

ОТЗЫВ

на диссертацию Лебедева Ильи Владимировича «Повышение ассимилирующей способности шлакового расплава в промежуточном ковше при непрерывной разливке низкоуглеродистых сталей, раскисленных алюминием», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Диссертационная работа И.В. Лебедева соответствует основному направлению развития сталеплавильных технологий – повышению степени чистоты стали от примесей. К настоящему времени решены задачи уменьшения в стали примесей цветных металлов, разработаны технологии получения в стали низких содержаний углерода, азота, серы, фосфора. Остается нерешенной проблема рафинирования стали от неметаллических включений. Эта задача многофакторная. Автор решает ее в части увеличения степени ассимиляции неметаллических включений (НВ) жидким шлаком в промежуточном ковше.

Для решения этой задачи И.В. Лебедевым выполнен на основе современных источников детальный анализ состояния знаний в области применения шлакообразующих смесей (ШОС) при непрерывной разливке стали и влияния неметаллических включений (НВ) на качество листа из низкоуглеродистой стали. Здесь необходимо отметить, что подробно рассматривая механизм флотации НВ пузырьками газа автор в литобзоре не упоминает о таком методе удаления из стали НВ в промежуточном ковше, как как фильтрация.

В лабораторных и промышленных условиях проведено комплексное исследование металла и шлакообразующих смесей, применяемых при непрерывной разливке низкоуглеродистых сталей. Методами металлографии изучены количество, размеры и химический состав НВ. Измерены физические свойства шлакообразующих и теплоизолирующих смесей. Вязкость измерена методами ротационным и наклонного желоба. Величина, получаемая вторым методом переводится в единицы вязкости на основании градуировки, полученной на ротационном вискозиметре. То есть точность измерений вторым методом должна быть заметно ниже, чем на стандартном вискозиметре, однако для обоих методов автор указывает одинаковую точность, таб. 10, стр. 62.

Измерены температуры деформации и растекания смесей, краевой угол смачивания, по фазовым диаграммам оценена величина поверхностного натяжения. Теплофизические свойства ШОС теплопроводность, теплопроводность и удельная теплоемкость определены методом регулярного теплового режима при граничных условиях первого и третьего рода на оригинальной установке. Масса ассимилированных шлаком в промежуточном ковше НВ, а также состав шлака определяли из решения системы 3-х балансовых уравнений: для массы шлака в промковше, массы шиберной засыпки и массы НВ. При этом автор оценивает погрешность определения химсостава шлака таким способом 10% относительных, что представляется заниженным, учитывая погрешность химанализа, погрешность определения масс компонентов балансовых уравнений, неоднородность шлака, перемешивание слоев ШОС при отборе пробы и т.д.

Теоретическая часть работы включает анализ решений уравнения теплопроводности и разработку метода определения теплопроводности, теплопроводности и теплоемкости; расчет активности Al_2O_3 и CaO в шлаках по теории В.А. Кожеурова; расчет активности Al и Ca в стали, определение равновесных содержаний Al и Ca в стали и по диаграмме растворимости системы $Fe-C-O-Al-Ca$ определение равновесного состава НВ в низкоуглеродистой стали, раскисленной алюминием, оценку поверхностного натяжения расплавленных смесей, расчет количества компонентов шлака в процессе разливки.

В предварительных исследованиях автором определены физико-химические и физические свойства ШОС, применяемых на НЛМК. Установлено, что ассимилирующая способность применяемой смеси уменьшается по ходу разливки вследствие увеличения содержания Al_2O_3 , увеличения температуры течения и вязкости шлака. Термодинамическим анализом и металлографическими исследованиями установлено, что основным типом включений в сталях 08Ю и 08пс в пробах из промковша является корунд. Балансовым методом на основании проб шлака рассчитано изменение количества компонентов шлака в промковше, в частности количества НВ, ассимилированных шлаком, в процессе разливки, диаграмма на рис. 33. При этом принято, что отсутствует массообмен между ассимилирующим и теплоизолирующим слоями, хотя перемешивание неизбежно уже при взятии пробы. Однако автор не дает оценки связанной с этим возможной ошибки.

