

УДК 66.063.6:615.45

ГРАБОВА Т.Л.

Ин-т технической теплофизики НАН Украины

ВОЗДЕЙСТВИЕ ДИСКРЕТНО-ИМПУЛЬСНОГО ВВОДА ЭНЕРГИИ НА СВОЙСТВА КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИХ СОРБЕНТОВ

При створенні технології та обладнання для отримання нової форми кремнійорганічних сорбентів використано метод дискретно-імпульсного введення енергії в гетерогенні середовища. Проведено ряд досліджень по вивченню реологічних, структурово-текстурних та сорбційних властивостей адсорбентів при обробці на ДІВЕ-генераторі.

При создании технологии и оборудования для получения новой формы кремнийорганических сорбентов был использован метод дискретно-импульсного ввода энергии в гетерогенные среды. Проведено ряд исследований по изучению реологических, структурно-текстурных и сорбционных свойств адсорбентов при обработке на ДИВЭ-генераторе.

The method of discrete - pulse input of energy in heterogeneous environments was used at creation of technology and equipment for reception of new forms of polymethylsiloxane sorbents. Rheological, structural - textural and sorption properties of adsorbent applying the DPIE-generator processing are investigated.

r - эффективный радиус пор, нм;

$S_{уд}$ - удельная поверхность, м²/г;

V_s - сорбционный объем пор, см³/г;

ГГМКК - гидрогель метилкремниевой кислоты;

ДИВЭ - дискретно-импульсный ввод энергии.

Введение

Загрязнение окружающей среды токсичными веществами, радионуклидами приводит к интоксикации различных систем организма, в том числе клеток. Последствия аварии на ЧАЭС потребовали разработки и создания высокоэффективных наноструктурированных сорбентов на основе пористой кремнийорганической матрицы. Их применение дает возможность решать ряд задач очистки организма от тяжелых металлов, радионуклидов и других токсичных веществ.

Анализ современного состояния науки и техники в области получения различных форм кремнийорганических сорбентов показывает, что процессы, происходящие в таких дисперсных системах на жидкой основе, практически не изучены.

Гидрогель метилкремниевой кислоты (ГГМКК) (рис. 1) – наноструктурированная гетерогенная система, состоящая из скрученных линейных структур в виде глобул (коллоидные частицы размером 7...15 нм), которые, соединяясь между

собой в жесткий каркас, образуют поры. ГГМКК представляет собой влажную субстанцию белого цвета, состоящую из желеобразных комков различных размеров (от 1 до 20 мм), нерастворимых в воде [1, 2].

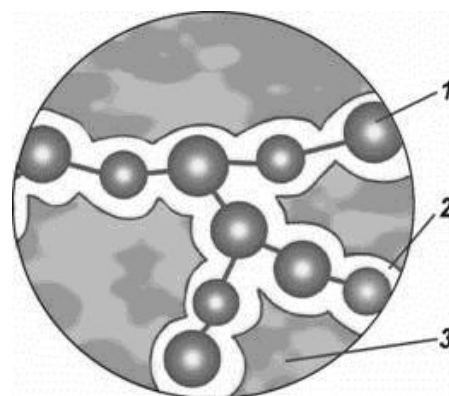


Рис. 1. Структура гидрогеля метил-кремниевой кислоты $\{(CH_3SiO_{1.5})_m \cdot nH_2O\}_\infty$, где m -число фрагментов коллоидной частицы ($m = 17...35$), n -число молекул воды. 1 - глобула (размер глобулы 7-15 нм); 2 - первая сольватная оболочка; 3 - поровый растворитель.

Для создания новой лекарственной формы сорбента в ГГМКК вводят необходимое количество очищенной воды и воздействуют на эту систему различными способами. Известен способ ультразвукового воздействия на дисперсную систему «ГГМКК-вода» [3].

