

Теоретические основы экстрагирования

к.фарм.н., доцент каф. фармакологии,
клинической фармакологии и фармации
ФГБОУ ВПО «ОГУ» Карасев М.М.

Под экстракционными препаратами из лекарственного растительного сырья (ЛРС)

понимают готовые формы или субстанции, содержащие в качестве активных ингредиентов комплекс биологически активных соединений, полученных из растительного сырья.

Лекарственное растительное сырье -

высушенные, реже
свежесобранные части
лекарственных растений (иногда
целые растения), используемые
для получения ЛС

Основные направления получения лекарственных препаратов из ЛРС

- ✓ Галеновое производство
- ✓ Новогаленовое производство
- ✓ Фитохимическое направление
- ✓ Биотехнологическое

Галеновое производство

Клавдий Гален (131—201 г. н. э.) римский врач и фармацевт, (термин «галеновы препараты» появился в фармации спустя 13 веков после смерти Галена.

Галеновы препараты - суммарные неочищенные препараты, содержат БАВ и сопутствующие и балластные вещества. Настойки, экстракты, эликсиры и т.д.

Галеновы препараты

Настойки — жидкие спиртовые или водно-спиртовые извлечения из ЛРС, получаемые без нагревания и удаления экстрагента.

При изготовлении настоек из одной весовой части ЛРС получают 5-10 объемных частей готового продукта.

Спирт используется 40%; 70% или 90%-ной концентрации.

Настойки



Галеновые препараты

Экстракты — концентрированные извлечения из ЛРС, представляющие собой вязкие, жидкие или сухие массы.

- ✓ жидкие экстракты (водные, неводные, спиртоводные, масляные)
- ✓ густые экстракты (вязкие массы с содержанием влаги не более 25%);
- ✓ сухие экстракты (сыпучие массы с содержанием влаги не более 5%).

Содержание действующих веществ в них равно содержанию действующих веществ в исходном растительном сырье.

Экстракты. Эликсиры



KS130395
'Medicine & You' Disc
© JupiterImages

Comstock RF
www.comstock.com

Эликсиры —
ЖЛФ, прозрачная смесь
спиртоводных извлечений
из ЛРС с добавлением ЛВ,
сахаров и ароматизаторов.

Новогаленовые препараты

(максимально очищенные)
содержат комплекс БАВ
(алкалоидов, кумаринов и т.п.)
не содержат балластных и
сопутствующих веществ.

ФЛАМИН - сумма
флавоноидов бессмертника
песчаного

ЭРГОТАЛ - сумма
алкалоидов спорыньи,

АДОНИЗИД – сумма СГ
горичвета весеннего) и др.

Новогаленовое производство

Путем мягкой,
обработки
различными
растворителями
выделяют
вещества или их
сумму, частично
или полностью
освобождая их от
сопутствующих
веществ

Фитохимическое производство

Индивидуальные соединения -

БАС, выделенные из растений, обладают направленным действием, большинство из них используется для приготовления инъекционных препаратов например, морфин, рутин, лизергин и др.

Сложная переработка ЛРС, полное освобождение от балластных веществ, выделение индивидуальных действующих веществ

Биотехнологическое производство

Основано на получении
лекарственных средств
методами микробиологического
синтеза, в культуре тканей
растений
(например, женьшеня и др.)

Комплексные фитопрепараты

Содержат вещества, выделенные из растений, эндокринные, синтетические или полусинтетические вещества.

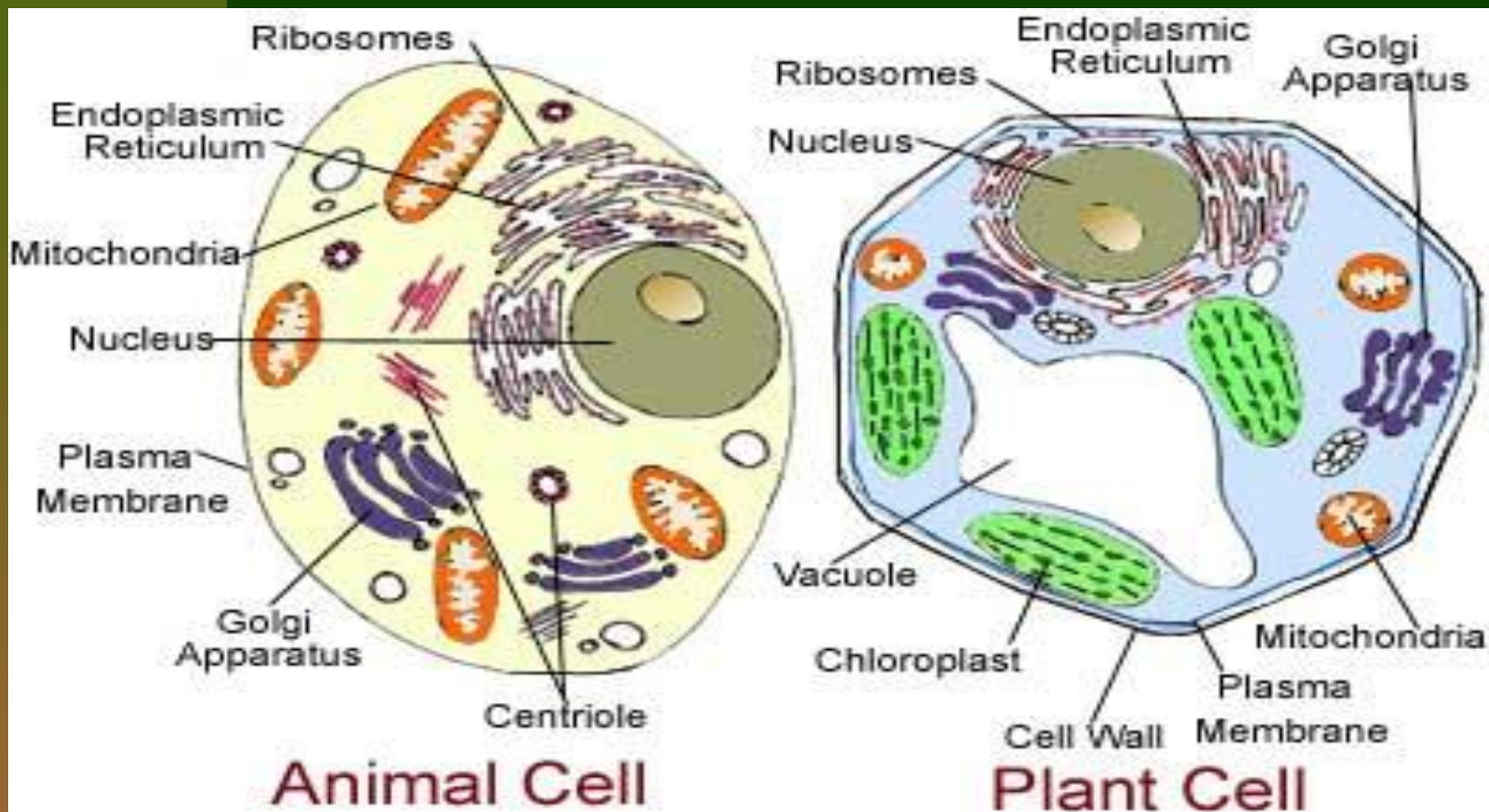
- ✓ бесалол (густой экстракт красавки, фенилсалицилат),
- ✓ аллохол (сухие экстракты чеснока и крапивы, желчь, активированный уголь),
- ✓ валокормид (настойки валерианы, ландыша, красавки, NaBr, ментол).

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССА ЭКСТРАГИРОВАНИЯ

Метод и режим экстрагирования (температура, время, рН экстрагента и др.) выбирают с учетом следующих факторов:

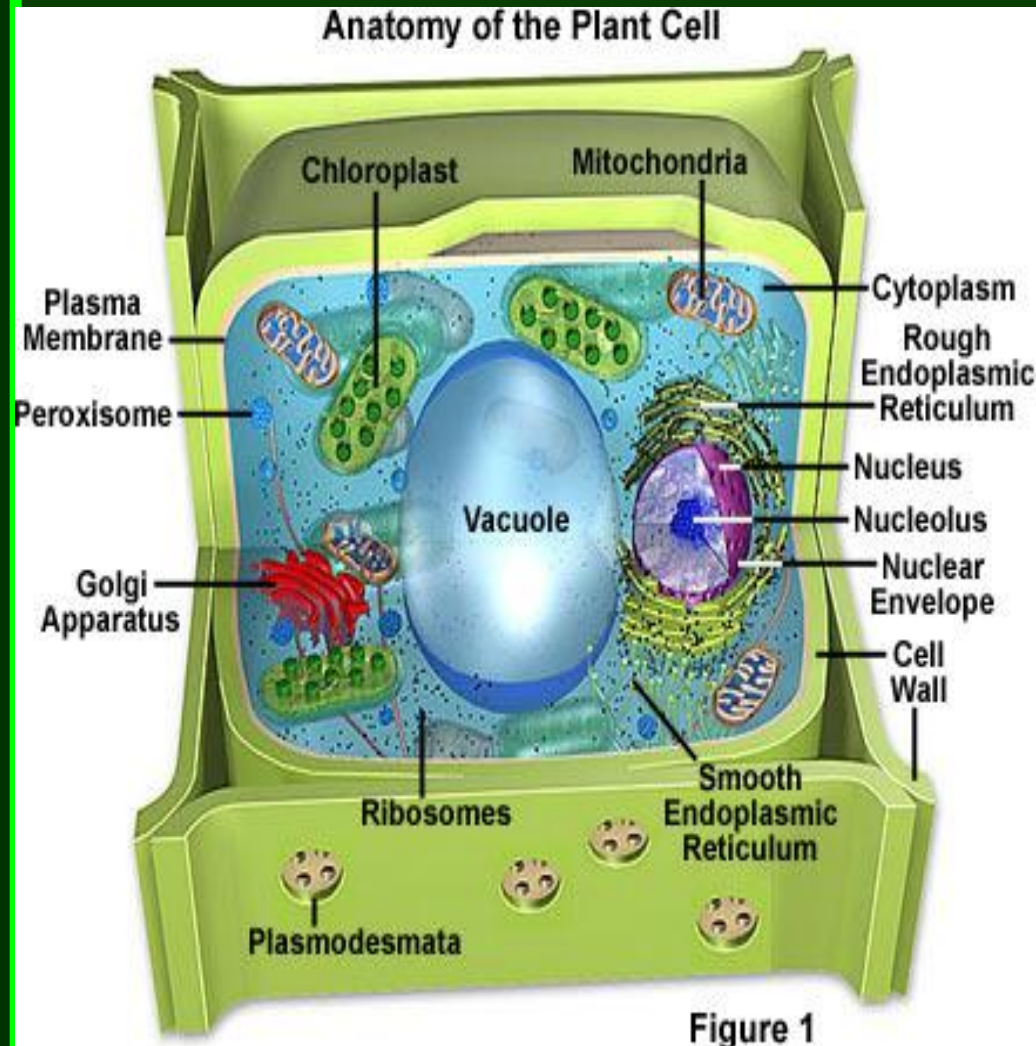
- ✓ Вид сырья (свежее или высушенное сырье)
- ✓ Анатомо-морфологические особенности сырья
- ✓ Физико-химические свойства действующих веществ
- ✓ Влияние сопутствующих веществ

Объектами получения многих биологически активных веществ (БАВ) в фармацевтической технологии являются лекарственные растения, ткани и органы животных. В отличие от неживых материалов им присуща клеточная структура



Функции клеточной стенки растений

1. Обеспечение механической прочности
2. Ограничение и регуляция роста и формы клеток в зависимости от расположения целлюлозных миофибрилл;
3. Транспорт воды и минеральных веществ;
4. Защита от обезвоживания и проникновения болезнетворных микроорганизмов;
5. Запасание питательных веществ в некоторых клетках



В живых растительных клетках

- ✓ основное сопротивление массопереносу оказывают мембраны.
- ✓ клеточная стенка - полупроницаема для БАВ (внутри клетки) и осмотически пропускает экстрагент внутрь.

При экстрагировании растительного материала чаще всего работают с высушенным сырьем

В мертвой клетке (высушенное сырье)

мембрана и цитоплазма денатурированы
основное сопротивление оказывают клеточные стенки

Вследствие денатурации цитоплазмы клеточная стенка - пористая перегородка и пропускает вещества в обе стороны.

Процесс извлечения из клетки принимает характер диализа (диффузии веществ в молекулярно-ионном состоянии)

Процесс извлечения проходит в три стадии

- ✓ Смачивание сырья и проникновение экстрагента внутрь
- ✓ Образование первичного сока
- ✓ Массообмен

Стадии процесса извлечения:

1. стадия — смачивание сырья и проникновение экстрагента внутрь

Растительные материалы богаты гидрофильными веществами, они хорошо смачиваются водой.

Под действием капиллярных сил экстрагент пропитывает ЛРС, заполняет межклеточные пространства, а затем через поры в клеточных стенках и отчасти сквозь стенки проникает внутрь клеток.

Проникновение экстрагента внутрь клетки – **эндоосмос**, т.е. движение воды через пористую перегородку.

После проникновения воды внутрь растительной клетки первая стадия заканчивается.

Стадии процесса извлечения:

2 стадия – образование «первичного сока».

Внутри клеток экстрагент взаимодействует с находящимися в них веществами:

- ✓ вещества, способные образовывать истинные растворы, растворяются;
- ✓ неограниченно набухающие ВМС набухают и растворяются;
- ✓ ограниченно набухающие ВМС набухают, образуя гели.

Процесс растворения осложняется тем, что некоторые растворимые соединения адсорбционно связаны с нерастворимыми компонентами внутриклеточного содержимого.

Образованием внутри клеток концентрированного раствора растворимых веществ — **«первичного сока»** — заканчивается вторая стадия извлечения.

Стадии процесса извлечения:

3 стадия — массообмен - переход веществ из растительного материала в жидкую среду

В результате высокой концентрации «первичного сока» внутри клеток создается значительное осмотическое давление, вызывающее диффузионный обмен между содержимым клеток и окружающей их жидкостью с меньшим осмотическим давлением, обмен идет до момента уравнивания осмотического давления по обе стороны клеточных оболочек.

В первую очередь из клеток диффундируют НМВ, медленнее диффундируют более сложные ВМС. Наименьшей скоростью диффузии обладают коллоидные растворы.

Процессы **экзо- и эндоосмоса** протекают спонтанно (самопроизвольно), пока концентрации р-ров снаружи и внутри клетки не станут одинаковыми. При этом происходит молекулярная и конвективная диффузии

Молекулярная диффузия

осуществляется за счет хаотического движения молекул и зависит от запаса кинетической энергии частиц (молекул).

Скорость молекулярной диффузии зависит:

- ✓ от температуры извлечения (при ее увеличении возрастает скорость движения молекул),
- ✓ величины поверхности разделяющей вещества,
- ✓ толщины слоя, через который проходит диффузия.
- ✓ времени (чем дольше диффузия, тем большее количество вещества переходит из одной среды в другую).

Этот процесс можно выразить законом
Фика - Щукарева:

$$\frac{dS}{d\tau} = - D F \frac{dC}{dx}$$

S – масса продифундировавшего вещества (кг),
 τ – время диффузии (с);

$dS/d\tau$ - скорость диффузионного процесса (кг х с⁻¹)

D - коэффициент молекулярной диффузии, м²/сек;

F - площадь диффузионного обмена (суммарная площадь
измельченного ЛРС), м²;

dc/dx - градиент концентрации (изменение
концентрации вещества на расстоянии dx),

(—) - диффузионный процесс направлен в сторону
уменьшения концентрации.

Механизм диффузии через клеточную мембрану

- молекулы диффундирующего вещества сорбируются материалом мембраны,
- диффундируют через мембрану,
- десорбируются с другой ее стороны

скорость диффузии лимитируется градиентом концентрации и свойствами мембраны

диффузия приобретает характер свободной молекулярной диффузии (но ограниченной узкими просветами пор и длинной ходов капилляров выноса веществ к наружной поверхности)

внутренняя диффузия характеризуется коэффициентом внутренней диффузии $D_{вн}$. величина коэффициента внутренней диффузии в порах растительного материала 10^{-12} - 10^{-11} м²/с, что для тех же веществ на 2-3 порядка меньше величины коэффициента свободной молекулярной диффузии 10^{-9} - 10^{-8} м²/с.

Конвективная диффузия

- перенос вещества в результате причин, вызывающих перемещение жидкости: сотрясение, изменение температуры, перемешивание;

Осуществляется значительно быстрее и происходит за счет конвекции, т.е. переноса массы из одного места подвижной среды в другую.

Таким образом, извлечение действующих веществ из ЛРС происходит за счет процессов **диффузии, десорбции, растворения, диализа и вымывания**, которые идут самопроизвольно и одновременно.

В основе экстракции лежат физико-химические и химические процессы

На стадии смачивания сырья:

✓ Капилляр-ная пропитка;
✓ диффузия экстрагента через мембрану высушенной растительной клетки

На стадии образования первичного сока:

- ✓ собственно растворение НМВ и образование растворимых в-в;
- ✓ десорбция и растворение;
- ✓ гидролиз пектиновых в-в;
- ✓ внутриклеточная и внеклеточная диффузия веществ (вымывание)

На стадии массообмена:

- ✓ молекулярная диффузия;
- ✓ диффузия путем конвекции;
- ✓ мембранная диффузия (диализ веществ через пористую оболочку клетки)

Качество извлечения из ЛРС зависит от:

1. Применяемой аппаратуры
2. Стандартности ЛРС
3. Измельченности сырья
4. Соотношения количества сырья и экстрагента
5. Свойства экстрагента (рН, вязкость, растворяющая способность и др.);
6. Кинетики экстракции
7. Химической природы БАВ

Стандартность сырья

Стандартное сырье – ЛРС отвечающее всем требованиям НД на данный вид сырья,

✓ в % или ЕД не ниже указанного предела суммы экстрактивных веществ

✓ если в ЛРС содержание действующих веществ меньше указанного в НД, такое сырье для изготовления ЛС **используется** (в отличие от аптечного производства), для производства галеновых и индивидуальных препаратов;

✓ если в ЛРС содержание действующих веществ выше нормы, то во избежание отравления используют **формулу пересчета** (для алкалоидов, сердечных гликозидов) :

X – количество сырья с завышенным содержанием действующих веществ;
A – прописанное количество ЛРС
Б – фактическое содержание действующих веществ в ЛРС;
В – стандартное содержание действующих веществ в ЛРС

$$X = \frac{A \times B}{\text{Б}},$$

Биологическую активность ЛРС определяют биологическим путем на различных животных: кошках, лягушках, голубях и т.п.

