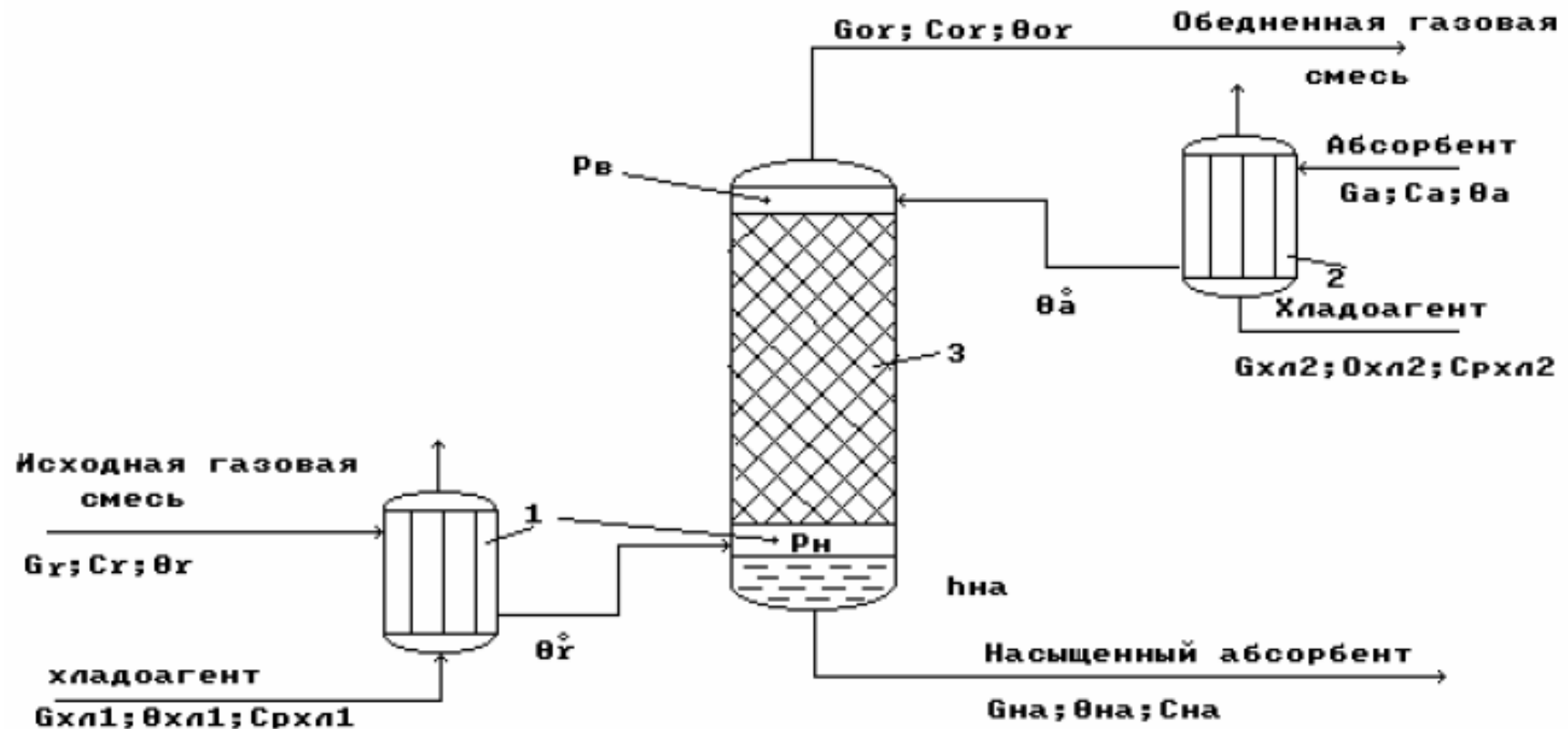


Автоматизация абсорбции

Лекция 16. Часть 3.

АХТП

Схема абсорбционной установки



1, 2 – холодильники; 3 – абсорбционная насадочная колонна.

Работа схемы.

Исходная газовая смесь G_r и абсорбент G_a в холодильниках 1 и 2 охлаждаются до заданных температур θ_r^0 и θ_a^0 и противотоком подаются в колонну 3.