Цель представленной работы

На основании результатов проведенных исследований создать технологию и оборудование для получения нового вида лекарственных препаратов с улучшенными сорбционными свойствами.

Задача данной работы: использовать на-

копленные институтом знания в области дискретно-импульсного ввода энергии (ДИВЭ) [4-7] в гетерогенные среды для интенсификации массообменных процессов при получения новых форм сорбентов и изучить влияние воздействий ДИВЭ на такую дисперсную гетерогенную систему, как гидрогель метилкремниевой кислоты - вода (ГГМКК-вода).

Методы исследования

Экспериментальный стенд состоит из следующих основных узлов: реактора с мешалкой и системой термостатирования; роторного насоса,

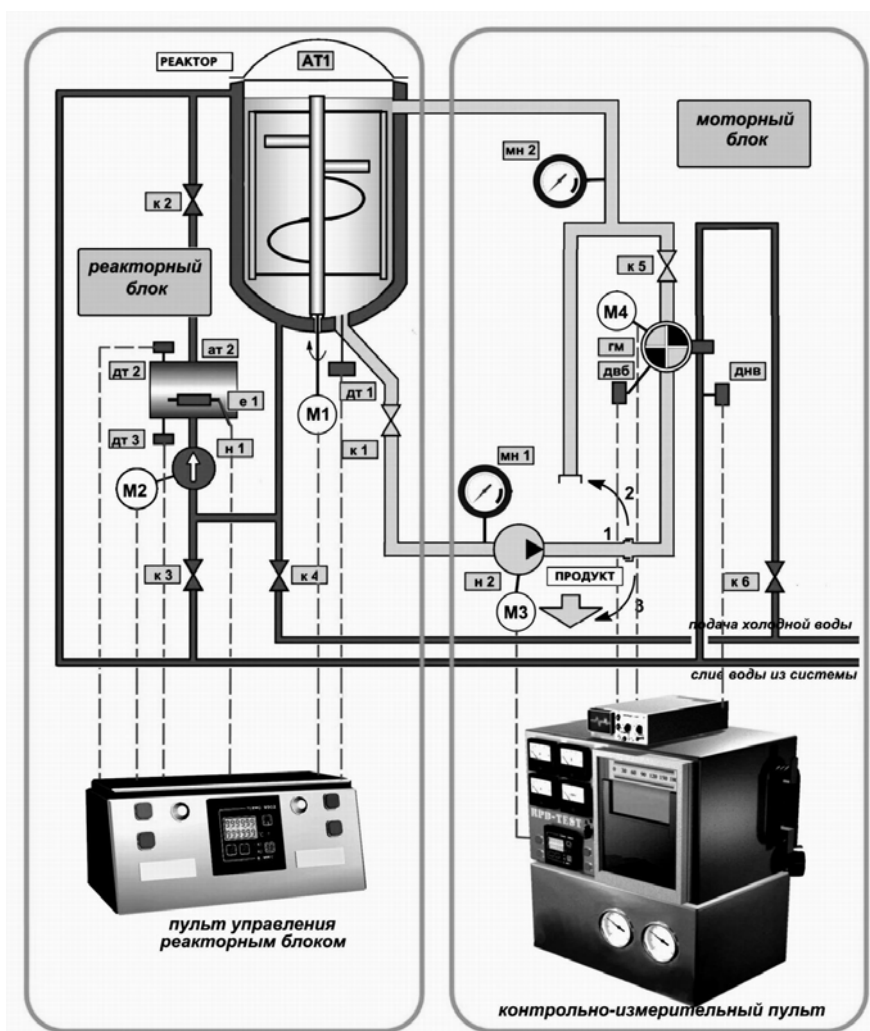


Рис. 2. Схема экспериментального стенда: АТ1-реактор с мешалкой; АТ2-водонагреватель; ДТ1, ДТ2, ДТ3- датчик температуры; ДНВ-датчик наличия воды; Н1-циркуляционный насос; Н2- роторный насос; ГМ- реакторный гомогенизатор-диспергатор типа АР-3000М; МН1, МН2-приборы для измерения давления в системе; К1, К5- запорно-регулирующая аппаратура на контуре циркуляции исследуемой системы; К2-К4, К6 - запорно-регулирующая аппаратура на контуре циркуляции теплоносителя.

