**Дистанционный урок МДК 01.02** (07.04.2020г.)

 группа № 16 «А»

(согласно КТП на 1-2 полугодие 2019-2020г)

Тема: **«Плавление и перенос электродного материала»**

В процессе занятия обучающиеся должны:

1. Изучить теорию, записать в конспект основные моменты, термины и понятия.

2. Вопросы для самоконтроля.

3. Выполнить домашнее задание.

**Лекция:**

При дуговой сварке нагрев и расплавление электрода осуществляются за счет энергии дуги, выделяющейся в активном пятне, расположенном на его торце, и теплоты, выделяющейся по закону Джоуля — Ленца при прохождении сварочного тока в вылете электрода.

Вылетом называют участок электрода от места контакта с токоподводящим устройством до начала дугового промежутка.

Количество теплоты, выделяющейся в электроде в единицу времени, тем значительнее, чем больше плотность тока, удельное сопротивление и вылет электрода.

ри использовании покрытых электродов вылет в начале сварки составляет 200...400 мм. Сварочный ток ограничивают, чтобы уменьшить, нагрев электрода при прохождении по нему тока. Качество шва будет высоким только тогда, когда температура электрода в процессе сварки не превышает определенного значения, например, 700 ос в случае применения стального электрода. Нагрев электрода до более высоких температур приводит к отслаиванию покрытия, ухудшению формирования шва, увеличению потерь на разбрызгивание и нарушению процесса сварки.

При автоматической и механизированной сварке под флюсом ил защитных газах вылет электродной проволоки составляет 12 ... 70 мм в зависимости от ее диаметра и теплофизических свойств. Поэтому механизированные способы сварки благодаря малому вылету электрода осуществляются при большой плотности и силетока.

Основная характеристика плавления электрода скорость его расплавления, которая зависит от состава электрода, покрытия, защитного газа и флюса, режима сварки, плотности иполярности тока.

Скорость плавления электрода возрастает приблизительно линейно с увеличением силы тока и зависит от его полярности, а также условий выделения и передачи теплоты в анодной и катодной областях. Следовательно, механизированные способы сварки, позволяющие применять большую силу тока, более производительны.

Типы переноса электродного металла. При плавлении на торце электрода образуется капля жидкого металла. Большая удельная поверхность и высокие температуры капель способствуют интенсивному взаимодействию металла с окружающей средой. Поэтому перенос электродного металла значительно влияет на физико-химические процессы при сварке. Различают несколько основных типов переноса электродного металла: мелко- и крупнокапельный, струйный, без коротких замыканий и с короткими замыканиями дугового промежутка.

 Силы, обусловливающие перенос электродного металла. Тип переноса электродного металла зависит от соотношения сил, действующих на каплю металла на торце электрода. Основными из них являются силы тяжести и поверхностного натяжения, электромагнитная, реактивная и аэродинамическая силы. Значения отдельных сил и направление их равнодействующей зависят от режима сварки, полярности тока, состава электродного металла и газовой среды, состояния поверхности и диаметра электрода.

Сила тяжести оказывает существенное влияние лишь при сварке на малых токах (под действием собственного веса капля металла стремится переместиться вниз). При сварке в нижнем положении сила тяжести способствует переносу капли в сварочную ванну; при сварке в вертикальном и особенно в потолочном положении она затрудняет процесс переноса электродного металла.

Сила поверхностного натяжения проявляется в стремлении жидкости под действием молекулярных сил приобрести форму сферы, имеющей минимальную площадь поверхности при данном объеме. В общем случае возрастание поверхностного натяжения способствует увеличению размеров капель, образующихся на торце электрода и переносимых через дуговой промежуток.

Электромагнитная сила обусловлена возникновением магнитного поля вокруг проводника с током. Эта сила стремится сжать проводник в радиальном направлении и разрушить перемычку между каплей и электродом. Ее значение пропорционально квадрату силы тока.

Реактивная сила — одна из важных сил, оказывающих влияние на характер переноса металла. Испарение металла с поверхности капли и химическое взаимодействие жидкого металла со шлаком или газовой фазой, сопровождающееся образованием и выделением газа, приводят к возникновению реактивной силы. Металл испаряется главным образом в области активных пятен, перемещение которых вызывает изменение положения места приложения реактивных сил и значительную подвижность капель.

