

# Настойки

- (от лат. *tincturae* — погружать, мочить, красить) — это спиртовые извлечения из ЛРС, получаемые без нагревания и удаления экстрагента. Представляют собой прозрачные окрашенные жидкости, обладающие вкусом и запахом растений, из которых их готовят.
- Настойки — старейшая ЛФ, введена в медицинскую практику Парацельсом (1495—1541), не утратила актуальность является официальной по ГФ XI.
- Применение: внутрь и наружно
- Настойки
  - Простые - из одного вида сырья,
  - сложные - из различных видов ЛРС, иногда с добавлением ЛВ.
- Сырье: чаще высушенный РМ, иногда — свежее сырье.
- Методы получения: мацерации, мацерации с использованием турбоэкстракции, циркуляции экстрагента, дробной мацерации, перколяции, растворением густых и сухих экстрактов.
- Экстрагент: этанол 40 - 95 %.
- Обычно из 1 м ч несильнодействующего ЛРС - 5 об ч готового продукта (1:5),
- 1 м ч сильнодействующего ЛРС - 10 об ч (1:10)
- Исключения: 1:10 настоики арники, боярышника, календулы и др.

# Технология настоек

- Основные стадии:
- подготовка ЛРС (подсушивание, измельчение, удаление пыли) и экстрагента (разведение этанола до нужной концентрации),
- экстрагирование лекарственных веществ из растительного материала (растворение густых или сухих экстрактов),
  - При получении настоек методом мацерации РМ истощается не полностью, особенно, когда объем экстрагента ограничен, поэтому используются его модификации, а также метод перколяции. (Растворением сухого экстракта - настойка чилибухи), растворением густого экстракта солодки - грудной эликсир).
- очистка извлечения - отстаивание в течение нескольких дней при температуре не выше 8 °С.
  - Коагуляция и выпадение в осадок ВМС и механических включений.
  - Отстоявшуюся вытяжку сливают и фильтруют через друк- или пресс-фильтры, (нутч-фильтры не используют из-за возможной потери экстрагента)
- стандартизация готового продукта
  - содержание этанола, действующих или экстрактивных веществ, тяжелые металлы (не более 0,001 %), микробиологическая чистота

# Показатели качества настоек

- Содержание действующих веществ
  - Химически: алкалоиды, эфирные масла, дубильные вещества
  - биологическими методами: сердечные гликозиды, горькие вещества.

Если количество действующих веществ в настойке выше нормы или большей биологической активности, их разбавляют чистым экстрагентом или более слабой настойкой.

При содержании действующих веществ ниже нормы, укрепляют добавлением более концентрированной настойки.

- Органолептические признаки: цвет, запах, присутствие осадка
- Плотность: по ГФ X1
- Сухой остаток (экстрактивные вещества)
- Тяжелые металлы
- Содержание этанола
  - по температуре кипения
  - методом дистилляции с последующим определением плотности отгона пикнометром (ГФ XI).

# Хранение настоек (аспекты стабильности)

- в хорошо закрытых бутылках, в защищенном от света месте.
- На свету многие настойки меняют цвет — светлеют в результате проходящих в них окислительно-восстановительных процессов, активируемых прямыми солнечными лучами
- при температуре 8 °С - 15 °С, . во избежании отстаивания извлечений (образование осадков)
- С течением времени осадки могут появиться и при соблюдении правил хранения — настойки «стареют». Это связано с изменением растворимости биологически активных веществ и образованием нерастворимых соединений, в результате взаимодействия присутствующих в настойках веществ.
- На образование осадков, кроме кислорода воздуха и света, оказывает влияние наличие ферментов, температурный режим отстаивания и т д. В осадке могут содержаться сахара, дубильные вещества, органические кислоты, пигменты, следы алкалоидов, гликозидов . Настойки с осадком отфильтровывают и вновь стандартизуют В случае соответствия числовых показателей требованиям НД их разрешают применять.

# Частные случаи настоек

- Настойка мяты перечной (*Tinctura Menthae piperitae*).
  - *Состав*: листьев мяты 100,0 г, масла мяты 50,0 г, этанола 90 % до 1000 мл.
  - метод дробной мацерации. в 950 мл извлечения растворяют 50,0 г масла мяты и доводят до объема 1 л 90 % этанолом.
- Настойка горькая (*Tinctura amara*).
  - *Состав*: травы золототысячника 60,0 г, листьев трифоли 60,0 г, корневищ аира 30,0 г, травы полыни горькой 30,0 г, кожуры мандарина 15,0 г, этанола 40 % до 1000 мл.
  - Каждый вида сырья измельчают в отдельности, получают однородную смесь и экстрагируют ее в экстракторе методом перколяции.
- Эликсир грудной (*Elixir pectoralae*) или лакричный (*Elixir cum extracta Glycyrrhizae*)
  - Получают путем растворения экстракта солодки густого или сухого в воде аммиачной (в течение 2 сут), с последующим добавлением раствора эфирного масла анисового в 90 % этаноле.

