

**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 плавки стали класса прочности К56-2.

Основные отличия в технологии выплавки заключались в следующем:

- применение только оборотного лома;
- десульфурация чугуна для всех плавов до содержания серы не более 0,005 %;
- среднее содержание серы на повалке конвертера 0,009 % (базовая технология — 0,017 %);
- средняя температура металла на повалке конвертера 1671 °С (базовая технология — 1649 °С);
- увеличение расхода SiMn (на 400 кг), Al чушек (на 140 кг) и брикетов раскисляющих (на 200 кг) при раскислении расплава в ковше на выпуске;
- присадка алюминиевой проволоки перед вакуумированием в количестве 50–70 кг/плавку;
- исключение присадки алюминиевых чушек на АКП (базовая технология расход алюминиевых чушек на АКП составил 200–250 кг/плавку);
- снижение количества вводимого SiMn на АКП до 200–300 кг/плавку, (базовая технология — 1000–1300 кг/плавку);
- среднее содержание Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в первом шлаке на АКП — 21,5 %, что способствует снижению расхода плавикового шпата, а при содержании Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в первом шлаке на АКП более 23 % — плавиковый шпат не присаживали вообще (базовая технология — 16,0 %);
- температура стали перед вакуумированием — 1658 °С (базовая технология — 1630 °С).

Для оценки типа неметаллических включений и загрязненности ними стали от листа толщиной 11 мм произведенного по базовой и опытной технологии были отобраны образцы и изготовлены шлифы для анализа по методике, описанной в работе [5]. Полученные результаты представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 — Результаты оценки загрязненности опытного металла неметаллическими включениями

Балл включений	Типы неметаллических включений					
	Оксиды		Сульфиды	Силикаты		
	строчечные	точечные		пластичные	хрупкие	недеформируемые
Средний	0	0,91	0,16	0	1	1,2
Максимальный	0	1,5	0,5	0	2	2

Таблица 2 — Результаты оценки наличия КАНВ в металле

№ образца	Количество КАНВ, шт/мм <sup>2</sup>	
	1 тип	2 тип
Опытная технология		
1	2,43	9,83
2	2,76	10,73
3	2,56	10,92
Базовая технология		
4	2,6	11,93
5	1,7	23,1

Микрошлифы оценивались после травления в реактиве 10%-ного раствора HNO<sub>3</sub> в спирте с добавлением водного раствора хлорида калия — 1 тип КАНВ и после травления в реактиве 0,3%-ного раствора KCl в дистиллированной воде в течение 2 мин — 2 типа КАНВ.

На основании полученных в ходе исследований результатов можно сделать следующие выводы:

- разработанная технология позволила снизить количество КАНВ в стали, что видно из представленных выше таблиц и исключить появление дефекта «язвенная» коррозия. Увеличение затрат при данной технологии составило 34,76 руб./т стали из которых — 27,09 руб./т получено

за счёт увеличения длительности нагрева стали на АКП и как следствие — увеличения расхода электродов. Однако, для снижения данной статьи затрат есть резерв — увеличение температуры стали на выпуске из конвертера;

– максимальное количество КАНВ 2 типа в образцах стали марки К56-2, произведенных по базовой технологии составило 23,1 шт/мм<sup>2</sup>, а в образцах от листов плавок проведенных по новой технологии 10,92 шт/мм<sup>2</sup>;

– максимальный балл по оксидам и силикатам в образцах, отобранных от сравнительных плавок и образцах отобранных от листов плавок, произведенных по опытной технологии, не превышает предельно допустимые значения;

– глубокие раковины на поверхности образцов продукции, произведенной по новой технологии, при испытании в агрессивной среде — не обнаружены;

– получены удовлетворительные показатели по уровню механических свойств, а также по стойкости к локальной коррозии (содержанию КАНВ). Применение новой технологии позволило одновременно обеспечить необходимый комплекс механических свойств и хорошую свариваемость стали.

### Список литературы

1. Реформатская, И. И. Влияние сульфидных включений в углеродистых и низколегированных сталях на их склонность к локальной коррозии / И. И. Реформатская, Г. М. Флорианович // Вестник ТГУ. — 1999. — Т. 4. — № 2. — С. 136–137.

2. Матвиенко, М. А. Оценка питтингостойкости сталей 12X18H9 и 40X13 / М. А. Матвиенко, Е. Н. Ковалюк // Вестник ИГТУ. — 2013. — № 10. — С. 224–228.

3. Коррозия и защита металлов. В 2 ч. Ч. 1. Методы исследований коррозионных процессов: учеб.-метод. пособ. / Н. Г. Россина [и др.]. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2019. — 108 с.

4. Реформатская, И. И. Причины снижения коррозионной стойкости углеродистых и низколегированных сталей и новые методы ее оценки / И. И. Реформатская [и др.]. // Практика противокоррозионной защиты. — 2002. — № 4 (26). — С. 41–44.

5. ГОСТ 1778–70. Сталь. Металлографические методы определения неметаллических включений / Комитет стандартов, мер и измерительных приборов при совете Министров СССР. — : Введ. 1972-01-01. — М. : Стандартиформ, 1970. — 32 с.

© Куберский С. В.

© Ковальчук А. В.

**Cand. Sci. (Eng.) Kuberskiy S. V., Kovalchuk A. V. (SEI HPE LPR “DonSTU”, Alchevsk, LPR)**

### **INCREASE OF CORROSION RESISTANCE OF STEEL STRIPES**

*The paper discusses the issues of increasing the corrosion resistance of strip steels by reducing their contamination by corrosive non-metallic inclusions. Technological recommendations are proposed to enhance the corrosion resistance of the strip blank.*

**Key words:** *strip, corrosion, non-metallic inclusions, after-furnace treatment, quality.*