

## 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. Гирін 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.

$T$  – температура, °С;

$\tau$  – время процесса, мин.;

СВ – сухой остаток, %;

БАВ – биологически-активные вещества;

ВМС – высокомолекулярные соединения.

### Введение

В последнее десятилетие во всем мире наблюдается повышенный интерес к продуктам, получаемым из растительного сырья. Экстрагирование БАВ в системе "твердое тело–жидкость" широко распространено в химико–фармацевтической и пищевой промышленности.

Эта тенденция наблюдается не только в странах, традиционно использующих лекарственные растения в большом ассортименте (Индия, Китай, Вьетнам), но и в странах с высокоразвитой химико–фармацевтической и перерабатывающей промышленностью, таких как США, Япония, Германия, Россия, а также Украина [1].

Существуют различные методы экстрагирования, выбор которых определяется физико–химическими свойствами БАВ, полярностью экстрагента, морфолого–анатомическим строением растительного материала, задаваемой эффективностью экстракции, составом натурального сырья и др. Многие из перечисленных факторов взаимосвязаны, однако, доминирующими являются природа извлекаемых БАВ и состав извлечений [2].

Увеличение спроса на продукты растительного происхождения вызвало необходимость расширения производственных мощностей, а следовательно, и совершенствования технологий, интенсификации производственных процессов, замены устаревших видов технологического оборудования, увеличения заготовок растительного сырья и улучшения его качества [1].

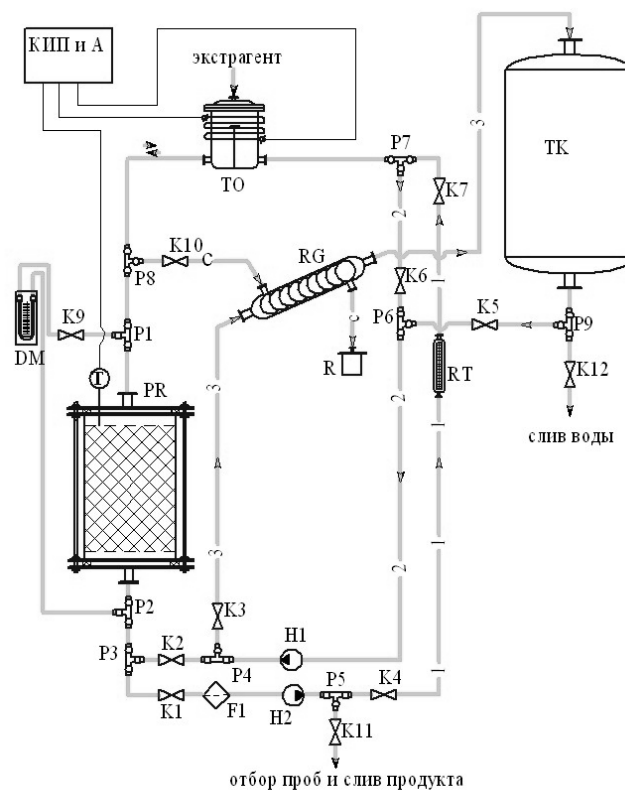
Известны работы с использованием ультразвуковых пульсаций, вихревой экстракции с частотой вращения турбинной мешалки 6000–13000 об/мин и другими методами контакта взаимодействующих фаз [3–5]. Такие экстракционные установки часто не обладают достаточной эффективностью в работе на различных видах сырья и экстрагентах. Не всегда интенсификация такого рода оправдана.

Вследствие таких методов интенсификации процесса экстракции сырье разрушается и увеличивается переход в экстракт большого количества

балластных веществ, таких как: белки, пектиновые, ВМС, суспендированные частицы. Готовые экстракты получаются мутными, с большим содержанием взвешенных частиц, причем эти экстракты тяжело фильтруются, в результате чего в настойках содержание БАВ ниже нормы, кроме того, они не пригодны к длительному хранению.

### Цели исследования

Целью данной работы является интенсификация процесса экстракции БАВ из растительного сырья путем комплексного использования тепло-



**Рис. 1.** Принципиальная схема установки для получения жидких экстрактов из растительного сырья в системе "твердое тело – жидкость": 1) прямоточный контур движения экстрагента; 2) знакопеременный противоточный контур движения экстрагента; 3) регенерационный контур; с) регенерированный спирт (этанол).

