

**Аргоно-дуговая сварка
алюминиевых сплавов для
строительных конструкций**

Технологические рекомендации

Москва
«Книга по Требованию»

УДК 621
ББК 34.4
А79

А79 Аргоно-дуговая сварка алюминиевых сплавов для строительных конструкций:
Технологические рекомендации / – М.: Книга по Требованию, 2013. – 180 с.

ISBN 978-5-458-38077-5

Настоящие рекомендации предназначены для организаций, занимающихся проектированием, изготовлением и монтажом сварных строительных конструкций из алюминиевых сплавов. В рекомендациях приведены данные по выбору оборудования, инструмента, материалов и по технологии аргоно-дуговой сварки вольфрамовым или плавящимся электродом алюминиевых сплавов для строительных конструкций, главным образом из деформируемых алюминиевых сплавов: алюминий-магниевого, авиала, естественно стареющего сплава системы алюминий — магний — цинк, а также технического алюминия и некоторых других сплавов при толщине элементов от 0,8 до 40 мм включительно, а также алюминиевого литья. Вопросы сварки элементов толщиной менее 0,8 мм в настоящих рекомендациях не рассматриваются.

ISBN 978-5-458-38077-5

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2013

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2013

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

В. Способы соединения без плавления основного металла:

- н) сварка давлением (холодная или с нагревом);
- о) сварка трением;
- п) сварка ультразвуком;
- р) пайка посредством мягких или твердых припоев;
- с) склеивание с помощью специальных клеев.

1.2. Из перечисленных способов соединения алюминия и его сплавов для строительных конструкций во многих случаях наиболее целесообразна дуговая сварка в защитной среде инертного газа, которая обеспечивает возможность выполнения работ в основном в заводских условиях, но при особых условиях и на монтаже. В зависимости от типа электрода (неплавящийся или плавящийся) и соответствующего способа питания дуги дуговая сварка в защитной среде инертного газа может применяться для сварки элементов практически с любой толщиной стенки, встречающейся в строительных конструкциях.

Целесообразно также применение и некоторых других из перечисленных способов соединения алюминиевых строительных конструкций, каждый из которых находит применение в определенных конкретных условиях. В частности, для соединения тонкостенных крупных элементов (толщиной до 2 мм включительно) и для приварки тонких элементов к более толстым (при отношении большей толщины элемента к меньшей не более 3) в заводских условиях целесообразно применять точечную и шовную контактную сварку¹. Весьма рациональна контактная стыковая сварка с использованием специальных машин. Для прямолинейных или правильных круговых соединений толстостенных элементов (>10 мм) из некоторых (пока ограниченных типов) сплавов в заводских условиях может быть применена дуговая сварка голой алюминиевой проволокой по слою флюса.

Дуговая сварка алюминиевым покрытым электродом может быть применена в заводских условиях для соединения элементов из технического алюминия и некоторых сплавов. Механические свойства сварных сое-

¹ Применение шовной сварки для сплавов, обладающих слабой коррозионной стойкостью (например, типа дюралюминий), нецелесообразно.

динений при этом заметно ниже соответствующих свойств исходного металла.

Ограниченное применение (лишь для монтажных соединений при трудностях внедрения аргонодуговой сварки) может найти кислородно-ацетиленовая сварка.

Для образования нерасчетных и слабонагруженных соединений целесообразно применение склеивания. Другие методы соединения алюминиевых элементов в производстве строительных конструкций практически не применяются.

1.3. Аргоно-дуговая сварка представляет собой процесс соединения металлических элементов плавлением. Отличие этого процесса сварки алюминиевых сплавов от других способов сварки заключается в том, что зона сварки — электрическая дуга, поверхность ванны расплавленного металла, соседние участки металла, а также нагретый конец электрода и присадочного металла (если таковой применяется) — защищена в течение всего процесса сварки ствоей инертного газа — аргона.

1.4. При аргоно-дуговой сварке не требуются флюсы или специальные покрытия электродов; присадочный металл (когда таковой применяется) представляет собой голую проволоку или стержни.

1.5. Отсутствие потребности во флюсах при аргоно-дуговой сварке обусловлено специфическим свойством электрической дуги в среде аргона. Такая дуга разрушает тонкие окисные пленки¹ на поверхностях, подвергаемых воздействию дуги.

