

Ю.В. Котова, Р.Н. Котов, Ю. Баст

Технический университет «Горная академия Фрайберга»

ВНЕДРЕНИЕ И АНАЛИЗ ВИБРАЦИИ ПРИ НЕПРЕРЫВНОМ ЛИТЬЕ ЗАГОТОВОК ИЗ ДРАГОЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ

По результатам представленной работы установлено, что при воздействии на металл при помощи электрического вибратора отмечается некорректный способ внедрения, так что вибрация воздействовала не только на расплавленный металл, но и на уже готовое изделие. Однако экономический анализ установил, что электрические вибраторы обладают более низкой стоимостью, чем пневматические и вырабатывают круговую вибрацию. Авторами принято решение для следующих исследований разработать схему крепления одного или двух электрических вибраторов в зоне затвердевания металла.

Непрерывное литье металлов и сплавов – это процесс получения слитков и заготовок, основанный на равномерном перемещении металла относительно зон заливки и кристаллизации. Непрерывное литье теоретически позволяет получать отливки сколь угодно большой длины. Практически длина отливок определяется возможностями литейного производства, требованиями обрабатывающих цехов и организационно-экономическими соображениями. При использовании непрерывного литья в ювелирной промышленности возникает необходимость улучшения качества получаемых отливок с целью избежания их дополнительной механической обработки и, тем самым, снижения затрат на получение конечного продукта.

Известно, что мелкозернистая структура металла обладает улучшенными механическими свойствами, такими как повышенная прочность и эластичность, поэтому в промышленности используются различные методы направленного получения мелкозернистой структуры отливок. Одним из таких методов является вибрационная подготовка расплавленного металла в зоне его кристаллизации [1, 2].

В ювелирной промышленности для непрерывного литья драгоценных металлов используются малогабаритные специальные установки. Установка VCC 400 (рис. 1) – самая малая из серии установок непрерывного литья фирмы Indutherm, эта установка применяется для производства таких заготовок, как прутки, труба, лента, а также для производства гранулята. Именно эта установка была использована для внедрения и анализа вибрации при литье заготовок из меди, серебра и бронзы.

Индуктор, графитовые тигель и кокиль, а также другие конструктивные элементы находятся в герметичном вакуумном блоке, который закреплен на корпусе. С нижней стороны этого блока находится съемный вакуумный блок

с кристаллизатором внутри. Под охлаждающим боком расположен блок с тянущими валиками.

Для проведения вибрационной обработки с помощью установки VCC 400 необходимым условием было добиться минимальных изменений в конструкции, максимально избежать вибрации всей установки и минимизировать затраты.



Рис. 1. Установка VCC 400

Было предложено и реализовано два варианта: в первом случае применение пневматического и во втором – электрического вибраторов. Выбранные пневматические вибраторы создают линейную вибрацию, имеют высокий диапазон частот, регулируются с помощью сжатого воздуха и не нуждаются в смазке. Для целенаправленного вибрирования металла в зоне затвердевания было решено установить два пневматических вибратора на нижнюю поверх-

ность вакуумного блока с кристаллизатором. Для реализации свободного перемещения этого блока металлическую плату между основным и охлаждаемым блоком заменили на резиновую, также были вставлены упругие элементы в крепления корпуса.

После удачного тестирования полученной конструкции были проведены эксперименты для анализа влияния вибрации на качество различных металлов. При проведении экспериментов были вытянуты на установке прутки диаметром 5 мм из серебра, меди и бронзы и сделаны пробы без воздействия вибрации и при давлении 3; 3,5; 4 и 4,5 бар. Для всех проб была исследована первичная структура металла и проведен металлографический анализ. Результаты анализа показали (рис. 2), что при вибрировании бронзового прутка уменьшается количество зерен в первичной структуре металла, но при давлении воздуха на вибраторах 4,5 бар количество зерен увеличивается. С увеличением интенсивности вибрации при вытяжке прутков из меди и серебра увеличивалось количество зерен, тем самым улучшались их механические свойства, также наблюдалось улучшение качества их поверхности. Отсюда следует, что различные металлы по-разному реагируют на воздействие вибрации. Оптимальное ускорение вибрации должно быть подобрано для каждого металла в отдельности.

