

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ „КПІ”

ІНЖЕНЕРНО-ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ



**НОВІ МАТЕРІАЛИ І ТЕХНОЛОГІЇ
В МАШИНОБУДУВАННІ**

МАТЕРІАЛИ

VIII Міжнародної науково-технічної конференції

Україна, Київ

2016

V дисперсної фази составит $V = (\pi/6)(d/\ell)^3$. Для дисперсноупрочнених сплавов максимально возможный диапазон соотношения d/ℓ находится в пределах (0,018...0,330), соответствующие значения изменяются от $3 \cdot 10^{-6}$ ($3 \cdot 10^{-4}$ % об.) до $1,85 \cdot 10^{-2}$ (1,85% об.), а при среднем значении $d/\ell = 0,07$ величина $V = 0,018$ % об. Количество дисперсных частиц N в единице объёма сплава определяется по выражению $N = 6V/(\pi d^3)$. При соотношении $d/\ell = 0,07$ в 1 мм^3 расплава может находиться одна капля с $d = 70 \text{ мкм}$. При диспергировании этой капли на микрокапли с $d = 1 \text{ мкм}$ их число составит $3,44 \cdot 10^5$ штук, а при $d = 0,01 \text{ мкм}$ – $3,44 \cdot 10^{11}$.

Сплавы монотектической системы на основе меди с малыми добавками лигатуры FeCrC были получены в высокочастотных (18 и 42 кГц) индукционных тигельных печах при варьировании условий наложения на расплав электромагнитного поля и его напряжённости. Металлографическое изучение шлифов литых образцов (цилиндры диаметрами 15 и 45 мм и соответственно высотой 45 и 15 мм) показало, что при содержании дисперсной фазы на основе FeCrC 0,26% об. средний диаметр включений составлял 1,0 мкм при отношении $d/\ell = 0,17$. Сокращение содержания дисперсной фазы в сплаве за счёт уменьшения добавки лигатуры до 0,046% об. привело к снижению d до 0,52 мкм и понижению отношения d/ℓ до 0,096. Величины d/ℓ в полученных структурах макрообразцов входили в диапазон, определённый для дисперсноупрочнённых сплавов, но значения d и ℓ были на порядок выше.

Таким образом, полученные сплавы по показателям d/ℓ и V соответствовали дисперсноупрочнённым сплавам с наноразмерными упрочняющими фазами, но значения d и ℓ не достигли требуемой дисперсности. В результате исследований определено, что в медных сплавах монотектической системы можно достичь соответствия основных геометрических структурных параметров, характерных для сплавов, упрочнённых наноразмерными включениями. Дальнейшие исследования следует направить на углубление изучения особенностей действия переменных электромагнитных полей на металлические расплавы с зоной несмешивания жидких фаз с целью повышения эффективности воздействий на наноразмерные неоднородности в расплаве и отработку рациональных режимов электроплавки сплавов монотектических систем на основе меди.

Сидоренко Д.С., Наумик В.В.

(ЗНТУ, г. Запорожье)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МОДИФИЦИРОВАНИЯ НА ОБРАЗОВАНИЕ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ И ОСОБЕННОСТИ МИКРОСТРУКТУРЫ ЛИТОЙ УГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ

Модифицирование щелочноземельными элементами получило широкое распространение в большой металлургии. Однако в условиях рыночных отношений сформировались малые предприятия, в которых для производства небольших отливок используются индукционные печи малой ёмкости.

Технологические особенности плавки стали в таких печах изучены недостаточно полно. В данной работе уточнены особенности раскисления и модифицирования литой углеродистой стали в печах малой ёмкости. В качестве объекта исследования выбрали распространённую марку среднеуглеродистой стали 20Л. Опытный металл плавил в 60 кг индукционной печи. Конечное раскисление проводили по трём вариантам: SiCa (вариант №1), SiBa (вариант №2) и Al (вариант №3). Согласно термодинамическим и термодинамическим расчётам, первичные включения в опытных вариантах должны были быть представлены корундом и комплексными оксисульфидами, содержащими Ca и Ba. При выплавке и кристаллизации небольших объёмов металла создаются неблагоприятные условия для удаления первичных включений. Определяющим фактором при этом является плотность включений.

