

Изобретение относится к области управления химическими процессами и может быть использовано в промышленности по производству минеральных удобрений и в химической промышленности при управлении процессом синтеза аммиака.

Известен способ управления процессом синтеза аммиака путем изменения расхода продувочного газа в зависимости от температуры циркуляционного газа в аппаратах первичной конденсации аммиака, концентрации инертных газов в свежей азотоводородной смеси (АВС), давлений газообразного аммиака, давления свежей азотоводородной смеси, концентрации аммиака и инертных в газе на входе в колонну синтеза, температур азотоводородной смеси на всасывании всех ступеней компрессора кроме последней, температур циркуляционного газа на всасывании последней ступени компрессора и азотоводородной смеси на входе в колонну вторичной конденсации, концентрации водорода в свежей азотоводородной смеси и числа оборотов вала компрессора [1].

Недостаток способа - невысокое быстродействие, снижение качества управления при изменении параметров объекта в широком диапазоне, возможны также изменения температуры в зоне реакции, приводящие к аварийным режимам, например к "спеканию катализатора".

В качестве прототипа выбран способ управления процессом синтеза аммиака путем коррекции расхода продувочного газа в зависимости от расхода, давления циркуляционного газа на входе в колонну синтеза, концентрации водорода в нем, концентрации аммиака в циркуляционном газе на выходе колонны синтеза, температуры и давления циркуляционного газа на выходе испарителей жидкого аммиака, температуры циркуляционного газа в аппаратах первичной конденсации, концентрации инертных в свежей АВС, давлений газообразного аммиака в испарителе, давления свежей АВС, концентрации аммиака и инертных в газе на входе колонны синтеза, температур АВС на всасывании всех ступеней компрессора кроме последней, температур циркуляционного газа на всасывании последней ступени компрессора и АВС на входе в колонну вторичной конденсации, концентрации водорода в свежей АВС и числа оборотов вала компрессора [2].

Недостаток данного способа заключается в том, что он не обеспечивает высокого качества управления объектом при существенном изменении его характеристик, что имеет место, к примеру, при возникновении предаварийных ситуаций, и обладает невысоким быстродействием, что также может приводить к возникновению аварий.

Задачей изобретения является создание способа управления процессом синтеза аммиака, обеспечивающего повышение быстродействия и точности регулирования состава циркуляционной смеси, что позволяет предупредить возникновение предаварийных режимов.

Поставленная задача решается тем, что в способе управления процессом синтеза аммиака путем регулирования расхода продувочного газа в зависимости от состава и давления газа в цикле синтеза, согласно изобретению, измеряют соотношение между водородом и азотом или концентрацию азота в цикле синтеза, содержание инертных или концентрацию метана в цикле синтеза и температурный профиль в зоне реакции колонны синтеза, определяют максимальную температуру в зоне реакции колонны синтеза, вводят два предельных значения по максимальной температуре, предельные значения по соотношению между водородом и азотом и давлению, определяют первое управление по изменению расхода продувочного газа в зависимости от измеренного значения давления, определяют второе управление по изменению расхода продувочного газа в зависимости от измеренного значения содержания инертных, определяют результирующее управление по изменению расхода продувочного газа, равное максимальному из первого и второго управлений, определяют третье управление по изменению расхода продувочного газа в зависимости от максимальной температуры в зоне реакции, сравнивают измеренное значение давления с предельным значением, при измеренном значении давления большем или равном предельному значению изменяют расход продувочного газа в соответствии с результирующим управлением, при измеренном значении давления меньшем предельного значения изменяют расход продувочного газа пропорционально результирующему управлению и через заданный промежуток времени изменяют расход продувочного газа в противоположном направлении, сравнивают максимальную температуру и соотношение между водородом и азотом с предельными значениями, определяют направление изменения максимальной температуры, при измеренном значении соотношения между водородом и азотом, меньшем заданного значения и/или максимальном значении температуры, меньшем первого предельного значения, прекращают уменьшение расхода продувочного газа, при максимальном значении, большем второго предельного значения прекращают увеличение расхода продувочного газа, при максимальном значении температуры меньшем первого предельного значения и понижении максимальной температуры, корректируют результирующее управление по величине третьего управления по изменению расхода продувочного газа, определяемого в зависимости от максимального значения температуры в зоне реакции.

Кроме того, направление изменения максимальной температуры определяют путем сравнения максимального значения температуры в текущем и предыдущем моментах времени.

