

**ФГБОУ ВО Астраханский ГМУ Минздрава России**  
**Кафедра фармакогнозии, фармацевтической технологии и биотехнологии**

## **Лекция 13.**

**Растворение. Перемешивание жидкостей.**

**Разделение твердых и жидких фаз.**

**Отстаивание, фильтрование,  
центрифугирование**

**20.05.2020**

**Разработчик: ст. преподаватель Цибизова А.А.**

# Понятие о растворимости

Растворимость твердого лекарственного средства в жидкости или взаимная растворимость двух жидкостей – это условие возникновения раствора. В фармакопее под растворимостью подразумевают свойство вещества растворяться в разных растворителях. Сведения о растворимости лекарственных веществ приводятся в фармакопейных статьях и справочных таблицах. Для обозначения растворимости веществ приняты условные термины (в пересчете на 1,0 г вещества). Препарат считают растворившимся, если в растворе при наблюдении в проходящем свете не обнаруживаются частицы вещества.

Относительно растворимости в некоторой степени руководствуются старым положением «подобное растворяется в подобном» (*similia similibus solventur*), то есть в свете современных взглядов на строение молекулы это представляется так: в неполярных растворителях (бензин, эфир и др.) хорошо растворяются разные соединения с неполярными или малополярными молекулами и не растворяются вещества другого типа. Наоборот, растворитель с сильно выраженным полярным характером молекул (вода), как правило, растворяет вещества с молекулами полярного и отчасти ионного типов и не растворяет вещества с неполярными молекулами

### Условные термины обозначения растворимости

Условные термины	Количество растворителя (мл), Необходимое для растворения 1 г вещества			
Очень легкорастворимый (оч. л. р.)			до	1
Легкорастворимый (л. р.)	Более	1	до	10
Растворимый (р.)	Более	10	до	30
Умеренно растворимый (у. р.)	Более	30	до	100
Малорастворимый (м. р.)	Более	100	до	1000
Очень малорастворимый (оч. м. р.)	Более	1000	до	10000
Практически нерастворимый (пр. н. р.)	Более	10000		

# Перемешивание

Процесс перемешивания широко применяется в химической технологии для получения суспензий, эмульсий и смесей твердых компонентов, а также для интенсификации тепло- и массообмена в различных технологических процессах

Перемешивание в жидких средах применяется в химической промышленности для приготовления суспензий, эмульсий и получения гомогенных систем (растворов), а также для интенсификации химических, тепловых и диффузионных процессов. В последнем случае перемешивание осуществляют непосредственно в предназначенных для проведения этих процессов аппаратах, снабженных перемешивающими устройствами. Цель перемешивания определяется назначением процесса.

Для перемешивания применяются механический, пневматический и гидравлический способы. Наибольшее распространение получил способ перемешивания с применением механических мешалок.

Перемешивание - гидромеханический процесс перемещения частиц в жидкой среде с целью их равномерного распределения во всем объеме под действием импульса, передаваемого среде механическим устройством, струей жидкости или газа

# Цели перемешивания

- Создание суспензий - обеспечение равномерного распределения твердых частиц в объеме жидкости;
- Образование эмульсий, аэрация - равномерное распределение и дробление до заданных размеров частиц жидкости в жидкости или газа в жидкости;
- Интенсификация нагревания или охлаждения обрабатываемых масс;
- Интенсификация массообмена в перемешиваемой системе (растворение, выщелачивание).

# Виды перемешивания

## Пневматическое перемешивание

Пневматическое перемешивание осуществляется путем пропускания сжатого газа (обычно воздуха) через слой перемешиваемой жидкости. В качестве перемешивающих устройств в аппаратах используют газораспределительные решетки, пористые пленки, трубы, барботеры или эрлифты. Барботер представляет собой трубу (либо их систему) с отверстиями, свернутую в кольцо или спираль, по которой пропускается сжатый воздух. Пузырьки сжатого газа, равномерно поднимаясь вверх через жидкость, перемешивают ее.