Биологическая активность 1,0 сырья, содержащего гликозиды, должна быть не менее:

- 50-66 ЛЕД или 10,3 – 12,6 КЕД (листья и порошка наперстянки);
- 50-66 ЛЕД или 6,3 – 8 КЕД (травы горицвета);
- 120 ЛЕД или 20 КЕД (травы, листьев, цветков ландыша).
- Содержание алкалоидов в траве термопсиса (в пересчёте на термопсин) не менее 1,5%; в листьях чистотела (в пересчёте на хелидонин) не менее 0,2 %

Измельченность сырья

Измельченность ЛРС регламентируется частной ФС :

- Листья, цветки, трава - 5 мм, за исключением листьев толокнянки и брусники 1 мм;
- Стебли корни, корневища, кора 3 мм;
- Плоды, семена 0,5 мм

Измельчение производят в корне- и траворезках, просеивают сквозь сито с соответствующим диаметром отверстий, затем производят отсеивание пыли через сито с отверстиями 0,1 мм

ЛРС – пористый материал, в котором после экстракции безвозвратно остается часть экстрагента, для того чтобы не уменьшать V извлечения и не завышать содержание действующих веществ используя коэффициент спиртопоглощения

К_с – величина, которая показывает количество спирта в мл удерживаемое 1 г ЛРС после отжима

Если **К_с** не указан для конкретного вида ЛРС, то:

- для подземных органов 1,5 мл/г;
- для кор, трав, цветков 2,0 мл/г;
- для плодов, семян 3,0 мл/г

Расчет количества экстрагента производится по формуле:

$$V_B = V_0 + M \times K_c,$$

V_c – объем экстрагента, необходимый для извлечения;

V_0 – объем извлечения, указанный в задании;

M - масса сырья;

K_c – коэффициент спиртопоглощения

Экстра́кция (от лат. *extraho* – извлекаю) – процесс избирательного поглощения компонентов из жидкой смеси или твердого вещества другой жидкостью.

Физический смысл экстракции состоит в переходе извлекаемого компонента исходной фазы (жидкой или твердой) в фазу жидкого экстрагента при их взаимном соприкосновении. Извлекаемые компоненты переходят из исходного раствора в растворитель вследствие разности концентраций за счет диффузии. Поэтому экстракция относится к диффузионным процессам.

Процессом **массопередачи** в общем случае называют перенос вещества в направлении достижения равновесия. Большинство видов массопередачи происходит вследствие процесса диффузии. Перенос, передвижение вещества могут осуществляться в одной, двух или нескольких фазах.

В зависимости от агрегатного состояния компонентов, участвующих в процессе, различают **экстракцию из твердых тел** (выщелачивание) и **экстракцию из жидкостей**.

К экстракции из твердых тел относится извлечение биологически активных веществ из лекарственного растительного сырья при получении фитохимических препаратов (настоек, экстрактов и др.).

Экстракция из жидкостей также применяется в химико-фармацевтических производствах. Так, при помощи экстракции выделяют биологически активные вещества из ферментных растворов, проводят очистку новогаленовых препаратов и т.д.

Как при экстракции из твердого тела, так и при экстракции из жидкости имеются две фазы:

- 1) твердая и жидкая;
- 2) две жидкие.

Чтобы в процессе экстрагирования между указанными фазами происходил обмен компонентами, фазы должны находиться в тесном контакте. Для осуществления этого контакта применяются аппараты - экстракторы.

Экстрагирование высушенного и измельченного сырья, имеющего клеточную структуру, является сложным физико-химическим процессом. За счет смачивания и капиллярных сил экстрагент через микропоры проникает в растительные ткани, вытесняет воздух и заполняет клеточные пространства. При этом протекает десорбция и растворение различных веществ, происходит набухание растительного материала за счет осмоса, проникновения растворителя, связанного с разностью концентраций, внутрь клеток. Через микропоры оболочек клеток идет диализ низкомолекулярных веществ, через макропоры оболочек - диффузия.

По характеру диффузии различают три основных этапа экстракции:

- диффузия экстрактивных веществ изнутри клеток к их поверхности;
- диффузия веществ через ламинарный подслоя, окружающий частицу и возникающий за счет сил трения (сил вязкости) экстрагента при протекании через слой сырья;
- конвективный перенос экстрактивных веществ от наружной поверхности ламинарного подслоя в общий поток растворителя. Конвективная (принудительная) диффузия тем эффективнее, чем интенсивнее гидродинамический режим (перемешивание, циркуляция).

Процесс массопередачи при установившемся режиме описывается уравнением:

$$dM = K \times F \times (C_1 - C_2) \times dt,$$

где K – коэффициент растительного материала, м/с;

F – поверхность растительного материала, через которую проходит массообмен, м² ;

τ – время экстракции, с

C_1 - концентрация вещества в твердой фазе, кг/м³;

C_2 - концентрация вещества в жидкой фазе, кг/м³;

M – масса вещества, кг

Коэффициент масопередачи (К) рассчитывается по формуле (Минина С.А., Громова Л.И., 1985):

$$K = \frac{1}{\frac{R}{D_v} + \frac{\delta}{D} + \frac{1}{\beta}}$$

где: D_v – коэффициент внутренней диффузии вещества, $\text{м}^2/\text{с}$;
 D – коэффициент молекулярной диффузии вещества в жидком ламинарном подслое, ;

R – средний радиус размера частицы растительного материала (половина размера частицы, если она не круглая), м ;

δ – толщина среднего диффузионного слоя вокруг частицы (ламинарный подслой), м ;

β – коэффициент массоотдачи (конвективной диффузии)

Из-за наличия ряда пористых перегородок внутри клетки коэффициент внутренней диффузии примерно в 10 раз меньше, чем коэффициент молекулярной диффузии в жидкости.

Коэффициент молекулярной диффузии (D) определяют на основании экспериментальных данных по формуле Эйнштейна:

$$D = \frac{K_0 \times T}{\eta},$$

где: K_0 – постоянная, не зависящая от температуры и зависящая от молекулярной массы вещества.

Низкомолекулярные вещества имеют значительно более высокие значения коэффициента диффузии;

T – абсолютные температуры, К;

η – вязкость экстрагента, Па*с;

Таким образом, коэффициент диффузии увеличивается с повышением температуры и уменьшается с увеличением вязкости среды. Величина его возрастает при уменьшении размера частиц (молекулярной массы).

Таблица.

Время установления динамического равновесия в зависимости от характера измельчения сырья

Лекарственное сырье, действующие вещества	Методы измельчения	Время установления динамического равновесия, ч
Корни горчичника, кумарины	Эксцельсиор	8
	Вальцевание	5
Корни алтея, полисахариды	Корнерезка	8
	Вальцевани	4
Соцветия ромашки, азучелны	Эксцельсиор	5
	Вальцевание	3
Галлы турецкие, танин	Эксцельсиор	
	Вальцевани	63

Таблица.

Свойства растворителей, используемых в качестве экстрагентов

Растворитель	Диэлектрическая проницаемость	Температура кипения, °С	Плотность при 20°С, г/см ³	Поверхностное натяжение при 20°С, н/м*10 ³	Вязкость при 20°С, мПа*с
Вода очищенная	78,2	100,0	1,00	72,75	1,00
Спирт метиловый	37,9	64,6	0,793	22,99	0,60
Спирт этиловый	25,2	78,39	0,789	22,03	1,20
Ацетон	20,7	56,24	0,790	23,70	0,32
Спирт пропиловый	19,7	97,2	0,804	22,90	2,23
Дихлорэтан	10,3	83,	1,26	32,20	0,89
Метилен хлористый	9,1	40,00	1,33	27,50	0,45
Этилацетат	6,0	77,15	0,90	23,75	0,49
Хлороформ	4,7	61,26	1,49	27,14	0,57
Эфир этиловый	4,2	34,5	0,71	16,49	0,23
Бензол	2,3	78,50	0,88	28,87	0,65
Углерод четыреххлористый	2,2	76,80	1,595	25,68	0,97
Гексан	1,9	68,74	0,659	1,41	0,31

Таблица.

Время полного набухания некоторых видов растительного сырья

Наименование сырья	Время набухания, мин
Листья красавки и трифоли	50
Листья ландыша	90
Трава горицвета и плоды боярышника	150
Плоды* солянки и можжевельника	180
Трава эфедры анабазиса	250
Соевые бобы	280
Хлоя еловая	400

* Плоды использования в неизмельчённом виде

При изготовлении настоек из одной весовой части растительного сырья получают 5 объемных частей готового продукта, сильнодействующего вещества – 10 частей. В отдельных случаях настойки готовят (1:10) из сырья, не содержащего сильнодействующих веществ (настойки арники, календулы, боярышника) и в других соотношениях.

Настойки могут быть *простыми*, получаемыми из одного вида сырья, и *сложными*, представляющими смесь извлечений из нескольких растений, иногда с добавлением лекарственных веществ. Для получения настоек чаще используют высушенный растительный материал, в некоторых случаях – свежее сырье.

Способы приготовления

Для приготовления настоек используют способы:

- мацерация и ее разновидности;
- перколяция;
- растворение густых и сухих экстрактов.