1.6. Вследствие защитного действия инертного газа почти полностью предупреждаются выгорание элементов основного и присадочного металла, а также азотирование и тому подобные вредные реакции², возможные при других процессах сварки. Поэтому активное воздействие на металлургические процессы в сварочной ванне при аргоно-дуговой сварке осуществляется глав-

¹ Алюминиевые элементы обычно покрыты толстыми окисными пленками. Для уменьшения толщины пленок эти элементы перед сваркой подвергают механической, химической или электрохимической обработке.

² Незначительное содержание примесей кислорода и азота в аргоне, выпускаемом промышленностью для сварки, обуславливает слабое окисление и азотирование металла в зоне сварки с которым практически при сварке ряда сплавов можно не считаться

ным образом через основной металл и присадочную проволоку. Можно также воздействовать на металлургические процессы при аргоно-дуговой сварке путем примешивания к аргону активных газов (например, хлора для предупреждения пористости) или порошкообразных веществ.

1.7. Благодаря особенности аргоно-дуговой сварки, описанной в п. 1.6, можно получить сварные швы и соединения, обладающие более высокой коррозионной стойкостью, чем при использовании других способов сварки плавлением.

Это обуславливает преимущественное применение аргоно-дуговой сварки во всех случаях, когда требуется наиболее высокая коррозионная стойкость сварных соединений почти без ограничения их конструкции при высокой прочности и пластичности. Однако при конструировании сварных соединений элементов из алюминиевых сплавов необходимо учитывать указания по выбору рациональных конструктивных форм соединений, приведенные в пп. 1.11—1.30 настоящих рекомендаций.

1.8. Применяются две разновидности аргоно-дуговой сварки:

а) неплавящимся (вольфрамовым) электродом, который служит для возбуждения и поддержания дуги, но в образовании шва при нормальных условиях участия не принимает;

б) плавящимся электродом, который под воздействием дуги, горящей между ним и основным металлом, плавится, образуя с расплавленным основным металлом сварной шов.

1.9. При сварке вольфрамовым электродом в зависимости от типа соединений, конструкций, толщины свариваемых элементов и подготовки кромок может применяться присадочный металл (проволока или стержни), который в электрическую цепь не включается и вводится в ванну извне. Этот способ сварки с помощью оборудования, выпускаемого отечественной электропромышленностью, осуществляется вручную и с применением автоматов¹.

¹ Полуавтоматы для сварки вольфрамовым электродом в серийных масштабах отечественной электропромышленностью в настоящее время не выпускаются.

Механизированную¹ или автоматическую сварку вольфрамовым электродом, применение которых целесообразно лишь в заводских условиях, можно осуществлять с механической подачей присадочной проволоки или без проволоки.

1.10. Сварка плавящимся электродом с помощью отечественного промышленного оборудования может осуществляться автоматически при изготовлении лишь прямолинейных или правильных круговых швов в заводских условиях, при использовании стационарного автомата или при монтаже с использованием автоматов типа «Трактор».

В условиях монтажа или в заводских условиях для выполнения соединений сложного очертания должна применяться полуавтоматическая сварка.

СВЕДЕНИЯ О РАЦИОНАЛЬНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧНЫХ ФОРМАХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Одной из основных задач проектировщика сварных конструкций из алюминиевых сплавов в основном является предупреждение концентрации напряжений в сварных соединениях, к которой чувствительны не только термически упрочняемые, но даже некоторые термически неупрочняемые алюминиевые сплавы. Эта чувствительность выражается в снижении пластичности и прочности даже при статических нагрузках.

При конструировании сварных соединений следует также стремиться не создавать благоприятных условий для развития коррозии и трещин, связанных с большой жесткостью связи элементов. По этим причинам следует избегать применения некоторых типов соединений, хотя в технологическом отношении их выполнение при аргоно-дуговой сварке не вызывает затруднений.

1.11. В местах, где концентрично сходятся сварные швы, должны предусматриваться сквозные отверстия. Однако везде, где возможно, следует избегать скопления швов.

¹ Под механизированной сваркой имеется в виду процесс, при котором длина электрической дуги не регулируется автоматически, а движение ее вдоль соединения осуществляется с помощью механизма перемещения. Под автоматической сваркой подразумевается процесс, при котором длина электрической дуги регулируется автоматически.

1.12. Между двумя сварными швами, расположенными параллельно или почти параллельно, должно быть выдержано расстояние не менее 200 мм (рис. 1).

