

УДК 621.791.754

О МОДЕЛИРОВАНИИ ПОВЕДЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ В ГАЗОВОЙ АТМОСФЕРЕ ПРИ ДУГОВОЙ СВАРКЕ

Е. А. ФЕТИСОВА, И. А. ЛИСОВАЯ

Белорусско-Российский университет

Могилев, Беларусь

Как известно, при сварке водород является основным «инициатором» образования таких опасных дефектов как трещины, флокены и поры, приводящих к разрушению конструкции и к последующему дорогостоящему ремонту. В зону сварки он попадает в виде химических соединений, одним из распространенных является вода, либо ее пары, которые, в свою очередь, всегда присутствуют в воздухе в незначительных количествах.

Несмотря на то, что содержание легированных элементов в металле лимитируется сотыми и тысячными долями процента, свое «негативное» влияние водород начинает проявлять уже при массовой концентрации порядка сотых долей процента. Особенно это прослеживается при использовании новых материалов, которые обладают повышенной чувствительностью к содержанию водорода. Одними из таких материалов являются высокопрочные стали.

Увеличению концентрации водорода способствует повышенная влажность воздуха, что может сказаться на механических свойствах сварных соединений в процессе эксплуатации. Поэтому важно учитывать его влияние на стадии проектирования металлоконструкций.

Моделирование протекания сварочных процессов и поведения газовых компонентов в составе защитной атмосферы, в случае дуговой механизированной сварки, при различных температурных условиях позволяют спрогнозировать работоспособность конструкции.

В настоящее время существует множество моделей поведения водорода, но в системе «металл – водород», т. е. его «перемещение» и «накапливание» внутри твердого тела.

Интерес представляет модель поведения водорода в составе защитной газовой среды, который попадает в нее через влажность воздуха или газа. Именно в зоне высокотемпературной области дугового промежутка происходит изменение состава защитной атмосферы с образованием различных продуктов химических реакций, которые впоследствии могут служить «носителями» водорода в металл шва или околошовную зону, или же, наоборот, способствовать снижению его содержания.

Для моделирования поведения водорода в зоне атмосферы дуги в случае дуговой сварки в среде защитных газов предполагается использовать программу FactSage., в которой решается задача расчета термодинамических функций химических реакций.

Исходные данные по составу газовой среды должны быть приведены в массовых долях. В связи с этим встал вопрос о переводе рассчитанных объемных долей защитной газовой среды в массовые.

Состав смеси может быть задан массовыми, объемными или мольными долями. Объемную долю или так называемый парциальный объем можно рассчитать по уравнению Менделеева – Клапейрона (уравнение состояния идеального газа устанавливает зависимость между параметрами идеального газа):

$$pV = nRT, \quad (1)$$

где p – давление; V – объем; n – количество вещества; T – температура.

Записав уравнение Менделеева – Клапейрона через парциальное давление и через парциальный объем, можно получить еще одно расчетное выражение для объемной доли, поделив правые и левые части этих уравнений одно на другое.

Существует взаимосвязь массовых и объемных долей смеси. Ее можно получить, выразив массы газов через произведение их объемов на плотности, а отношение плотностей при одинаковых параметрах, в соответствии с законом Авогадро, заменив отношением молярных масс.

В данной работе использовали авторскую методику определения массовых долей по объемным.

К примеру, состав некой газовой среды (предположим, номер 1) содержит Ar, CO₂, воздух и пары металла в следующих объемных долях: 69,7 %; 15,3 %; 5 %; 10 % соответственно.

Возьмем некую условную порцию газовой смеси, содержащую 1000 молекул. Тогда число молекул Ar будет составлять 697, CO₂ – 153, воздуха – 50, паров металла – 100.

С учетом молярных масс компонентов данной смеси высчитаем условные массы:

- аргона: $697 \cdot 40 = 27880$;
- углекислого газа: $153 \cdot 44 = 6723$;
- воздуха: $50 \cdot 29 = 1450$;
- паров металла: $100 \cdot 59 = 5900$.

Тогда общая масса смеси будет составлять

$$27880 + 6723 + 1450 + 5900 = 41953.$$

Расчет массовых долей найдем как отношение массы компонента к массе смеси, т. е.:

- $\omega(\text{Ar}) = 27880/41953 = 0,6645 = 66,45 \%$;
- $\omega(\text{CO}_2) = 6723/41953 = 0,1603 = 16,03 \%$;
- $\omega(\text{воздуха}) = 1450/41953 = 0,0346 = 3,46 \%$;
- $\omega(\text{паров металла}) = 5900/41953 = 0,1406 = 14,06 \%$.