

## **ОСОБЕННОСТИ НАПЛАВКИ СТАЛИ АУСТЕНИТНОГО КЛАССА В ЗАЩИТНЫХ ГАЗАХ**

**Мейстер А.Р., Рукавишников И.А.**

**Научный руководитель – доцент Мейстер Р.А.  
Сибирский Федеральный Университет, г. Красноярск**

Многочисленные исследования по сварке в защитных газах указывают на существенную зависимость устойчивости горения дуги от природы защитного газа.

При сварке в азоте могут быть получены процессы с крупнокапельным переносом электродного металла и с частыми короткими замыканиями. Длина дуги в азоте меньше, чем в аргоне, а давление дуги больше. В результате дуга приподнимет каплю на конце электрода и смещает её к оси электрода. Капли на электроде вырастают до больших размеров. Процесс сварки с крупнокапельным переносом сопровождается повышенным разбрызгиванием, которое объясняется невозможностью получения мелкокапельного переноса при сварке дугой постоянного тока в азоте.

Мелкокапельный и струйный перенос в среде газов возможен при нанесении на сварочную проволоку активирующих покрытий, и снижении давления окружающей среды. Для объяснения струйного переноса существует ряд гипотез, которые даны в .

Например, расширение токоведущего канала дуги за счет отражения плазменного факела от изделия может улучшить перенос металл в дуге. В работе считают, что основной причиной перехода электродного металла к струйному при сварке током обратной полярности в аргоне является изменение поверхностного натяжения жидкого металла на торце электрода, при этом диаметр капли линейно зависит от диаметра электрода и при малых диаметрах электрода (0,5; 0,8) струйный перенос получить невозможно.

Содержание азота в аустенитных азотосодержащих сталях составляет 0,3...0,4% и достигает 2%. Разработана технология сварки сталей с содержанием 1% азота, обеспечивающая качественные сварные конструкции.

О положительной роли азота на свойства жаропрочных сталей отмечается в работах Медовара Б.И. При сварке стали 1X18H9T проволокой Св – 06X18H9T в азоте в сравнении с аргонном в результате взаимодействия с азотом феррит в шве исчез и вместо него появились нитриды. При содержании азота в стали 0,198% жаропрочность швов изменилась мало.

Применение азота для целей сварки оправдывается его дешевизной и меньшей дефицитностью. Кроме того, диссоциация азота в дуге и последующая ассоциация на поверхности свариваемого изделия с выделением теплоты способствует увеличению глубины проплавления по сравнению со сваркой в аргоне.

В связи с отсутствием сведений о сварке и наплавке аустенитной стали при силе тока 50 А в аргоне и азоте аустенитной проволокой на сталь наплавливались одиночные валики. Дуга питалась от преобразователя ПСГ – 500 и однофазного выпрямителя с конденсаторным множителем напряжения.

Определялся минимальный ток при наплавке стали 1X18H9T проволокой диаметром 0,8 – 1,2 мм на малоуглеродистую сталь в аргоне и азоте.

Выявлено, что при наплавке проволокой 1X18H9T диаметром 1,2 мм в аргоне на обратной полярности и скорости сварки 18,5 м/ч минимальный ток, обеспечивающий формирование составляет 50 А.

Напряжение холостого хода преобразователя ПСГ – 500 было 18 - 19 В, напряжение на дуге 19-20 В, расход аргона 15 л/мин, вылет 10-12 мм.

С увеличением сварочного тока потери на угар и разбрызгивание уменьшаются (Рис.1).

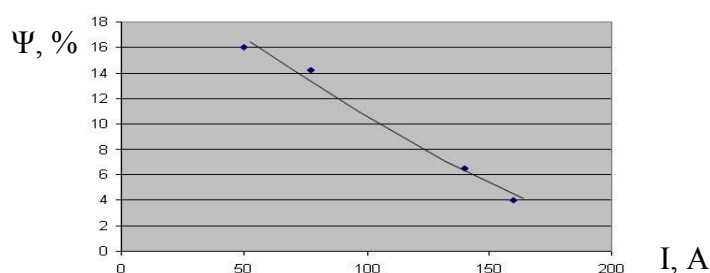


Рис. 1. Потери на угар и разбрызгивание  $\psi$  от тока в аргоне.

Макрошлифы валиков наплавленных на сталь 45, показаны на Рис. 2.

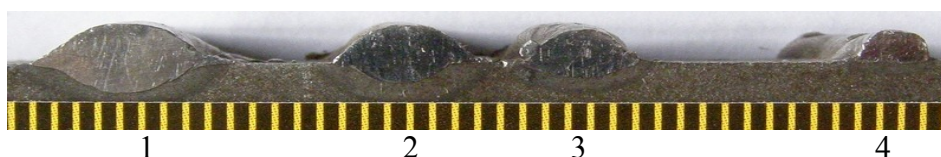


Рис. 2. Макрошлифы валиков, наплавленных на сталь 45  
1 – ток 160 А, 2 – ток 140 А, 3 – ток 85 А, 4 – ток 50 А.

