

Список литературы

1. Кафаров В. В. Методы кибернетики в химии и химической технологии. Серия: химическая кибернетика. М.: Химия. 1971 г. 496 с.
2. Ветохин В.Н., Кусмухамбетов Е.М., Тлебаев М.Б. "Алгоритм расчета обобщенной схемы, состоящей из взаимосвязанных колонн и аппаратов". М.: "ТОХТ". Том № XXIII №4, 1989, с. 521-528;
3. Вачагина Е.К., Караева Ю.В., Трахунова И.А. Анализ эффективности технологических схем метанового брожения биоотходов при различных способах перемешивания// Энергосбережение и водоподготовка. 2013. № 4. С.
4. Зависимость продолжительности сбраживания осадка от температуры брожения.- М.,2008-Режим доступа: <http://www.clickpilot.ru/canaliz.php?wr=254>

References

1. Gafarov VV Cybernetics methods in chemistry and chemical technology. Series: Chemical Cybernetics. M. : Chemistry. 1971 496 p.
2. Vetohin VN Kusmuhambetov EM Tlebayev MB "The algorithm for calculating the generalized scheme consisting of interconnected columns and apparatus." M. : "Tohti." Tom № XXIII №4, 1989, p. 521-528;
3. Vachagina EK, Y. Garayev, Trahunova IA Analysis of the effectiveness of technological schemes of methane fermentation of organic waste at various ways of mixing // Energy saving and water treatment. 2013. № 4. С.
4. Dependence of the duration of fermentation residue from the temperature brozheniya.- M., 2008. Access: <http://www.clickpilot.ru/canaliz.php?wr=254>

УДК 001.891.57:628.349

КИНЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАЗДЕЛЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ БИОГАЗА МЕТОДОМ АДСОРБЦИИ С ПОЛУЧЕНИЕМ МЕТАНА

Тажиева Рысты Нарбаевна, магистр, ТарГУ им. М.Х.Дулати, Казахстан, г.Тараз, Массив Карасу, 31д., 7кв., e-mail: tazhieva1978@mail.ru

Цель статьи - исследование и совершенствование одного из технологических процессов очистки биогаза от сернистых соединений и других примесей методом адсорбции с получением метана наиболее большим количеством. Вычисление скорости процесса разделения компонентов биогаза с помощью кинетической модели адсорбции.

Ключевые слова: биогаз, адсорбция, адсорбер, адсорбент, хемосорбция, массопередача, кинетическая модель, диффузия

KINETIC MODEL OF SEPARATING THE COMPONENTS BY ADSORPTION OF BIOGAS TO PRODUCE METHANE

Tazhieva Risti Narbaevna, Master, TarSU them. M.H.Dulati, Kazakhstan, Taraz, Solid Karasu, 31d., 7kv., e-mail: tazhieva1978@mail.ru

Article purpose - research and improvement of one of technological processes of purification of biogas of sulphurous connections and other impurity with an adsorption method with receiving methane the most large number. Calculation of speed of process of division of components of biogas by means of kinetic model of adsorption.

Keywords: biogas, adsorption, adsorber, adsorbent, chemisorption, mass transfer, kinetic model, diffusion

Состав биогаза и показатели влагосодержания свидетельствуют о необходимости его осушки и очистки от вредных компонентов, наиболее активным из которых является сероводород. Для разделения компонентов биогаза существуют три основных способа очистки: метод жидкого и твердого химического поглощения примесей (абсорбционный и адсорбционный), метод мембранного разделения и вымораживания (криогенный метод).

Адсорбционный метод очистки биогаза – это процесс поглощения газов, паров и жидкостей твердыми телами. Процесс адсорбции обладает большой селективностью и адсорбент способен поглощать лишь определенные вещества, которые затем могут быть выделены при десорбции.