Помимо указанного, коррекцию результирующего управления по величине третьего управления осуществляют путем сравнения результирующего управления с третьим управлением, и при значении третьего управления большем значения результирующего управления принимают результирующее управление равным третьему управлению.

Сущность изобретения поясняется чертежами, где приведены: на фиг. 1 - схема устройства, реализующего предлагаемый способ; на фиг. 2 - узел устройства, реализующего способ в случае определения концентрации азота в циркуляционном газе.

Система для управления режимом технологического объекта в стадии 1 получения азото-водородной смеси и ее очистки содержит колонну 2 синтеза аммиака, измеритель 3 давления в цикле синтеза, измеритель 4 концентрации метана или инертных в цикле синтеза, измеритель 5 соотношения между водородом и азотом или концентрации азота в цикле синтеза, измерители 6 температуры в нескольких точках зоны реакции, исполнительный механизм 7 расхода продувочного газа, первый блок 8 селекции, первый, второй, третий и четвертый блоки сравнения 9, 10, 11, 12, первый и второй регуляторы 13, 14, второй и третий блоки селекции 15, 16, переключатель 17, ограничитель 18, функциональный блок 19, элемент 20 "ИЛИ", блок 21 запаздывания, пятый блок 22 сравнения, третий регулятор 23, элемент 24 "И".

Измеритель 3 предназначен для формирования величины Р давления в цикле синтеза. Измеритель 4 предназначен для формирования величины концентрации метана или инертных в цикле синтеза. Измеритель 5

предназначен для формирования соотношения  $S$  между водородом и азотом в цикле синтеза. Измерители 6 предназначены для определения температуры в нескольких точках зоны реакции колонны синтеза. Исполнительный механизм 7 предназначен для изменения расхода продувочного газа. Первый блок 8 селекции предназначен для выбора максимальной температуры  $t$  из температур, подаваемых на его входы. Блок 9 предназначен для сравнения температуры  $t$  с первым заданным предельным значением  $H_i$  и выработки сигнала  $M$  в случае  $t < H_i$ . Блок 10 предназначен для сравнения температуры  $t$  со вторым заданным предельным значением  $V_i$  и выработки сигнала  $G$  в случае  $t > V_i$ . Блок 11 предназначен для сравнения соотношения  $S$  между водородом и азотом со своим заданным предельным значением  $M_s$  и выработки сигнала  $N$  в случае  $S < H_s$ . Блок 12 предназначен для сравнения давления  $P$  с заданным значением  $V_p$  и выработки сигнала  $F$  в случае  $P < V_p$ . Первый регулятор 13 предназначен для выработки управления по изменению расхода продувочного газа из условия поддержания давления  $P$  равным заданию  $Z_p$ . Второй регулятор 14 предназначен для выработки управления по изменению расхода продувочного газа из условия поддержания концентрации метана или инертных в цикле синтеза равным заданию  $Z_i$ . Второй блок 15 селекции предназначен для выбора максимального из двух управлений, подаваемых на его входы. Третий блок 16 селекции также предназначен для выбора максимального из двух управлений, подаваемых на его входы. Переключатель 17 предназначен для соединения выхода с первым входом при отсутствии сигнала  $A$ , подаваемого на третий вход переключателя, и соединения выхода со вторым входом при наличии сигнала  $A$ . Ограничитель 18 предназначен для контроля направления изменения расхода продувочного газа. Если  $\Delta P > 0$  и присутствует сигнал  $G$  или, если  $\Delta P < 0$  и присутствует сигнал  $L$ , то принимается  $\Delta P = 0$ , где  $\Delta P$  - приращение управления по расходу продувочного газа. Функциональный блок 19 предназначен для коррекции величины  $\Delta P$  умножением ее на коэффициент  $\beta$  и последующего изменения управления на величину компенсации  $y$ , при этом

$$y = -(\beta - \alpha)\Delta P,$$

$$\text{где } \left. \begin{array}{l} 1 < \beta \leq 6 \\ 0 \leq \alpha < 1 \end{array} \right\} \text{ при наличии сигнала } F;$$

$$\beta = \alpha = 1 \text{ при отсутствии сигнала } F.$$

Одним из вариантов реализации блока 19 может быть параллельное включение двух цепочек, в первой из которых реальное дифференцирующее звено с ограничителем сигналов, а во второй - усилительное звено.