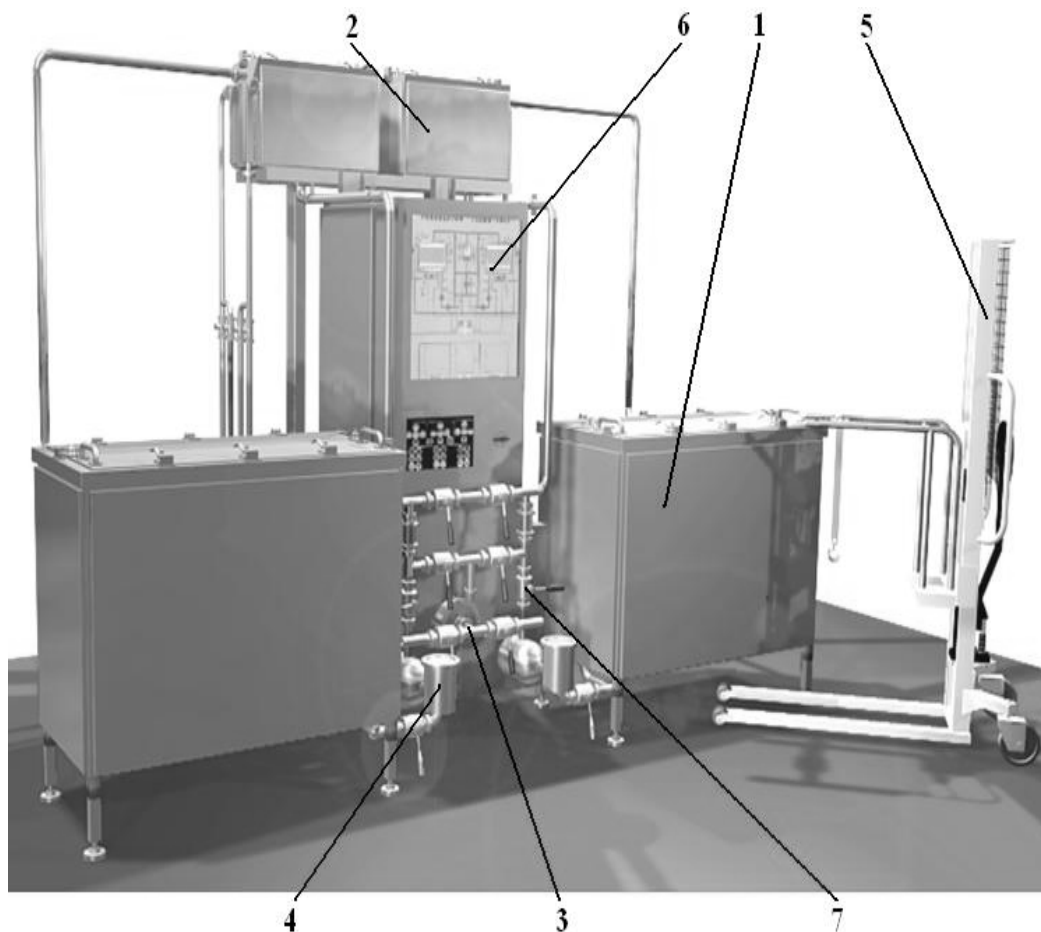
массообменных процессов таких как: мацерация, перколяция, реперколяция, нагревание, а также разработка конкурентоспособного термодиффузионного оборудования.

### **Методы исследования**

На основе изучения известных работ [3] по интенсификации процессов тепломассопереноса Институтом технической теплофизики НАН Украины был предложен способ извлечения БАВ из растительного сырья в системе "твердое тело–жидкость" путем комплексного использования тепломассообменных процессов. Интенсификация при использовании данного способа осуществляется за счет увеличения удельной поверхности контакта фаз, увеличения коэффициента диффузии и др.

Представленная принципиальная схема установки для получения жидких экстрактов из растительного сырья в системе "твердое тело–жидкость" (рис. 1), состоит из перколятора с касетой – PR, промежуточного сосуда–теплообменника – ТО, холодильника – RG, насосов – Н1–Н2, бака холодной циркуляционной воды – ТК, ротаметра – RT, дифференциального манометра – DM, термометра сопротивления – Т, фильтра – F1, запорной арматуры – К1–К12, тройников – Р1–Р9 и щита управления с КИПиА.

