

МДК 01.01 Технология сварочных работ

Изучить тему и ответить на вопросы лекции

(выслать на почту merlin60@yandex.ru, указав свои данные).

Тема: *Металлургических процессов при сварке*

По своей природе сварка является металлургическим процессом. Металлургия сварки характеризуется теми физико-химическими процессами, которые протекают в сварочной зоне. Они определяются взаимодействием расплавленного металла со сварочными флюсами, шлаками и газами, а также охлаждением и кристаллизацией металла шва и превращениями основного металла в зоне термического влияния. Эти процессы протекают на всех стадиях дуговой сварки: в период плавления электрода, перехода капли жидкого металла через дуговой промежуток и в самой сварочной ванне. Однако в отличие от общей металлургии, характерной для сталеплавильных агрегатов, условия протекания металлургических процессов при сварке отличаются рядом особенностей, влияющих как на ход их развития, так и на получаемые результаты. Такими особенностями являются:

1. Малый объем сварочной ванны и в то же время достаточно большие относительные количества реагирующих фаз в ней.
2. Высокие температуры в различных областях сварочной зоны и большой перегрев расплава в ванне.
3. Движение жидкого металла, интенсивное перемешивание расплавленных продуктов и их непрерывное обновление и обмен в сварочной ванне.
4. Высокие скорости охлаждения и кристаллизации наплавленного металла.

В этих условиях наблюдается активное взаимодействие расплавленного металла с окружающей газовой средой и флюсами, нагретыми до высоких температур. Протекание процессов происходит с большой скоростью. Однако в связи с кратковременностью существования расплава и постоянного обновления взаимодействующих фаз чаще всего они не доходят до полного завершения и большинство реакций в сварочной зоне не достигает равновесного состояния. К тому же создаются условия,

препятствующие полному очищению металла шва от различных неметаллических включений, оксидов и газов, которые из-за быстрого затвердевания расплава не успевают выходить на поверхность сварочной ванны и удаляться в шлак. С другой стороны, высокие скорости охлаждения и кристаллизации металла существенно отражаются на строении получаемых швов, приводят к мелкозернистой структуре их, уменьшению химической неоднородности, а в результате - повышению свойств литого металла шва.

Имеющие место металлургические процессы связаны с протеканием определенных химических реакций, в результате которых может происходить окисление или раскисление металла шва, легирование его определенными элементами, растворение и выделение в шве газов и др.

Некоторые из них ведут к ухудшению свойств получаемых соединений и являются нежелательными (например, окисление), другие способствуют повышению качества и свойств соединений и часто проводятся преднамеренно, например, раскисление. Поэтому в том или ином случае назначения условий сварки необходимо исходить из анализа прохождения всего комплекса физико-химических процессов, имея в виду, что общим результатом их должно быть получение металла шва с определенными свойствами и определенного химического состава. Это определяется не только составом присадочного и основного металла, но и в значительной степени зависит от характера и интенсивности реакций, протекающих в процессе сварки.

Вопросы

1. Что понимают под термином «металлургические процессы при сварке»?
2. Какие особенности протекания металлургических процессов при сварке можно отметить?

МДК 01.01 Технология сварочных работ

Изучить тему и ответить на вопросы лекции

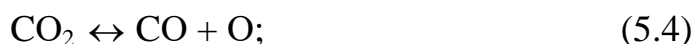
(выслать на почту merlin60@yandex.ru).

Тема: Основные процессы, протекающие при дуговой сварке

Процессов, протекающих в условиях дуговой сварки, много. Рассмотрим те, которые имеют общий характер во всех или большинстве случаев выполнения сварки.

Диссоциация газов и соединений. При диссоциации происходит распад более сложных компонентов на атомы или составные части.

Этому процессу способствуют наличие высоких температур в зоне сварки и каталитическое действие расплавленного металла. При дуговой сварке в первую очередь диссоциации подвергаются молекулы газов как простых - кислород, азот, водород, так и сложных - углекислый газ CO_2 , пары воды H_2O и др. Диссоциация газов происходит по реакциям:



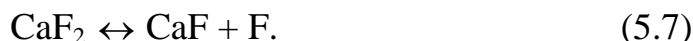
Кислород и водород при температурах дуги практически полностью диссоциируют на атомы, азот диссоциирует в меньшей степени.

Диссоциация водяного пара в зависимости от температуры проходит по реакциям:



Следовательно, в зависимости от условий протекания реакций водяной пар может окислять или восстанавливать металл сварочной ванны.

