

# **ТЕМА:**

# **АДСОРБЦИЯ**

- **Адсорбцией** называется процесс поглощения одного или нескольких компонентов из газовой смеси или раствора пористым твердым веществом -адсорбентом. Поглощаемое вещество носит название *адсорбента* или *адсорбтива*.
- Благодаря пористости частиц адсорбентов имеют огромную поверхность, что делает такие вещества, как активированный уголь и силикагель, наилучшими адсорбентами. Так, 1 г активированного угля обладает поверхностью до 1000 , а 1 г силикагеля - до 500 .
- Активированный уголь (древесный, чаще березовый, уголь обработанный паром и серной кислотой с целью удаления из него смолистых веществ) и силикагель (гель кремневой кислоты, полученный воздействием серной кислоты на жидкое стекло).
- Процессы адсорбции избирательны и обычно обратимы. Область применения адсорбции несколько отличается от применения сходного с ней процесса абсорбции. Адсорбцию выгодно использовать в тех случаях, когда необходимо обеспечить полное поглощение небольших концентраций вещества, тогда как применение абсорбции дает возможность поглощать большое количество компонента. не достигая, однако, полного его извлечения.



**Процессы адсорбции широко применяются в промышленности при очистке и осушке газов, очистке и осветлении растворов, разделении смесей газов или паров.**

- 1) для очистки воздуха в противогазах;**
- 2) для очистки перед контактированием;**
- 3) для выделения и очистки манометров в производстве синтетического каучука, смолы и пластмасс.**

**На А.О. "НКНХ" на ЦГФУ применяются цеолиты NaA и NaX для очистки углеводородных фракций от влаги и вредных сернистых примесей.**

# РАЗЛИЧАЮТ ФИЗИЧЕСКУЮ И ХИМИЧЕСКУЮ АДСОРБЦИЮ.

ФИЗИЧЕСКАЯ АДСОРБЦИЯ ОБУСЛОВЛЕНА ВЗАИМНЫМ ПРИТЯЖЕНИЕМ МОЛЕКУЛ АДСОРБЕНТА И АДСОРБАТА ПОД ДЕЙСТВИЕМ СИЛ Ван-дер-Ваальса и НЕ СОПРОВОЖДАЕТСЯ ХИМИЧЕСКИМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ АДСОРБИРУЕМОГО ВЕЩЕСТВА С ПОГЛОТИТЕЛЕМ.

При ХИМИЧЕСКОЙ АДСОРБЦИИ (ХЕМОСОРБЦИИ), В РЕЗУЛЬТАТЕ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ МЕЖДУ МОЛЕКУЛАМИ ПОГЛОЩЕННОГО ВЕЩЕСТВА И ПОВЕРХНОСТНЫМИ МОЛЕКУЛАМИ ПОГЛОТИТЕЛЯ ВОЗНИКАЮТ ХИМИЧЕСКИЕ СВЯЗИ, ПОЭТОМУ ПРОЦЕСС НЕОБРАТИМ.

АДСОРБЕНТЫ ХАРАКТЕРИЗУЮТСЯ СВОЕЙ ПОГЛОТИТЕЛЬНОЙ ИЛИ АДСОРБЦИОННОЙ СПОСОБНОСТЬЮ, ОПРЕДЕЛЯЕМОЙ ВЕСОВЫМ КОЛИЧЕСТВОМ ПОГЛОЩЕННОГО ВЕЩЕСТВА, ОТНЕСЕННЫМ К ЕДИНИЦЕ ВЕСА ИЛИ ОБЪЕМА ПОГЛОТИТЕЛЯ.

# СТАТИЧЕСКАЯ И ДИНАМИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ

- Адсорбенты характеризуются статической и динамической активностью. После некоторого периода работы адсорбент перестает полностью поглощать извлекаемый компонент и наблюдается "проскок" компонента через слой адсорбента. С этого момента концентрация компонента в отходящей парогазовой смеси возрастает вплоть до наступления равновесия (сколько подается, столько и выходит).
- Количество вещества, поглощенного единицей массы (или объема) адсорбента за время от начала адсорбции до начала "проскока", определяет динамическую активность адсорбента.
- Количество вещества, поглощенного тем же количеством адсорбента за время от начала адсорбции до установления равновесия, характеризует статическую активность.
- Активность адсорбента зависит от температуры газа и концентрации в нем поглощенного компонента. Динамическая активность всегда меньше статической, поэтому расход адсорбента определяется по его динамической активности.

