

П.Б. Разговоров, С.В. Макаров

# ***ОБОРУДОВАНИЕ ПИЩЕВЫХ И БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ***



ИВАНОВО 2011

Министерство образования и науки Российской Федерации

Ивановский государственный химико-технологический университет

**П.Б. Разговоров, С.В. Макаров**

# **ОБОРУДОВАНИЕ ПИЩЕВЫХ И БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ**

Иллюстрационный материал для студентов направления  
240700 – Биотехнология (профиль «Пищевая биотехнология»)

Иваново 2011

УДК 663/664.002.5

Разговоров, П.Б. Оборудование пищевых и биотехнологических производств: иллюстрационный материал для студентов направления 240700 – Биотехнология (профиль «Пищевая биотехнология»)/ П.Б. Разговоров, С.В. Макаров; Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2011. – 56 с.

При изучении дисциплин, связанных с проектированием и эксплуатацией оборудования пищевых и биотехнологических производств, необходимо освоить большой объем иллюстрационного материала – рисунков, чертежей, схем. Многие чертежи сложны, возникают проблемы с качественным их выполнением на доске за короткий промежуток времени, не исключена также возможность искажений схем в конспектах студентов. Демонстрация слайдов приводит к длительному копированию студентами рисунков с экрана. Рекомендуется иметь на руках иллюстрационный материал, которым студенты, обучающиеся по направлению 240700, могли бы пользоваться на лекциях, лабораторных и практических занятиях, при выполнении курсовых и дипломных проектов и для самоконтроля знаний.

Иллюстрационный материал целесообразно применять совместно со специальной литературой, в которой подробно рассмотрено конкретное оборудование с описанием его технических характеристик, устройства, принципа действия и особенностей работы в стандартной и аварийной ситуации.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Ивановского государственного химико-технологического университета.

Рецензент:

доктор химических наук, профессор **Д.Б. Березин**

*Авторы выражают благодарность студенту группы 5-28 Знатковой А.В. за помощь при подготовке иллюстрационного материала к печати.*

© Разговоров П.Б., Макаров С.В., 2011

© Ивановский государственный  
химико-технологический университет, 2011

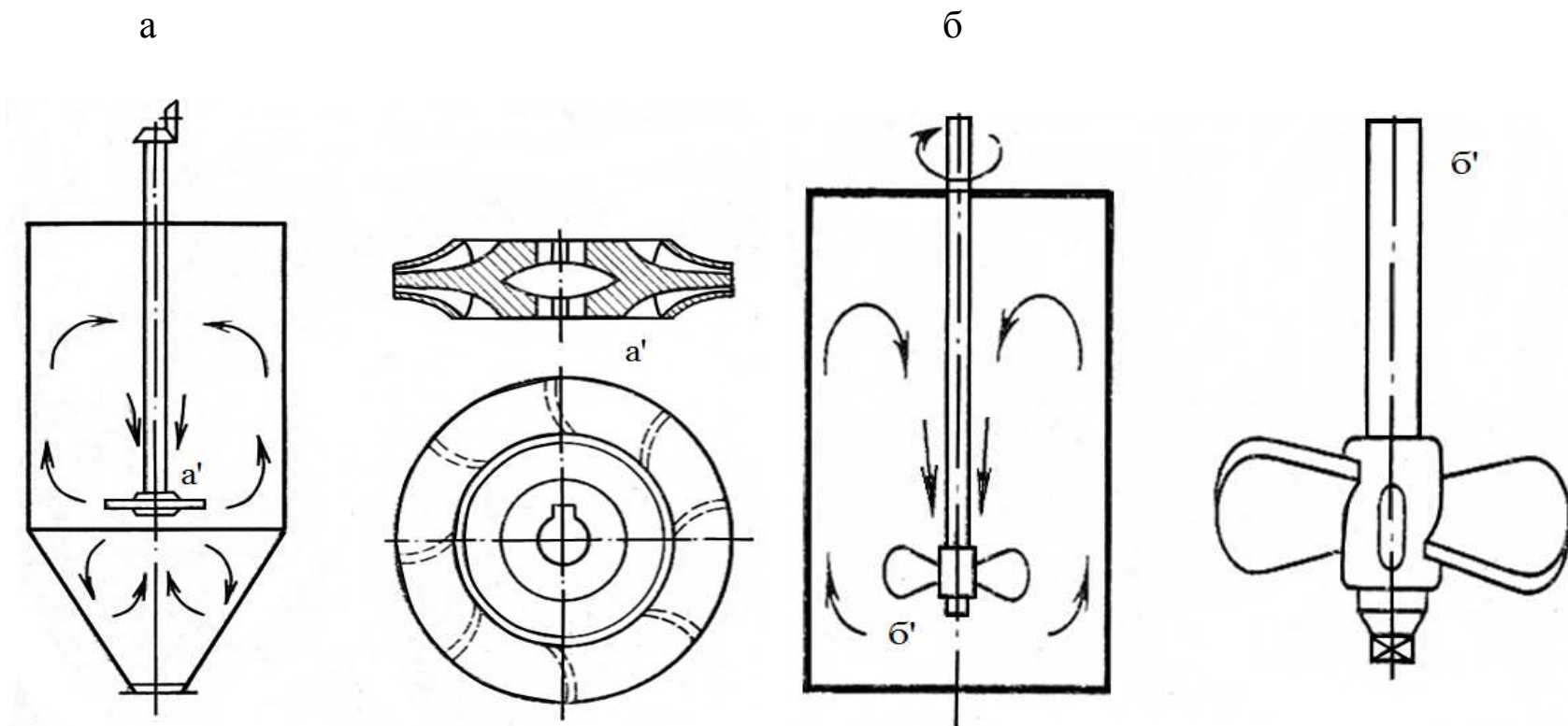


Рис. 1. Типовые перемешивающие устройства:

*a* – турбинная мешалка, *a'* – турбинное колесо в разрезе;

*б* – пропеллерная мешалка, *б'* – различный наклон лопастей пропеллера

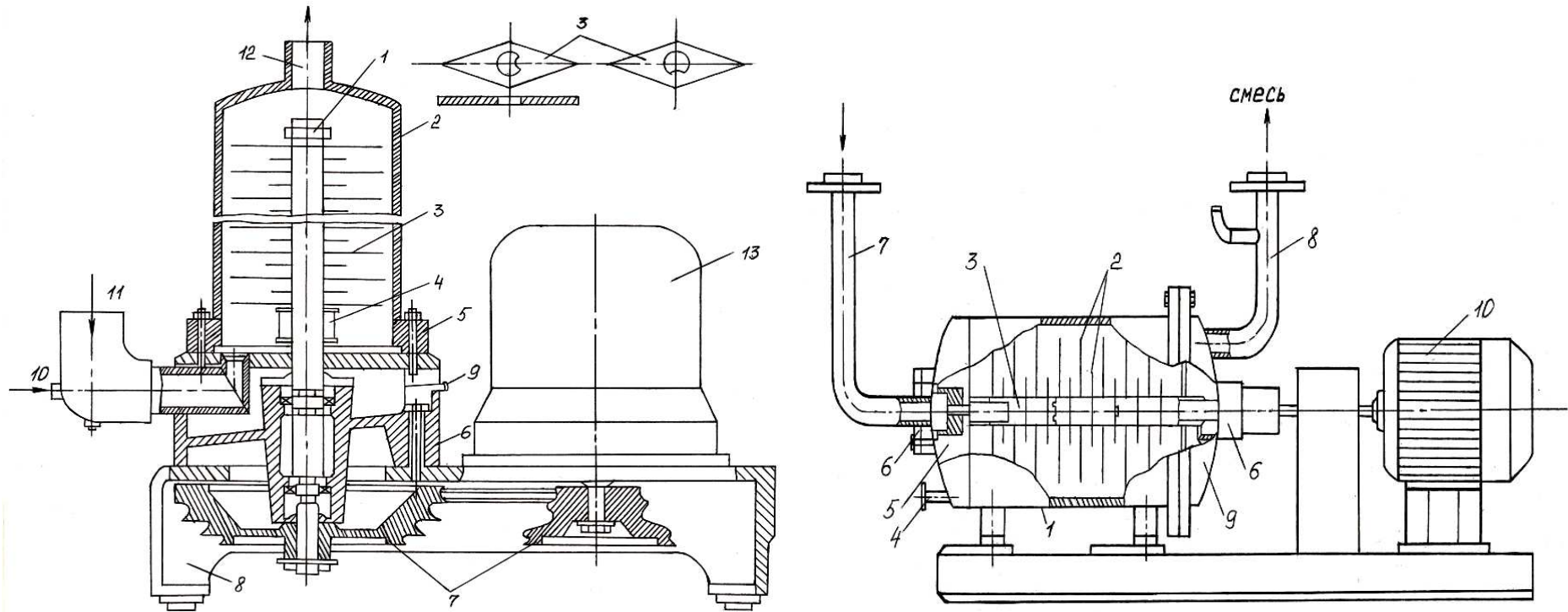


Рис. 2. Ножевые смесители с горизонтальными и вертикальными лопастями.

Оборудование с горизонтальными лопастями: 1 – вертикальный вал;

2 – цилиндрический колпак; 3 – ромбовидные ножи;

4 – сальниковое уплотнение; 5 – фланцы; 6 – корпус; 7 – клиноременная передача;

8 – рама; 9 – штуцер для отвода воды; 10, 11, 12 – штуцеры; 13 – электродвигатель.

Оборудование с вертикальными лопастями: 1 – горизонтальный цилиндр; 2 – ромбовидные ножи;

3 – горизонтальный вал; 4, 7, 8 – штуцеры; 5 – приварное дно;

6 – сальниковое устройство; 9 – сферическая крышка; 10 – электродвигатель

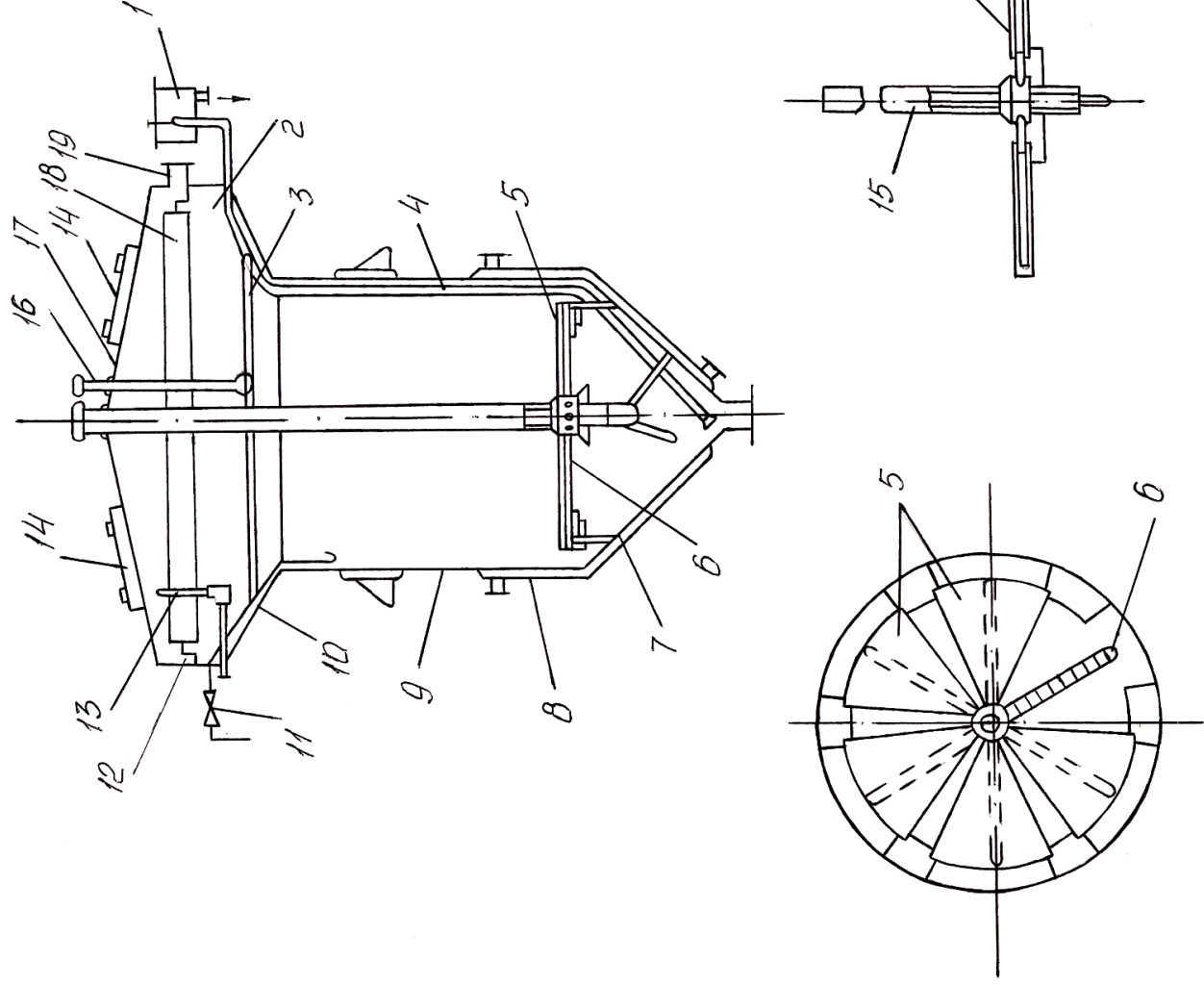


Рис. 3. Реактор-нейтрализатор:

- 1 – регулятор; 2 – цилиндр; 3 – желоб с зубчатыми краями;  
 4 – сифонная трубка; 5 – перфорированный сектор;  
 6 – радиальная перфорированная трубка; 7 – дно; 8 – рубашка; 9 – корпус;  
 10 – конический переход; 11 – пробный карман; 13 – термометр;  
 14 – фонарь; 15 – стояк; 16 – труба; 17 – крышка;  
 18 – предохранительное кольцо; 19 – штуцер

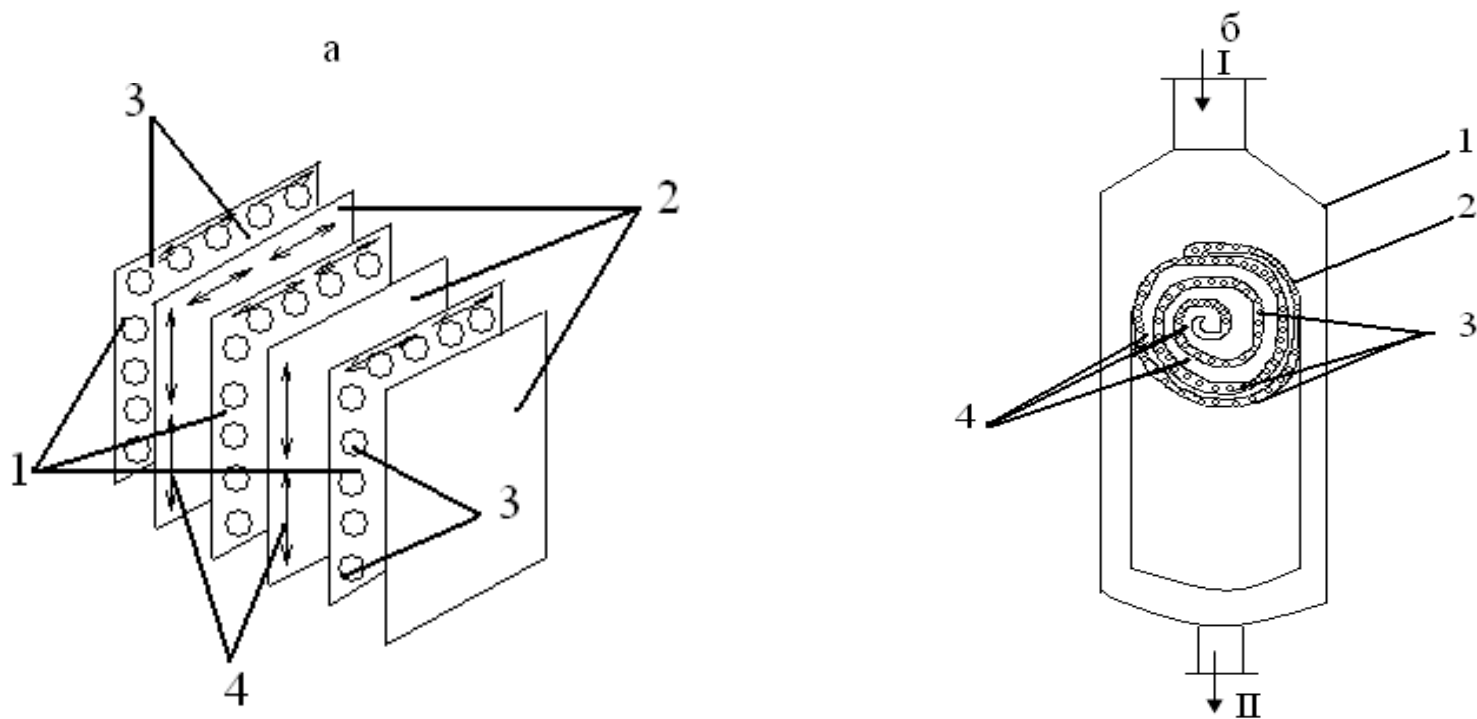


Рис. 4. Мембранные биореакторы пластинчатого (а) и рулонного (б) типа.