В колонне 3 происходит извлечение целевого (распределяемого) компонента из исходной газовой смеси с помощью жидкого абсорбента.

В результате массообменного процесса между газовой и жидкой фазами получают:

- в низу колонны - насыщенный абсорбент $G_{на}$ с концентрацией целевого (распределяемого) компонента $c_{на}$;
- в верху колонны - обедненную газовую смесь $G_{ог}$ с концентрацией целевого (распределяемого) компонента $c_{ог}$.

Показатель эффективности процесса - концентрация распределяемого компонента в обедненной газовой смеси $c_{ог}$.

Цель управления - обеспечение $c_{ог} = c_{ог}^{зд}$ на минимально возможном для данной установки значении.

Материальный баланс по целевому компоненту

- *Материальный баланс по целевому компоненту в газовой фазе.*

Уравнение динамики:

$$\rho_{\text{ог}} * S_{\text{анп}} * (H_{\text{анп}} - h_{\text{на}}) * \frac{dc_{\text{ог}}}{dt} = G_{\text{г}} * c_{\text{г}} - G_{\text{ог}} * c_{\text{ог}} - M_{\text{г}}^{\text{на}} \quad (1),$$

где $M_{\text{г}}^{\text{на}}$ - масса целевого компонента, переходящая из газовой фазы в жидкую в единицу времени, кг/ч.

Уравнение статики $\frac{dc_{\text{ог}}}{dt} = 0$:

$$G_{\text{г}} * c_{\text{г}} = G_{\text{ог}} * c_{\text{ог}} + M_{\text{г}}^{\text{на}} \quad (2).$$

Из выражений (1) и (2) следует, что: $c_{\text{ог}} = f(G_{\text{ог}}, G_{\text{г}}, M_{\text{г}}^{\text{на}})$ (3),

где $M_{\text{г}}^{\text{на}}$ - определяется уравнением массопередачи.

Материальный баланс по целевому компоненту (2)

- *Материальный баланс по целевому компоненту в насыщенном абсорбенте.*

Уравнение динамики:

$$\rho_{\text{на}} * S_{\text{апп}} * h_{\text{на}} * \frac{dc_{\text{на}}}{dt} = M_{\text{г}}^{\text{на}} + G_{\text{а}} * c_{\text{а}} - G_{\text{на}} * c_{\text{на}} \quad (4).$$

Уравнение статики $\frac{dc_{\text{на}}}{dt} = 0$:

$$G_{\text{на}} * c_{\text{на}} = M_{\text{г}}^{\text{на}} + G_{\text{а}} * c_{\text{а}} \quad (5).$$

Из выражений (4) и (5) следует, что: $c_{\text{на}} = f(G_{\text{а}}, G_{\text{на}}, M_{\text{г}}^{\text{на}})$ (6),

где $M_{\text{г}}^{\text{на}}$ - определяется уравнением массопередачи.

Материальный баланс по целевому компоненту (3)

- *Материальный баланс по общему количеству целевого компонента в процессе абсорбции.*

Уравнение динамики:

$$\rho_{\text{ог}} * S_{\text{апп}} * (H_{\text{апп}} - h_{\text{на}}) * \frac{dc_{\text{ог}}}{dt} = G_{\text{г}} * c_{\text{г}} - G_{\text{ог}} * c_{\text{ог}} + G_{\text{а}} * c_{\text{а}} - G_{\text{на}} * c_{\text{на}} \quad (7),$$

Уравнение статики $\frac{dc_{\text{ог}}}{dt} = 0$:

$$G_{\text{г}} * c_{\text{г}} + G_{\text{а}} * c_{\text{а}} = G_{\text{ог}} * c_{\text{ог}} + G_{\text{на}} * c_{\text{на}} \quad (8).$$

На основании (7) и (8): $c_{\text{ог}} = f(G_{\text{г}}, G_{\text{ог}}, G_{\text{а}}, G_{\text{на}})$ (9).

Аналогично, можно получить: $c_{\text{на}} = f(G_{\text{г}}, G_{\text{ог}}, G_{\text{а}}, G_{\text{на}})$ (10).

Материальный баланс по целевому компоненту (4)

Материальный баланс по жидкой фазе.

