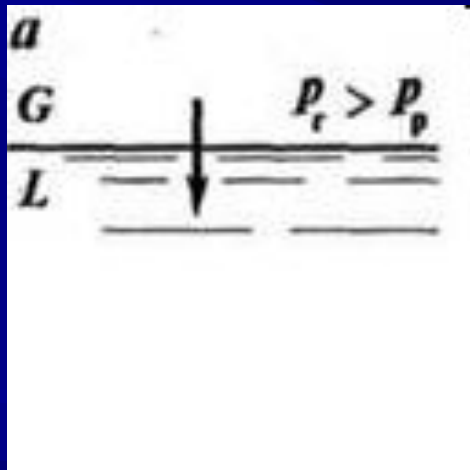


# Абсорбция окислов азота



7	Азот
<b>N</b>	14,007
$2s^2 2p^3$	

# Содержание

- Абсорбция
- Виды абсорбции
- Абсорбция газов
- Статика абсорбции.
- Регенерация абсорбентов
- Абсорбция окислов азота

# Абсорбция

- Абсорбция (лат. absorptio от absorbere — поглощать) — это явление поглощения сорбата всем объёмом сорбента. Абсорбция — частный случай сорбции.

# Виды абсорбции

- Различают физическую абсорбцию и хемосорбцию.
- При физической абсорбции процесс поглощения не сопровождается химической реакцией.
- При хемосорбции абсорбируемый компонент вступает в химическую реакцию с веществом абсорбента.

- При физической абсорбции энергия взаимодей. молекул газа и абсорбента в р-ре не превышает 20 кДж/моль.
- При химической абсорбции (или абсорбция с хим. р-цией, часто наз. хемосорбцией) молекулы растворенного газа реагируют с активным компонентом абсорбента-хемосорбентом (энергия взаимодей. молекул более 25 кДж/моль) либо в р-ре происходит диссоциация или ассоциация молекул газа.

- Промежут. варианты абсорбции характеризуются энергией взаимодей. молекул 20-30 кДж/моль. К таким процессам относится растворение с образованием водородной связи, в частности А. ацетилена диметилформамидом.

# Статика абсорбции

- Характеризует термодинамич. равновесие р-ра с паро-газовой смесью, а также материальный и энергетич. балансы процесса. При физ. абсорбции с образованием идеального р-ра для р-рите-ля и растворенного газа во всем интервале изменения состава в соответствии с законом Рауля растворимость газа:

$$x_{2,пл}^* = p_2^* / P_2^0$$

где  $P_2^0$  - давление паров над чистым сжиженным газом при данной  $t$ -ре системы;

$p_2$  - парциальное давление газа;

звездочкой обозначаются параметры в-ва в условиях равновесия.

Индексы "1" и "2" относятся соотв. к растворителю и газу.



- Зависимость растворимости газа от температуры как при физ., так и при хим. абсорбции приближенно описывается ур-нием:

$$\ln K_H = A - \Delta H/RT,$$

- При расчете скорости абсорбции часто используют коэф. массо-передачи, определяемые по гипотетич. поверхностным составам и, следовательно, по гипотетич. движущим силам. Обычно принимают, что коэф. массопередачи, отнесенный к концентрации в газе,  $K_g$  [кмоль/(м<sup>2</sup> \*МПа\*с)] обусловлен движущей силой  $(y_2 - y_2^*)$ , где  $y_2^*$  - молярная доля поглощаемого компонента в газе, к-рая отвечает равновесию с жидкостью, имеющей средний объемный состав  $x_2$ ;  $y_2$  - средний объемный состав газа в данном сечении аппарата.

- Тогда получим:

$$j_2 = K_r P (y_2 - y_2^*).$$

Аналогично можно найти движущую силу ( $x_2^* - x_2$ ) и коэф. массопередачи  $K_j$ .

$$\frac{1}{K_r} = \frac{1}{\beta_r} + \frac{mP}{\bar{\rho}_j} \cdot \frac{1}{\beta_j},$$

- Абсорбция осуществляют в массообменных аппаратах, наз. абсорберами, -тарельчатых, насадочных (устаревшее название -скрубберы), пленочных, роторно-пленочных и распылительных. Схема материальных потоков в абсорбере представлена на рис. 3. Связь между концентрациями поглощаемого компонента в газе  $y_2$  и в жидкости в любом горизонтальном сечении аппарата находят из уравнения материального баланса (т. наз. уравнение рабочей линии).