# ЭКСТРАКТЫ

- Экстракты (от лат *extractum* — вытяжка, извлекать, вытягивать) — это концентрированные вытяжки из ЛРС, известны за несколько тысячелетий до нашей эры.
- По экстрагенту:
  - водные (*extracta aquosa*),
  - спиртовые (*extracta spirituosa*),
  - эфирные (*extracta aetherea*),
  - масляные (*extracta oleosa*).
  - Экстракты-концентраты стандартизированные для изготовления настоев и отваров.
- По консистенции:
  - жидкие (*extracta fluida*) - подвижные концентрированные водно-этанольные извлечения из лекарственного растительного сырья
  - густые (*extracta spissa*) - вязкие массы, содержащие не более 25 % влаги;
  - сухие (*extracta sicca*) - сыпучие или пористые, губчатые массы, содержащие до 5 % влаги

# Технология экстрактов

- экстрагирование ЛРС
  - Состав целевых компонентов определяет выбор экстрагента, который определяет метод экстрагирования (всю технологию)
  - Экстрагенты: вода, этанол различной концентрации, органические растворители, растительные и минеральные масла
  - Методы: дробной мацерации, в различных модификациях, перколяции, реперколяции, противоточного и циркуляционного экстрагирования и т. д.
- очистка полученного извлечения (от сопутствующих ВМС – слизи, пектины, крахмал, углеводы)
  - Кипячение,
  - отстаивание в присутствии сорбентов (тальк, каолин, бентонит)
  - Спиртоочистка - обработка упаренной до сиропобразной консистенции водной вытяжки этанолом (не ниже 60 %) *вызывающая* дегидратацию полимеров с последующей коагуляцией и выпадением в осадок
- выпаривание,
- сушка,
- стандартизация

# Водные экстракты

- экстракт корня солодкового густой(сухой) - *Extractum Glycyrrhizae spissum(siccum)*
  - Метод: бисмацерация и противоточная экстракция (в обогреваемой батарее)
  - Экстрагент: 0,25 % водный раствор аммиака (для перевода МР в холодной воде кислоты глицирризиновой в ХР аммониевую соль)
  - Очистка: кипячение с последующим отстаиванием с сорбентами
  - Сгущение: в вакуум-выпарной аппаратуре при температуре 50-60 °С.
  - Сушка: в вакуум-вальцовых сушилках, измельчение в шаровых мельницах
- экстракт одуванчика густой - *Extractum Taraxaci spissum*,
  - Метод: бисмацерация
  - Экстрагент: вода (с 0,5 % хлороформа в качестве консерванта)
  - Очистка: настаивание при комнатной температуре с сорбентами
- экстракт трилистника водяного густой - *Extractum Menyanthidis spissum*,
  - Метод: бисмацерация
  - Экстрагент: кипящая вода (инактивация ферментов и полноты извлечения гликозида - мениантина)
  - Очистка: настаивание при комнатной температуре с сорбентами
- экстракт полыни горькой густой *Extractum Absinthii spissum*.
  - Метод: перколяция и дробная мацерация с циркуляцией экстрагента (первый слив сразу упаривают в вакуум-выпарном аппарате до консистенции густого экстракта, два последующих — до  $\frac{1}{3}$  первоначального объема, центрифугируют и упаривают. Все объединяют)
  - Экстрагент: вода (0,5 % хлороформ - консерванта)



# Спиртовые экстракты

- По консистенции: жидкие, густые и сухие
- Методы: перколяции, реперколяции, дробной мацерации по принципу противотока и противоточного экстрагирования (противоточные методы предпочтительнее для жидких экстрактов, т.к. не надо упаривать вытяжку)
- Экстрагент:
  - для жидких этанол от 30 до 90 %, чаще 70%,
  - для густых и сухих спирты: амиловый, пропанол, редко метанол (затем удаляются)
  - для полного истощения РМ при перколировании берут 7-9-кратное количество экстрагента.
  - Жидкий экстракт 1:1 означает что в 1 об ч готового продукта содержится столько же действующих веществ, сколько в 1 м ч ЛРС
- Очистка жидких экстрактов: как настоек - отстаиванием при температуре не выше 8 °С в хорошо закрытых емкостях, с последующим фильтрованием осветленной жидкости через пресс-фильтр.
- Очистка вытяжек для густых и сухих экстрактов:
  - аналогично водным извлечениям - кипячением с добавлением адсорбирующих веществ или без них,
  - если экстрагирование проводилось слабым этанолом (20—40 %) и в вытяжках много ВМС (водорастворимых белков, сахаров, ферментов) -обработкой крепким этанолом,
  - путем замены растворителя - к упаренной вытяжке добавляют воду растворимые в этаноле побочные продукты (хлорофилл, смолистые вещества и некоторые другие) выпадают в осадок.
  - Вытяжку отстаивают, фильтруют или центрифугируют и затем упаривают до нужной концентрации

