

Введение

Курс “Процессы и аппараты пищевых производств” является одной из общепрофессиональных дисциплин при подготовке специалистов для предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности и базируется на общенаучной подготовке, которая дается студентам на первых курсах.

Большой вклад в развитие науки о процессах и аппаратах внесли:

Н.Н. Липатов, Н.М. Жаворонков, Н.И. Гельперин,
Ю.И. Дытнерский, В.Н. Стабников

Содержание и задачи курса

Курс «Процессы и аппараты пищевых производств» дает основы теории процессов, методики расчета и основные принципы конструирования аппаратов, является базой для курсового и дипломного проектирования.

- **Целью** курса является формирование необходимых теоретических знаний основ процессов пищевых производств и приобретение практических навыков по подбору и расчету аппаратов, необходимых для осуществления данных процессов.
- **Задачами** курса являются: изучение физико-химических основ технологических процессов пищевых производств, освоение принципов современных методов исследования процессов и аппаратов, ознакомление с методами расчета нестационарных и необратимых технологических процессов.

Основные понятия

В курсе рассматриваются не только процессы, но и аппараты, в которых они протекают, и машины.

Технологический аппарат— это устройство или оборудование, предназначенное для проведения технологических процессов. Обычно это сосуд, снабженный различными приспособлениями.

Машина — это устройство, выполняющее механические движения с целью преобразования энергии или материалов. Они преобразуют форму, свойства и положение обрабатываемого материала.

Процесс и технология

Производственный процесс - это совокупность последовательных действий для достижения определенного результата.

Технология - это ряд приемов, проводимых направленно с целью получения из исходного сырья продукта с наперед заданными свойствами.

Задача технологии как науки заключается в выявлении физических, химических, механических и других закономерностей с целью определения и использования наиболее эффективных и экономичных производственных процессов.

Кинетика

Это учение о скоростях и механизмах процессов. Знание кинетических закономерностей процессов необходимо для расчета основных размеров аппаратов. Общие кинетические закономерности процессов пищевой технологии (за исключением механических) формулируются в виде общего закона: скорость процесса прямо пропорциональна движущей силе и обратно пропорциональна сопротивлению.

- Величина, обратная сопротивлению, называется коэффициентом скорости процесса.

Общее кинетическое уравнение имеет вид: $dV/Fdt = \Delta /R = K\Delta$
где V - количество массы или энергии; F - площадь, через которую проходит масса или энергия; t - продолжительность процесса; Δ - движущая сила; R - сопротивление; K - коэффициент скорости, обратный сопротивлению.

Тепловой баланс

- Составляют на основе закона сохранения энергии: количество энергии ΣQ_n введенной в процесс, должно быть равно количеству выделившейся энергии: $\Sigma Q_n = \Sigma Q_k + \Sigma Q_p$, где ΣQ_k — количество отводимой теплоты;
 ΣQ_p — потери теплоты в окружающее пространство.
- Вводимая в процесс теплота ΣQ_n складывается из теплоты Q_1 поступающей с исходными материалами, подводимой, теплоносителями теплоты Q_2 и теплоты физических или химических превращений Q_3 .
- Количество отводимой теплоты ΣQ_k складывается из теплоты, уходящей с конечными продуктами и отводимой теплоносителями.
- Из теплового баланса определяют расход греющего пара, воды и других теплоносителей.

Материальный баланс

- Составляют на основании закона сохранения массы: количество поступающих материалов $\sum Q_H$ должно быть равно количеству конечных продуктов $\sum Q_K$, получаемых в результате проведения процесса: $\sum Q_H = \sum Q_K$
- На основании материального баланса определяют выход продукта, т.е. выраженное в процентах отношение полученного количества продукта к максимально возможному (рассчитывают на единицу затраченного сырья).
- Материальный баланс составляют для всех веществ либо для одного вещества за единицу времени или за одну операцию.

Основные свойства пищевых продуктов и сырья

- В пищевой промышленности перерабатывают сырье и получают готовые продукты в различном агрегатном состоянии:

твердом, жидком, паро- и газообразном.

- Для расчета процессов и аппаратов необходимо знать свойства пищевых продуктов и сырья.

Плотность

- **Плотность** - это отношение массы M тела (вещества) к его объему V . Описывается формулой $\rho = M / V$ и выражается в килограммах на 1 м^3 , тоннах на 1 м^3 или граммах на 1 см^3 .
- Плотность представляет собой величину, обратную удельному объему $V_{уд}$, т. е. объему, занимаемому единицей массы вещества ; $\rho = 1 / V_{уд}$, где $V_{уд} = V / M$.

Вязкость

- **Вязкость** – это свойство газов и жидкостей сопротивляться действию внешних сил, вызывающих их течение.
- Различают динамическую и кинематическую вязкость.

Поверхностное натяжение

- **Поверхностное натяжение σ** — это величина, численно равная работе, которую нужно затратить для того, чтобы при постоянной температуре увеличить на единицу площади поверхность раздела фаз.
- Благодаря поверхностному натяжению капля жидкости при отсутствии внешних воздействий принимает форму шара.
- Поверхностное натяжение зависит от температуры и уменьшается с ее повышением.

Теплоемкость

Это отношение количества теплоты, подводимой к веществу, к соответствующему изменению его температуры.

Теплоемкость единицы количества вещества называется удельной теплоемкостью c (Дж/кг*К).

В расчетах используют массовую, объемную и мольную удельные теплоемкости.

Теплопроводность

- **Теплопроводность** — это перенос энергии от более нагретых участков тела к менее нагретым в результате теплового движения и взаимодействия микрочастиц, приводящий к выравниванию температуры тела
- Интенсивность теплопроводности характеризуется *коэффициентом теплопроводности λ* , который является теплофизическим параметром вещества

Классификация основных процессов

Основные процессы пищевой технологии:

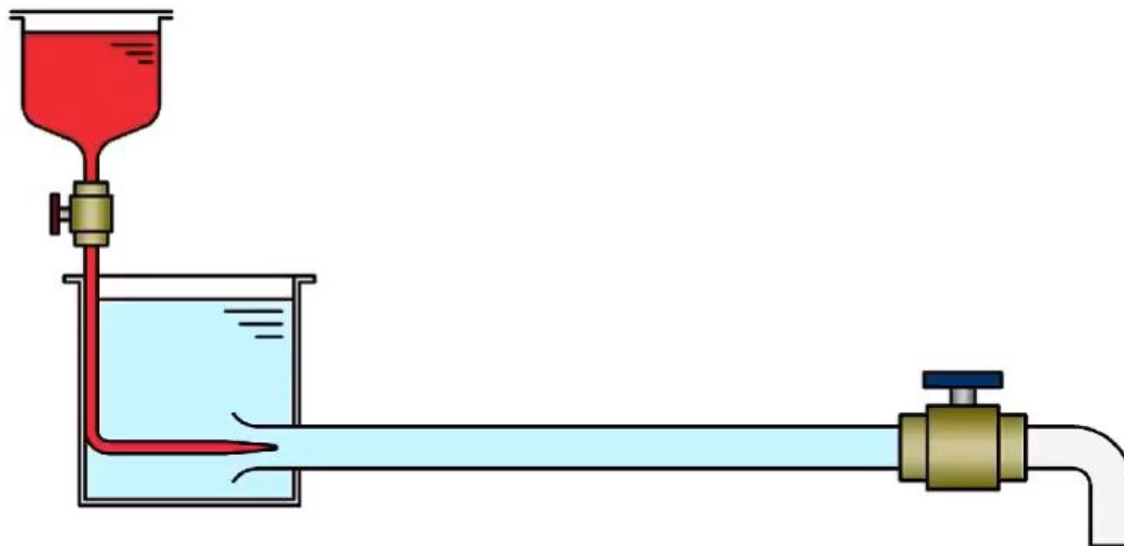
- гидромеханические,
- теплообменные,
- массообменные,
- механические,
- химические и биохимические

Гидромеханические процессы

Это процессы, скорость которых определяется законами механики и гидродинамики.

К ним относятся процессы перемещения жидкостей и газов по трубопроводам и аппаратам; перемешивания в жидких средах; разделения суспензий и эмульсий путем отстаивания, центрифугирования, фильтрования; псевдоожижения зернистого материала.

