

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Горкуши Дмитрия Витальевича  
«ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫПЛАВКИ И КОВШЕВОЙ  
ОБРАБОТКИ НИЗКОУГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ КЛАССА IF ДЛЯ  
ГЛУБОКОЙ ВЫТЯЖКИ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА  
ПРОДУКЦИИ»

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.2. Metallургия черных цветных и редких металлов.

Диссертационная работа Горкуши Дмитрия Витальевича направлена на решение актуальной задачи, а именно на оптимизацию технологии внепечной обработки IF и IF-ВН сталей для стабильного достижения ВН-эффекта и снижения негативного влияния неметаллических включений, влияющих на механические и коррозионные свойства металла и на качество готовой продукции.

В работе представлено исследование технологии внепечной обработки IF и IF-ВН стали и даны рекомендации по оптимизации технологических процессов для стабильного достижения ВН-эффекта. Определены ключевые технологические параметры достижения ВН-эффекта в сталях класса IF. Рекомендованы диапазоны значений ключевых параметров: углерода эффективного (Сэфф), общего углерода и азота. Рекомендации были опробованы на практике производства IF-ВН сталей на двух отечественных предприятиях.

Проведен анализ и даны рекомендации по использованию комплексного раскисления стали с целью снижения вредного влияния неметаллических включений, которые влияют на механические и коррозионные свойства металла. Установлены условия модифицирования металла кальцием.

Автором работы разработана и реализована на практике методика количественного определения неметаллических включений различных типов используя комбинацию фракционного газового анализа (ФГА) и



электролитического растворения с последующим микрорентгеноспектральным анализом НВ на растровом электронном микроскопе (ЭР ЭЗМА). Разработанная автором методика исследований неметаллических включений позволила доказать ключевую роль оксидов титана на процесс зарастания разливаемых стаканов.

Автором рассмотрены несколько действующих технологических схем выплавки стали класса IF. На базе анализа сформулированы рекомендации по корректировке технологии производства стали класса IF. В том числе разработаны требования, предъявляемые к химическому составу для получения оптимальных свойств продукции.

В качестве научной новизны и практической значимости можно выделить следующее:

- Определены технологические параметры для достижения ВН – эффекта в IF стали, которыми являются содержание углерода эффективного  $C_{эфф}$  – от 7 до 20 ppm, содержание общего углерода и азота не более 40 ppm каждого.

- Разработана и применена методика комбинированного анализа неметаллических включений методами ФГА и ЭР ЭЗМА, которая позволила установить ключевую роль включений оксидов титана на процессы зарастания разливаемых стаканов, а также количественно показано влияние операций разливания на изменение содержания неметаллических включений в металле.

- Показано, что по результатам анализа образцов металла методом ФГА, по пикам кривой газовой выделенности, возможно прогнозировать вероятность затягивания сталеразливочных стаканов при разливке сталей класса IF.

Практическая значимость работы, подтверждается полученной справкой от ПАО «Северсталь» об использовании результатов диссертационной работы на производстве предприятия.

В качестве замечаний по работе можно отметить следующее:

1. В представленной работе не рассмотрены вопросы влияния соотношения чугуна к лому (на соотношение влияет температура чугуна и его

химический состав для теплового баланса) на свойства полупродукта, а именно на содержание серы и примесей цветных металлов таких как цинк, медь, хром и никель.

2. В представленной работе не приведены расчеты теплового баланса по предложенным схемам с учетом стойкости сталеразливочного ковша и температуры окружающей среды.

3. В представленной работе не оценена экономическая эффективность предлагаемых в работе изменений и оптимизаций. Данный расчет мог подчеркнуть практическую значимость работы.

Замечания, приведенные выше, не снижают положительной оценки диссертационной работы, которая соответствует критериям, установленным пп.9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением №842 от 24.09.2013, а ее автор, Горкуша Дмитрий Витальевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.2. Metallургия черных цветных и редких металлов.

Кандидат технических наук по специальности  
05.16.02 – Metallургия чёрных, цветных и редких металлов  
Аналитик предметной области  
Центра машинного обучения  
ООО «Джет Софт»

Зубарев Кирилл Александрович

« 10 » 03 2022 г.

e-mail: St-kirill@mail.ru

Телефон +7 985 898 53 63

107143, г. Москва, Тагильская ул., дом №4, строение 5