## Циркуляционное перемешивание

Циркуляционное перемешивание производится многократным прокачиванием жидкости через систему «аппарат (смеситель) – циркуляционный насос – аппарат (смеситель)». Интенсивность перемешивания обеспечивается кратностью циркуляции, т.е. отношением подачи циркуляционного насоса в единицу времени к объему жидкости в аппарате

## Механическое перемешивание

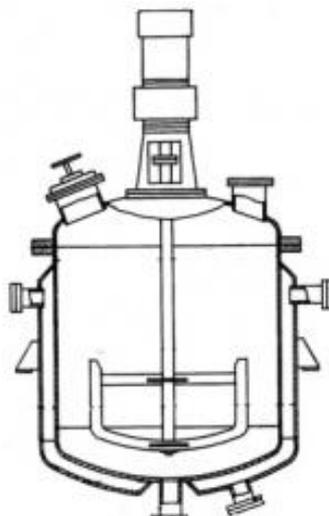
Механическое перемешивание используется для интенсификации гидромеханических процессов (диспергирования), тепло- и массообменных, биохимических процессов в системах «жидкость – жидкость», «газ – жидкость» и «газ – жидкость – твердое тело». Осуществляется оно с помощью мешалок различного типа: лопастных, рамных, якорных, листовых, шнековых, пропеллерных, турбинных, специальных (для сыпучих и пластичных масс).

## Виды мешалок

- Рамные мешалки;
- Якорные мешалки;
- Листовые мешалки;
- Лопастные мешалки;
- Пропеллерные мешалки;
- Турбинные мешалки:
- Дисковые мешалки;
- Барабанные мешалки.

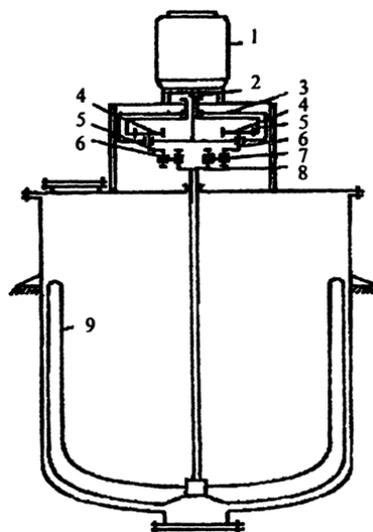
# Рамные мешалки

При применении рамных мешалок в виде комбинаций вертикальных, горизонтальных и наклонных лопастей происходит более равномерное интенсивное перемешивание.



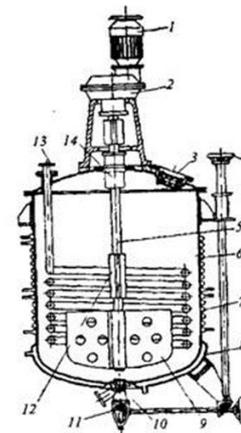
# якорные мешалки

Якорные мешалки, у которых лопасти соответствуют контуру стенок аппарата (зазор между лопастью и стенкой аппарата не более 5–8 мм), используют для перемешивания вязких сред и очистки стенок аппарата от налипающих материалов



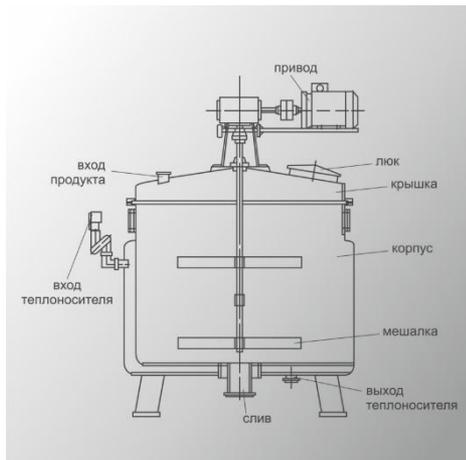
# Листовые мешалки

Листовые мешалки (с лопастями большой ширины) используют для перемешивания маловязких жидкостей. При перемешивании для растворения веществ применяют листовые мешалки с отверстием в лопастях.



