

669.2.8:532.546

## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ С ГАЗАМИ ПРИ ЛИТЬЕ

Атлиев Селим Арсланович, студент гр. 23201. 2 курс

Дементьев Артем Игоревич, студент, гр. 23301 3 курс

Научный руководитель: Савин И.А. канд. техн. наук, доцент

Казанский национальный исследовательский технический университет им.

А.Н. Туполева–КАИ,

г. Набережные Челны

В статье рассматриваются теоретические основы при взаимодействии расплава с атмосферой. Указаны основные механизмы возникновения газов в отливках. Обозначено, что в большинстве случаев растворенными газами являются азот, кислород и водород, а также химические соединения с их содержанием. Приведены химические уравнения возникновения газов в расплаве.

Ключевые слова: литье, расплав, газ, газовые поры.

Процесс литья является одним из наиболее распространенных способов получения заготовок в машиностроении. Он обладает рядом значительных преимуществ, таких как: малая себестоимость, возможность получения сложных фасонных конфигураций наружной поверхности [1]. Наряду с преимуществами есть и недостатки, которые делают процесс литья сложным производственным процессом. Самым большим недостатком процесса литья является наличие газовых пор, которые значительно ограничивают область применения отливок. Поэтому требуется изучения процесса взаимодействия расплавов с различными газами.

Растворенные газы практически всегда присутствуют в составе твердых и жидких сплавов. Взаимодействие расплава с атмосферой, а также с футеровкой печи приводит к растворению основной массы газов. При нагреве в печи происходит поглощение молекул газов поверхностью расплава. Температура расплава, его свойства, состав, а также давление газовой фазы на поверхность расплава являются основными факторами, которые влияют на количество поглощенного газа. При этом, инертные газы не поглощаются расплавами, что подтверждено на практике [2]. Проникновение газов в расплав как в жидком, так и твердом состояниях происходит в атомарном состоянии, что соответствует процессу диффузии.

Повышение температура расплава приводит к ускорению растворимости газов. При этом, в случае охлаждения расплава с содержанием газов в нем, логичным представляется то, что газы начнут выделяться из металла. В момент перехода из жидкого состояния расплава в твердое, то есть при затвердевании происходит наиболее резкое снижение растворимости газов.

В большинстве случаев растворенными газами являются азот, кислород и водород, а также химические соединения с их содержанием. Азот и водород встречаются в виде самостоятельных элементов. Кислород встречается в химическом соединении, чаще всего в виде оксидов.

Растворимость водорода в сплавах резко увеличивается при достижении температуры плавления и продолжает расти с дальнейшим нагревом расплава. В процессе охлаждения отливки в форме из-за снижения растворимости водород начинает выделяться: незначительная часть успевает уйти в атмосферу, однако основная масса остается в металле вследствие быстрой кристаллизации и резкого падения растворимости при переходе в твердое состояние [2]. Это приводит к образованию газовых пор. Таким образом, интенсивность пористости напрямую зависит от величины скачка растворимости водорода при фазовом переходе.

Источники водорода при плавке включают: влагу в печной атмосфере, сырьевые материалы (шихта, флюсы), футеровку печей и литейных ковшей [3].

Для алюминиевых сплавов ключевым механизмом является реакция:

$$2\text{Al} + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{H}$$

Атомарный водород, образующийся в ходе реакции, растворяется в расплаве. Подобные процессы типичны и для других цветных металлов. Разложение воды может происходить не только при контакте с расплавом, но и в результате реакций с газовой средой [4]. Например, в условиях восстановительной среды печи может протекать химическая реакция между водяным паром и оксидом углерода:  $\text{H}_2\text{O} + \text{CO} \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}$ .

Полученный в результате атомарный водород активно растворяется в расплаве. Это объясняет, почему при плавке цветных сплавов рекомендуется избегать создания восстановительных условий в рабочем пространстве печи. Присутствие различных примесей и легирующих компонентов может как повышать, так и уменьшать способность сплава поглощать водород [5].

Из этого следует важное технологическое правило: необходимо полностью исключить контакт металла с влагой на всех стадиях - от подготовки шихты до заливки в формы. Особое внимание следует уделять качеству исходных материалов, так как они могут содержать значительное количество растворенного водорода.

Взаимодействие с кислородом и процессы очистки. Большинство цветных сплавов интенсивно реагируют с кислородом воздуха, образуя оксидные соединения. Процесс окисления происходит непрерывно на всех этапах: при нагреве и плавлении шихты, во время выдержки расплава, при транспортировке и разливке. Основная реакция окисления:  $2\text{Me} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MeO}$ . Образующиеся оксиды классифицируют по их свойствам: растворимые в основном металле (например,  $\text{Cu}_2\text{O}$  в меди,  $\text{NiO}$  в никеле), нерастворимые в сплаве. Растворимые оксиды при кристаллизации часто образуют легкоплавкие фазы по границам зерен, ухудшая механические свойства отливок [6]. Их удаление путем введения специальных добавок называют раскислением.

Нерастворимые оксиды остаются в металле в виде включений, снижая качество отливок. Для их удаления применяют рафинирование - например, продувку нейтральными газами. Этот процесс одновременно способствует удалению растворенного водорода (дегазации).

Таким образом, вопрос возникновения газов в расплавах цветных металлов является сложным вопросом, требующим детального исследования

#### Список литературы:

1. Балабанова, О. Н. Направления и результаты цифровизации в России / О. Н. Балабанова, И. П. Балабанов // Экономика и предпринимательство. – 2019. – № 3(104). – С. 60-63. – EDN AJDGCR.
2. Гаварииев, Р.В. Исследование поверхности отливок из сплавов цветных металлов при литье в металлические формы / Р.В.Гаварииев, Д.Л. Панкратов // Заготовительные производства в машиностроении. 2018. Т. 16. № 8. С. 339-343.
3. Gavarieva, K.N. Application of multi-agent system for control of parameters of precision stamping process of bevel gears / Gavarieva K.N., Simonova L.A., Pankratov D.L., Shibakov V.G., Gavariev R.V. // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. С. 012020.
4. Гаварииев, Р.В. К вопросу литья сплавов цветных металлов в металлические формы // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. 2018. Т. 74. № 2. С. 56-60.
5. Shaparev, A. V. Application of the Polymeric Material RIMAMID for Production of Machine Parts / A. V. Shaparev, I. A. Savin, S. N. Ptichkin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Chelyabinsk, 22–24 сентября 2020 года. – Chelyabinsk, 2020. – Р. 012021. – DOI 10.1088/1757-899X/969/1/012021. – EDN XAYSPZ.
6. Gavariev, R. V. Choice of protective coating of metal molds for casting non-ferrous alloys / R. V. Gavariev, I. A. Savin, E. N. Soldatkina // Solid State Phenomena. – 2020. – Vol. 299. – Р. 867-871. – DOI 10.4028/www.scientific.net/SSP.299.867. – EDN KIYBPY.
7. Могилевец, В. Д. Практика применения метода стандартизованной работы / В. Д. Могилевец, И. А. Савин // Компетентность. – 2018. – № 1(152). – С. 38-44. – EDN YTNOVG.