

ВПЛИВ НЕМЕТАЛЕВИХ ВКЛЮЧЕНЬ НА ЯКІСТЬ НАПЛАВЛЕНОГО ЕЛЕКТРОШЛАКОВОГО МЕТАЛУ

Захаров А.В., аспірант; Рибалко І.М., д.т.н., доцент
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

Non-metallic inclusions, microscopically small particles of non-metallic matter, are almost inevitable companions of modern industrial metals and alloys. They are formed as a result of the chemical interaction of impurities with metal and alloying additives during the crystallisation process. The chemical composition of carbides, nitrides, oxides, sulfides, phosphides and their combinations includes carbonitrides, complex oxides (aluminosilicates, ferrous silicates, calcium silicate inclusions, siliceous glass, etc.), as well as intermetallics (especially when welding dissimilar metals).

Причиною утворення неметалевих включень є різке падіння розчинності елементів у металі при зменшенні його температури. Це характерно для металів і в рідкому, і в твердому стані. Неметалеві включення – це надлишковий (проти розчинного в твердому металі) вміст домішок у вигляді їхніх хімічних сполук з металом основи і між собою.

Неметалеві включення відіграють у сплавах подвійну роль. Такі включення, як, наприклад, карбіди, а також деякі нітриди й оксиди, у контрольованій кількості та за заданого складу відіграють позитивну роль, підвищуючи експлуатаційні характеристики сплавів: міцність, зносостійкість, жаростійкість тощо. Однак більшість неметалевих включень шкідливі, оскільки підвищують крихкість металів (нітриди, оксиди, фосфіди), викликають утворення кристалізаційних тріщин (сульфіди, оксиди, карбіди).

Неметалеві включення можуть бути округлої форми (силікати, сульфідні), у вигляді частинок із гострими краями (корунд, нітриди), плівок (сульфіди, силікати) тощо. Кількість і розміри неметалевих включень визначаються складом електродного металу та флюсу, а також швидкістю кристалізації. Збільшення вмісту в металі і флюсі домішок (кисню, сірки, фосфору, азоту) призводить до збільшення кількості включень, а зменшення швидкості кристалізації – до збільшення швидкості кристалізації та збільшення їхніх розмірів.

Тугоплавкі неметалеві включення, наприклад, оксиди цирконію, алюмінію і титану утворюються за високих температур, що перевищують ліквідус металу. Вони можуть стати центрами кристалізації металу і тим самим чинити на нього модифікуючу дію. Однак більшість неметалевих включень виникає після того, як утворилися кристаліти металу. Механізм утворення неметалевих включень має дифузійний характер. Домішки, розчинність яких у твердій фазі нижча, ніж у рідкій, витісняються в шар концентраційного ущільнення, а за пористого і дендритного зростання в міжосьовий простір.

Концентрація домішок зростає, що створює сприятливі термодинамічні умови для хімічної взаємодії їх між собою і металом основи. Зародки включень, що утворюються, зростають у результаті дифузії в них домішок з навколишнього розплаву. Тому більшість неметалевих включень розташовується на границях між кристалами. Заходи боротьби проти неметалевих включень полягають у зменшенні вмісту в наплавленому шарі домішок: кисню, сірки, фосфору, азоту.