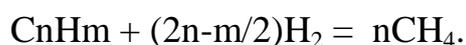


Практическая работа № 13. Очистка газов от углеводородов методом каталитического деструктивного гидрирования

Цель работы: ознакомиться с методами очистки газов от углеводородов, произвести расчеты материального баланса протекающих реакций.

Суть процесса. Одним из методов получения чистого метана является каталитическое деструктивное гидрирование парафиновых и нафтеновых углеводородов по экзотермическим реакциям типа:



Процессы каталитического расщепления сложных углеводородных молекул в среде водорода с разрывом связей —С—С— и последующим гидрированием образовавшихся фрагментов известны под названиями гидрокрекинга и деструктивного гидрирования.

Кинетика реакций деструктивного гидрирования сложных углеводородов до метана при температурах выше 300 °С в отсутствие побочных реакций, приводящих к сажеобразованию, изучена рядом авторов. Расчеты показали, что при атмосферном давлении в интервале температур 400–1100 К реакции, описываемые уравнением, представленным выше, необратимы.

Гидрирование высших гомологов метана протекает на никелевом катализаторе в среде водорода при 573–623 К. Этот процесс является экзотермическим:



При полном гидрировании объем расходуемого водорода составляет 10–12 % общего объема очищаемого газа.

Чем больше углеродных атомов в молекуле исходного углеводорода, тем легче (быстрее) он подвергается деструктивному гидрированию. Отсюда следует, что можно

осуществлять частичную очистку природного газа от высших углеводородов (включая пропан) и на 70 % от этана.

Проведение неполного селективного гидрирования упрощает процесс очистки и удешевляет себестоимость очищенного природного газа. Производительность установки в этом случае может быть увеличена в 2 раза. Расход водорода на селективное гидрирование гомологов метана, начиная с пропана, составляет 5–8 % от объема очищаемого природного газа.

Чтобы предотвратить расщепление метана до образования сажи, процессы полного и селективного гидрирования гомологов метана проводят в некотором избытке водорода. При этом содержание водорода в очищенном газе составит около 2 %. Для снижения концентрации избыточного водорода процесс деструктивного гидрирования углеводородов целесообразно проводить под давлением.

Хотя гидрирование парафиновых углеводородов можно проводить над любым промышленным алюмоплатиновым катализатором реформинга, для усиления изомеризирующей способности прибегают к модифицированию катализаторов. В качестве гидрирующих компонентов таких катализаторов обычно используются платина, палладий или никель, в качестве кислотных компонентов – фторированная или хлорированная окись алюминия, алюмосиликаты. Установлено, что с уменьшением концентрации никеля значительно снижается каталитическая активность катализатора.

Смешанные катализаторы ГИАП-12 и ГИАП-5В, содержащие 36–38 и 22–23 % окиси никеля, несколько менее активны, но более устойчивы к дезактивации сернистыми соединениями. При 0 °С возможно восстановление активности никелевых катализаторов азотоводородной смесью.

При повышении давления и постоянной температуре и объемной скорости степень очистки природного газа от высших углеводородов может быть увеличена в 1,5–2 раза.

В качестве аппаратов для деструктивного гидрирования могут быть рекомендованы реакторы кожухотрубчатого типа, в которых легко поддерживается требуемый температурный режим по высоте слоя катализатора. Гидрирование может проводиться и в полочном реакторе при условии подогрева каждой полки.

Принципиальная схема процесса представлена на рисунке 1.

Природный газ при 25 °С и давлении 12 кгс/см² поступает в объёмный сепаратор, где отделяется газовый конденсат, и после смешения с продувочными газами направляется в трубное пространство кожухотрубчатого теплообменника, где нагревается до 255 °С за счёт тепла очищенного газа. В змеевиковом подогревателе температура газа возрастает до 350 °С за счёт тепла топочных газов, образующихся при сгорании

природного газа. При 335 – 350 °С газ очищается от серосодержащих примесей поглотителями на основе окиси цинка. Очищенный газ далее направляется в реакторы деструктивного гидрирования и через теплообменник поступает на дальнейшую переработку.