На прямой полярности при силе тока 125 – 160 А потери на угар и разбрызгивание составляют 6 – 9% и ухудшается смачиваемость основного металла наплавленным.

При наплавке в азоте второго сорта и в азоте без примесей кислорода на режимах:  $V_n = 134 - 288$  м/ч;  $U_d = 22 - 25$  В;  $d_{пр} = 1,2$  мм; вылет 12-15 мм; скорость сварки 15 - 25 м/ч; наклон внешней характеристики выпрямителя с конденсаторным множителем напряжения 0,037 В/А; полярность обратная обеспечивается, формирование швов и потери на угар и разбрызгивание минимальные.

Также получено формирование швов при наплавке в азоте высокой чистоты нержавеющей стали (802051) проволокой диаметром 0,8 мм на малоуглеродистую сталь толщиной 1 мм (рис. 3). Наплавка осуществлялась на следующих режимах:  $U_{xx} = 64,2$  В (без конденсаторов 22,5 В);  $V_n = 73,5$  м/ч;  $I_d = 18,5$  А;  $U_d = 21$  В, вылет 8 - 10 мм; скорость сварки 4 м/ч; индуктивность дросселя 1,8 мГн.



Рис. 3. Валики, наплавленные в чистом азоте на малоуглеродистую сталь толщиной 1 мм. а)  $I_d = 17,5$  А, б)  $U_d = 22,5$  В.

На рис. 4. показан валик наплавленный проволокой 1X18Н9Т диаметром 1,2 мм в чистом азоте, на подложке из малоуглеродистой стали толщиной 2,5 мм.



Рис. 4.  $I_d = 35 \text{ A}$ ;  $U_d = 17 \text{ В}$ .

В аргоне проволокой 1Х18Н9Т диаметром 1,2 мм на изделии из малоуглеродистой стали также формируются наплавленные валики (Рис. 5).



Рис. 5.  $I_d = 40 - 45 \text{ A}$ ;  $U_d = 18 - 19 \text{ В}$ .

При горении дуги визуально наблюдаются короткие замыкания при переходе капли с электродной проволоки на изделие. На рис. 6 показан переход капли с электрода на изделие в аргоне.

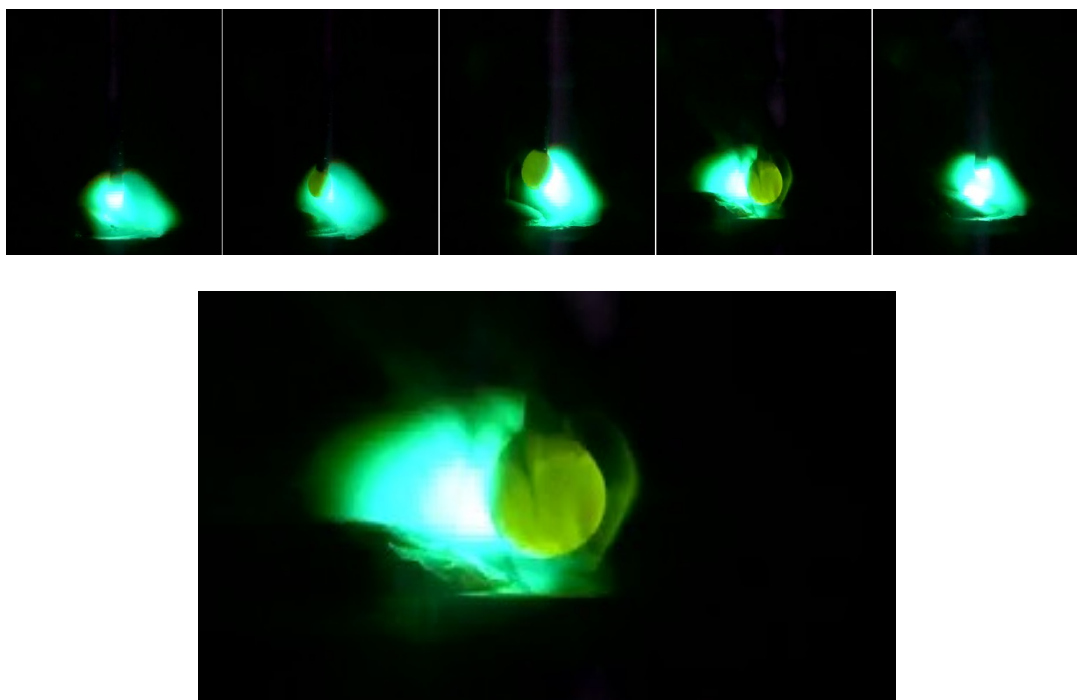


Рис. 6. Переход капли с электрода на изделие.  $I_d = 40 \text{ A}$ ;  $U_d = 18 - 19 \text{ В}$ ;  
 $d_{np} = 1,2 \text{ мм}$ .