а – процесс на пластине: 1 – вход субстрата; 2 – выход продукта;

3 – область иммобилизации фермента на пластине; 4 – движение жидкой фазы.

б – процесс в рулоне: 1 – корпус аппарата; 2 – рулонный элемент;

3 – пространство, заполненное иммобилизованным ферментом;

4 – область, куда через мембраны рулонного элемента поступает фермент;

I – вход субстрата; II – выход продукта

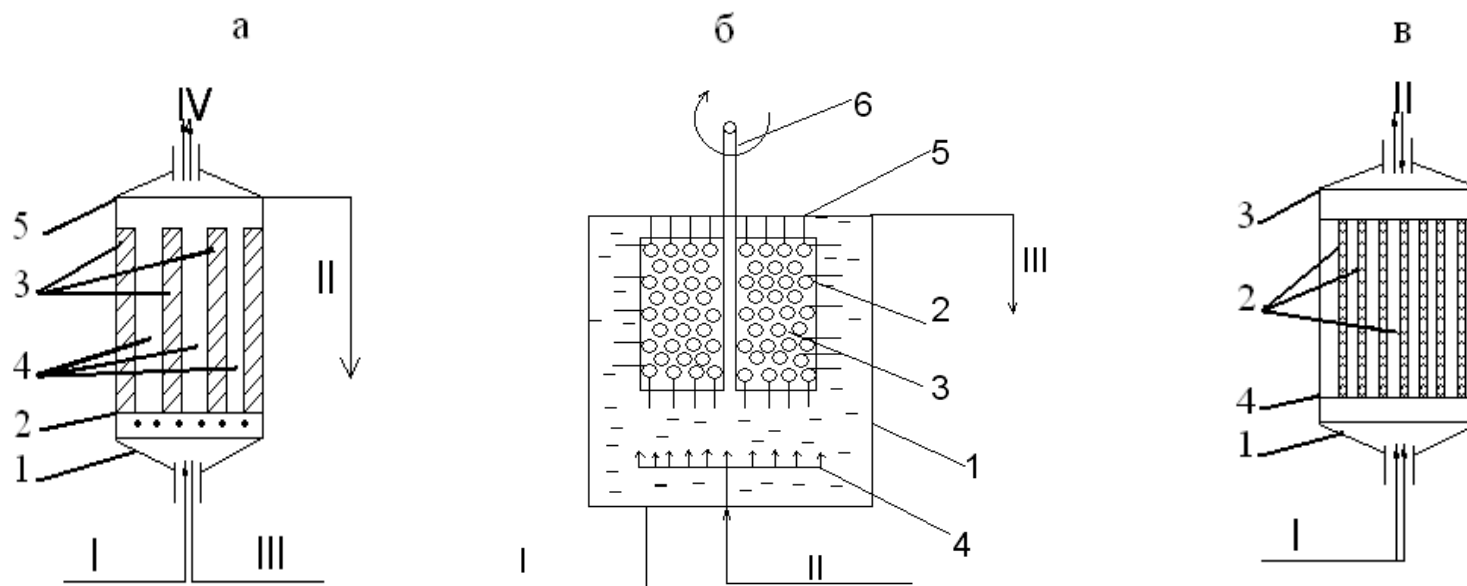


Рис. 5. Биореакторы с трубками и диффузионно-проницаемыми стенками (а), внутренним контейнером гранул биокатализатора (б) и трубками, заполненными гранулами биокатализатора (в).

Биореактор а: 1 – корпус аппарата; 2 – трубная решетка; 3 – иммобилизованный конденсатор; 4 – полые каналы для обрабатываемого раствора; 5 – уровень жидкости в аппарате;

I – вход субстрата; II – выход продукта; III – вход воздуха; IV – выход воздуха.

Биореактор б: 1 – корпус аппарата; 2 – перфорация в контейнере; 3 – вращающийся контейнер;

4 – псевдоожиженный слой гранул; 5 – биокатализатор; 6 – барботер;

I – вход субстрата; II – вход воздуха; III – выход продукта.

Биореактор в: 1 – корпус аппарата; 2 – трубки, заполненные биокатализатором;

3, 4 – трубные решетки; I – вход субстрата; II – выход продукта



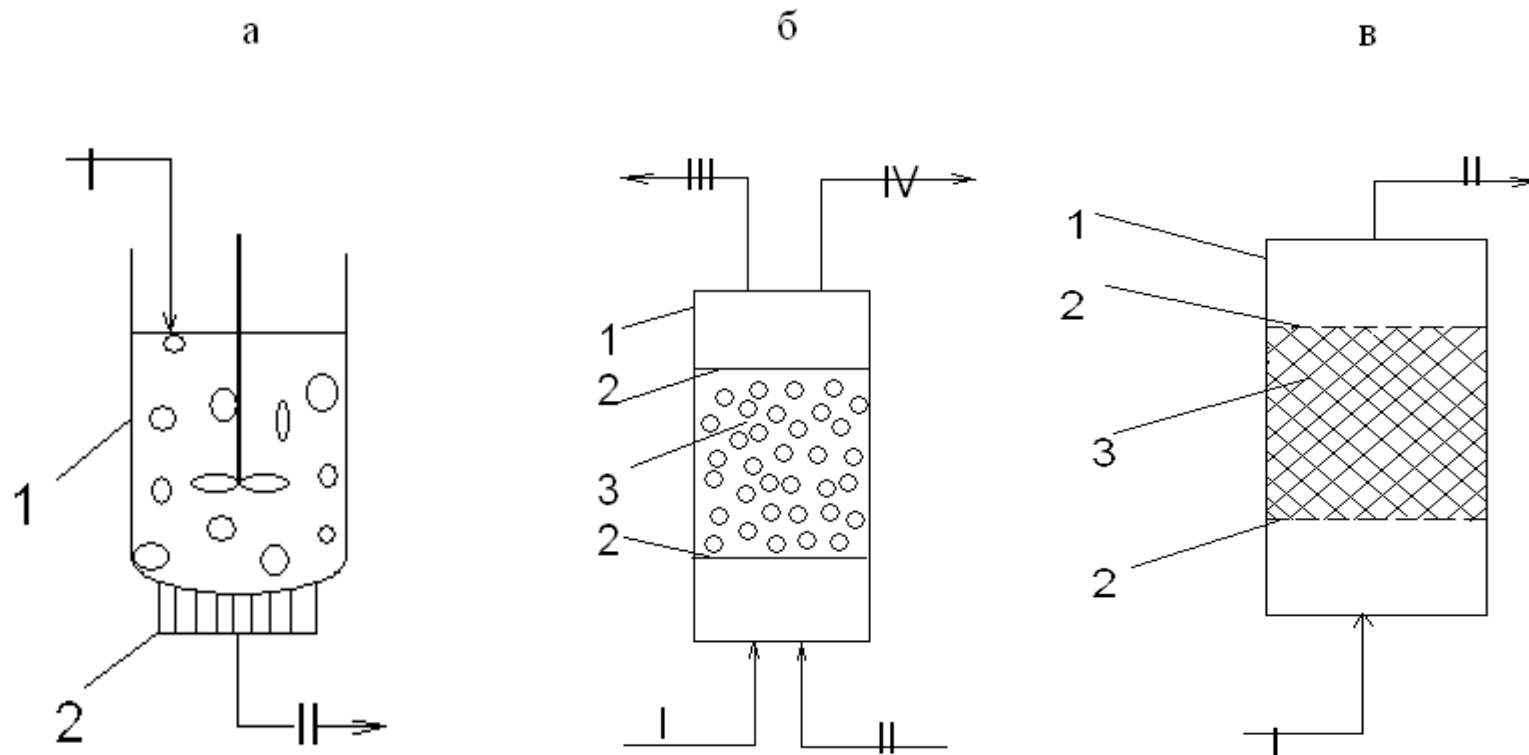


Рис. 6. Схематичное изображение биореакторов с механическим перемешиванием (а), псевдоожиженным слоем биокатализатора (б) и неподвижной насадкой гранул биокатализатора (в).

Биореактор а: 1 – корпус; 2 – фильтр; I – вход субстрата; II – выход продукта.

Биореактор б: 1 – корпус; 2 – фильтрующие сетки; 3 – псевдоожиженный слой;

I, II – вход субстрата (I) и воздуха (II); III, IV – выход воздуха (III) и продукта (IV).

Биореактор в: 1 – корпус; 2 – сетки; 3 – слой биокатализатора; I – вход субстрата; II – выход продукта

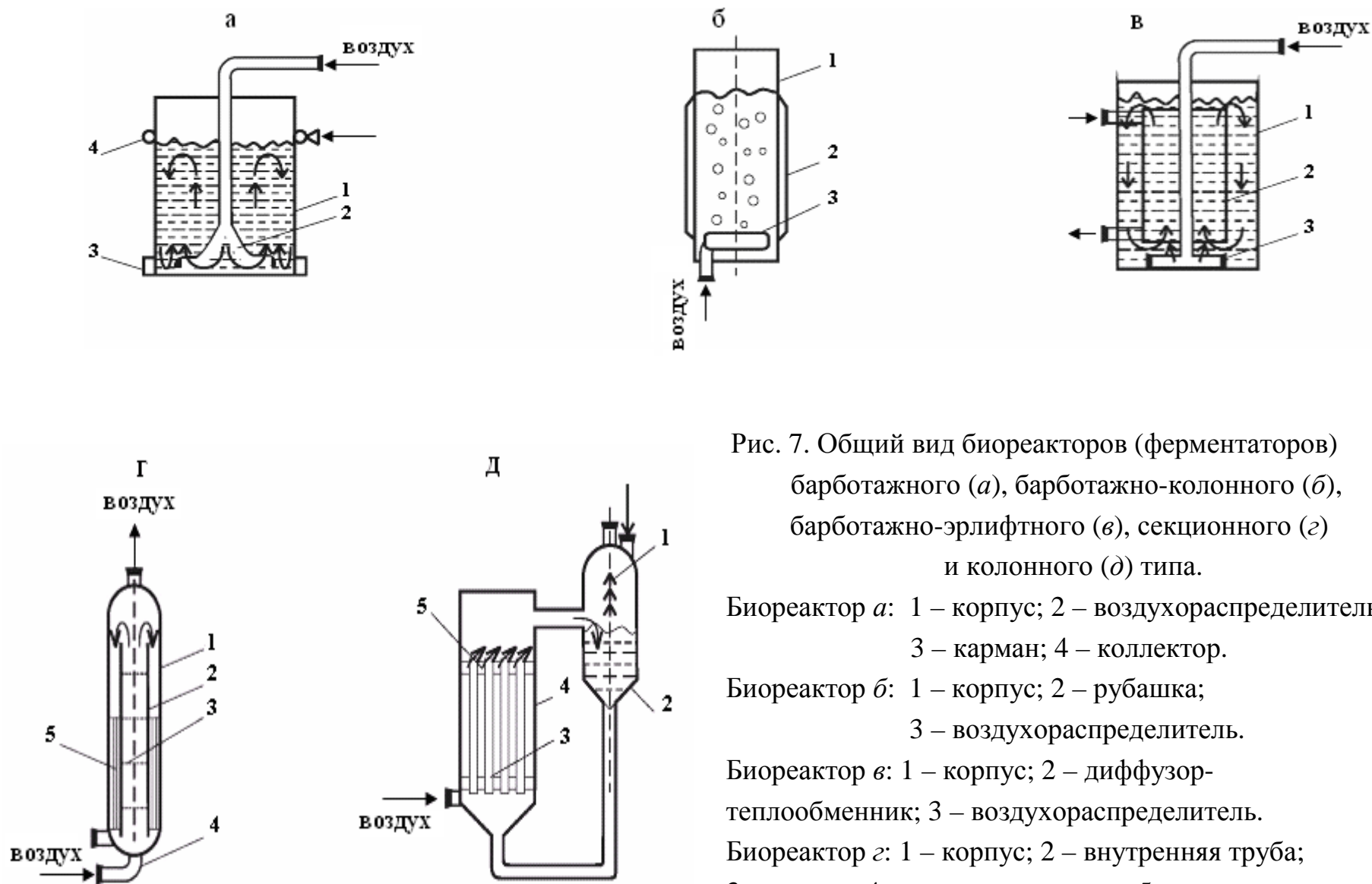


Рис. 7. Общий вид биореакторов (ферментаторов) барботажного (а), барботажно-колонного (б), барботажно-эрлифтного (в), секционного (г) и колонного (д) типа.

Биореактор а: 1 – корпус; 2 – воздухораспределитель; 3 – карман; 4 – коллектор.

Биореактор б: 1 – корпус; 2 – рубашка; 3 – воздухораспределитель.

Биореактор в: 1 – корпус; 2 – диффузор-теплообменник; 3 – воздухораспределитель.

Биореактор г: 1 – корпус; 2 – внутренняя труба; 3 – секция; 4 – штуцер для ввода; 5 – перегородки.

Биореактор д: 1 – пеногаситель; 2 – емкость; 3 – диспергатор; 4 – корпус; 5 – перегородка

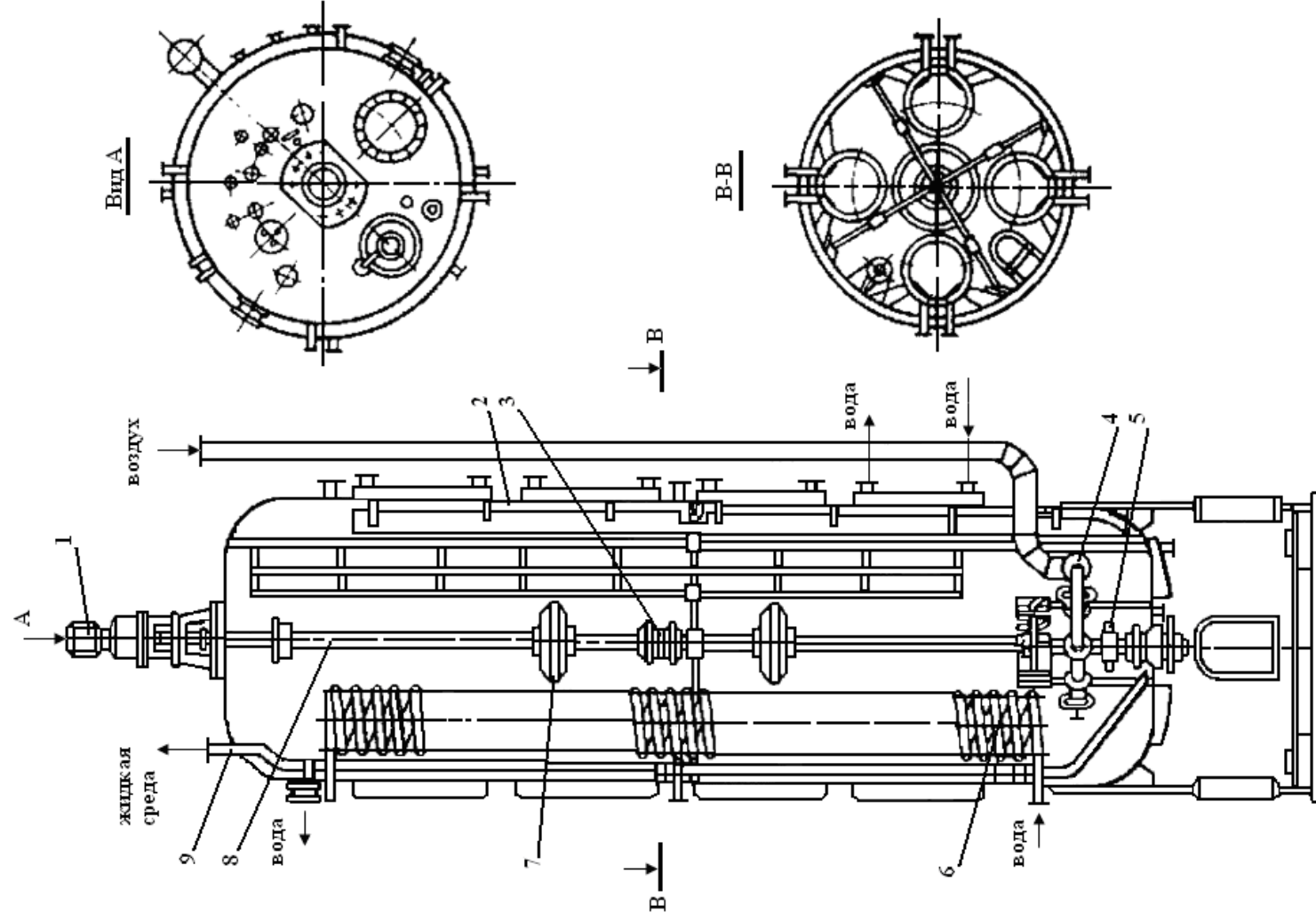


Рис. 8. Биореактор (ферментатор) барботажного типа, снабженный перемешивающим турбинным устройством:

- 1 – привод; 2 – корпус; 3 – муфта; 4 – барботер;
- 5 – крыльчатка; 6 – змеевик; 7 – турбина; 8 – вал;
- 9 – труба для вывода жидкости под давлением

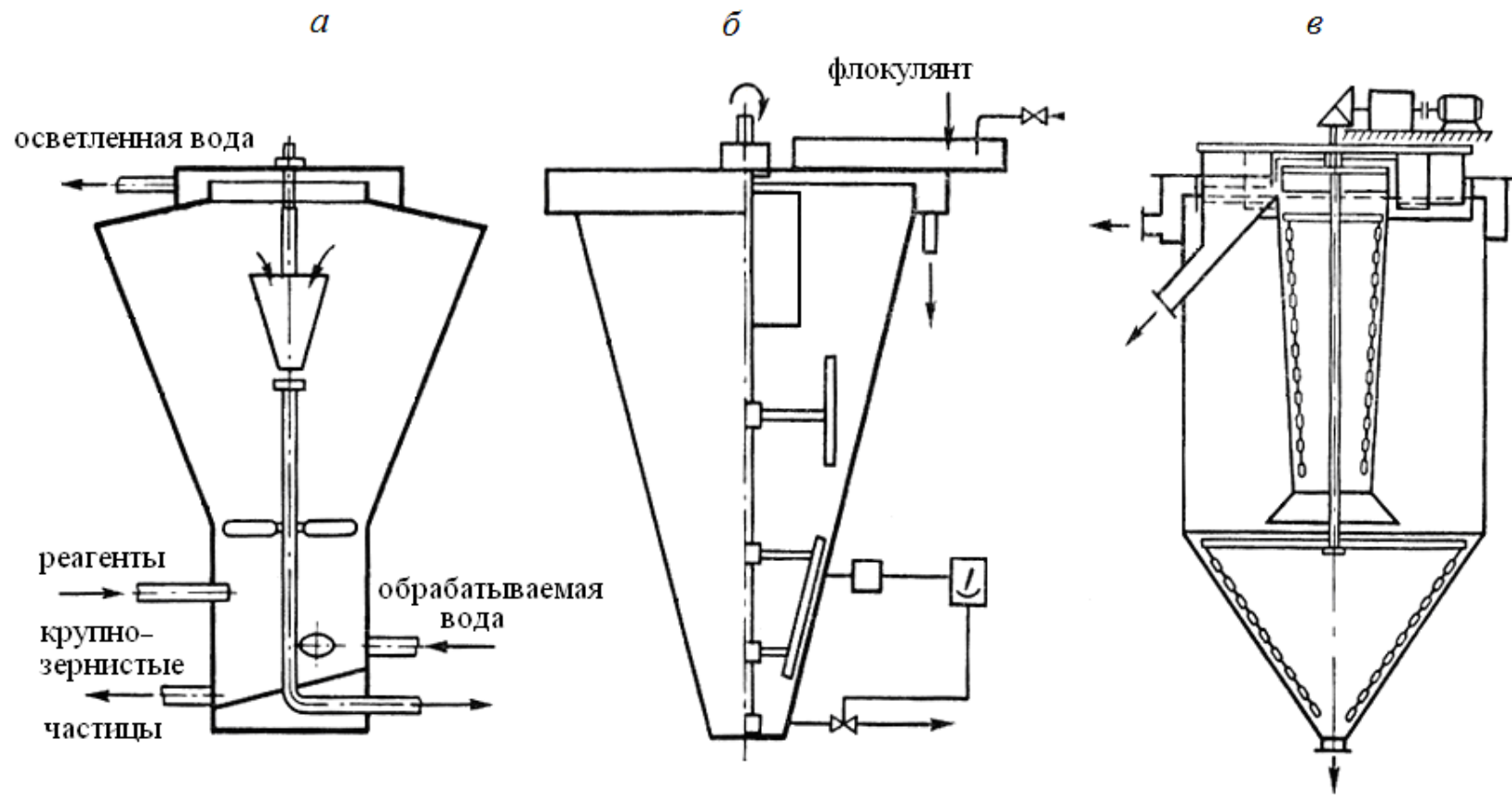


Рис. 9. Вертикальные отстойники:

*а* – цилиндрикоконический осветлитель;

*б* – конический сгуститель;

*в* – оборудование для очистки суспензий с выделяющимся липким осадком

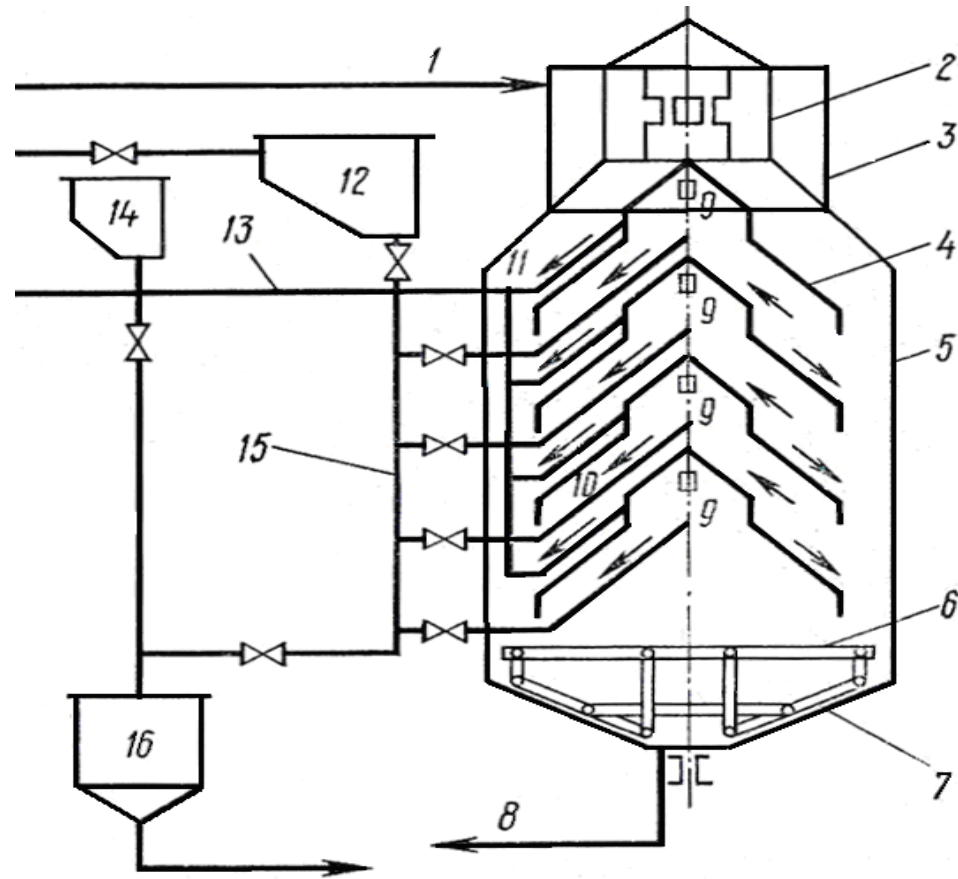


Рис. 10. Конический многоярусный отстойник:

- 1 – труба для подачи суспензии; 2 – вставка; 3 – верхний цилиндр; 4 – коническая поверхность;  
 5 – корпус; 6 – вал; 7 – днище; 8 – труба для отвода сгущенной массы; 9 – воронки; 10 – выводной штуцер;  
 11, 13 – трубы для отвода осветленного продукта; 12, 16 – сборники;  
 14 – конический ящик; 15 – соединительная труба

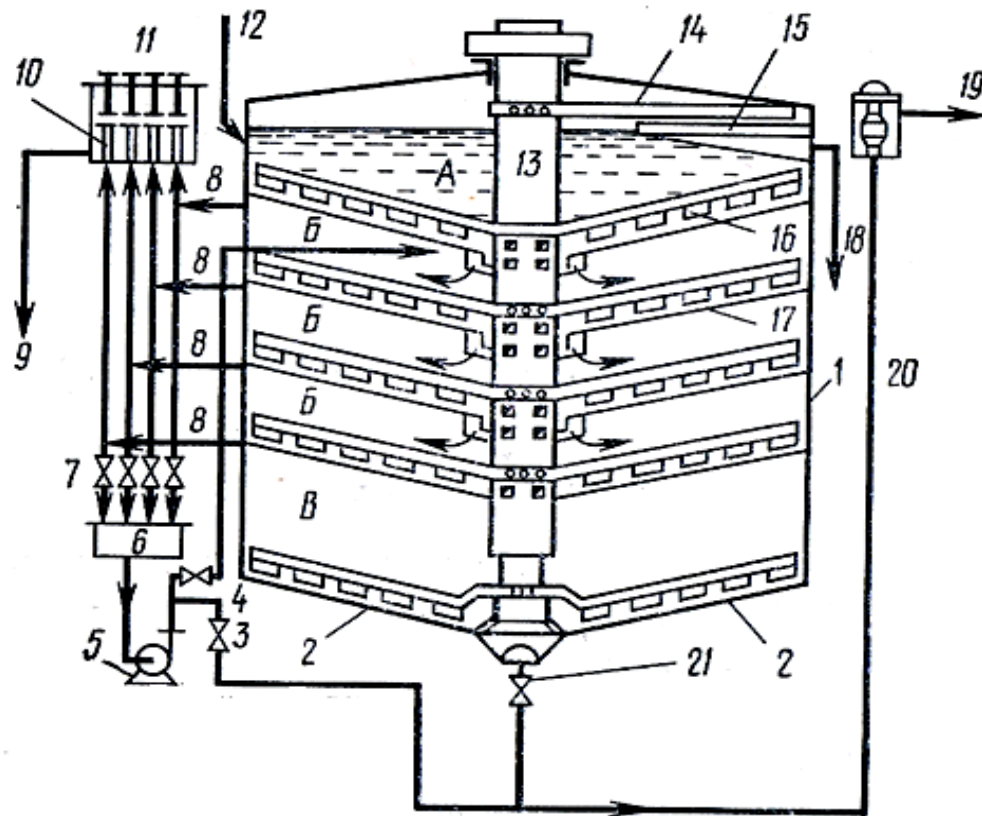


Рис. 11. Многоярусный отстойник со скребками:

- 1 – резервуар; 2 – коническое днище; 3, 4, 7, 21 – вентили; 5 – насос; 6 – ящик; 8, 18, 20 – трубы;  
 9 – отвод осветленного продукта; 10 – клапаны; 11 – приемник; 12 – подача суспензии;  
 13 – вал; 14 – лопасть; 15 – желоб; 16 – гребки; 17 – конические перегородки; 18 – отвод жидкости;  
 19 – приемник для сгущенной массы; 20 – отвод сгущенной массы

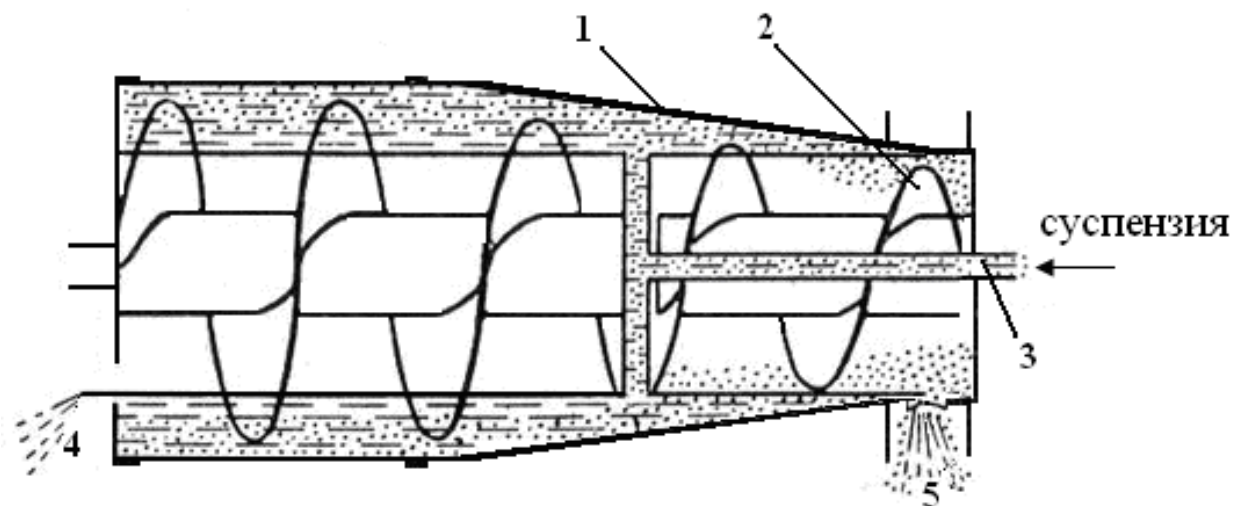


Рис. 12. Осадительная центрифуга непрерывного действия:

1 – ротор; 2 – выгружающий шнек; 3 – труба для подачи суспензии; 4 – отвод фугата; 5 – выгрузка осадка

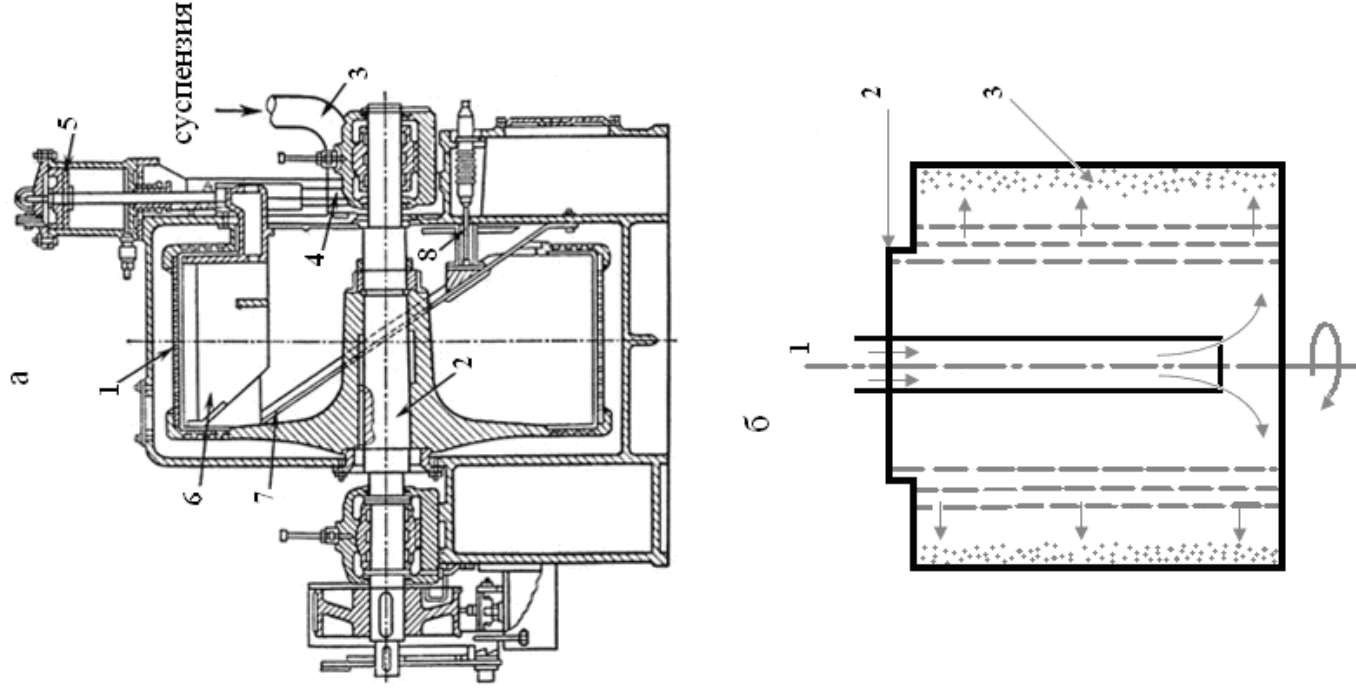


Рис. 13. Горизонтальная автоматическая фильтрующая центрифуга (а) и ротор (б) осветляющей центрифуги.

а – центрифуга: 1 – ротор; 2 – горизонтальный вал;  
3 – труба для подачи суспензии;

4 – клапан для периодической подачи суспензии; 5 – цилиндр для подъема и опускания ножа; 6 – нож для срезания слоя осадка; 7 – желоб для удаления осадка; 8 – вибратор.

