

# РЕАКТОР ДЛЯ ГЕТЕРОГЕННОГО КАТАЛИЗА С ДВИЖУЩИМ СЛОЕМ КАТАЛИЗАТОРА



Работу выполнил: студент 1131-62

Емельянова Е.В.

Работу проверил:

Ефанова Э.А.

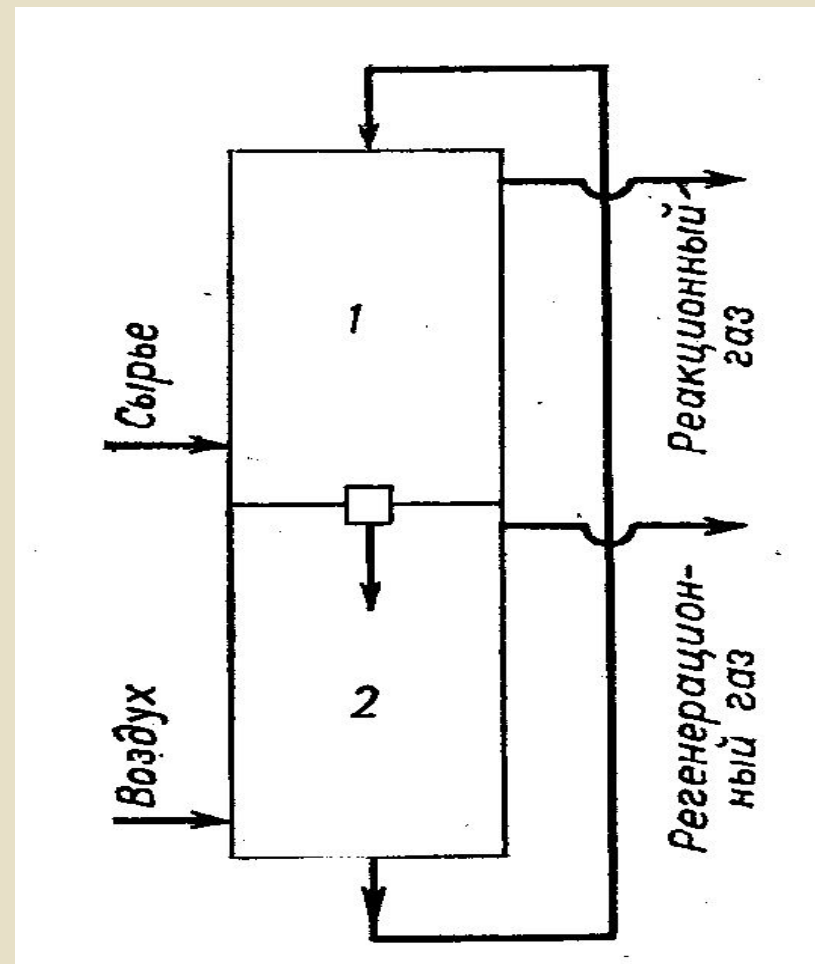
- Термин «**движущийся слой**» применяется к аппарату, в котором твердые частицы материала движутся вертикально вниз непрерывно оседающего слоя.
- Основным принципом работы **реактора для гетерогенного катализа с движущим слоем катализатора** является непрерывное перемещение последнего в зоне реакции при постоянном реакционном объеме. Это означает, что катализатор непрерывно поступает в реактор и также непрерывно и с такой же скоростью выходит из реактора. Аналогично осуществляются регенерация, подогрев или охлаждение катализатора. Таким образом, **установки с движущимся слоем катализатором** являются установками непрерывного действия.
- Помимо того что реакция все время идет в присутствии свежего катализатора, движущийся поток обуславливает хорошее перемешивание реакционной смеси и контакт с частицами катализатора.

## Реактор для гетерогенного катализа с движущим слоем катализатора

- Поэтому несмотря на относительную сложность конструкции, такие аппараты получают все большее распространение.



- В реакторах для гетерогенного катализа с движущим слоем катализатора фермент в виде шариков или зерен размером 3-5 мм непрерывно перемещается в аппаратах сверху вниз под действием силы тяжести.
- Впервые аппарат подобного типа был предложен в 1933 г. в СССР Грум-Гржимайло для контактного разложения этилового спирта на бутадиен.
- Реактор (рис. 1) состоял из двух камер — реакционной 1 и регенерационной 2.



