УДК 669.568.567

Е.Е. БАРЫШЕВ
Уральский государственный технический университет – УПИ, г.Екатеринбург

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ ПРИ ВЫПЛАВКЕ КАЧЕСТВЕННЫХ НЕРЖАВЕЮЩИХ СТАЛЕЙ

Изучены температурные зависимости физико-химических свойств жидких нержавеющих сталей разных классов. Установлено существование критических температур, нагрев выше которых сопровождается необратимыми изменениями структурного состояния расплава. Выявлено влияние количества вводимых техногенных отходов на вид и особенности свойств сталей в жидком состоянии. Предложена модель строения жидких нержавеющих сталей.

The temperature dependences of liquid stainless steel physico-chemical properties have been studied. The existence of critical temperatures heating above which leads to irreversible changes of melt structural state has been founded. The influence of amount of technogenic wastes on physico-chemical properties of liquid steels has been determined. The physical model of liquid stainless steels structure has been proposed.

Хромоникелевые окалиностойкие стали аустенитного, аустенитно-мартенситного и аустенитно-ферритного классов широко применяются для изготовления ответственных деталей аппаратов, работающих при температурах до 1100 °С. Основным методом их производства является переплав легированных отходов с окислением газообразным кислородом. При обезуглероживании металла кислородом могут быть достигнуты очень низкие концентрации углерода, но наряду с окислением углерода интенсивно окисляется и хром. В связи с этим, технология выплавки нержавеющих сталей в открытых дуговых печах включает целый комплекс мероприятий, направленных на уменьшение угара хрома при окислительной продувке.

Известно, что в зависимости от условий выплавки жидкий металл может находиться в различных структурных состояниях. После расплавления он микронеоднороден и неравновесен, содержит фрагменты, наследующие строение существовавших в твердом металле фаз. При нагреве до определенных температур происходит переход такого расплава к микрооднородному равновесному состоянию. Поскольку процесс перехода системы в состояние равновесия в результате ее нагрева сильно ускоряется при достижении критических температур, нагрев металла до этих температур является главной особенностью новых прогрессивных технологий. При охлаждении подготовленного таким образом жидкого металла, его исходная (неравновесная) структура не восстанавливается, т.е. перед кристаллизацией строение расплава оказывается равновесным или близким к нему и существенно отличается от исходного. В связи с этим от состояния расплава будут существенно зависеть и процессы усвоения и переработки

техногенных отходов, вводимых в шихту при плавке.

Изучены температурные зависимости кинематической вязкости нержавеющих сталей разных классов в жидком состоянии. Установлено существование критических температур, нагрев выше которых сопровождается необратимыми изменениями состояния расплава. На основе квазихимической модели микронеоднородного строения расплава предложен механизм изменения структуры жидких сталей разных классов. Анализ полученных политерм свидетельствует, что жидкие нержавеющие стали могут находиться в различных состояниях, температурные области существования которых частично перекрываются.

Исследовано влияние количества вводимых в шихту техногенных металлургических отходов на вид и особенности температурных зависимостей свойств нержавеющей стали типа 12Х18Н13М3Т. Показано, что тип политерм не зависит от количества вводимых отходов. Увеличение содержания техногенных отходов до 25-30 % приводит к росту критической температуры на 30-40 °С. На основании полученных результатов рекомендованы температурные режимы нагрева нержавеющих сталей при выплавке.

С целью изучения влияния температуры нагрева жидкого металла на структуру и свойства твердых образцов проведены плавки стали 12Х18Н12М3ТЛl в вакуумной печи в атмосфере гелия. В шихту каждой плавки введено 30 % техногенных металлургических отходов. Режимы плавок 1-3 следующие: температура максимального нагрева расплав 1635, 1680 и 1745 °С, время выдержки 20 мин, температура разливки 1500 °С, время выдержки 5 мин. Результаты исследования литых образцов представлены в таблице.

Влияние условий плавки на характеристики микроструктуры и свойства литых образцов

Номер плавки	Доля α-фазы, % по объему	Микротвердость, МПа		Предел прочности*, МПа	Скорость коррозии**, с/(м^2·ч)
		α-фазы	γ-фазы		
1	8,1	5600	1970	470	25,63
2	8,2	5600	1980	450	18,21
3	6,2	4750	2410	550	7,33
4	6,0	4600	2520	540	5,38

* Исследования механических свойств стали проводили безобразцовым методом на установке МЭИТ-7.

** Испытания коррозионной стойкости проведены по ГОСТ 6032-75 в течение 15 ч при температуре кипения в растворе серной кислоты, серно-кислой меди в присутствии медной стружки.

Нагрев стали выше критических температур (до 1745 и 1790 °С) приводит к получению более однородной структуры твердого металла. Уменьшается количество выделений α-фазы и ее микротвердость, растут прочностные характеристики. Гомогенизация структуры твердого металла в результате температурно-временной обработки его расплава приводит к значительному уменьшению скорости коррозии образцов, что позволяет рекомендовать нагрев жидкой стали в производственных условиях до 1745-1780 °С. Высокотемпературная обработка расплава увеличила на 2 % степень усвоения хрома. При этом на 0,4 % повысился выход годного жидкого металла. Расход низкоуглеродистого феррохрома снизился на 35-45 кг/т стали. Продолжительность плавки в среднем сократилась на 20 мин, а удельный расход электроэнергии на плавку снизился на 58-65 кВт-ч/т.

Использование ресурсосберегающих технологий выплавки способствует повышению выхода годного, увеличению степени усвоения хрома, снижению расхода низкоуглеродистого феррохрома, сокращению продолжительности плавки и снижению удельного расхода электроэнергии. Улучшаются также технологические и служебные свойства стали.