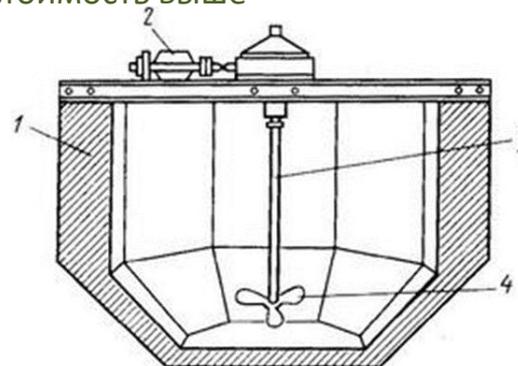
# Лопастные мешалки

Лопастные мешалки широко используют для интенсификации процессов, а также при растворении различных веществ и для приготовления эмульсий и суспензий с вязкостью 5–0,1 Па/с. Однако они малоэффективны для приготовления эмульсий из жидкостей, которые значительно отличаются по удельному весу.



# Пропеллерные мешалки

Для получения суспензий и перемешивания жидкостей вязкостью 4–0,01 Па/с эффективно применение пропеллерных мешалок (перемешивающим устройством является пропеллер двух-, трех- или четырехлопастный). По сравнению с лопастными мешалками пропеллерные мешалки работают с большими скоростями (до 40 об./с), изготовление их сложнее и стоимость выше



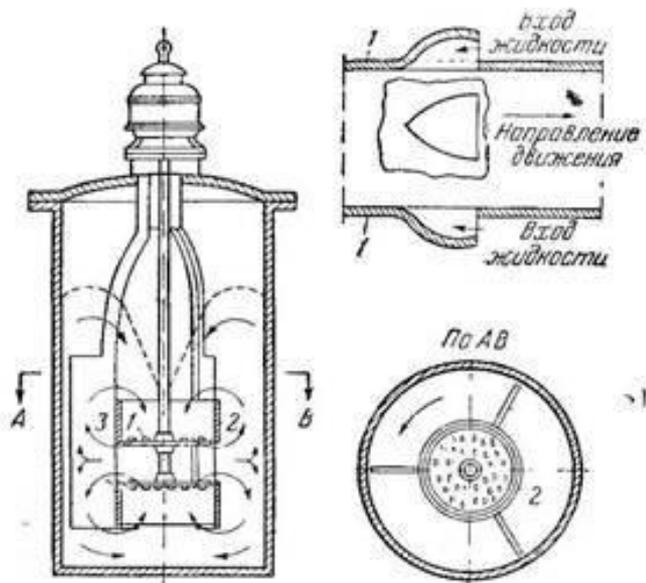
# Турбинные мешалки

Для перемешивания жидкостей вязкостью до 500 Па/с, получения грубых суспензий, растворения твердых материалов, проведения химических реакций, эмульгирования применяют турбинные мешалки (перемешивающее устройство – турбинка с плоскими лопастями). Однако турбинные мешалки сложны в изготовлении и дороги.



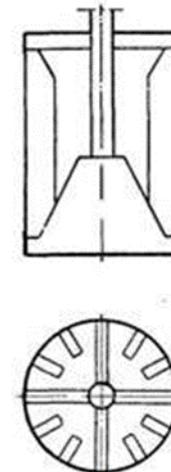
# Дисковые мешалки

Дисковые мешалки используются для непрерывной экстракции и перемешивания частиц твердых материалов с вязкими жидкостями, для дезинтегрирования волокнистых веществ, приготовления эмульсий.