обеспечивающего транспортировку системы по контурам циркуляции; контрольно-измерительного блока с пультом управления и регистрирующей аппаратурой.

Реализация механизмов ДИВЭ осуществляется на одной из модификаций реакторного аппарата АР-3000М роторно-пульсационного типа [8]. ДИВЭ-генератор обеспечивает гидродинамические возмущения с периодичностью $1,2 \cdot 10^3 - 3,6 \cdot 10^3 \text{ с}^{-1}$, что позволяет осуществлять процессы диспергирования системы «ГГМКК-вода».

Разработана схема экспериментального стенда (рис. 2) и методика проведения исследований влияния активных гидродинамических воздействий на гетерогенную систему. В реактор АТ1 загружают компоненты системы в необходимом соотношении. После перемешивания в реакторе осуществляется циркуляция по контуру АТ1-Н2-АТ1 при постоянном перемешивании. Затем осуществляем циркуляцию по контуру АТ1-Н2-ГМ-АТ1.

В процессе работы на стенде регистрируются следующие параметры: температура системы в реакторе; напряжение в сети, величина тока реакторного аппарата; давление до и после реакторного аппарата; температура системы до и после реакторного аппарата; давление в различных точках реакторного аппарата; частоту колебаний реакторного аппарата; амплитуда колебаний реакторного аппарата; скорость вращения ротора реакторного аппарата; расход среды, проходящий через реакторный аппарат.

В процессе проведения экспериментов ведутся отборы проб для определения: дисперсного состава; устойчивости системы к расслоению методом центрифугирования; реологических свойств системы на ротационном вискозиметре «RHEOTEST-3.6»; сорбционной активности системы (по способности сорбировать краситель конго-красный из водного раствора концентрацией 0,001 моль/л); структурных и текстурных характеристик системы по методу Брунауэра-Эмметта-Теллера (БЭТ) [9].

Были проведены исследования системы «ГГМКК-вода» со следующими соотношениями компонентов 4:6; 6:4; 7:3 при температуре окружающей среды – 12-15 °С. Начальная температура системы – 17-20 °С, начальная влажность ГГМКК

90-91 %, исходная сорбционная активность системы по красителю конго-красному составляет 2,5-3,0 мг/г.

По результатам проведенных исследований оптимальным соотношением компонентов системы «ГГМКК-вода» является соотношение 7:3. На рис. 3 представлена зависимость изменения удельной поверхности и сорбционного объема пор от содержания дисперсной фазы в системе «ГГМКК-вода».

Закономерно, что удельная поверхность ГГМКК максимальна в такой системе, где отсутствует вода и $S_{уд} = 280 \text{ м}^2/\text{г}$, а минимальна при максимальном содержании воды 60%, где $S_{уд} = 26 \text{ м}^2/\text{г}$. При этом сорбционный объем пор достигает максимума при соотношении ГГМКК-вода 7:3 и составляет $V_s = 1,5 \dots 1,6 \text{ см}^3/\text{г}$.

На первом этапе работ необходимо получить дисперсную систему «ГГМКК-вода» с размерами дисперсной фазы в диапазоне 60...140 мкм. Этот диапазон обусловлен тем, что частицы с размером меньше нижнего предела указанного диапазона проникают в кровь, а превышение верхнего – приводит к ухудшению лечебного эффекта. В результате экспериментов была отработана технология, позволяющая получить систему «ГГМКК-вода» в указанном диапазоне, устойчивую к расслоению и агрега-

