

МЕТОДЫ УЛАВЛИВАНИЯ БЕНЗОЛЬНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ ИЗ КОКСОВОГО ГАЗА

Абсорбция бензольных углеводородов поглотительным маслом при атмосферном давлении и температуре 20-30 °С

Бензольные углеводороды улавливают из коксового газа поглотительным маслом под обычным давлением в скрубберах, последовательно включенных с соблюдением принципа противотока газа и масла.

Применяются скрубберы различных конструкций, к ним предъявляются следующие требования: поверхность контакта газа и масла в них должна быть максимальной, а размеры аппарата, затраты материалов на его изготовление, а также затраты энергии на преодоление сопротивления газа и перекачку масла должны быть минимальными. При улавливании бензольных углеводородов из газа под обычным давлением распространение получили скрубберы с деревянной хордовой и Z-образной насадкой.

Процесс абсорбции бензольных углеводородов из коксового газа как и любой абсорбционный процесс, характеризуется следующим основным уравнением:

$$G=K_{об} \cdot F \cdot \Delta P_{ср} \quad (1.1)$$

где G-количество абсорбированного вещества, кг/ч;

K-общий коэффициент скорости абсорбции;

F-поверхность контакта фаз м²;

ΔP -среднелогарифмическая движущая сила абсорбции Па (мм рт. ст.).

Это уравнение не отражает, однако, влияния всех факторов, определяющих течение процесса абсорбции. Количество этих факторов значительно больше и влияние их на степень абсорбции определяются весьма сложной математической зависимостью.

Абсорбция бензольных углеводородов поглотительным маслом при повышенном давлении коксового газа 8-12 атм

Если коксовый газ подлежит сжатию для передачи его в сеть дальнего газоснабжения или для использования в качестве химического сырья, то в этом случае технически целесообразно извлекать химические продукты, в том числе бензольные углеводороды, из сжатого газа. При этом достигается значительная экономия капитальных и эксплуатационных затрат, более глубокое извлечение продуктов и лучшая очистка газа.

При абсорбции бензольных углеводородов из коксового газа под давлением условия процесса значительно меняются. Пропорционально повышению давления возрастает содержание бензольных углеводородов в газе, и, согласно закону Генри, равновесная концентрация этих продуктов в поглотительном масле также возрастает. Увеличивается также скорость абсорбции. Таким образом, при улавливании бензольных углеводородов под давлением процесс абсорбции значительно интенсифицируется, в результате чего резко снижается норма расхода поглотительного масла и необходимая поверхность насадки скрубберов.

При уменьшении количества масла, подаваемого в насадочные аппараты, снижается плотность орошения, в результате чего не обеспечивается достаточная смачиваемость насадки поглотителем, поэтому при абсорбции бензольных углеводородов под давлением обычно применяют не насадочные, а тарельчатые абсорберы барботажного типа.

При абсорбции бензольных углеводородов из коксового газа под давлением сокращается количество циркулирующего в системе поглотительного масла, что существенно снижает расход энергии и размеры аппаратов в отделении дистилляции насыщенного поглотительного масла.

Сжатие газа только с целью интенсификации процесса улавливания ввиду больших затрат на компрессию газа, которые полностью относятся на стоимость полученных продуктов, неэкономично. Однако если для сжатия газа применять винтовые компрессоры и использовать энергию сжатия, то улавливание продуктов коксования под давлением может быть экономичным, независимо от условий дальнейшего использования газа.

Адсорбция бензольных углеводородов твёрдыми поглотителями

В качестве твердых поглотителей для улавливания бензольных углеводородов из коксового газа нашли практическое применение активированные угли, имеющие наиболее развитую внутреннюю поверхность.

Количество адсорбируемых из газа бензольных углеводородов зависит от свойств угля и условий протекания процесса, в первую очередь от парциального давления паров и температуры.

Зависимость между количеством адсорбируемого вещества и парциальным давлением его паров при средних давлениях выражается эмпирическим уравнением Фрейндлиха:

$$x/m = a \cdot p^{1/n} \quad (1.2)$$

где x -количество адсорбированного вещества;
 m -количество адсорбента;
 p -парциальное давление паров данного вещества при достижении равновесия;

a , n -константы, зависящие для данного адсорбента от природы поглощаемого вещества и температуры.