- Стандартизация:
  - **жидкие экстракты:** по содержанию этанола, определение которого проводят дистилляци онным методом, приведенным в ГФ XI действующих веществ, сухому остатку, плотности
  - **густые и сухие экстракты:** по содержанию влаги и действующих веществ. Экстракты, не соответствующие требованиям НТД по содержанию действующих веществ доводят до стандарта смешиванием с одноименным экстрактом или (при необходимости) разбавляют каким-либо индифферентным веществом густые экстракты - декстрином, сахаром свекловичным, патокой; сухие - сахаром молочным, глюкозой и т.д.
- Жидкие экстракты получили наиболее широкое применение в медицине. Они имеют ряд преимуществ, их легко и быстро дозировать пипеткой или бюреткой; производство жидких экстрактов более простое; полученное извлечение или концентрированная часть его (в зависимости от способа экстрагирования) не подвергаются тепловой обработке, что в большей степени обеспечивает нативность действующих веществ
- Густые экстракты быстро подвергаются разложению под действием микроорганизмов, их трудно дозировать (отвешивать)
- Сухие экстракты большей частью гигроскопичны Многие из них отсыревают в процессе производства и во время хранения Достаточно 1—2 раза открыть банку с сухим экстрактом, как он набирает влагу, сбивается в комки прилипает к стенкам, дозировать его невозможно
- В связи с этим проводится поиск методов устранения их гигроскопичности. Установлено что этанол разной концентрации существенно влияет на гигроскопичность экстрактов, следовательно, необходимо подбирать такой экстрагент который не извлекал бы гигроскопичные побочные вещества.

# Эфирный экстракт

- Получают один эфирный экстракт густой из корневищ папоротника мужского *Extractum Filicis mans aethereum*
- Метод циркуляционного экстрагирования в аппарате «Сокслет».
- Экстрагент: этиловый эфир (а так же неогнеопасные - дихлорэтан и ЧХУ)
- Стандартизация
  - Филицин (гидрофобный комплекс фенольных соединений)
  - Сырого филицина 25-28 %. При большем содержании филицина экстракт разбавляют маслом подсолнечным, парафином жидким или экстрактом с меньшим содержанием филицина. Экстракт с меньшим содержанием филицина укрепляют путем смешивания с более концентрированным.
- Хранение: в хорошо закупоренной таре, в защищенном от света месте, список Б
  - При хранении возможно загущение, и кристаллизация филицина (перед употреблением препарат разогревают на водяной бане и перемешивают)
- Применяют в сочетании с солевым слабительным против ленточных глистов.

# *Масляные экстракты*

- Масляные экстракты (медицинские масла) — это извлечения из лекарственного растительного сырья, приготовленные с использованием растительных или минеральных масел.
- В настоящее время в медицинской практике применяют масляные экстракты из листьев белены (масло беленное), травы зверобоя, плодов шиповника (масло шиповника) и облепихи (масло облепиховое).
- Экстрагирование РМ:
  - метод мацерации подогретыми до температуры 60-70° маслами,
  - метод противоточного экстрагирования - 70 % этанолом или другими органическими растворителями.
- **Масляный экстракт травы зверобоя** (Extractum Hyperici oleosum)
  - мацерация с 10-кратным количеством растительного или минерального масла при нагревании. Полученное извлечение фильтруют и определяют наличие производных антрацена.

## Беленное масло (Oleum Hyoscyami) –

- **Методом мацерации:**
  - 100,0 г листьев белены с содержанием не менее 0,05 % алкалоидов смачивают смесью, состоящей из 75 мл 95 % этанола и 3 мл 10 % раствора аммиака, настаивают при комнатной температуре в течение 12 ч. Содержащиеся в листьях МР в масле соли алкалоидов переходят в ХР основания.
  - Затем в обработанную массу добавляют масло подсолнечное и безводный натрия сульфат. Смесью нагревают в варочном котле до 50-60 °С при постоянном перемешивании (до удаления этанола и аммиака).
  - вытяжку процеживают через марлю, сырье отжимают на прессе и вытяжки объединяют.
  - Очистка: отстаивание 48 ч при 8 °С, повторно процеживают через двойной слой марли. Метод недостаточно эффективен.
- **Методом противоточного экстрагирования:**
  - экстрагент: смесь 70 % этанола с 10 % раствором аммиака (экстрагирование до полного истощения сырья)
  - вытяжку процеживают, фильтруют, смешивают 1:1 с растительным маслом (подсолнечное или хлопковое)
  - в вакуум-выпарном аппарате отгоняют этанол (без вакуума), затем при разрежении (79993,2—86659,3 Н/м<sup>2</sup>) и 80—85 °С отгоняют воду.
  - К полученному экстракту добавляют растительное масло, перемешивают, отстаивают 4-5 сут. прозрачный слой масла декантируют, а мутный - фильтруют через нутч-фильтр. Обе порции экстракта объединяют и определяют выход и подлинность препарата.
  - Масло белены разливают в стеклянные бутылки по 15-18 кг. Хранят в прохладном месте.