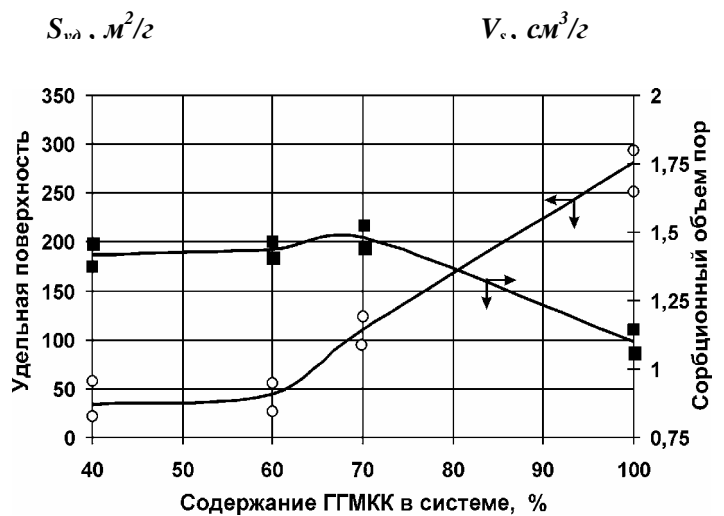


Рис. 3. Зависимость изменения удельной поверхности и сорбционного объема пор от содержания дисперсной фазы в системе «ГГМКК-вода».

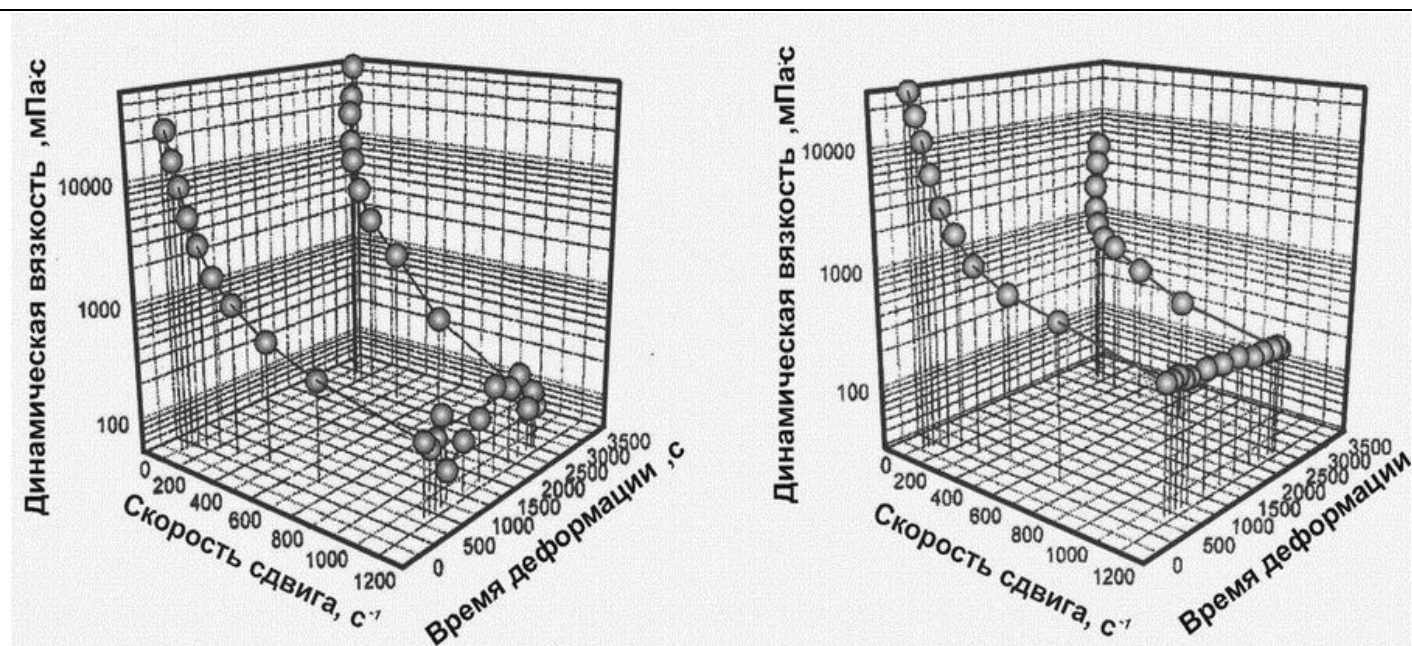
тированию и с показателями сорбционной активности по конго-красному 2,7...3,5 мг/г.