- Рис. 1 – Схема аппарата Грум-Гржимайло с движущим катализатором:
- 1 – реакционная камера
- 2 - регенерационная камера

- Катализатор, нагретый до температуры реакции, поступал сверху в реакционную камеру, где навстречу ему двигались пары спирта. Науглероженный катализатор пересыпался в регенерационную камеру, где продувался воздухом и за счет теплоты сгорания угля разогревался.
- Из регенерационной камеры он передавался в реакционную. Такой аппарат был построен, однако пустить его из-за ряда технических трудностей так и не удалось.
- В дальнейшем этот принцип был использован нефтеперерабатывающей промышленностью главным образом для проведения процессов каталитического крекинга
- В современных установках с движущимся гранулированным катализатором применяются два отдельных аппарата - реактор и регенератор, в каждом из которых осуществляется непрерывное перемещение частиц катализатора сверху вниз. Конструкции реакторов и регенераторов в общем мало отличаются друг от друга.



- **Реактор системы Термофор** (показан на рис.2) представляет собой полу колонну, заполненную катализатором, который непрерывно поступает сверху и выводится снизу. Противотоком или прямотоком к катализатору поступает парообразное сырье, а реакционные газы выводятся соответственно сверху или снизу.
- **Важно:** Для эффективной работы реактора необходимо обеспечить равномерное перемещение катализатора сверху вниз, максимально возможное равномерное распределение потоков катализатора и паров сырья по сечению реактора и равномерный отвод продуктов реакции.