- **Масляный экстракт из плодов шиповника**  
(Extractum Rosae oleosum)
  - Сырье: отходы после получения витамина С и Р - сухой жом мякоти плодов шиповника, очищенный от семян
  - Мацерация с растительным маслом (подсолнечное, соевое и др.) при температуре 60-70 °С. Очистка - фильтрование.
  - или Противоточное экстрагирование - дихлорэтаном или метиленом хлористым.
  - Экстрагент полностью удаляют из вытяжки, а оставшуюся массу растворяют в растительном масле.
  - Стандартизация по содержанию каротиноидов, которых должно быть не менее 1,2 г/л.
- **Масло шиповника** (Oleum Rosae)
  - Сырье: семена шиповника
  - Противоточное экстрагирование в аппарате «Сокслет», с последующим удалением растворителя отгонкой под вакуумом.
  - Стандартизация:  $\alpha$ - и  $\beta$ -токоферолов - не менее 0,4 г/л, каротиноидов - не менее 0,5 г/л. Кислотное число - не более 5,5.

## Масло облепихи (Oleum Hipporphaeae)

- Методом противоточного экстрагирования в батарее экстракторов
  - Сырье - сухой жом плодов облепихи после отделения сока.
  - Сухой жом в мешках из фильтрующей ткани загружают в предварительно нагретые экстракторы. В первом экстракторе сырье настаивают с маслом подсолнечным при 60—65 °С - 1,5 ч, - вытяжку из первого подают на сырье во второй экстрактор, а в первый поступает чистый экстрагент и т д.
  - Готовый продукт получают из последнего экстрактора и в это время из первого сливают отработанное масло подсолнечное, называемое «концевое» и выгружают шрот.
  - В первый экстрактор на новую порцию сырья поступает вытяжка из последнего экстрактора, а свежий экстрагент подают на сырье во второй экстрактор. Следующую порцию готового продукта получают теперь из первого экстрактора и т д.
  - Каждый раз количество готового продукта, так называемого «диффузионного» масла, должно соответствовать массе сырья в экстракторе.
  - Вытяжки объединяют и стандартизуют: каротина и каротиноидов не менее 0,18 %, токоферолов - не менее 0,11 %, кислотное число - не более 14,5.
  - Если масло не соответствует требованиям стандарта его купажируют с «концевыми маслами»
  - Очистка: фильтрование.
- Методом циркуляционного экстрагирования
  - Сырье - мякоть плодов облепихи без семян или отдельно семена.
  - Экстрагент - метилен хлористый при 40 °С. (экстрагент отгоняется полностью в вакуум-выпарном аппарате в среде CO<sub>2</sub> в присутствии небольшого количества воды.
  - стандартизуют по тем же показателям
  - «+» высокий выход масла с повышенным содержанием каротиноидов и меньшим количеством свободных жирных кислот

# Стандартизованные экстракты-концентраты

- особая группа жидких и сухих экстрактов содержащих действующие вещества в количестве, равном их содержанию в исходном ЛРС и предназначенная для быстрого изготовления настоев и отваров в аптеке
- Жидкие экстракты 1:2 - из 1 м ч РМ 2 об ч жидкого , сухие — 1:1 из 1 м ч РМ 1 м ч сухого экстракта.
- Экстрагент: этанол 20 - 40 %, (чтобы приблизить ЭКС по составу экстрагируемых веществ к водным извлечениям и обеспечить микробиологическую чистоту препарата.
- Технология: экстрагирование ЛРС, очистка извлечения, выпаривание и сушка, стандартизация.
- Экстрагирование ЛРС проводится до максимального истощения РМ методами перколяции, противоточной дробной мацерации
- Очистка: отстаивание и фильтрование отстаившегося извлечения.
- Выпаривание и сушка:
  - Извлечения для жидких экстрактов как правило не упаривают (только при получении жидких экстрактов методом реперколяции с законченным циклом)
  - Извлечение для сухих экстрактов упаривают и сушат под вакуумом при температуре 50-60 °С, сухую массу измельчают в шаровой мельнице, также используют лиофильную (распылительную) сушку
- Стандартизация по содержанию действующих веществ или биологической активности,
  - жидкие экстракты - по сухому остатку и содержанию этанола,
  - сухие по содержанию влаги В качестве разбавителей жидких экстрактов применяется этанол; наполнителями для сухих экстрактов служат лактоза и декстрин.