Принцип работы по предложенному способу (рис. 1) осуществляется следующим образом. Растительное сырье загружают в перколятор–PR в кассете (кассета обтянута фильтрационным материалом) и герметично закрывают. Перколятор заполняют экстрагентом до образования "зеркаль-



**Рис. 2. Установка для получения экстрактов из растительного сырья: 1 – перколятор; 2 – промежуточный сосуд–теплообменник; 3 – гомогенизатор; 4 – фильтр; 5 – тележка; 6 – шкаф управления; 7 – запорная арматура.**

ной" поверхности, далее сырье обрабатывается при заданной температуре и расходе жидким экстрагентом методами мацерации и перколяции по циркуляционному контуру –1– и методом перколяции при повторно–кратковременном режиме работы насоса–Н1 по контуру –2–. При прохождении экстрагента через промежуточный сосуд–теплообменник–ТО он нагревается до определенной температуры, таким образом поддерживается заданная температура.

В результате перколяции при повторно–кратковременном режиме насоса возникают пульсации экстрагента в перколяторе–PR благодаря перепаду уровней в промежуточном сосуде–ТО и перколяторе–PR. Этот режим применяется для уменьшения неравномерности прохождения экстрагента через слои сырья и устранения так называемых "мертвых зон"– зон залегания сырья.

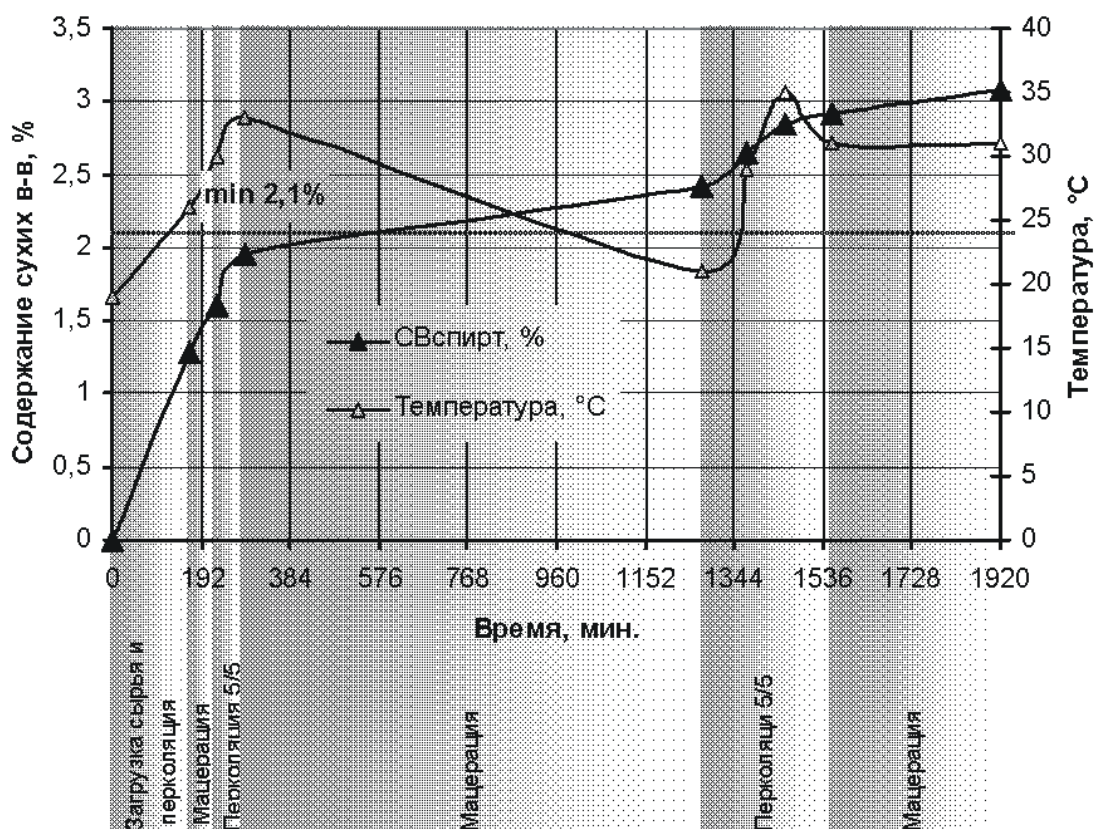
Так как пульсации незначительны, и наблюда-

ется ламинарное движение экстрагента, сырье только взрыхляется без разрушений, а получаемый экстракт не мутнеет. При необходимости полученный экстракт гомогенизируют с определенными компонентами (согласно технологического регламента предприятия).

