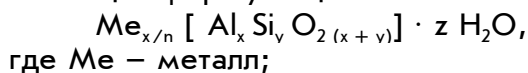


ХАРАКТЕРИСТИКА ЦЕОЛИТОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В КАЧЕСТВЕ ФИЛЬТРУЮЩЕГО МАТЕРИАЛА В КОНИЧЕСКОЙ ЦЕНТРИФУГЕ

Цеолит, используемый в качестве фильтрующего элемента в конической центрифуге, имеет зернисто-пористую структуру, позволяет удалять тонкие дисперсные частицы и адсорбировать примеси.

Исследования В.С. Комарова [1] подтверждают, что цеолиты – это алюмосиликаты, кристаллическая структура которых образована тетраэдрами $[\text{SiO}_4]^{4-}$ и $[\text{AlO}_4]^{5-}$, объединенными общими вершинами в трехмерный каркас, пронизанный полостями и каналами. В последних находятся молекулы воды и катионы металлов первой и второй групп периодической системы Менделеева, а также аммония, гидрония, тетраалкиламмония, введенные катионным обменом поливалентные ионы [2].

Общая формула цеолитов:



x – число атомов алюминия;

n – степень его окисления;

y – число атомов кремния;

z – число молекул воды.

Цеолиты встречаются как в природе, так и могут быть получены искусственно.

Природные цеолиты включают в себя около 30 минералов. К наиболее важным относятся:

анальцит, ломонтит $\text{Ca}[\text{Al}_2 \text{Si}_4 \text{O}_{12}] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$;

филлинсит $(\text{Na}_2, \text{K}_2, \text{Ca})[\text{Al}_2 \text{Si}_{2,6-6,8} \text{O}_{9,2-17,6}] \cdot (3,4-6,6) \text{H}_2\text{O}$;

натролит $(\text{Na}_2, \text{K}_2, \text{Ca})[\text{Al}_2 \text{Si}_{2,6-6,8} \text{O}_{9,2-17,6}] \text{H}_2\text{O}$;

морденит $(\text{Na}_2, \text{K}_2, \text{Ca})[\text{Al}_2 \text{Si}_{9,0-10,6} \text{O}_{22,0-25,2}] \cdot (6,4-7,0) \text{H}_2\text{O}$;

гейландит $(\text{Ca}, \text{Na}_2, \text{K}_2)[\text{Al}_2 \text{Si}_{6,0-7,5} \text{O}_{16,0-19,0}] \cdot (5,5-6,5) \text{H}_2\text{O}$;

клиноптилолит $(\text{K}_2, \text{Na}_2, \text{Ca})[\text{Al}_2 \text{Si}_{7,5-11,0} \text{O}_{19,0-26,0}] \cdot (6,0-8,0) \text{H}_2\text{O}$;

эрионит $(\text{Na}_2, \text{K}_2, \text{Ca})[\text{Al}_2 \text{Si}_{5,8-7,6} \text{O}_{15,4-19,2}] (4,8-6,8) \text{H}_2\text{O}$;

фожазит $(\text{Ca}, \text{Na}_2, \text{Mg}, \text{K}_2) [\text{Al}_2 \text{Si}_{4,1-4,6} \text{O}_{12,2-13,2}] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.

Характерные элементы цеолита – Группы морденита и гейландита – кли-

ноптилолита представлены пятерными петлями тетраэдров $[\text{SiAlO}_4]$. Одиночные шестерные кольца являются основой каркасов цеолитов группы эрионита, двойные – шабазита и фожазита.

Цеолиты природные образуют прозрачные бесцветные кристаллы любых кристаллографических систем. Имеют размер от нескольких сантиметров до нескольких микрометров, плотность составляет 1800-2250 кг/м³. Месторождения цеолитов находятся в Закавказье, Закарпатье, Амурской области, на Камчатке; за рубежом – в Новой Зеландии, Японии, США, Исландии.

В случае, когда катионами служат поливалентные катионы, главным образом La, Ce, редкоземельные элементы, гидроний или водород, цеолиты обнаруживают свойства катализаторов.

Специфика различных цеолитов связана с размерами входов в полости (они могут быть от 3 до 10 Å), объемом полостей, природой и расположением катионов, химической стойкостью цеолитов в различных средах.

По данным В.Г. Таран, цеолиты могут использоваться для выделения и очистки углеводородов дисперсных систем и как катализаторы, а также для очистки, осушки и разделения газов (в том числе воздуха), извлечения радиоактивных элементов, создания глубокого вакуума и т.д.

Природные и искусственные цеолиты проявляют ионообменные и адсорбционные свойства, которые в сочетании с жестким размером входов в полости и каналы обладают свойствами молекулярных сит и селективных ионообменников.