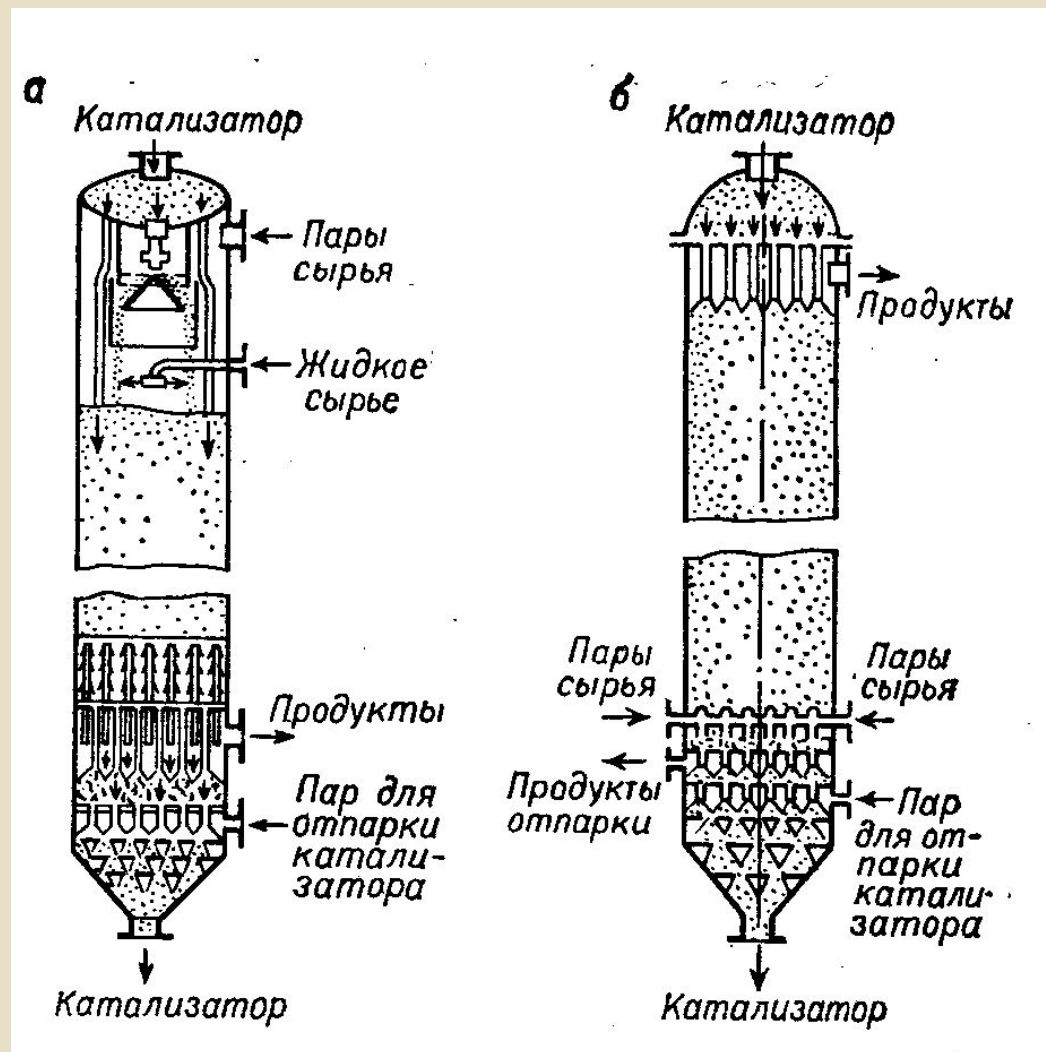


Рис. 2 – Прямоточный (а) и противоточный (б) реакторы с движущимся катализатором (система Термофор)



- Существует несколько систем регуляторов, обеспечивающих такое перемещение катализатора в реакторе с вибрационными и перфорированными тарелками, с наклонными трубами. Наиболее распространенный регулятор состоит из системы перфорированных тарелок (см. рис. 2) (3—4 штуки), расположенных одна над другой таким образом, что отверстия верхней не совпадают с отверстиями тарелки, расположенной ниже, причем чем ниже тарелка, тем меньше в ней отверстий.
- Катализатор, пересыпаясь по тарелкам, собирается в один узкий поток и выводится из аппарата. Требуемая скорость перемещения катализатора достигается с помощью специальных регуляторов скорости потока твердой фазы вибрационных тарелок или шиберов.

- Равномерное распределение паров сырья, поступающего снизу реактора, и равномерный отвод реакционных газов из любой точки реактора обеспечиваются с помощью специальных распределительных тарелок с вальцованными в них короткими патрубками (см. рис. 2). Катализатор движется по патрубкам, а между ними остается свободное пространство, в которое подводится или из которого отводится газ. При подаче сырья сверху, особенно если оно жидкое, используют форсунки-распылители (см. рис. 2, а).
- Установка состоит из двух аппаратов - реактора и регенератора, связанных между собой в единую систему. При этом возникает ряд вопросов, заслуживающих рассмотрения и касающихся взаимного расположения аппаратов, предотвращения прорыва газов из одного аппарата в другой и способа перемещения катализатора вне их.



Реактор и регенератор могут быть расположены по высоте либо на одном уровне, либо на разных.

Горизонтальное взаимное расположение аппаратов (рис. 3) применяется в процессах крекинга нефтепродуктов (системы Термофор). В этом случае необходимы два транспортера 4 и 5 для перемещения катализатора из реактора 2 в регенератор 3 и наоборот.