Знание реологических характеристик и параметров влияния на реологию системы «ГГМКК-вода» важно для конструирования рабочих органов оборудования, для определения режимов получения сорбентов, устойчивых к расслоению. Реологические свойства системы «ГГМКК-вода» (соотношение 7:3) исследовались на ротационном вискозиметре типа «RHEOTEST-3.6» в режиме непрерывных деформаций в диапазоне скоростей сдвига $7...1080 \text{ с}^{-1}$. На рис. 4 приведены зависимости изменения динамической вязкости системы «ГГМКК-вода» до (рис. 4а) и после (рис. 4б) воздействия ДИВЭ от скорости сдвига и времени деформации. Результаты исследований показали, что исследуемые объекты относятся к псевдопластическим системам с выраженными петлями гистерезиса, как видно из рис. 4. Система «ГГМКК-вода», прошедшая обработку на ДИВЭ-генераторе, имеет более стабильные реологические показатели во времени при постоянном сдвиговом напряжении, чем система до обработки. В дальнейшем необходимо определить предельные сдвиговые напряжения системы, при которых происходит разрушение пространственной структуры. Скорости сдвига, возникающие между ротором и статорами

реакторного аппарата на порядок выше скоростей, развиваемых в вискозиметре.

Влияние гидродинамического воздействия ДИВЭ на сорбционные свойства системы «ГГМКК-вода» определялись по структурно-текстурным характеристикам системы: величине удельной поверхности, размерам пор и величине объема сорбционного пространства. Рассматривались системы до воздействия ДИВЭ и системы «ГГМКК-вода», прошедшие активную гидродинамическую обработку. Нами найден режим, при котором размер частиц дисперсной фазы системы – 60...140 мкм. Как видно из рис. 5 и согласно классификации пор по М. Дубинину [10] системы относятся к мезопористым структурам, т.е. системы содержат набор пор, которые обеспечивают полимолекулярную адсорбцию. На характер распределения объема пор по размерам пор оказывает влияние количество циклов гидродинамической обработки. Как видно из рисунка, система, прошедшая 1 цикл гидродинамической обработки, имеет показатели по сорбционному объему пор и пористости системы выше, чем при обработке за 3 цикла.

Фотографии структуры системы «ГГМКК-вода» до и после обработки за 1 цикл представлены на рис. 6.



а)

б)

Рис. 4. Зависимость изменения динамической вязкости системы «ГГМКК-вода» от скорости сдвига и времени деформации. а) до воздействия ДИВЭ; б) после воздействия ДИВЭ.

На базе полученных экспериментальных данных были впервые разработана и создана технологическая схема и установка для получения кремнийорганических сорбентов (рис. 7).

В настоящее время установка проходит опытно-промышленные испытания на предприятии ЗАО Экологическая фирма «КРЕОМА-ФАРМА». Нарботано более 40 тонн сорбентов с улучшенными ле-