Цеолит относится к отбельным материалам, обладающим адсорбционной активностью, и способен поглощать своей поверхностью красящие вещества соевого масла (примеси).

Цеолит, используемый в качестве фильтрующего элемента в конической

центрифуге, имеет зернисто-пористую структуру в связи с его измельчением, позволяет удалять тонкие дисперсные частицы и адсорбировать примеси, химически инертен к маслам, не вступает с ними в химические реакции и не придает им новые запахи и вкус [3]. Крупность измельченного цеолита оценивается эквивалентным диаметром d [4]. В связи с измельчением цеолита необходимо учитывать такие показатели, как коэффициенты пористости и порозности.

Взаимосвязь между коэффициентами пористости и порозности определяется следующими уравнениями.

$$\varepsilon = \xi / (\xi + 1) \quad (1)$$

$$\xi = \varepsilon / (1 - \varepsilon) \quad (2)$$

Экспериментальные данные, представленные в таблице 1, позволили определить пористость и порозность фильтрующего материала из цеолита в зависимости от размеров частиц цеолита в сухом и смоченном в соевом масле состоянии. На основании этих данных построены графики зависимости пористости (рис. 1) и порозности (рис. 2) от размеров частиц цеолита при сухом и смоченном состоянии цеолита. Из приведенных данных видно, что коэффициенты пористости и порозности цеолитовой фильтровальной перегородки увеличиваются с ростом эквивалентного диаметра частиц цеолита, причем в сухом состоянии коэффициенты имеют большую величину. Это связано с тем, что в сухом состоянии часть масла, используемого для оценки величины пор, за-

полняет мелкие капилляры и микротрещины.

Это обстоятельство необходимо учитывать при определении производительности центрифуги для достижения требуемого качества очистки соевого масла и при разработке теории фильтрования в конической центрифуге.

На процесс очистки дисперсных систем влияют как параметры фильтровальных перегородок, так и параметры самих систем.

Для оценки процесса разделения дисперсных систем используется такая характеристика фильтровальных перегородок, как коэффициент проницаемости K_c :

$$K_c = 0,246B^3 / [f^2 (1 - B)^2]. \quad (3)$$

Обобщенный коэффициент K учитывает влияние параметров соевого масла (плотности и кинематической вязкости) на разделяемость дисперсной системы:

$$K = (K_c H \rho, g) / \mu = K_c g / \nu. \quad (4)$$

В таблице 2 приведены экспериментальные данные для оценки влияния параметров цеолита на разделяемость с учетом параметров соевого масла, в частности, приведены экспериментальные данные о кинематической вязкости соевого масла, полученного при очистке гидростатическим фильтрованием с фильтрующим материалом (цеолитом) с различными размерами частиц. Табличные данные и график (рис. 3) показывают, что на способность разделения дисперсных систем центрифугированием существенное влияние оказывают параметры цеолита как фильтрующего материала.

Таблица 1

Исходные данные для расчета коэффициентов пористости ξ и порозности ε для цеолита сухого и пропитанного соевым маслом с разными диаметрами частиц цеолита d

Диаметр частиц d , м	Объем цеолита насыпной $V_{нас}, м^3$	Объем пор $V_{пор}, м^3$	Объем цеолита $V_{ц}, м^3$	Коэффициент пористости $\xi = V_{пор} / V_{ц}$	Коэффициент порозности $\varepsilon = V_{пор} / V_{нас}$
Цеолит пропитан соевым маслом					
0,002	48	20	28	0,715	0,417
0,006	50	23	27	0,852	0,460
0,01	54	26	28	0,929	0,481
Цеолит сухой					
0,002	45	21	24	0,875	0,467
0,006	48	23	25	0,920	0,480
0,01	60	33	27	1,220	0,550