# Рекуперация спирта из шрота

В отработанном ЛРС, после экстрагирования остается 2-3 объема экстрагента по отношению к массе

от лат. recuperatio — возвращение, получение вновь - технологический прием, осуществляемый с целью возвращения в производство части ценных растворителей из отработанного сырья, конденсатов и т. д.

## Методы рекуперации:

### Вымывание водой

- Сырье отжимают на прессе
  - вытяжка в основной производственный процесс
- Шрот заливают водой на 1,5 ч
- Со скоростью перколяции получают промывные воды (для 70% - 5 объемов, для 40% - 3 объема)
  - Промывные воды 5-30% этанола на приготовление экстрагента путем разведения крепкого спирта
- Укрепление этанола – простая перегонка

### Перегонка с водяным паром

- В перколятор после экстрагирования и полного слива вытяжки на шрот подают острый пар, глухим паром обогревают перколятор снаружи
- Спирт закипает и с парами воды направляется в теплообменник, конденсируется в отгон
  - Как экстрагент при достаточной концентрации
  - Для приготовления экстрагентов для того же сырья

# ВИДЫ ПЕРЕГОНКИ

## Простая перегонка

- Простая – однократное частичное испарение жидкой смеси и конденсация образующихся паров.
  - «-» нельзя получить чистые компоненты разделяемой смеси. Применение: для предварительного грубого разделения жидких компонентов, а также для очистки сложных смесей от нежелательных примесей
- простая;
- фракционная перегонка
  - простая перегонка с дефлегмацией
  - перегонка с водяным паром

## ректификация

Процесс ректификации осуществляется в колонном контактном аппарате. При каждом контакте из жидкости испаряется преимущественно НК, которым обогащаются пары, а из паров конденсируется преимущественно ВК, обогащая жидкость.

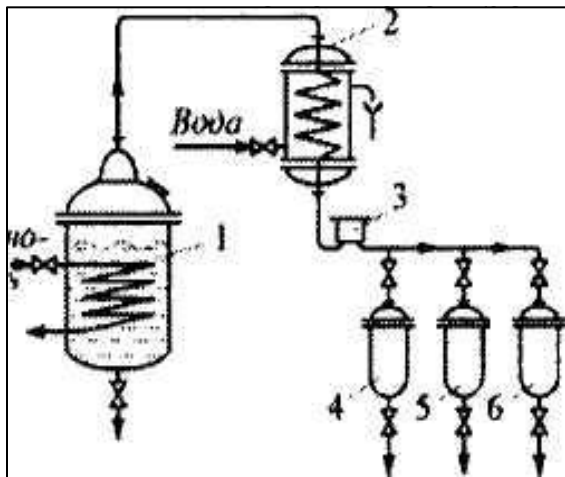
Такой двухсторонний обмен компонентами, повторяемый многократно, позволяет получить в конечном счете пары (почти чистый НК), а при конденсации в теплообменнике, имеющем специфическое название - дефлегматор, - жидкость: дистиллят и флегму.

Флегму направляют обратно в колонный аппарат для взаимодействия с паровым потоком, поднимающимся из кубовой части аппарата.

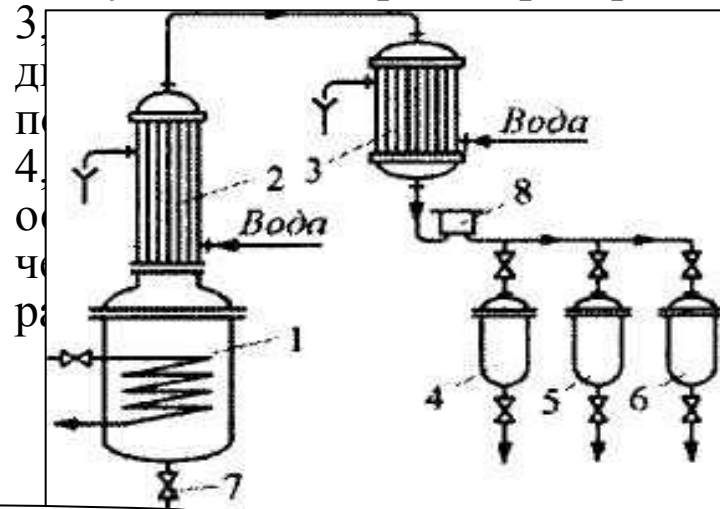
## Фракционная перегонка

Простая перегонка, проводимая с получением

продукта разного состава, называется



Исходную смесь загружают в перегонный куб 1, снабженный змеевиком для обогрева, и доводят до кипения. Образованные пары конденсируются в конденсаторе-холодильнике 2 и поступают в смотровой фонарь 3



## Простая перегонка с дефлегмацией

пары, поступающие в дефлегматор 2, частично конденсируются (преимущественно ВК, обогащая тем самым пары НК).