1.13. В растянутых элементах из термически упрочняемых сплавов следует избегать расположения швов перпендикулярно направлению действия растягивающих сил.

1.14. На рис. 2, а показана рациональная конструкция соединений трубчатых элементов. Для выполнения этого соединения требуется дополнительная обработка — сплющивание и пригонка концов трубчатых элементов, однако это оправдывается следующими преимуществами:

а) обеспечивается доступность горелки во все места сварки, благодаря чему улучшается качество швов;

б) жесткость в плоскости нагружения элементов увеличивается, а в перпендикулярной плоскости уменьшается. Последнее увеличивает демпфирующую способность соединения из плоскости.

При необходимости соединить растянутый трубчатый элемент с плоскими элементами проката целесообразно выполнять такое соединение путем приварки торца трубы к толстому плоскому элементу (рис. 2, б).

Удовлетворительная конструкция соединения трубчатых элементов приведена на рис. 2, в. Трубчатые элементы нецелесообразно соединять с помощью врезаемых косынок (рис. 2, г).

1.15. Стыковое соединение труб из термически упрочняемых сплавов в заводских условиях целесообразно выполнять в виде косого стыка (рис. 3, а). При такой конструкции соединения уменьшится ослабление рабочего сечения трубчатого элемента под термическим воздействием сварки.

1.16. Монтажный стык трубчатых элементов можно выполнять при помощи трубчатой накладки со скошенными торцами (рис. 3, б). При этом трубы в стыке не свариваются.

1.17. Рекомендуются выполнять стыковые соединения трубчатых элементов без промежуточных фланцев или

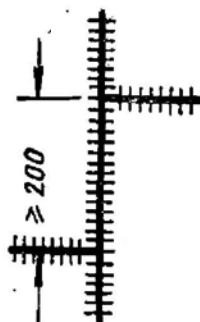


Рис. 1. Допустимое расстояние между двумя параллельными стыковыми швами

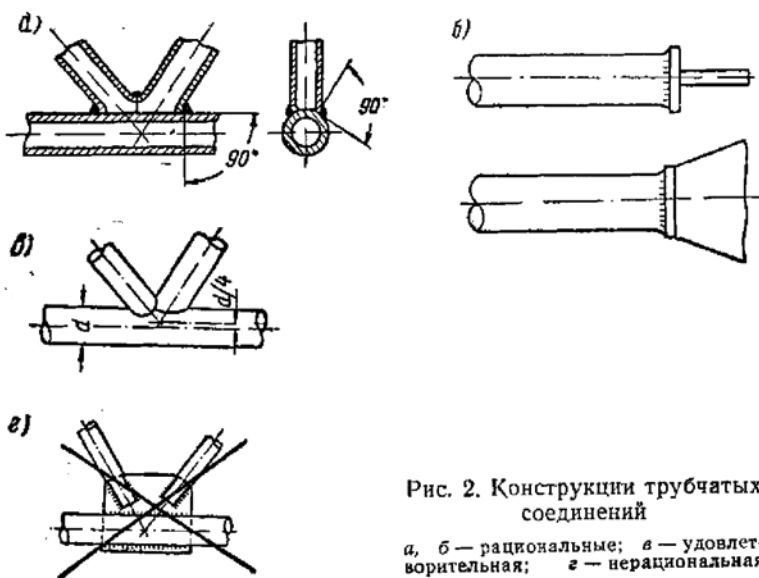


Рис. 2. Конструкции трубчатых соединений

а, б — рациональные; в — удовлетворительная; г — нерациональная

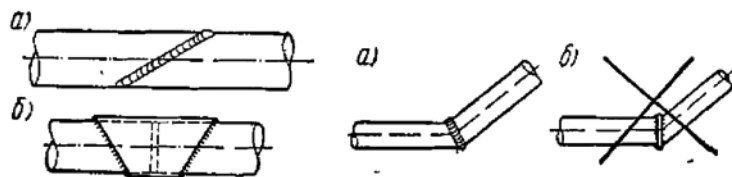


Рис. 3. Рациональные конструкции стыковых соединений трубчатых элементов

а — выполняемых на заводе;
б — выполняемых на монтаже

Рис. 4. Конструкции соединений трубчатых элементов

а — без вспомогательных элементов, целесообразная; б — с помощью промежуточного вспомогательного фланца, нерациональная

подобных им деталей (рис. 4,а). Нерациональная конструкция приведена на рис. 4,б.

