

Cand. Sci. (Eng.) Kuberskiy S. V., Gryaznov V. D., Semenov V. V. (SEI HPE LPR "DonSTU", Alchevsk, LPR)
DEVELOPMENT OF RECOMMENDATIONS FOR REDUCING SLAG METAL RESIDUES IN STEEL FILLING DUCK

The influence of the mass flow rate of steel from a steel-pouring ladle at the final stage of its overflow on the amount of slag metal residue is shown. Technological recommendations for increasing the yield of steel are proposed.

Keywords: ladle, steel, slag, overflow, slide gate, mass speed, funnel, yield.

УДК 669.054.8

Куберский С. В.
к.т.н., проф.,
Долженко В. В.
магистрант,
Коваленко К. Ю.
магистрант

ГОУ ВПО ЛНР «ДонГТУ», г. Алчевск, ЛНР

ОХЛАЖДЕНИЕ КОНВЕРТЕРНОЙ ПЛАВКИ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИМИ ОТХОДАМИ

Рассмотрена эффективность замены стального лома, как охладителя конвертерной плавки, на агломерат и сталеплавильные железосодержащие отходы. Проанализированы результаты экспериментальных конвертерных плавок в сравнении с традиционным методом охлаждения стали.

Ключевые слова: конвертер, сталь, тепловой баланс, перегрев, охлаждение, лом, агломерат, отходы сталеплавильные.

Сталь, выпускаемая из конвертера, должна быть нагрета до температуры 1600–1650 °С, в то время как заливаемый чугун обычно имеет температуру 1250–1400 °С. Источником тепла для нагрева стали и шлака, а также для восполнения потерь тепла с отходящими газами и через кожух конвертера является тепло, выделяющееся при окислении примесей чугуна.

Расчет теплового баланса и практика показывают, что общее количество тепла, выделяющегося при окислении примесей чугуна при любом его составе, значительно превышает потребность в тепле для нагрева стали и шлака до температуры выпуска и для компенсации теплотерь. В связи с этим при конвертерной плавке обязательно применение охлаждающих добавок. Если в конвертере перерабатывать один чугун, то температура металла в конце продувки была бы 1850–1900 °С, что недопустимо. Поэтому при кислородно-конвертерной плавке основную роль охладителя обычно играет стальной металлический лом [1].

Передутый и переокисленный металл плохо разливается, вызывает рослость слитков, разлитых в изложницы, способствует более интенсивному насыщению расплава газами, повышенному расходу огнеупоров, угару ферросплавов, проценту обрезки раската и т. д.

Наиболее эффективным охладителем конвертерной стали является металлолом. Кроме того, для охлаждения плавки используются различные материалы, содержащие железо не только в чистом виде, но и в виде оксидов: твердый чугун, железная руда, агломерат и железорудные металлизированные окатыши, железо прямого восстановления, горячбрикетированное железо (ГБЖ), магнезиальные флюсы-охладители и т. п. [2].

Избыточное тепло процесса расходуется при использовании лома на его нагрев и расплавление (1420 кДж на 1 кг лома); расход лома доходит до 25–28 % от массы металлической шихты.

Увеличение расхода лома снижает себестоимость стали, поскольку лом дешевле чугуна, а также вызывает повышение выхода годного, так как лом содержит меньше, чем чугун примесей,

окисляющихся при продувке. Достоинством лома считается также то, что он вносит мало вредных примесей, то есть не требует повышения расхода рафинирующих и шлакообразующих добавок [3].

Однако актуальной проблемой сегодняшнего дня является определенный дефицит стального лома. В сложившихся условиях ее решение возможно при совершенствовании традиционного состава и технологического режима формирования металлошихты — этапов, предопределяющих ход и результаты конвертерного процесса. Альтернативой лому могут послужить окатыши, однако из-за их высокой стоимости, цена на конечную продукцию будет выше рыночной. Поиск охлаждающих материалов на основе первородного сырья с высокими физическими характеристиками, а также отходов производства взамен металлического лома является достаточно актуальным.

Основная цель данной работы заключалась в анализе эффективности использования агломерата и сталеплавильных железосодержащих отходов в качестве охладителя конвертерного металла.

В условиях Филиала № 12 ЗАО «ВНЕШТОРГСЕРВИС» (АМК) были проведены экспериментальные плавки сталей СтЗпс, А36, 09Г2С, St 37–2, S355J2, А572–50–1 с целью выявления эффективности использования агломерата и МОС–2 в завалку для охлаждения конвертерной плавки при отсутствии известняка и окатышей в кислородно-конвертерном цехе (ККЦ).

Химический состав агломерата производства АМК представлен в таблице 1. Одно из основных требований к фракционному составу предполагает небольшое содержание мелких фракций, которые в ходе процесса могут уноситься в систему газоочистки отходящими газами. Содержание в агломерате производства АМК фракции мельче 5 мм составляет 4,9–13,5 % (в среднем 9,1 %), а его основность находится в пределах 1,01–1,22 (средняя 1,15). Погрузка агломерата производилась на лом в совки грейферным краном.