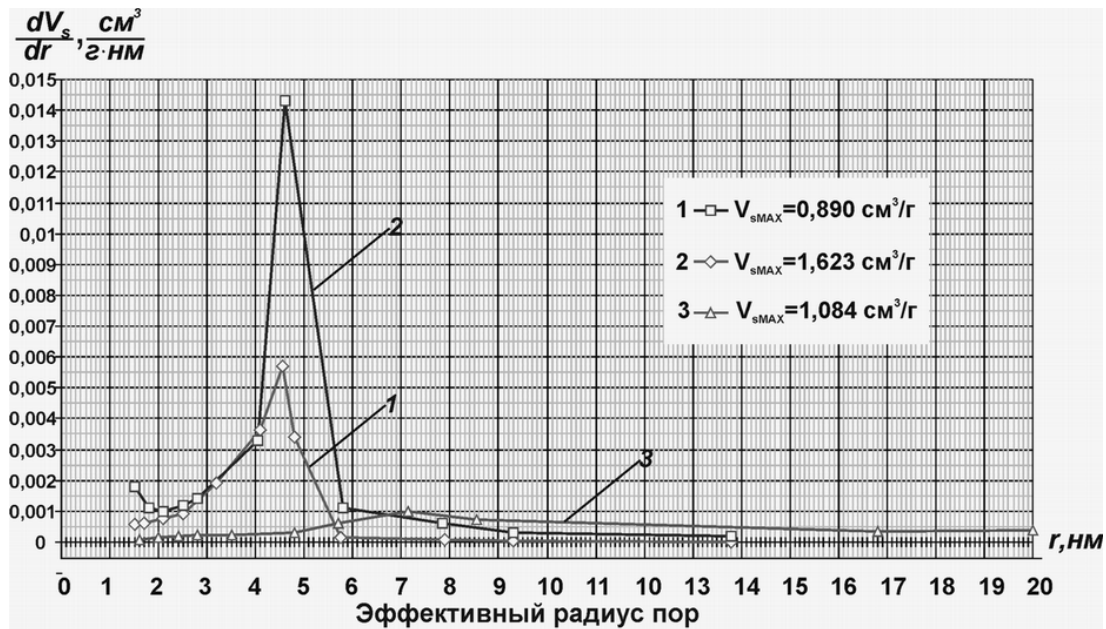


Рис. 5. Кривая распределения сорбционного объема по значениям радиусов в системе «ГГМКК-вода» с соотношением компонентов 7:3: 1 – система до обработки; 2 – система после обработки на 1 цикл; 3 – система после обработки на 3 цикла.

