

ЛЕБЕДЕВ Е.Н. (ДОННТУ), БАБАНИН А.Я. (НПО «ДОНИКС», Г. ДОНЕЦК),
ДЫМЧЕНКО Е.Н. (ОАО «ЕМЗ», Г. ЕНАКИЕВО), ТЕРЯЕВ А.М., ХОРОШИЛОВ В.В.
(НПО «ДОНИКС», Г. ДОНЕЦК)

ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ РАЗЛИВКИ НА КАЧЕСТВО ПОЛУСПОКОЙНОЙ СТАЛИ

Представлены результаты исследования влияния скорости разливки полуспокойной стали сверху на ее качество. Определены оптимальные диаметры стаканов-коллекторов, обеспечивающие снижение величины донной обрезки, повышения качества поверхности заготовок и выхода годного.

К числу важных направлений развития современной металлургии, нашедших отражение в «Национальной программе развития ГМК Украины на период до 2010 года», следует отнести повышение конкурентоспособности металлопродукции путем уменьшения энергетических и материальных затрат на ее производство [1]. При разливке стали в изложницы для получения конкурентоспособной продукции необходимо обеспечивать максимальную производительность сталеплавильных агрегатов при высоком качестве слитка.

Одним из главных параметров технологии разливки стали, оказывающим влияние на пораженность слитка поверхностными дефектами, является скорость разливки [2]. В работах [3–5] по разработке технологии скоростной разливки кипящей и полуспокойной стали, проводимых с целью увеличения пропускной способности разливочных пролетов, определена возможность увеличения скорости разливки до определенной величины, характеризующейся возникновением трещин на слитке. По мнению авторов данных работ эти рекомендации являются универсальными и предназначены для ускоренной разливки кипящей стали сверху и полуспокойной стали сифонным способом.

Предотвратить образование горячих трещин может достаточно прочная корка. Свойства корки зависят от протекающих процессов кристаллизации [2]. В работе [6] установлено, что при разливке стали в слитки для обеспечения прочной корки соблюдение условия термического напряжения является приоритетным в сравнении с давлением столба жидкого металла.

Целью настоящей работы является изучение в условиях применения коллекторов 60, 70, 80 и 90 мм влияния скорости разливки полуспокойной стали сверху на качество поверхности отливаемых слитков и разработка рекомендаций по повышению выхода годного металла.

Исследования проводили в условиях ОАО «ЕМЗ» и КГГМК. Металл продували в конверторах и раскисляли во время выпуска в ковш. Разливку полуспокойной стали марки СтЗПС в изложницы производили сверху из сталеразливочного ковша емкостью 160 т при отливке слитков массой 8,4 т с ускоренным охлаждением головной части.

Температуру разливки стали определяли в ковше перед началом разливки плавки. В процессе наполнения изложницы интенсивность искрения стали корректировали присадкой алюминиевых плюшек на зеркало металла. Средний расход алюминия составил 0,3–0,4 кг на слиток. Средняя продолжительность кипения металла в изложнице после ее наполнения равнялась 9–10 сек.

Изменение скорости разливки производили применением стаканов-коллекторов различных диаметров, соответственно 80 и 90 мм в условиях ОАО «ЕМЗ», 60 и 70 мм в условиях КГГМК.

Изменение ферростатического давления металла в сталеразливочном ковше в процессе разливки плавки в условиях ОАО «ЕМЗ» приводит к снижению линейной

скорости разливки с 2,18 до 1,66 м/мин и с 3,48 до 2,05 м/мин, при этом время наполнения изложницы увеличивается с 1 мин 20 сек до 1 мин 45 сек, соответственно для диаметра стакана 80 и 90 мм.

Усредненные технологические параметры разливки плавов стали марки Ст3пс представлены в табл. 1.

Табл. 1. Средние технологические параметры разливки промышленных плавов стали марки ст3пс

Наименование параметра	Диаметр стакана-коллектора, мм	
	80	90
1. Количество плавов, шт.	38	8
2. Температура разливки стали, °С	158	1550
3. Масса слитка, т	8,40	8,43
4. Массовая скорость разливки, т/мин	5,6	8,0
5. Линейная скорость разливки, м/мин	1,91	2,76

Оценку влияния скорости разливки на качество слитка производили по величине технологической (головной и донной) и дополнительной обрезки блюмовой заготовки после прокатки слитков на блюминге, а также по величине отсортировки заготовок и расходному коэффициенту металла на прокат (табл. 2).