б – ротор: 1 – подача суспензии; 2 – отвод фугата; 3 – осадок



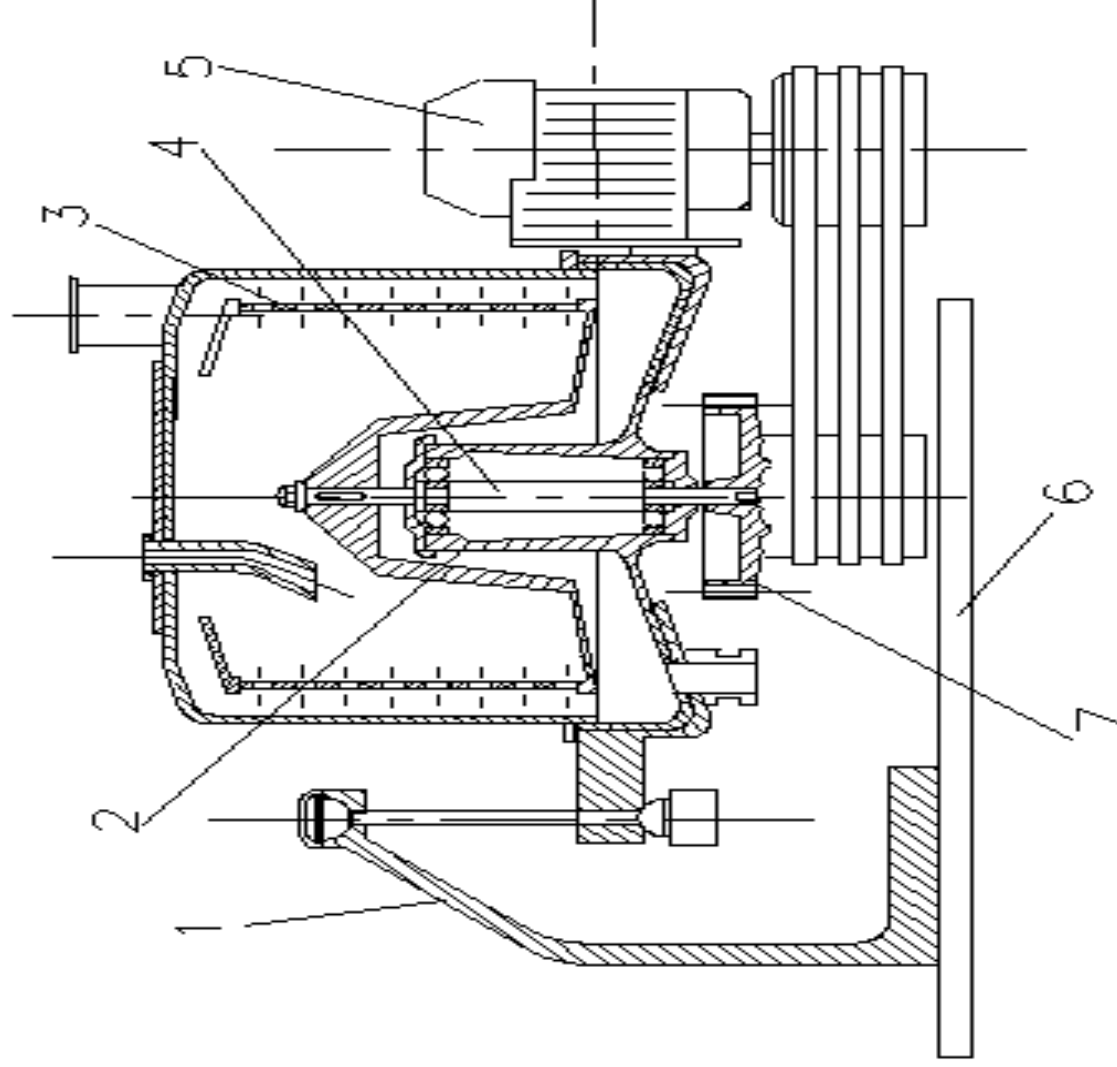


Рис. 14. Маятниковая центрифуга типа ФМБ (Б – через борт)

с верхней выгрузкой осадка:

- 1 – колонна; 2 – корпус привода; 3 – ротор; 4 – вал;
- 5 – электродвигатель; 6 – фундаментная плита; 7 – тормоз

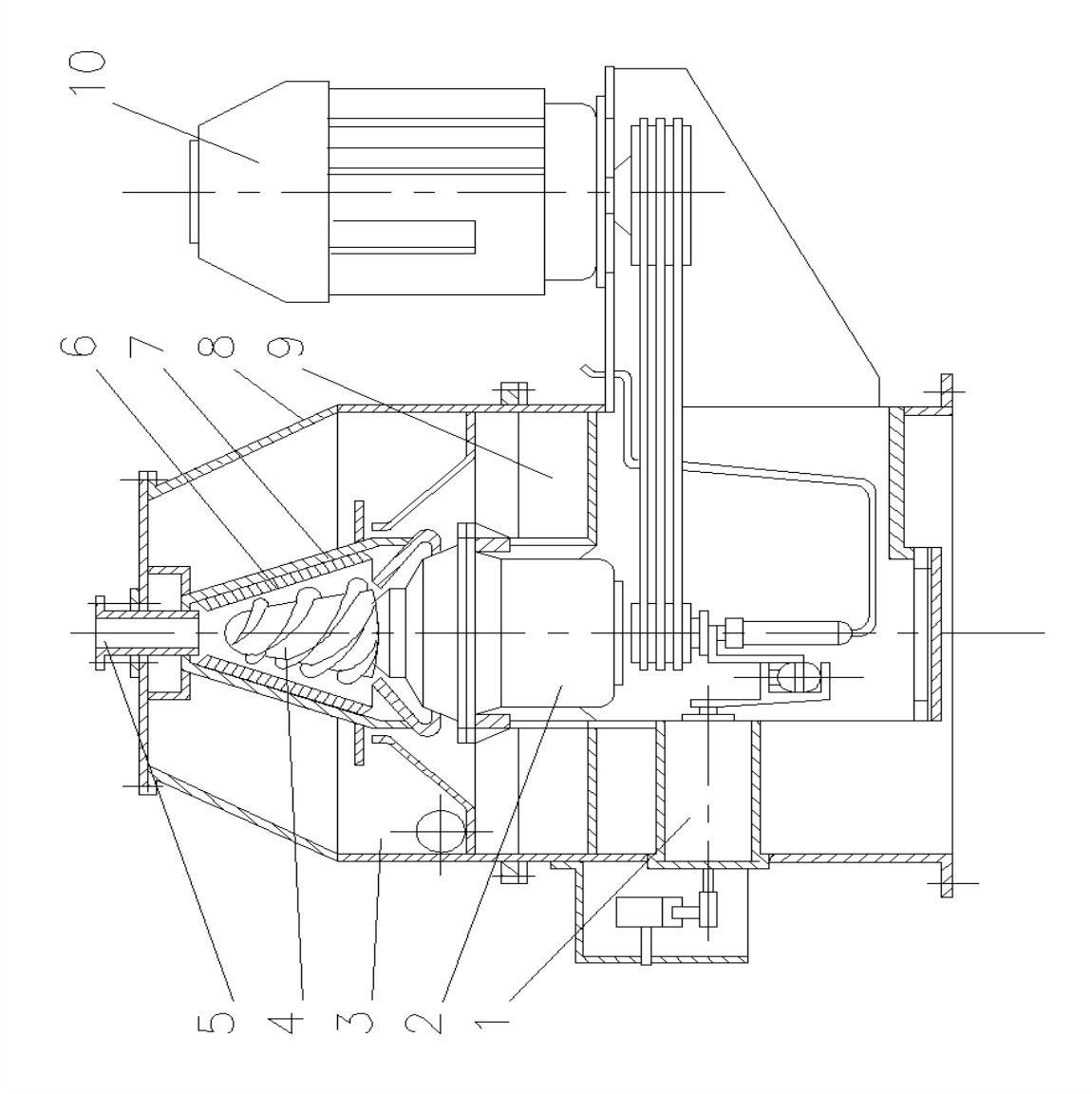


Рис. 15. Вертикальная центрифуга типа ФВШ:

- 1 – предохранительное устройство; 2 – редуктор;  
 3 – камера для фильтра; 4 – шнек;  
 5 – питающая труба; 6 – ротор; 7 – сито; 8 – кожух-станина;  
 9 – камера для осадка; 10 – электродвигатель

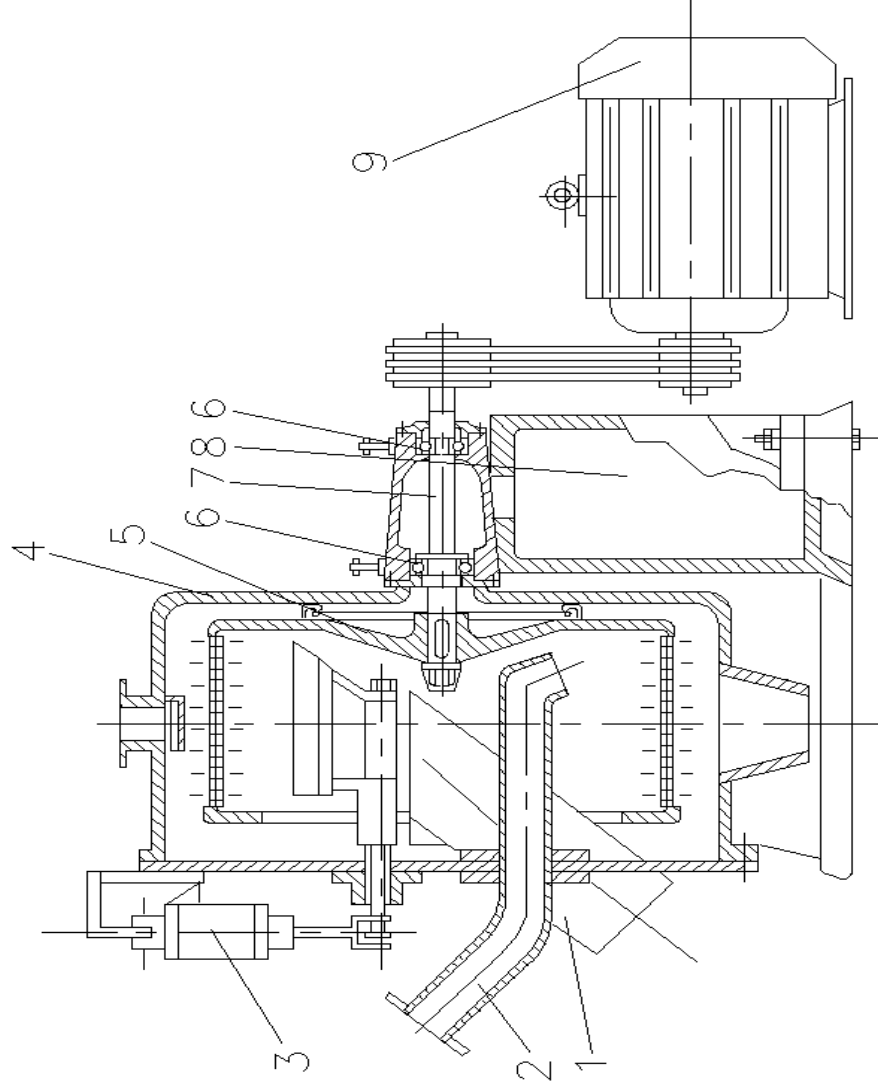


Рис. 16. Конструктивная схема центрифуги типа ФГН

с консольным ротором:

- 1 – разгрузочный бункер; 2 – питающая труба;
- 3 – механизм срезания осадка; 4 – кожух; 5 – ротор;
- 6 – опоры вала; 7 – вал; 8 – станина; 9 – электродвигатель

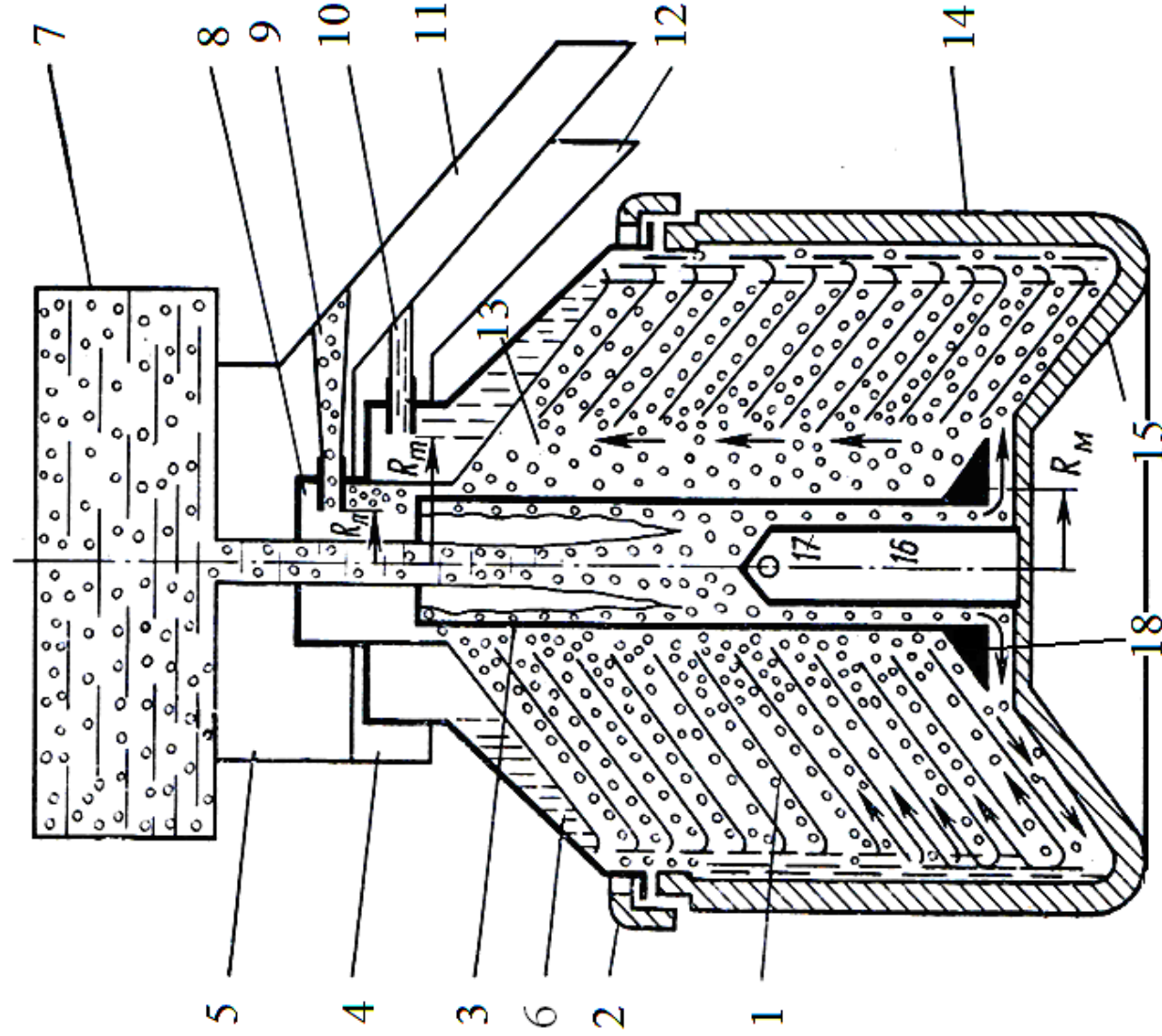


Рис. 17. Тарельчатый сепаратор в разрезе:

- 1 – тарелка; 2 – большое затяжное кольцо; 3 – центральная трубка;  
 4, 5 – сборники для продуктов разделения; 6 – пространство между наружной поверхностью тарелки и концевой крышкой;  
 7 – приемник для неоднородной смеси; 8 – неподвижная трубка;  
 9, 10 – отверстия (мундштуки) для отвода продуктов разделения;  
 11, 12 – отводные рожки; 13 – днище; 14 – вертикальные сквозные каналы;  
 15 – толстостенная трубка; 16 – толстостенная трубка;  
 17 – отверстие; 18 – тарелкодержатель