1.18. В тех случаях, когда нельзя избежать соединений элементов различной толщины, рекомендуется более толстый элемент скашивать с помощью фрезерования или строжки (рис. 5,а). В соединениях конструк-

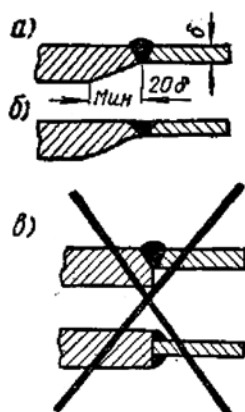


Рис. 5. Конструкции соединений разностенных элементов

а, б — рациональные, а — для работы под воздействием статической нагрузки; б — то же, переменной нагрузки или при использовании профиля с выпрессованным переходом от толстой части к тонкой; в — нерациональные

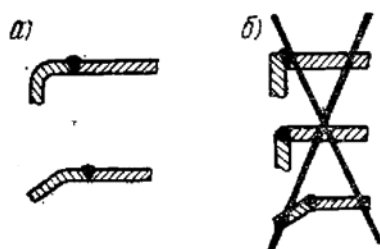


Рис. 6. Конструкции соединений

а — рекомендуемые — с стыковыми швами; б — нерациональные — с угловыми швами

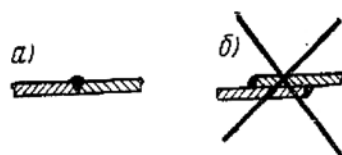


Рис. 7. Соединения элементов

а — рекомендуемое; б — нецелесообразное

ций, предназначенных для работы при переменных нагрузках переход от большей толщины к меньшей должен быть плавным (рис. 5,б). В прессованных профилях рекомендуется предусматривать выпрессовку профиля с плавным переходом по рис. 5,б. Во всех случаях следует избегать соединений элементов различной толщины (рис. 5,в).

1.19. Во всех случаях, где возможно, предпочтительно применение соединений со стыковыми швами (рис. 6,а) вместо соединений с угловыми швами (рис. 6,б); соединений, выполняемых в нижнем положении, вместо соединений с вертикальными либо потолочными швами, и соединений, выполняемых механизированной сваркой, а не ручной.

В конструкциях, рассчитанных на динамические или переменные воздействия, применение угловых или тавровых швов без дополнительной обработки не допускается.

1.20. При выборе конструкции соединения следует также предпочитать соединения со стыковыми швами (рис. 7, а) соединениям с нахлесткой (рис. 7, б).

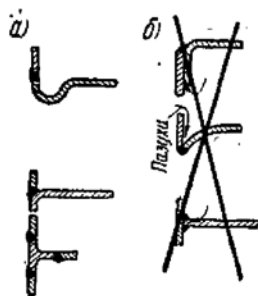


Рис. 8. Соединения обечайки с днищем или перегородкой мембранного типа

а — рекомендуемые; б — нерациональные

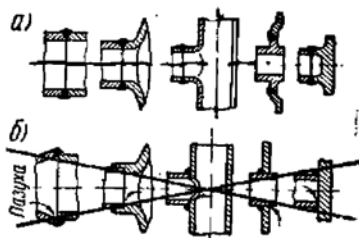


Рис. 9. Соединения труб и арматуры трубопроводов

а — рекомендуемые; б — нерациональные

1.21. Соединения в отбортовку не следует применять при толщине элементов более 1,6 мм и для конструкций, в которых должна быть обеспечена герметичность.

1.22. Соединения обечайки с днищем или перегородкой мембранного типа рекомендуется конструировать, как показано на рис. 8, а. При этом большей гибкостью обладают соединения с использованием прессованных профилей. Такие соединения не рекомендуется выполнять с пазами, в которых могут оставаться трудноудаляемые жидкие вещества (рис. 8, б).

1.23. Соединения труб и арматуры трубопроводов или резервуаров рекомендуется выполнять, как показано на рис. 9, а и 10, а. Нецелесообразны соединения, показанные на рис. 9, б и 10, б.

1.24. В соединениях элементов, которые должны обладать гибкостью, например в конструкциях, работающих при переменной температуре, рекомендуется предусматривать амортизирующие устройства (рис. 11, а).

Вообще предпочтительней сварные соединения с минимальной жесткостью, что достигается расположением

сварных швов вдали от мест искривления силового потока (см. рис. 10,а и 12,б).

