

Обоснование выбора защитной атмосферы в печах фирмы

В настоящее время практически для всех основных видов термической обработки (исключая процессы цементации) применяется азото - водородный газ с содержанием 4 - 6% H_2 . Эта атмосфера нетоксична, взрывобезопасна. При ее производстве в основном ориентируются на использование чистого азота с блоков разделения воздуха, который смешивают с водородом. Содержание кислорода в чистом азоте $\leq 5 + 10 \%$, влагосодержание 10 -4 %.

Наряду с этим широко используется в качестве защитной атмосфера, состоящая из чистого азота с добавками углеводородов.

В основном такая атмосфера применяется в закалочных и цементационных печах, работающих при температурах выше 850°C. Азот используется в качестве газа носителя, к которому перед печью добавляют углеводородный газ и окислитель - двуокись углерода.

Применение чистого азота требует полного отсутствия окислителя в печи, что достигается герметизацией печи, хорошей продувкой загружаемой заготовки, очистки деталей от эмульсии, влаги и окалины. Отжиг стали с наличием окалины приводит к увлажнению атмосферы и возможному обезуглероживанию поверхностного слоя обрабатываемых изделий. Повышение влагосодержания до 0,6% приводит к заметному обезуглероживанию.

Опыт термообработки при нагреве под закалку среднеуглеродистой стали (типа 35ХМ) в атмосфере 99,6;% азота и 0,4 C_2H_4 при температуре 880°C в течение двух часов не имела обезуглероживания, поверхность деталей чистая с серым оттенком. Влажность атмосферы при выходе из печи соответствовала 0,07% (температура точки росы минус 35°C). Сравнительная термообработка этой же стали при температуре 880°C в течение 2-х часов в атмосфере чистого азота без добавки углеводородов привела к получению обезуглероженного слоя (до 300 мкм), а цвет поверхности изделия имел практически черный цвет. Подобные результаты получены при светлой закалке сталей с содержанием углерода 0,55% (сталь типа 55C2XA) и 0,7 - 1,0% (стали типа У7 - У10).

Особо следует отметить, что разработка газовых режимов и их успешное практическое применение может быть осуществлено при выполнении жестких требований к герметизации печи, качеству огнеупоров, циркуляции газа в печи и мероприятия, позволяющие ускорить реакции конверсии углеводородных добавок окислителем, содержащимся в защитном газе. Инертность печной атмосферы для азотоводородного газа обеспечивается поддержанием влагосодержания печной атмосферы не выше 0,02%.

Чистый азот не рекомендуется применять, когда требования к чистоте поверхности очень высокие. Добавки природного газа позволяют значительно уменьшить окисленность поверхности стали. Исследования кинетики окисления среднеуглеродистой стали в атмосфере чистого азота при температурах 700 - 950°C показали, что скорость окисления практически одинакова. Установлено также, что добавка природного газа от 3,0 до 8,0% (по содержанию CH_4) при температуре ниже 900°C - не оказывает влияния на скорость окисления стали.

При температуре 950°C и концентрации метана 8,0% скорость окисления уменьшается на 20-50%.

Термообработка с нормированной глубиной обезуглероженного слоя обычно проводят в атмосфере экзогаза, азотоводородного газа с низким содержанием водорода.. (4-5 объемн.%). На выходе из газоприготовительной установки и на входе в печи эти атмосферы имеют низкое содержание окислительных примесей, точка росы составляет не более минус 50°C, что обеспечивает защитные свойства атмосферы. Однако в печи как правило не удается сохранить низкий уровень окислительных и обезуглероживающих примесей, что приводит к обезуглероживанию металла. В связи с этим прибегают к добавкам углеводородных газов (метана, пропана и др.) к газу носителю. Ввиду развития реакций между углеводородами и влагой в печном пространстве происходит осушка газа-носителя с образованием восстановительных и науглероживающих компонентов, что имеет следствием повышение защитных свойств атмосферы.

При этом методе получения защитной атмосферы применяют различные газоносители. Отметим некоторые наиболее распространенные модификации.