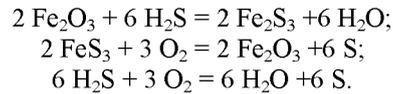
Наиболее распространенными адсорбентами являются цеолиты, активированный уголь, силикагель, ионообменные столы и т.д., которые имеют высокоразвитую поверхность:

1 г угля – 1000 см²

1 г силикагеля – 500 м²

В качестве сорбента может быть использован активированный уголь марок АГ-3, АГ-5, СКД. При адсорбции биогаз сначала проходит через специально обработанный активированный уголь, где H₂S окисляется до серы, которая сорбируется порами угля (0,3 кг серы на 1 кг активированного угля). Водяной пар, содержащийся в биогазе, адсорбируется на активированном угле, вследствие чего уменьшается активность угля по отношению к галогенсодержащим углеводородам. Поэтому перед следующим этапом очистки биогаза проводят осушку. Далее газ пропускают через очередную насадку с активированным углем, на которой адсорбируются галогенсодержащие углеводороды.

Когда в качестве сорбента может быть использован оксид железа, процесс сорбции протекает следующим образом:



По мере накопления серы в сорбенте его активность снижается. Поэтому после достижения концентрации серы в массе сорбента 30 - 40 % его заменяют новой порцией. Очистку биогаза производят до содержания сероводорода в очищенном газе не более 0,002 г/м³. Вследствие малой скорости реакции время контакта оксида железа с биогазом необходимо поддерживать до 5 мин, а скорость биогаза при движении через очистную массу - равной 5 - 7 мм/с. Процесс улавливания сероводорода с помощью оксида железа экзотермический. Выделяемой теплоты при названных выше времени контакта и скорости достаточно для осушки биогаза.

Процессы адсорбции протекают в неподвижном или подвижном адсорбенте и применяются для очистки и осушки газов, для разделения углеводородов и т.д. При адсорбции молекулы газов или жидкостей концентрируются на поверхности адсорбента под действием молекулярных сил притяжения, которые имеют по современным представлениям электрическую природу. Однако существует специфический тип адсорбции – хемосорбция, где происходит химическое взаимодействие газов с твердым материалом. В общем виде зависимость поглощенного вещества от парциального давления в газе выражаются изотермами Лэнгмюра, которые рассматривают подробно в курсе коллоидной химии.

Химическая адсорбция, или хемосорбция, представляет такой процесс, при котором между адсорбированным веществом и поверхностью адсорбента происходит химическая реакция. При этом выделяется теплота, значительно превосходящая теплоту физической адсорбции. Связывание вещества на поверхности бывает настолько сильным, что вернуть хемосорбированное вещество вновь в газовую фазу иногда не представляется возможным.

Адсорбер представляет собой цилиндрическую емкость с сеткой, на которую помещают адсорбент. Очищаемый газ проходит через адсорбент, на поверхности которого сорбируется загрязнитель. Насыщение слоя адсорбента происходит, начиная с места ввода очищаемого газа и далее по мере его продвижения. Степень адсорбции достигает практически 100 %. Когда адсорбент насыщается, загрязняющее вещество начинает проходить через его слой и появляется в газовом потоке на выходе. В это время адсорбер должен быть отключен и поставлен на регенерацию.

Для хемосорбции применяют то же оборудование, что и для физической адсорбции. Если в процессе сорбции образуется не утилизируемое вещество, то насыщенный сорбент отправляют в отвал. При циклическом использовании сорбента оборудование снабжается системой регенерации в химическом реакторе.

На процессы адсорбции влияют следующие основные факторы:

1. Температура
2. Давление
3. Свойства адсорбента
4. Свойства поглощенных веществ.

Адсорбенты характеризуются динамической и статической активностью.

Динамическая активность – количество поглощенного вещества единицей веса адсорбента за время от начала адсорбции до проскока. *Проскок* – явление прохода газа через слой адсорбента без его адсорбции.

Статическая активность – количество поглощенного вещества единицей веса адсорбента за время от начала адсорбции до равновесия.

Необходимый расход адсорбента определяют по динамической активности. Зависимость скорости адсорбции от парциального давления выражается эмпирическим уравнением:

$$\frac{q}{G} = K P^{\frac{1}{n}}$$

где q – количество адсорбированного вещества, G – количество адсорбента, P - общее давление газовой смеси, K и n – коэффициенты.

