

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ИНДЕКС ПЛОТНОСТИ СПЛАВА АК12

Антонов М.М.,

научный руководитель канд. техн. наук Орелкина Т.А.

Сибирский федеральный университет

Плавление и литье алюминиевых сплавов сопровождается взаимодействием металла с футеровкой печи, влагой, газами атмосферы и составляющими шихты. Поэтому в отливках алюминиевых сплавов присутствует в атомарном и молекулярном состоянии водород, кислород, и их соединения; закись и окись углерода, азот, углеводороды, что и оказывает отрицательное влияние на качество литых изделий. Основную опасность в алюминиевых сплавах представляет водород, растворимый в жидком алюминии. Водород с алюминием химических соединений практически не образует, он находится в металле в виде пор, заполненных молекулярным водородом. Если газовые пузырьки в процессе кристаллизации не успевают подняться на поверхность, то они остаются в расплаве, образуя в отливках газовую пористость – дефекта в виде мелких пор, образовавшихся при его затвердении. Вследствие сильного газообразования плотность металла уменьшается, что приводит к микропористости и вызывает существенное понижение механических свойств отливок и плохой поверхности вследствие механической обработки или полировки деталей. Поэтому, при производстве отливок необходим контроль содержания водорода в сплавах, он производится несколькими методами: косвенным (проба металла на газонасыщенность; отношение плотностей верхней и нижней частей пробы; по плотности проб при разряженном и атмосферном давлении; способ Дарделла – Гудченко); прямым (TELEGAS, ALSCAN, CHAPEL); аналитическим (метод вакуум-нагрева). Пробы при разряженном и атмосферном давлении оцениваются по индексу плотности: $D = [(\rho_1 - \rho_2) / \rho_1] \cdot 100\%$, где ρ_1 - плотность образца закристаллизованного при атмосферном давлении; ρ_2 - плотность образца закристаллизованного в вакуумной камере.

Целью данного исследования было определение индекса плотности сплава АК12 до и после рафинирования, а так же установление зависимостей индекса плотности от технологических параметров и содержания химических элементов в плавке. В работе ставилась задача нахождения связей между механическими свойствами отливок из сплава АК12 и индексом плотности.

Индекс плотности, по существующей методике, определяли в работе по измерениям плотности образцов, отобранных из одного ковша. Образцы были взяты до рафинирования и после рафинирования с учетом изменения технологических параметров исследования. Проба для анализа составляла 100-200 г расплава АК12. Затвердевание первой пробы происходило при разряженном давлении в условиях его уменьшения, затвердевание второй пробы - при атмосферном давлении. После того как пробы закристаллизовались, они охлаждались в воде. Далее измеряли плотность каждой пробы методом Архимеда с использованием специальных аналитических весов. В первой пробе плотность, из-за выделения молекулярного водорода при низком давлении, ниже пробы, затвердевшей при атмосферном давлении. По результатам плотности двух проб производили расчет индекса плотности в процентах. После рафинирования значения индекса плотности проб должны изменяться от 1 до 4 %.

Процесс рафинирования при изготовлении отливок производят для очистки расплава от неметаллических включений, оксидов и водорода за счет продувки расплава аргоном, и введения флюсов.

Температура рафинирования в работе изменялась от 730 до 780 °С, также регулировался расход и давление аргона. Проведенные мероприятия по очистке расплава позволили снизить индекс плотности почти на 90% относительно нерафинированного расплава. Расплав перед разливкой в литейные машины не превышал заданного уровня индекса плотности.

Результаты измерений индекса плотности были обработаны для построения зависимости индекса плотности от технологических параметров. Проведен корреляционный анализ и получена зависимость индекса плотности от температуры рафинирования, которая приведена на рисунке. За 100% принят заданный уровень индекса плотности при производстве отливок из сплава АК12.

Экспериментальные точки, полученные расчетным путем, показывают практически линейную зависимость индекса плотности от температуры рафинирования. Из графика следует, что рост индекса плотности сплава наблюдается с увеличением температуры рафинирования расплава, так как при высоких температурах происходит более интенсивное поглощение газов из окружающей среды, что подтверждается литературными данными.

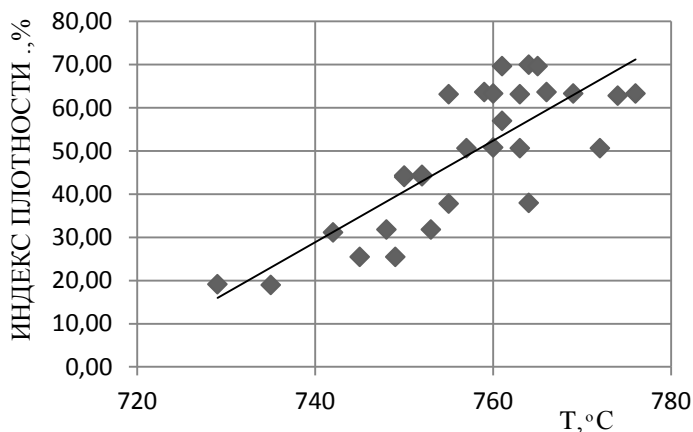


Рисунок. Зависимости индекса плотности от температуры рафинирования

Поэтому при рафинировании силиуминов необходим жесткий контроль за атмосферой и влажностью окружающей среды. При дегазации на индекс плотности проб сплава АК12 также незначительное влияние оказывает давление рафинирующего газа. На индекс плотности влияет и химический состав плавок, главным образом содержание кремния и стронция. По литературным данным кремний уменьшает

растворимость водорода в сплаве, что также может сказаться на индексе плотности.

В литейных сплавах на уровень механических характеристик отрицательное влияние оказывает микропористость, которая зависит от содержания водорода. Анализ механических свойств разных зон отливок из сплава АК12 показал незначительную тенденцию к уменьшению прочностных и пластических характеристик с увеличением индекса плотности. Это объясняется тем, что микропористость может формироваться в определенных местах отливки, в данном случае более сложных зонах колеса. Пористость образуется неравномерно по всему сечению отливки, в отдельных частях колеса, например в области зоны прилегания спицы к ободу.

Выводы. В работе установлена зависимость индекса плотности от температуры рафинирования. Качество расплава определяет в конечном итоге качество отливок, поэтому необходимо продолжение исследования по влиянию дополнительных технологических факторов (условия рафинирования, состояние атмосферы при изготовлении расплава и т.д.) на индекс плотности. Важно установить связь индекса плотности с пористостью в разных сечениях отливки, герметичностью и жидкотекучестью.