Значение реактивной силы зависит от размеров активных пятен, плотности тока в них и теплофизических свойств материала электрода. Поскольку плотность тока в катодном пятне значительно выше, чем в анодном, влияние реактивной силы проявляется в большей мере при сварке на токе прямой полярности. Сжатие дуги приводит к увеличению плотности тока в пятнах, что вызывает возрастание реактивной силы. В металлах с высоким давлением паров (магний, цинк) отталкивание капель реактивной силой наблюдается при сварке на токах обеих полярностей, а в Металлах с низким давлением паров при сварке главным образом на токе прямой полярности.

Аэродинамическая сила проявляется в тех случаях, когда возникают мощные плазменные (газовые) потоки. Она определяется аэродинамическим торможением капли в газовом потоке. Сила аэродинамического торможения пропорциональна плотности газа, его скорости и площади сечения капли, перпендикулярного направлению газового потока.

**Влияние вида и способа сварки на перенос электродного металла.**

В зависимости от вида и способа сварки изменяется соотношение сил, действующих на каплю, и тип переноса электродного металла.

**Сварка ц покрытыми электродами.** При сварке наблюдается преимущественно крупно- и мелкокапельный перенос электродного металла (рис. 1, а). На тип переноса влияют состав и толщина покрытия, режим сварки, род и полярность тока.

Для электродов с основным покрытием характерен крупнокапельный перенос металла в широком диапазоне режимов сварки, что обусловлено большим поверхностным натяжением на границе металла со шлаком, поскольку и шлак, и металл хорошо раскислены.

Для электродов с кислым и рутиловым покрытиями характерен мелкокапельный перенос. Малый размер капель связан со сравнительно небольшим поверхностным натяжением на границе металла тата со шлаком, поскольку и тот, и другой содержат значительное количество кислорода. Размер капель при этом существенно зависит от силы тока.

При малых плотностях тока металл переносится относительно крупными каплями. С увеличением плотности тока масса переносимых капель резко снижается, уменьшается также время взаимодействия капли с окружающей средой — шлаком и газовой фазой. Этому способствует более высокая температура капель и сравнительно малое поверхностное натяжение на границе металла со шлаком.

При низком напряжении дуги (короткая дуга) перенос металла может осуществляться путем коротких замыканий, поскольку свободный рост капель затруднен. В момент короткого замыкания металл перетекает с торца электрода в ванну. При удлинении дуги масса переносимых капель увеличивается, так как создаются условия для свободного роста капли на торце электрода. Изменение напряжения дуги почти не отражается на переносе металла в случае применения электродов с рутиловым или кислым покрытием.

При увеличении толщины покрытия у электродов с рутиловым или кислым покрытием наблюдается повышение содержания кислорода в каплях и сокращение их размеров. Уменьшению капель способствуют также аэродинамические силы. У электродов с основным покрытием содержание кислорода в каплях с увеличением толщины покрытия снижается, что приводит к росту капель. Таким образом, от толщины и состава покрытий на электродах зависит в основном содержание кислорода в каплях, которое и оказывает решающее влияние на силы поверхностного натяжения, удерживающие их на торце электрода.

Сварка плавящимися электродами в инертных газ ах. Для этого способа сварки характерен струйный процесс переноса металла. При струйном переносе (рис. 1, б) образуются мелкие капли, которые следуют одна за другой в виде непрерывной цепочки (струи). Струйный перенос электродного металла возникает при сварке с большой плотностью тока проволокой малого диаметра. Например, при механизированной сварке в аргоне проволокой диаметром 1,6 мм струйный перенос металла осуществляется при силе тока выше 300 А (критическая сила тока). При силе тока ниже критического значения наблюдается капельный перенос металла.

Струйный перенос электродного металла обеспечивает увеличение скорости расплавления сварочной проволоки, уменьшение выгорания легирующих элементов в ней, а также повышение степени чистоты металла капель и сварного шва. Таким образом, струйный перенос обладает рядом преимуществ перед капельным.