Кинетическая модель адсорбции связана со скоростью процесса разделения компонентов биогаза. Скорость адсорбции в общем виде определяется уравнением массопередачи [2]:

$$\frac{\partial q}{\partial \tau} = KP(C - C^*)$$

K – коэффициент массопередачи, C и C^* – рабочая и равновесная концентрация.

Адсорбция складывается из следующих стадий:

1. Внешняя диффузия, т.е. диффузия молекул вещества из объема к внешней поверхности адсорбента через окружающую плёнку.
2. Внутренняя диффузия, т.е. диффузия молекул вещества от внешней поверхности по порам к его эффективной адсорбирующей поверхности.
3. Сорбция вещества на сорбирующей поверхности. Последняя стадия – сорбция – считается почти мгновенной и не влияет на общую скорость процесса.

В случае адсорбции коэффициент массопередачи:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\beta_{\Gamma}} + \frac{1}{\beta_T}}$$

β_{Γ} – коэффициент массопередачи в газовой фазе (жидкой), β_T – коэффициент массопередачи в твердой фазе.

Невозможность предсказания численных значений эффективных коэффициентов диффузии обуславливает применение ряда интерполяционных уравнений кинетики адсорбции, различающихся способом выражения движущей силы процесса в зависимости от его лимитирования внешней или внутренней диффузией. Уравнение кинетики или нестационарная одномерная диффузия может быть описана вторым законом Фика:

$$\frac{\partial a}{\partial \tau} = \mathcal{U}(C, a)$$

и ее наиболее часто используют в виде аппроксимационного соотношения. Механизм конкретного процесса диффузии определяют на основе изучения зависимостей коэффициентов диффузии от давления, температуры, молекулярных масс поглощаемого вещества и газа-носителя. Уравнение кинетики адсорбции:

$$\frac{\partial a}{\partial \tau} = \beta_0 [C - C^*(a)]$$

где β_0 – коэффициент массопередачи, выражаемый через коэффициенты внешнего β_1 и внутреннего β_2 массообмена зависимостью

$$\frac{1}{\beta_0} = \frac{1}{\beta_1} + \frac{1}{\beta_2} + D^*/\omega_0^2$$

D^* – коэффициент продольной диффузии; ω_0 – скорость потока газа; значение β_2 может быть определено из соотношения

$$\beta_2 = \frac{4\pi D^*}{d^2}$$

где d – размер зерна адсорбента.

Физической моделью кинетики адсорбции в неподвижном слое поглотителя, называемой также динамикой адсорбции, является модель фронтальной отработки слоя адсорбента. В соответствии с этой моделью концентрация целевого компонента, непрерывно поступающего в слой с газовым потоком, прогрессивно увеличивается во времени в первых участках слоя адсорбента, достигая состояния насыщения. Это приводит к уменьшению движущей силы процесса на данных участках и поступлению газа с высокой концентрацией целевого компонента в следующие за лобовыми участками слоя. С другой стороны, при достаточной длине слоя в нем в течение определенного времени будут существовать концевые участки, в которые поступает очищенный газовый поток. Таким образом, в слое адсорбента на некоторой стадии процесса формируется и затем перемещается по слою участок конечной длины, являющийся зоной массопередачи, на котором происходит резкое изменение концентрации целевого компонента в проходящем газовом потоке, характеризующееся определенной формой сорбционной волны. Ввиду конечной скорости адсорбции форма этой кривой на лобовом участке слоя постоянно изменяется до момента насыщения данного участка.

Выводы: Рассмотрена кинетическая модель адсорбции, связанная со скоростью процесса разделения компонентов биогаза. Скорость адсорбции в общем виде определяется уравнением массопередачи. Расчет адсорбционных процессов предполагает наличие кинетических уравнений, выражающих величину адсорбции как функцию времени осуществления реального процесса. Процесс адсорбции складывается из последовательно протекающих стадий диффузии молекул поглощаемого вещества из потока газа к внешней поверхности адсорбента (внешняя диффузия), проникновения молекул внутри пористого поглотителя (внутренняя диффузия) и сорбции (конденсации) молекул на внутренней поверхности пор.