Диссоциации подвергаются и более сложные соединения. Во многих электродных покрытиях и флюсах содержится плавиковый шпат CaF_2 . При высоких температурах он разлагается по реакции



Атомы фтора, соединяясь с электронами, превращаются в ионы с малой подвижностью. Это ведет к снижению проводимости дугового промежутка и ухудшению стабильности дуги. Но в то же время атомы фтора способны связывать водород в молекулы HF , не растворяющиеся в металле ванны, уменьшая насыщение металла шва водородом.

В состав многих покрытий электродов входят карбонаты, например CaCO_3 . Разлагаясь при высоких температурах, они выделяют углекислый газ, который, в свою очередь, диссоциирует с образованием кислорода



Находясь в атомарном состоянии, газы становятся химически активными и, реагируя с металлом, резко ухудшают его качество.

Окисление металла при сварке. Металл сварочной ванны может окисляться за счет кислорода, содержащегося в газовой среде и шлаках в зоне сварки. Кроме того, окисление может происходить и за счет оксидов (окалина, ржавчины), находящихся на кромках деталей и поверхности электродной проволоки. При нагреве имеющаяся в ржавчине влага испаряется, молекулы воды диссоциируют, а получающийся кислород окисляет металл. Окалина при плавлении металла превращается в оксид железа также с выделением свободного кислорода. При недостаточной защите сварочной ванны окисление происходит за счет кислорода воздуха.

Кислород с железом образует оксиды: FeO (22,3 % O_2), Fe_3O_4 (27,6 % O_2), Fe_2O_3 (30,1% O_2). При высокой температуре сварочной дуги за счет ато-марного кислорода в результате реакции $\text{Fe} + \text{O}$.

FeO образуется низший оксид, который при понижении температуры может переходить в другие формы высших оксидов.

Наибольшую опасность для качества шва представляет оксид FeO , способный растворяться в жидком металле. Этот оксид обладает температурой плавления меньшей, чем у основного металла. Поэтому при кристаллизации металла шва он затвердевает в последнюю очередь. В результате он располагается в виде прослоек по границам зерен, что вызывает снижение пластических свойств металла шва. Чем больше кислорода в шве находится в виде FeO , тем сильнее ухудшаются его механические свойства. Высшие оксиды железа не растворяются в жидком металле и, если они не успевают всплывать на поверхность сварочной ванны, остаются в металле шва в виде шлаковых включений.

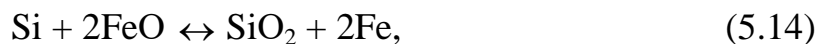
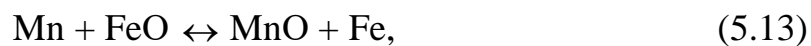
Железо может окисляться также за счет кислорода, содержащегося в CO_2 и парах воды H_2O :



В процессе сварки, кроме железа, окисляются и другие элементы, находящиеся в стали, - углерод, кремний, марганец. При переходе капель электродного металла в дуге окисление элементов происходит в результате взаимодействия их с атомарным кислородом газовой среды дугового промежутка: $\text{C} + \text{O} \rightarrow \text{CO}$, $\text{Mn} + \text{O} \rightarrow \text{MnO}$, $\text{Si} + 2\text{O} \rightarrow \text{SiO}_2$.

В сварочной ванне элементы окисляются при взаимодействии их с оксидом железа

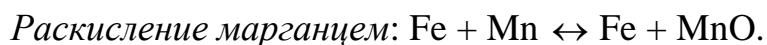




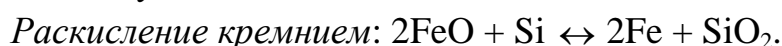
Окисление этих элементов приводит к уменьшению их содержания в металле шва. Кроме того, образующиеся оксиды могут оставаться в шве в виде различных включений, значительно снижающих механические свойства сварных соединений, особенно пластичность и ударную вязкость металла шва. Повышенное содержание кислорода влияет и на другие свойства - уменьшает стойкость против коррозии, повышает склонность к старению металла, сообщает ему хладноломкость и красноломкость. Поэтому одним из условий получения качественного металла шва является предупреждение окисления его в первую очередь путем создания различных защитных сред.