Атмосфера бедного очищенного экзогаза (PCO-09) до сих пор применяется на ряде заводов. Тем не менее эта атмосфера не имеет дальнейшей перспективы для своего развития, так как для ее производства требуется использование природного газа, являющегося ценным химическим сырьем. Азотоводородная атмосфера не требует для своего производства природного газа. Ее сырье в большинстве случаев - отбросный азот кислородных станций. Технологический процесс производства азотоводородной атмосферы предусматривает каталитическое гидрирование остаточного кислорода, содержащегося в азоте, с последующей осушкой. Для каталитического гидрирования требуется водород, поэтому в состав газозащитной станции входят электролизеры для производства водорода, что удорожает процесс.

С конца 70-х годов в качестве газа - носителя стали применять азот при различных процессах термической обработки: отжиге, светлой закалке, цементации, нитроцементации др. Защитная атмосфера N₂ – CH₄. получила широкое распространение в ряде промышленно развитых стран.

Использование защитной атмосферы N₂ – CH₄ при закалке обеспечивает стабильность метана при температурах закалки выше 800°C. при более низкой температуре этот процесс происходит весьма вяло. В связи с этим при рациональной объемной доле метана (2 - 6 объемн.%) выделение сажи при светлой закалке почти не происходит. Углеродный потенциал атмосферы достаточен даже для светлой термообработки инструментальных сталей. Ввиду малого коэффициента скорости науглероживания эта атмосфера удобна (по сравнению с эндотермической) при закалке деталей после цементации с предварительным снятием цементованного слоя на определенных участках. В этом случае массопередача углерода на обоих видах участков практически не происходит, что позволяет успешно реализовать эту универсальную нейтральную атмосферу, избежать дорогостоящих операций защиты от науглероживания (например, покрытия отдельных участков медью).

Кроме добавки метана для добавки в чистый азот используется метанол (CH₃OH). При температурах отжига метанол диссоциирует в печном

пространстве с образованием CO и H₂. В рабочее пространство печи подается азот в газообразном состоянии и метанол в виде пара или жидкости. Состав атмосферы и соответственно ее защитные свойства в зависимости от марки стали (в основном содержания углерода), изменяя содержание метанола в смеси. В такой атмосфере можно обрабатывать детали из низко и высокоуглеродистых, а также инструментальных сталей.

Однако, подробное ознакомление по практическому использованию чистого азота показывает, что добавки метанола, CO₂, CO и других кислородосодержащих органических или неорганических компонентов к азоту целесообразны в том случае, когда необходим активный массообмен углерода, то есть при химико-термической обработке, в первую очередь цементации.

Главным доводом в пользу азота является его взрывобезопасность, нетоксичность, простота в эксплуатации, стабильность и воспроизводимые результаты. Другим доводом в пользу использования азота является стремление к улучшению качества термообрабатываемых изделий, особенно с ограниченными допусками по углероду. Успешное применение чистого азота зависит от многих факторов, среди которых можно выделить тип печи, температурный режим, сам материал, качество поверхности изделий, их форма и ряд других.

Природный газ в качестве добавки доступен и предпочтителен по сравнению с другими углеводородами из-за его термической стабильности.

Метан незначительно разлагается при температурах ниже 800°C и фактически не полностью разлагается в печах термообработки вплоть до 1100°C. Это позволяет применять его для закалки и отжига без образования сажи.

Требуемое процентное содержание метана изменяется в зависимости от конструкции печи, типа подлежащего термообработке изделия и технологического процесса, однако для большинства процессов достаточно 2-6% метана. Эта смесь имеет большое значение для термообработки сплавов на основе железа, т.к. в зависимости от параметров процесса является восстановительной, ненаугпереживающей и необезуглероживающей. Смесь чистого азота и метана нейтральна по отношению к углеродистым сталям при нагреве их под закалку.

Ведущий специалист ООО «Фирма «Накал», к.т.н., Моисеев Б.А.