# **СЕЛЕКТИВНОСТЬ (ИЗБИРАТЕЛЬНОСТЬ) ПРОЦЕССА**

- **Адсорбенты обладают селективностью. В процессе абсорбции селективность абсорбента определялась в основном растворимостью в нем того или иного газа, то адсорбенты в первую очередь поглощают из смеси газов или паров те вещества, которые имеют более высокую температуру кипения.**

- Извлечение адсорбированного вещества из твердого поглотителя (десорбция) является необходимой составной частью всех технологических процессов адсорбции.

## *Методы десорбции:*

- 1 Вытеснение из адсорбента поглощенных компонентов посредством агентов, обладающих более высокой адсорбционной способностью, чем поглощенные компоненты (продувка паром или газом).
- 2.Испарение поглощенных компонентов, обладающих относительно высокой летучестью, путем нагрева слоя адсорбента.
- 3.Окислительная регенерация адсорбента (выжиганием поглощенного компонента)

# АДСОРБЦИОННЫЕ УСТАНОВКИ

- Процессы адсорбции могут проводиться периодически (в аппаратах с неподвижным слоем адсорбента) и непрерывно - в аппаратах с движущимся или кипящим слоем адсорбента.
- Различие схем адсорбционных установок обуславливается различием свойств используемых адсорбентов. Например, угля и силикагеля.
- Силикагель не изменяет своей структуры и адсорбционной способности под воздействием высокой температуры, поэтому имеется возможность быстро регенерировать использованный силикагель, нагревая его топочными газами до  $300^{\circ}\text{C}$ . Активированный уголь можно нагревать только до температуры ниже  $200^{\circ}\text{C}$ , продувая его паром, с последующей сушкой и охлаждением. Ввиду этого адсорбционные установки с применением активированного угля должны состоять из нескольких адсорберов, в которых периодически происходят адсорбция и регенерация адсорбента. Установки, использующие в качестве адсорбента пылевидный или

# ДВУХАДСОРБЕРНАЯ УСТАНОВКА НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ

- Для проведения адсорбции непрерывным способом применяют установки, состоящие из двух или более адсорберов, которые поочередно включаются для адсорбции газа. На установке из двух адсорберов после насыщения адсорбента в адсорбере-1 подачу газа переключают в адсорбер-2, а в адсорбере-1 проводят десорбцию, сушку и охлаждение, после чего адсорбер-1 снова переключают на цикл поглощения, а адсорбер-2 - на десорбцию, сушку и охлаждение. При таком переключении достигается непрерывная адсорбция газа, (хотя каждый из адсорберов работает периодически), т.к. все циклы процесса в адсорберах проводятся последовательно друг за другом.

