Материальный и тепловой балансы абсорбции

ПОВТОРИМ ПРОЙДЕННЫЙ МАТЕРИАЛ

- **Абсорбцией** называется процесс поглощения газа или пара жидким поглотителем (абсорбентом).
- Обратный процесс - выделение поглощенного газа из поглотителя — называется **десорбцией.**
- В промышленности абсорбция с последующей десорбцией широко применяется для выделения из газовых смесей ценных компонентов (например, для извлечения из коксового газа аммиака, бензола и др.).
- Для очистки технологических и горючих газов от вредных примесей (например, при очистке их от сероводорода), для санитарной очистки газов (например, отходящих газов от сернистого ангидрида).

- В некоторых случаях десорбцию не проводят, если извлекаемый компонент и поглотитель являются дешевыми или отбросными продуктами.
- или если в результате абсорбции получается готовый продукт (например, соляная кислота при абсорбции хлористого водорода водой).
- Производство серной кислоты – последний этап - абсорбция оксида серы концентрированной серной кислотой.
- Производство азотной кислоты, последняя стадия производства – абсорбция водой.

Условие равновесия по закону Генри

- Растворимость газов в жидкостях зависит от свойств газа и жидкости, от температуры и парциального давления растворяющегося газа (компонента) в газовой смеси.
- Зависимость между растворимостью газа и его парциальным давлением характеризуется законом Генри, согласно которому равновесное парциальное давление p* пропорционально содержанию растворенного газа в растворе X (в кг/кг поглотителя)

$$p = Ex \qquad (1)$$

здесь *E* - коэффициент пропорциональности, имеющий размерность давления и зависящей от свойств растворенного газа и поглотителя и от температуры.

Условие равновесия по закону Генри

- Растворимость многих газов значительно отклоняется от закона Генри.
- Это относится главным образом к хорошо растворимым газам, образующим растворы высокой концентрация,
- При низких концентрациях раствора закон Генри обычно хорошо соблюдается.
- Равновесное парциальное давление p* - пропорционально содержанию растворенного газа в растворе X (в кг/кг поглотителя)

Условие равновесия по закону Генри

- Для практических расчетов пользуются полученными из опыта значениями равновесного парциального давления газа p* и вычисляют равновесное содержание абсорбируемого компонента в газовой смеси Y* по формуле:

$$Y = \frac{M_k}{M_н} \cdot \frac{p^*}{P - p^*} \qquad (2)$$

- (в кг/кг инертного газа)
- Здесь $M_к$ и $M_н$ молекулярные массы абсорбируемого компонента и инертного газа;
- P общее давление газовой смеси.

Материальный баланс абсорбера

- Материальный баланс абсорбера характеризуется уравнением:

$$M = G(Y_1 - Y_2) = L(X_1 - X_2) \qquad (4)$$

- G - количество инертного газа, кг/сек;
- L - количество поглотителя, кг/сек;
- Y - содержание компонента в газовой фазе, кг/кг инертного газа;
- X - содержание компонента в жидкой фазе, кг/кг поглотителя.

Материальный баланс абсорбера

- Величина l, определяемая по уравнению

$$k\text{г} = \frac{L}{G}\text{кг} = \frac{Y_1 - Y_2}{X_1 - X_2} \quad / \qquad (5)$$

- является удельным расходом поглотителя (кг/кг инертного газа).
- При полном извлечении компонента из газа его содержание в газовой фазе на выходе из абсорбера было бы $Y_2 = 0$, а количество поглощенного G Y_1 компонента составило бы X_2
- Отношение количества фактически поглощенного компонента к количеству поглощаемому при полном извлечении, называется степенью извлечения;

Материальный баланс абсорбера

- Степень извлечения:

$$\varepsilon = \frac{G(Y_1 - Y_2)}{GY_1} = \frac{Y_1 - Y_2}{Y_1} = 1 - \frac{Y_2}{Y_1}$$

Тепловой баланс абсорбера

- Если абсорбция ведется без отвода тепла или с неполным его отводом, температура повышается вследствие выделения тепла при растворении газа в жидкости
- Повышение температуры ведет к повышению равновесного парциального давления компонента и к сдвигу линии равновесия вверх.
- Движущая сила при этом уменьшается и условия абсорбции ухудшаются.

Тепловой баланс абсорбера

- Количество выделяющегося при абсорбции тепла составляет:

$$Q = M\Phi = \Phi L(X_1 - X_2),\ вт \qquad (7)$$

- где Ф — дифференциальная теплота растворения (дж/кг), т. е. количество тепла, выделяющегося при поглощении 1 кг компонента в растворе данной концентрации;
- М — количество поглощенного компонента, кг/сек.
- Если абсорбция ведется без отвода тепла, можно считать, что все выделяющееся тепло идет на нагревание жидкости:

$$Q = Lc(t_1 - t_2) \qquad (8)$$

- где с — удельная теплоемкость жидкости, *дж/кг • град;*
- t_1 и t_2 — температуры жидкости на выходе из абсорбера и на входе в него.

Тепловой баланс абсорбера

- Приравнивая правые части уравнений (6) и (7), получим уравнение теплового баланса абсорбера, работающего без отвода тепла:

$$\Phi(X_1 - X_2) = c(t_1 - t_2), \qquad (9)$$

- Для части абсорбера, расположенной выше сечения, в котором состав жидкости равен X, а температура *t*, это уравнение примет вид:

$$\Phi(X - X_2) = c(t - t_2),$$

- откуда температура жидкости в любом сечении абсорбера при составе жидкости X будет составлять:

$$t = t_2 = \frac{\Phi}{c}(X_1 - X_2) \qquad (10)$$