Режимы течения жидкости



Перемешивание

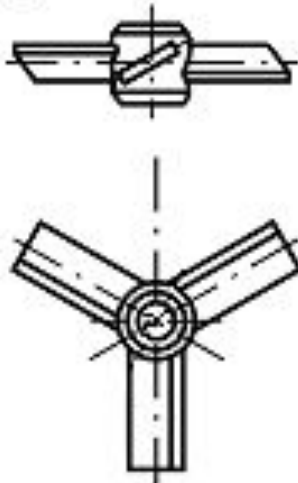
- **Перемешиванием** называется процесс приведения в тесное соприкосновение сыпучих, жидких и газообразных тел при многократном перемещении частиц друг относительно друга, происходящий в объеме аппарата под действием импульса, передаваемого среде мешалкой, струей жидкости или газа.
- Перемешивание используют для образования смесей, дисперсных, коллоидных и молекулярных растворов и повышения однородности их состава, интенсификации тепло-массообменных процессов, а также для выравнивания распределения температуры жидкостей или газов в пространстве.

Лопастные мешалки

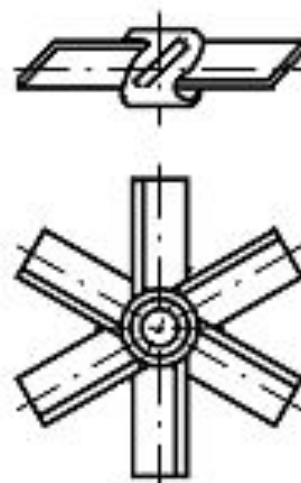
а



б

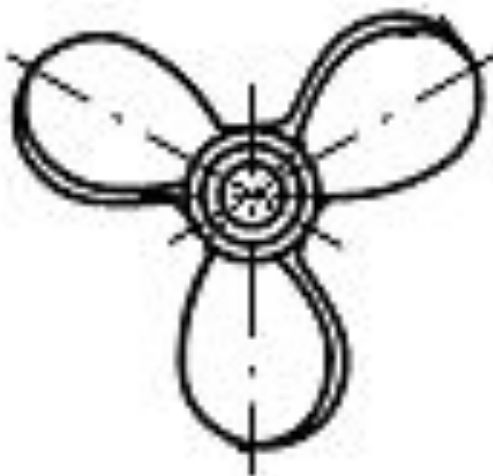


в

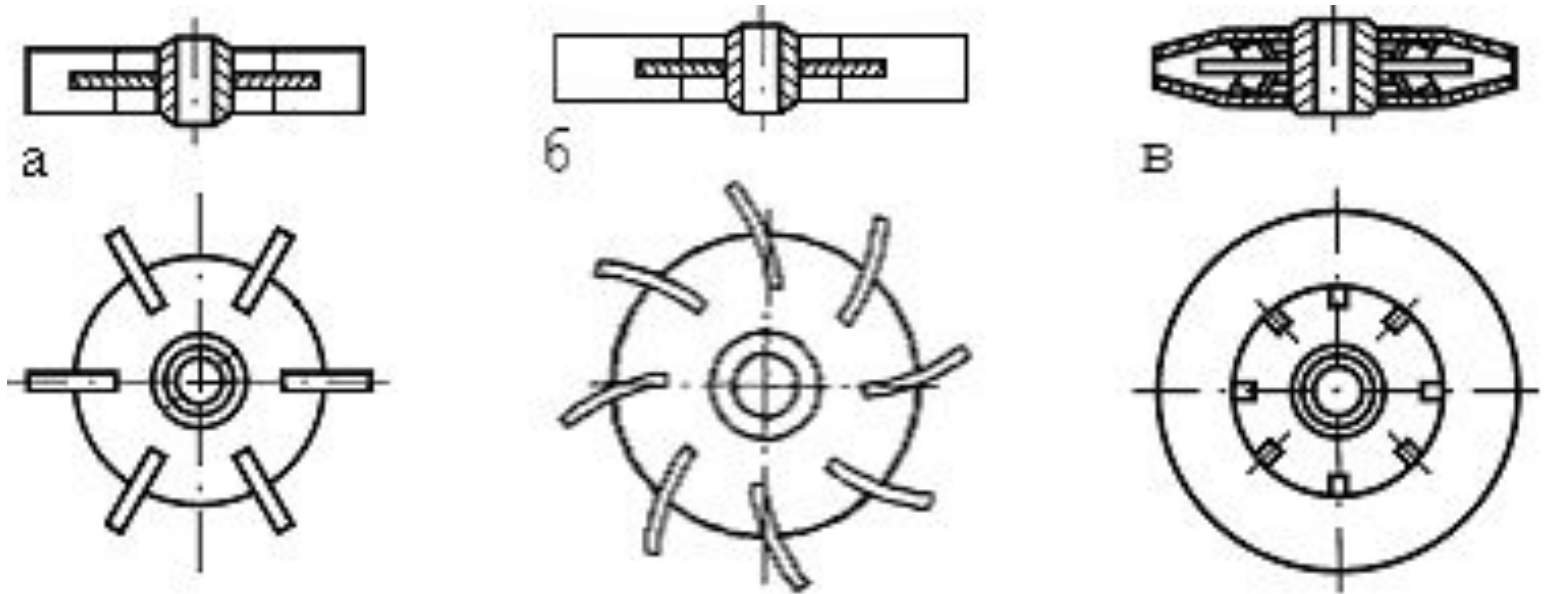


**а - двухлопастная, б – трехлопастная,
в – шестилопастная**

Пропеллерная мешалка

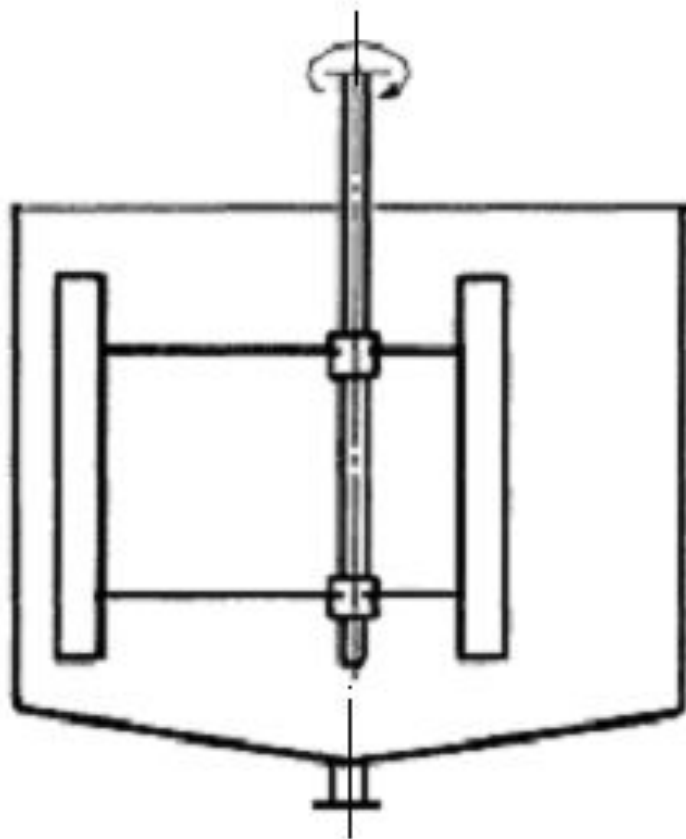


Турбинные мешалки

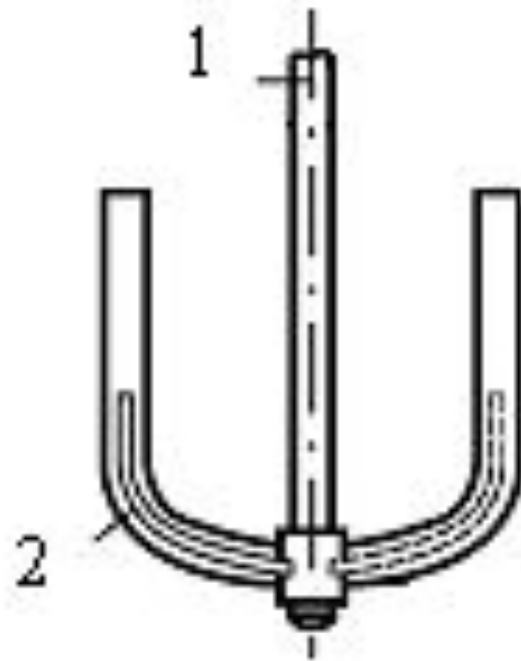


а — открытая турбинная;
б — открытая турбинная с наклонными лопастями; в — закрытая турбинная.

