

УДК 543.54.544.72.661.183

СОВМЕСТНАЯ СОРБЦИЯ КАТИОННЫХ КРАСИТЕЛЕЙ НА Fe(III) БЕНТОНИТЕ

С.А.Мамедова, Н.М.Мурадова, Г.М.Гейдарзаде, А.И.Ягубов,
А.Н.Нуриев, Н.В.Гусейнова

Институт химических проблем им. акад.М.Ф.Нагиева Нагиева АН Азербайджана
Az 1143, г.Баку, пр. Г.Джавида 113; e-mail: ITPCHT@itpcht.ab.az

Исследована сорбция некоторых катионактивных красителей, как в индивидуальном виде, так и из моделированных сточных вод в виде смесей на Fe(III) бентоните. Выявлено, как и следовало ожидать, что взаимное влияние смеси двух катионактивных красителей на сорбцию проявляется тем сильнее, чем больше разность значений молярного уменьшения стандартной энергии Гиббса.

Ключевые слова: стандартная энергия Гиббса, сорбция, метилен голубой, тионин, фуксин, родамин G, бентонит.

Одной из областей использования бентонита является очистка сточных вод от органических загрязнений, где он применяется в качестве адсорбента. Сорбция катионных красителей на природном бентоните и его модифицированных формах зависит не только от природы, заряда обменных катионов, но также от термодинамических характеристик используемых адсорбатов.

При адсорбции смесей органических веществ из растворов авторами работ [1-4] установлено, что из смеси каждый компонент адсорбируется в

меньшем количестве, чем из индивидуального раствора, причем из смеси двух веществ сильнее адсорбируется компонент, который сильнее адсорбируется из индивидуального раствора. Однако при этом необходимо учитывать не только степень ионизации исследуемых веществ в растворе, но также концентрацию неионизированных молекул, рН среды, что существенно влияет на экспериментальные данные [3,4]. При рассмотрении адсорбционных равновесий смесей неизбежно привлечение величин, в основе которых лежит эмпирическая информация [5-7].

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Сорбция метилена голубого, тионина, фуксина и родамина G на Fe(III) бентоните изучена в статических условиях методом переменных концентраций.

В методе переменных концентраций определенная навеска Fe(III) бентонитовых образцов (0.5 г) в расчете на абсолютно сухое вещество помещалась в колбу объемом в 100 мл и заливалась определенным объемом ($V=500$ мл) растворов вышеуказанных катионных красителей различной концентрации соответственно. Концентрация растворов этих красителей изменялась в интервале 0.5-2 ммоль/л. Сорбция этих красителей

изучена как в индивидуальном виде, так и в виде смесей на Fe(III) бентоните.

Во всех растворах значение рН обеспечивало полное подавление ионизации молекул [1-4]. Компоненты этих смесей различались растворимостью и термодинамическими значениями Гиббса адсорбции из индивидуальных водных растворов - ΔG^0 . При измерении изотерм адсорбции указанных веществ суммарное заполнение адсорбционного пространства органическими катионактивными красителями и их молекулами $\theta_{1,2} = \theta_1 + \theta_2$ достигало 0.6-0.8.

Следует отметить, что взаимное влияние смеси на адсорбцию проявляется тем сильнее, чем больше разность значений молярного уменьшения стандартной энергии Гиббса – их адсорбции из индивидуальных растворов. Если учесть, что избирательность адсорбции, т.е. возможность молекул одного компонента вытеснять с поверхности адсорбента молекулы других соединений, зависит от изменения при этом энергии Гиббса адсорбции молекул исходного компонента из водного раствора $-\Delta G$. Если $(-\Delta G_1^0) \ll (-\Delta G_2^0)$, то молекулы первого компонента смеси не могут вытеснять адсорбированные молекулы второго компонента. Поэтому их адсорбция возможна лишь в результате вытеснения из адсорбционной фазы молекул воды. Адсорбция же молекул второго компонента осуществляется за счет вытеснения из адсорбционной фазы как молекулы воды, так и молекул более слабо адсорбирующегося компонента 1, поэтому адсорбция этого компонента в присутствии первого компонента влияет тем слабее, чем

больше разность $(-\Delta G_2^0) - (-\Delta G_1^0)$.

