

А. В. Ерофеев, В. В. Лунев

Запорожский национальный технический университет, Запорожье

Влияние природы модификаторов на базе РЗМ и ЩЗМ на неметаллические включения и физико-механические свойства стали 20Л

Приведены результаты опытных плавок стали 20Л с использованием различных модификаторов и их смесей, а также результаты химических анализов и механических испытаний.

Ключевые слова: сталь, модификатор, включения, структура, механические свойства

В настоящее время в практике металлургического и литейного производств широко используют различные модификаторы, щелочноземельные (SiCa, SiBa) и редкоземельные (лигатуры РЗМ с общим количеством РЗМ до 30 %). Многочисленными исследованиями было установлено, что при их использовании наиболее положительное влияние оказывается на комплекс физико-механических и технологических свойств металла. Оно происходит за счет изменения природы и количества неметаллической фазы, а также топографии ее выделения относительно границ литых кристаллитов.

В распоряжении металлургов имеется множество различных модификаторов, которые различаются по своей структуре и технологии производства, начиная от больших кусковых (30-60 мм в поперечнике) и заканчивая ультрадисперсными порошками. Среднее положение занимают мелкокристаллические модификаторы (МКМ), которые производятся в водоохлаждаемых валках в виде «чипсов» толщиной 2-3 мм.

Для оценки целесообразности использования этих модификаторов с целью раскисления были проведены исследования на стали 20Л по их влиянию на комплекс физико-механических свойств и на состав неметаллических включений в сравнении с применением смесей аналогичного состава, но из кусковых модификаторов.

Составы МКМ и кусковых модификаторов приведены в табл. 1.

Состав модификаторов, использованных в исследованиях

Обозначения модификаторов	Химический состав, %					
	Si	Ca	РЗМ	Al	Ba	Fe
Al	–	–	–	100	–	остальное
INSteel-1	30-50	8-22	–	–	7-22	- // -
INSteel-3	30-50	8-16	7-12	3-10	4-10	- // -
SiCa	50-60	28	–	–	–	- // -
SiBa	50-60	–	–	–	22	- // -
ФС30РЗМ30	30-50	–	30-40	2-5	–	- // -

Сталь выплавлялась в печи ИСТ-0,06, металл раскислялся алюминием (0,1 %) и модифицировался по различным вариантам. Модификаторы для комбинации подбирались таким образом, чтобы количество РЗМ и ЩЗМ, вводимых в виде кусков, соответствовало их количеству в МКМ (INSteel-1, INSteel-3). После этого производился отбор проб для механических испытаний.

Одновременно с отбором проб для механических испытаний брали пробы для определения химического состава, остаточного содержания РЗМ, а также образцы для оценки загрязнения металла неметаллическими включениями. Результаты анализов и механических испытаний приведены в табл. 2.

Из табл. 2 видно, что повышение пластичности и вязкости стали обеспечивают все представленные комбинации модификаторов. Необходимо отметить, что ввод РЗМ в состав МКМ приводит к более эффективному повышению всего комплекса физико-механических свойств, чем модифицирование только силикокальция и силикобария.

Изучение неметаллических включений данной стали показало, что применение МКМ, содержащих кальций, барий или смесей с этими лигатурами, приводит к снижению общей загрязненности НВ (V, %), а также уменьшению их среднего размера и количества на единицу площади. Форма этих включений глобулярная. Положительный эффект от их использования объясняется не только глобуляризацией НВ, но и очищением границ литых кристаллитов.

Присутствие в сплаве МКМ (INSteel-3) редкоземельных элементов приводит к увеличению общего количества неметаллических включений, это подтверждает тезис «не общее количество неметаллических включений, а только та часть, которая находится на границе литого кристаллита определяет вязкость и пластичность стали». При вводе смесей или МКМ с РЗМ эта часть минимальна, что и обеспечивает самую высокую вязкость и пластичность стали.

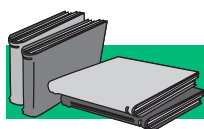
* По материалам VI Международной научно-практической конференции «Литье-2010», состоявшейся 21-23 апреля 2010 г. в Запорожье

Влияние вариантов модифицирования и раскисления на механические свойства и загрязненность неметаллическими включениями стали 20Л (химический состав, %: 0,23 С; 0,7-0,8 Mn; 0,25 Si; 0,033 S; 0,013-0,015 P; 0,03-0,05 Al)

Вариант раскисления	Механические свойства					Количество включений, V, %	Средний размер включений, мкм	Количество включений на единицу площади, 1/мкм
	σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ , %	Ψ , %	KCU			
Al – 0,1 %	312	510	23,3	45,5	0,70	0,147	2,73	352
Al + INSteel-1	327	548	26,6	57,7	0,82	0,073	1,51	107
Al + INSteel-3	487	535	27,9	61,5	1,0	0,086	1,97	189
Al + СК30 + Ba22, соответствующие составу INSteel-1	408	553	29,1	590	0,85	0,062	1,48	82
Al + СК30 + Ba22 + ФС30 + РЗМ30, соответствующие составу INSteel-3	458	545	281	63,5	1,1	0,135	2,14	244

Данные исследования не дают полного ответа на вопрос, какой вариант модифицирования лучше, МКМ или смесями. Для этого необходимо провести дополнительные исследования, но пока можно предположить, что так как при вводе в сплав МКМ

наблюдается меньший пирозэффект, обработка парами кальция и удаление включений замедляются. Возможно также, что ввод МКМ совместно со смесями, содержащими РЗМ и SiCa, обеспечил бы более эффективное модифицирование.



ЛИТЕРАТУРА

1. Збірка матеріалів XII Міжнародної науково-технічної конференції «Неметалеві вкраплення і газу у ливарних сплавах». – Запоріжжя: ЗНТУ, 2009. – 183 с.
2. Голубцов В. А., Лунев В. В. Модифицирование стали для отливок и слитков // Челябинск; Запорожье: ЗНТУ, 2009. – 356 с.

Анотація

Ерофеев А. В., Лунев В. В.

Вплив природи модифікаторів на базі РЗМ та ЛЗМ на неметалеві включення та фізико-механічні властивості сталі 20Л

Наведено результати дослідних плавок сталі 20Л з використанням різних модифікаторів та їх сумішей, а також результати хімічних аналізів та механічних випробувань.

Ключові слова

сталь, модифікатор, включення, структура, механічні властивості

Summary

Erofeev A., Lunyov V.

The influence of modifiers on the basis of rare land metal and alkaline land metal on non-metal inclusions and physico-mechanical properties of steel 20L

The results of steel 20L experimental melts with various inoculants and their mixtures, and results of chemical analysis and mechanical tests are given.

Keywords

steel, grain refiner, inclusions, structures, mechanical properties

Поступила 26.05.10