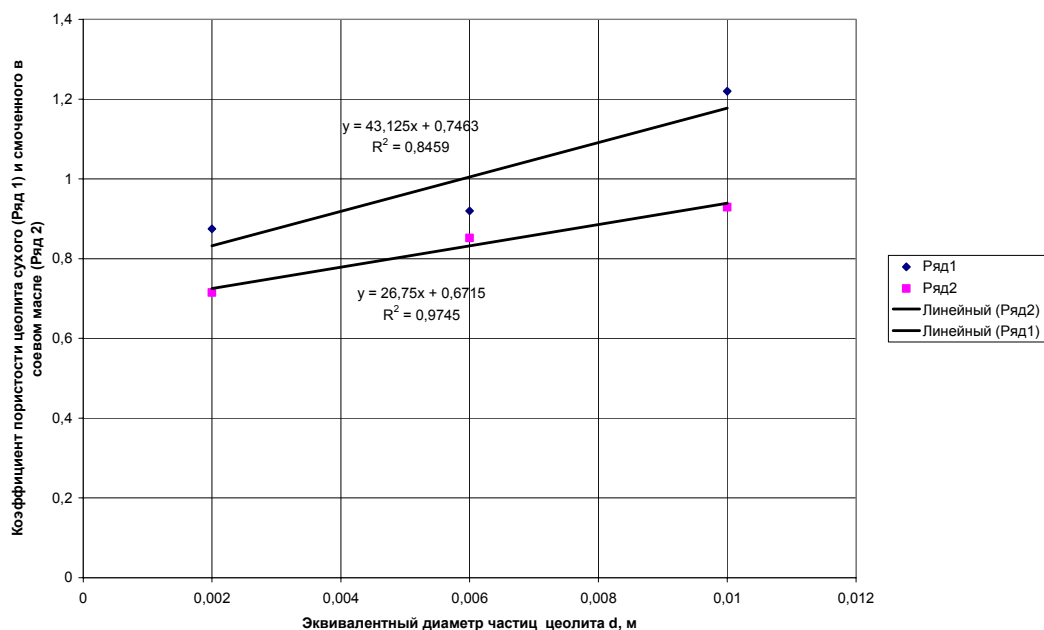


Рис. 1. Зависимость коэффициента пористости ζ от эквивалентного диаметра частиц цеолита d , м

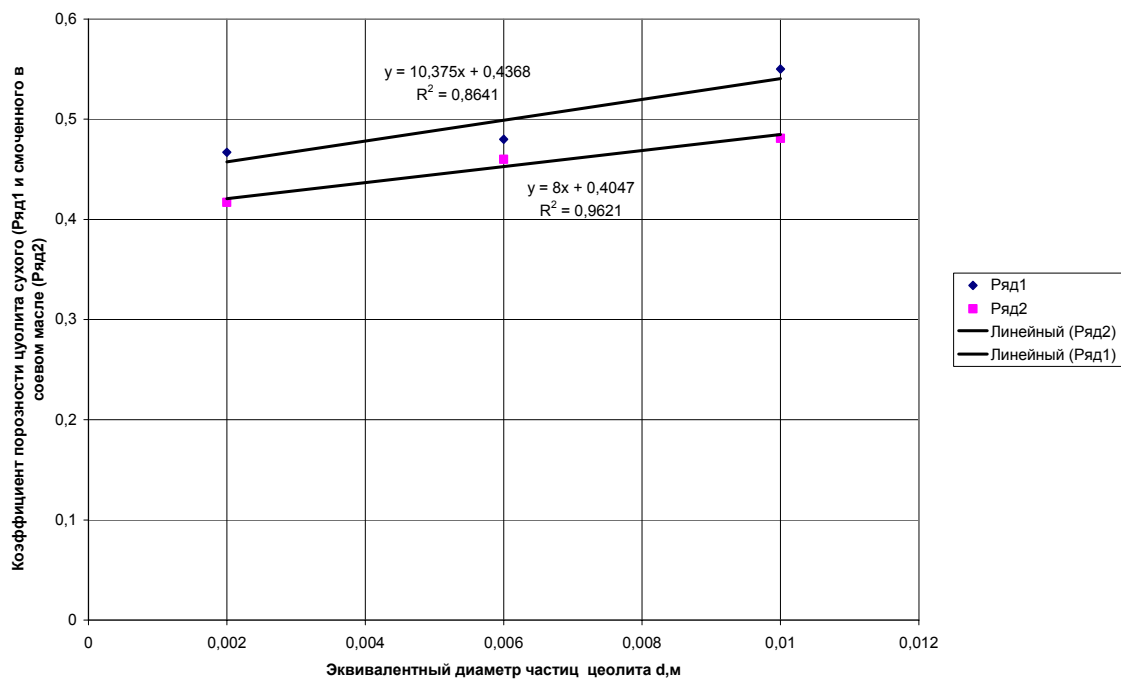


Рис. 2. Зависимость коэффициента порозности ϵ от эквивалентного диаметра частиц цеолита d , м

Таблица 2

Экспериментальные данные, характеризующие влияние параметров цеолита на разделяемость суспензии (соевого масла)

Диаметр частиц d , м	Кoeffициент проницаемости K_c , м ²	Вязкость кинематическая ν , м ² /с		Обобщенный коэффициент K , м/с	
		$t = 20^{\circ}\text{C}$	$t = 50^{\circ}\text{C}$	$t = 20^{\circ}\text{C}$	$t = 50^{\circ}\text{C}$
0,002	$0,5 \cdot 10^{-7}$	0,5236	0,2487	$9,37 \cdot 10^{-7}$	$19,72 \cdot 10^{-7}$
0,006	$1,1 \cdot 10^{-7}$				
0,010	$4,2 \cdot 10^{-7}$	0,5271	0,2742	$78,17 \cdot 10^{-7}$	$150,26 \cdot 10^{-7}$

