

К. В. Моисеенко, А. Г. Гудов
УрФУ им. первого Президента России Б. Н. Ельцина,
г. Екатеринбург
a.g.gudov@urfu.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН СНИЖЕНИЯ РАЗЛИВАЕМОСТИ СТАЛИ В ЭСПЦ ОАО «МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ЗАВОД ИМЕНИ А. К. СЕРОВА»

Приведены результаты исследований причин снижения разливаемости стали при выплавке стали современным высокоинтенсивным процессом. Показано определяющее влияние технологии раскисления и температурного режима на вероятность затягивания сталеразливочного стакана при разливке стали. Даны рекомендации по совершенствованию технологических параметров с целью обеспечения удовлетворительной разливаемости.

Ключевые слова: разливаемость стали, общий кислород, температурный режим, неметаллические включения, раскисление.

The results of research of the causes decline castability of steel in modern high-intensity steel smelting process. The determining influence of technology deoxidation and temperature conditions on the probability of steel pouring nozzle skulling in steel casting is showed. Recommendations for improvement of technological parameters in order to ensure satisfactory castability are given.

Keywords: castability of steel, general oxygen, temperature conditions, nonmetallic inclusions, deoxidation.

Одним из наиболее важных технологических свойств жидкой стали является разливаемость. Плохая разливаемость не только ведет к снижению качества стального слитка, но и снижает технико-экономические показатели. Переход к современным высокоинтенсивным технологическим схемам производства не снимает проблему разливаемости стали. В частности, на заводе ОАО «Металлургический завод имени А. К. Серова», несмотря на наличие современной технологической схемы производства стали, состоящей из выплавки полупродукта в сверхмощной ДСП и доводки на агрегатах внепечной обработки (ковш-печь, вакууматор), в 2013 году обострилась проблема затягивания сталеразливочного стакана при разливке в изложницы.

Плохая разливаемость стали проявляется в затягивании сталеразливочного стакана, снижении скорости истечения металла вплоть до прерывания струи жидкой стали. В качестве основной причины этого негативного явления рассматривают отложение на поверхности сталеразливочного стакана твердых неметаллических (в основном оксидных) включений [1]

Поэтому при исследовании причин снижения разливаемости нами прежде всего было изучено изменение загрязненности стали оксидными неметаллическими включениями. Исследования проводили в лаборатории кафедры металлургии железа и сплавов УрФУ с использованием газоанализатора ONH 2000 фирмы ELTRA. Результаты исследований, представленные на рис. 1, свидетельствуют, что отмеченное выше обострение проблемы затягивания сталеразливачного стакана при разливке действительно может быть связано со значительным возрастанием концентрации общего кислорода в стали и, соответственно, с содержанием оксидных неметаллических включений.

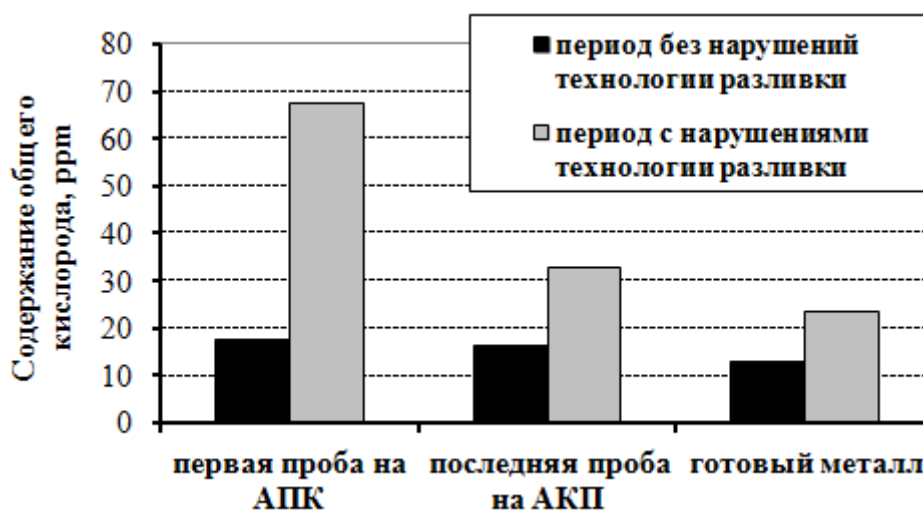


Рис. 1. Динамика изменения содержания общего кислорода в стали 45 по этапам технологической схемы