Наименование	Исходное сырье и спирт	Основные сведения о препарате
Экстракт боярышника жидкий (Extractum Crataegi fluidum)	Плоды, 70%	Флавоноиды. Для стимуляции и регуляции сердечно-сосудистой системы
Экстракт валерианы жидкий (Extractum Valerianae fluidum)	Корни и корневища, 70%	Эфирное масло 0,5—2%; свободная изовалериановая кислота, дубильные вещества, алкалоиды. Седативное, спазмолитическое средство
Экстракт водяного перца жидкий (Extractum Polygoni hydropiperis fluidum)	Трава, 70%	Флавоноиды, витамин К. Кровоостанавливающее средство
Экстракт крушины жидкий (Extractum Frangulae fluidum)	Кора, 70%	Производные антрацена. Слабительное
Экстракт кукурузных рылец жидкий (Extractum Stigmatis fluidum)	Рыльца кукурузные, 70%	Флавоноиды, витамины К и др. Желчегонное средство (холециститы, холангиты, гепатиты с задержкой желчеотделения)
Экстракт левзеи, или маральего корня, жидкий (Extractum Leuzeae fluidum)	Корневища и корни, 70%	Лингнаны. Стимулирующее средство для больных с функциональными заболеваниями нервной системы и при переутомлении
Экстракт пассифлоры жидкий (Extractum Passiflorae fluidum)	Трава, 70%	Алкалоиды. Седативное средство при неврастении, бессоннице
Экстракт пастушьей сумки жидкий (Extractum Bursae pastoris fluidum)	Трава, 70%	Витамины К и др. Кровоостанавливающее при маточных, почечных и легочных кровотечениях
Экстракт пустырника жидкий (Extractum Leonuri fluidum)	Трава, 70%	Эфирное масло, сапонины, дубильные вещества, алкалоиды. Успокаивающее средство при повышенной нервной возбудимости, сердечно-сосудистых неврозах, в ранних стадиях гипертонической болезни
Экстракт родиолы жидкий (Extractum Rhodiolae fluidum)	Корни, 40%	Гликозиды фенолоспиртов. Тонизирующее средство
Экстракт чабреца жидкий (Extractum Thymi serpilli fluidum)	Корневища, 30%	Эфирное масло, содержащее тимол и карвакрол. Входит в состав отхаркивающего препарата — пертуссина
Экстракт элеутерококка жидкий (Extractum Eleutherococci fluidum)	Корневища, 40%	Сапонины тритерпеновые. Средство, стимулирующее ЦНС
Экстракт чистеца буквицецветного жидкий (Extractum Stachydis betonicaeflorae fluidum)	Надземные части, 40%	Усиливает сокращение матки. Применяется при субинволюции матки после родов и аборт, при функциональных маточных кровотечениях (воспалительного характера), кровотечениях на почве фибромисм

Все существующие способы экстрагирования классифицируют на: **статические** и **динамические**.

В **статических** способах сырье периодически заливают экстрагентом и настаивают определенное время.

В **динамических** – предусматривается постоянная смена либо экстрагента, либо экстрагента и сырья.

Среди **статических** и **динамических** способов экстрагирования выделяют **периодические** – когда экстрагирование одной или нескольких порций сырья проводится в течение определенного времени, т.е. подача сырья (экстрагента и/или растительного материала) в экстракционные аппараты осуществляется *периодически*.

К статическим периодическим способам относятся **одноступенчатые** – *мацерация* - и **многоступенчатые** – *ремацерация, циркуляция с периодическим сливом* (это **многоступенчатые прямоточные**), а также **многоступенчатые противоточные** – *реперколяция* с периодическим сливом по Чулкову.

К динамическим периодическим способам – одноступенчатые – *перколяция* и многоступенчатые – *реперколяция с законченным и незаконченным* циклами.

Среди динамическим способов особо выделяют **непрерывные** (с непрерывной подачей сырья) – **прямоточные** (экстрагент и материал в одном потоке) и **противоточные** (активное движение навстречу экстрагента и растительного к материалу).

Экстракция организованного сырья (методы)

Статические методы
(экстрагент порциями)

Динамические методы
(экстрагент и/или

Периодические
(сырье порциями)

Периодические
(сырье порциями)

Непрерывные
(сырье порциями)

Одноступенчатые
(мацерация)

Одноступенчатые
(перколяция)

Прямоточные

Многоступенчатые

Многоступенчатые
(реперколяция)

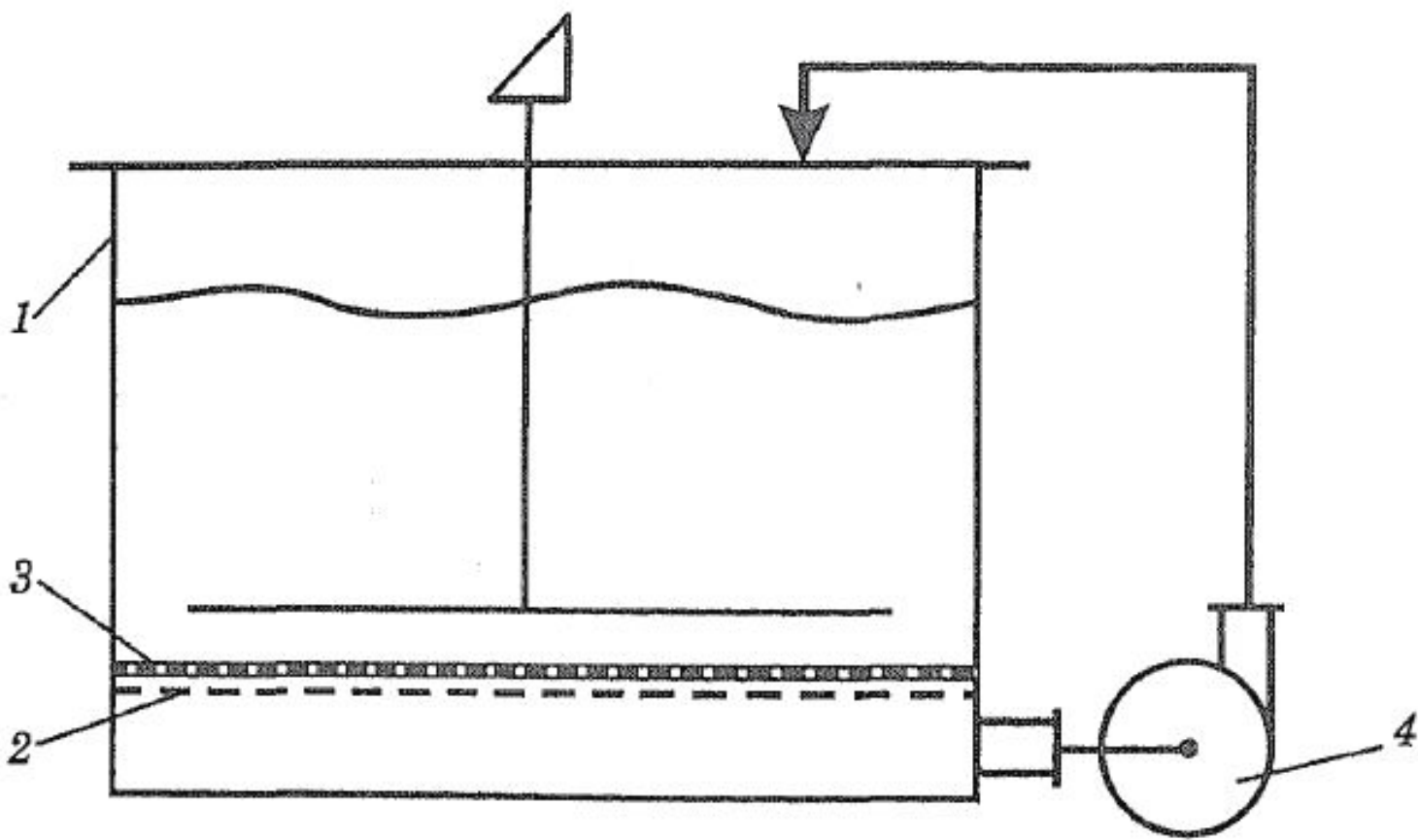
Противоточные
(акт. противоток)

Прямоточные
(ремацерация)