Зависимость количества адсорбируемого вещества от парциального давления его паров в газе при определенной температуре может быть прямыми или кривыми (в зависимости от выбранной системы координат), называемыми изотермами адсорбции.

Они характеризуют статическую активность адсорбента, определяемую при достижении равновесия между концентрацией данного вещества в газе и его количеством в адсорбенте. Практически важнее динамическая активность, определяемая количеством поглощенного в адсорбере вещества до проскока.

Для активированного угля в адсорберах промышленного типа она составляет 85-95 % от статической. Адсорбция активированным углем сопровождается выделением тепла.

Если в газе присутствует несколько веществ, то, как правило, в первую очередь и в значительно большем количестве поглощается вещество с более высокой температурой кипения. Существенное влияние на адсорбцию бензола активированным углем оказывают водяные пары.

” Вымораживание” бензольных углеводородов при температуре – 45 °С

При обычных условиях, в которых ведется улавливание бензола, пары бензола в коксовом газе находятся в перегретом состоянии, для конденсации бензольных паров при температуре газовой смеси, равной 30 °С, необходимо, чтобы давление их было не ниже 118,4 мм рт. ст. Фактическое давление паров бензола в коксовом газе определяется по закону Дальтона.

Если содержание паров бензола в газе равно 25 г/м³ и общее давление газовой смеси равно 760 мм рт. ст., парциальное давление паров бензола в газе составит:

$$P_p = (25/78 * 22,4) / 1000 = 5,46 \text{ мм. рт. ст.} \quad (1.3)$$

Температура, при которой пары бензола, при давлении 5,46 мм рт. ст., становятся насыщенными, т. е температура, при которой начнется конденсация бензольных паров из газа, может быть определена по формуле:

$$(t_b - t'_b) / (t_b - t'_v) = q \quad (1.4)$$

где t_b – t'_b – температура кипения бензола при нормальном давлении t_b и при давлении 5,46 мм рт. ст. t'_b ;

t_v – t'_v – температура кипения воды при нормальном давлении t_v и при давлении 5,46 мм рт. ст. t'_v ;

q – Постоянная величина (для бензола = 1,18);

Откуда $t'_b = -34,1$

Таким же путем можно подсчитать температуру начала конденсации для паров толуола, ксилола и др. составных частей сырого бензола.

Чтобы при нормальном давлении достигнуть полного или близкого к полному выделения паров бензольных углеводородов из коксового газа, необходимо понижать температуру до минус 70 °С.

Кроме низких температур, для выделения бензольных углеводородов можно воспользоваться сжатием газа. При этом упругость паров бензольных углеводородов в газе повышается и при некотором давлении наступает насыщение газа этими парами и конденсация их. Это давление P определится из такого соотношения:

$$P = P_0 / P_{\text{п}} \quad (1.5)$$

или, для ранее принятых условий,

$$P = 118,4 / 5,46 = 22 \text{ атм.}$$

Чтобы достигнуть полного или почти полного, выделения бензола из газа при температуре 30 °С, потребуется давление свыше 1000 атм.

Применять такие высокие давления как 1000 атм или такие низкие температуры как минус 70 °С только для целей выделения бензола из газа неэкономично. Практически на таких установках для выделения бензольных углеводородов из коксового газа применяют одновременно и пониженные температуры и повышенные давления.

Из всех описанных методов улавливания бензольных углеводородов на производстве используют метод абсорбции бензольных углеводородов поглотительным маслом при атмосферном давлении и температуре 20-30 °С. Потому что этот метод более удобен, так как данные условия процесса проще создать, нежели в других методах. А отсюда следует, что этот метод более выгоден с экономической точки зрения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Банников Л.П. Справочник коксохимика том 3: Улавливание и переработка химических продуктов коксования Банников Л.П – Харьков: Издательский дом ИНЖЭК, 2009. – 432 с.

2. Рудыка В.И. Основные направления модернизации цехов коксохимических предприятий / Рудыка В.И., Зингерман Ю.Е., Грабко В.В. – Кокс и химия, 2004. – № 7. – 36 с.

3. Лейбович Р.Е. Технология коксохимического производства / Лейбович Р.Е. Яковлева Е.И. – Москва: Металлургия, 1982. – 358 с.

4. Шелков А.К. Справочник коксохимика том 3: Улавливание и переработка химических продуктов коксования / Шелков А.К. – Москва: Металлургия, 1970. – 450 с.