# Барабанные мешалки

Для приготовления эмульсий и суспензий с большим содержанием твердой фазы, а также для проведения реакций между газом и жидкостью применяют мешалки барабанного типа, имеющие лопастной барабан в форме беличьего колеса. Такие мешалки создают интенсивное перемешивание жидкости при соблюдении следующих соотношений: отношение диаметра барабана к высоте должно быть 2 : 3 и диаметра барабана к диаметру сосуда от 1 : 4 до 1 : 6. Для приготовления эмульсий и суспензий высоту заполнения сосуда принимают десятикратной диаметру барабана. При перемешивании в процессах взаимодействия газа с жидкостью высоту заполнения берут значительно большей



Процесс разделения суспензий и эмульсий с помощью центробежных сил. Основная часть центрифуги - барабан (ротатор), вращающийся с большой скоростью.

В центрифуге однородные смеси разделяются по принципу фильтрации или по принципу отстаивания.

Фильтрующие центрифуги имеют барабаны с дырчатой сеткой, покрытой фильтровальной тканью. Центробежная фильтрация в общем случае складывается из последовательно протекающих операций:

- 1) фильтрация с образованием осадка;
- 2) уплотнение осадка;
- 3) удаление жидкости из осадка.

Центробежное отстаивание производят в барабанах со сплошными стенками. При действии центробежных сил суспензия расслаивается. Твердая фаза, как правило, более тяжелая, располагается в наружном слое, вблизи поверхности барабана, а жидкость собирается во внутреннем слое и сливается через край барабана.

В барабанах со сплошными стенками производится также разделение эмульсий

Центрифуги, применяемые для осаждения, называются отстойными центрифугами.

Центрифуги, применяемые для фильтрования называются фильтрующими.

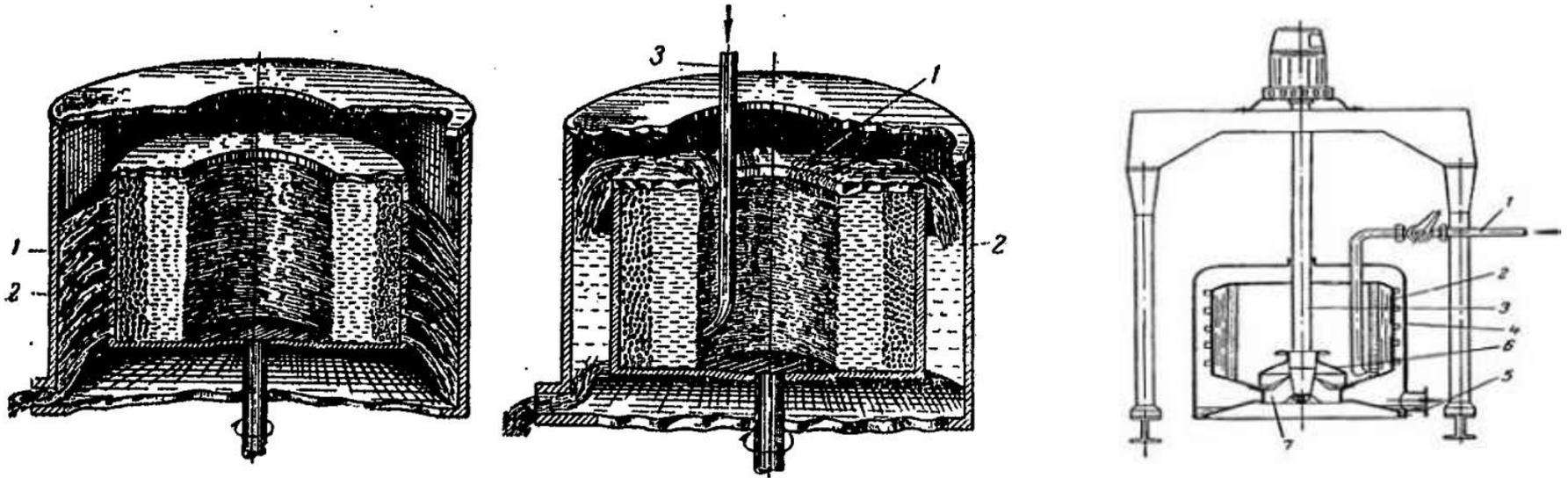
По принципу действия центрифуги различают:

- 1) периодически действующие центрифуги;
- 2) непрерывно действующие центрифуги;

По способу выгрузки материала:

- 1) с ручной выгрузкой осадка:

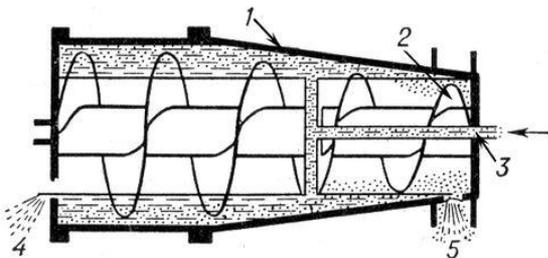
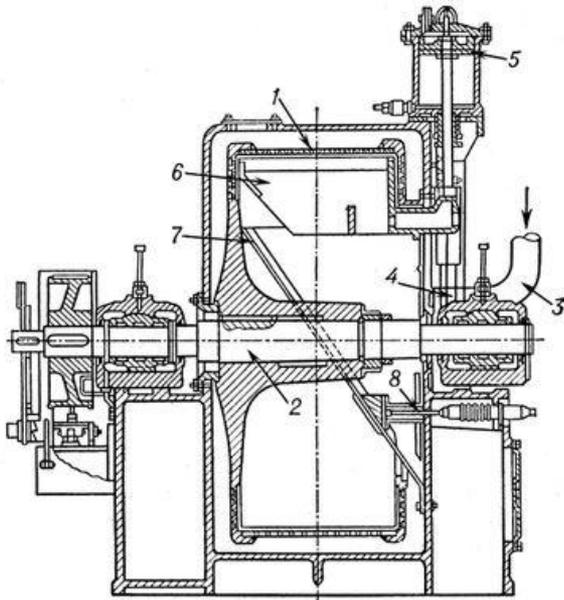
*Схема отстойной центрифуги периодического действия с ручной выгрузкой осадка.*



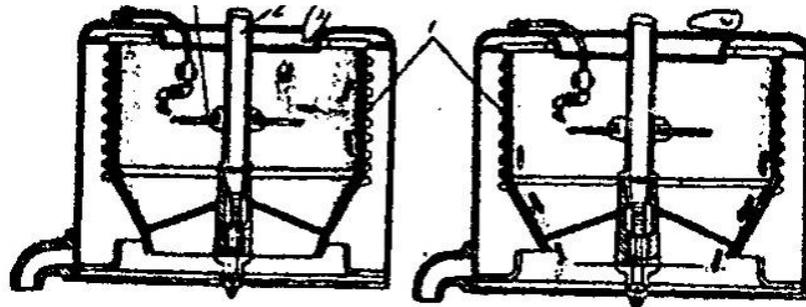
**Основная часть центрифуги - сплошной барабан-2, насаженный на вращающийся вал-1 и кожух-3. Под действием центробежной силы твердые частицы осаждаются из суспензии, подаваемой в центрифугу, и отлагается в виде сплошного осадка на стенке барабана, осветленная жидкость перемещается (переливается) в кожух и удаляется из него через расположенный внизу патрубков. По окончании отстаивания центрифугу останавливают и выгружают осадок лопатами или совками.**

## Непрерывно действующая центрифуга с механизированной выгрузкой осадка

Она оборудована коническим вращающимся барабаном-1 и разгрузочным шнеком-6, помещенным внутри барабана. Исходная суспензия вводится по трубе внутрь шнека и под действием центробежной силы выбрасывается через окна-3 во внутреннюю полость барабана-1. В барабане происходит отстаивание суспензии. Осветленная жидкость под действием центробежной силы перемещается к окнам-5, перетекает в кожух-4 и удаляется через нижний патрубок. Осадок непрерывно перемещается в барабане справа налево при помощи шнека, который вращается со скоростью, несколько меньшей, чем скорость вращения барабана.