Раскисление металла при сварке. Применяемые при сварке защитные меры не всегда обеспечивают отсутствие окисления расплавленного металла. Поэтому его требуется раскислить. *Раскислением называют процесс* восстановления железа из его оксида и перевод кислорода в форму нерастворимых соединений с последующим удалением их в шлак. Окисление и раскисление, в сущности, представляют два на-правления протекания одного и того же химического процесса. В общем случае реакция раскисления имеет вид $\text{FeO} + \text{Me} \leftrightarrow \text{Fe} + \text{MeO}$, где Me - раскислитель.

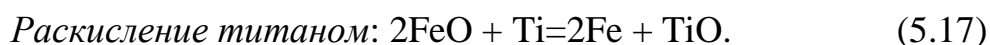
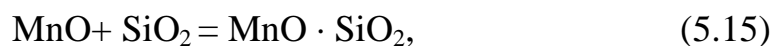
Раскислителем является элемент, обладающий в условиях сварки большим сродством к кислороду, чем железо. В качестве раскислителей применяют кремний, марганец, титан, алюминий, углерод. Раскислители вводят в сварочную ванну через электродную проволоку, покрытия электродов и флюсы. Ниже приведены наиболее типичные реакции раскисления.



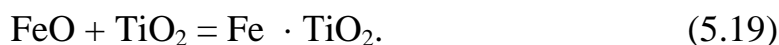
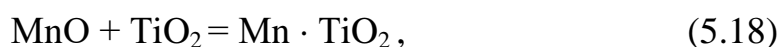
Оксид марганца малорастворим в железе, но сам хорошо растворяет оксид железа FeO, увлекая его за собой в шлак.



Оксид кремния плохо растворим в железе и всплывает в шлак. Раскисление кремнием сопровождается реакциями образования более легкоплавких комплексных силикатов марганца, кремния и железа, которые лучше переходят в шлак



Титан - энергичный раскислитель, при этом образуются легкоплавкие титанаты марганца и железа



Марганец, кремний и титан вводят в сварочную ванну через электродную проволоку, легируя ее через покрытие электрода или флюс, вводя соответствующие ферросплавы.



Образующийся оксид углерода выделяется в атмосферу в газообразном состоянии, вызывая сильное кипение сварочной ванны и образуя поры в шве. Для получения плотных швов реакцию раскисления углеродом следует «подавить» введением в сварочную ванну других раскислителей, например кремния.

Легирование металла шва. Осуществляется различными полезными примесями для улучшения качества металла шва, путем введения полезных элементов в электродные стержни или проволоку, а также в состав электродного покрытия. Такие элементы, как кобальт, никель и др., полностью усваиваются наплавленным металлом. Элементы Mn и Si, участвующие в раскислении, при их достаточной концентрации в шлаке и электродном металле также частично усваиваются, переходя в сварной шов.

Взаимодействие с азотом. Азот воздуха, попадая в столб дуги, разогревается и частично диссоциирует. В атомарном состоянии азот растворяется в жидком металле. В процессе охлаждения азот выпадает из раствора и взаимодействует с металлом, образуя ряд соединений - нитридов Fe_2N , Fe_4N . Атомарный азот может соединиться и с кислородом, образуя оксид азота NO, который, растворяясь в каплях электродного металла, переходит в сварочную ванну. Содержание азота в металле шва вредно влияет на его механические свойства, особенно пластичность. Кроме того, насыщение металла азотом способствует образованию газовых пор. Снижение азота проводят для защиты расплавленного металла от воздуха или введения в него химических элементов, удаляющих азот в виде неметаллических включений.

Взаимодействие с водородом. Водород может попасть в зону сварки из влаги покрытия электрода или флюса, ржавчины на поверхности сварочной проволоки и детали, из воздуха. Атомарный водород хорошо растворяется в жидком металле, и с увеличением температуры нагрева растворимость увеличивается. Важной закономерностью в поведении газов является скачкообразное изменение их растворимости в металле при фазовых изменениях его и особенно при переходе из жидкого состояния в твердое (рис. 5.1).