- В общем случае это уравнение имеет вид:

$$Ldx_2 + x_2dL = Gdy_2 + y_2dG,$$

где L и G-расходы жидкости и газа. Когда объемы фаз в ходе абсорбции изменяются незначительно, рабочая линия-прямая:

$$y_2 = y_{2,n} - (L/G)(x_{2,n} - x_2)$$

# Абсорбция газов 1

- Абсорбция газов (лат. *absorptio*, от *absorbeo*-поглощаю), объемное поглощение газов и паров жидкостью (абсорбентом) с образованием раствора. Применение абсорбции в технике для разделения и очистки газов, выделения паров из паро-газовых смесей основано на разл. р-римости газов и паров в жидкостях.

# Абсорбция газов 2

- Согласно закону Генри растворимость газа в жидкости пропорциональна давлению, под которым газ находится, но при условии, что газ при растворении не образует новых соединений и молекулы его не полимеризуются.

# Абсорбция газов 3

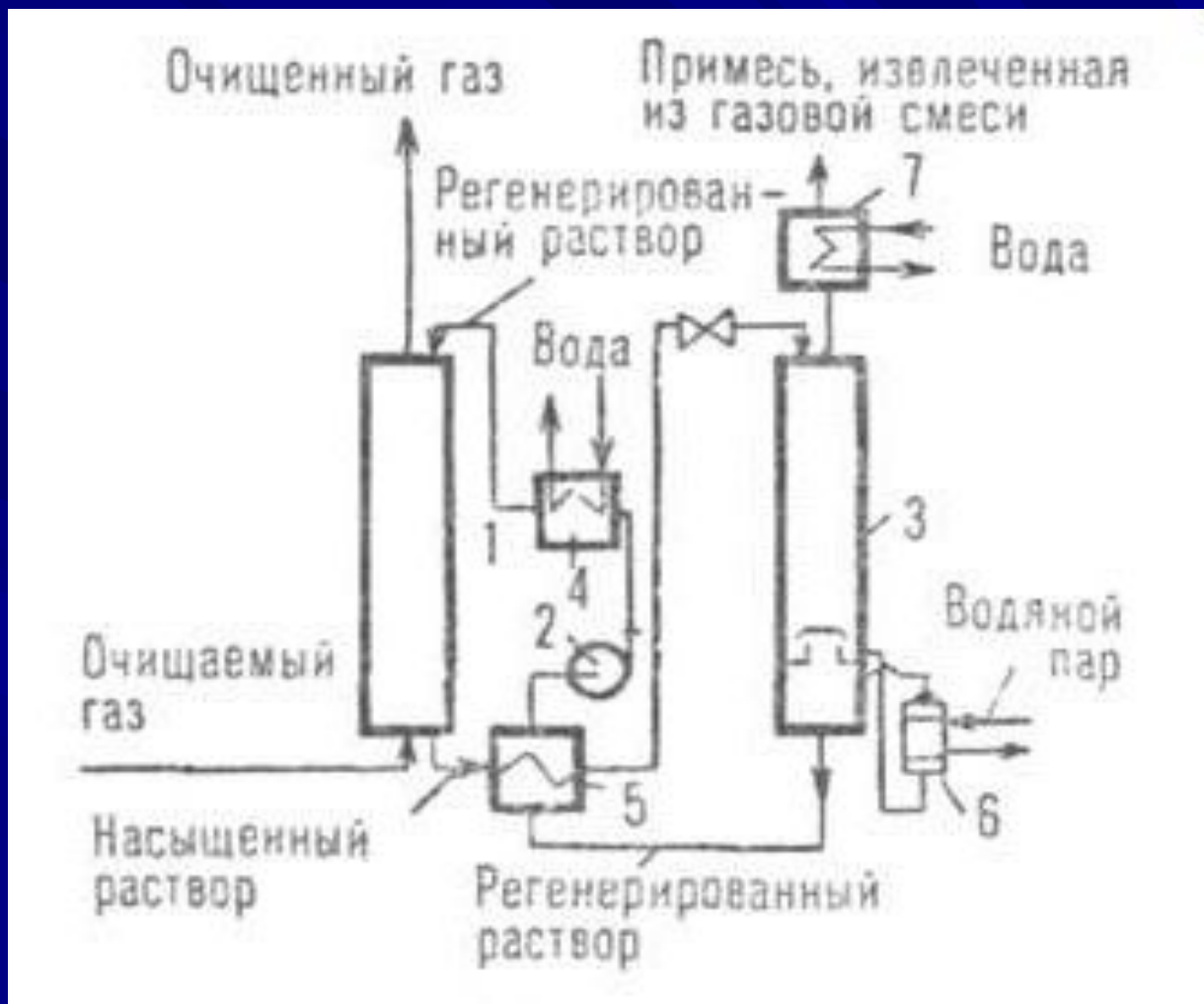
- Абсорбция газов пористыми телами была впервые замечена и изучена почти одновременно Фонтаном и Шееле в 1777 г., а затем подвергалось исследованию многими физиками, а особенно Соссюра в 1813 г.