На основании анализа литературы и предварительных исследований автором сформулированы требования к составу ШОС и предложены новые составы,

отличающиеся низким содержанием Al_2O_3 и повышенным содержанием $Na_2O + K_2O$, что обеспечивает повышенную емкость к Al_2O_3 шлака в промежуточном ковше и низкую температуру течения при увеличении содержания Al_2O_3 к концу серии плавов. Предложенные составы были исследованы в лабораторных условиях и опробованы на промышленных плавках. В частности в лабораторных условиях смоделировано изменение температуры течения, вязкости и угла смачивания при увеличении содержания Al_2O_3 в смеси, а также теплоизолирующей способности при добавлении в смеси рисовой лузги. В условиях КЦ-1 НЛМК испытаны 2 предложенных состава ШОС: АСЛ и П-4-Л. Изучено изменение химсостава шлака в промковше в процессе разлива и количество ассимилированных шлаком включений для новых смесей в сравнении с применяемой ШОС, а также изменение температуры течения и вязкости шлака из промковша. В результате показано, что смесь АСЛ имеет значительно большую удельную ассимилирующую способность по сравнению с П-4-Л и применяемой смесью.

Исследование проб промышленного металла опытных серий проведено металлографическим методом, определена объемная доля НВ в стали по ходу разлива. Установлено существенное снижение объемного содержания НВ по сравнению с существующей технологией с 0,006 до 0,004%, (рис. 26 и 65). Здесь необходимо отметить следующее: 1. Автор ограничивается определением объемной доли НВ и не приводит данных о содержании кислорода в пробах металла. 2. Эффективность новой смеси АСЛ доказана, но относительное уменьшение доли НВ в промковше зависит от их содержания в стали после выпечной обработки. На рис. 26 и 65 содержание НВ после выпечной обработки имеет одинаковую тенденцию к снижению, что отражается на величине относительного снижения доли НВ. Поэтому было бы полезно отметить является ли изменение содержания НВ в стали после выпечной обработки в течение кампании промковша случайным или это следствие особенности технологии КЦ-1 НЛМК.

Эффективность предложенной смеси подтверждена данными по отсортировке холоднокатаного листа. Ожидаемый экономический эффект от применения этой смеси составит 8,8 млн. руб. Смесь АСЛ была также опробована в условиях ЧерМК ОАО Северсталь.

Диссертация написана хорошим языком с минимумом опечаток. Выводы, сделанные в процесс исследований и в целом по работе, подтверждены измерениями и расчетами. Автореферат и публикации по теме диссертации отражают основное

содержание диссертации. Замечания, сделанные в отзыве, имеют дискуссионный характер и не влияют на общую оценку работы.

Научная новизна работы заключается в определении механизма изменения состава шлака и количества компонентов, в частности ассимилированных неметаллических включений, в процессе непрерывной разливки серии плавок низкоуглеродистой стали, в определении количественных требований к физико-химическим и физическим свойствам смесей для обеспечения их высокой ассимилирующей способности, в разработке способа определения теплофизических свойств ШОС на основе решения уравнения теплопроводности при различных граничных условиях.

Практическая значимость работы очевидна. Автором не только разработана новая эффективная смесь, но предложен и способ ее использования и сырье для ее производства.

В целом И.В. Лебедевым в лабораторных и промышленных условиях на высоком научном уровне выполнено большое комплексное исследование, закончившееся созданием и промышленным опробованием новой шлакообразующей смеси для промежуточного ковша непрерывной разливки стали.


Диссертационная работа И.В. Лебедева соответствует требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, автор ее И.В. Лебедев заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

Официальный оппонент

доктор технических наук, профессор

Национальный исследовательский университет «МИСиС»

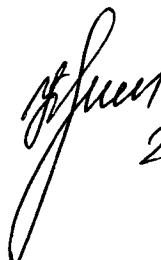
А.Г. Свяжин

 23.05.2014

Подпись _____

Начальник отдела кадров НИТУ «МИСиС»



 _____
О.Н. Криволапова
23.05.14