Примерами могут служить парциальные изотермы адсорбции компонентов смесей метилена голубого (1) тионина (2) или фуксина (1) и родамина G (2) (рис. 1, 2). Для обеих смесей $(-\Delta G_2^0) - (-\Delta G_1^0) = 12.7$ кДж/моль и $(-\Delta G_2^0) - (-\Delta G_1^0) = 13.3$ кДж/моль. Как показывают изотермы адсорбции, изменение отношения концентрации компонентов в растворе до адсорбции лишь незначительно отражается на адсорбции компонента 2, но это существенно влияет на изотерму компонента 1. Анализ экспериментальных данных показывает, что полное подавление адсорбции одного из компонентов смеси вторым должно наступить при $(-\Delta G_2^0) - (-\Delta G_1^0) = 12.7$ кДж/моль или при большом избытке сильно адсорбирующегося компонента смеси в растворе до адсорбции. Так, адсорбция тионина из смеси с метиленом голубым практически полностью подавляется при соотношении концентрации $(C_2^0 / C_1^0) = 3.1$ (рис. 1).

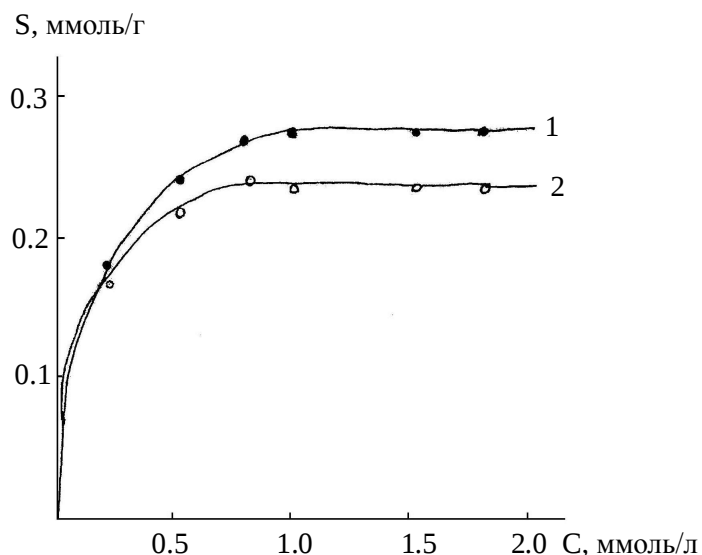


Рис. 1. Изотермы совместной адсорбции метилена голубого (1), тионина (2) из растворов на Fe(III)-бентоните.

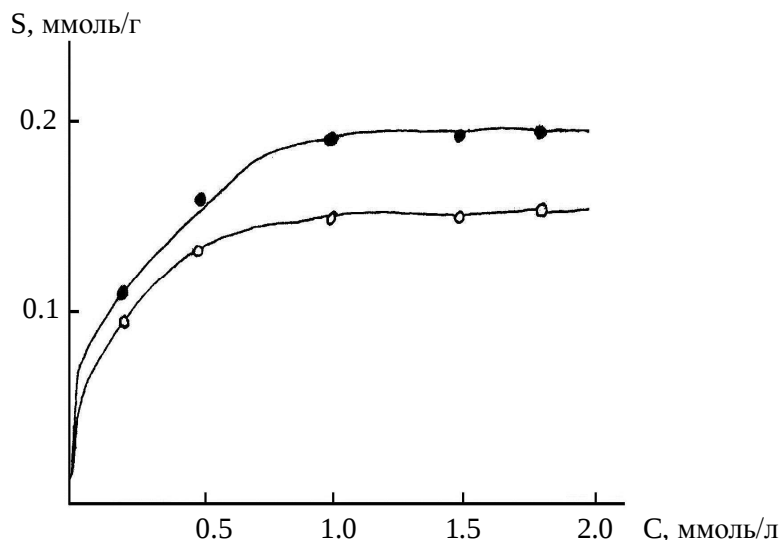


Рис. 2. Изотермы совместной адсорбции фуксина (1), родамина-G (2) из растворов на Fe(III)-бентоните