*Рис. 1. Последовательность этапов процессов капельного (а) и струйного (б) переноса электродного металла в сварочную ванну*

**Производительность процесса дуговой сварки.** Производительность оценивают по массе G проплавленного основного металла и массе наплавленного присадочного металла в единицу времени. Последнюю определяют, как увеличение массы конструкции после сварки по сравнению с ее массой до сварки.

При сварке неплавящимся электродом встык или с отбортовкой без присадочной проволоки важно обеспечить необходимую производительность проплавления, а при сварке плавящимся электродом — производительность проплавления и наплавки.

При сварке плавящимся электродом производительность наплавки, г,

**Gн=анItг**

где ан — коэффициент наплавки, г/ (А • ч); I — сила тока, А; tг — основное время сварки (время чистого горения дуги), ч.

**Коэффициент наплавки** — отношение массы металла, наплавленного за единицу времени горения дуги, к единице силы сварочного тока. Обычно его представляют, как массу, г, наплавленного в течение 1 ч электродного металла, приходящуюся на А силы сварочного тока. При сварке покрытыми электродами коэффициент наплавки, г/(А • ч), составляет 6... 12, под флюсом - 10 ... 16, в углекислом газе — 12 20 и при электрошлаковой сварке — 18...22. Производительность расплавления, г, электродной проволоки

 Gp = аp I tг,

где ар — коэффициент расплавления электродной проволоки, г/(А • ч).

**Коэффициент расплавления** — отношение массы электродной проволоки, расплавленной за единицу времени горения дуги, к единице силы сварочного тока. Обычно его представляют, как массу расплавленного в течение 1 ч металла, приходящуюся на 1 А силы сварочного тока. Скорость расплавления электродного металла в значительной степени определяет производительность и эффективность процесса сварки. Коэффициент расплавления заВисит от ряда факторов, характеризующих условия сварки: рода, полярности и силы тока, напряжения дуги, состава и толщины покрытия электрода или слоя флюса.

Коэффициент расплавления при сварке плавящимся электродом в защитных газах заметно изменяется в зависимости от полярности тока и состава газа. При увеличении силы сварочного тока коэффициент расплавления, как правило, возрастает, причем наиболее существенно при больших плотностях тока, применяемых при механизированной и автоматической сварке. В большинстве случаев при сварке коэффициент ин меньше коэффициента ор на величину потерь электродного металла вследствие его угара и разбрызгивания. Эта часть металла, не участвующая в образовании шва, характеризуется коэффициентом потерь , %:

 =(Gр-Gн) /Gр х100

 или

  =(aр-ан) / ар x100

Коэффициент потерь зависит от способа сварки, типа электрода и параметров режима. На потери значительно влияет тип переноса электродного металла в дуге. Так, при сварке покрытыми электродами коэффициент потерь, %, составляет 5 ... 20, под флюсом — 1 ... 5, а в защитных газах —1 ... 10. В тех случаях, когда в составе электродных покрытий или наполнителя порошковой проволоки содержится значительное количество металлических составляющих, коэффициент  отрицателен, так как ан > ар.

**Вопросы для самоконтроля:**

1. От чего зависит тип переноса электродного материала?
2. Как оценивают производительность процесса дуговой сварки?
3. Какие типы переноса электродного металла существуют при разных способах сварки?
4. Назовите последовательность этапов процессов капельного и струйного переноса электродного металла в сварочную ванну.

**Выдача домашнего задания:**

 Составить кроссворд по пройденной теме.

**Литература:**

1. Овчинников В.В. Технология ручной дуговой и плазменной сварки и резки металлов: Овчинников В.В.-3-е изд., Издательский центр «Академия», 2013. -240стр.
2. Маслов В.И. Сварочные работы: Маслов В.И.-9-е изд., перераб. И доп.-М: Издательский центр «Академия», 2012. -288с.
3. Овчинников В.В. Современные виды сварки: Овчинников В.В.-3-е изд., стер. –М; Издательский центр «Академия», 2013. -208стр.
4. Овчинников В.В. Сварка и резка деталей из различных сталей, цветных металлов и их сплавов, чугунов во всех пространственных положениях: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. – М. Издат. Центр «Академия», 2013. – 304с.