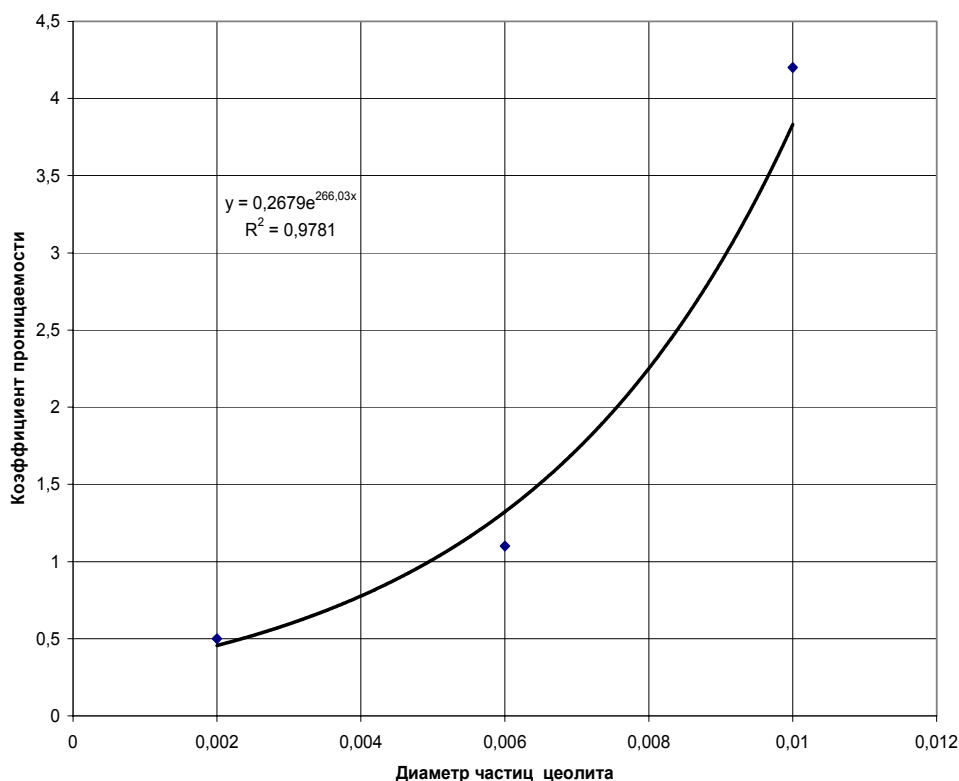


Рис. 3. Зависимость коэффициента проницаемости K_c (м²) от диаметра частиц цеолита d (м)

Коэффициент проницаемости увеличивается от $0,5 \cdot 10^{-7}$ м² при эквивалентном диаметре частиц цеолита $d = 0,002$ м до $4,2 \cdot 10^{-7}$ м² при $d = 0,01$ м.

Выводы

1. Кинематическая вязкость масла, полученного при фильтровании с использованием фильтровальной перегородки с $d = 0,002$ м, уменьшается с $0,5236$ м²/с при температуре масла 20⁰С до $0,2742$ м²/с при температуре 50⁰С, а при использовании цеолита с $d = 0,01$ м – уменьшается с $0,5271$ м²/с при температуре 20⁰С до $0,2487$ м²/с при температуре 50⁰С. Эти же данные показывают, что фильтровальные перегородки с меньшими частицами обеспечивают лучшую очистку (кинематическая вязкость меньше).

2. На процесс разделяемости соевого масла оказывают влияние характеристики соевого масла и фильтровальной перегородки, в качестве фильтрующего материала которой применяется цеолит.

3. Коэффициент проницаемости фильтровальной перегородки из цеолита

зависит от размеров частиц (эквивалентного диаметра). С увеличением размеров частиц цеолита повышается и значение коэффициента K_c , при $d = 0,002$ м коэффициент проницаемости равен $0,5 \cdot 10^{-7}$ м², при $d = 0,01$ м – $4,2 \cdot 10^{-7}$ м².

Библиографический список

1. Комаров В.С. Адсорбенты и их свойства / В.С. Комаров. Минск: Наука и техника, 1977. 432 с.
2. Хейфиц Л.И. Многофазные процессы в пористых телах / Л.И. Хейфиц, А.В. Неймарк. М.: Химия, 1982. 431 с.
3. Таран Н.Г. Адсорбенты и иониты в пищевой промышленности / Н.Г. Таран. М.: Легкая промышленность, 1983. 378 с.
4. Харченко Г.М. Обоснование способа очистки соевого масла и конструктивно-технологической схемы центрифуги / Г.М. Харченко // Механизация и электрификация технологических процессов в сельскохозяйственном производстве: сб. науч. тр. ДальГАУ. Благовещенск, 1998. Вып. 3. С. 96-99.