Рамная мешалка

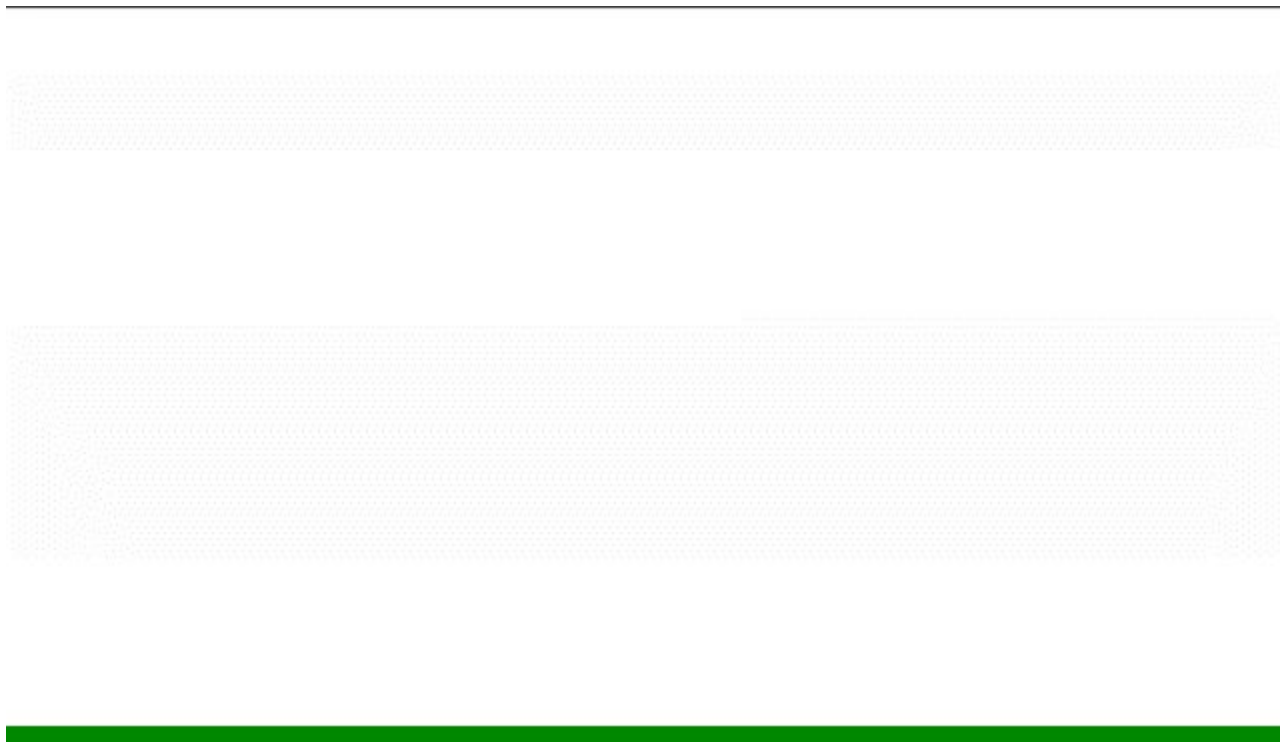


Якорная мешалка

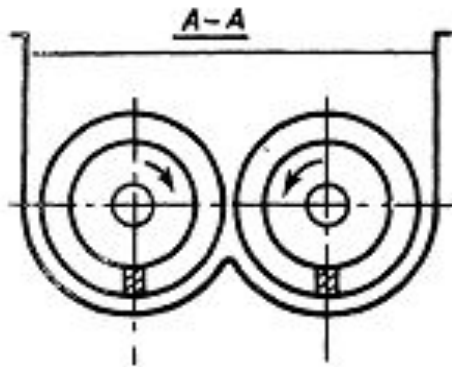
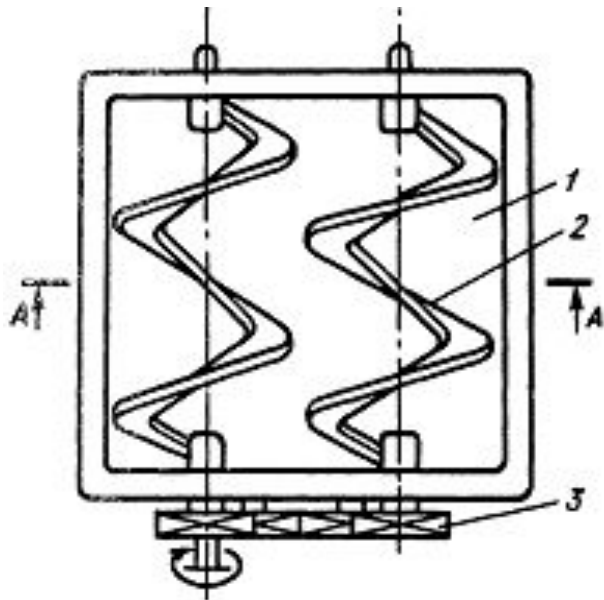


1 – вал; 2 - лопасть

Тестомес



Аппарат для перемешивания вязкопластичного материала



- 1 – камера;
- 2 – ленточная мешалка;
- 3 - привод

Устройство для пневматического перемешивания жидкостей

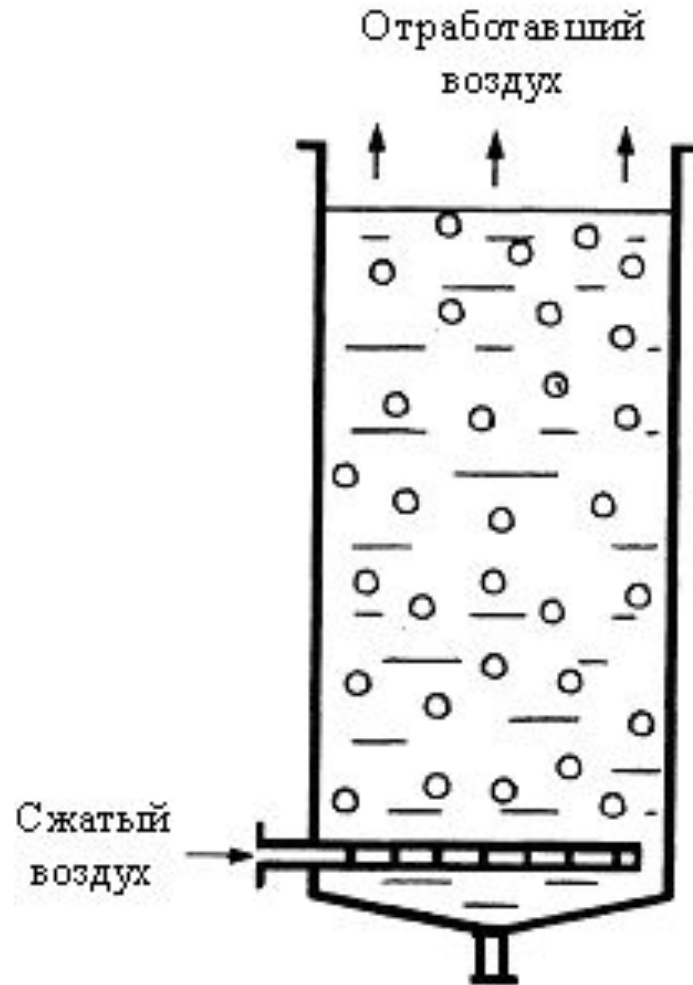
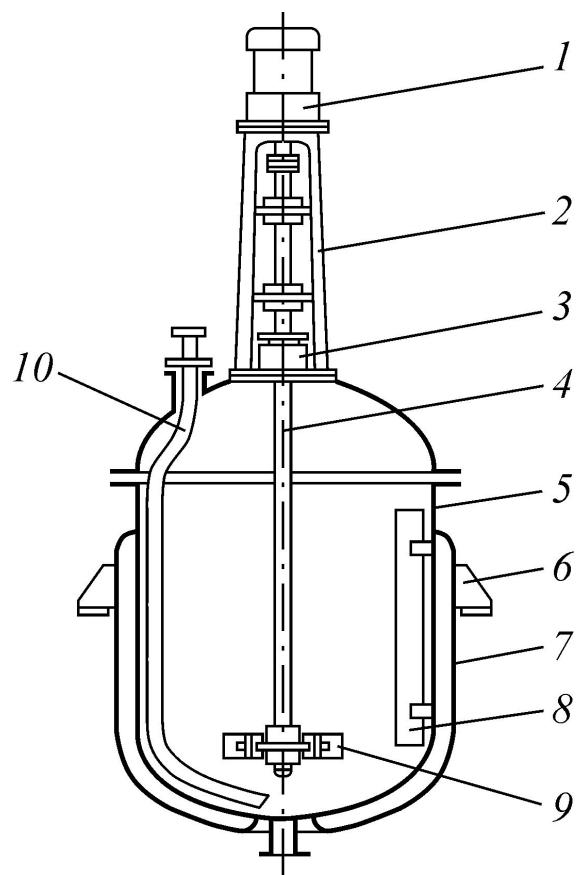


