



ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ

Жук Г. В. «Основные закономерности влияния теплофизических условий кристаллизации металла при электронно-лучевой плавке на структуру и свойства слитков». Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.16.07 «Металлургия высокочистых металлов и специальных сплавов». Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины, Киев, 2003 г. Дата защиты 25 февраля 2004 г.

Диссертация посвящена определению теплофизических закономерностей формирования структуры слитка при электронно-лучевой плавке с промежуточной емкостью (ЭЛПЕ) в условиях высоких скоростей охлаждения при кристаллизации расплава и разработке на этой основе оптимизированных режимов выплавки слитков.

Установлены закономерности формирования кристаллической структуры слитков титановых и никелевых сплавов при ЭЛПЕ с учетом скоростей охлаждения и кристаллизации расплава в кристаллизаторе, градиента температуры на фронте затвердевания.

Методами математического моделирования определены зависимости теплофизических условий затвердевания металла слитков титановых сплавов в кристаллизаторе от технологических параметров ЭЛПЕ: производительности процесса, частоты технологического цикла, мощности и распределения электронно-лучевого нагрева. Установлено, что снижение мощности электронно-лучевого нагрева и смещение его максимума на периферию слитка позволяет повысить скорость охлаждения расплава более чем в 10 раз, скорость кристаллизации — в 30 раз. Определены технологические режимы ЭЛПЕ титановых сплавов с удельной мощностью нагрева металла в кристаллизаторе $(1,5...2) \cdot 10^9$ Вт/м², обеспечивающие твердожидкое состояние поверхности слитка в кристаллизаторе и максимальные скорости охлаждения расплава.

Экспериментально установлено, что рассчитанные технологические условия позволяют получать в слитках титанового сплава Ti-6Al-4V как круглого, так и прямоугольного сечений равноосную структуру по всему сечению слитка при гомогенном распределении легирующих элементов, структурных и фазовых составляющих. Установлено также, что гомогенная структура в слитках-слябах титанового сплава обеспечивает высокий уровень и изотропность механических свойств.

Определены пути дальнейшего повышения скорости охлаждения металла в процессе ЭЛПЕ — кристаллизация расплава в микрообъемах. Предложен новый метод диспергирования расплава из промежуточной емкости (ЭЛДРЕ) с помощью вращающегося с частотой до 2500 об./мин барабана-диспергатора. Разработана математическая модель формирования слитка из диспергированного расплава с использованием принудительного охлаждения слитка. Установлено, что в процессе ЭЛДРЕ достигаются скорости охлаждения расплава при кристаллизации до 10^5 К/с. Высокие скорости охлаждения, характерные для ЭЛДРЕ, позволяют получать слитки жаропрочных сплавов с ультрамелкой структурой, волокнистые композиционные материалы с минимальной толщиной прослойки на границе волокно-матрица, соединять слитки титановых сплавов без плавления кромок.

Проведенные исследования структурообразования слитков в широком диапазоне скоростей охлаждения расплава при электронно-лучевых процессах с применением промежуточной емкости позволили оптимизировать технологические параметры плавки. Разработана и принята в производство технология выплавки методом ЭЛПЕ слитков-слябов титанового сплава Ti-6Al-4V с равноосной структурой и изотропными механическими свойствами. Структура является оптимальной для последующей прокатки слябов и получения листа.



Рябцев А. Д. «Электрошлаковый переплав металлов и сплавов под флюсами с активными добавками в печах камерного типа». Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.16.07 «Металлургия высокочистых металлов и специальных сплавов». — Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины, Киев, 2004 г. Дата защиты 17 марта 2004 г. Работа выполнена в Донецком национальном техническом университете.

Диссертация посвящена разработке теоретических основ камерного электрошлакового переплава (КЭШП), исследованию его основных закономерностей, созданию и реализации технологий получения товарных слитков из различных металлов и сплавов.

В работе исследованы физико-химические, электрические и тепловые особенности КЭШП под флюсами системы СаF₂-Са. Установлено, что присадки во флюс металлического кальция приводят к переходу ЭШП в неустойчивую дуговую область с уровнем коэффициента гармоник в пределах 25...30%. Получены данные об электропроводности флюсов системы СаF₂-Са в условиях КЭШП ($19...23 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ при температурах процесса от 1920 до 2170 К и содержаниях кальция 3...15% мас). Для условий КЭШП определены оптимальные с точки зрения технологичности и глубины рафинирования металла содержания металлического кальция в шлаках системы СаF₂-Са, которые зависят от температуры процесса и находятся в пределах от 2...6% мас. Показаны возможности рафинирования, модифицирования и микролегирования металлическим кальцием сталей различного класса при КЭШП под флюсом системы СаF₂-Са.

Теоретически обоснованы и экспериментально подтверждены механизмы удаления включений нитрида титана из титана и титановых сплавов при КЭШП. Разработана технология рафинирования титана и его сплавов от нитридных включений, обеспечивающая разрушение включений со скоростью 0,7...1,1 мм/с. По данной технологии выплавлена партия слитков из титанового сплава BT6-4 для фирмы «Дженерал Электрик» (США). Результаты испытаний металла подтвердили высокую эффективность технологии, что позволило фирме «Дженерал Электрик» рекомендовать ее для промышленного опробования на ряде предприятий США и Западной Европы.

Показана возможность легирования стали и титана азотом из газовой фазы при электрошлаковом переплаве в камерной печи в атмосфере азота при давлении 101 кПа под кальцийсодержащим шлаком.

Рассмотрены перспективные направления использования разработанной технологии для производства слитков γ -алюминиды титана и сплавов системы железо-неодим-бор.

Предложены конструкторские решения по переоборудованию без больших капиталовложений действующих установок ЭШП в камерные электрошлаковые печи, надежно обеспечивающие контролируемую печную атмосферу. Впервые в бывшем СССР в НПО «Тулачермет» создан промышленный участок камерных печей ЭШП.

Новый технологический процесс получения металлов и сплавов на базе камерного электрошлакового переплава и применения активных металлосодержащих флюсов стал основой инновационного проекта, включенного в «Программу научно-технического развития Донецкой области на период до 2020 года», утвержденную Указом Президента Украины № 341 от 25.05.2001 года.