Получаемый конденсат (флегма) сливается в куб 1, а пары дефлегмацией.

1 - перегонный куб; 2 - дефлегматор; 3 -

## – Перегонка с водяным паром

- При пропускании через слой исходной жидкости насыщенного или перегретого водяного пара происходит диффузия молекул вещества в пар, т.е. частичное испарение летучего компонента (ЛК) жидкости в водяной пар.
  - Смесь водяного пара и ЛК подвергается конденсации и охлаждению.
  - Если этот компонент в жидком состоянии практически не растворяется в холодной воде, то конденсат разделяется на два слоя, которые легко отделяются друг от друга
- «-» только в случае обязательного выделения из относительно нелетучей среды летучих компонентов, не смешивающихся с водой при нормальной температуре.
- «+» снижение температуры кипения исходной жидкости, т.е. возможность перегонки при температурах ниже нормальной температуры кипения перегоняемой жидкости (для термолабильных компонентов)

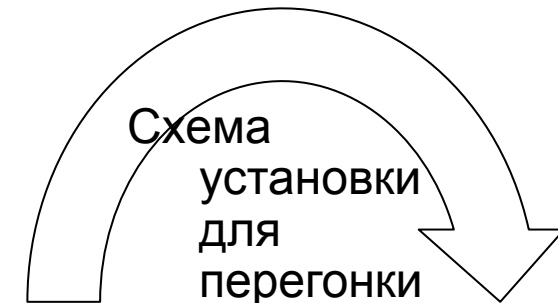
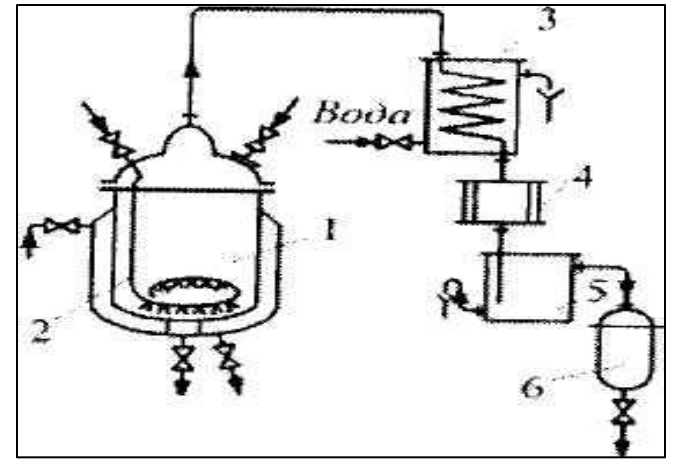
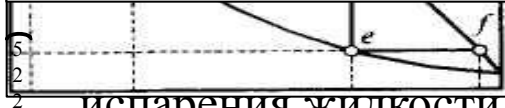
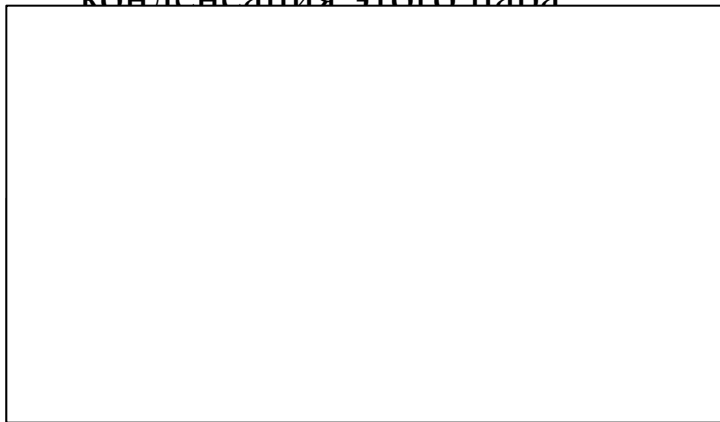


Схема  
установки  
для  
перегонки  
с водяным  
паром:

1. куб с паровой рубашкой;
2. барботер для острого пара;