Схема статического перемешивания потоков

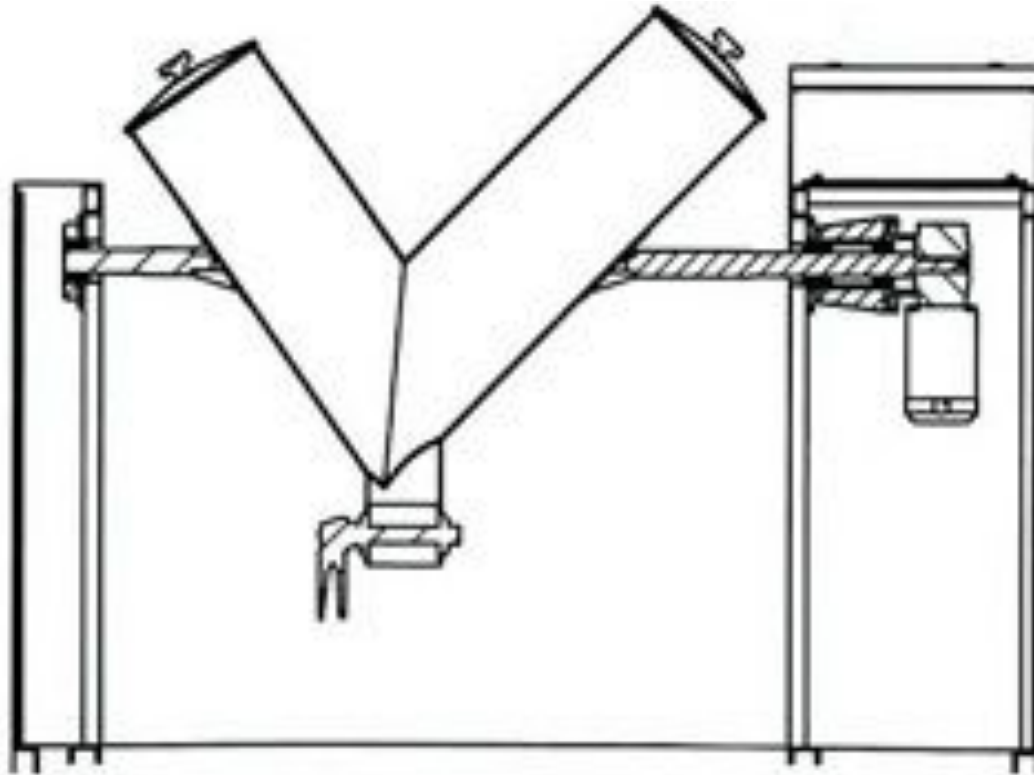


Схема аппарата с мешалкой



- 1 — электропривод мешалки;
- 2 — стойка привода;
- 3 — уплотнение вала;
- 4 — вал мешалки;
- 5 — корпус;
- 6 — опора аппарата (лапы);
- 7 — рубашка;
- 8 — отражательная перегородка;
- 9 — мешалка;
- 10 — труба передавливания продукта

