

АБСОРБЦИЯ – НЕКОТОРЫЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Триколич Т. Д. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса)

В настоящее время из-за постоянно усиливающегося техногенного влияния деятельности человечества на окружающую среду происходит необратимое разрушение природных ресурсов.

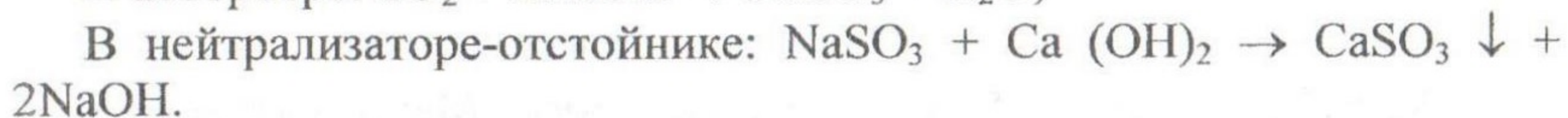
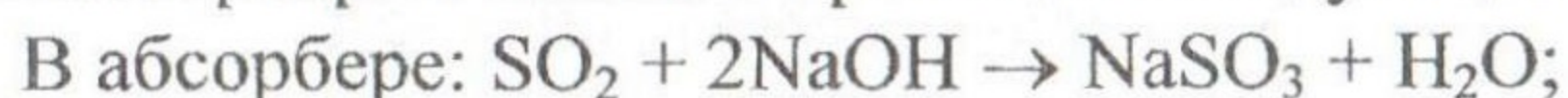
Следовательно, развитие новых технологических процессов должно быть сбалансировано с разработкой технологии и аппаратуры, предотвращающих выбросы в атмосферу, либо ограничивающих их до допустимых уровней. На 80% предприятий имеется технологические операции, в процессе которых выделяется значительное количество газовых выбросов, для улавливания и обезвреживания которых существует 5 методов удаления загрязнителей. К вышеуказанным методам относятся: абсорбция, адсорбция, конденсация, химическая обработка и сжигание горючих газов. Рассмотрим метод абсорбции.

Одной из основных областей применения абсорбции является удаление водорастворимых газообразных загрязнителей из отходящих газов различных процессов; примерами таких загрязнителей являются HCl, SO₂, NO₂, HF, SiF₄, NH₃ и H₂S. Промывке – газов, образующихся при сжигании серусодержащего топлива, для удаления SO₂. Из-за ограниченной растворимости SO₂ в воде обычно применяют щелочную абсорбирующую жидкость, что позволяет нейтрализовать SO₂ в абсорбирующей жидкой пленке, снизить давление паров SO₂ и увеличить движущую силу. Однако поскольку продукты сгорания содержат CO₂, в случае сильно щелочных растворов (pH > 9) будут абсорбироваться большие количества CO₂, что приведет к повышенному расходу щелочи и твердых реагентов для удаления отходов. Обычно величину pH абсорбирующей жидкости на выходе газового потока поддерживают равной 8,0 – 8,5. Для поддержания в отработанной жидкости pH > 7 соответствующим образом регулируют отношение скоростей жидкого и газового потоков. Чтобы движущая сила была максимальной, жидкость и газ направляют противотоком.

Насадочные и тарельчатые колонны, обеспечивающие наиболее

эффективный контакт газа с жидкостью, являются оптимальными аппаратами для абсорбции в отсутствие твердых частиц (как присутствующих в газовом потоке, так и образующихся в результате реакции осаждения). Известь (а также известняк) – доступные и недорогие щелочные агенты – часто применяются для достижения требуемого рН абсорбирующей жидкости. В то же время многие соли кальция, такие как сульфаты, сульфиты и фториды, имеют ограниченную растворимость. При использовании их растворов возможна забивка трубопроводов, форсунок, насадки и т.п., что представляет серьезную проблему в системах обессеривания топочных газов. Для абсорбции НР часто используют открытые распыливающие камеры, однако при обессеривании в этих аппаратах также возможны указанные трудности. Лучшими показателями обладают скруббера Вентури и турбулентные контактные аппараты, в которых осадок, откладывающийся на полый ожеженной насадке, постоянно соскабливается.

Другим решением проблемы забивки оборудования является использование в абсорберах хорошо растворимых щелочных агентов, например NaOH. Жидкость после стадии абсорбции обрабатывается известью в специальном реакторе, и смесь подается в отстойник. В результате такой обработки регенерируется NaOH, который возвращается в абсорбер. В системе протекают следующие химические реакции.



Иногда раствор продувают воздухом для окисления сульфита в сульфат.