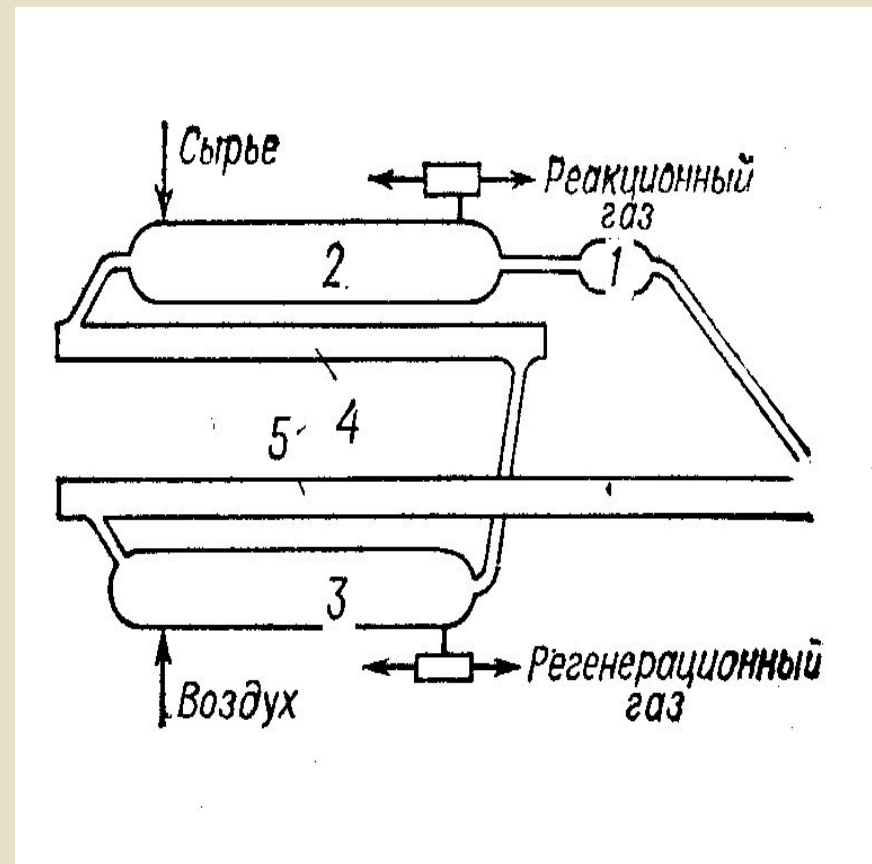


Рис. 3 – Схема установки с движущимся гранулированным катализатором (горизонтальное взаиморасположение реактора и регенератора):  
1 – засыпная воронка, 2 – реактор, 3 – регенератор, 4,5 – транспортер



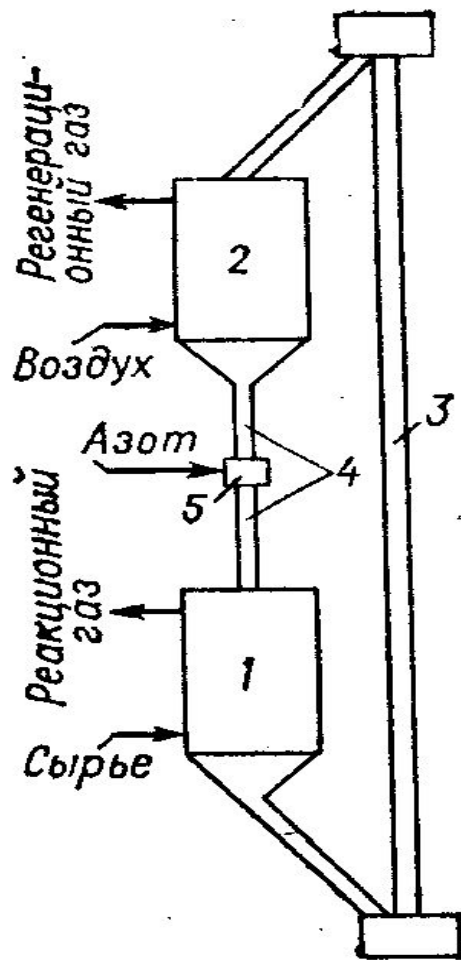


Рис. 4 – Схема установки с движущимся гранулированным катализатором (вертикальное расположение реактора и регенератора):  
 1 – реактор, 2 – регенератор, 3 – транспортер, 4 – трубы, заполненные катализатором, 5 – азотный затвор

При вертикальном взаимном расположении аппаратов (рис. 4) регенератор обычно располагается над реактором, так как необходимо, чтобы нагреты в процессе регенерации катализатор охлаждался как можно меньше на пути в реактор. Преимущество такого расположения аппаратов в том, что установка получается компактной и требуется только один транспортер. Эти установки применяются в производстве синтетического каучука.

- Недостатком их является большая высота, что при крупных масштабах производства может оказаться лимитирующим фактором.



## ◦ **Список использованной литературы:**

- **1.** Гринберг Я.И. Проектирование химических производств / Гринберг Я.И. - Изд. Химия, 1970. - 268 с.
- **2.** Дидушинский Я. Основы проектирования каталитических реакторов / Дидушинский Я. - М.: Химия, 1972. - 376 с.
- **3.** Рейхсфельд В.О., Еркова Л.Н. Оборудование производств основного органического синтеза и синтетических каучуков/ Рейхсфельд В.О., Еркова Л.Н. - М., Л.: Химия, 1974. – 440 с



**Спасибо за внимание!**