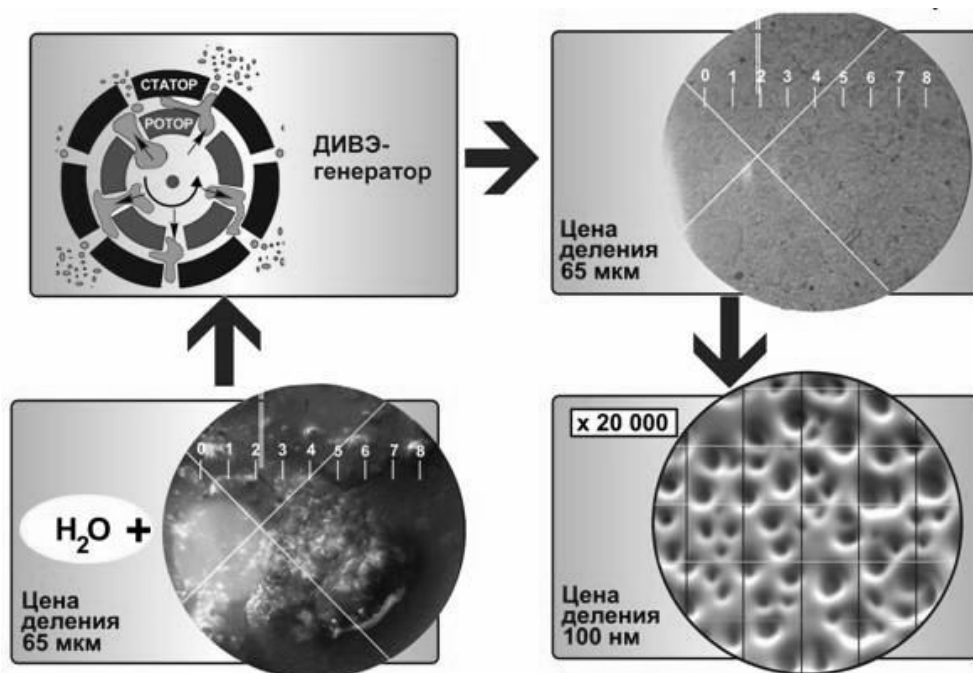
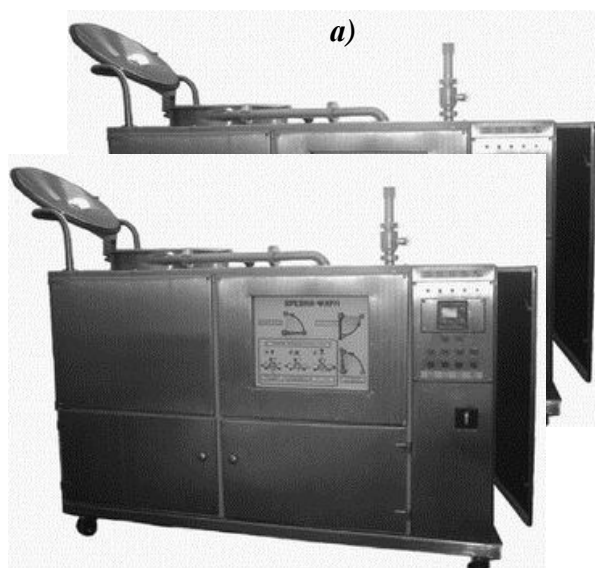
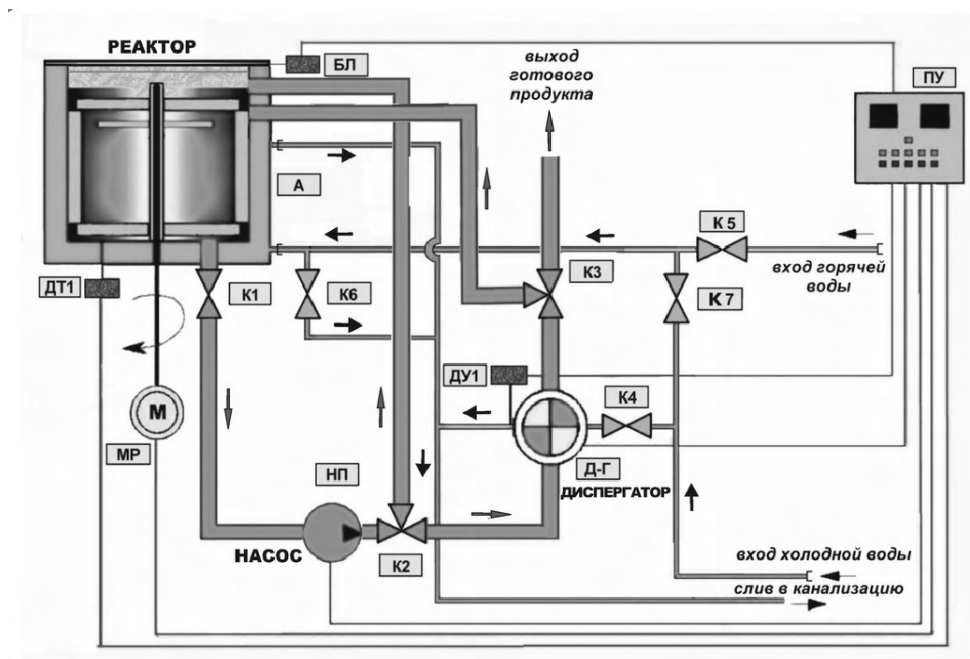


Рис. 6. Воздействие ДИВЭ на структуру кремнийорганического сорбента: а) до гидродинамической обработки; б-в) после гидродинамической обработки.