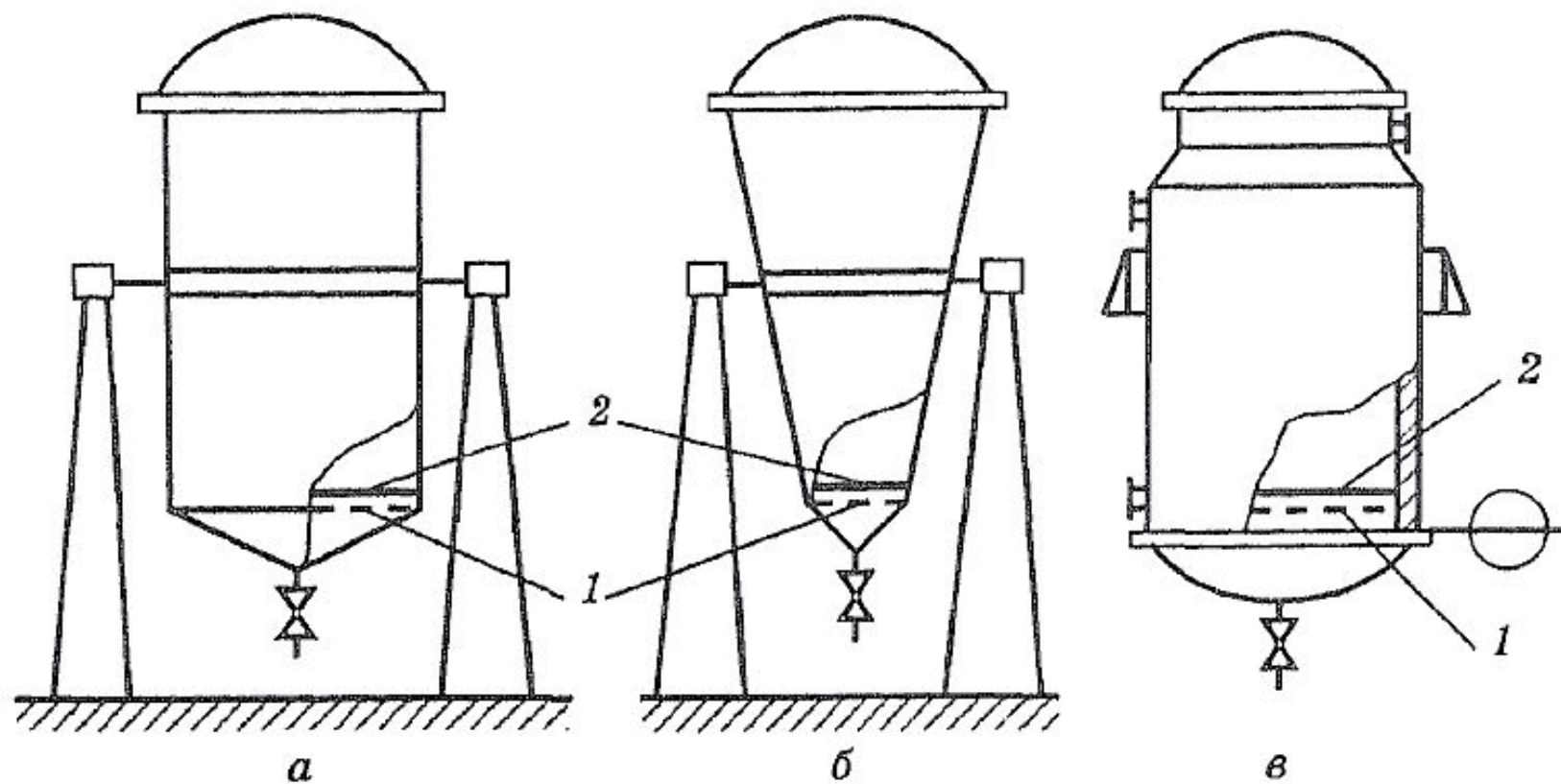
Незаконченный

Противоточные
метод Чулкова и др.

Законченный цикл



Мацерационный бак с циркуляцией экстрагента



Перколяторы-экстракторы

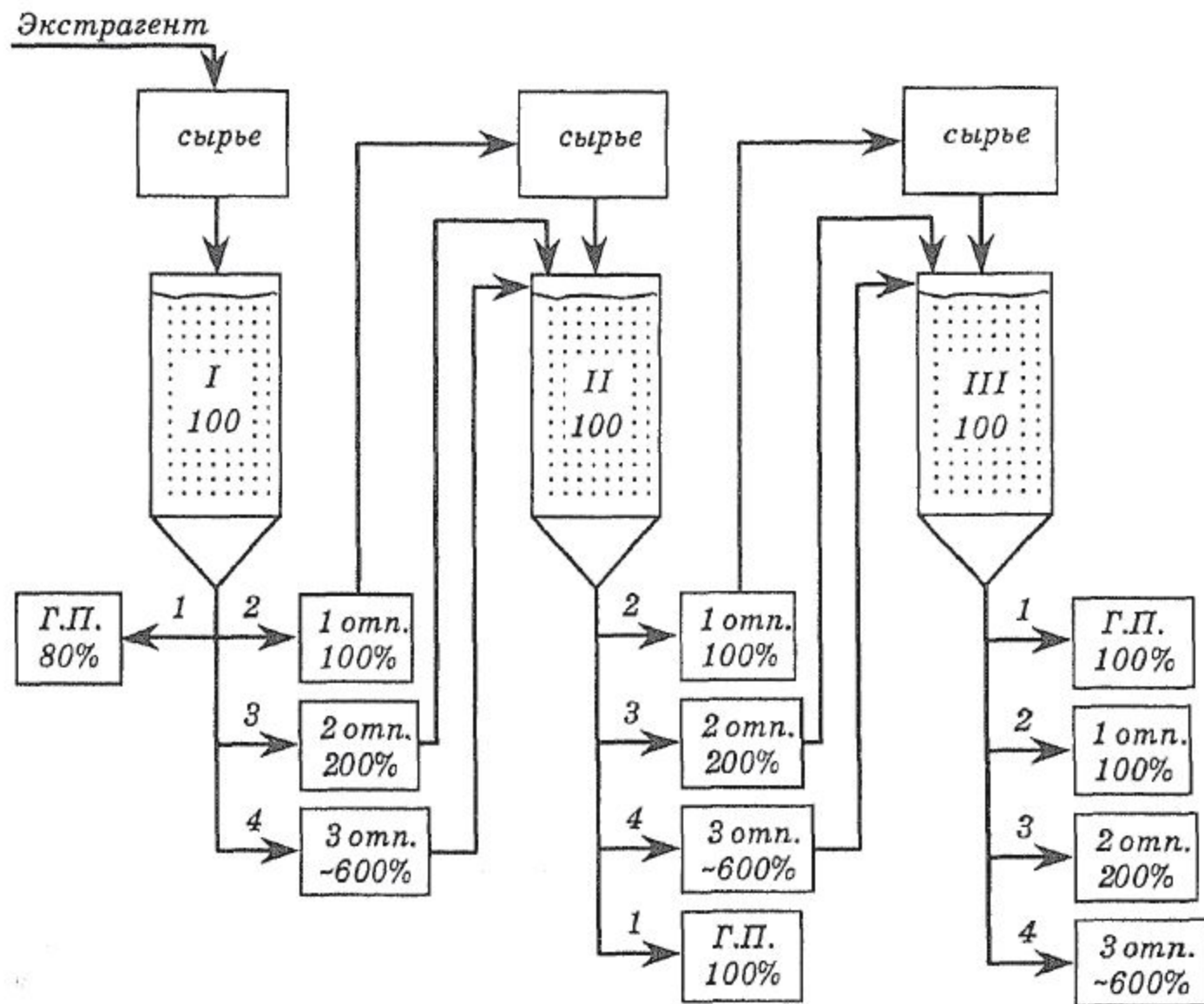


Схема реперколяции с делением сырья на равные части
с незаконченным циклом

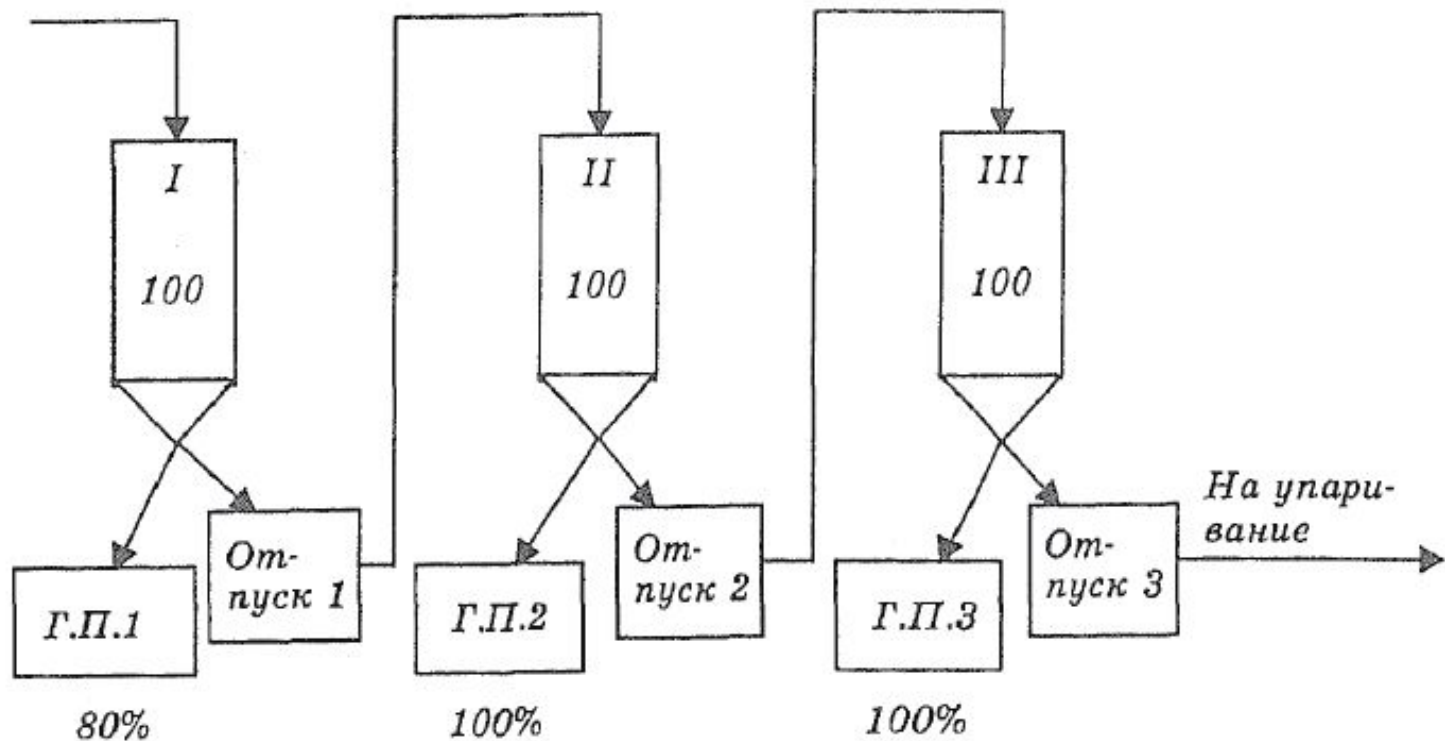


Схема реперколяции с делением сырья на равные части с законченным циклом:

Г.П.1 — первая порция готового продукта, 80%; Г.П.2 — вторая порция готового продукта, 100%; Г.П.3 — третья порция готового продукта, 100%; 1-, 2-, 3-й отпуски — соответственно из 1-, 2- и 3-го перколяторов

Экстрагент

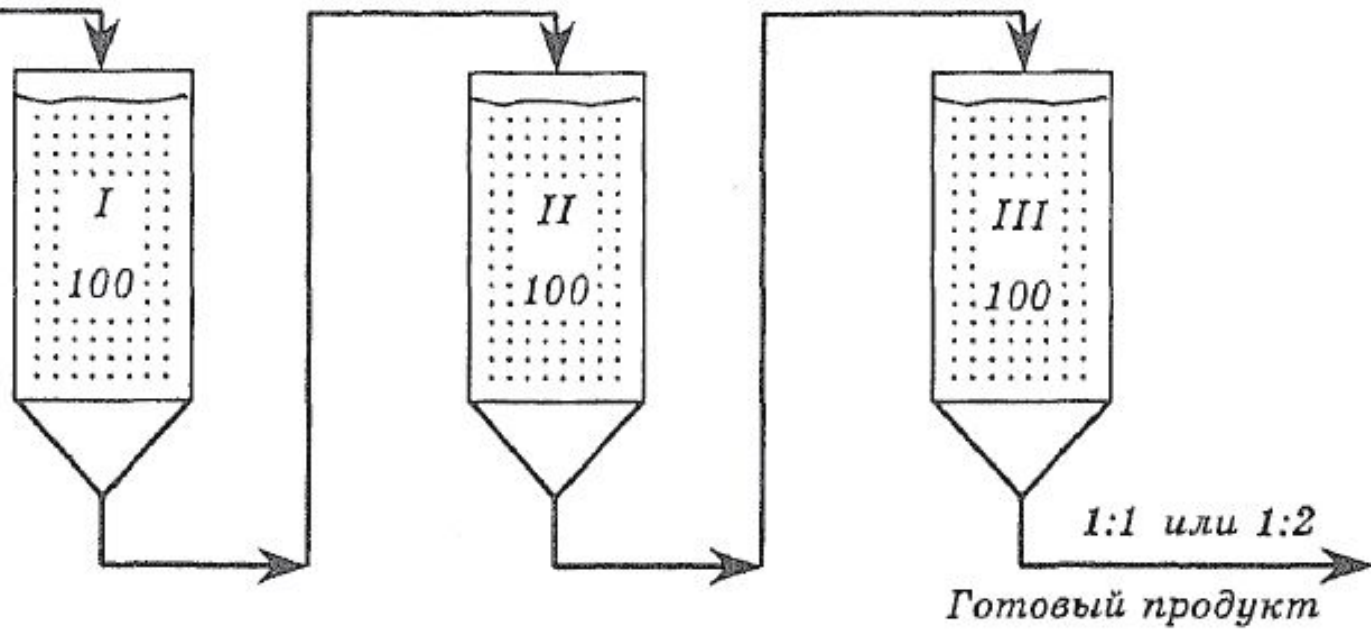


Схема реперколяции по Босину

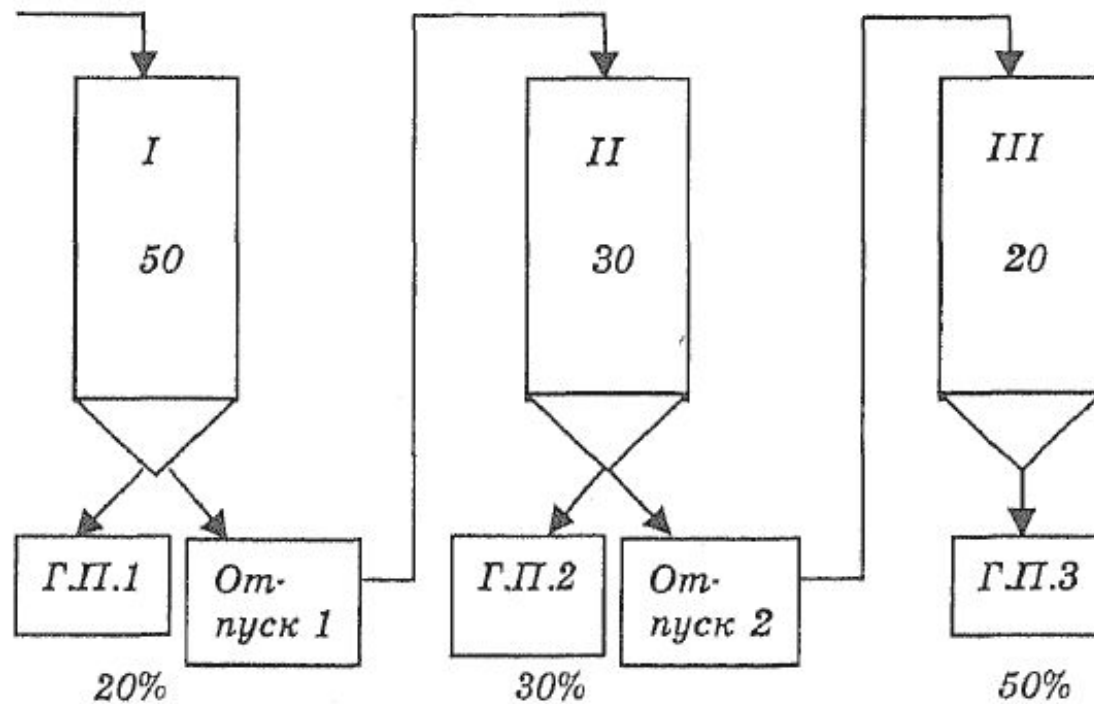


Схема реперколяции с делением сырья на неравные части по фармакопее США:

Г.П.1 — готовый продукт 1, в количестве 20% от общей массы сырья; Г.П.2 — готовый продукт 2, в количестве 30% от общей массы сырья; Г.П.3 — готовый продукт 3, в количестве 50% от общей массы сырья

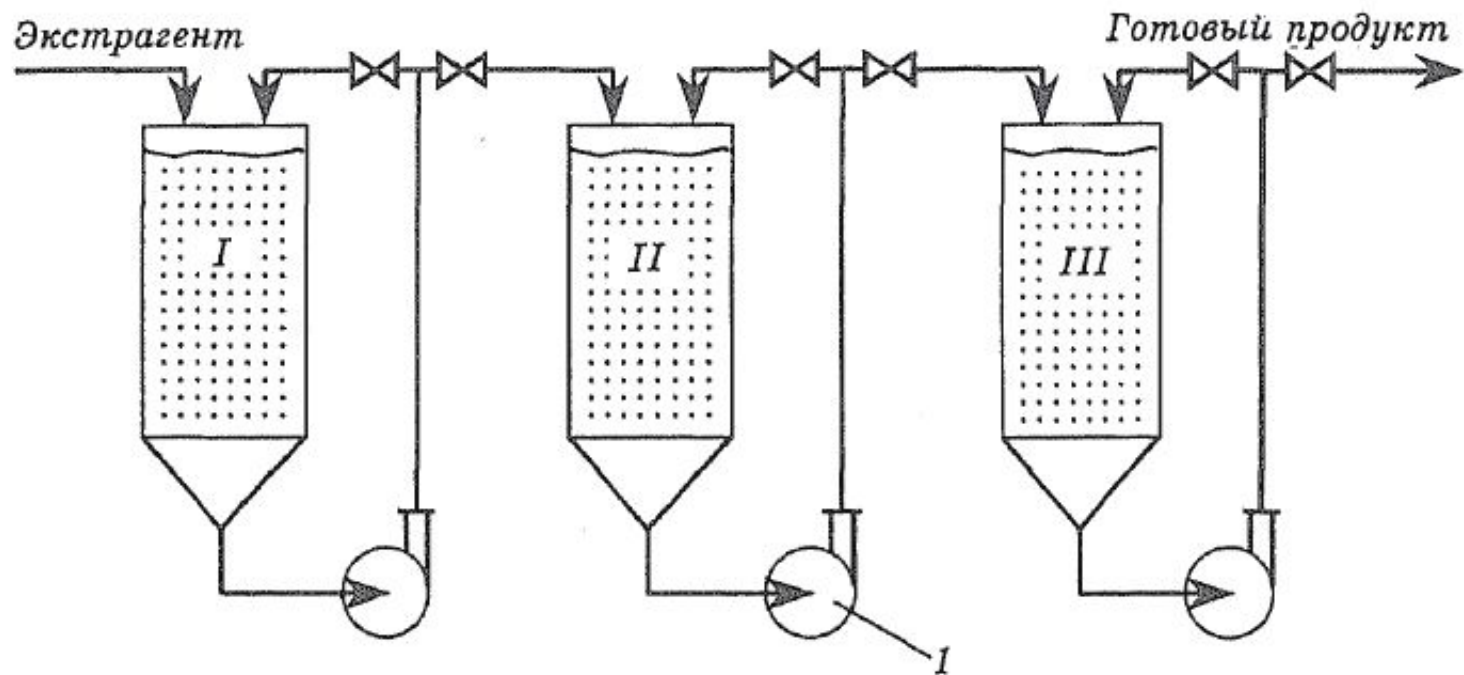


Схема реперколяции в батарее перколяторов с циркуляционным перемешиванием

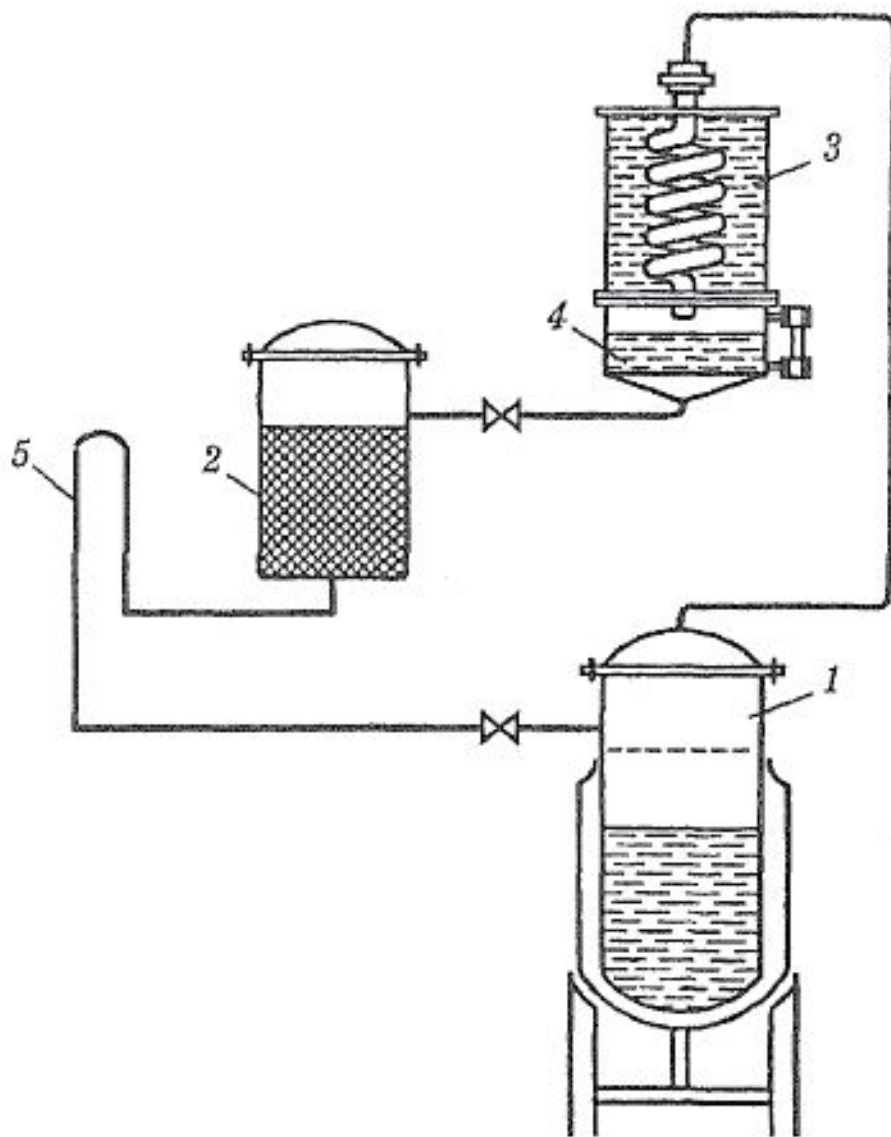


Схема циркуляционного аппарата
типа Сокслета

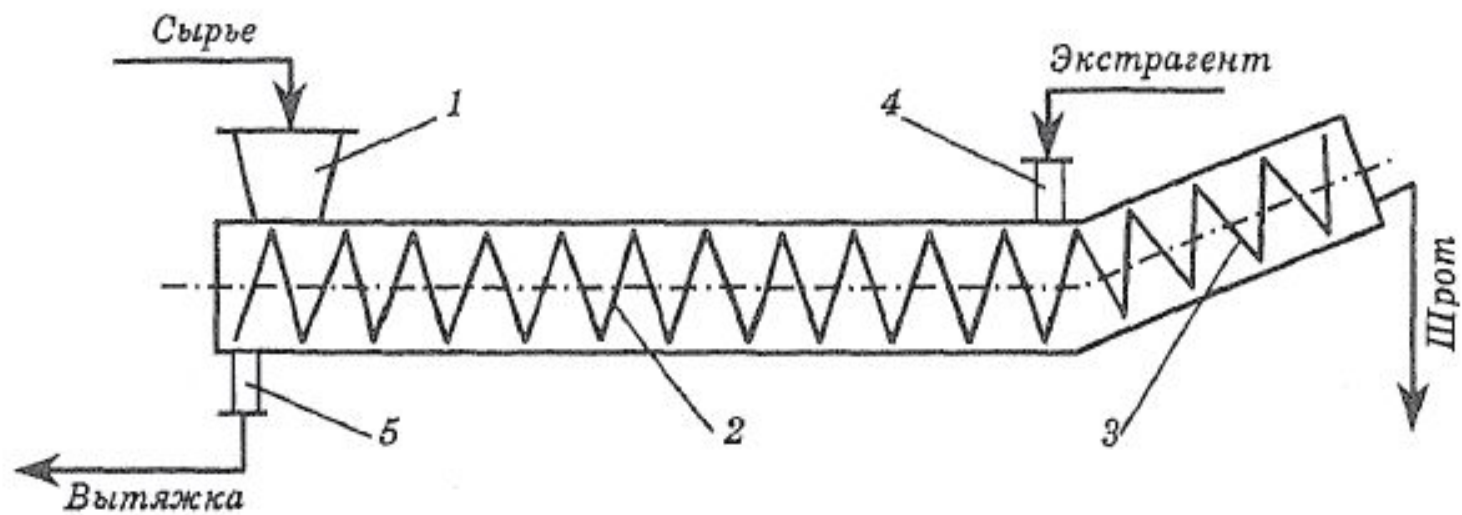


Схема шнекового горизонтального экстрактора:

1 — загрузочный бункер; 2 — шнек; 3 — наклонный шнек; 4, 5 — патрубок

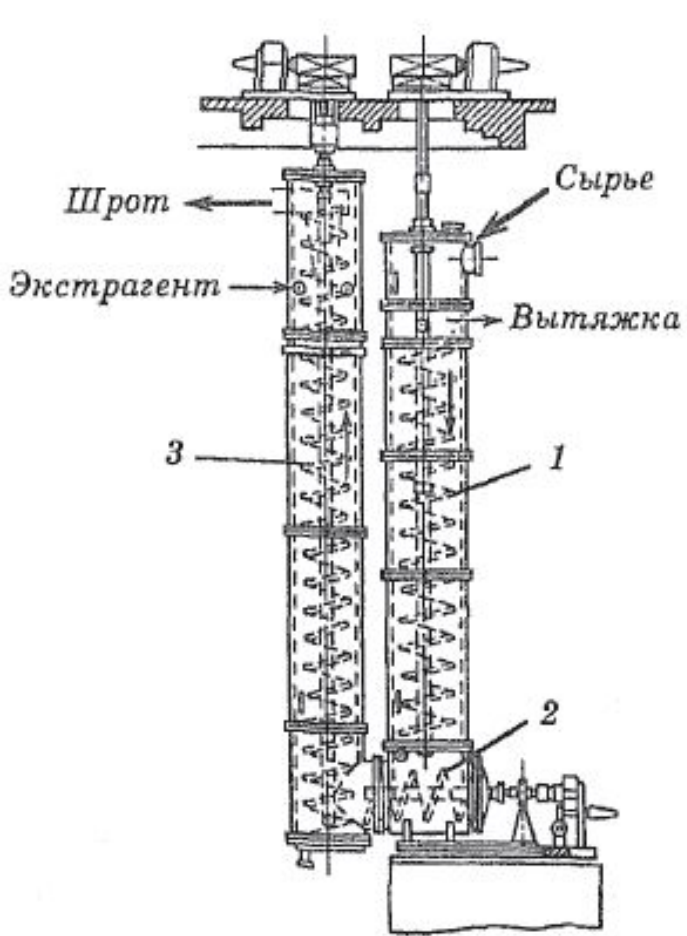


Схема шнекового вертикального экстрактора

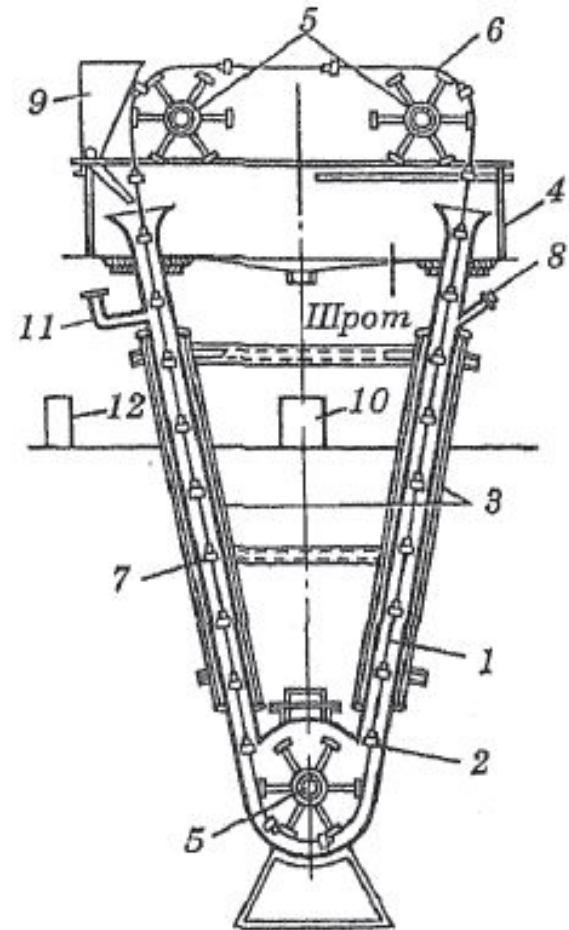


Схема дискового экстрактора

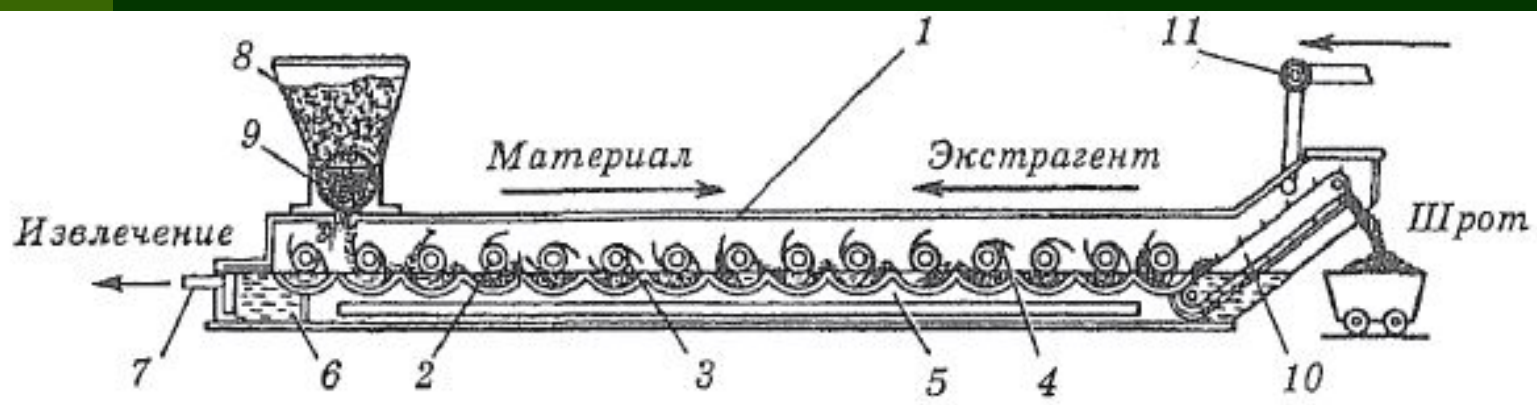


Схема пружинно-лопастного экстрактора

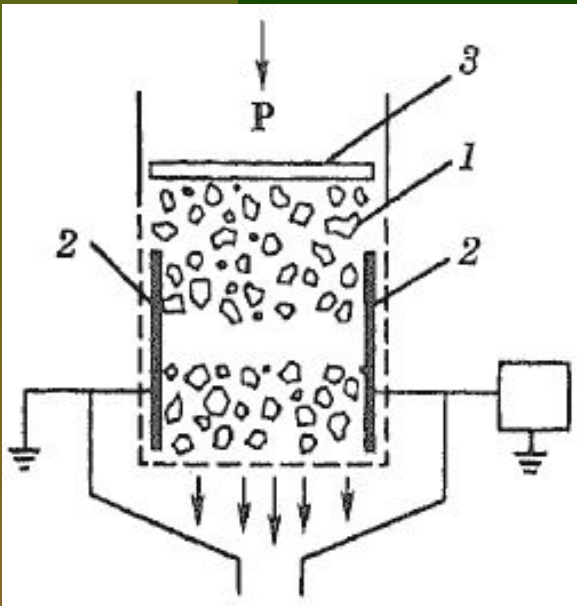
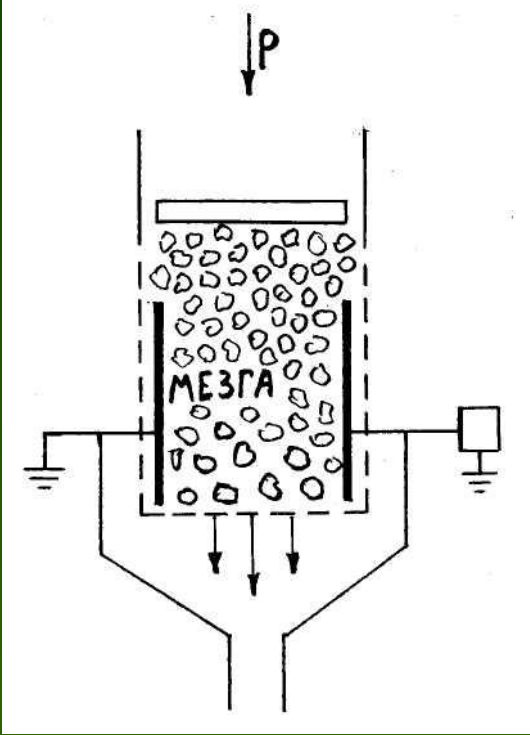


Схема импульсного электроплазмоллизатора



Устройство электроплазмоллизатора импульсного.

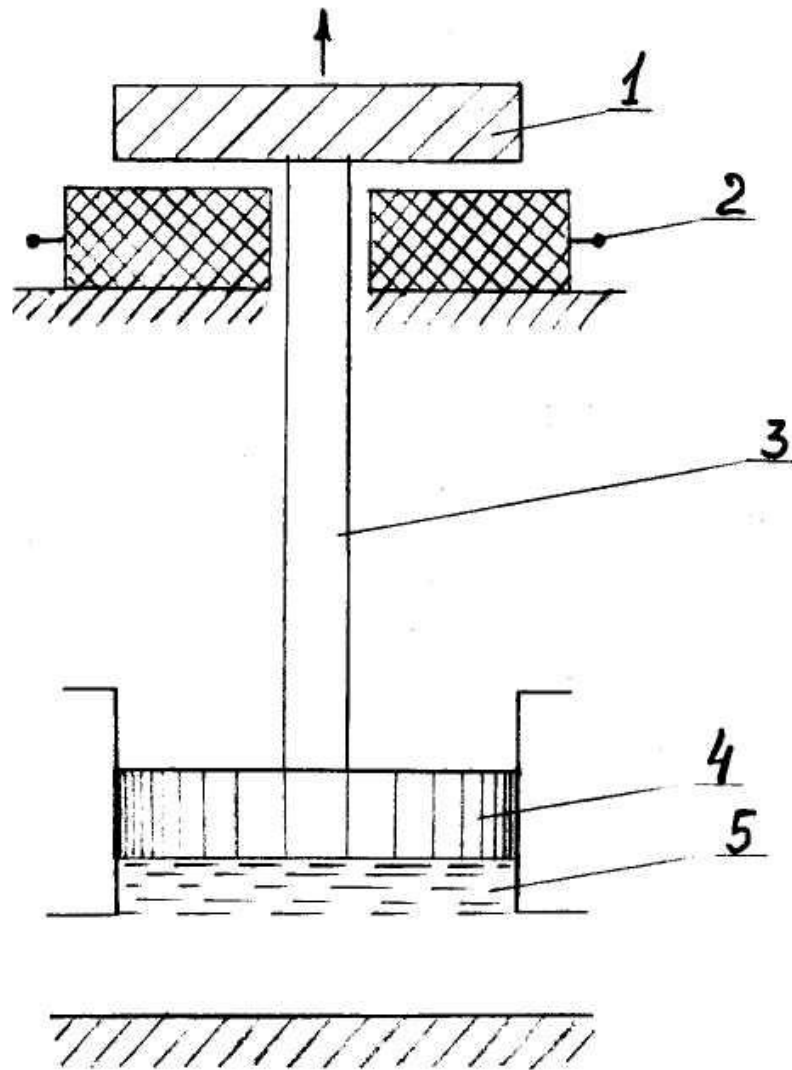


Схема магнитоимпульсного аппарата, работающего на разрыв жидкости.
1-металлический диск; 2-индуктор; 3-штанга; 4-поршень; 5-рабочая камера.