Табл. 2. Средние показатели качества металла промышленных плавов по ОАО «ЕМЗ»

Наименование показателя	Диаметр стакана-коллектора, мм	
	80	90
1. Головная обрезь, т	4,164	2,538
2. Донная обрезь, т	2,812	4,225
3. Дополнительная обрезь, т	3,393	3,425
4. Отсортировка заготовок, %	10,16	6,68

Установлено, что использование для разливки стали стакана-коллектора диаметром 90 мм в сравнении с диаметром 80 мм приводит к увеличению величины донной и снижению величины головной обрезки при практически одинаковой величине дополнительной обрезки.

Увеличение донной обрезки возможно следует объяснить образованием дополнительных дефектов в виде плен в нижней части слитка за счет увеличения скорости разливки.

Снижение величины головной обрезки вероятнее всего объясняется образованием более плотной верхней части слитка с увеличенной толщиной «моста» в связи с более низкой температурой разливки стали при диаметре стакана-коллектора 90 и 80 мм, которое составляет соответственно 1550 и 1558°С.

Это подтверждается полученной графической зависимостью (рис. 1), свидетельствующей о положительном влиянии снижения температуры разливки на величину расходного коэффициента металла на прокат.

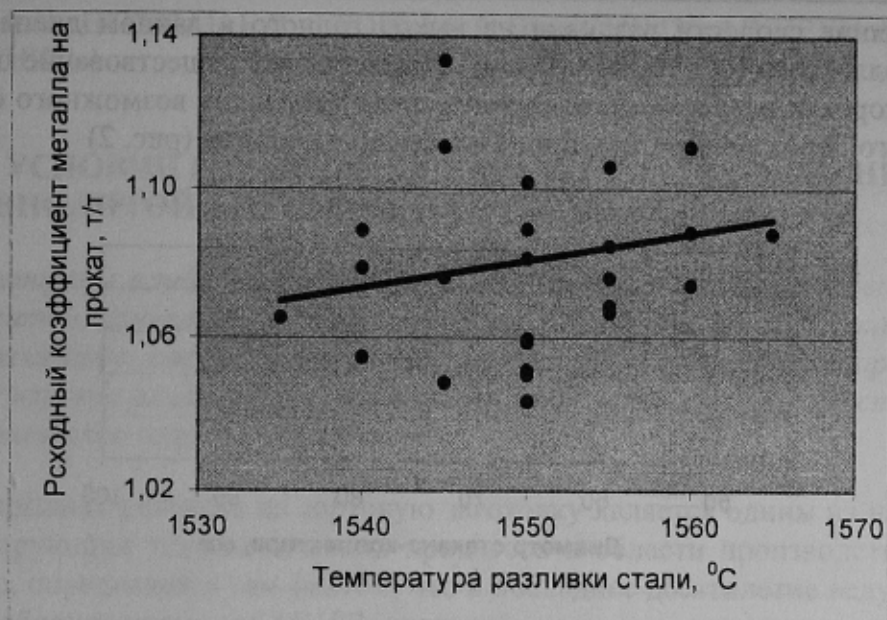


Рис. 1. Влияние температуры разливки стали на величину расходного коэффициента металла на прокат

Качество поверхности металла оценивали по величине отсортировки заготовок по качеству их поверхности.

Установлено, что при увеличении скорости разливки применением стакана-коллектора диаметром 90 мм вместо 80 мм, качество поверхности заготовок улучшается. На это указывает снижение их отсортировки на 3,48% (абс.), соответственно с 10,16 до 6,68%. Улучшение качества поверхности свидетельствует о существовании в слитках при такой скорости разливки достаточно плотной корки и отсутствия разрушающего влияния на нее давления столба жидкого металла и термического напряжения.

Полная оценка влияния скорости разливки на качество производимой стали, выполненная по величине расходного коэффициента металла на прокат, свидетельствует о повышении выхода годного при разливке через стакан-коллектор 80 мм.

Таким образом, для данных условий ОАО «ЕМЗ» производства полуспокойной стали наилучшие результаты по качеству и величине расходного коэффициента металла на прокат получены при использовании стакана-коллектора диаметром 80 мм в сравнении с диаметром 90 мм.

Анализ влияния диаметра стакана на расходный коэффициент металла при производстве полуспокойной стали марки СтЗпс в условиях КГГМК свидетельствует о получении наилучших результатов при использовании стакана-коллектора диаметром 70 мм в сравнении с диаметром 60 мм и снижении расходного коэффициента металла на прокат в среднем на 5 кг/т проката при практически одинаковой температуре разливки стали 1553–1555⁰С (табл. 3).