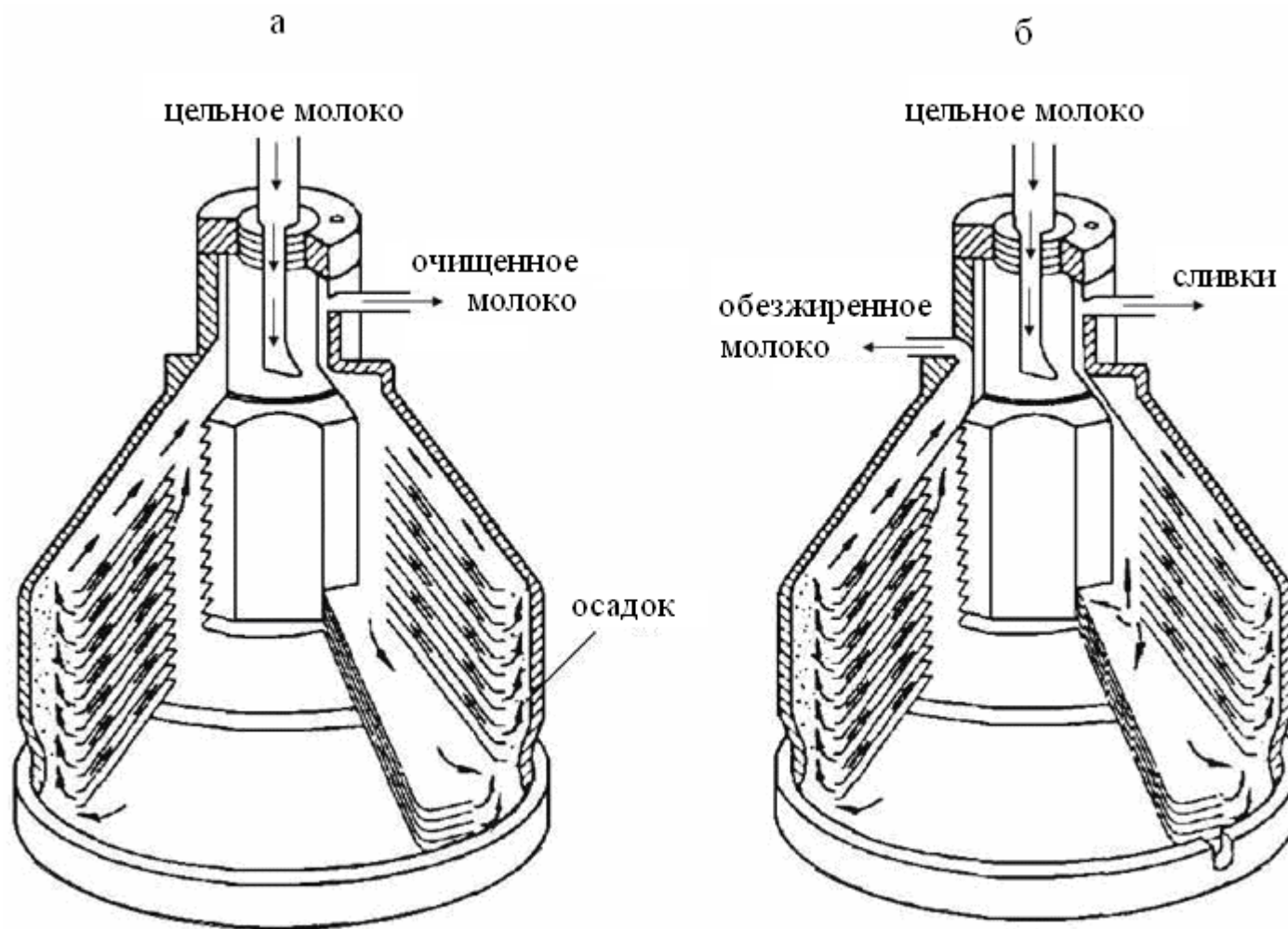


Рис. 18. Схема движения потоков в барабанах молокоочистителя (а) и сливоотделителя (б)

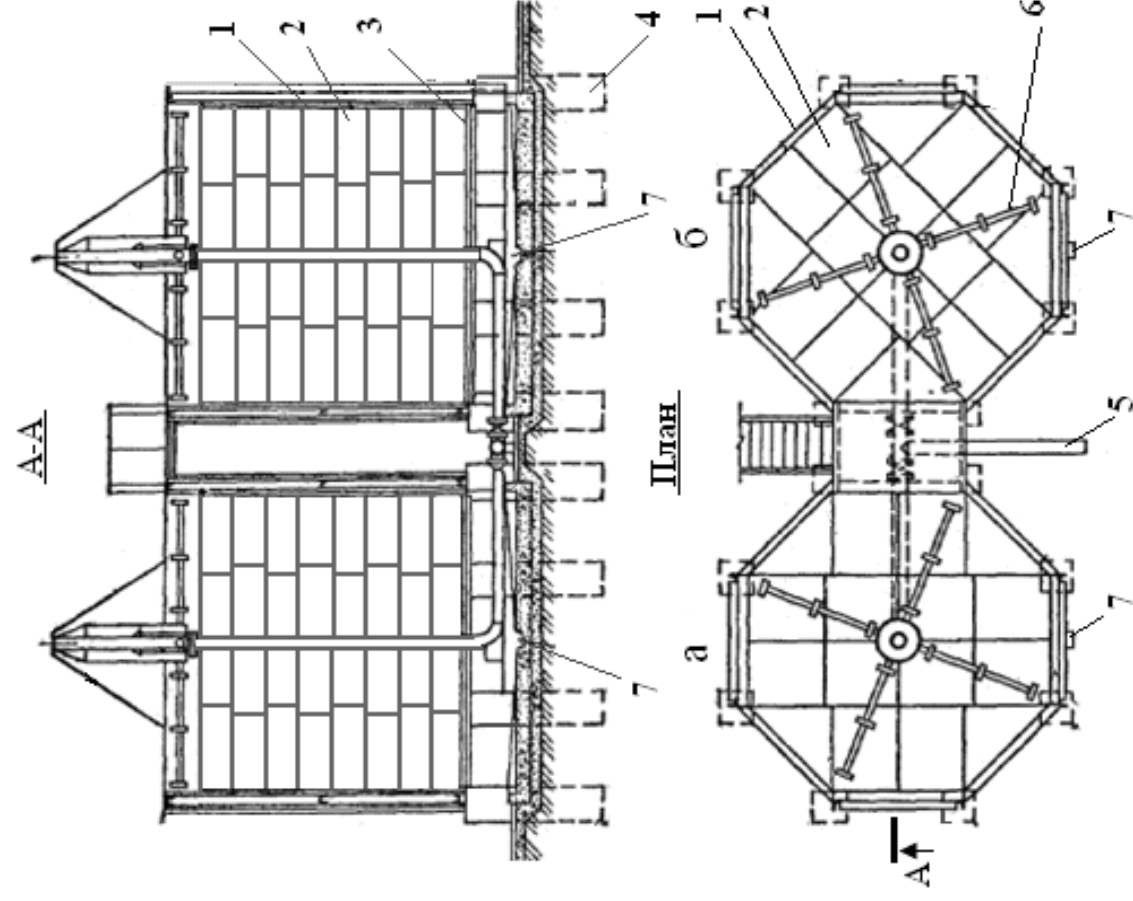


Рис. 19. Биофильтр производительностью 1400 м<sup>3</sup>/сут:

1 – корпус из стеклопластика; 2 – пластмассовая загрузка;

3 – решетка; 4 – бетонные столбовые опоры;

5 – подводный трубопровод; 6 – реактивный ороситель;

7 – отводящие лотки;

*a, б* – раскладки блоков в четных (*a*) и нечетных (*б*) рядах

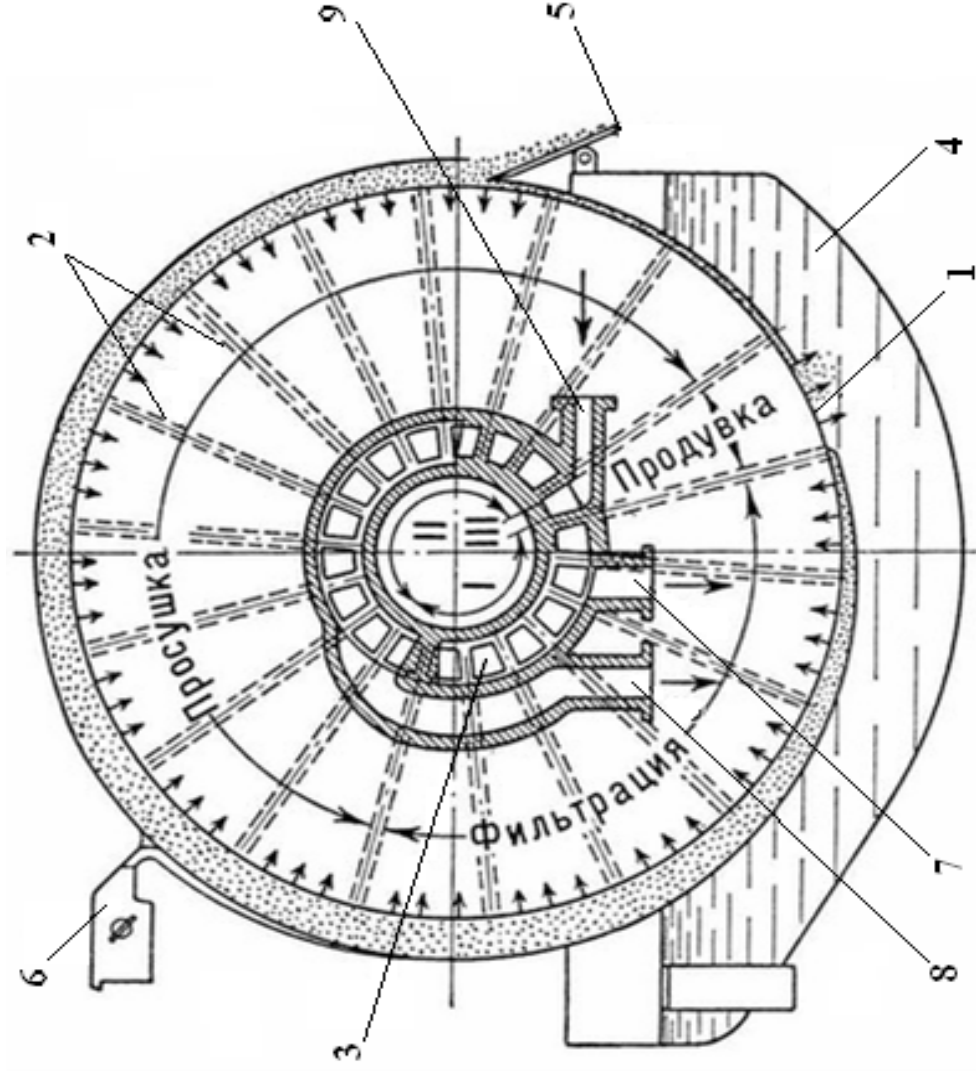


Рис. 20. Барабанный вакуум-фильтр непрерывного действия:

1 – барабан; 2 – перегородки;

3 – распределительная головка (золотниковый механизм);

4 – корыто с суспезией; 5 – нож для срезания осадка;

6 – распределитель воды для промывания осадка;

7, 8 – штуцеры для откачки фильтрата (7) и промывной воды (8);

9 – штуцер для подачи сжатого воздуха

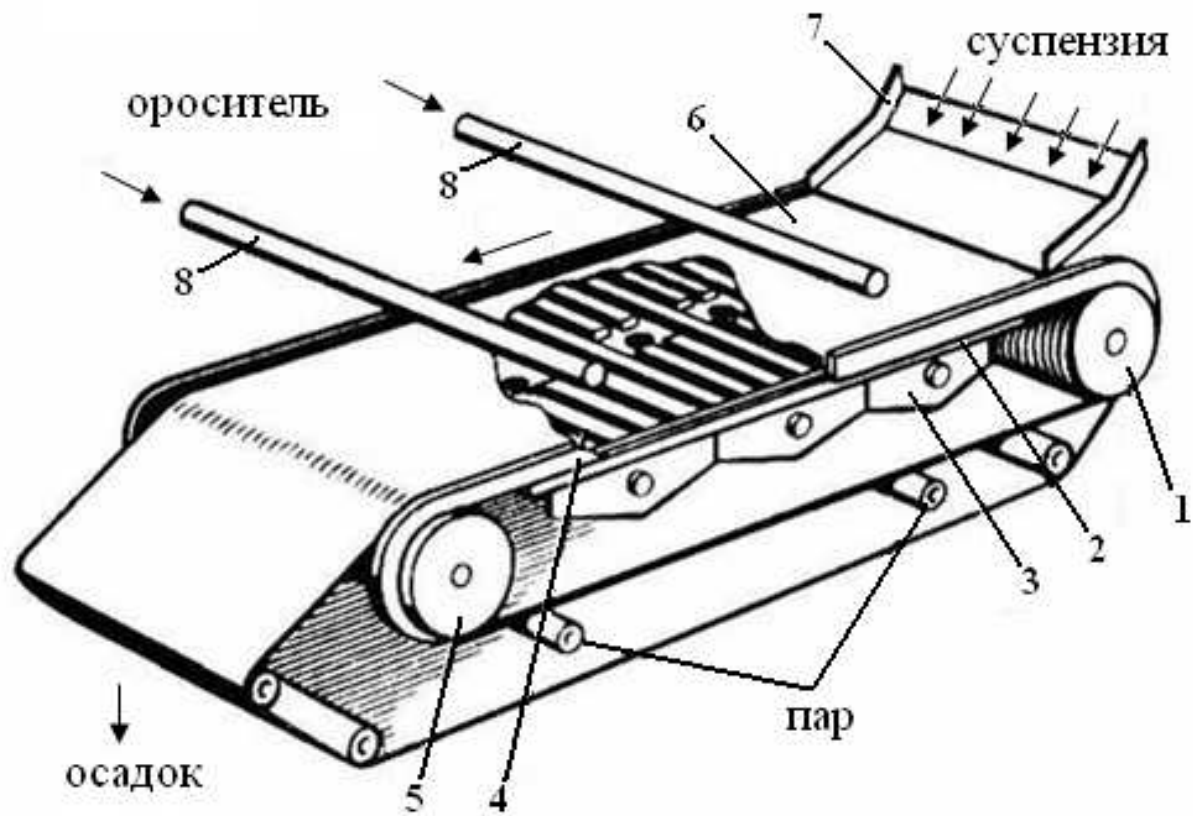


Рис. 21. Ленточный фильтр:

1 – натяжной барабан; 2 – стол; 3 – вакуум-камеры; 4 – резиновая лента; 5 – приводной барабан;  
 6 – полотно (фильтровальная перегородка); 7 – лоток для подачи суспензии; 8 – оросительные трубки



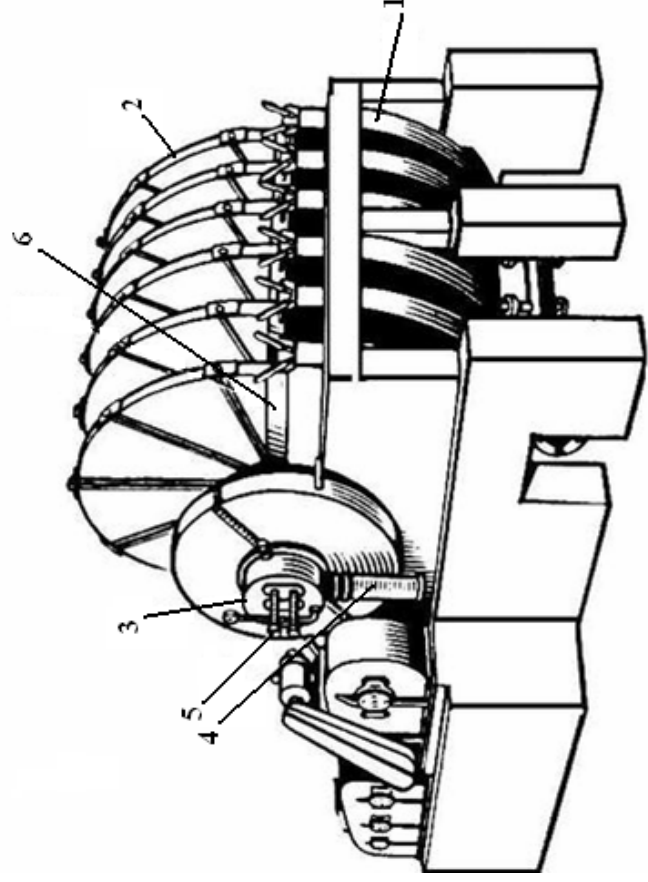


Рис. 22. Дискový фильтр:

1 – секции; 2 – фильтрующие элементы-диски;  
3 – распределительное устройство;

4 – трубопровод для соединения с источником вакуума и удаления фильтрата;  
5 – трубопроводы для подачи сжатого воздуха; 6 – ножи для съема осадка

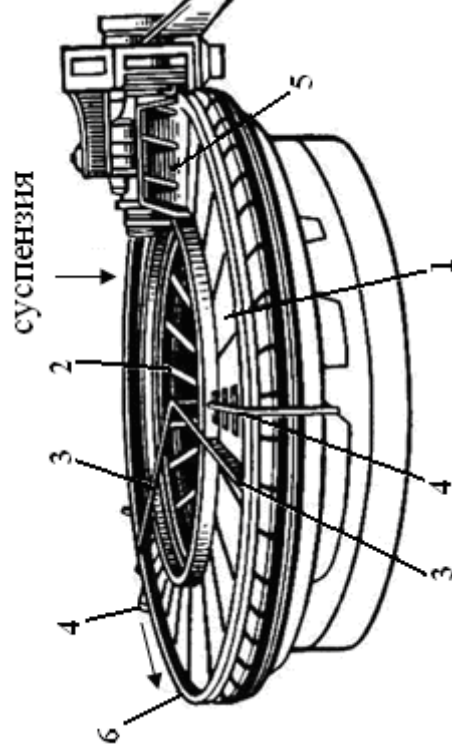


Рис. 23. Тарельчатый фильтр:

1 – фильтровальная ячейка; 2 – соединительная трубка;

3 – устройство для устранения трещин в осадке;

4 – устройство для распределения промывной жидкости;

5 – устройство для удаления осадка; 6 – борт

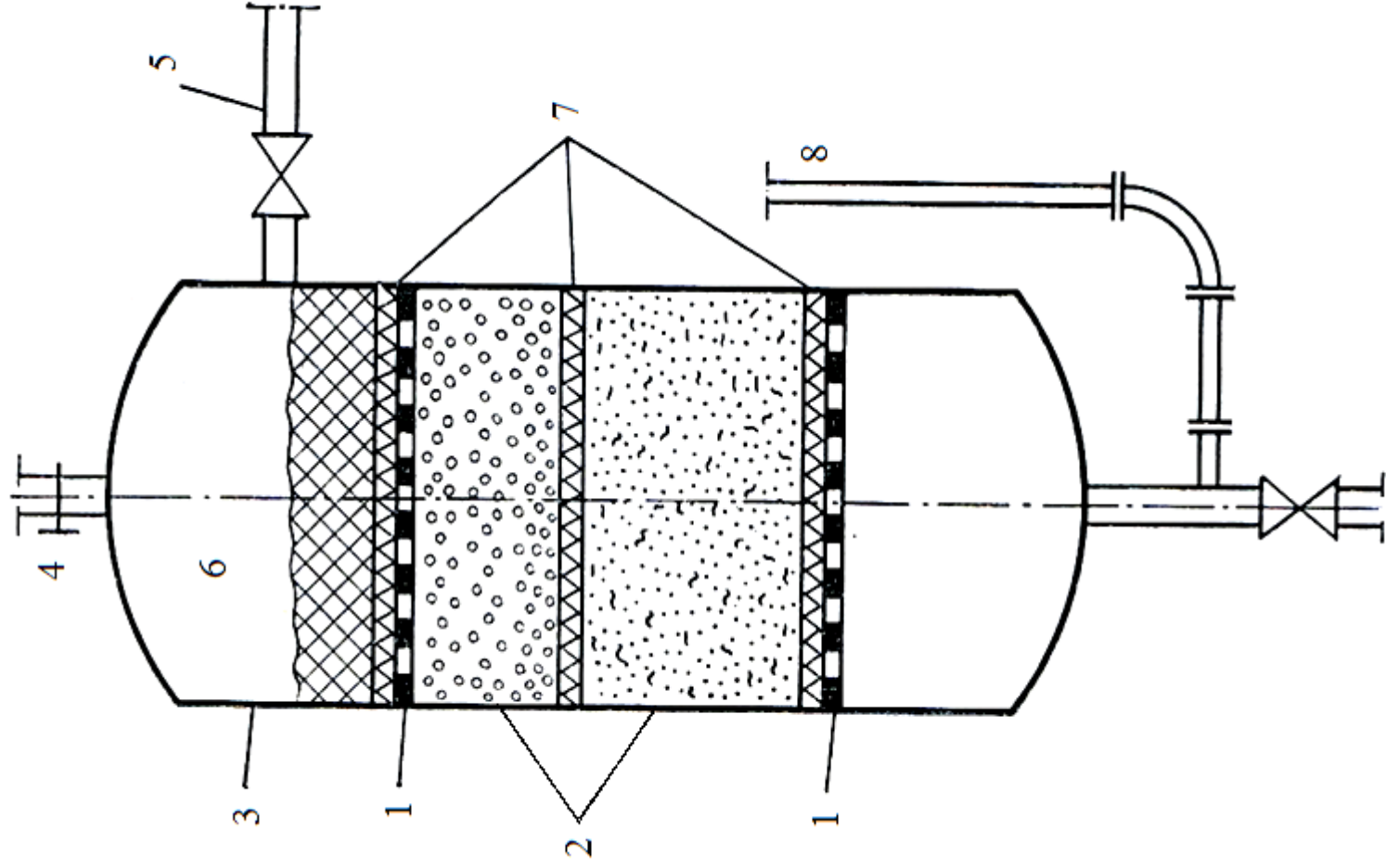


Рис. 24. Песочный фильтр:

- 1 – ситчатые диски; 2 – слой песка; 3 – корпус; 4 – воздушный кран;
- 5 – труба для подвода суспензии; 6 – отсек со слоем ваты;
- 7 – фильтровальная ткань; 8 – труба для отвода фильтрата

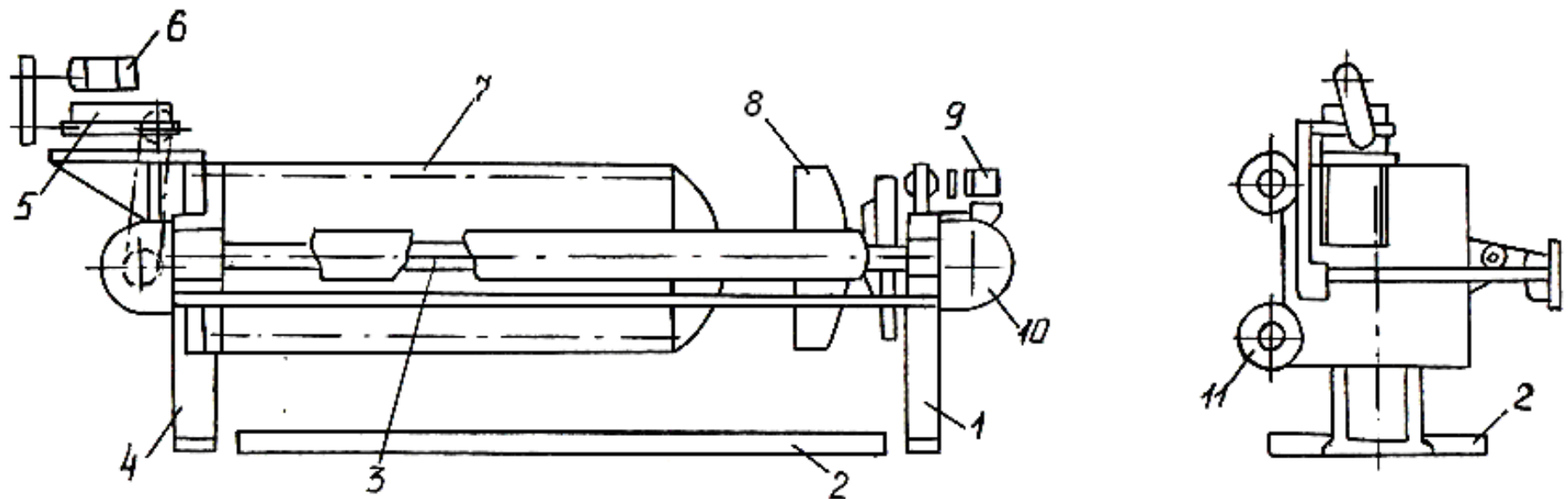


Рис. 25. Рамный фильтр-пресс:

- 1 – передняя стойка; 2 – поддон; 3 – балкон; 4 – упорная стойка; 5 – рамы; 6, 9 – двигатели;  
 7 – пустотельная рама; 8 – зажимная плита; 10 – зажимный механизм; 11 – коллектор

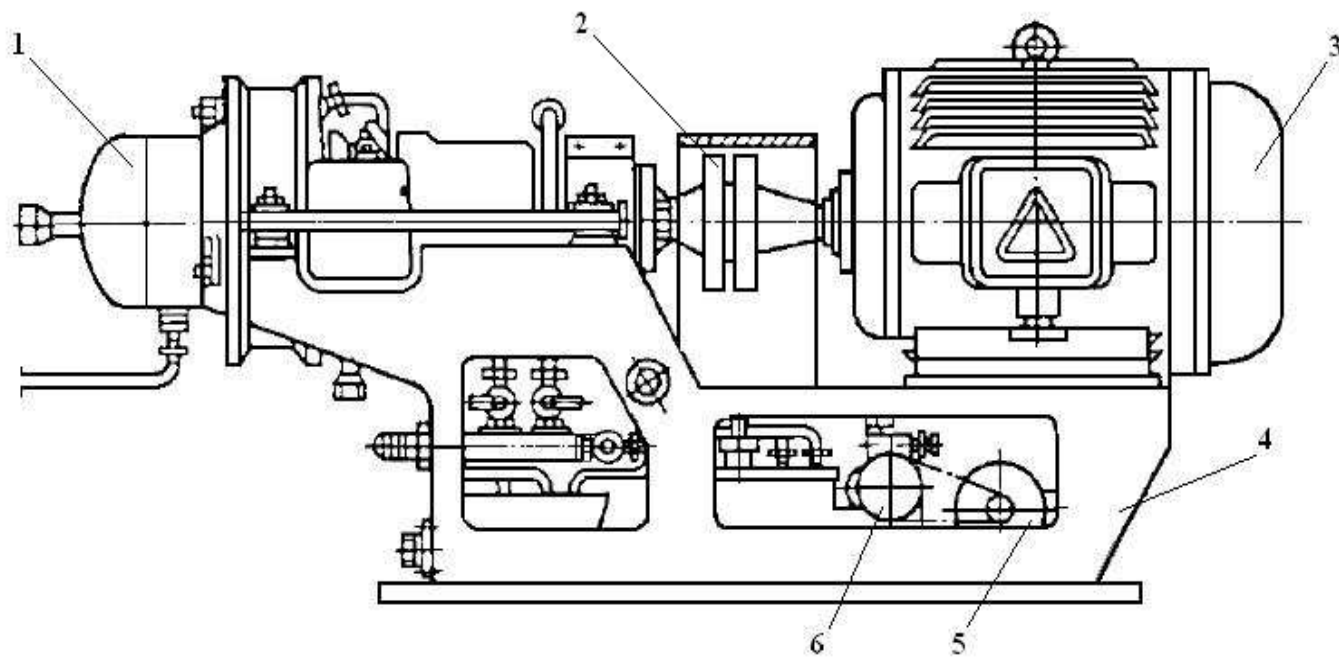


Рис. 26. Дискový гомогенизатор ЛТ-2:

1 – гомогенизирующая головка; 2 – муфта; 3 – электродвигатель;

4 – станина; 5 – двигатель; 6 – насос

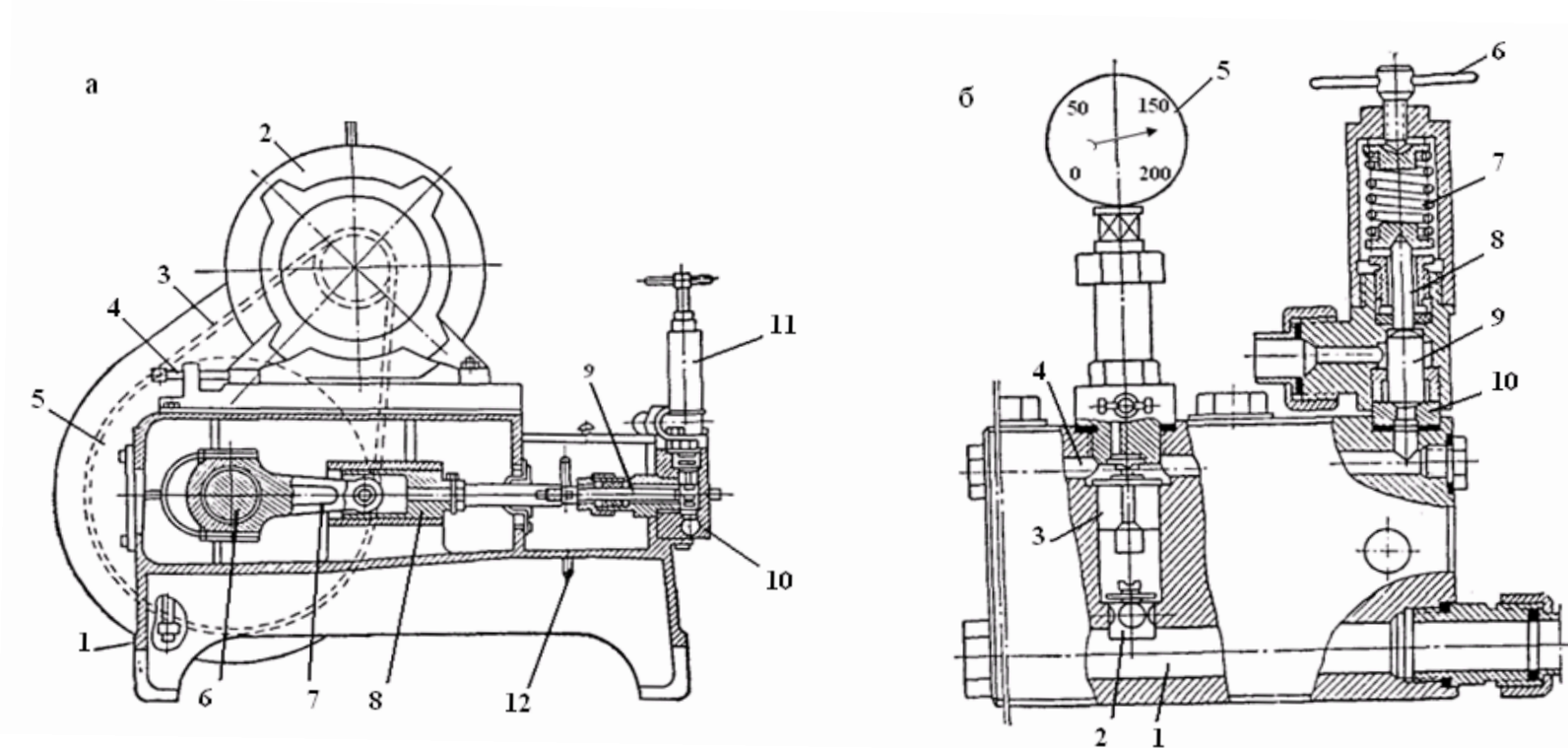


Рис. 27. Гомогенизатор ОГБ-М.