Далее с помощью регенерационной системы, включающей перколятор–PR с истощенным сырьем, холодильник–RG, насос–Н1, бак с холодной водой–ТК и запорной арматурой, по регенерационному контуру –3– осуществляется регенерация экстрагента из объема сырья.

По выше описанному способу извлечения БАВ из растительного сырья была изготовлена и внедрена в производство перколяционная установка для извлечения БАВ из растительного сырья на АО "Рижская фармацевтическая фабрика" (рис. 2).

Анализируя результаты, представленные на графике кинетики процесса извлечения БАВ из



**Рис. 2. Установка для получения экстрактов из растительного сырья: 1 – перколятор; 2 – промежуточный сосуд–теплообменник; 3 – гомогенизатор; 4 – фильтр; 5 – тележка; 6 – шкаф управления; 7– запорная арматура.**

Т а б л и ц а . Результаты процесса экстракции БАВ на установке для получения жидких экстрактов из растительного сырья при технологических испытаниях.

№ п/п	$\tau$ , мин.	СВ, %	$T$ , °С
1	0	0	19
2	165	1,28	26
3	225	1,6	30
4	285	1,96	33
5	1275	2,42	21
6	1370	2,65	29
7	1455	2,84	35
8	1555	2,91	31
9	1920	3,07	31

растительного сырья на рис. 3 и из таблицы видно, что ведение технологического процесса по предложенному способу дает позитивный результат. При минимальном выходе по требованиям технологического регламента 2,1 % СВ на установке был получен результат 3,07 % СВ.

### Обсуждение результатов

Технологические испытания установки представлены на рис. 3 и в таблице.

Задача: получение настойки календулы 1:10.

Требования, предъявляемые к продукту нормативно-технической документацией:

- 1) прозрачная, желто-коричневая жидкость с характерным запахом и горьким вкусом;
- 2) сухой остаток: не менее 2,1% СВ.

Требования, предъявляемые к технологическому процессу:

- 1) в качестве экстрагента используется этиловый спирт 70 °;
- 2) температура в пределах 30...40 °С.

### Выводы

1. Разработана и экспериментально подтверждена интенсификация тепломассопереноса путем совмещения процессов мацерации, перколяции, пульсации, нагревания и др.;
2. Весь технологический процесс осуществляется при автоматическом поддержании заданной температуры, есть возможность контролировать скорость движения экстрагента;

3. Получаемые экстракты не требуют дополнительной фильтрации, так как процесс фильтрации проходит через слой сырья;
4. Не требуется дополнительного оборудования для создания повышенного давления или вакуума, так как процесс осуществляется при давлении 0,01–0,015 МПа;
5. Создаваемое оборудование имеет малые энергозатраты – 8 кВт/час.

### ЛИТЕРАТУРА

1. *Проккопенко А.П., Ветров П.П.* Основные итоги и перспективы исследований лаборатории технологии фитохимических производств ГНЦЛС// Фитохимия.– Фармаком 6.- 96.- С. 23.
2. *Самтиев А.М., Литвиненко В.И., Попова Т.П., Аммосов А.С.* Особенности извлечения из растительного сырья// Технология ЛС.- Фармаком 1.- 99.- С. 37.
3. *Бочоршвили Б.С.* Интенсификация процесса экстракции в системе твердое тело–жидкость// Фармацевтический журнал.- 1998.- № 2.- С. 54.
4. *Чайка О.І.* Інтенсифікація процесу водно-спиртової екстракції з лікарської сировини при дискретно-імпульсному ввводі енергії// Фармацевтичний журнал.- 1999.- № 4.- С. 64–67.
5. *Корчинский А.А., Матюшкин М.В.* Экстракция сырья растительного происхождения // Пром. теплотехника.- 2003.- Т.25.- № 4.- С. 137–139.

Получено 06.10.2004 г.