При комплексной переработке отвального шлака на АМК из него выделяется пять видов железосодержащего магнитного продукта (металлоотходы обогащенные сталеплавильные — МОС), которые в соответствии с утвержденными техническими условиями поставляются для дальнейшего передела при производстве агломерата, чугуна и стали [4].

МОС–2 представляет собой продукт крупностью 10–60 мм с содержанием металлического железа не менее 40 % при общем его содержании не менее 60 % [5]. Неметаллическая часть этого продукта дополнительно содержит CaO ~ 20 %, MgO ~ 6 %, SiO₂ ~ 12 %.

Было проанализировано 29 плавов с использованием в шихте агломерата (А) и 28 плавов агломерата совместно с МОС-2 (А+М). Плавление с применением в завалку агломерата и МОС-2 протекало спокойно. Средние показатели расхода лома, агломерата и МОС-2 в конвертерной шихте, а также содержания основных компонентов в стали и шлаке для опытных плавов (А, А+М) и плавов, выплавленных по базовой технологии (Б), представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 1 — Химический состав агломерата производства АМК

Содержание компонентов %					
Fe общ.	FeO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	MgO
<u>49,2–51,5</u>	<u>10,34–12,3</u>	<u>68,3–72,1</u>	<u>7,3–10,3</u>	<u>6,5–8,9</u>	<u>0,5–1,6</u>
50,2	11,4	70,9	9,73	7,8	1,0

Таблица 2 — Расход компонентов шихты на опытных и сравнительных плавках

Вариант технологии	Расход компонентов шихты, кг/т						
	Лом	Агломерат	МОС–2	Известь	Из-няк	Доломитизированные	
						известь	из-няк
Б	<u>20,2–45,8</u> * 27,5	—	—	<u>26,3–53,1</u> 41,1	<u>0–20,2</u> 9,8	<u>0–26,2</u> 16,5	<u>0–15,7</u> 0,4
А	—	<u>10,7–42,8</u> 26,6	—	<u>26,8–137,5</u> 49,5	<u>0–26,7</u> 4,6	<u>0–23,1</u> 17,9	<u>0–15,2</u> 0,5
А+М	—	<u>10,3–48,7</u> 20,7	<u>15,4–19,8</u> 16,9	<u>31,6–45,0</u> 35,3	<u>0–22,6</u> 10,1	<u>7,2–27</u> 19,0	<u>0,0–7,8</u> 0,4

*числитель пределы отклонений, знаменатель средние значения

Таблица 3 — Состав стали и шлака на повалке

Вариант технологии	Содержание компонентов, %					
	Сталь			Шлак		
	C	S	P	CaO	MgO	FeO
Б	<u>0,026–0,44</u>	<u>0,015–0,056</u>	<u>0,005–0,08</u>	<u>36,5–45,6</u>	<u>7,3–17,7</u>	<u>9,3–22,9</u>
	0,107	0,027	0,011	41	9,5	18,2
А	<u>0,025–0,11</u>	<u>0,011–0,025</u>	<u>0,004–0,02</u>	<u>37,8–52,2</u>	<u>6,7–11,3</u>	<u>11,0–22,4</u>
	0,042	0,023	0,011	43,5	8,7	15,3
А+М	<u>0,036–0,12</u>	<u>0,015–0,03</u>	<u>0,007–0,03</u>	<u>39,1–44,8</u>	<u>6,7–11,0</u>	<u>8,8–22,3</u>
	0,050	0,026	0,013	42,6	8,9	15,2

Температура металла на повалке при использовании базовой технологии находилась в пределах 1615–1667 °С (среднее 1643 °С), на плавках с агломератом 1606–1690 °С (среднее 1647 °С), а на плавках с использованием агломерата и МОС-2 1615–1680 °С (среднее 1649 °С). Согласно технологической инструкции по выплавке стали в конвертере АМК, углеродистые спокойные и полуспокойные группы марок стали должны выпускаться с температурой 1650–1680 °С [6].

На основании проведенных исследований, можно сделать следующие выводы:

1. При работе ККЦ на повышенном расходе чугуна (более 950 кг/т) температура металла на повалке при использовании опытных охладителей составила 1647 °С и 1649 °С соответственно, что вполне приемлемо по требованиям технологической инструкции.

2. Средний расход флюсующих материалов для получения основности шлака на уровне 2,9–3,0 при использовании технологии предусматривающей использование в шихте агломерата и МОС-2 снижен до 64,7 кг/т, тогда как на базовых плавках и плавках с использованием агломерата эта величина составила 67,8 кг/т и 72,5 кг/т соответственно. Это можно объяснить содержанием в МОС-2 ~ 20 % CaO.

3. Среднее содержание компонентов в стали и шлаке для опытных плавков было близким к базовой технологии.