Элемент 20 "ИЛИ" предназначен для выработки сигнала  $L$  при наличии сигнала хотя бы на одном из его двух входов. Блок 21 запаздывания предназначен для задержки во времени сигнала, подаваемого на его вход. Пятый блок 22 сравнения предназначен для выработки сигнала  $T$  в случае, когда величина на первом входе этого блока меньше величины на втором входе. Третий регулятор 23 предназначен для выработки управления по изменению расхода продувочного газа из условия устранения понижения температуры в зоне реакции.

Элемент 24 "И" предназначен для выработки сигнала  $A$  при наличии сигналов на двух его входах.

Способ осуществляют следующим образом. При помощи измерителя 3 формируют величину давления в системе и подают на входы четвертого блока 12 сравнения и первого регулятора 13. С помощью блока 12 вырабатывают сигнал  $F$  в случае, когда давление  $P$  меньше заданного предельного значения  $V_p$ , и подают этот сигнал на второй вход функционального блока 19. При помощи измерителя 4 формируют концентрацию метана в системе циркуляции и подают эту величину на вход второго регулятора 14. С помощью регуляторов 13 и 14 определяют управления по расходу продувочного газа из условий регулирования давления  $P$  и концентрации метана. Эти управления подают на входы блока 15 селекции, с помощью которого выбирают наибольшее управление и выводят его на первые входы блока 16 и переключателя 17. При помощи измерителя 5 определяют соотношение  $S$  между водородом и азотом и подают эту величину на вход блока 11, с помощью которого вырабатывают сигнал  $N$ , при понижении соотношения  $S$  ниже величины  $H_s$ . Сигнал  $N$  подают на первый вход элемента 20. При помощи измерителей 6 и блока 8 селекции определяют температуру в нескольких точках зоны реакции и выбирают максимальную температуру  $t$ , которую подают на первые входы блока сравнения 22 и регулятора 23, на входы блоков сравнения 9 и 10 и блока 21 запаздывания. С помощью второго блока сравнения 10 вырабатывают сигнал  $G$  в случае превышения температурой  $t$  второго заданного (предельного) значения  $V_i$  и подают этот сигнал на второй вход ограничителя 18. При помощи первого блока сравнения 9 вырабатывают сигнал  $M$  при понижении температуры  $t$  ниже значения  $H_i$  и подают этот сигнал на вторые входы элемента 20 "ИЛИ" и элемента 24 "И". С помощью элемента 20 "ИЛИ" вырабатывают сигнал  $L$  и подают его на третий вход ограничителя 18. При помощи блока 21 осуществляют смещение (задержку) во времени величины  $t$ . Выходной сигнал блока 21 подают на вторые входы блока 22 сравнения и регулятора 23. С помощью блока 22 вырабатывают сигнал  $T$  при повышении смещенной во времени величины температуры ее текущего значения, т.е. при понижении температуры  $t$ . Сигнал  $T$  подают на первый вход элемента 24 "И", с помощью которого вырабатывают сигнал  $A$  в случае одновременного присутствия сигналов  $M$  и  $T$ . Сигналы  $A$  подают на третий вход переключателя 17. При помощи регулятора 23 вырабатывают управление по расходу продувочного газа из условия устранения понижения температуры в зоне реакции и подают его на второй вход блока 16, с помощью которого выбирают наибольшее управление из двух входных и выдают его на второй вход переключателя 17. При помощи переключателя 17 подают на первый вход ограничителя 18 выходную величину блока 15 (при отсутствии сигнала  $A$ ) или выходную величину блока 16 (при наличии сигнала  $A$ ). С помощью ограничителя 18 корректируют изменение управления в зависимости от сигналов  $G$  и  $L$  и выдают его на первый вход функционального блока 19. С помощью блока 19 при наличии сигнала  $F$  умножают величину  $\Delta P$  на коэффициент  $\beta$ , а затем изменяют управление в противоположном направлении. При этом выходную величину блока 19 выводят на исполнительный механизм 7. При отсутствии сигнала  $F$  величину управления пропускают через блок 19 без изменений. При помощи исполнительного механизма 7 изменяют расход продувочного газа, что приводит к требуемой коррекции переменных объекта.