б)

Рис. 7. Установка с ДИВЭ-генератором для получения кремнийорганических сорбентов:
 а) технологическая схема; б) внешний вид.
 Обозначения см. на рис. 2.

чебными свойствами, паста «Энтеросгель» реализуется аптеками Украины.

Выводы

1. По результатам исследований и опытно-промышленным испытаниям можно утверждать, что воздействие ДИВЭ на реакторном аппарате АР-3000М влияет на наноструктуру сорбента.

2. В результате проведенных исследований предложена технология получения нового вида лекарственных препаратов с улучшенными сорбционными свойствами.

3. Впервые создана установка с ДИВЭ-генератором для получения таких препаратов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шевченко Ю.Н., Беляева О.А. Перспективы создания препаратов сорбционно-детоксикационного действия на основе пористых кремнийорганических матриц// Перша науково-практична конференція «Біосорбційні методи і препарати в профілактичній та лікувальній практиці».- Київ.- 1997.- С. 10-15.
2. Патент України № 7472. Гідрогелі метилкремніевої кислоти "Ентеросгель-супер", як адсорбент середньо-молекулярних метаболитів та спосіб їх одержання// Шевченко Ю.М. та інші.
3. Гурін В.М. та інші. Використання гідрогелю метилкремніевої кислоти// Перша науково-практична конференція «Біосорбційні методи і препарати в профілактичній та лікувальній практиці».- Київ.- 1997.- С. 23-24.
4. Долинский А.А., Басок Б.И. и др. Дискретно-импульсный ввод энергии в теплотехнологиях. Киев. ИТТФ НАН Украины, 1996.- 208 с.
5. Накорчевский А.И., Басок Б.И. Гидродинамика и тепломассоперенос в гетерогенных системах и пульсирующих потоках. Киев.- Наукова думка, 2001.- 346 с.
6. Накорчевский А.И., Басок Б.И. Особенности обработки пастообразных сред в роторно-импульсных аппаратах// Пром. теплотехника.- 2001.- Т. 23.- № 3.- С. 18-21.
7. Долинский А.А., Басок Б.И. Наномасштабные аспекты дискретно-импульсной трансформации энергии // Тезисы V Минского международного форума по тепло- и массообмену.- Минск.- 2004.
8. Патент 20698 Україна/ Реакторний гомогенізатор/ Грабов Л.М., Мерцій В.І., Жилев В.Т.
9. Тарасевич Ю.И., Трофимчук А.К. и др. Структурные особенности силикагеля, модифицированного кремнийорганическими соединениями, по данным адсорбции паров воды и Н-гексана // Коллоидный журнал.- 2004.- Т. 66.- № 1.- С. 88-94.
10. Курс физической химии под редакцией Я.И. Герасимова// Л: Изд-во "Химия.", 1964.- Т. 1.- 624 с.

Получено 12.10.2004 г.

УДК 66.061.4

ВАСИЛЬЕВ Д.С.

Ин-т технической теплофизики НАН Украины

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ЭКСТРАКЦИИ БИОЛОГИЧЕСКИ-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ И СОЗДАНИЕ ТЕРМОДИФФУЗИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Запропоновано спосіб екстрагування БАВ з рослинної сировини з комплексним застосуванням тепломасообмінних процесів. Представлено термодифузійну установку та принципову схему проведення технологічного процесу. Подано результати, що отримані за допомогою запропонованого способу в промислових умовах.

Предложен способ экстрагирования БАВ из растительного сырья с комплексным применением тепломассообменных процессов. Представлена термодиффузионная установка и принципиальная схема ведения технологического процесса. Приведены результаты, полученные по предложенному способу в промышленных условиях.

The way of BAR extraction from vegetative raw material by the complex application of heat-mass exchange processes is offered. Thermodiffusion installation and the basic scheme of conducting technological process is submitted. The results received by the offered way in industrial conditions are given.