

**С. Г. Мельник<sup>1</sup>, К. Ву<sup>2</sup>, О. В. Носоченко<sup>1</sup>, О.Б. Исаев<sup>1</sup>, О. А. Гресс<sup>1</sup>, Ху Чен Янь<sup>2</sup>**

1 – Приазовский Государственный Технический Университет, Мариуполь,

2 – International Research Institute for Steel Technology Wuhan University of Science and Technology, Wuhan, P. R. China

## **НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ВКЛЮЧЕНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КОНВЕРТЕРНОЙ СТАЛИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ДВОЙНОГО ПЕРЕПЛАВА**

При производстве высокопрочных качественных сталей одной из важных задач является необходимость уменьшения в металле количества неметаллических включений (НВ). Для этого используют различные технологические приемы: применение очищенных от нежелательных примесей шихтовых материалов, продувку технически чистым кислородным дутьем в сочетании с остановкой продувки на заданном повышенном содержании углерода в металле, внепечную обработку стали нейтральными газами, вакуумирование, рафинирование активными шлаковыми расплавами, модифицирование и др. Однако требования потребителей к свойствам сталей постоянно возрастают и в ряде случаев этих технологических приемов бывает недостаточно. Так, разрабатываются новые марки сталей для атомного, космического, химического машиностроения, конструкционные стали ответственного назначения – мостовые, судовые, трубные, котельные, к которым предъявляются дополнительные требования по содержанию НВ.

Одной из таких сталей является сталь 20ЮЧ по ТУ 14 – 1 - 4853, содержащая в %: 0,16 – 0,22 С, 0,50 – 0,80 Мп, 0,17 – 0,37 Si, 0,03 – 0,10 Al, не более 0,005 S и 0,020 P, н.б. 0,25 Ni, н.б. 0,012 N, н.б. 0,25 Cu, н.б. 0,08 As, остальное – Fe. В процессе производства стали 20ЮЧ предусмотрены технологические добавки SiCa и P3M. Изделия из этой стали должны работать в контакте с сероводородсодержащей средой, т.е. сталь должна обладать антикоррозионными свойствами. По мнению разработчиков, сталь 20ЮЧ для этого должна иметь ограниченное содержание НВ, но первые опытно - промышленные плавки с использованием традиционных технологий не принесли желаемого результата. Поэтому была опробована технология производства стали с дополнительной обработкой в установках электрошлакового переплава (ЭШП). В результате после ЭШП наряду с дополнительным рафинированием от нежелательных примесей было получено снижение содержания НВ в металле. Основные результаты металлографического анализа по переделам от исходной заготовки до листового проката приведены в таблице 1.

Из данных таблицы 1 следует, что загрязнённость металла НВ, выражаемая в объёмных процентах, после обработки ЭШП уменьшается примерно в 1,5÷2 раза по сравнению с исходным металлом заготовки (электрода) для переплава.

Механические характеристики листового проката стали 20ЮЧ толщиной 20 мм, как прочностные, так и пластичные, также значительно превышают заданные в ТУ 14 – 1 – 4853. При этом наблюдается мелкозернистая структура металла с величиной зерна № 8 и 9, что соответствует требованиям нормативной документации. Это, а также глобуляризация НВ, способствовали успешному сопротивлению стали 20ЮЧ хрупкому разрушению и сероводородному растрескиванию.

Таблица 1

Содержание НВ в стали 20ЮЧ

Металл	Количество НВ в металле, об. %				
	Сульфиды	Оксиды	Силикаты	Нитриды	Всего
Расходуемый электрод	0,0006	0,0008	0,0024	0,0008	0,0046
	0,0047	0	0,0128	0,0023	0,0198
	0,084	0	0,0163	0,0007	0,0254
Среднее (плавочное)	0,0046	0,0003	0,0105	0,0012	0,0166
Слиток ЭШП	0	0	0,0043	0,0020	0,0063
	0	0,0047	0,0053	0	0,0100
Среднее по слитку	0	0,0023	0,0048	0,0010	0,0082
Слиток ЭШП	0	0	0,0044	0,0051	0,0096
	0	0,0017	0,0083	0	0,0100
Среднее по слитку	0	0,0009	0,0063	0,0026	0,0098
Лист	0,0007	0	0,0157	0,0013	0,0177
	0	0	0,0060	0,0009	0,0069
Среднее по листу	0,0004	0	0,0108	0,0011	0,0123

Таким образом, сочетание технологии двойного переплава с полиреагентной внепечной обработкой стали придаёт металлу свойства, позволяющие применять его для конструкций ответственного назначения.