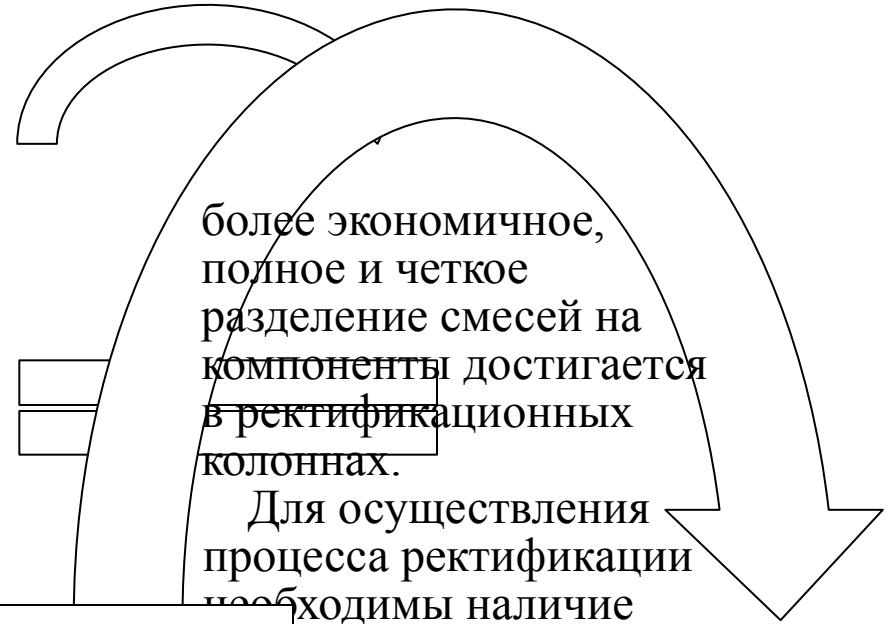


При нагреве смеси состав температуры получим находящийся в равновесии с жидкостью пар (точка *B*). Отбор и конденсация этого пара



испарения жидкости и

конденсации процесс многократного испарения по принципу



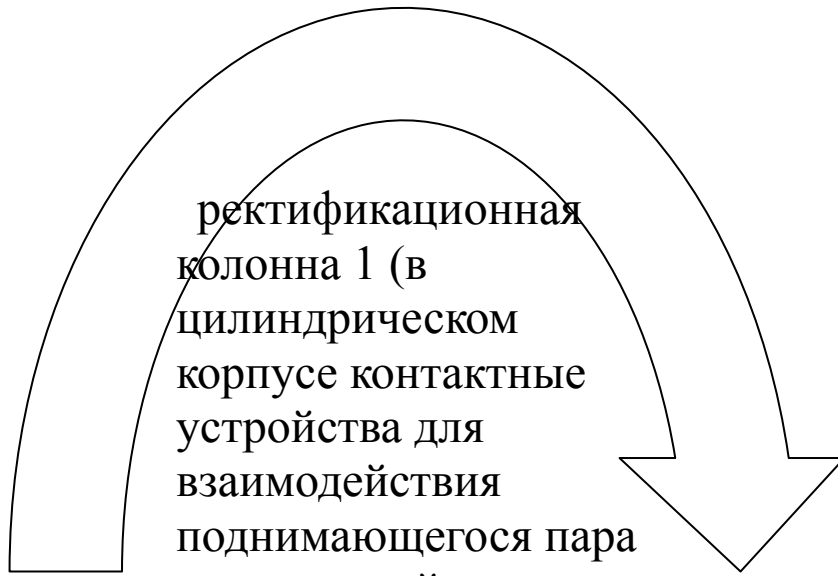
более экономичное, полное и четкое разделение смесей на компоненты достигается в ректификационных колоннах.

Для осуществления процесса ректификации необходимы наличие встречных потоков паров и жидкости и их полный контакт

в аппаратах, разделенных на секции горизонтальными перегородками-тарелками или насадкой. В таких аппаратах навстречу стекающей жидкости поднимается поток паров, а контактирование

происходит на каждом

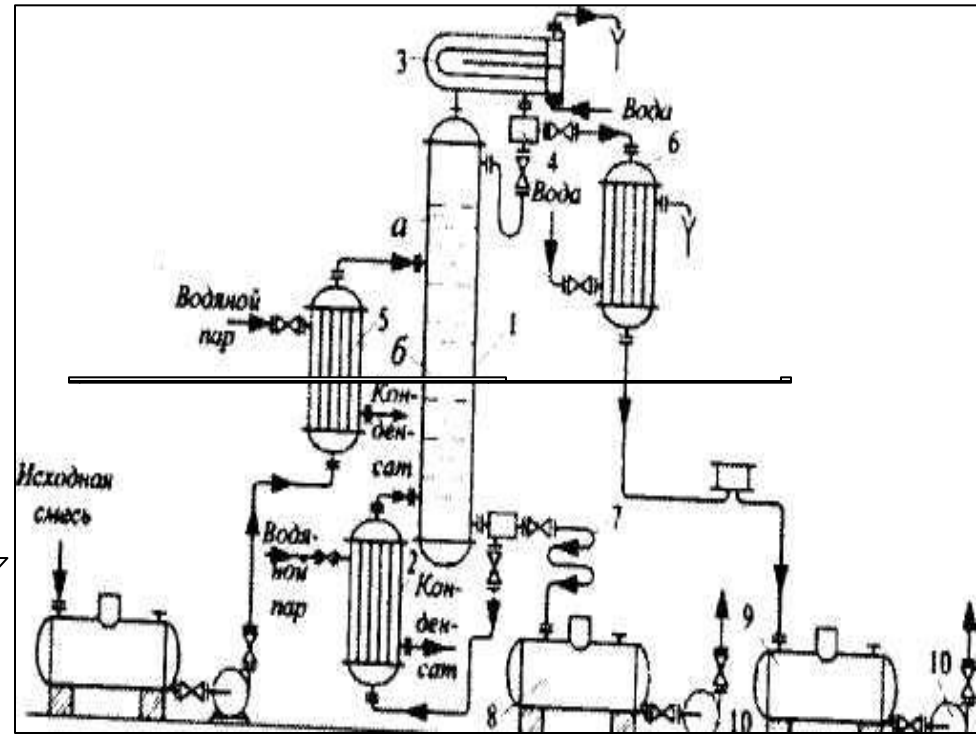
# Непрерывнодействующие ректификационные установки