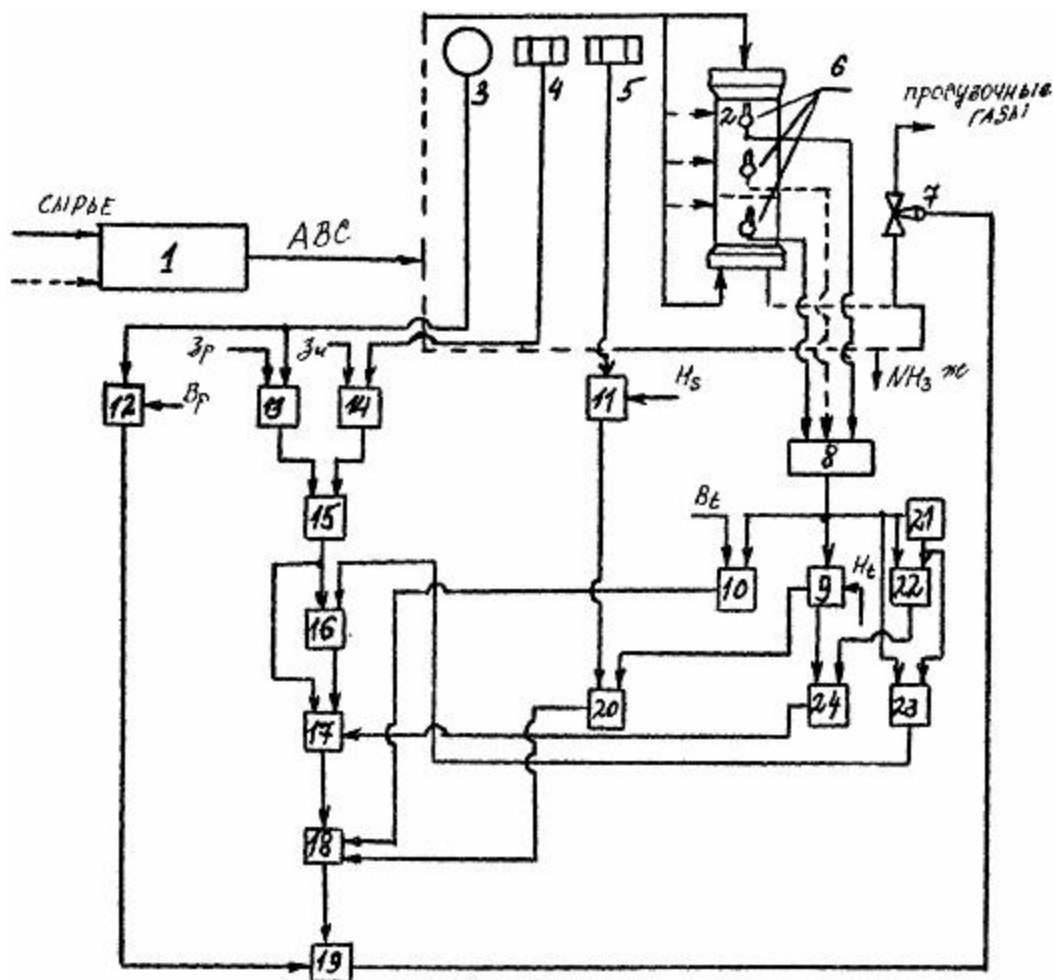
Возможна реализации рассматриваемого способа (фиг. 2), при которой вместо замеренного или рассчитанного соотношения между водородом и азотом в цикле синтеза определяют концентрацию азота в циркуляционном газе. В этом случае с заданным (предельным) значением сравнивают не соотношение  $S$ , а

концентрацию азота и вырабатывают сигнал  $N$ , подаваемый на первый вход элемента 20 "ИЛИ", в случае, когда концентрация азота больше заданного (предельного) значения  $B_N$ .

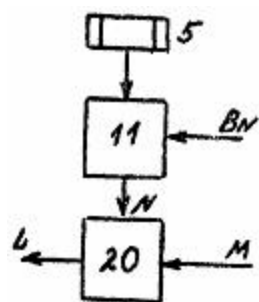
С

Приведенный способ может быть реализован как на базе УВМ, так и на основе стандартных аналоговых средств автоматизации.

Предложенный способ обеспечивает по сравнению с прототипом более высокое качество управления процессом синтеза аммиака, поскольку позволяет увеличить точность регулирования состава циркуляционной смеси и предупредить возникновение ряда аварийных режимов, появляющихся вследствие нарушений состава смеси. Это приводит к повышению производительности процесса.



Фиг. 1



Фиг. 2