# Основы технологии абсорбционных процессов

- Основы технологии абсорбционных процессов. А. часто осуществляют в виде абсорбционно-десорбционного цикла (циклич. процесс), однако стадия десорбции может отсутствовать, если в результате А. получают готовый продукт или регенерация поглотителя невозможна (разомкнутый процесс).

- Для снижения расхода энергии иногда применяют двух- и многопоточные схемы с отводом грубо- и тонкорегенерированного р-ров в разных сечениях десорбера и подачей их в разл. точки абсорбера либо направляют насыщ. р-р абсорбента в разные точки десорбера и т.п.



- На рисунку : Принципиальная схема абсорбционно-десорбционного цикла: 1 -абсорбер; 2-насос; 3-десорбер; 4 - холодильник; 5-теплообменник; 6-кипятильник; 7 - конденсатор.

# Регенерация абсорбентов

- Регенерацию абсорбентов (десорбцию газов) можно проводить снижением давления (вплоть до вакуумирования), нагреванием, отдувкой плохo р-римыми газами и парами кипящего абсорбента, а также сочетанием этих приемов.

# Абсорбции окислов азота

На многих предприятиях в атмосферу выбрасываются значительные количества  $\text{NO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}_3$  и паров азотной кислоты. Высокоокисленные окислы азота и пары  $\text{HNO}_3$  хорошо поглощаются водными растворами щелочей в аппаратах любого типа с образованием ценных нитрит-нитратных солей. В отдельных случаях и окислы азота при их небольшом содержании могут поглощаться такими поглотителями (раствор мочевины и др.), которые обеспечивают разложение окислов азота на нейтральные продукты.

При поглощении окислов азота раствором мочевины происходит восстановление

их до  $N_2$  и  $H_2O$  по уравнению:



- Поглощение окислов азота раствором мочевины производится в механическом абсорбере с большим числом оборотов.

Методы адсорбции окислов азота из газов твердыми сорбентами позволяют осуществить тонкую очистку газа от окислов азота, а также получить концентрированные окислы азота путем десорбции их из сорбента изолированным теплоносителем.

Наиболее эффективным сорбентом являлся активированный уголь, однако в процессе адсорбции и особенно десорбции он быстро окисляется, вследствие чего возникает опасность самовозгорания сорбента; кроме того, активированный уголь имеет низкую механическую прочность. Алюмогель имеет сравнительно небольшую адсорбционную емкость и недостаточную стойкость.



- В качестве твердых сорбентов исследованы активированный уголь, силикагель, алюмогель, алюмосиликат и синтетические цеолиты. Лучшим из испытанных сорбентов являются синтетические цеолиты и алюмосиликат; первые три сорбента непригодны для длительной адсорбции окислов азота.
- Синтетические цеолиты имеют сильно развитую поверхность и обладают хорошими сорбционными свойствами.

- Алюмосиликатный сорбент является эффективным поглотителем окислов азота и высокостойким в процессе регенерации. Сочетание его высокой поглотительной способности с механической прочностью, твердостью и термостойкостью определяет целесообразность его применения для сорбции окислов азота.

- Кроме того, алюмосиликатный сорбент каталитически ускоряет процесс окисления NO, что позволяет применять его для очистки среднеокисленных газов.

- По закону Дальтона из смеси газов каждый газ растворяется в жидкости пропорционально своему парциальному давлению, вне зависимости от присутствия остальных газов. Степень растворения газов в жидкости определяется коэффициентом, показывающим, сколько объёмов газа поглощается в одном объёме жидкости при температуре газа  $0^{\circ}$  и давлении в 760 мм.

- Коэффициенты абсорбции для газов и воды вычисляются по формуле  $\alpha = A + Bt + Ct^2$ , где  $\alpha$  — искомый коэффициент,  $t$  — температура газа,  $A$ ,  $B$  и  $C$  — постоянные коэффициенты, определяемые для каждого отдельного газа. По исследованиям Бунзена коэффициенты важнейших газов имеют такие:

Газы	A	B	C	Действительны при t°
Cl	+3,0361	-0,046196	+0,0001107	от 0° до 40°
CO	+1,7967	-0,07761	+0,0016424	от 0° до 20°
O	+0,4115	-0,00108986	+0,000022563	от 0° до 20°
H <sub>2</sub> S	+4,3706	-0,083687	+0,0005213	от 0° до 40°
N	+0,020346	0,0000538873	+0,000011156	от 0° до 20°
H	+0,0193	-	-	от 0° до 20°