Смеситель сыпучих материалов



Смеситель сыпучих и жидких КОМПОНЕНТОВ



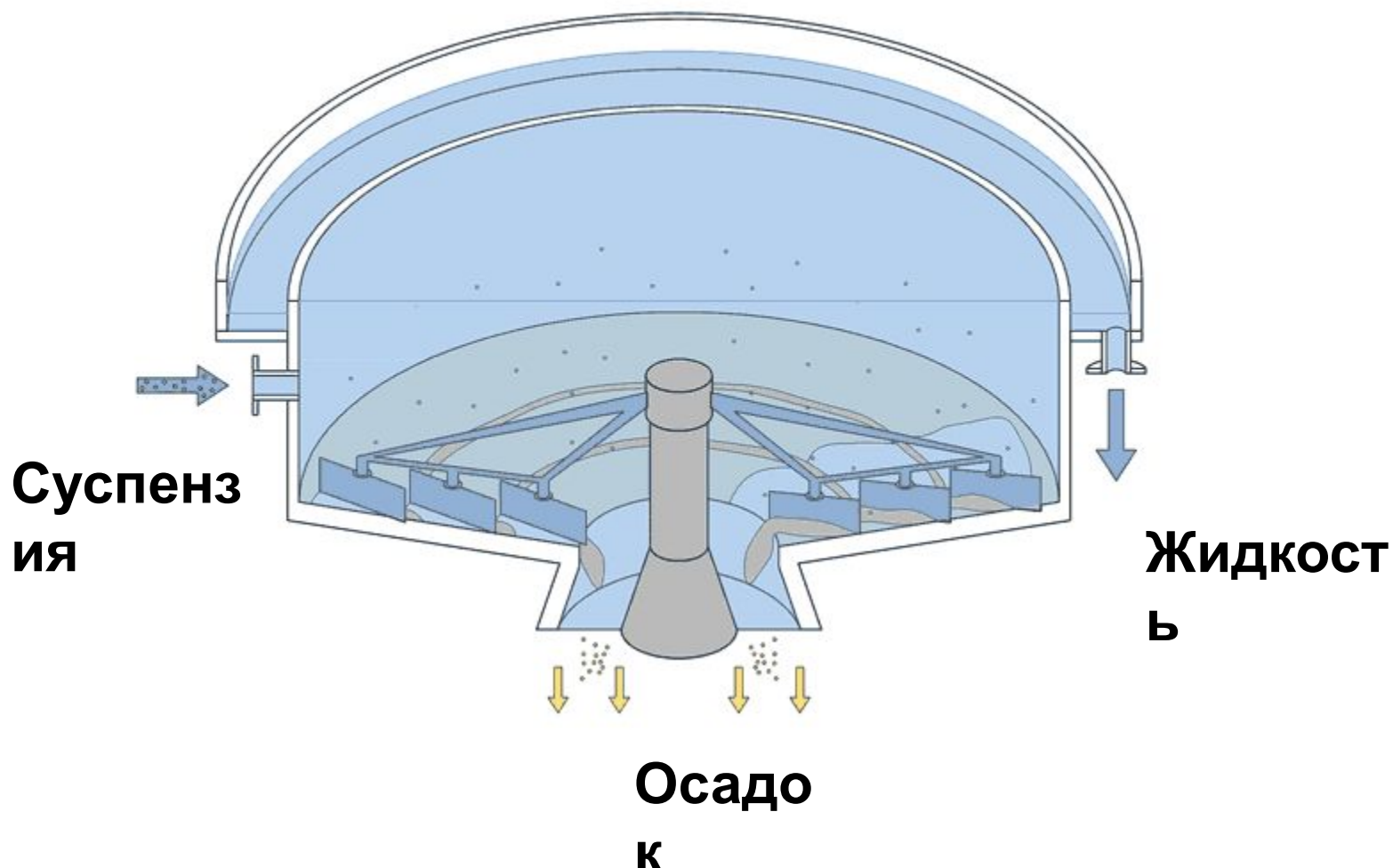
Смеситель ленточный



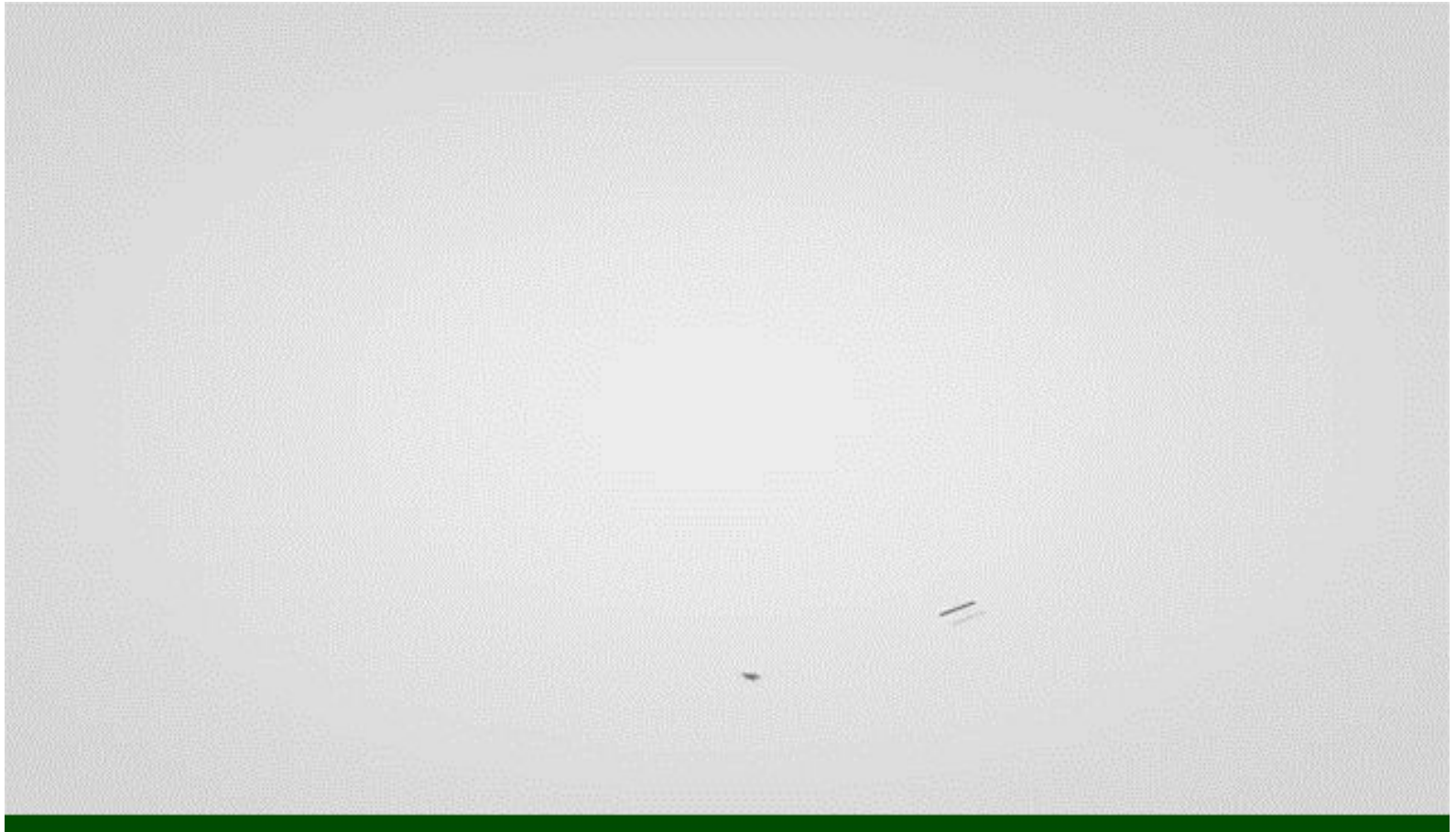
Осаждение дисперсной фазы

- Эти процессы предназначены для разделения фаз многофазных дисперсных смесей, в которых фазы имеют разную плотность.
- Осаждение представляет собой процесс разделения, при котором взвешенные в жидкости или газе твердые или жидкие частицы отделяются от нее под действием сил тяжести, инерции (в том числе центробежных) или электростатических. Осаждение, происходящее под действием силы тяжести, называется отстаиванием. В основном оно применяется для предварительного, грубого разделения неоднородных систем.

Одноярусный отстойник



Отстойник



Гидроциклоны

Промышленные гидроциклоны

Центрифугирование

Это процесс разделения суспензий и эмульсий в поле центробежных сил. Под действием последних осаждение сопровождается уплотнением образующегося осадка, а фильтрование - уплотнением и механической сушкой осадка.

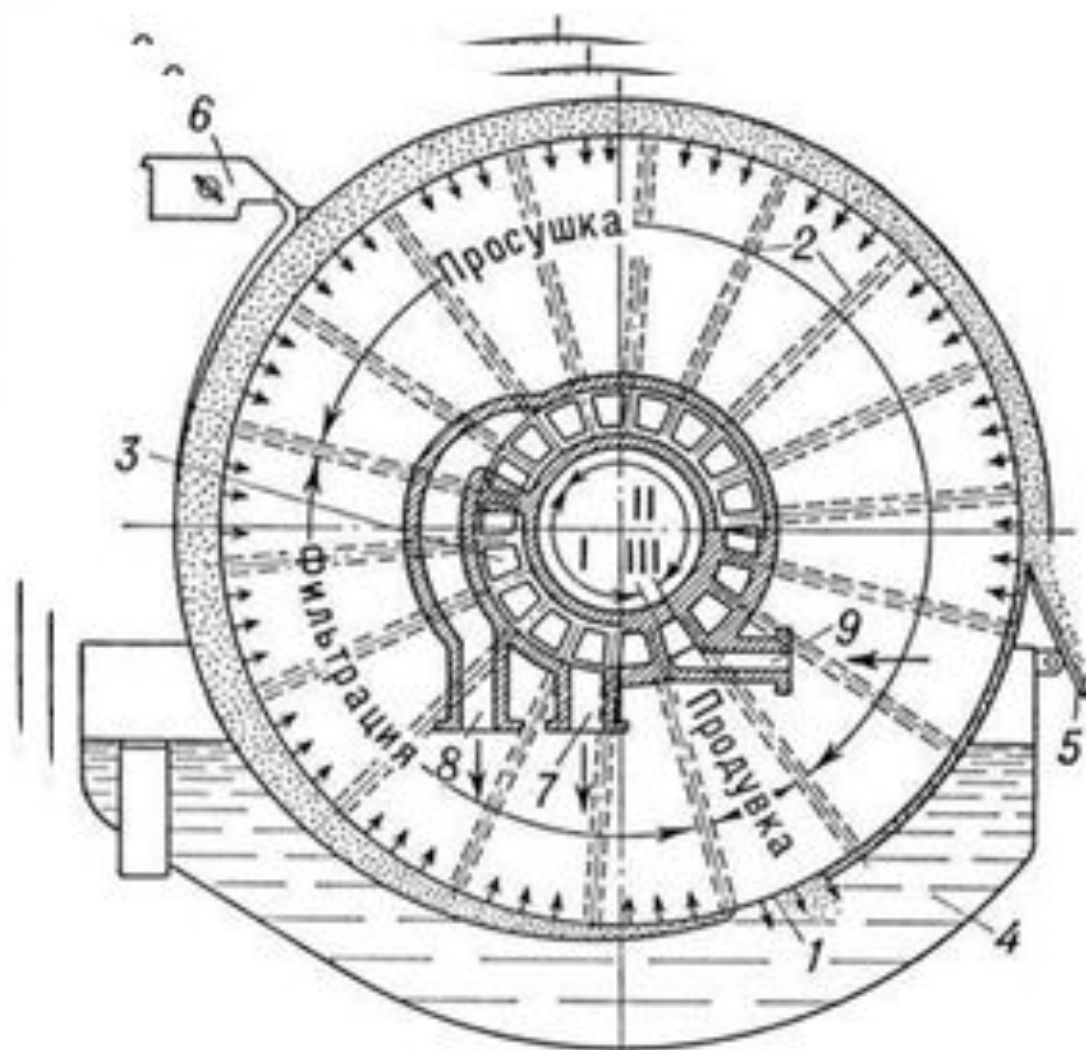
Фильтрация

- Этот процесс применяют при разделении фаз многофазных дисперсных смесей независимо от плотности их фаз.
- Фильтрация - это процесс разделения с помощью пористой перегородки, способной пропускать жидкость или газ, но задерживать взвешенные в них твердые частицы. Оно осуществляется под действием сил давления или центробежных сил и применяется для более тонкого разделения суспензий и пылей.

Фильтр вертикальный емкостный

ГЭКО-ФИЛЬТР

Вакуум-фильтр



Фильтр-пресс

Теплообменные процессы

- Это процессы, связанные с переносом теплоты от более нагретых тел (или сред) к менее нагретым.
- К ним относятся процессы нагревания, пастеризации, стерилизации, охлаждения, конденсации, выпаривания и т. п.
- Скорость тепловых процессов определяется законами теплопередачи.