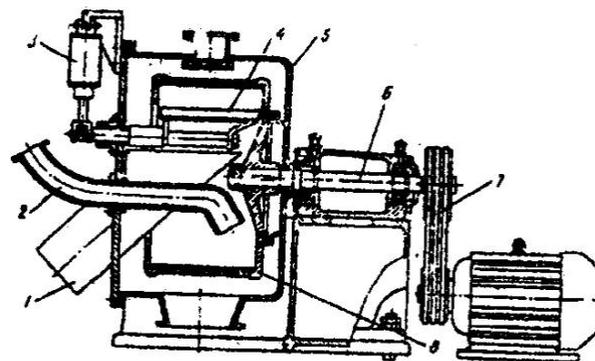
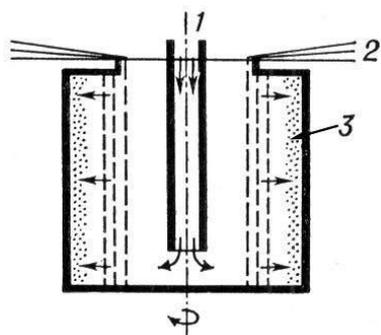
## Саморазгружающаяся фильтрующая центрифуга



В саморазгружающейся центрифуге выгрузка осадка с минимальной затратой физического труда. Из них осадок удаляется под действием силы тяжести (гравитационная выгрузка).

Нижняя часть барабана-1 имеет коническую форму углом наклона  $\alpha$  к горизонту.

## Автоматическая фильтрующая центрифуга



В этой центрифуге периоды фильтрования регулируются автоматически при помощи специальных устройств - автоматов снабженных механическим или электрическим реле. Эти реле приводят в действие исполнительные механизмы

# Фильтрация

**Фильтрация** - процесс разделения суспензий при помощи пористой перегородки, пропускающей жидкость (фильтрат) и задерживающей взвешенные в ней твердые частицы.

## **виды фильтрации:**

- *фильтрация с образованием слоя осадка* на фильтровальной поверхности (чаще всего осуществляется при постоянном давлении);
- *сгущение* — отделение твердой фазы от жидкости не в виде осадка, а в виде высококонцентрированной суспензии;
- *осветление* — фильтрация жидкостей с незначительным содержанием твердой фазы.

## **фильтрующие материалы :**

- хлопчатобумажные ткани (бязь, бельтинг, миткаль и диагональ);
- искусственные (нейлон, капрон);
- шерстяные.
- Иногда применяют плетеные и штампованные металлические сетки, песок, гравий и пористые керамические стеклянные материалы.

**вспомогательные материалы при фильтрации** - асбест, лигнин, активированный уголь, диатомит и др. Указанные материалы, накапливаясь на фильтрующей перегородке, задерживают мельчайшие частицы осадка, а отдельные из них (активированный уголь) адсорбируют на своей поверхности красящие вещества.

Получаемые при фильтрации осадки подразделяются на:

- сжимаемые, размер пор которых уменьшается с повышением давления,
- несжимаемые, размер пор и форма частиц, которых практически не меняются с изменением давления.

# Классификация фильтров

По технологическому назначению промышленные фильтры :

- для *очистки жидкостей*;
- для *очистки газов*.

