

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ СОРБЦИИ И ФЛОКУЛЯЦИИ

Тымчук А. Ф., Чабан А. С.

## ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ СОРБЦІЇ ТА ФЛОКУЛЯЦІЇ

Тимчук А. Ф., Чабан А. С.

## OPTIMIZATION OF FLOCCULATION AND SORPTION PROCESSES

Tymchuk A., Chaban A.

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,

Одеса, Україна

[Tymchuk@onu.edu.ua](mailto:Tymchuk@onu.edu.ua)

*Изучены физико-химические закономерности процессов извлечения органических веществ методами сорбции и флокуляции. Изучено влияние температуры, pH среды и концентрации реагентов на эффективность процессов. Проведена оптимизация процессов извлечения поверхностно-активных веществ из разбавленных водных растворов. Рассчитаны параметры сорбции и флокуляции.*

**Ключевые слова:** Оптимизация, сорбция, флокуляция, органические вещества

*Досліджено фізико-хімічні закономірності процесів вилучення органічних речовин методами сорбції та флокуляції. Вивчено вплив температури, pH середовища та концентрації реагентів на ефективність процесів. Проведено оптимізацію процесів вилучення поверхнево-активних речовин з розбавлених водних розчинів. Розраховані параметри сорбції та флокуляції.*

**Ключові слова:** Оптимізація, сорбція, флокуляція, органічні речовини

*Physicochemical regularities of the processes of organic substances removal by sorption and flocculation methods are studied. The influence of temperature, pH of the solution, concentration of reagents on the efficiency of processes was studied. Optimization of the processes of removal of surfactants from dilute aqueous solutions was carried out. The parameters of sorption and flocculation are calculated.*

**Keywords:** Optimization, sorption, flocculation, organic substances

Извлечение органических примесей из водных растворов и сточных вод предприятий является довольно сложной практической задачей. Изучение закономерностей процессов сорбции и флокуляции имеет большое значение, как в практическом плане, так и в теоретическом, для разработки физико-химических и биологических процессов. Современные технологии очистки воды предусматривают поиск недорогих и экологически безопасных реагентов. К их числу относятся природные полимеры – хитин, хитозан, соли альгиновой кислоты. Наиболее доступными источниками их являются морские беспозвоночные и водоросли.

Целью исследований явилась оптимизация процесса извлечения органических веществ путем использования наиболее подходящих сорбционных и флокуляционных моделей.

В качестве сорбента использовали высокомолекулярный хитин, полученный из панцирей ракообразных, в качестве сорбатов, предельные одноатомные спирты и алкилсульфаты натрия с длиной углеводородного радикала от 8 до 10 атомов углерода. Сорбенты предварительно измельчали с последующим рассеиванием на фракции, для исследований отбирали фракцию с размером частиц  $(1...5) \cdot 10^{-5}$  м. В качестве флокулянтов использовали хитозан и альгинат натрия. Растворы флокулянтов готовили в 0,1 М уксусной кислоте и дистиллированной воде. Математическую обработку экспериментальных изотерм сорбции осуществляли путем их линеаризации с последующим использованием различных моделей сорбции.

Исследования показали, что в изучаемых системах происходит образование полимолекулярных слоев ПАВ на поверхности сорбента. Подобные случаи физической сорбции невозможно пояснить с точки зрения теории мономолекулярной сорбции Лэнгмюра, поэтому для их описания использовали подход, который отражен в положениях теории полимолекулярной сорбции Поляни и БЭТ.

Согласно теории Поляни, за меру интенсивности сорбционного взаимодействия принимали адсорбционный потенциал, величина которого не превысила  $14 \text{ кДж/моль}$ . Для расчетов параметров сорбции использовали величину удельной поверхности сорбента,  $(47 \text{ м}^2/\text{г})$ . Значения площади, приходящейся на одну молекулу в сорбционном слое, полученные с применением уравнений теории БЭТ, составили от  $22,6 \cdot 10^{-20} \text{ м}^2$  до  $16,2 \cdot 10^{-20} \text{ м}^2$ , что практически совпадает с величиной площади, приходящейся на одну молекулу ПАВ в сорбционном слое, представленной в литературе –  $21,6 \cdot 10^{-20} \text{ м}^2$ .