Список литературы

1. Тимофеев Д.П. Кинетика адсорбции. М., Изд-во АН СССР, 1962
2. Кинетика процесса адсорбции. Режим доступа: http://studopedia.ru/3_193792_kinetika-protssesa-adsorbtsii.html
3. Кельдиев Н. В., Основы адсорбционной техники, 2 изд., М., 1984;
4. Кафаров В. В. Методы кибернетики в химии и химической технологии. Серия: химическая кибернетика. М.: Химия. 1971 г. 496 с.
5. Процессы и аппараты: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / Д.А. Баранов, А.М. Кутепов. - 2-е изд., - М.: Издательский центр «Академия», 2005.
6. Рамм В.М. Адсорбция газов. – М.: Химия, 1976.
7. Криволапов Иван Павлович, Повышение эффективности очистки газов при переработке навоза крупного рогатого скота с разработкой биофильтра. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Мичуринск-Наукоград РФ, 2012.

References

1. Timofeev of D.P. Kinetik of adsorption. M, Publishing house of Academy of Sciences of the USSR, 1962
2. Adsorption process kinetics. Access mode: http://studopedia.ru/3_193792_kinetika-protssesa-adsorbtsii.html
3. Keliyev N. V., Bases of the adsorptive equipment, 2 prod., M., 1984;
4. Kafarov V. V. Cybernetics methods in chemistry and chemical technology. Series: chemical cybernetics. M.: Chemistry. 1971 of 496 pages.
5. Processes and devices: the textbook for the student. establishments of environments. prof. of education/. A. Baranov, A.M. Kutepov. - 2nd prod., - M.: Publishing center "Akademiya", 2005.
6. Ramm V. M. Adsorption of gases. – M.: Chemistry, 1976.
7. Krivolapov Ivan Pavlovich. Increase of efficiency of cleaning gas in the processing of cattle manure to the development of the biofilter. Abstract of dissertation for the degree of candidate of technical sciences. Michurinsk-Naukograd of the Russian Federation, 2012.

УДК 662.997.534

ГЕЛИОТЕПЛИЦА С ИЗМЕНЯЕМЫМ ОБЪЕМОМ ОБОГРЕВА

Исманжанов Анвар Исманжанович, д.т.н., профессор кафедры «Энергетики и транспорта», Кыргызско-Узбекский университет.

Мурзакулов Нуркул Абдилазизович, к.т.н., доцент кафедры «Электроэнергетики» ОшГУ. e-mail: anvis2012@mail.ru, nurkul72@mail.ru

Разработана гелиотеплица с изменяемым объемом обогрева. Внутри теплицы расположена перемещающаяся в вертикальном направлении и разделяющая объем гелиотеплицы на две части (на обогреваемую - нижнюю и необогреваемую – верхнюю), тепловой экран в виде горизонтальной платформы с расположенными на ней жалюзи, убирающимися в дневное время и закрывающимися в ночное время.

Ключевые слова: гелиотеплица, обогреваемый объем, необогреваемый объем, тепловой экран, платформа, перемещение, жалюзи.

GREENHOUSE WITH VARIABLE HEATING VOLUME

Developed variable heating volume greenhouse. Into the greenhouse located plate platform as heat screen, displaced on vertical direction and devised volume of greenhouse to two part: heating and no heating. On the platform located petals, opened at day time and closed at night time.

Key words: greenhouse, heated volume, no heated volume, heat screen, platform, displace, petals.

Гелиотеплицы являются одним из энергоемких объектов сельского хозяйства. Из-за малого коэффициента теплопроводности прозрачного ограждения (ПО), теплицы, например, со стеклянным ПО теряют с единицы площади поверхности ПО в 5-6 раз больше тепла, чем аналогичное капитальное строение. Поэтому энергоэффективность и энергосбережение при обогреве теплиц, общая площадь которых в мире составляет несколько сот миллионов квадратных метров, имеет огромное экономическое значение.

Существуют различные способы уменьшения теплопотерь с поверхности ПО гелиотеплиц [1-5]: использование дополнительного прозрачного пленочного покрытия внутри гелиотеплицы, матерчатых непрозрачных покрытий, раскрываемых в ночное время, меняющих свою высоту стеклянных покрытий с