ректификационная колонна 1 (в цилиндрическом корпусе контактные устройства для взаимодействия поднимающегося пара и стекающей вниз жидкости)

Кипятильник (выносной или встроенный) 2 создает восходящий поток пара состоящий из ВК, по мере движения вверх обогащается НК.

в теплообменнике-дефлегматоре 3 (охлаждаются водой)



1 ректификационная колонна (а - укрепляющая и б — исчерпывающая части);

2 - кипятильник;

3 - дефлегматор;

4 - делитель флегмы;

5 - подогреватель исходной смеси;

6 - холодильник дистиллята (холодильник-конденсатор);

7 - холодильник остатка (нижнего продукта);

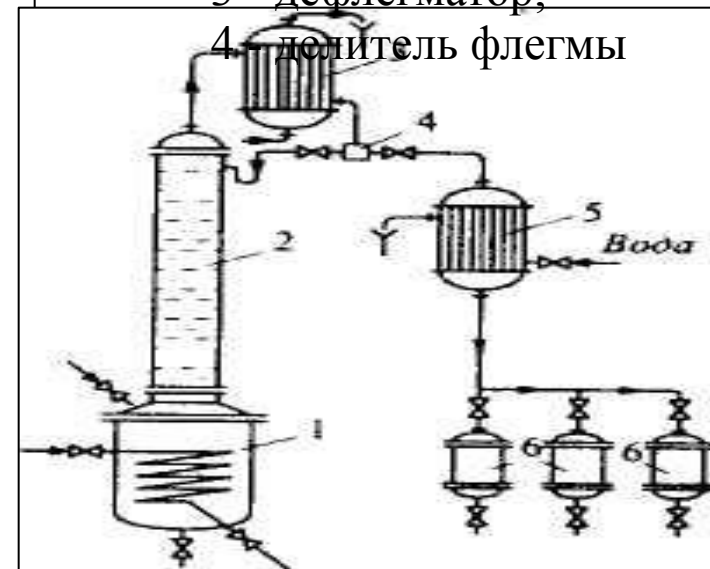
8 9 - сборники;

# Периодически действующие установки

- Ректификационные колонны периодического действия, используют для разделения небольшого количества жидкой смеси.
  - Исходную смесь загружают в куб 1 колонны 2, где она нагревается до кипения.
  - Образующиеся пары при испарении поднимаются по колонне 2, обогащаясь НК.
  - Стекающая сверху вниз флегма, образованная при конденсации пара в дефлегматоре 3, обогащается ВК.
  - О завершении процесса судят по достижении заданного состава в кубе.
  - Практически содержание НК в кубовой жидкости однозначно определяют по температуре кипения.
  - Таким образом, колонна периодического действия представляет собой укрепляющую часть непрерывной ректификационной колонны.

## Схема установки

- периодического действия:
- 1 - куб;
  - 2 – ректификационная колонна;
  - 3 - дефлегматор;





## Специальные виды

**1) экстрактивная ректификация** - для разделения близкокипящих компонентов в систему вводят третий компонент, который повышает относительную летучесть основных компонентов.

**2) азеотропная ректификация** основана также на введении в систему третьего компонента, для образования тройной (или двойной, но иного состава) азеотропной смеси, при разделении которой на достаточном количестве тарелок, можно выделить основной компонент в чистом виде;

**3) молекулярная дистилляция** – осуществляется в вакууме при котором ослабевают силы взаимного притяжения молекул и увеличивается длина свободного пробега. Если расстояние между поверхностями испарения и конденсации меньше длины свободного пробега молекул, то структурируется