Таким образом, можно утверждать, что использование, как агломерата, так и агломерата +МОС-2 в соотношении примерно 50:50 при работе ККЦ на повышенном расходе чугуна (более 950 кг/т стали), при отсутствии лома для охлаждения конвертерной плавки, технологически целесообразно.

Список литературы

1. Колесников, Ю. А. Расчет технологических параметров выплавки стали в конвертере с использованием различных охладителей / Ю. А. Колесников, В. А. Бигеев, Д. С. Сергеев // Теория и технология металлургического производства : межрегион. сб. науч. тр. / под ред. В. А. Бигеева. — Магнитогорск : изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г. И. Носова, 2014. — Вып. 2 (15). — С. 45–46.

2 Григорович, К. В. Настоящее и будущее технологий производства сталей XXI века / К. В. Григорович // Сборник тезисов докладов сателлитной конференции XX Менделеевского съезда по общей и прикладной химии V Международной конференции-школы по химической технологии. — М., 2016. — С. 45–47.

3. Металлургия стали / Явойский В. И., Кряковский Ю. В. и др. ; под ред. Явойского В. И. и Кряковского Ю. В. — М. : Металлургия, 1984. — С. 125–187.

4. Использование маргеновских шлаков АМК в аглодоменном производстве / С. Н. Петрушов [и др.]. — Алчевск : ДГМИ, 2002. — 81 с.

5. ТУ У 322-229-03-2001. Техническое указание о производстве металлоотходов обогащенных сталеплавильных. — 2001. — 29 с.

6. ТИ 9216-228-04-2015 Технологическая инструкция по выплавке стали в конвертере, Алчевск : Филиал № 12 ЗАО «ВНЕШТОРГСЕРВИС», 2015. — 35 с.

© Куберский С. В.

© Долженко В. В.

© Коваленко К. Ю.

Cand. Sci. (Eng.) Kuberskiy S. V., Dolzhenko V. V., Kovalenko K. Yu. (SEI HPE LPR “DonSTU”, Alchevsk, LPR)

IRON-BASED CONVERTER SMELTING COOLING

The efficiency of replacing steel scrap as a cooler of converter smelting with sinter and steel-smelting iron-containing waste is considered. The results of experimental converter melts are compared with the traditional method of steel cooling.

Keywords: *converter, steel, heat balance, overheating, cooling, scrap, sinter, steelmaking waste/*

УДК 669:620.19

Куберский С. В.

к.т.н., проф.,

Ковальчук А. В.

магистрант

ГОУ ВПО ЛНР «ДонГТУ», г. Алчевск, ЛНР

ПОВЫШЕНИЕ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ ШТРИПСОВЫХ МАРОК СТАЛИ

В работе рассмотрены вопросы повышения стойкости против коррозии штрипсовых сталей путем снижения их загрязненности коррозионно-активными неметаллическими включениями. Предложены технологические рекомендации способствующие повышению коррозионной стойкости штрипсовой заготовки.

Ключевые слова: *штрипс, коррозия, неметаллические включения, внепечная обработка, качество.*

Одним из основных проблемных вопросов качества металлопродукции является наличие в металле неметаллических включений и в частности коррозионно-активных (КАНВ), которые вызывают образование питтинговой («язвенной») коррозии [1]. Так как данная проблема является весьма актуальной, производится множество научных исследований направленных на изучение способов борьбы с данным дефектом. Важность исследований, позволяющих снизить количество КАНВ, также очевидна и с экономической стороны, так как нужные легирующие элементы или противокоррозионное покрытие значительно повышает себестоимость готовой продукции [2–4]. В тоже время усовершенствование технологии производства стали с целью снижения в ней концентрации КАНВ может быть значительно эффективней, чем использование легирующих и нанесение специальных покрытий.

Одним из видов продукции филиала № 12 ЗАО «ВНЕШТОРГСЕРВИС» (АМК) является штрипс — листовой прокат, предназначенный для производства труб методом сварки. Марочный сортамент штрипсовых сталей в соответствии с классами прочности и требованиями стандартов стана 3000 «АМК» — 17Г1С-У/К52, К52, 09Г2С/К50, К52-1, К54, К55, 13Г1С-К55, К56-2 (10Г2СБ), К60, К60-2 (10Г2ФБЮ). Данные стали выплавляются в кислородном конвертере, доводятся на агрегате ковш-печь (АКП), вакууматоре, разливаются на установке непрерывной разливки стали в слябы и прокатываются в толстолистовом цехе (ТЛЦ-2) на штрипс.

С целью усовершенствования технологии выплавки трубных сталей на АМК были проведены опытные плавки с последующим исследованием их химического состава и технологии производства. Главной задачей этих исследований была оценка загрязненности стали неметаллическими включениями и КАНВ, а также определение влияния агрессивной среды (воды из установки контролируемого охлаждения) на образование пятен ржавчины. На основе анализа опытных данных была разработана новая технология, позволяющая значительно снизить количество коррозионно-активных неметаллических включений.

Для снижения пораженности штрипса питтинговой коррозией было проведено 5 опытных плавов стали класса прочности К56-2.