с открытыми профилями или с отбортовкой при толщине элементов, не превышающей 8...10 мм.

Расстояние t между центрами точек в соединении (рис. 1.11), называемое шагом, как правило, не должно превышать утроенного значения диаметра ядра точки. Диаметр ядра точки в стальных конструкциях при наименьшей толщине свариваемых деталей $s \geq 2$ мм должен находиться в пределах

$$1,2s + 4 \text{ мм} < d < 1,5s + 5 \text{ мм}. \quad (1.1)$$

Расстояние от центра сварной точки до края детали в направлении действия силы должно быть $t_1 \geq 2d$, а в направлении, перпендикулярном действию силы, $t_2 \geq 1,5d$. Минимальные диаметры ядра точек приведены в табл. 1.1, а рекомендуемые параметры сварных точечных соединений малоуглеродистых и легированных сталей — в табл. 1.2.

Распределение усилий в сварных соединениях. Концентрацию напряжений в сварных конструкциях вызывают следующие причины.

1. Технологические дефекты шва — газовые пузыри, шлаковые включения, особенно трещины и непровары. Возле этих дефектов

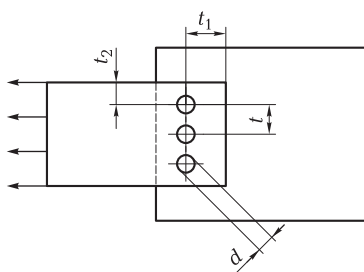


Рис. 1.11. Расположение точек в точечном соединении, работающем на срез

Таблица 1.1. Минимальные диаметры ядра точек

Толщина s наиболее тонкой детали пакета, мм	Минимальный диаметр d , мм, ядра точек		
	Малоуглеро- дистые и низко- легированные стали	Нержавеющие и жаропрочные стали, титатовые сплавы	Легкие сплавы
0,3	2,0	2,5	1,5
0,5	2,5	2,5	3,0
0,6	2,5	3,0	3,0
0,8	3,0	3,5	3,5
1,0	3,5	4,0	4,0
1,2	4,0	4,5	5,0
1,5	5,0	5,5	6,0
2,0	6,0	6,5	7,0
2,5	6,5	7,0	8,0
3,0	7,0	8,0	9,0
4,0	9,0	10,0	12,0

происходит концентрация напряжений. Коэффициенты концентрации напряжений около указанных дефектов значительны, но при их небольших числе и размерах прочность сварных соединений остается удовлетворительной. В плотных однородных швах концентрация напряжений может быть сведена к минимуму.

2. Нерациональные очертания швов. На основании данных теории упругости установлено, что очертание швов оказывает большое влияние на распределение в них внутренних сил. Выводы теории упругости подтверждены экспериментально на металлических моделях и на моделях из прозрачного материала.

3. Нерациональные конструкции соединений.

Стыковые швы представляют собой наиболее совершенную форму сварных соединений, в которых концентрация напряжений невелика. Как показали эксперименты, при хорошем проваре и снятых усилениях концентрация напряжений в стыковых швах отсутствует. В швах, имеющих выпуклые очертания, распределение напряжений неравномерно (рис. 1.12).

Таблица 1.2. Рекомендуемые параметры сварных точечных соединений малоуглеродистых и легированных сталей

Толщина s наиболее тонкой детали пакета, мм	Минимальная ширина, мм, нахлестки или отбортовки		Рекомендуемое расстояние, мм		
	при одно-рядном шве a	при двух-рядном шве b	между рядами сварных точек t_0	между сварными точками t (шаг)	минимальное от центра сварной точки до кромки нахлестки t_1
0,5	10	16	6	15	5
0,8	10	18	8	18	5
1,0	12	20	8	20	6
1,2	14	22	8	22	7
1,5	16	24	8	25	8
2,0	18	28	10	30	9
3,0	20	37	16	40	10
4,0	24	42	18	50	12

В стыковых швах концентрация напряжений возникает вследствие изменения сечения пластины в зоне соединений. Эта концентрация может быть очень значительной при отсутствии полного провара корня шва. Чем меньше усиление швов и плавнее их сопряжения с основным металлом, тем меньше коэффициенты концентрации.

