

σ – удельное сопротивление расплава; Ом ;

ρ – плотность расплава; кг/м³.

Полученные результаты свидетельствуют о широких функциональных возможностях Джоулева нагрева при кондукционной обработке расплава выравнивать температурные градиенты в его объеме и обеспечивать заданную скорость охлаждения. Кроме того, обработка расплава электрическим током является активным инструментом для формирования более благоприятной структуры литого металла, которая обеспечивает повышенные значения его свойств [1].

Список литературы

1. *Иванов А.В., Синчук А.В., Цуркин В.Н.* Электротоковая обработка жидких и кристаллизующихся металлов в литейных технологиях // *Электронная обработка материалов*, 2011. – №47(5), – с.89-98.

УДК 669.15.018:25-194

Щеглов В. М., Примак И. Н., Кондратюк С. Е., Пархомчук Ж. В.

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, г. Киев.

К ВОПРОСУ ЭФФЕКТИВНОСТИ МОДИФИЦИРОВАНИЯ СТАЛИ

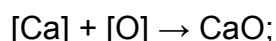
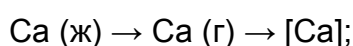
Исследование места ЩЗМ (в основном Са) в производстве стали с возможностью регулирования состава, морфологии, количества неметаллических включений (НВ) интенсивно начали изучать с начала 1970 г., в основном для решения следующих задач:

- улучшения механических свойств по толщине проката;
- снижения чувствительности трещинообразования при нагреве, особенно в зонах термического влияния сварных швов;
- понижения чувствительности высокопрочных сталей для магистральных трубопроводов к водородному охрупчиванию в кислотной, газовой или нефтяной средах.

Раньше указанные металлургические требования частично удовлетворяли за счет обработки жидкой стали редкоземельными элементами, алюминием и др., однако повышенная загрязненность НВ, в т. ч. цериевая неоднородность, не всегда позволяли решать поставленные перед металлургическим производством задачи. Отличием активных элементов РЗМ, способных глубоко связы-

вать вредные примеси в стали с последующим их удалением, от ЩЗМ заключается в их способности растворяться в жидкой стали или превращаться в газообразные компоненты с различной величиной упругости пара (парциального давления). Например упругость пара при 1600 °С составляет для Се, Са и Mg соответственно 0,23; 182 и 1782 кПа, а растворимость Са в жидком железе высокой чистоты при 1600 °С и давлении 100 кПа составляет всего 0,0165 %. РЗМ же например Се, La полностью растворяются в жидкой стали, и ограниченно в твердой – 0,1% при комнатной температуре. Избыток Се не связанного с О и S может выделяться по границам зерен вплоть до образования эвтектики. Кроме того Се способен образовывать с Fe химические соединения – CeFe_5 и CeFe_2 снижает его активность в жидкой стали и реакционную способность. Замена РЗМ на сплавы Са (SiCa, FeCa, AlCa и др.) ковшевой обработке позволила не только повысить чистоту стали по НВ, но и устранить проблемы с разливкой раскисленных Al низкоуглеродистых сталей на МНЛЗ (закупорка разливочных стаканов), за счет перевода высокотемпературных включений глинозема (Al_2O_3) в жидкие алюминаты Са.

При этом при вводе Са в жидкий металл ковша протекает реакция:



Усиление глубины раскисления стали алюминием при вводе Са объясняется снижением активности глинозема вследствие превращения глиноземных включений в алюминаты кальция. При этом высокая сопротивляемость водородному растрескиванию высокопрочных низколегированных сталей обеспечивается не только за счет снижения концентраций кислорода и серы в металле, но и образованию комплексных включений Ca(Mn)S на поверхности включений $\text{CaOx} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$, а не MnS во время охлаждения и затвердевания стали. Такой способ управления составом и морфологией сульфидных и оксидных включений существенно улучшает многие металлургические и служебные свойства металлопродукции.

При наличии в стали алюминатных включений кальция и отношении в стали $\text{Ca/S} = 1,1 - 1,25$ содержание кислорода может быть снижено до $< 10-12$ ppm, и такую сталь можно считать чистой или даже сверхчистой. Практикой доказано, что широкое применение технологии обработки стали Са – содержащими мате-

риалами позволяет в последние 2-3 десятилетия говорить о значительном качественном скачке сталеплавильного производства и укреплении его достойного места в конкурентной борьбе с альтернативными процессами и материалами.

УДК 669.715:693.5:621.743

Щерецкий В.А., Щерецкий А.А., Затуловский А.С.

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, г. Киев

АЛЮМОМАТРИЧНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ТРИБОТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ, УПРОЧНЕННЫЕ НАНОРАЗМЕРНЫМИ ЧАСТИЦАМИ

Канонические методы физического материаловедения, такие как легирование, модифицирование, термическая и термомеханическая обработка, практически исчерпали свои возможности повышения работоспособности металлических материалов, предназначенных для эксплуатации в тяжелонагруженных ответственных узлах трения современной техники. Поэтому в последнее время все более возрастает интерес к композиционным материалам различного типа и назначения.

Данная работа направлена на создание промышленных технологий получения алюмоматричных КМ армированных дискретными частицами, а также изучение и оптимизацию комплекса их свойства [1]. В мире до сих пор не существует эффективных литейных технологий ввода ультрадисперсных и наноразмерных экзогенных частиц в металлическую матрицу. Наноразмерные частицы при взаимном контакте активно агломерируются, поэтому их введение в металлические расплавы и обеспечение при этом равномерного распределения и недопущения взаимодействия важная технологическая задача. [2].

Для ввода экзогенных частиц использовали оригинальную технологию основанную на методе вакуумно-компрессионной пропитки порошковой смеси в литейной форме, объединяющая преимущества литейных и порошковых подходов. Основная идея разработанной технологии заключается в пропитке металлическим расплавом формы содержащей порошковую смесь, в состав которой входит порошок базового сплава и упрочняющие частицы. Для введения ультрадисперсных и наноразмерных частиц их механически или химико-термическим методом наносят на порошок базового сплава Наноразмерные