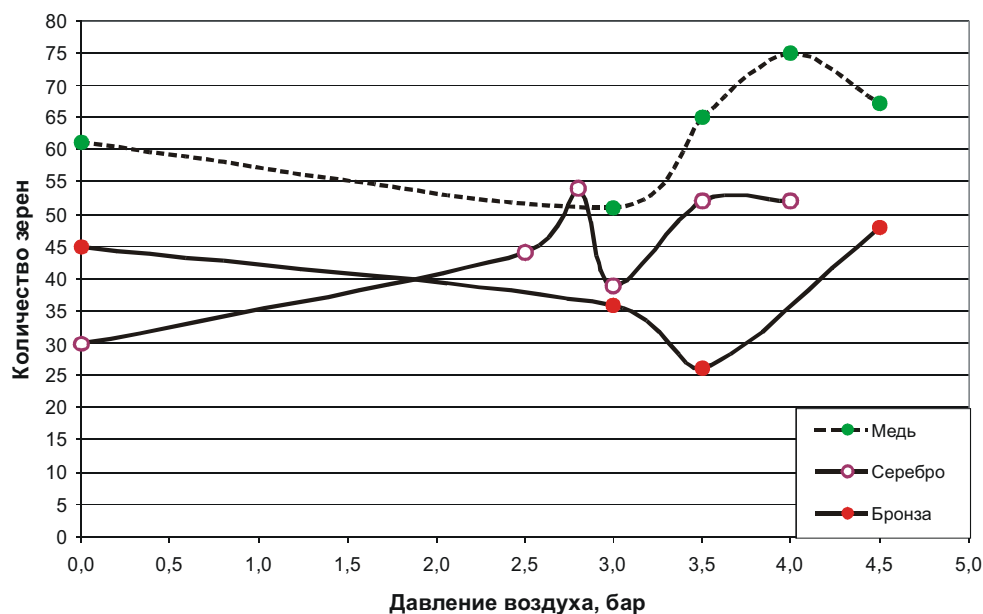


Рис. 2. Анализ первичной структуры в сечении прутка. Пневматические вибраторы

В качестве второго способа вибрационной обработки металла при непрерывном литье было предложено использование электрического вибратора

с круговыми колебаниями. Такой вибратор было предложено закрепить на подвешенной к нижней поверхности блока с валиками пластинке так, чтобы вибрация передавалась через вытягиваемый пруток в расплавленный металл (рис. 3).

