



Роль модифицирования в формировании качества стальных отливок и слитков

Повышение надёжности, долговечности и иных эксплуатационных свойств деталей из стального литья для машин и оборудования **возможно при условии** успешного **удаления** из металла **вредных примесей** (кислорода, водорода, серы, фосфора, цветных металлов и т.п.) **и изменения морфологии** оставшихся **неметаллических включений** (НВ), минимизирующие их отрицательное влияние на качество металлопродукции.

Особенность стального литья, отличающая его от металла, подвергающегося деформации (прокату, штамповке или ковке), состоит в том, что все недостатки и особенности плавки и разливки чётко наследуются и отражаются на свойствах готовых литых деталей. Зависимость эксплуатационной надёжности литых деталей от технологии выплавки и разливки при прочих равных условиях более сильная, чем для металла, подвергающегося деформации.

Литая сталь отличается более сильной исходной повреждённостью в виде микропор, раковин и трещин. На границах первичных крупных зёрен могут образовываться межкристаллитные плёнки оксидов, сульфидов и нитридов, по которым, например, трещины распространяются легче, чем по основному металлу.

Литая сталь имеет более крупное первичное зерно и его измельчение представляет достаточно сложную задачу. Разнозернистость литой структуры также более выражена. Термическая обработка отливок по обычным режимам не устраняет в полной мере структурные особенности литого металла. Для снижения химической неоднородности целесообразно проведение высокотемпературной гомогенизации с последующей нормализацией. Однако проведение таких операций не всегда возможно. К крупным (более 0,5 т) литым деталям или в случае массового изготовления отливок сложно применить даже термическую операцию улучшения (закалка + отпуск) и их термообработку также ограничивают нормализацией.

При испытании литых сталей отмечается большой разброс характеристик разрушения. Так, при циклическом нагружении образцов литая сталь по сравнению с деформированной может иметь как более высокую, так и более низкую долговечность. Снижение долговечности может быть связано с увеличением скорости роста трещины.

В “большой металлургии”, производящей свою продукцию в крупнотоннажных сталеплавильных агрегатах, используется широкий арсенал средств, позволяющих улучшить качество металла уже выпущенного из сталеплавильного агрегата. Общее название этих средств – внепечная обработка стали. Методы обработки металла вне печи включают обработку металла шлаковыми смесями, его подогрев, продувку аргоном, вакуумирование, раскисление и модифицирование.

Сталелитейные предприятия, как правило, не имеют специального оборудования для внепечной обработки стали. В этих условиях единственным и, как показывает практика, весьма эффективным методом улучшения качества стали является обработка жидкого металла в сталеразливочном ковше **специальными комплексными сплавами-модификаторами**.

Модифицирование (и его разновидность – инокулирование) металлов и сплавов представляет собой глубокий процесс активного воздействия на состояние металлических расплавов в предкристаллизационный период их существования путём введения малых добавок веществ



(модификаторов, инокуляторов), приводящих к изменению морфологии неметаллических включений: изменение размера, формы и характера распределения НВ. Изменение энергетического состояния и снижение загрязнённости границ зёрен металлической матрицы приводят к улучшению механических и технологических характеристик стального литья.

Модификаторы влияют на скорость кристаллизации, переохлаждение и поверхностное натяжение металлической матрицы. Кроме этого, они оказывают химическое воздействие на рафинирование расплава от примесей металлоидов, таких как кислород, сера, азот, углерод, фосфор, образуют тугоплавкие соединения с вредными примесями цветных металлов.

До недавнего времени в литейном производстве, как и в "большой металлургии", основным, и по сути единственным, химическим элементом-модификатором был кальций в виде бинарного сплава (силикокальция) или смесового феррокальция.

Использование для внепечной обработки стали кальцийсодержащих реагентов в виде силикокальция и феррокальция позволяет трансформировать оксиды алюминия в быстроудаляющиеся из металла алюминаты кальция, тем самым существенно снизить загрязнённость металла НВ, повысить уровень механических характеристик и трещиностойчивость металла. Однако из-за специфических свойств кальция: высокой упругости паров и низкой растворимости в железе – **положительное влияние его** на качество металла зачастую **недостаточно и нестабильно** (усвоение кальция колеблется от 7 до 40%).

Решением проблемы может стать применение комплексных сплавов, содержащих, помимо кальция, другие щелочноземельные металлы: барий, магний, а также редкоземельные металлы (церий, лантан), которые усилили бы действие кальция.