Уравнение динамики:

$$\rho_{\text{на}} * S_{\text{анн}} * \frac{dh_{\text{на}}}{dt} = G_{\text{а}} + M_{\text{г}}^{\text{на}} - G_{\text{на}}, \quad (11),$$

Уравнение статики:

$$G_{\text{а}} + M_{\text{г}}^{\text{на}} = G_{\text{на}} \quad (12)$$

На основании (11) и (12): $h_{\text{на}} = f(G_{\text{а}}, G_{\text{на}})$. (13).

Материальный баланс по целевому компоненту (5)

Материальный баланс по газовой фазе.

- *Уравнение динамики:*

$$\frac{V_{ог} * M_{ог}}{R * \theta_{ог}} * \frac{dP_{ог}}{dt} = G_r - G_{ог} - M_r^{на} \quad (14),$$

где $M_{ог}$ - мольная масса обедненной газовой смеси,
кг/моль;

$P_{ог}$ - давление в колонне, Па;

$\theta_{ог}$ - температура в колонне (по газовой фазе), К,

$V_{ог}$ - объем газовой фазы в колонне, м³.

- *Уравнение статики:*

$$G_r = G_{ог} + M_r^{на} \quad (15).$$

- *На основании (14) и (15) можно считать:*

$$P_{ог} = f(G_r, G_{ог}) \quad (16),$$

- *Предпочтительное управляющее воздействие $G_{ог}$.*

Тепловой баланс в абсорбере.

- Уравнение динамики для холодильника 1:

$$\rho_r * V_r * c_{pr} * \frac{d\theta_r^0}{dt} = G_r * c_{pr} * \theta_r + G_{xл1} * c_{рхл1} * \theta_{xл1}^{вх} -$$

$$- G_r * c_{pr} * \theta_r^0 - G_{xл1} * c_{рхл1} * \theta_{xл1}^{вых} \quad (17).$$

- Уравнение статики при $\frac{d\theta_r^0}{dt} = 0$:

$$G_r * c_{pr} * \theta_r - G_r * c_{pr} * \theta_r^0 =$$

$$G_{xл1} * c_{рхл1} * \theta_{xл1}^{вых} - G_{xл1} * c_{рхл1} * \theta_{xл1}^{вх} \quad (18).$$

- На основании (17) и (18) можно считать:

$$\theta_r^0 = f(G_r, G_{xл1}) \quad (19).$$

- Предпочтительное управляющее воздействие $G_{xл1}$.

- Уравнение динамики для холодильника 2.

$$\rho_a * V_a * c_{pa} * \frac{d\theta_a^0}{dt} = G_a * c_{pa} * \theta_a + G_{xл2} * c_{рхл2} * \theta_{xл2}^{вх} -$$