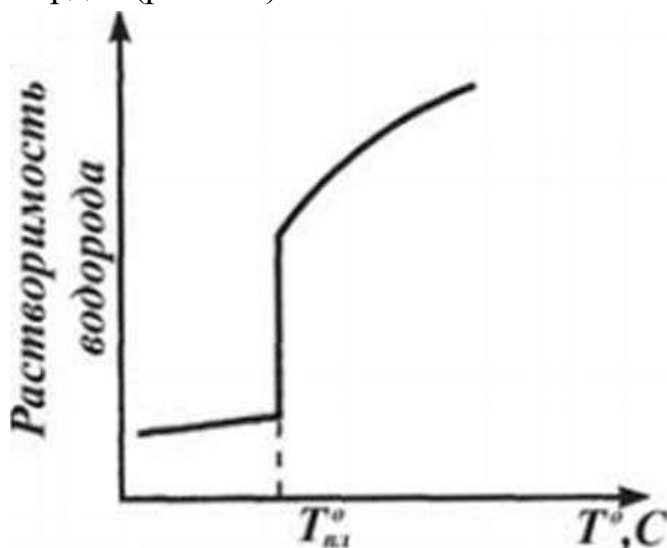
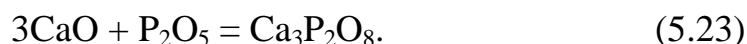
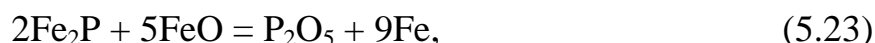
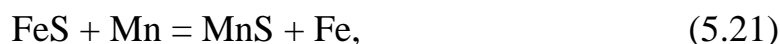


Рис. 5.1. Растворимость водорода в свариваемом металле

При охлаждении и кристаллизации сварочной ванны выделяющийся водород не успевает полностью удаляться из металла шва. Это приводит к образованию в нем газовых пор. Кроме того, атомы водорода, диффундируя в имеющиеся полости и несплошности в затвердевающем металле, приводят к повышению в них давления, развитию в металле внутренних напряжений и образованию микротрещин. Снижение газонасыщения швов проводят за счет качественной защиты расплавленного металла при сварке очисткой и прокалкой свариваемого и сварочных материалов.

Реакции с серой и фосфором. Сера и фосфор являются вредными примесями в сталях. В сварочную ванну они попадают из основного металла, сварочной проволоки и иногда из покрытия электродов или флюса. В металле сера и фосфор могут находиться в виде соединений - сульфидов и фосфидов, хорошо растворимых в железе. Наличие в металле шва серы и фосфора снижает его механические свойства, сильно повышает склонность к образованию трещин и снижает ударную вязкость. Поэтому **рафинирование**, очистка металла от серы и фосфора имеет целью уменьшение общего содержания FeS и FeP.

Рафинирование осуществляют путем связывания серы и фосфора в химические соединения, нерастворимые в стали и удаляемые в шлак, по реакциям:



При этом MnS, CaS и Ca₃P₂O₈ переходят в шлак. Следует контролировать состав применяемых для сварки материалов (металла, покрытия, флюса) и не допускать содержания в них серы и фосфора выше норм.

Вопросы

1. Какие физико-химические процессы наблюдаются при сварке и их реакции?
2. В чем заключаются процессы окисления и раскисления при сварке? Их влияние на свойства металла швов.
3. Какие неблагоприятные последствия окисления металла при сварке?
4. Назовите основные раскислители, применяемые в сварочных ваннах.
5. В чем вред примесей серы и фосфора при сварке сталей?

МДК.01.01 Технология сварочных работ

*Ознакомиться с лекцией, предоставить ее конспект на почту
merlin60@yandex.ru*

Тема: Оборудование сварочного поста

Виды сварочных постов

В сущности, сварочные посты это рабочие места, на которых созданы условия для безопасной и удобной работы. В зависимости от источника энергии они бывают газо- и электросварочного вида. К рабочим местам для газовой сварки предъявляются повышенные требования по воздухообмену. На электросварочных постах обеспечивают надежную защиту от поражения электротоком.

Классификация по конструкции подразделяется на стационарные и передвижные виды. Первые оборудуют на отведенном месте для сварки заготовок небольшого размера, так как площадь столешницы верстака ограничена. Вторые делают в виде каркасов на колесах с установленным оборудованием. Мобильность рабочего места удобна для сварки сложных объектов.

Разновидности

Существует два типа сварочных постов: стационарные и передвижные. Стационарные посты располагаются в цеху и предназначены для работы с деталями небольшого размера, поскольку рабочая поверхность сварочных столов зачастую ограничена. Передвижные посты могут быть как внутри цеха, так и на улице. Это могут быть небольшие каркасы на колесах, в которые встроено оборудование, или же специальная тележка.

Давайте подробнее рассмотрим каждый тип поста.

Стационарный пост

Ниже показана схема сварочного поста стационарного типа. В большинстве случаев стационарный пост располагается в отдельной кабине без крыши, но с закрывающимися ширмами. Площадь такой кабины должна быть не менее 3 м².