Момент горения дуги перед и короткое замыкание во время перехода капли показаны на рис. 7.

При выключенных конденсаторах и отсутствии дросселя в сварочной цепи формирование наплавленных валиков не обеспечивается. По-видимому, улучшение горе-

ния дуги на малых токах объясняются повышенным напряжением холостого хода и в связи с этим увеличением разрывной длины дуги. Также при коротком замыкании происходит накопление энергии в индуктивности, а после разрыва переключки и зажигания дуги эта энергия выделяется в дуге. Разбрызгивание на минимальных напряжениях практически не наблюдается.

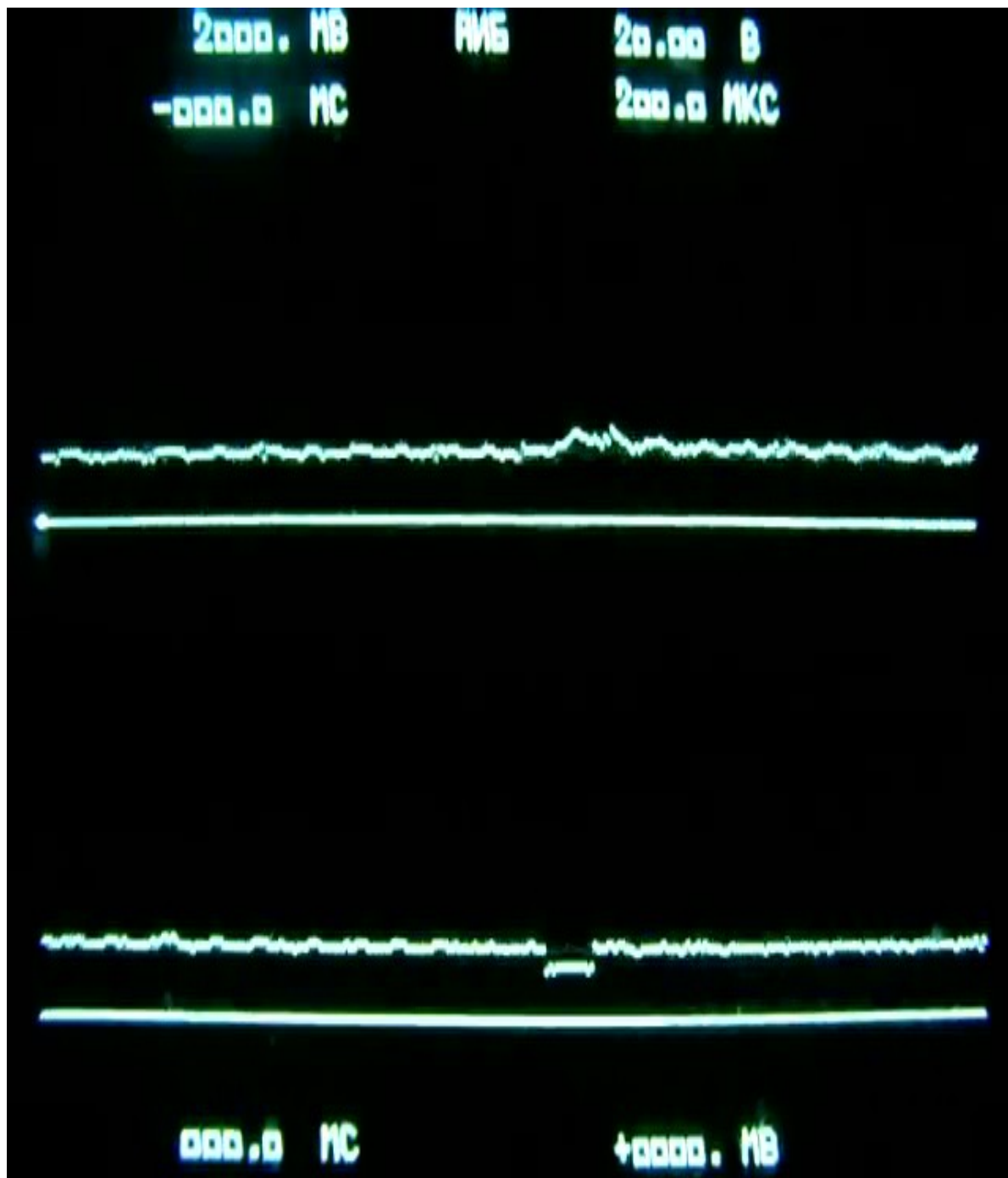


Рис. 7. Осциллограмма горения дуги в аргоне и момент перехода капли с электрода на изделие.

Вывод:

При наплавке стали аустенитного класса в азоте и аргоне проволоками диаметром 0,8; 1,2 мм обеспечивается формирование швов при силе тока 17,5 – 40 А.