Экспериментально были получены коэффициенты концентрации напряжений в лобовых швах, имеющих очертания, указан-

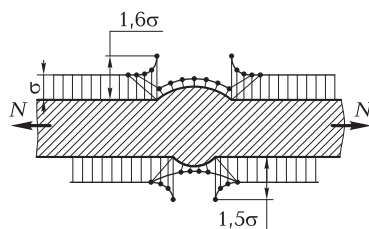


Рис. 1.12. Распределение напряжений в стыковых швах:

σ — равномерное напряжение в сечении, удаленном от шва

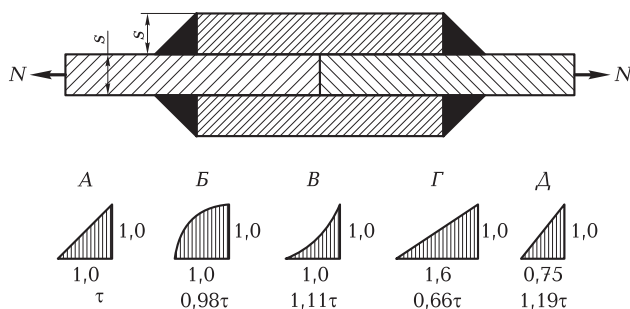


Рис. 1.13. Результаты опытного исследования напряжений в лобовых швах различных очертаний:

А—Д — очертания лобовых швов; τ — наибольшее напряжение в шве, имеющем форму равнобедренного треугольника (коэффициент концентрации напряжений и размеры этого шва приняты за единицу)

ные на рис. 1.13. В образце с очертанием А коэффициент концентрации принят за единицу, в других образцах (Б—Д) эти коэффициенты равны соответственно 0,98; 1,11; 0,66; 1,19. Чтобы уменьшить концентрацию напряжений и улучшить условия работы лобового шва, необходимо придать ему форму неравнобедренного треугольника с основанием, равным 1,5...2,5 высоты (см. очертание Г).

В точечных соединениях концентрация напряжений обусловлена рядом факторов. Основной металл испытывает концентрацию напряжений в надточечной зоне (рис. 1.14). Коэффициент концентрации K_σ можно приблизительно определить по формуле

$$K_\sigma = 0,38 + 0,62 (t/d), \quad (1.2)$$

из которой следует, что с увеличением отношения шага t (расстояния между точками в направлении, перпендикулярном дей-

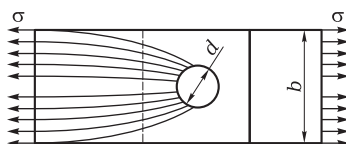


Рис. 1.14. Общий вид распределения напряжений σ в точечном соединении:

b — ширина пластины; d — диаметр точки

ствию силы) к диаметру точки d концентрация напряжений возрастает.

2. ПРОВЕДЕНИЕ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ

Оборудование и материалы

1. Набор образцов сварных соединений, выполненных различными видами сварки.
2. Описания, чертежи, схемы и необходимые справочные материалы.

Порядок проведения практического занятия

1. Прочитать вводную часть к практическому занятию.
2. Получить от преподавателя образец сварного соединения.
3. Начертить схему полученного сварного соединения.
4. Обозначить сварное соединение на схеме в соответствии с действующей нормативной документацией.
5. Начертить схему (эпюру), показывающую концентрацию напряжений при нагружении данного соединения.

Отчет по практическому занятию № 1

Фамилия учащегося _____

Группа _____ Дата выполнения работы _____

Схема сварного соединения и его обозначение в соответствии с государственным стандартом.

Эпюра концентрации напряжений в сварном соединении

Выводы по работе _____

Подпись учащегося _____

Заключение преподавателя _____

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. На какие типы подразделяются сварные соединения?
2. Назовите виды сварных соединений, выполняемых дуговой сваркой.
3. Какие требования предъявляются к сварным соединениям, выполненным дуговой сваркой?
4. Приведите примеры условных обозначений сварных швов.
5. Перечислите основные требования, предъявляемые к сварным соединениям, выполненным контактной сваркой.
6. На какие типы подразделяются сварные швы, выполняемые контактной сваркой?
7. Как работают под нагрузкой тавровые соединения, выполненные угловыми швами?
8. Как распределяются напряжения в швах?
9. Какие факторы приводят к концентрации напряжений в сварных соединениях?