1.25. Не рекомендуется применение тавровых соединений элементов, собранных под острым углом (рис. 12,а): при этом затрудняется доступ горелки для на-

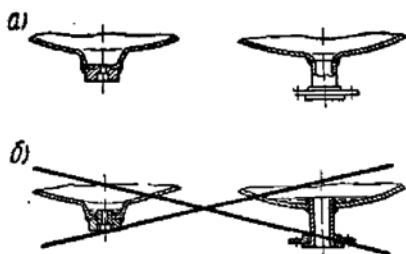


Рис. 10. Соединения арматуры резервуаров

а — рекомендуемые; б — нерациональные

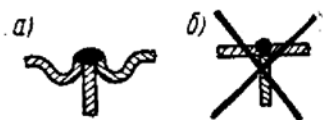
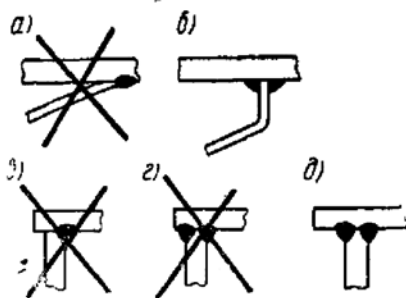


Рис. 11. Соединения элементов, которые должны обладать повышенной гибкостью

а — рекомендуемое (в сосудах, только предназначенных для хранения нейтральных веществ); б — нерациональное

Рис. 12. Конструкции тавровых соединений

а и в — недопустимые; б и г — рациональные; д — нерациональное



плавки внутреннего шва, а также возможность визуального контроля корня шва. Рациональное решение такого узла заключается в изгибе элемента (рис. 12,б).

1.26. Весьма целесообразно конструировать соединения так, чтобы соединяемые элементы служили одновременно в качестве подкладок для сварочной ванны (см. например, рис. 11,а).

1.27. Недопустимо применение тавровых соединений с одним швом (рис. 12,в) или с недостаточной величиной выступа элемента (рис. 12,г). Высокая прочность тавровых соединений с двумя швами обеспечивается лишь при достаточной величине выступа элемента (рис.

12,а), которая должна быть больше катета валикового шва.

1.28. При невозможности выполнения стыкового соединения элементов сваркой стыкового шва применяются накладки. Из приведенных на рис. 13 типов накладок наиболее рациональными являются: для сжатых эле-

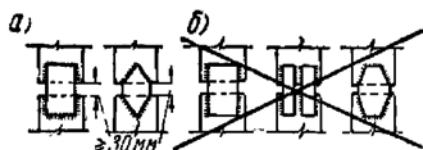


Рис. 13. Конструкции стыковых соединений с накладками

а — рекомендуемые; б — нерациональные

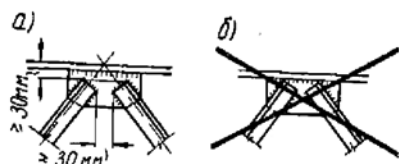


Рис. 14. Конструкции присоединений профилей к косынке

а — рекомендуемая; б — нерациональная

или прессованных профилей иного сечения необходимо накладывать не только два фланговых, но и лобовые швы. При этом между швами, прикрепляющими два профиля, должно быть выдержано расстояние не менее 30—40 мм (рис. 14).

ОБОРУДОВАНИЕ И СХЕМЫ ПОСТОВ ДЛЯ АРГОНО-ДУГОВОЙ СВАРКИ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

1.31. Сварку алюминиевых сплавов и алюминия неплавящимся вольфрамовым электродом следует выполнять при питании дуги переменным током.

Для ручной сварки завод «Электрик» (Ленинград, П-22, ул. академика Павлова, д. 8) выпускает установки типов УДАР-300 и УДАР-500, которые укомплектованы источником питания, устройствами для возбуждения и устойчивого горения дуги, горелками, приспо-

моу элементов — прямоугольная накладка, приваренная лобовыми и фланговыми швами (см. п. 1.13), и ромбическая накладка, а для растянутых элементов — только ромбическая накладка (рис. 13, а). Наихудшим типом накладки является накладка, приваренная лишь фланговыми швами (рис. 13, б).

1.29. Расстояние между стыкуемыми элементами при отсутствии стыкового шва в случае применения накладок должно составлять не менее 30—40 мм (рис. 13).

1.30. В узлах присоединения к фасонке уголков