По режиму работы :

- фильтры *периодического* действия;
- *непрерывного* действий

По величине рабочего давления:

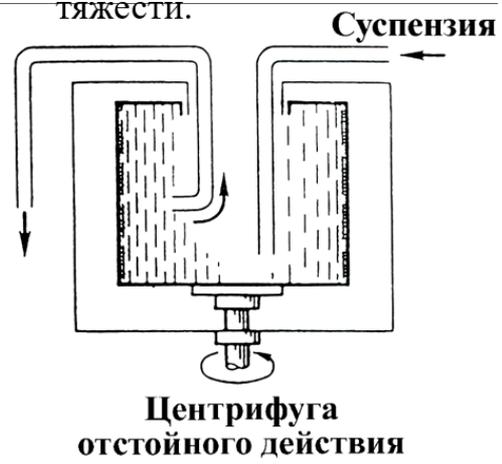
- *вакуум-фильтры*;
- фильтры, работающие *под давлением*.

- Центрифугирование – разделение гетерогенных систем под действием сил центробежного поля.
- Центробежное поле в центрифугах создается за счет вращения разделяемой жидкости в роторе, который крепится на горизонтальном или вертикальном валу и приводится во вращение электродвигателем с помощью передаточного механизма.

По принципу действия:

**фильтрующие** - ротор перфорирован, внутри него укрепляется фильтрующий материал и под действием центробежной силы происходит фильтрование

**Отстойные** - сплошной ротор, центробежное поле которого ускоряет процесс отстаивания взвеси на его внутренних стенках. Скорость отстаивания при центрифугировании значительно выше скорости отстаивания под действием силы тяжести.



# Фильтрующие материалы для мембранных фильтров

- Мембрана марки ММК - это "гидрофильная" мембрана из полиамида (Nylon-6). Мембрана ММК имеет крупноячеистое строение с тонкими микропористыми перегородками, что определяет непрерывность структуры мембран и обеспечивает прочность и эластичность в сухом и смоченном виде.

## Основные применения

- Тонкая и стерилизующая фильтрация водных растворов и препаратов крови.
- Осветляющая и стерилизующая фильтрация парентеральных препаратов, фармацевтических жидкостей небольших объемов.
- Предварительная и стерилизующая фильтрация агрессивных сред (разбавленных кислот, щелочей, растворителей, фоторезистов).

# ФИЛЬТРУЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ ГЛУБИННОГО ТИПА

- Фильтрующие элементы глубинного типа предназначены для предварительной микроочистки нейтральных, агрессивных жидких и газообразных сред (совместимых с материалом элементов), а также для защиты мембранных фильтрующих элементов (удаление механических примесей, снижение биологической нагрузки). Глубинные фильтрующие элементы могут применяться в качестве финишных в тех случаях, когда не требуется абсолютная очистка среды от частиц больше определенного размера.

## **Конструкция**

Стенка полого цилиндра фильтрующего элемента является фильтрующей перегородкой, состоящей из нескольких слоев, причем средний размер пор уменьшается от периферии к внутренним слоям.

Такая структура укладки фильтрующего материала позволяет вести захват микрочастиц по всей глубине фильтрующей перегородки элемента: крупные частицы преимущественно задерживаются во внешних слоях, мелкие - в более плотной глубинной области элемента. Наличие переменной пористости фильтрующей перегородки обуславливает высокую грязеемкость и длительный срок эксплуатации глубинных элементов.

# ФИЛЬТРАЦИОННЫЕ УСТАНОВКИ

Фильтрационные установки типа УПФ (Установки Полирующей Фильтрации) предназначены для фильтрации пищевых и непищевых жидкостей, в том числе, воды и водных растворов, галеновых настоек, вин, ликероводочных изделий, напитков и других жидкостей, совместимых с материалами, использованными при изготовлении установки.

Фильтрационные установки представляют собой сборную конструкцию, смонтированную на единой раме и состоящую из блока фильтрации, включающего от одного до четырех фильтродержателей, насосного агрегата, трубопроводов обвязки, запорной арматуры, расходомера и электрооборудования.

Выпускаются установки типа УПФ.Р с ручной регулировкой скорости потока и установки типа УПФ.А с автоматическим управлением

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ !**