

**Сохранение ламинарного режима защитного газового потока
при аргонодуговой сварке неплавящимся электродом**

Студент гр. 104816 Галаев К.О.
Научный руководитель – Веренич И.А.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Целью настоящей работы является рассмотрение условий перехода защитного газа из ламинарного течения (спокойного), к турбулентному (с завихрениями) при аргонодуговой сварке. Сохранение ламинарного режима, или создание условий плавного перехода от турбулентного к ламинарному, позволит существенно улучшить качество сварки. Любое нарушение стационарности газового потока и возникновение турбулентности приводит к снижению свойств сварного соединения. Переход ламинарного режима к турбулентному осуществляется при критическом значении числа Рейнольдса, которое для аргона (в литературе) составляет приблизительно 3000 единиц, как и для CO_2 . Число Рейнольдса здесь определяется отношением фазовых объемов макроскопического и микроскопического движения молекул.

$$Re = \rho V d / \eta$$

Следует заметить, что переход к турбулентному режиму происходит не только из-за внешних факторов, однако ещё и из-за внутренних: вследствие конечного уровня возмущений (повышение температуры, столкновение молекул, потери устойчивости). Поэтому необходимо ввести поправку, которая будет оценивать процесс перехода из одного состояния в другое на молекулярном уровне. Эта поправка определяется величиной второго вириального коэффициента $B(T)$: $B(T) = 1/2 \cdot \int (1 - e^{-U_{1,2}/T}) dV$.

Значение B может быть как положительным, так и отрицательным в зависимости от температуры и конкретного потенциала взаимодействия. Для неидеального газа имеем следующее значение числа Рейнольдса:

$$Re = Re_{real} \cdot (1 + \alpha \cdot n \cdot B).$$

Как видно из формул, число Рейнольдса, а следовательно и его критическое значение, при котором происходит переход, зависит не только от плотности (ρ), скорости течения (V), внутреннего диаметра (d) и динамической вязкости (η), но ещё и от концентрации молекул (n), величины второго вириального коэффициента (B), температуры (T), и потенциала межмолекулярного взаимодействия ($U_{1,2}$). Поэтому чтобы контролировать процесс перехода необходимо учитывать большее число параметров.

На практике переход от ламинарного к турбулентному режиму способствует неблагоприятным результатам сварки (в данном случае рассматривается ручная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом), так как завихрения в защитном потоке способны подхватывать из окружающей атмосферы O_2 , H_2 , и особенно N_2 . Последний элемент из всех вышеперечисленных, является самым опасным для сварного шва, так как, попадая в сварочную ванну, его практически невозможно оттуда удалить. Впоследствии азот, образуя с железом нитриды, приводит к пористости, ухудшая прочность сварного соединения. Необходимо сказать, что O_2 , H_2 и N_2 , попадая в поток защитного газа, перемешиваясь с ним, уменьшают его защитную функцию. Аргонодуговая сварка изначально рассчитана на максимальную защиту от воздуха. Из выше сказанного видно, какую важную роль играет ламинарный режим газа в процессе этого способа сварки.

В данной работе при помощи статистического критерия перехода к турбулентности, показано, что аргон имеет большой верхний предел (≈ 3400). Это способствует расширению диапазона значений и варьирования параметров сварки. Например, можно увеличить расход защитного газа, что является необходимым при сварке на повышенных скоростях, причём течение защитного газа будет оставаться ламинарным.