Рассмотрим движение газа и жидкости в абсорбере на примере двухпленочной теории Уитмена. «Двухпленочная» теория является основой для определения коэффициентов массопереноса и описания взаимодействий, происходящих на границе раздела фаз.

Предполагается, что газ и жидкость в абсорбере движутся, друг относительно друга и между ними существует поверхность раздела. Согласно теории Уитмена, образуются две пленки – по одной в каждой фазе (рис. 1). Вещество переносится в объем каждой из фаз вследствие турбулентной конвекции. Различием в концентрациях пренебрегаем за исключением зоны в непосредственной близости к поверхности раздела. На обеих сторонах этой поверхности конвекционные токи затухают, и образуется тонкая пленка жидкости. Перенос вещества через эти пленки осуществляется по механизму, аналогичному молекулярной диффузии.

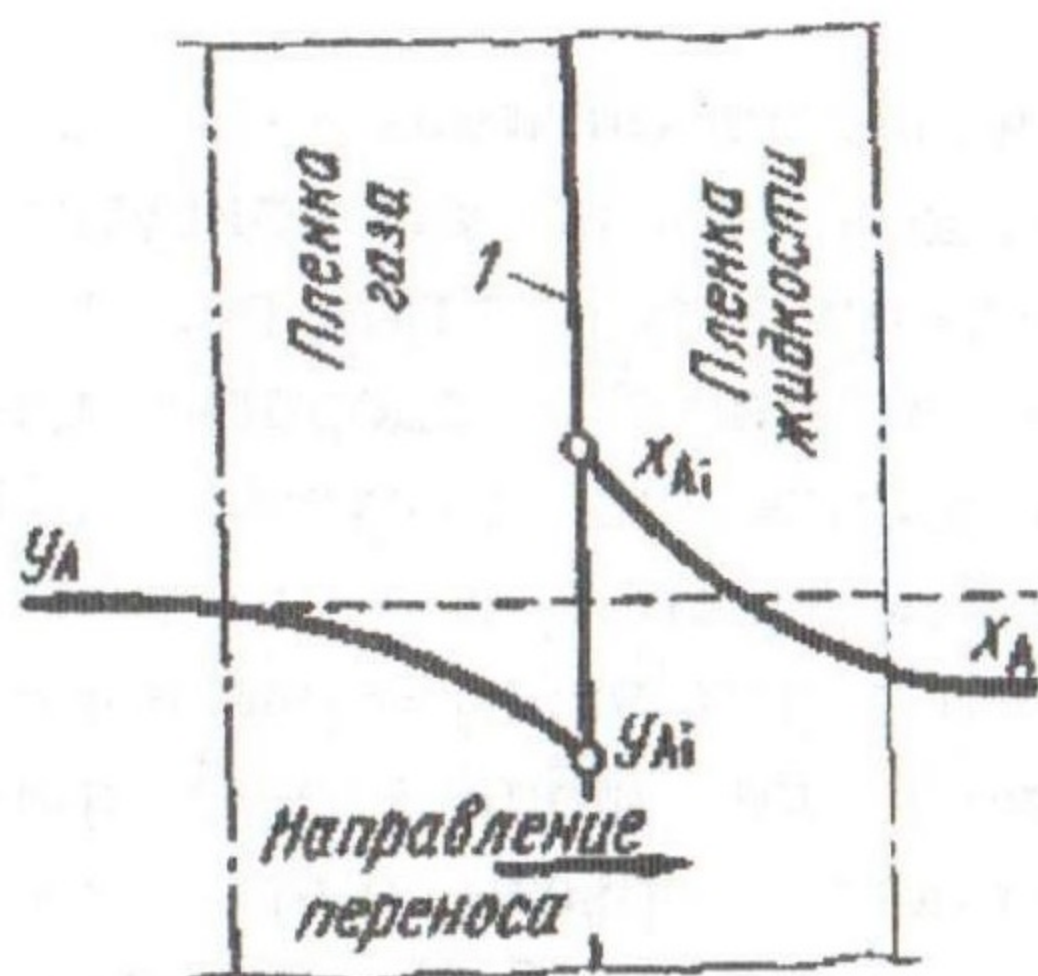


Рис. 1. Двухпленочная теория Уитмена:
 y_A – мольная доля А в объеме газового потока;
 x_A – мольная доля А в объеме жидкого потока;
 y_{Ai} – мольная доля А в пленке газа на поверхности раздела;
 x_{Ai} – мольная доля А в пленке жидкости на поверхности раздела.
 / – поверхность раздела

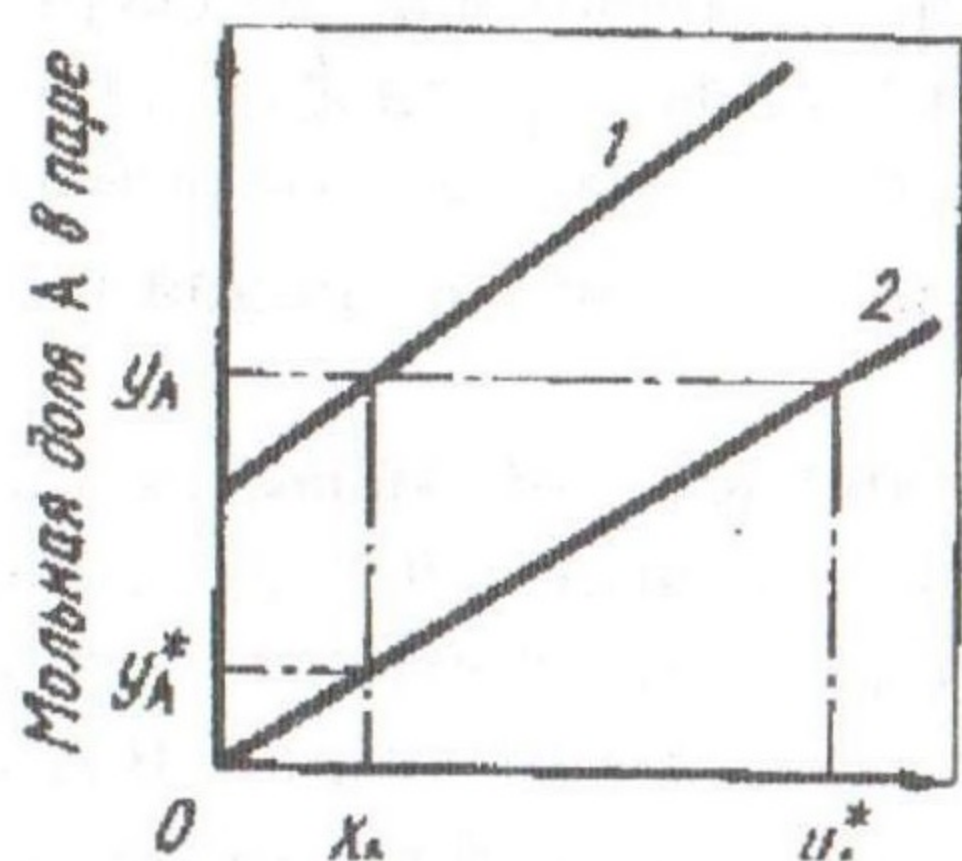


Рис. 2.

Поверхность раздела не оказывает сопротивление массопереносу. Предполагаем, что жидкость и газ находятся в равновесии. Опишем законом Генри случай разбавленных растворов.

Так как в насадочной абсорбционной колонне жидкость находится в турбулентном режиме и при этом массоперенос выше, чем в условиях молекулярной диффузии, тем не менее его можно описать следующим уравнением.

$$\overline{N}_A = k_y (y_A - y_{Ai}) = k_x (x_{Ai} - x_A)$$

где, k_y и k_x – коэффициенты массопереноса. Массоперенос через пленку в газовой фазе зависит от величины k_y , а через пленку в жидкой фазе от k_x .

Поскольку предполагаем существование равновесие на поверхности раздела, то выражение для пленки в газовой фазе принимает следующий вид:

$$1/k_y = (1/k_y) + (m/k_x)$$

Аналогичным образом для пленки в жидкой фазе

$$1/k_x = (1/k_x) + (k_y)$$

Данные уравнения характеризуют связь между коэффициентами для пленки и суммарным соотношением. Необходимо отметить, что эти коэффициенты массопереноса должны быть выражены в единицах: моль/(ч·м² – мольная доля), где площадь относится к поверхности раздела фаз, через которую происходит массоперенос.

Рассматривая абсорбцию с точки зрения двухпленочной теории, считаем, что сопротивление массопереносу в основном определяется

лишь одной из пленок – либо в газовой, либо в жидкой фазе. Вышеизложенное послужило для разработки новых теорий и моделей.

Литература

1. Внуков А.К. «Защита атмосферы от выбросов энергообъектов» Справ. – М.: Энергоатомиздат, 1992 – 176 с.: ил.
2. Защита атмосферы от промышленных загрязнения: Справ. изд.: В 2-х ч. Ч. 1: Пер. с англ. / Под ред. Калверта С., Инглунда Г. М.: Металлургия, 1988, 760 с.