

УДК-669-412

А.И. Деревянко, А.А. Кавац

ВЛИЯНИЕ ВИБРОВОЗДЕЙСТВИЙ НА СТРУКТУРУ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СПЛАВОВ

Введение. Определение влияния вибровоздействий на изменение скорости ступтурообразования, является важной задачей металлургии. В последнее время в связи с развитием компьютерных технологий появились возможности решения этой задачи.

Постановка и решение задачи. Работа посвящена исследованию влияния виброобработки на макроструктуру слитков. Для оценки эффективности вибровоздействия на макро- и микроструктуру литого металла был выполнен комплекс металлографических исследований. Исследования показали, что для всех слитков характерна общая физическая однородность.

Экспериментальные данные является подтверждением адекватности системы моделирующей процесс затвердевания слитка.

Все опытные слитки отличаются хорошо выраженной зональностью макроструктуры. При этом под головной поверхностью всех без исключения слитков отчетливо наблюдается зона крупных зерен размером от 6 до 30 мм. Ширина этой зоны для разных слитков колеблется от 9 до 13 мм.

С повышением частоты виброобработки в опытных слитках более явно проявляется зона укрупненных различно ориентированных кристаллов, которая располагается в верхней части над зоной транскристаллизации.

Образование зоны укрупненных различно ориентированных кристаллов обычно происходит в условиях объемной кристаллизации. Слитки, виброобработанные низкой частотой (13 Гц), практически не отличаются своей макроструктурой от образца. Однако с повышением частоты виброобработки до 58 Гц у слитков обнаруживается обширная зона укрупненных различно ориентированных кристаллов, имеющая явно выраженную горизонтальную границу. При дальнейшем увеличении частоты вибровоздействия до 108 и 123 Гц зона укрупненных различно ориентированных кристаллов постепенно приобретает чашеобразную форму. В слитках, обработанных

колебаниями частотой 108 Гц, размеры этой зоны несколько различаются в зависимости от направления колебаний. Однако в слитках обработанных колебаниями с частотой 123 Гц данная зона имеет приблизительно одинаковые размеры и форму независимо от направления колебаний.

Поэтому, достаточно эффективно воздействовать на формирование макроструктуры горизонтального слитка и разрушать развитую зону транскристаллизации в центральной области слитка, что в свою очередь позволяет наблюдать за изменением скорости структурообразования. При этом наибольший эффект виброобработки, с точки зрения влияния на макроструктуру металла, наблюдался в диапазоне частот 78-123 Гц и колебаниях, приложенных в горизонтальной плоскости. Связано это, с тем, что данный уровень частот виброколебаний в горизонтальной плоскости обеспечивает величину силы, воздействующей на единицу массы кристаллизующегося металла, достаточную для разрушения дендритов.

Также установлено влияние виброобработки на дендритную структуру металла. Усредненная максимальная длина дендритов во всех слитках, подвергнутых виброобработке с частотами до 108 Гц, уменьшается примерно в 2 раза в сравнении с аналогичным показателем для сравнительного слитка. Однако в слитке, обработанном горизонтальными колебаниями с частотой 123 Гц, достигнуто более чем 6-ти кратное измельчение средних размеров дендритов. В то же время, виброобработка вертикальными колебаниями с этой частотой измельчает средний размер дендритов лишь в 2,6 раза, что практически соответствует результатам, полученным для других слитков.

Таким образом, наилучший результат с точки зрения измельчения дендритов (примерно в 6 раз) получен при обработке металла горизонтальными колебаниями с частотой 123 Гц. В остальных случаях достигало двукратное уменьшение средних размеров дендритов вне зависимости от частоты и направления колебаний.

Исследования влияние виброобработки на плотность литого металла показали, что плотность металла сравнительного слитка меньше плотности металла каждого из опытных виброобработанных

слитков и составляет 7865 кг/м^3 . Наибольшей плотности достигает металл слитков ($\rho = 7936 \text{ кг/м}^3$, горизонтальные колебания с частотой 58 Гц) и ($\rho = 7949 \text{ кг/м}^3$, горизонтальные колебания с частотой 78 Гц).

Для оценки влияния виброобработки рассмотрен прирост плотности металла ($\Delta\rho_i$), равный разности плотностей металла виброобработанного (ρ_i) и эталонного ($\rho_{\text{контр}}$) слитков:

$$\Delta\rho_i = \rho_i - \rho_{\text{контр}}.$$

Изменение величины прироста плотности литого металла $\Delta\rho_i$, в зависимости от частоты виброобработки графически представлено на рис.1.

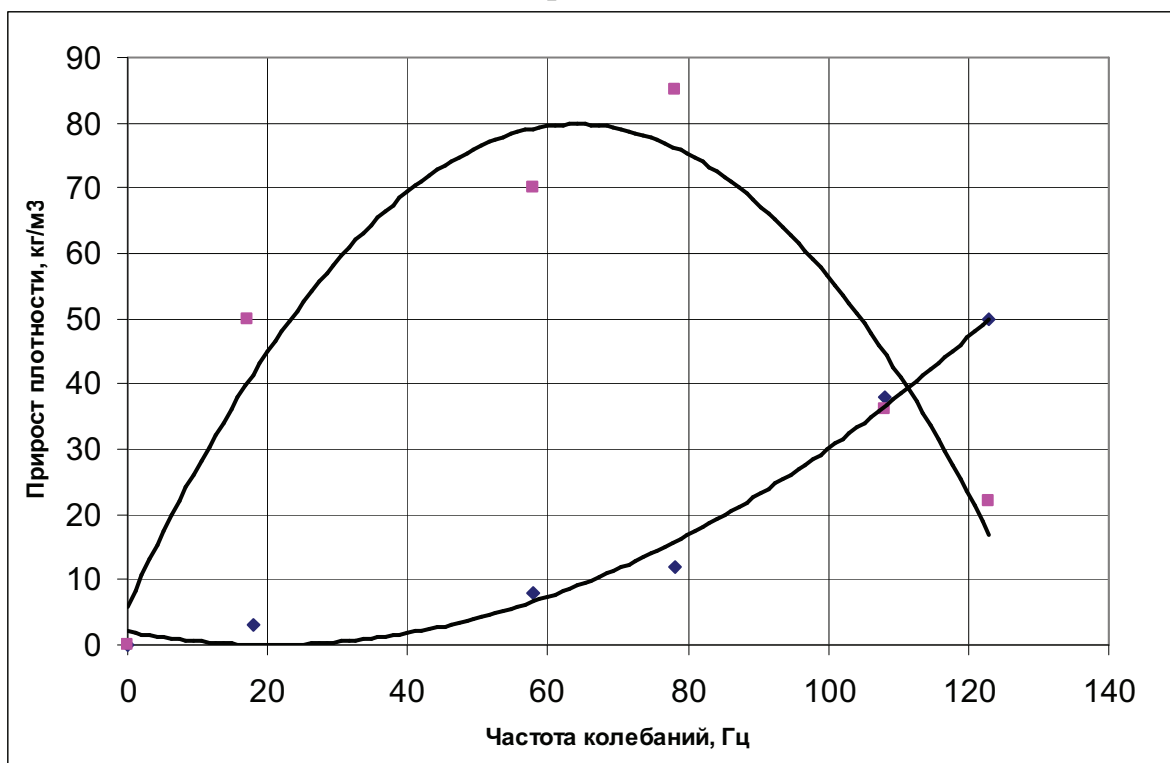


Рисунок 1 - Зависимость прироста плотности литого металла, подвергнутого виброобработке, от частоты колебаний

На рисунке 1 видно, что величина прироста плотности существенно зависит от характера колебаний: горизонтальных или вертикальных.

При обработке металла виброколебаниями в горизонтальной плоскости плотность литого металла увеличивается с увеличением частоты колебаний до максимального значения, а затем снижается. Максимальный прирост плотности (84 кг/м^3) получен при

виброобработке горизонтальными колебаниями частотой 78 Гц. При этом по абсолютной величине плотность металла возросла на 1,14% в сравнении с металлом контрольного слитка. Колебания частотой 58 Гц дают близкий результат. При использовании горизонтальных колебаний большей или меньшей частоты прирост плотности значительно меньший. Следовательно, при виброобработке горизонтальными колебаниями существуют диапазон «оптимальных частот», при обработке которыми достигается наибольшая плотность литого металла. Для исследуемой системы он близок 80 Гц. В тоже время следует отметить, что зависимость изменения твердости литого металла опытных слитков (косвенная характеристика степени измельчения грубой дендритной структуры) от частоты приложенных колебаний (рис. 1) имеет монотонно убывающий характер без максимума.

При виброобработке колебаниями в вертикальной плоскости частотная зависимость прироста плотности литого металла имеет вид кривой с возрастающей крутизной. Сам же прирост незначителен. И лишь при частотах 108 и 123 Гц прирост плотности соизмерим с результатами, полученными при обработке металла горизонтальными колебаниями. При частоте 108 Гц эти показатели практически одинаковы для колебаний вертикальной и горизонтальной плоскостях. При частоте 123 Гц плотность литого металла, обработанного колебаниями в вертикальной плоскости, больше плотности металла опытного слитка, обработанного виброколебаниями в горизонтальной плоскости, на 27 кг/м^3 .

Таким образом, виброобработка затвердевающего расплава обеспечивает увеличение плотности литого металла. Характер этой зависимости различен для вертикальных и горизонтальных колебаний. Наибольший прирост плотности получен при виброобработке колебаниями в горизонтальной плоскости частотами 58 Гц и 78 Гц.

Выводы

В работе рассмотрен эксперимент по оценке влияния вибровоздействий на структуру металлических сплавов. Показано, что виброобработка затвердевающего металлического расплава изменяет его макроструктуру.

ЛИТЕРАТУРА

1. Самойлович Ю.А. – Формирование слитка. – М.:«Металлургия», 1977
2. Самойлович Ю.А. – Системный анализ кристаллизации слитка. – Киев: «Наукова думка», 1983
3. Гельцберг Г Колебательные и вращательные спектры многоатомных молекул. – М.: Издательство иностранной литературы, 1949
4. Волькенштейн М.В. – Колебание молекул. – М. : Государственное издательство технико – теоретической литературы, 1949
5. Мун Ф. – Хаотические колебания. – М.:«Мир», 1990
6. Чалмерс Б. – Теория затвердевания. – М.:«Мир», 1958

Получено 24.03.2008 г.