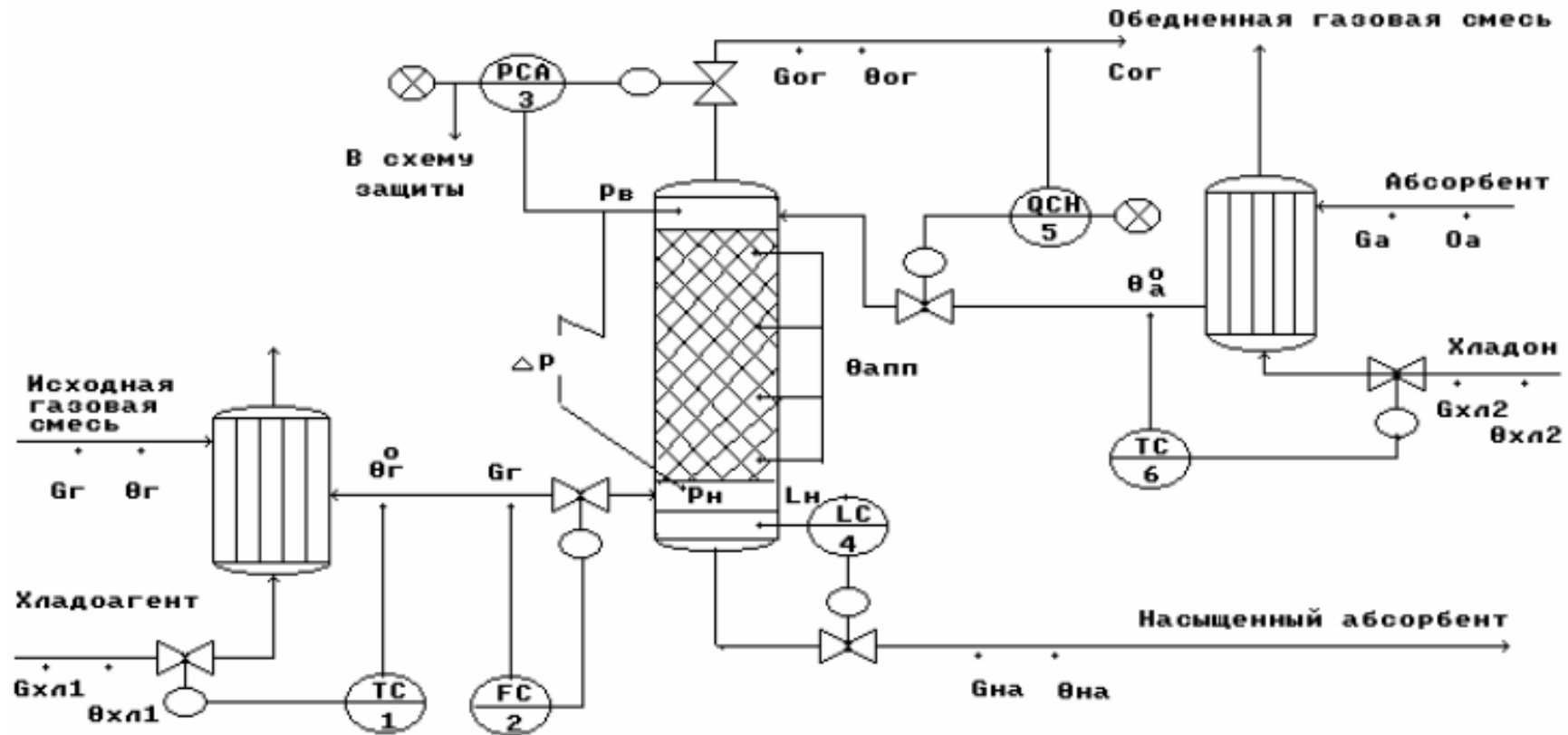
$$- G_a * c_{pa} * \theta_a^0 - G_{xл2} * c_{рхл2} * \theta_{xл2}^{вых} \quad (20).$$

- На основании (20) можно считать:

$$\theta_a^0 = f(G_a, G_{xл2}) \quad (21).$$

- Предпочтительное управляющее воздействие $G_{xл2}$.

Типовая схема автоматизации процесса абсорбции.



1. Регулирование.

- Регулирование $c_{ог}$ по подаче абсорбента G_a - как показателя эффективности процесса абсорбции.
- Регулирование давления верха колонны $P_B = P_{ог}$ по отбору обедненной газовой смеси $G_{ог}$ - для обеспечения материального баланса по газовой фазе.
- Регулирование уровня $h_{на}$ по отбору насыщенного абсорбента $G_{на}$ - для обеспечения материального баланса по жидкой фазе.
- Регулирование температуры исходных материальных потоков газа θ_r^0 и абсорбента θ_a^0 по подаче хладагентов $G_{хл1}$ и $G_{хл2}$ соответственно - для обеспечения теплового баланса установки.
- Стабилизация расхода исходной газовой смеси G_r - для обеспечения заданной производительности установки.

2. Контроль.

- расходы - $G_{\Gamma}, G_a, G_{ог}, G_{на}, G_{хл1}, G_{хл2}$;
- температуры - $\theta_{\Gamma}, \theta_{ог}^x, \theta_a, \theta_{на}, \theta_{хл1}, \theta_{хл2}, \theta_{\Gamma}^0, \theta_a^0, \theta_{app}$;
- давление - $P_B, P_H, \Delta P$;
- уровень насыщенного абсорбента - $h_{на}$;
- концентрация - $c_{ог}$.

3. Сигнализация.

- существенные отклонения $c_{ог}$ от $c_{ог}^{зд}$;
- значительное повышение $P_B \uparrow > P_{пред}$, при этом формируется сигнал «В схему защиты».

4. Система защиты.

По сигналу «В схему защиты» - открывается магистраль $G_{ог}$, закрываются все остальные магистрали.