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНАЯ ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ
ОПРЕСНЕНИЯ МОРСКОЙ ВОДЫ,
ОСНОВАННАЯ НА ВАКУУМНОМ ВЫПАРИВАНИИ



МЕТАЛЛИСТ
С А М А Р А



САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
SAMARA UNIVERSITY

Работа выполнена в рамках Постановления Правительства
Российской Федерации от 09.04.2010 г. № 218

Выпаривание



Концентрирование сыворотки



Сгущение молока



Массообменные процессы

Массообменные (диффузионные) —

это процессы, связанные с переносом вещества в различных агрегатных состояниях из одной фазы в другую: абсорбция и адсорбция, перегонка и ректификация, экстракция, растворение, сушка, кристаллизация, сублимация др.

Скорость массообменных процессов определяется законами массопередачи.

Адсорбер



Сушка

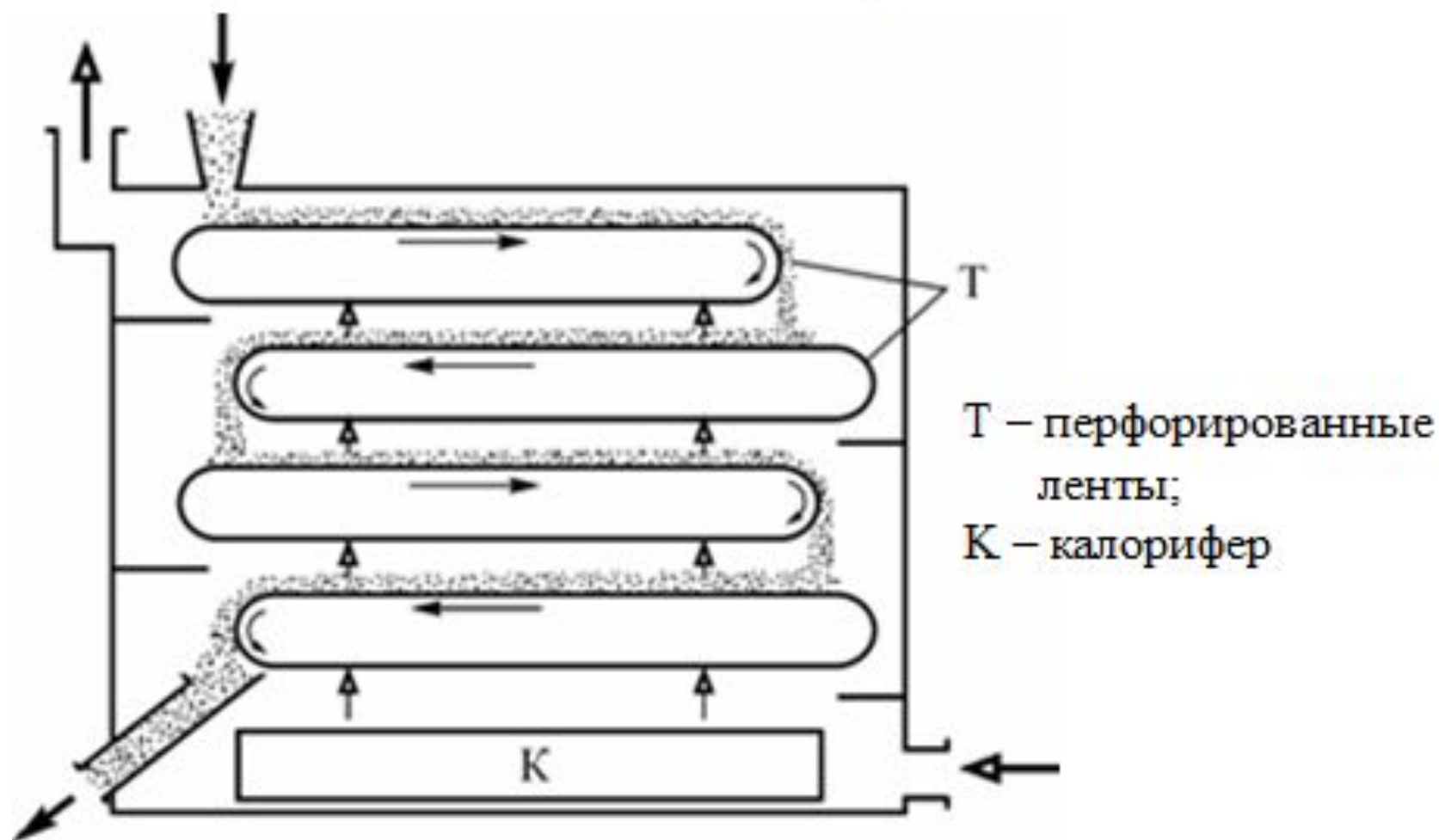
Сушка - теплообменный процесс обезвоживания материалов и продуктов.

По способу подвода теплоты к продукту различают следующие виды сушки:

- **конвективная** - путем непосредственного соприкосновения материала с сушильным агентом,
- **контактная** – путем передачи теплоты от теплоносителя к материалу через разделяющую их стенку;
- **радиационная** – путем передачи теплоты инфракрасными лучами;
- **диэлектрическая сушка** – путем нагревания в поле токов высокой (сверхвысокой) частоты;
- **сублимационная** - сушка в замороженном состоянии при глубоком вакууме.

Процесс работы сушилки

Ленточная сушилка



Зерносушилка жалюзийная



**Зерносушилка
жалюзийная**

**Воронеж
серия М**



Шахтная сушилка

stela®

Сушка зерна в силосе

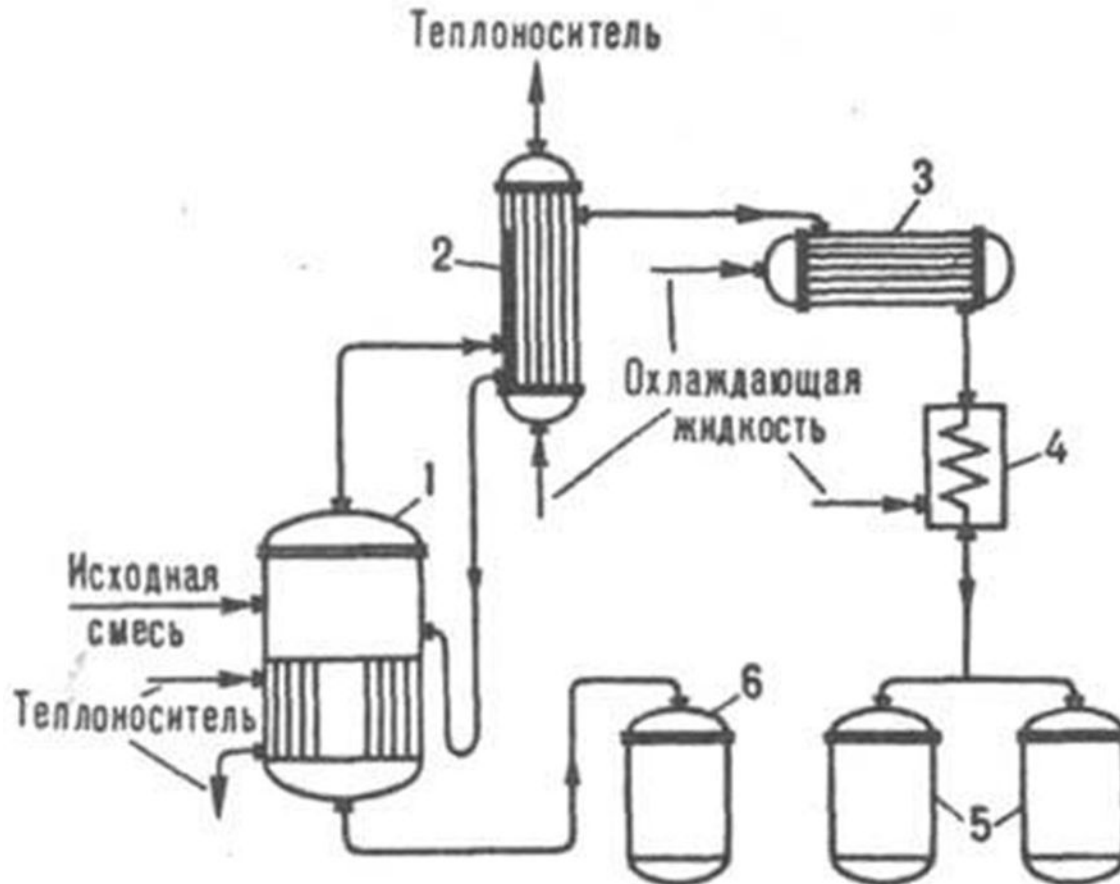
Конвейерная сушилка



Колонковая сушилка



РЕКТИФИКАЦИЯ (от позднелат. *rectificatio* - выпрямление, исправление), разделение жидких смесей на практически чистые компоненты, отличающиеся температурами кипения, путем многократных испарения жидкости и конденсации паров.