Таким образом, для условий КГГМК лучшие показатели по качеству и величине расходного коэффициента металла на прокат получены при использовании стакана-коллектора диаметром 70 мм в сравнении с диаметром 60 мм.

Табл. 3. Усредненные технологические показатели производства полуспокойной стали марки стЗпс в условиях КГГМК

Наименование показателя	Диаметр стакана-коллектора, мм	
	60	70
1. Количество промышленных плавов, шт.	26	152
2. Температура стали при разливке, °C	1555	1553
3. Расходный коэффициент отлитой стали на прокат, т/т	1,062	1,057
4. Выход годного, %	94,16	94,61

Влияние скорости разливки на выход годного в данном диапазоне диаметров стакана-коллектора (60, 70, 80 и 90 мм) подтверждает существование оптимальной величины скорости разливки, находящейся до максимально возможного ее значения, определяемого образованием трещин на поверхности слитка (рис. 2)

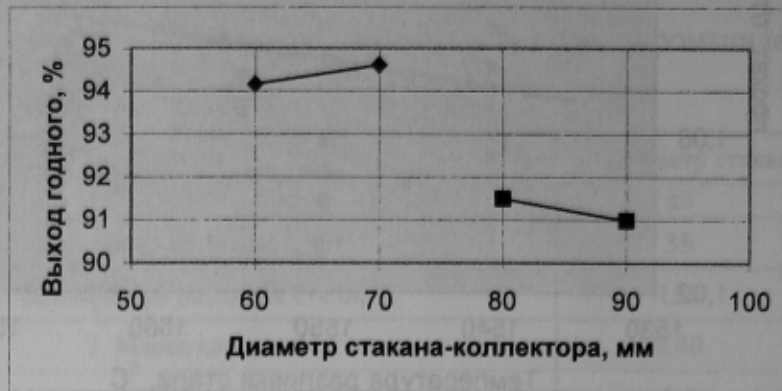


Рис. 2. Влияние диаметра стакана-коллектора на величину выхода годного

Оптимальная скорость разливки стали наблюдается при использовании стаканов-коллекторов диаметром 70 и 80 мм, соответственно для КГГМК и ОАО «ЕМЗ».

Таким образом, в результате проведенных исследований установлена оптимальная скорость разливки полуспокойной стали сверху, обеспечивающая плотную корку слитка при отсутствии влияния на них столба жидкого металла и термического напряжения. Оптимальная скорость разливки для условий КГГМК и ОАО «ЕМЗ» наблюдается при использовании соответственно стакана-коллектора диаметром 70 и 80 мм. Применение данных стаканов обеспечивает снижение величины донной обреза, повышения качества поверхности металла и выхода годного. Применение для разливки стакана-коллектора диаметром 90 мм повышает качество поверхности заготовок и снижает величину головной обреза. Сдерживающим фактором, ограничивающим его применение, являются обязательные мероприятия по предотвращению образования донных плен.

Список литературы

1. Грищенко С.Г., Гуров В.Н. Горно-металлургический комплекс Украины: состояние, проблемы, перспективы развития // *Металлургическая и горно-металлургическая промышленность.*, 2000. — №3. — С. 1–5.
2. Ефимов В.А. Разливка и кристаллизация стали. — М.: *Металлургия*, 1976. — 552 с.
3. Сапко В.Н., Легенчук В.И., Ефимов В.А. Скоростная разливка кипящей стали сверху в ребристые изложницы с применением интенсификаторов кипения // *Разливка стали и формирование слитка. Труды 1^{ой} конференции по стальному слитку.* — М.: *Металлургия*, 1966. — С. 67–78.
4. Якушин В.И., Щастный П.М. Разливка кипящей и полуспокойной стали с кипящей корочкой сифоном при повышенных скоростях // *там же.* — С. 87–92.
5. Левин С.Л., Поляков В.Ф., Гринберг С.Е. Влияние степени раскисленности и скорости разливки на структуру корочковой зоны слитков полуспокойной стали // *Металлургия и коксохимия.* — вып. 7. — Киев, 1967. — С. 101–106.
6. Охотский В.Б. Закономерности выбора скорости разливки стали // *Изв. ВУЗов. Черная металлургия*, 1999. — № 6. — С. 10–15.

© Лебедев Е.Н., Бабанин А.Я., Дымченко Е.Н., Теряев А.М., Хорошилов В.В., 2004