Стационарный сварочный пост должен быть изготовлен из негорючих материалов, поэтому ширмы делают из полимеров, а каркасы — из металла. Высота самой кабины должна быть не менее 2 метров. Внутренние стенки кабины покрываются огнеупорным составом, не поддерживающим горение.



На каждом стационарном посту есть не только оборудование, но и сварочный стол. Его размеры обуславливаются характером работ. Если сварка производится в сидячем положении, то высота стола должна быть около 60-70 см. Если в стоячем — от 85 и выше. Размер рабочей поверхности должен быть не менее 100x100 см.

При обустройстве учитывают требования нормативных документов:

- 1. Площадь не ниже 3 м², стенки высотой от 2 м. На входе навешивают ширму из брезента или негорючего пластика.*
- 2. От пола до нижнего края стенок оставляют вентиляционные зазоры размером не меньше 50 мм. При работе с инертным газом промежуток увеличивают до 300 мм. Зазоры закрывают металлической сеткой с мелкими ячейками.*
- 3. Устанавливают стол со столешницей не меньше 1 м². Для работы в положении сидя его высота 60 — 70 см, для сварки стоя от 85 см.*
- 4. Стенки делают из листового железа, асбоцементных плит или негорючих материалов, обработанных огнеупорным составом.*

5. *Над столом устанавливают светильник.*
6. *Стенки покрывают краской светло-серого цвета, обладающей способностью поглощения ультрафиолетового излучения (составы на цинковой основе или титановые белила).*
7. *Устанавливают вытяжку или при организации сварочного поста в цеху подключают к централизованной системе приточно-вытяжного воздухообмена.*
8. *Пол заливают бетоном или закладывают кирпичом.*
9. *Внутри кабины устанавливают рубильник для быстрого отключения электрооборудования, если возникнет нештатная ситуация.*

Передвижной пост

Сварочный пост для ручной дуговой сварки может быть и передвижным или переносным. Зачастую передвижной сварочный пост можно организовать с меньшими усилиями, поскольку для него не требуется соблюдение многих правил. Не нужно организовывать вентиляцию, соблюдать размер рабочей зоны и т.д.

Но вот что стоит сделать, так это навес над передвижным постом, чтобы сварщик мог работать в непогоду или под солнцем. Также передвижной пост должен иметь удобные колеса, чтобы с их помощью даже тяжелое оборудование можно было перевезти без особого труда.



У передвижного поста должны быть отсеки и ниши для хранения комплектующих. Если это передвижной пост газовой сварки, то должно быть предусмотрено место под газовый баллон. Вентиляция сварочного поста может быть естественной, поскольку работы в большинстве случаев проходят на улице.

Оборудование поста электросварщика

При оборудовании сварочного поста (стационарного или передвижного) для электросварки должны соблюдаться следующие условия:

- заземление подключается к рабочему столу и корпусам оборудования;*
- хорошая освещенность поверхности рабочего стола (допускается сочетание искусственного света с естественным);*
- пол из огнестойкого материала;*
- крышка стола из стали или чугуна, толщиной не меньше 20 мм, с подключенным кабелем массы;*
- ящики или карманы для хранения инструмента, электродов, технической документации;*
- табурет с сидением из изоляционного материала для сварки сидя;*
- наличие на полу возле стола резинового коврика.*

Когда сварка проводится на открытом воздухе, рабочее место накрывают навесом или тентом из водонепроницаемого материала для защиты от дождя, снега, солнца.

Организация газосварочного поста

Основной комплект оборудования газового поста состоит из следующих элементов:

- *генератора ацетилена или баллона со сжиженным метаном, пропаном или бутаном;*
- *баллона с кислородом;*
- *горелки;*
- *шлангов, редукторов для регулирования давления кислорода и газа, контрольных манометров.*

На передвижном посту обустривают место с креплениями для установки баллонов. Двухколесную тележку для перемещения оборудования делают из труб. После прибытия к месту работы оператор раскручивает шланги на требуемую длину, открывает вентили на баллонах, приступает к сварке.



Пример передвижного газосварочного поста

Стационарный газосварочного пост оборудуют:

- *металлическим столом;*
- *приточно-вытяжной вентиляцией;*
- *светильником.*

По правилам пожарной безопасности генератор ацетилена необходимо размещать на расстоянии не меньше 10 м от места проведения сварочных работ. Для хранения газовых баллонов должно быть выделено помещение или вместительный металлический шкаф с замками. Их переносят на пост к началу сварочных работ.