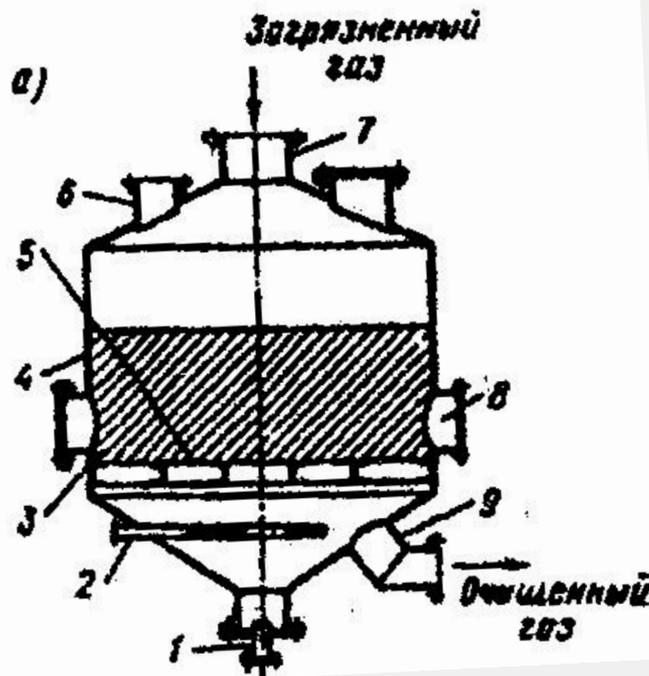


- 1,2- адсорберы;
- 5 -  
хранилище;
- 3 - конденсатор;
- 6 - газодувка;
- 4 - сепаратор;
- 7 -  
калорифер.

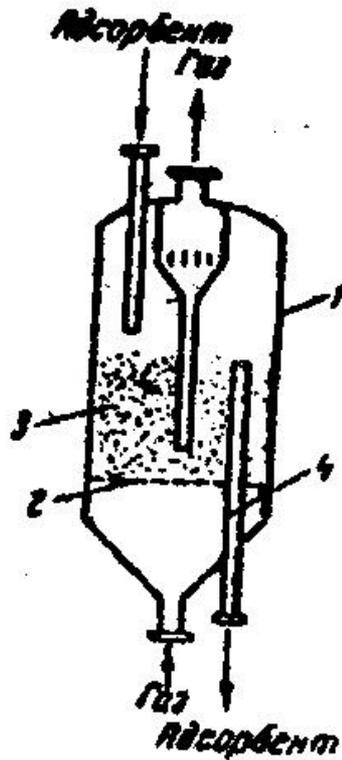
# УСТРОЙСТВО АДСОРБЕРОВ

## АДСОРБЕРЫ С НЕПОДВИЖНЫМ ЗЕРНИСТЫМ АДСОРБЕНТОМ

- 1 - корпус, 2 - решетка, 3-4-5 - люки. Представляет собой полые вертикальные или горизонтальные сосуды, в которых размещены слой зернистого адсорбента. Иногда применяют адсорберы с кольцевым слоем адсорбента. Газовая смесь (паровоздушная) подается в корпус-1 адсорбера, проходит сквозь находящийся на решетке-2 слой адсорбента, после чего удаляется через выхлопной штуцер. По завершении адсорбции для вытеснения поглощенного вещества из адсорбента в аппарат подается перегретый водяной пар, который движется в направлении, обратном движению газа. Паровая смесь (смесь паров воды и извлекаемого компонента) удаляется из аппарата и поступает на разделение в отстойник непрерывного действия или в ректификационную колонну. После десорбции сквозь слой адсорбента пропускают для его сушки горячий воздух, который входит через паровой штуцер и удаляется через тот же штуцер, что и паровая смесь. Высушенный адсорбент охлаждается холодным воздухом, движущимся по тому же пути, что и водяной пар. После чего цикл поглощения повторяется снова.



# АДСОРБЕРЫ С КИПЯЩИМ СЛОЕМ МЕЛКОЗЕРНИСТОГО АДСОРБЕНТА



- 1 - корпус,
- 2 - распределительная решетка,
- 3 - кипящий слой адсорбента,
- 4 - труба для выхода адсорбента

При проведении адсорбции в кипящем слое адсорбента гидравлическое сопротивление слоя весьма является малым, поэтому можно создавать скорости газового потока, в несколько раз большие, чем в неподвижном слое адсорбента. Благодаря сочетанию высоких скоростей газа с очень развитой поверхностью фазового контакта можно значительно интенсифицировать процесс адсорбции.

При интенсивном перемешивании частиц в кипящем слое в нем происходит быстрое выравнивание температур и предотвращается опасность перегрева адсорбента. В корпусе-1 одноступенчатого адсорбера имеется распределительная решетка-2, через которую снизу подается газ, приводящий мелкозернистый адсорбент в состояние кипящего слоя. Газ отводится через верхний штуцер. Адсорбент