Основная причина загрязнения металла оксидными неметаллическими включениями – это осаждающее раскисление стали. Поэтому при выявлении технологических причин изменения содержания общего кислорода в стали первоочередное внимание было уделено параметрам технологии раскисления. Установлено, что период снижения разливаемости характеризуется резким изменением технологии раскисления полупродукта, связанным прежде всего с сокращением расхода алюминия на выпуске из ДСП (табл. 1). Это приводит к снижению содержания алюминия в первой пробе на АКП и смещению решения задачи окончательного раскисления стали на завершающие этапы технологии. В то же время увеличение продолжительности выдержки металла в ковше после раскисления положительно сказывается на разливаемости стали, что может быть связано с увеличением полноты удаления продуктов раскисления и согласуется со снижением концентрации общего кислорода в стали.

Таким образом, именно с уменьшением глубины раскисления стали на выпуске из ДСП и со сдвигом задачи окончательного раскисления на завершающие этапы получения стали может быть связано возрастание со-

держания в стали общего кислорода и, соответственно, оксидных неметаллических включений.

Таблица 1

Сопоставление средних значений параметров технологии раскисления стали алюминием для периодов производства с нарушением и без нарушения технологии разливки

Технологические параметры	Сталь 20		Сталь 45	
	Период с нарушением технологии разливки	Период без нарушения технологии разливки	Период с нарушением технологии разливки	Период без нарушения технологии разливки
Продолжительность передачи ковша на АКП, мин.	12,66	27,55	13,67	16,00
Al в первой пробе на АКП, %	0,0185	0,0211	0,0093	0,0173
Ввод Al на ДСП, кг	50,13	67,80	44,00	65,60

С другой стороны, сопоставление паспортных данных и результатов лабораторных исследований свидетельствует, что в производственный период снижения разливаемости не все плавки с относительно высоким содержанием общего кислорода характеризовались затягиванием сталеразливочного стакана при разливке.

Согласно литературным данным, другим технологическим фактором, существенно влияющим на разливаемость стали, является температурный режим разливки [2]. Поэтому дальнейший анализ был направлен на оценку влияния этого технологического фактора. Установлено (табл. 2), что в период снижения разливаемости стали имело место увеличение продолжительности разливки без корректировки температурного режима нагрева металла. При сохранении скорости теплопотерь это значительно увеличивает вероятность снижения температуры стали на завершающих стадиях разливки ниже температуры ликвидус. Поэтому для сведения к минимуму вероятности затягивания сталеразливочного стакана коррекция продолжительности разливки должна сопровождаться коррекцией перегрева над температурой ликвидус.

Таким образом, в качестве определяющих направлений совершенствования современной технологической схемы производства стали с целью обеспечения удовлетворительной разливаемости могут рассматриваться оптимизация технологии раскисления путем преимущественного решения этой технологической задачи на выпуске из ДСП и оптимизация температурного режима разливки с учетом ее продолжительности.

Средние значения технологически значимых параметров разливки

Производственный период	Расчетное значение температуры ливидус, °С	Температура завершения обработки на АКП, °С	Перегрев над температурой ливидус, °С	Продолжительность разливки, мин.	Время выдержки до разливки, мин.	Время от окончания внепечной обработки до завершения разливки, мин.
Без нарушения технологии разливки	1491,0	1558,5	67,5	36	10,5	46,5
С нарушением технологии разливки	1491,6	1559,5	67,9	45,5	16	61,5

Кроме того, в качестве одного из наиболее эффективных технологических приемов повышения разливаемости стали в настоящее время рассматривается модифицирование включения глинозема кальцием [1]. Соответственно, включение в состав технологических задач внепечной обработки модифицирования неметаллических включений также является существенным резервом повышения разливаемости стали в условиях ОАО «Металлургический завод имени А. К. Серова».

Список литературы

1. Кудрин В. А. Внепечная обработка чугуна и стали / В. А. Кудрин. М.: Металлургия, 1992. 336 с.
2. Валуев Д. В. Разливка и кристаллизация стали и сплавов : учеб. пособие / Д. В. Валуев; Юргин. технолог. ин-т. Томск: Изд-во Томск. политех. ун-та, 2009. 235 с.