

## Контролируемые атмосферы в машиностроении. Экзогаз

Студент группы 104215 Пашкевич В.Ф.  
Научный руководитель – Щербаков Э.Д.  
Белорусский национальный технический университет  
г.Минск

Эндогаз – основа контролируемой атмосферы при термической и химико-термической обработки.

Для осуществления различных процессов термической обработки в зависимости от марок обрабатываемых металлов и сплавов, температуры процесса, необходимого углеродного потенциала среды и других технологических параметров в мировой практике нашли применение различные типы печных атмосфер. Большое распространение получает эндотермическая атмосфера, являющаяся продуктом крекинга природного газа с 75%-ным недостатком воздуха ( $d = 0,25$ ) в присутствии специального катализатора. Состав эндогаза (40%  $H_2$ ; 20%  $CO$ ;  $CH_4 + CO_2 + H_2$  до 1,5%; остальное  $N_2$ ). Эта атмосфера сравнительно дорога, имеет повышенную взрывоопасность и токсичность, вызывает водородное охрупчивание и склонна к выделению сажи, особенно при замедленном охлаждении и нагреве в интервале температур 650-800°C.

К ее достоинствам относят простоту приготовления, невысокую стоимость, известную универсальность и возможность регулирования углеродного потенциала посредством изменения влажности. Основным недостатком эндотермической атмосферы является ее взрывоопасность. Для проведения высокого отпуска она непригодна. Применение взрывобезопасного продувочного газа зна-

чительно удорожает и усложняет термообработку.

Эндотермическая атмосфера имеет слабую науглероживающую способность и поэтому в чистом виде не может быть использована, как газ-карбюризатор при цементации и нитроцементации. Обогащение ее углеводородными газами (метан) для повышения науглероживающей способности приводит к невозможности использования косвенного метода регулирования углеродного потенциала по точке росы. Науглероживающая способность атмосферы в этом случае становится функцией не только влажности атмосферы, но и содержания в ней метана. Добавка аммиака при проведении нитроцементации также изменяет характер этих зависимостей и еще более усложняет контроль углеродного потенциала по точке росы. Для устранения этого недостатка процесс цементации осуществляют в два этапа: первый - при заведомо повышенном углеродном потенциале (для ускорения процесса насыщения, с регулированием подачи карбюризатора только по показаниям расходомера) и второй - выравнивание концентрации углерода с доведением ее до заданной с регулированием состава атмосферы по точке росы. Однако такой порядок проведения технологических операций значительно усложняет термообработку. По последним данным, оптимальное качество упрочненного слоя при этом не достигается. Необходимость корректировки точки росы с изменением температуры процесса термообработки также является недостатком этой атмосферы. Снижение прочности вследствие внутреннего окисления в атмосфере эндогаза может быть предотвращено легированием элементами, имеющими меньшее сродство к  $O_2$  чем Fe.

Указанные недостатки эндотермической контролируемой атмосферы (кроме взрывоопасности и токсичности) связаны с использованием для контроля и регулирования углеродного потенциала метода, основанного на связи науглероживающей способности атмосферы с ее влажностью.

Методы контроля и регулирования состава контролируемой атмосферы, основанные на применении инфракрасных анализаторов, серийно выпускающихся отечественной промышленностью или приборов прямого контроля, лишены этих недостатков и поэтому весьма перспективны для широкого применения в промышленности.

Рассмотрим простейшую схему приготовления из природного газа эндотермической контролируемой атмосферы типа Н-40/20 (рис.1).

Воздух и природный газ смешиваются в газосмесительной машине (в состав машины входят следующие узлы: воздушный фильтр 1, регулятор давления 2, расходомеры воздуха и газа 3, нуль-регулятор 4, регулятор соотношения 5 и газодувка 6), в соотношении, которое соответствует коэффициенту расхода воздуха  $a \sim 0,25$ . Газовоздушная смесь под избыточным давлением около 0,05 бар через пламегаситель 7 направляется в реторту 12, реакционную камеру эндотермического газогенератора 8. Здесь при температуре около 950 °С, поддерживаемой с помощью электронагревателей 9, в присутствии шамотно-никелевого катализатора 13 кислород воздуха взаимодействует с природным газом.

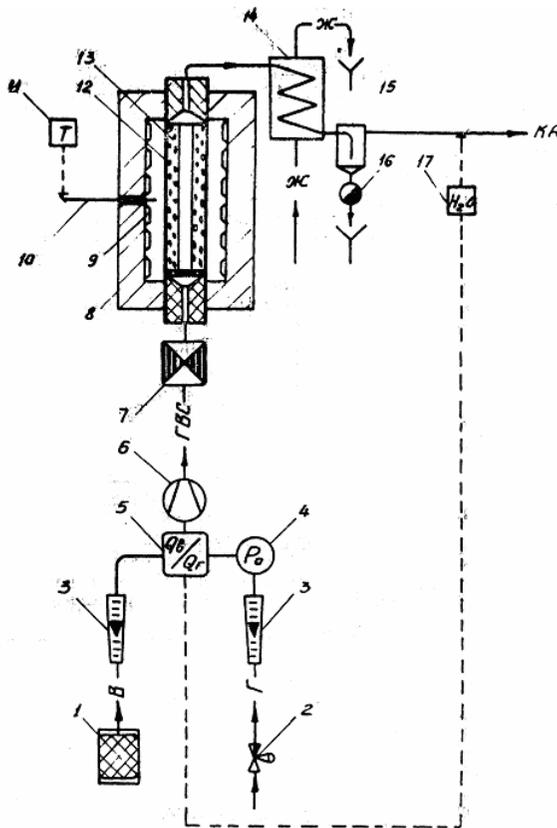


Рисунок 1 – Простейшая схема приготовления из природного газа эндотермической контролируемой атмосферы типа Н-40/20

Исходя из условий наибольшей экономичности, технологичности и регулируемости по углеродному потенциалу для процессов цементации и нитроцементации, оптимальной является экзо-эндотермическая атмосфера состава 20% CO, 20% H<sub>2</sub> остальное N<sub>2</sub>. Эта атмосфера вследствие пониженного содержания водорода (вдвое меньше чем в эндогазе) позволяет существенно повысить долговечность обрабатываемых деталей, работающих на изгиб при знакопеременной нагрузке, а также в условиях торцевого износа.