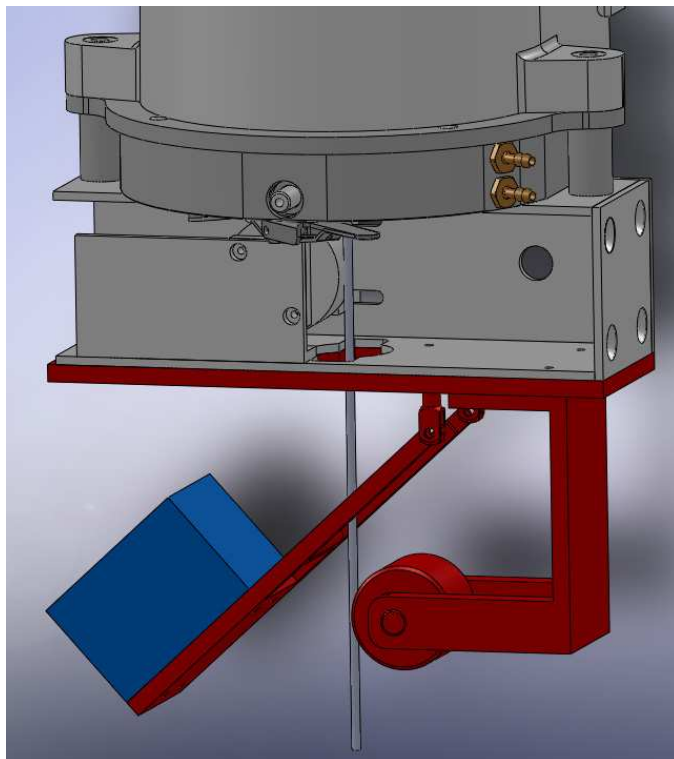


Рис. 3. Схема установки электрического вибратора

После реализации этой идеи были проведены эксперименты, в которых варьировали напряжение вибраторов от 0 до 240 В. Проведенные металлографические исследования новых полученных проб показали (рис. 4), что такой способ вибрационной обработки металла оказывает также негативное влияние на бронзу: при увеличении напряжения на вибраторах уменьшалось количество зерен первичной структуры металла. Для меди не было выявлено какой-либо тенденции при изменении напряжения на вибраторах, а при исследовании серебрянных проб была выявлена более мелкозернистая структура металла при возрастании напряжения. Также были отмечены нечеткие очертания зерен при таком способе обработки, что указывает на воздействие вибрации на уже затвердевшее изделие.

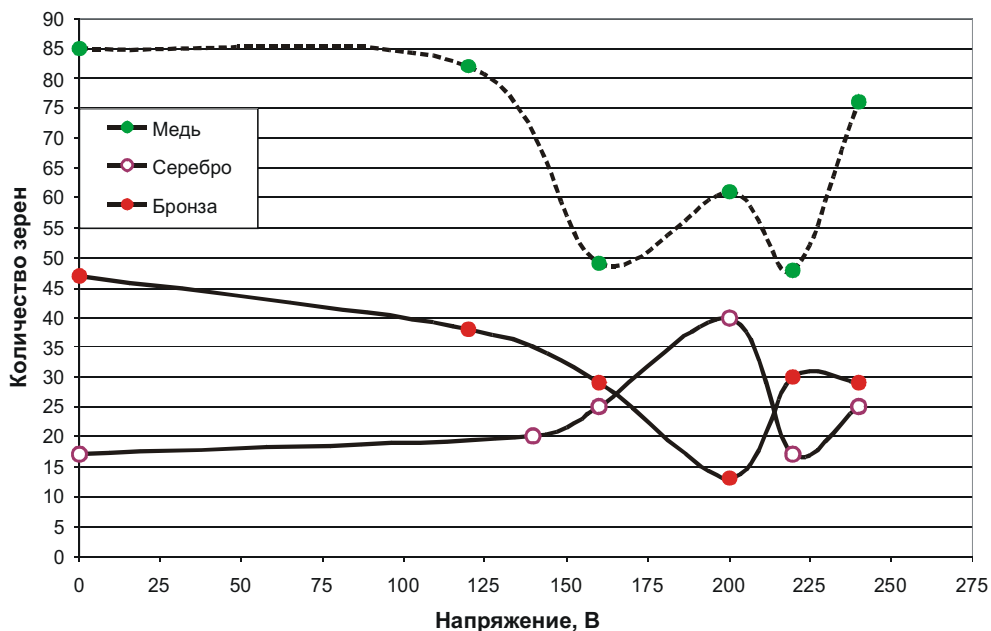


Рис. 4. Анализ первичной структуры в сечении прутка. Электрические вибраторы

Итак, при использовании пневматических вибраторов в установке непрерывного литья было зафиксировано прямое воздействие вибрации в зоне затвердевания, что привело к измельчению структуры серебра и меди, а также к улучшению поверхности вытянутых прутков. В качестве недостатка этого способа было установлено вибрирование металла только в одном направлении. При воздействии на металлы при помощи электрического вибратора был отмечен некорректный способ использования: вибрация воздействовала не только на расплавленный металл, но и на уже готовое изделие. В то же время электрические вибраторы обладают более низкой стоимостью, чем пневматические, и вырабатывают круговую вибрацию. Поэтому было решено для следующих исследований разработать схему крепления одного или двух электрических вибраторов в зоне затвердевания металла.

Список литературы

1. Dommaschk C. Dissertation: Beitrag zur Gefügebeeinflussung erstarrender Metallschmelzen durch Vibration; TU Bergakademie Freiberg; 2003.
2. Buxmann K. Auswirkung von Schock, Vibration und Strömung auf die Erstarrung von Metallen; Zeitschrift Metallkunde 63; (1972)9; S. 516–521.

Получено 1.07.2010