Механические процессы

Механические процессы — это процессы чисто механического взаимодействия тел: измельчение, фракционирование сыпучих материалов, прессование и др.

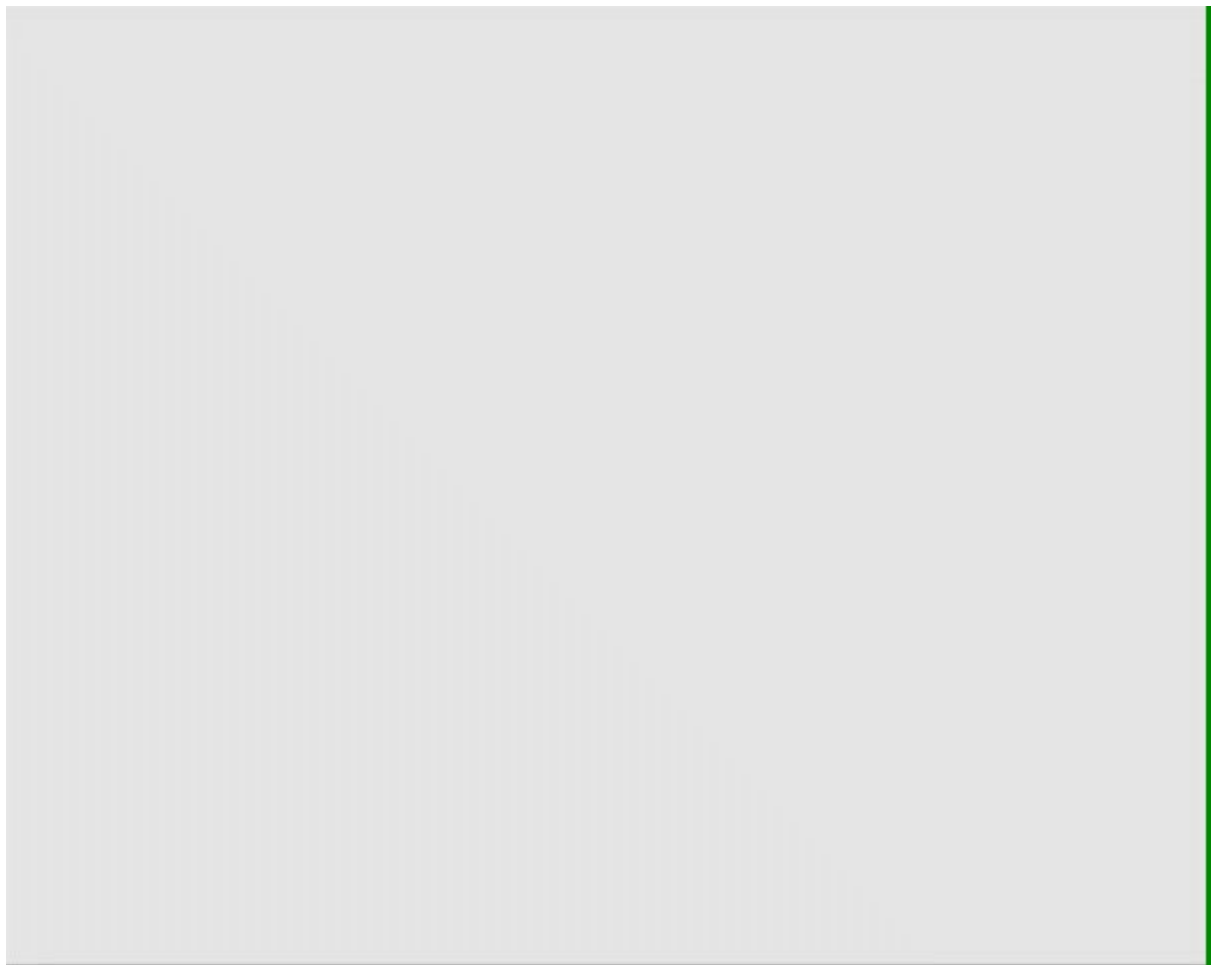
Измельчение

- **Измельчением** называется процесс разделения твердых тел на части под действием механических сил или иного воздействия. Применяется в мукомольном, пивоваренном, крахмало-паточном, спиртовом производствах.
- Измельчение материала, осуществляемое без придания полученным частицам определенной формы, называется **дроблением**.
- Если одновременно с измельчением куска придается определенная форма, процесс называется **резанием**.

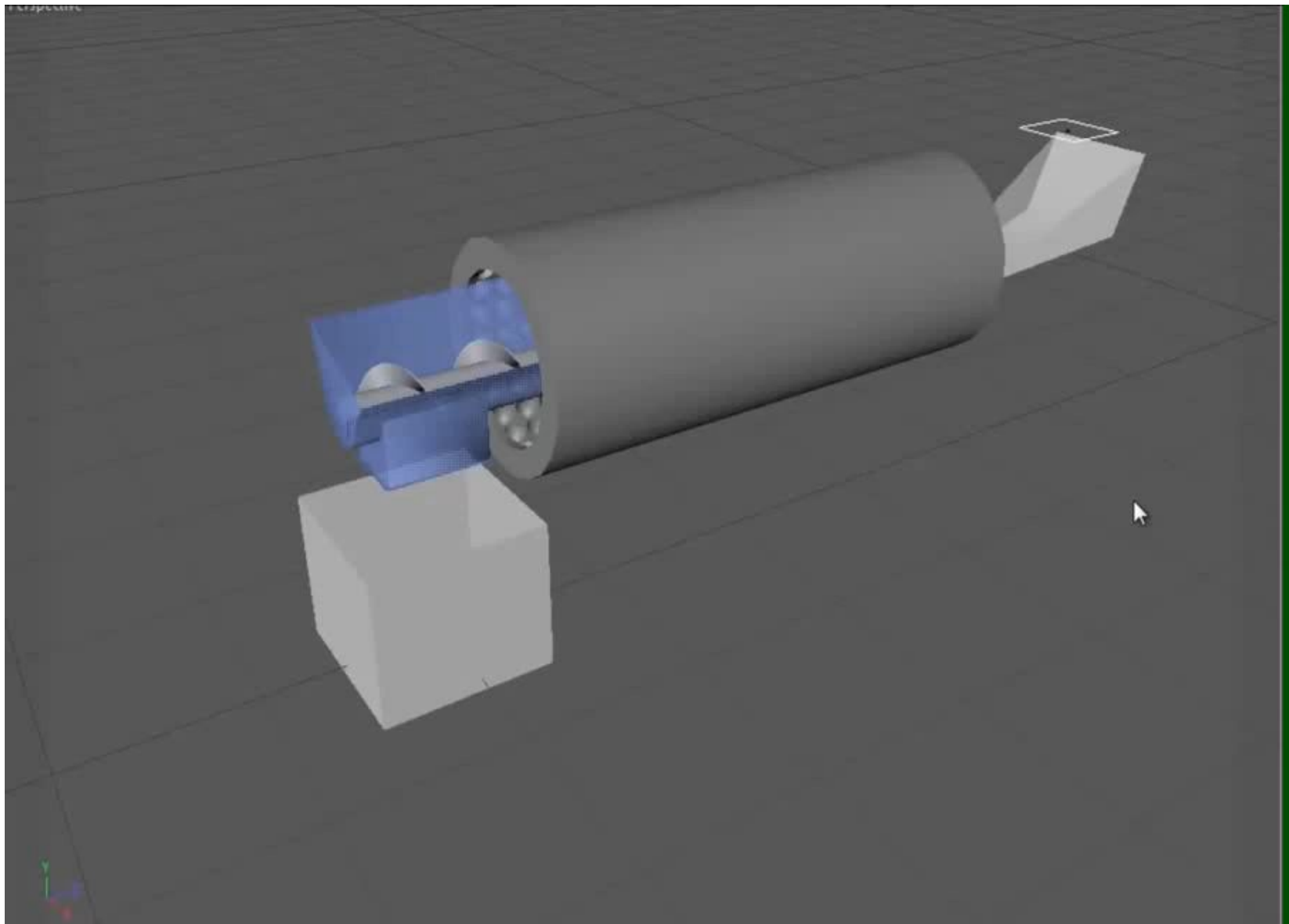
Молотковая дробилка



Просеивание



Триер



Триерный блок «ПЕТКУС»



ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ ДАВЛЕНИЕМ (ПРЕССОВАНИЕ)

Сущность процесса заключается в том, что обрабатываемый материал подвергается внешнему давлению при помощи специальных механических устройств — прессов. При этом могут преследоваться различные цели:

- 1) Отделение жидкости от твердого тела.
- 2) Придание пластическим телам определенной геометрической формы (формирование и штампование).
- 3) Связывание частиц зернистых сыпучих материалов в более крупные агрегаты определенной формы при помощи связующей жидкости и соответствующего давления (прессование)

Химические и биохимические процессы

- Это процессы, связанные с изменением химического состава и свойств вещества.
- Скорость протекания химических и биохимических процессов определяется законами химической кинетики.

Классификация процессов по способу организации

По способу организации
процессы пищевой технологии
делятся на:

- непрерывные
- периодические

Периодические процессы

- протекают в аппаратах, в которые через определенные промежутки времени загружаются исходные материалы; после их обработки из этих аппаратов выгружают конечные продукты, т.е. периодические процессы характеризуются тем, что все его стадии протекают в одном аппарате, но в разное время.

Непрерывные процессы

Поступление исходных материалов в аппарат и выгрузка конечных продуктов производится одновременно и непрерывно.

Следовательно, непрерывный процесс характеризуется тем, что все его стадии протекают одновременно, но разобщены в пространстве, т.е. осуществляются в разных аппаратах или в различных частях одного аппарата.

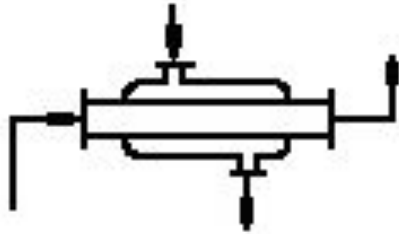
Аппараты непрерывного действия

По распределению времени пребывания различают две теоретических модели аппаратов непрерывного действия:

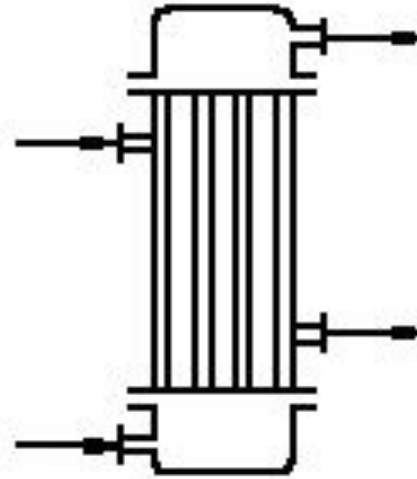
- идеального вытеснения
- идеального смешения.

Аппараты идеального вытеснения

В аппаратах **идеального вытеснения** все частицы движутся в заданном направлении, не перемешиваясь с движущимися впереди и сзади частицами и полностью вытесняя находящиеся впереди частицы рабочего тела. Время пребывания всех частиц в аппарате идеального вытеснения одинаково. Аппарат идеального вытеснения характеризуется переменной концентрацией веществ по длине аппарата



а)



б)

Рис. 1. Аппараты вытеснения (проточные)

а) однетрубный теплообменник «труба в трубе»;

б) многотрубный теплообменник.

Аппараты смешения

Обычно снабжены каким-либо перемешивающим устройством и характеризуется постоянством концентрации веществ во всем объеме в данный момент времени, вследствие практически мгновенного смешения продуктов в рабочем объеме аппарата.

Время пребывания частиц в аппарате смешения неодинаково.

Поэтому изменение концентрации веществ на входе в аппарат носит скачкообразный характер.

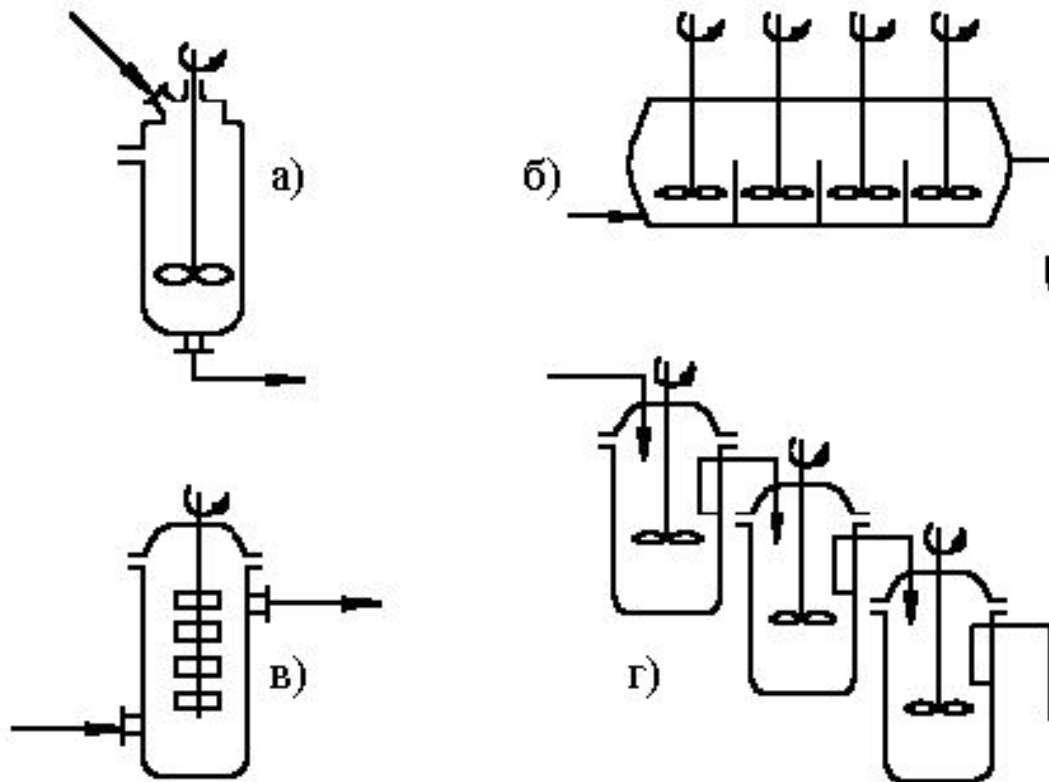


Рис. 2. Аппараты смешения

а) одноступенчатый; б) многосекционный горизонтальный;
в) вертикальный многоступенчатый; г) батарея аппаратов

Установившиеся и неуставившиеся процессы

В зависимости от изменения параметров процессов (скоростей, температур, концентраций) во времени процессы делятся на установившиеся (стационарные) и неуставившиеся (нестационарные или переходные).

В установившемся процессе значения каждого параметра в данной точке постоянны во времени, а в неуставившемся – переменны.

Список рекомендуемой литературы

1. Процессы и аппараты пищевых производств./ Остриков А.Н., Красовицкий Ю.В., Шевцов А.А. и др. Учебник для вузов. - С.-П. ГИОРД, 2007,
2. Кавецкий Г.Д. Процессы и аппараты пищевой технологии. – М.: Колос. 2000.
3. Панфилов В.А. Машины и аппараты пищевых производств. Книга 1, книга 2. – М.: Колос. 2001.
4. Оболенский Н.В. Процессы и аппараты пищевых производств при переработке продукции растениеводства. М.: Колос. 2008.
5. Панфилов В.А. Введение в специальность «Машины и аппараты пищевых производств». М.: Колос. 2008.

6. Методические указания к лабораторным работам по курсу «Процессы и аппараты пищевых производств». Воронеж, ВГАУ. 2009. Заказ № 965R
7. Методические указания для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Процессы и аппараты пищевых производств». Воронеж, ВГАУ. 2009. Заказ № 4113

Продолжение следует

- vorontsov1946@mail.ru