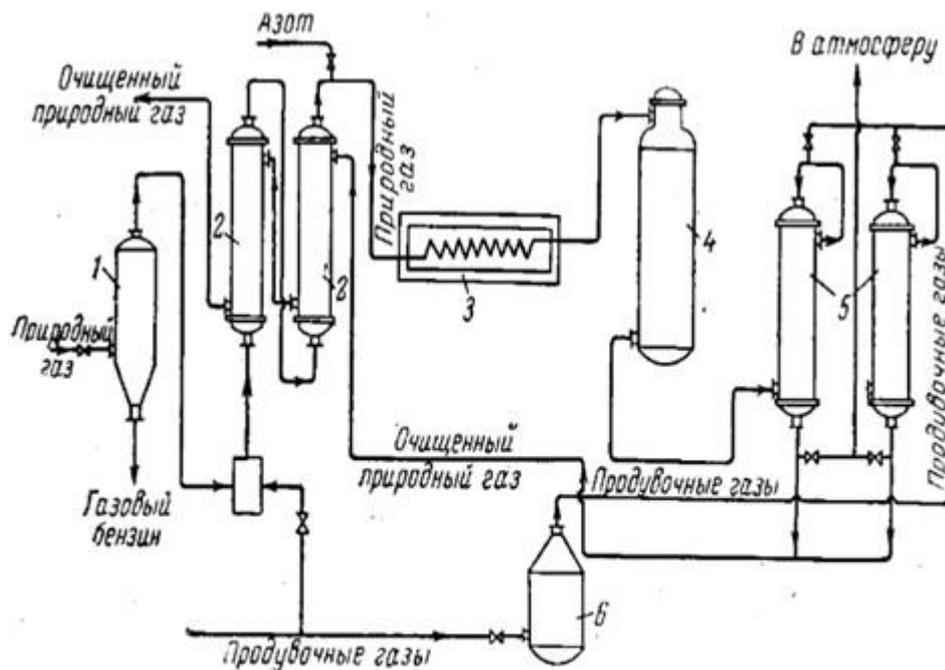


Схема установки стабилизации состава природного газа методом деструктивного гидрирования:

1 — объемный сепаратор; 2 — теплообменник; 3 — подогреватель природного газа; 4 — адсорбер сероочистки; 5 — реакторы деструктивного гидрирования; 6 — камера разогрева.

Рис. 1. Принципиальная схема

Регенерация катализатора.

Регенерация катализатора гидрирования проводится при 400–500 °С водородсодержащими газами, нагреваемыми в специальной камере путем сжигания части газа с воздухом. В качестве водородсодержащих газов могут применяться продувочные газы синтеза аммиака, азотоводородная смесь, подготовленная для синтеза аммиака, и др.

Область применения.

Очистка газов от углеводородов востребована на объектах нефтегазовой и химической промышленности.

Достоинства.

Достоинством метода гидрирования является то, что он позволяет получать газ любой степени чистоты.

Недостатками являются необходимость работы на чистом воздухе, сложность технологической схемы, относительно большие капитальные затраты и необходимость тонкой очистки газа от сернистых соединений.

Методы каталитической и термической очистки газов

Токсические пары органических веществ подвергают деструктивной каталитической очистке.

Катализаторы для таких процессов готовят на основе меди, хрома, кобальта, марганца, никеля, платины и др. металлов. В отдельных случаях применяют природные материалы.

Среди катализаторов условно различают цельнометаллические, смешанные, керамические, насыпные.

Используемые в практике установки каталитической очистки различают конструкцией контактных аппаратов, способами повышения до необходимого уровня температуры поступающих газов, используемыми катализаторами, приемами рекуперации тепла, наличием рецикла обезвреженных газов.

Адсорбция паров летучих растворителей

Улавливание паров возможно любыми мелкопористыми адсорбентами: активными углями, силикагелями, алюмогелями, цеолитами, пористыми стеклами и т.п.

Однако активные угли, являющиеся гидрофобными адсорбентами наиболее предпочтительны для решения этой задачи: при относительной влажности очищаемых паровоздушных или парогазовых потоков до 50 % влага практически не влияет на сорбируемость паров органических растворителей.

Рентабельность адсорбционных установок с использованием активных углей зависит от концентрации в очищаемых газах паров летучих органических растворителей.

Поглощение паров летучих растворителей можно проводить в стационарных (неподвижных), кипящих и плотных движущихся слоях поглотителя, однако в производственной практике наиболее распространенными являются рекуперационные установки со стационарным слоем адсорбента, размещаемым в вертикальных, горизонтальных или кольцевых адсорберах.

Адсорберы вертикального типа обычно используют при небольших потоках, подлежащих очистке паровоздушных (парогазовых) смесей, горизонтальные и кольцевые аппараты служат, как правило, для обработки таких смесей при высоких (десятки и сотни тысяч кубометров в час) скоростях потоков.

С целью достижения более глубокой очистки обрабатываемых потоков от паров летучих растворителей используют комбинированные методы, сочетающие различные

процессы.

Задание на расчет: произвести расчеты материального баланса указанных в методических рекомендациях процессов очистки по каждому методу, в расчете на 100 кг CH_4