Из опытного металла изготовили образцы для механических испытаний и металлографические шлифы. Особенности модифицирования оказали существенное влияние на

микроструктуру стали. Сталь, раскисленная Al, характеризовалась неравномерным распределением остроугольной перлитной составляющей. Модифицирование SiBa привело к измельчению эвтектических скоплений перлита. Оптимальным является вариант №1, где включения перлита распределены наиболее равномерно.

Исследовали природу, содержание и распределение неметаллических включений. В стали, раскисленной Al, обнаружили скопления первичных включений корунда, которые не успели удалиться из расплавленного металла.

При раскислении стали SiCa и SiBa включения имели глобулярную форму. Анализ результатов механических испытаний показал, что наивысший уровень ударной вязкости ($1,59 \text{ МДж/м}^2$) был зафиксирован для стали, модифицированной SiCa. Другие варианты показали более низкий уровень ($0,83 \text{ МДж/м}^2$). По показателям прочности оптимальным является вариант №1 (модифицирование SiCa).

На основании анализа результатов исследований можно сделать вывод, что в стали, раскисленной Al, первичные включения глинозёма не полностью удаляются из расплава и образуют скопления, неблагоприятно влияющие на механические свойства. В качестве оптимального раскислителя можно рекомендовать SiCa, способствующий глобуляризации неметаллических включений и улучшению микроструктуры.

Солідор Н.А., Іванов В.П., Моргай Ф.В.
(ДВНЗ «ПДТУ», м. Маріуполь)

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПРИМУСОВОГО МЕХАНІЧНОГО ПЕРЕНОСУ ПРИ ВИКОРИСТАННІ АУСТЕНІТНОГО СТРІЧКОВОГО ЕЛЕКТРОДУ НА ФОРМУВАННЯ МІКРОСТРУКТУРИ МЕТАЛУ

Преваги технології наплавлення під флюсом стрічковим електродом дають підстави вважати її одним із найбільш оптимальних способів в області виготовлення, відновлення та зміцнення деталей обладнання енергетичного та хімічного машинобудування. На відміну від наплавлення дротовим електродом, процес наплавлення під флюсом стрічкою більш чутливий до вибору оптимальних параметрів режиму; наплавлювальних матеріалів, особливо флюсу; до впливу магнітного поля (ефект «магнітного дуття»); до розташування поверхні, яка наплавляється, відносно горизонту; кута нахилу ВАХ джерела живлення і т. д. Тому однією з проблем забезпечення якості наплавленого шару при використанні стрічкового електрода є управління процесом перенесення електродного металу з торця стрічкового електрода в ванну. Розробка обладнання та технології, які забезпечують управління процесом перенесення, є вельми актуальним завданням вдосконалення технології електродугового наплавлення.

Головною метою роботи було дослідження впливу процесу наплавлення з регульованим примусовим механічним перенесенням електродного металу при наплавленні під флюсом аустенітним стрічковим електродом для розробки удосконаленої технології виготовлення і відновлення деталей хімічного й енергетичного машинобудування (наприклад, заготовки трубних решіток, деталі запірної арматури, котли з внутрішнім корозійностійким шаром і т. п.).

З використанням розробленого співробітниками ДВНЗ «ПДТУ» обладнання для імпульсної подачі стрічкового електрода проведено дослідження щодо визначення впливу параметрів процесу наплавлення з коливаннями торця на структуру і властивості наплавленого на сталь ВСтЗпс аустенітного шару. Після проведення наплавлення (без коливань і з коливаннями частотою 30, 50 і 70 Гц відповідно), були проведені металографічні дослідження. Визначення мікротвердості здійснювалося на приладі ПТМ-3 шляхом вдавлення у відполіровану поверхню зразка алмазної піраміди з кутом при вершині 136° під навантаженням 100 г згідно ГОСТ 9450-76.

В роботі встановлено, що технологія наплавлення стрічковим електродом під флюсом з примусовим механічним перенесенням забезпечує стабільне горіння дуги, можли-