Повышение температуры в исследуемом интервале приводит к снижению величины сорбции ПАВ хитином, что подтверждает физический механизм сорбции. Механизм сорбции подтвердили также экспериментальные данные по десорбции.

Математическая обработка массива экспериментальных данных по сорбции ПАВ полимерными сорбентами показала, что сорбцию ионогенных ПАВ целесообразно проводить с использованием сорбента хитозана, который благодаря своему строению более реакционноспособен. Наиболее подходящим для данных систем является уравнение Хилла – Де Бура. Оно позволяет учесть ассоциацию сорбированных молекул ПАВ в поверхностном слое, выполнимо при степенях заполнения сорбента до 0,6...0,8 и связывает количество сорбированного вещества (выраженное через степень заполнения монослоя) с равновесной относительной концентрацией:

$$\frac{C}{C_0} = k_2 \frac{\Theta}{1 - \Theta} e^{\frac{\Theta}{1 - \Theta}} e^{-k_1 \Theta}, \quad (1)$$

где  $\Theta$  – степень заполнения поверхности сорбента;  $k_1$  – константа, учитывающая взаимодействие сорбат – сорбент;  $k_2$  – константа, учитывающая взаимодействие сорбат – сорбат.

Линеаризация сорбционных уравнений показала, что уравнение Фрейндлиха достаточно хорошо описывает сорбцию в интервале концентраций, не превышающих  $(4...5) \cdot 10^{-5}$  моль/л. Уравнение Лэнгмюра справедливо в более широком интервале концентраций, описывает сорбцию на однородной поверхности без учета взаимодействия сорбированных молекул друг с другом.

Математическая обработка результатов флокуляционного процесса показала, что небольшие добавки флокулянтов в пределах 0,01...0,1 мг/л приводят к резкой

потере устойчивости исследуемых систем. Эффективная флокуляция наблюдается в области рН, близких к изоэлектрической точке. Дестабилизация систем происходит по механизму нейтрализации зарядов, либо за счет адсорбции макромолекул с образованием макромолекулярных мостиков.

Исследования показали увеличение флокулирующего эффекта с ростом концентрации флокулянтов до достижения определенных предельных величин. Это объясняется формированием агрегатов макромолекула-частица, вследствие увеличения числа макромолекулярных мостиков.

Для определения остаточного количества флокулянта в очищенной воде использовали метод Буркета. Метод позволяет устанавливать содержание флокулянтов до 0,001 - 0,002 мг/л. Данные, полученные этим методом, показали отсутствие в очищенной воде полимера при оптимальных соотношениях, что свидетельствует о практически полном взаимодействии флокулянтов с коллоидными частицами в данных условиях. По результатам наших исследований была выделена группа наиболее эффективных флокулянтов [1].

### Литература

1. Тымчук А. Ф. Влияние природных и синтетических флокулянтов на седиментационную устойчивость суспензий / А. Ф. Тымчук, А. Е. Грубняк // Вісник ОНУ: Хімія. – 2017. – Т.22, вип. 2(62). – с.71-81.

### СИСТЕМА ПЕРЕДАЧІ ТА ДЕЦИМАЦІЇ НАВІГАЦІЙНИХ КООРДИНАТ

Медведєва В. М., Панченко О. О.

### СИСТЕМА ПЕРЕДАЧИ И ДЕЦИМАЦИЯ НАВИГАЦИОННЫХ КООРДИНАТ

Медведева В. Н., Панченко О. О.

### SYSTEM FOR TRANSFER AND DECIMATION OF NAVIGATION COORDINATES

Medvedeva V., Panchenko O.

Національний технічний університет України  
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

Київ, Україна

[introduse94@gmail.com](mailto:introduse94@gmail.com)

*Розроблена система трекінгу та децимації GPS даних, дозволяє зменшити кількість даних, що передаються приймачем. Розглянуто існуючі методи децимації навігаційних координат, проведено їх порівняльний аналіз. За основу для алгоритму децимації було розроблено модифікований алгоритм спрощення полігонального ланцюга Дугласа – Пекера, який дозволяє враховувати додаткові критерії руху об'єкта.*

*Ключові слова: GPS трекінг, децимація GPS даних, алгоритм Дугласа-Пекера, протокол DDF*