Разность $(-\Delta G_2^0) - (-\Delta G_1^0)$ определяет возможность разделения смесей путем фронтальной адсорбционной хроматографии при близких концентрациях компонентов смеси в растворе. Разделение смеси веществ, находящихся в растворе в эквимольных количествах, невозможно, если при их адсорбции из индивидуальных растворов значения $-\Delta G_i^0$ оказываются одинаковыми. Через адсорбционную колонку в фильтрат оба компонента такой смеси будут проходить одновременно. Если компоненты смеси из своих индивидуальных растворов адсорбируются с различными значениями $-\Delta G^0$, то в

фильтрат после адсорбционной колонки будет проходить в порядке, обратном ряду возрастающих значений $-\Delta G^0$. Однако такая избирательность имеет место только при разных концентрациях компонентов в растворе, т.е. при соотношении компонентов 1:1. При всех других соотношениях избирательность определяется двумя факторами: разностью значений молярного уменьшения стандартной энергии Гиббса, избирательной адсорбции их индивидуальных растворов $-\Delta G_i^0$ и соотношением концентраций компонентов в растворе до адсорбции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Когановский А.М., Клименко Н.А., Левченко Т.М., Рода И.Г. Адсорбция органических веществ из воды. Л.: Химия. 1990. 256 с.
2. Когановский А.М., Клименко Н.А., Левченко Т.М., Марутовский Р.М., Рода И.Г. Очистка промышленных сточных вод в промышленном водоснабжении. М.:Химия. 1983. 288с.
3. Ягубов А.И. Сорбционные процессы очистки сточных вод от метилена голубого на Fe(III)-бентоните: Экспериментальные исследования и моделирование. //Конденсированные среды и межфазные границы. 2007. № 1. С. 177-181.
4. Ягубов А.И. Исследование динамики сорбции метилена голубого на термообработанном бентоните.

- //Конденсированные среды и межфазные границы. 2005. № 1. С. 77-80.
5. Кельцев Н.В. Основы адсорбционной техники. М.:Химия. 1976. С. 78-120.
 6. Киевский М.И., Евстратов В.И., Семенюк Д.К. Очистка сточных вод предприятий хлорной промышленности. М.:Химия. 1978. 192с.
 7. Киселев А.В. Молекулярные взаимодействия на коротких расстояниях. //Журнал физической химии. 1964. № 38. С. 2753.

KATİON BOYALARIN $Fe(III)$ BENTONİTDƏ BİRGƏ SORBSİYASI

***S.A.Məmmədova, N.M.Muradova, G.M.Heydərzadə, Ə.İ.Yaqubov,
Ə.N.Nuriyev N.V.Hüseynova***

Kation aktiv boyaların $Fe(III)$ bentonitdə model tullantı sularından həm fərdi, həm də qarışıqlar şəklində sorbsiyası tədqiq olunmuşdur. Müəyyənləşdirilmişdir ki, iki kation aktiv boyalardan birinin daha güclü sorbsiya olunması standart Hibbs enerjisinin molyar azalma fərqinin qiymətinin böyük olmasından asılıdır.

Açar sözlər: standart Hibbs enerjisi, sorbsiya, metilen abısı, tionin, fuksin, rodamin G, bentonit.

JOINT SORPTION OF CATION DYERS ON $Fe(III)$ BENTONITE

***S.A.Mamedova, N.M.Muradova, G.M.Heydarzadeh, A.I.Yaqubov,
A.N.Nuriyev, N.V.Huseynova***

Sorption of some cation-active dyes both in individual form and from modelled waste waters as mixtures on $Fe(III)$ bentonite has been studied. It revealed that mutual influence of mixture on the sorption is manifest as stronger as larger is the difference of values of molar reduction of standard Gibbs energy.

Keywords: standard Gibbs energy, sorption, methylene blue, thionine, fuchsine, rhodamine, bentonite.

Поступила в редакцию 29.10.2013.