*a* – общий вид: 1 – станина; 2 – электродвигатель; 3 – ремень; 4 – натяжной винт; 5 – шкив;

*б* – коленчатый вал; 7 – гомогенизирующая головка; 8 – ползун; 9 – плунжер; 10 – манометрическая головка;

11 – регулировочный винт; 12 – смывное приспособление;

*б* – разрез блока цилиндров и гомогенизирующей головки:

1 – всасывающий канал; 2 – всасывающий клапан; 3 – нагнетательный клапан; 4 – нагнетательный канал;

5 – манометр; 6 – винт; 7 – пружина; 8 – стержень; 9 – клапан; 10 – седло

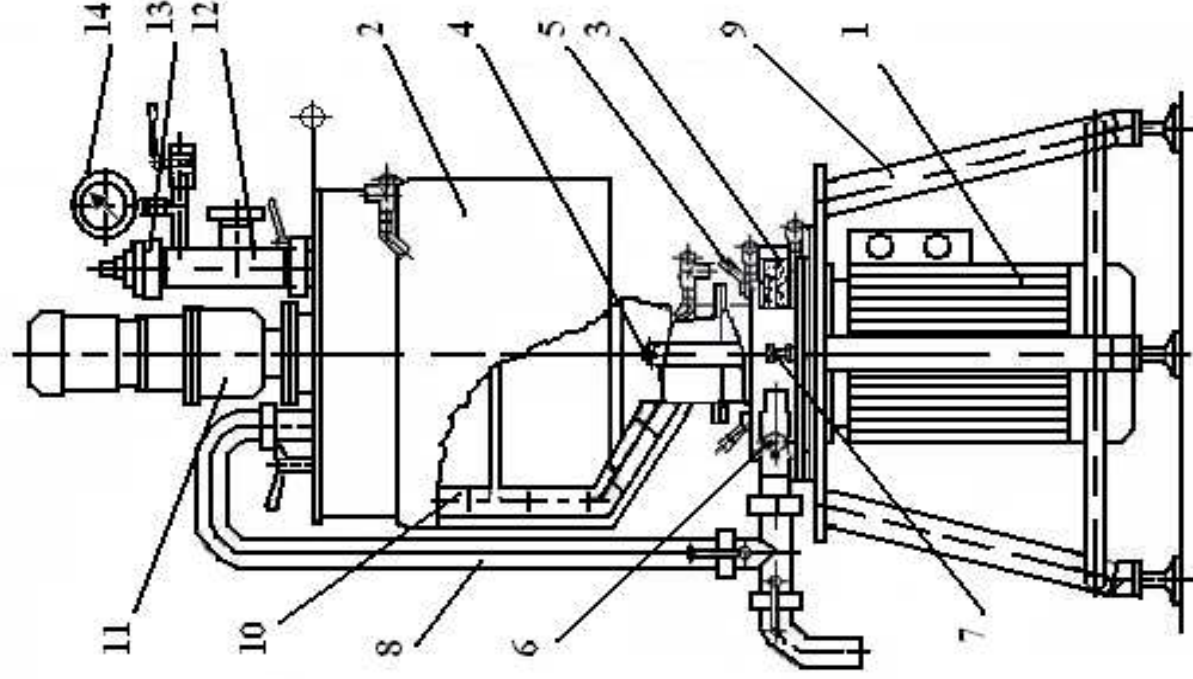


Рис. 28. Вакуумный миксер-гомогенизатор:

- 1 – привод; 2 – емкость с теплообменной рубашкой;
- 3 – роторное устройство; 4 – дополнительные насадки;
- 5 – вентиль системы впрыска газа;
- 6 – термомпара; 7 – устройство для регулировки зазора;
- 8 – линия рециркуляции продукта с трехходовым краном;
- 9 – рама; 10 – рамная мешалка со скребком;
- 11 – привод для мешалки; 12 – камера вакуумирования;
- 13 – предохранительный клапан; 14 – манометр

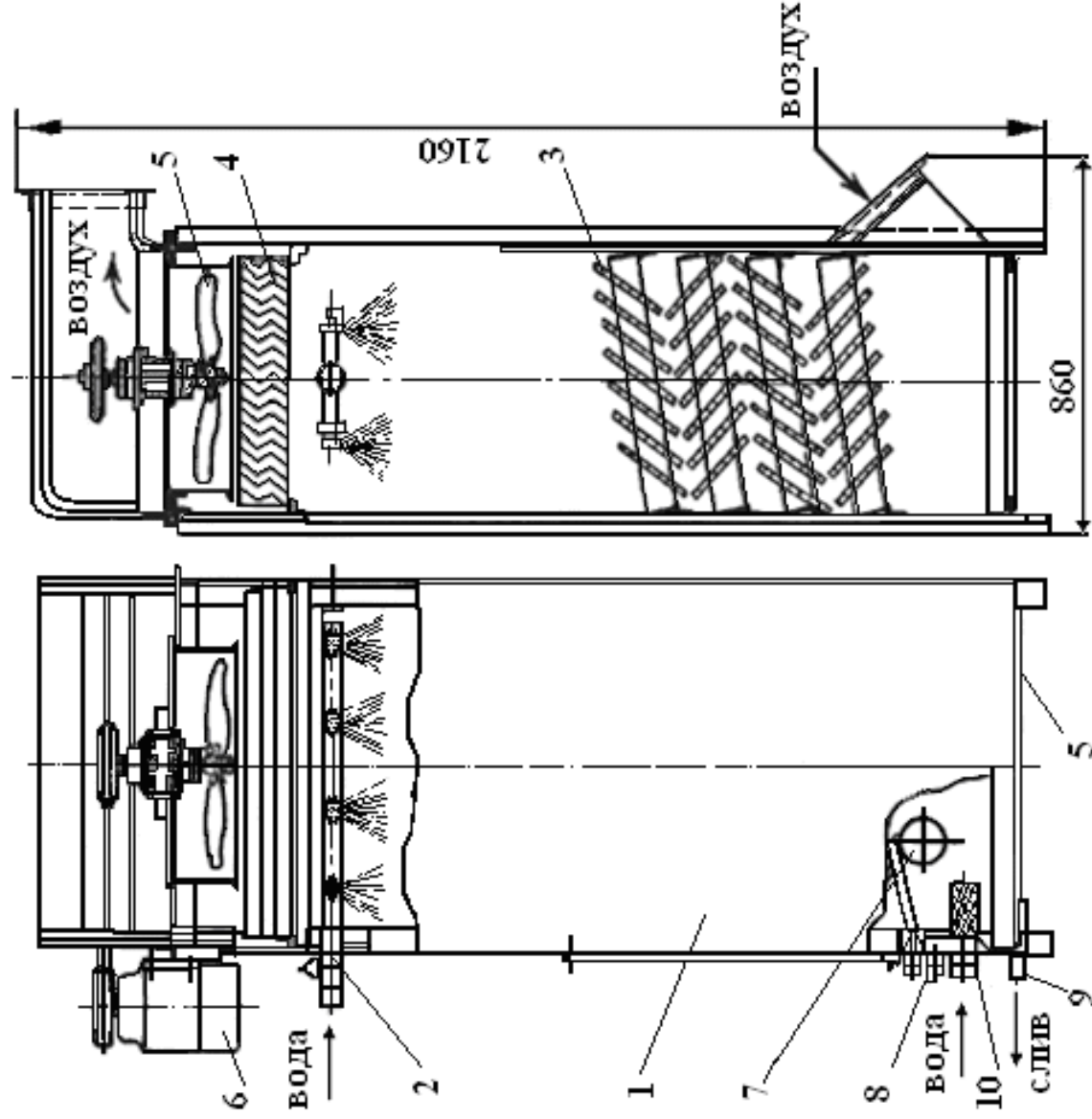


Рис. 29. Градирня для малых холодильных установок:

- 1 – корпус; 2 – водораспределительное устройство;
- 3 – орошаемая поверхность; 4 – каплеуловитель; 5 – вентилятор;
- 6 – электродвигатель; 7 – поплавковый клапан;
- 8 – штуцер для перелива воды; 9 – штуцер для слива воды; 10 – фильтр

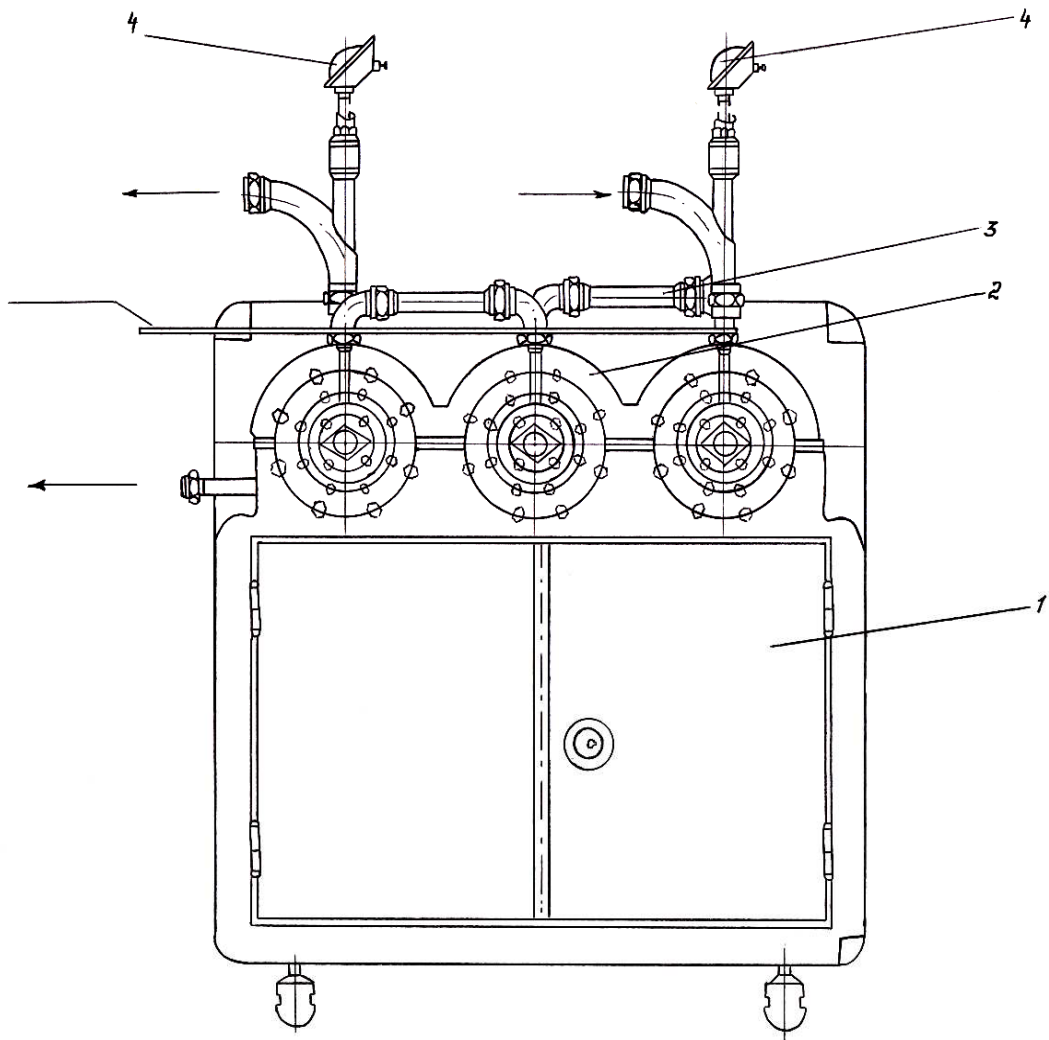


Рис. 30. Переохладитель:

1 – станина с приводом;

2 – блок с цилиндром;

3 – трубопроводы;

4 – смотровые окна



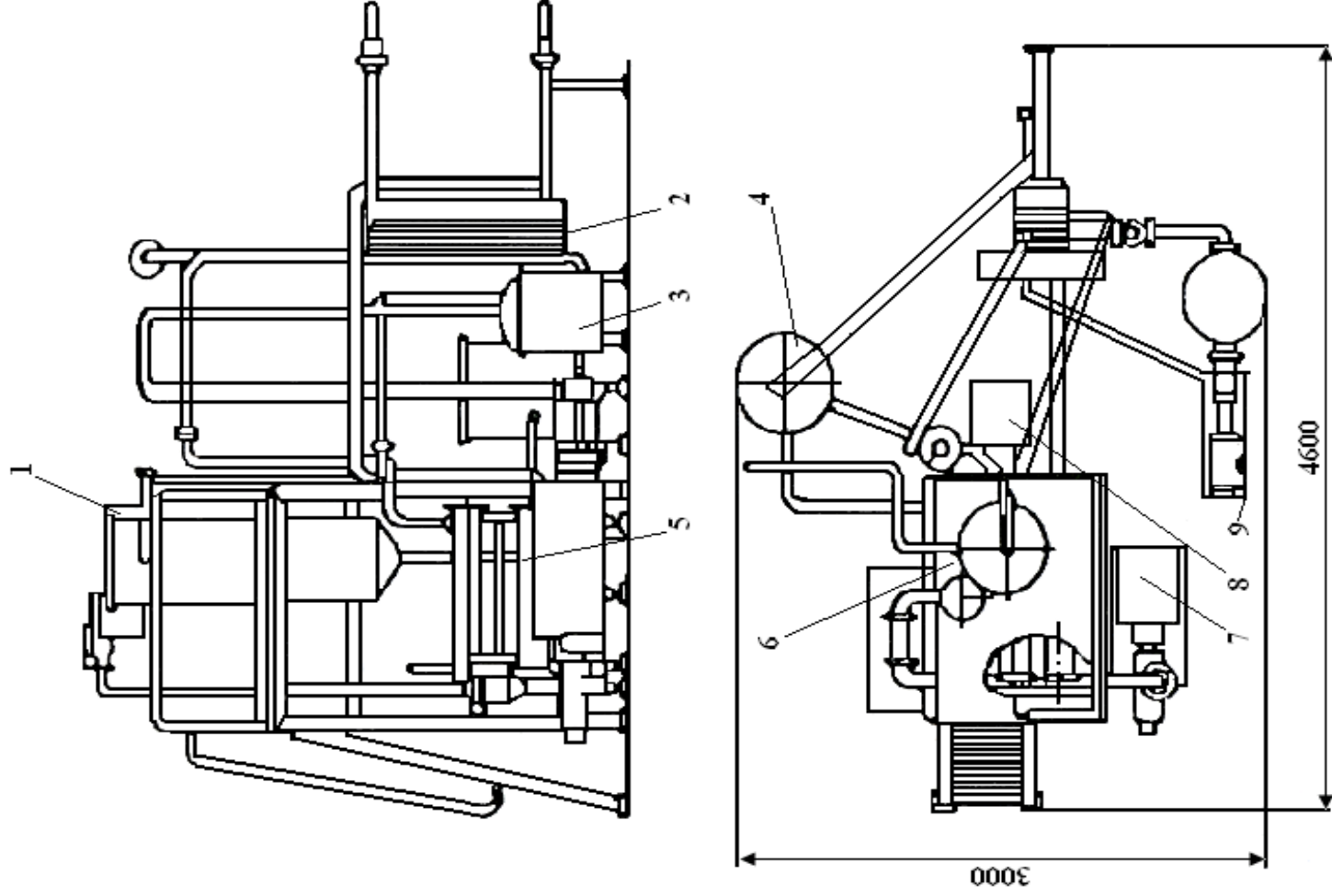


Рис. 31. Деаэрагор-пастеризатор:

- 1 – дозатор; 2 – пластинчатый аппарат; 3 – бойлер; 4 – уравнительный бак;  
 5 – выдерживатель; 6 – площадка; 7 – вакуум-насос;  
 8, 9 – насосы для сока (8) и горячей воды (9)

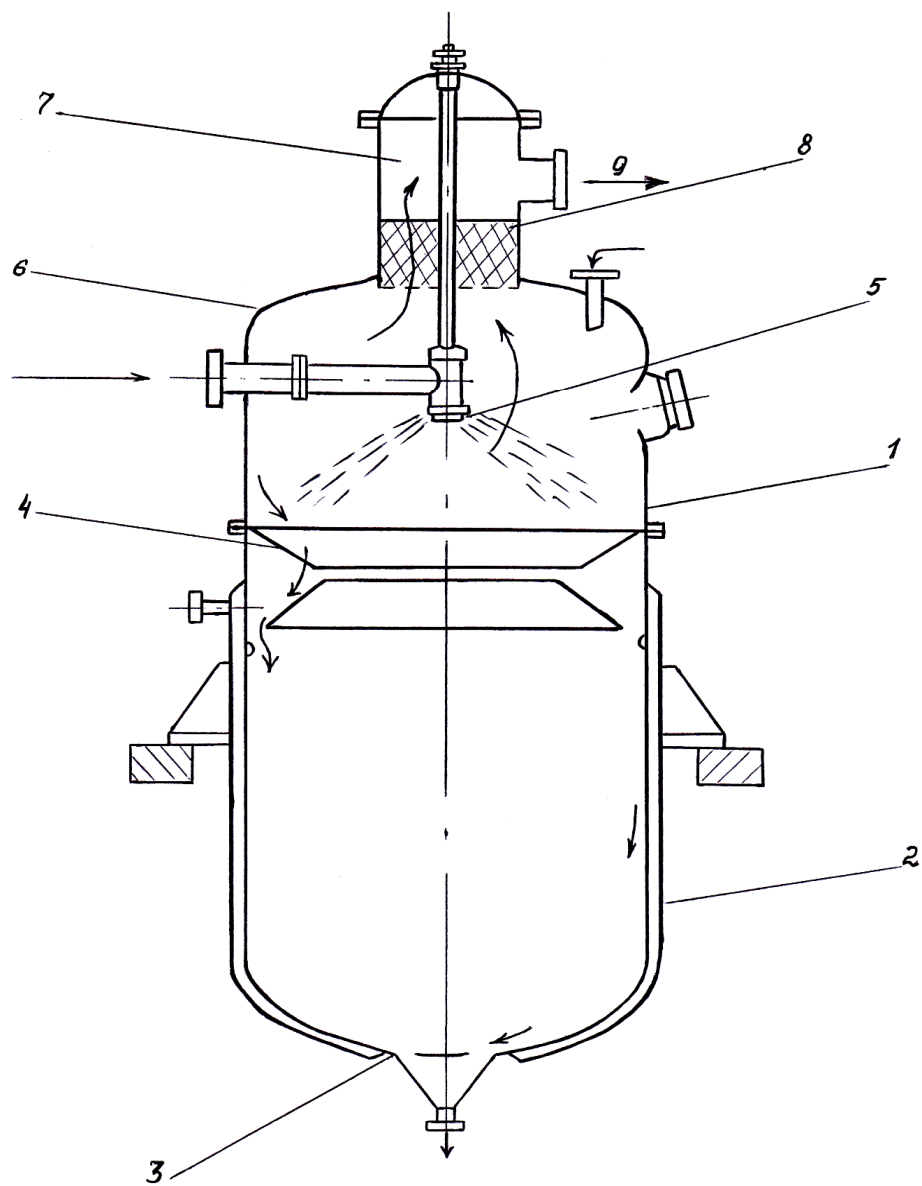


Рис. 32. Деаэратор в разрезе:

- 1 – корпус; 2 – паровая рубашка; 3 – днище;
- 4 – воронки; 5 – форсунки; 6 – крышка;
- 7 – сухопарник; 8 – керамические кольца;
- 9 – выходной штуцер

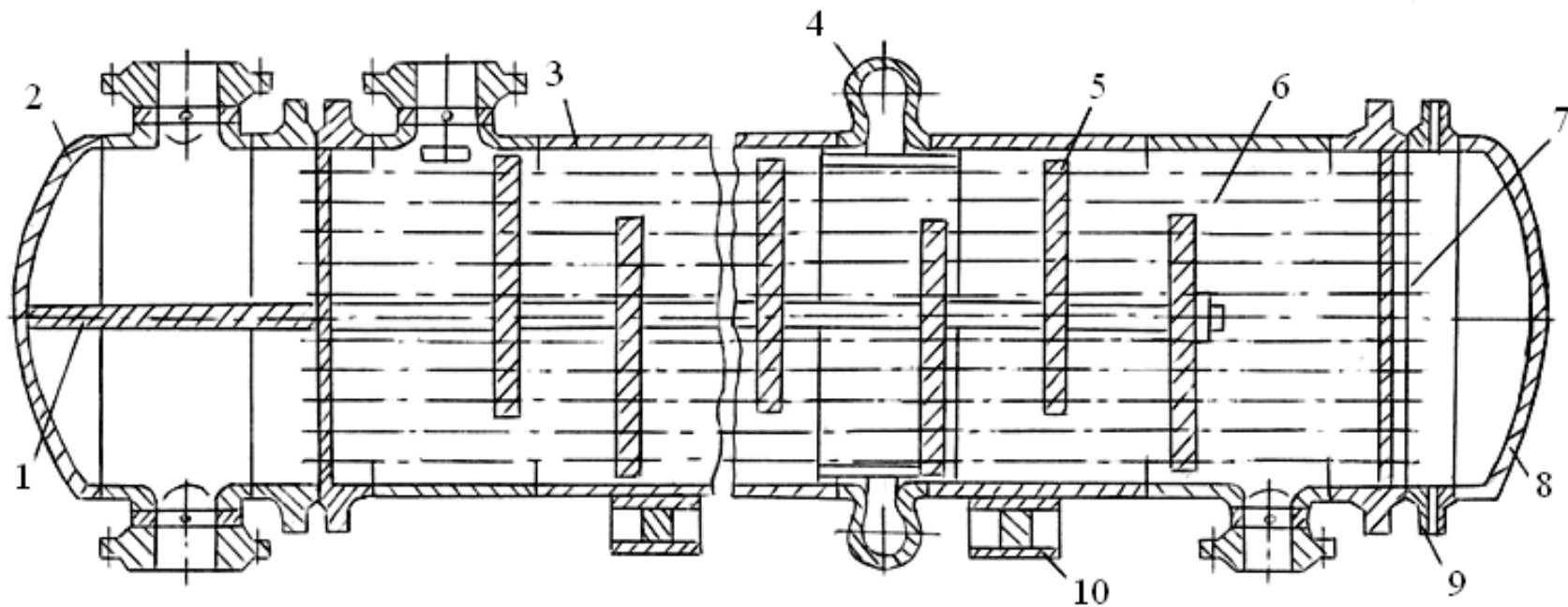


Рис. 33. Горизонтальный кожухотрубный теплообменник с температурным компенсатором:  
1 – продольные перегородки; 2 – распределительная камера; 3 – корпус; 4 – линзовый компрессор;  
5 – поперечные перегородки; 6 – теплообменные трубки; 7 – трубные решетки; 8 – крышка;  
9 – фланцевые соединения; 10 – опоры

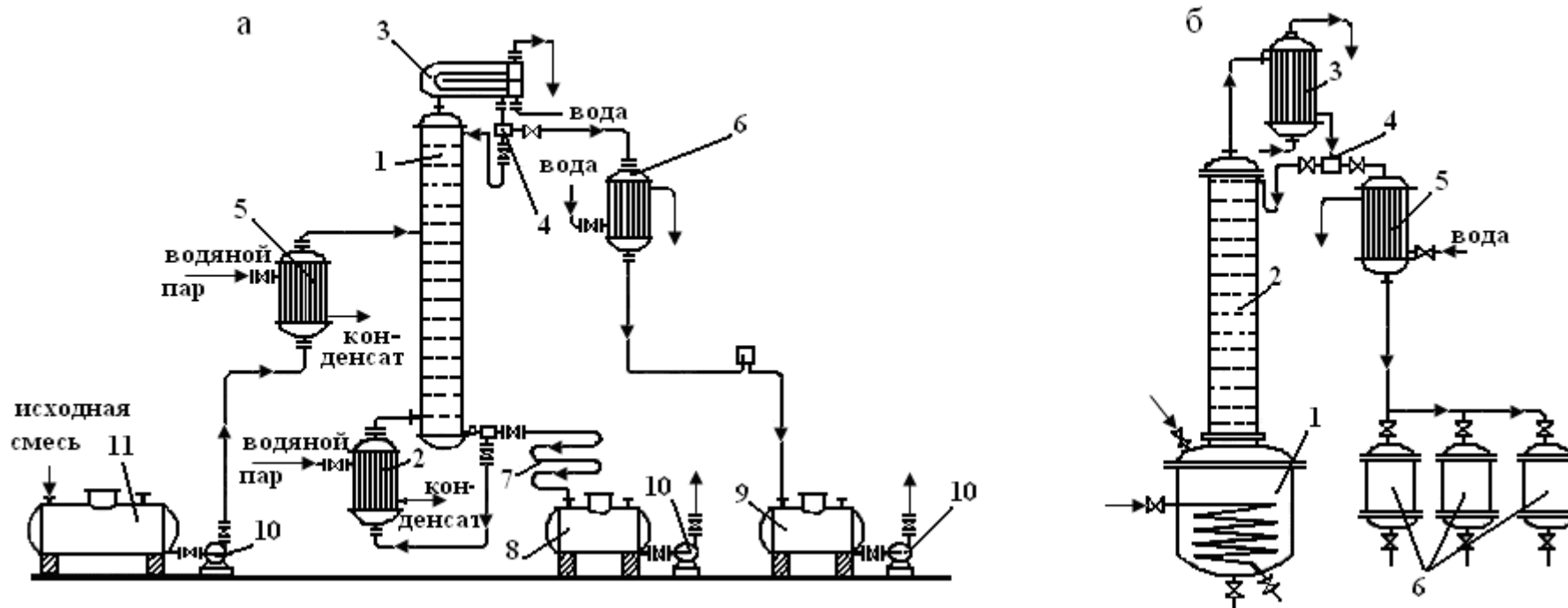


Рис. 34. Ректификационные установки непрерывного (а) и периодического действия (б).

Установка а: 1 – ректификационная колонна; 2 – кипятильник; 3 – дефлегматор;  
 4 – делитель флегмы; 5 – вертикальный подогреватель; 6, 7 – холодильники дистиллята (6)  
 и остатка (7); 8, 9, 11 – сборники; 10 – насосы.

Установка б: 1 – куб; 2 – ректификационная колонна; 3 – дефлегматор;  
 4 – делитель флегмы; 5 – холодильник; 6 – сборники дистиллята

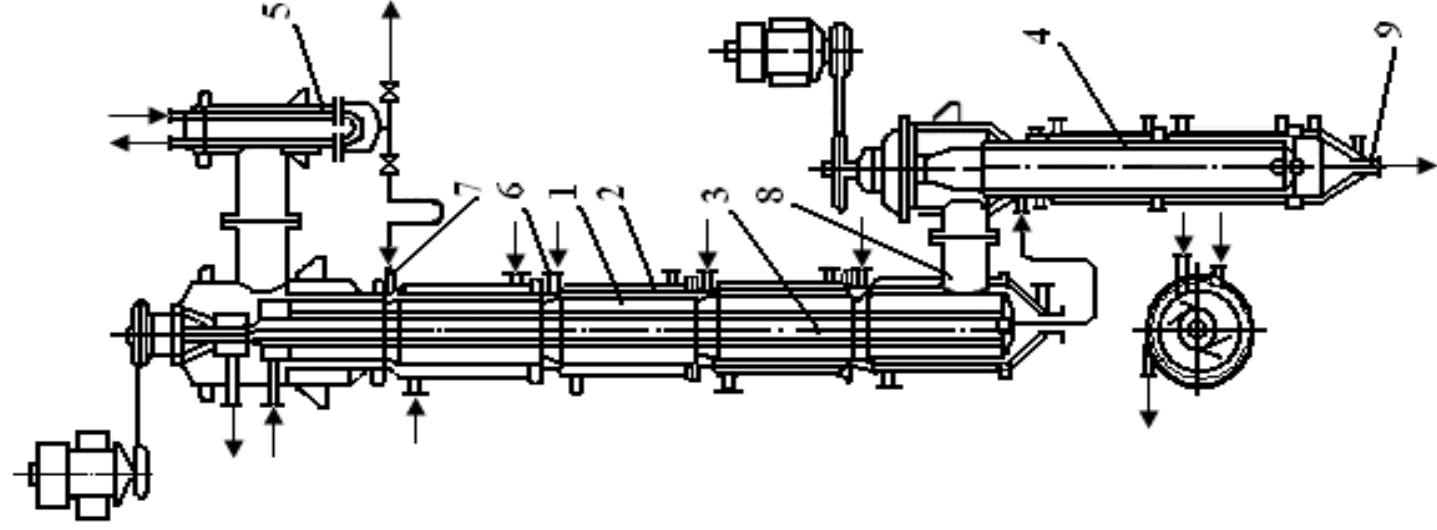


Рис. 35. Роторно-плочный ректификационный аппарат:

1 – колонна; 2 – рубашка для обогрева; 3 – ротор; 4 – роторный испаритель;

5 – конденсатор-дефлегматор; 6 – штуцер для ввода исходной смеси;

7, 8, 9 – штуцеры для ввода флегмы (7), пара (8) и вывода остатка (9)

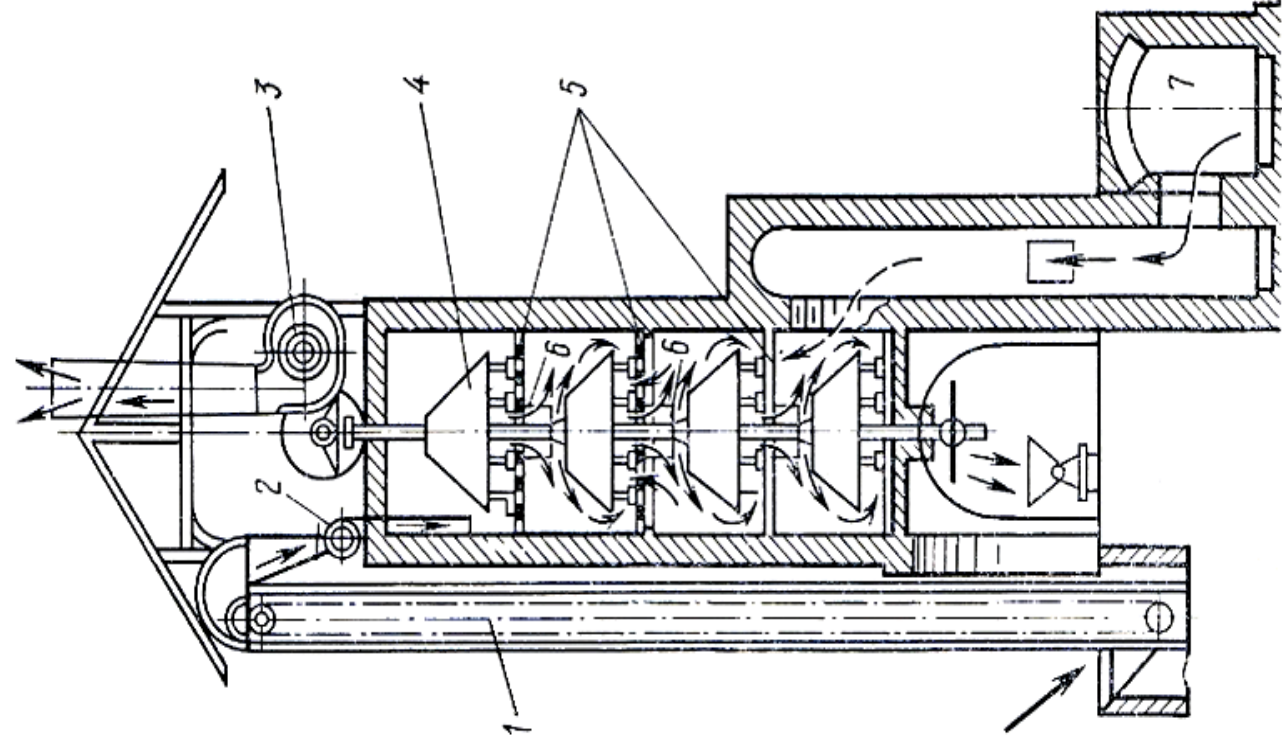


Рис. 36. Шахтная сушилка:

- 1 – элеватор; 2 – загрузочный питатель;
- 3 – вентилятор; 4 – вращающиеся конусы;
- 5 – решетка; 6 – распределительные устройства; 7 – газоход

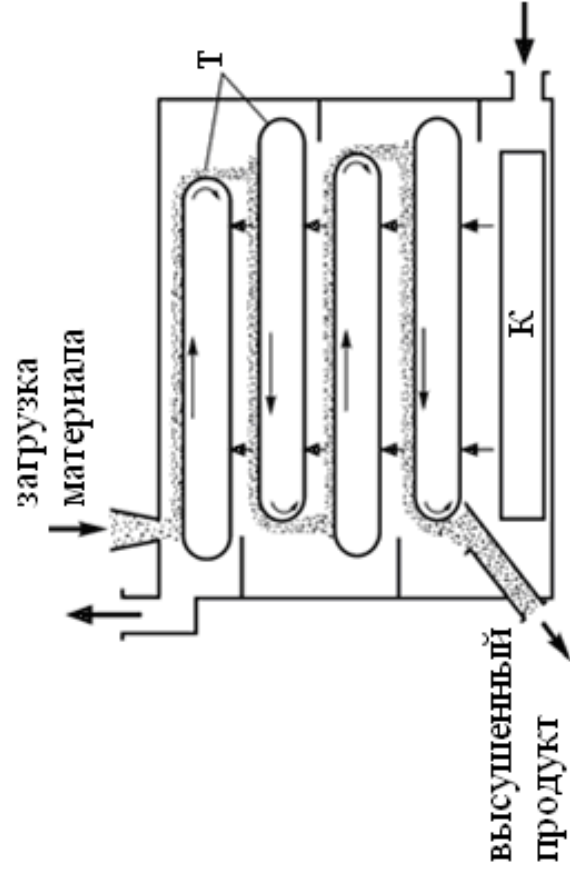


Рис. 37. Ленточная сушилка:

Т – перфорированные транспортные ленты; К – калорифер

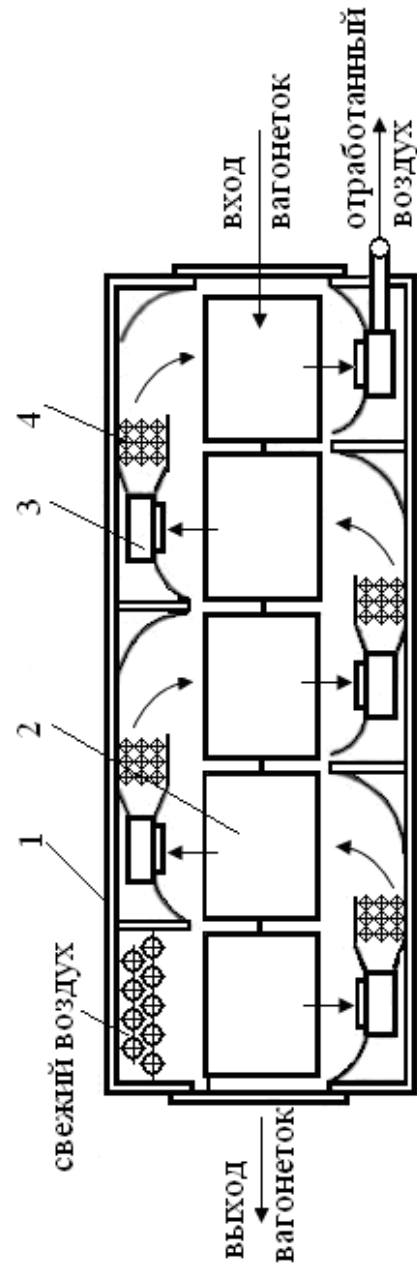


Рис. 38. Туннельная сушилка:

1 – камера (коридор); 2 – вагонетки; 3 – вентиляторы; 4 – калориферы

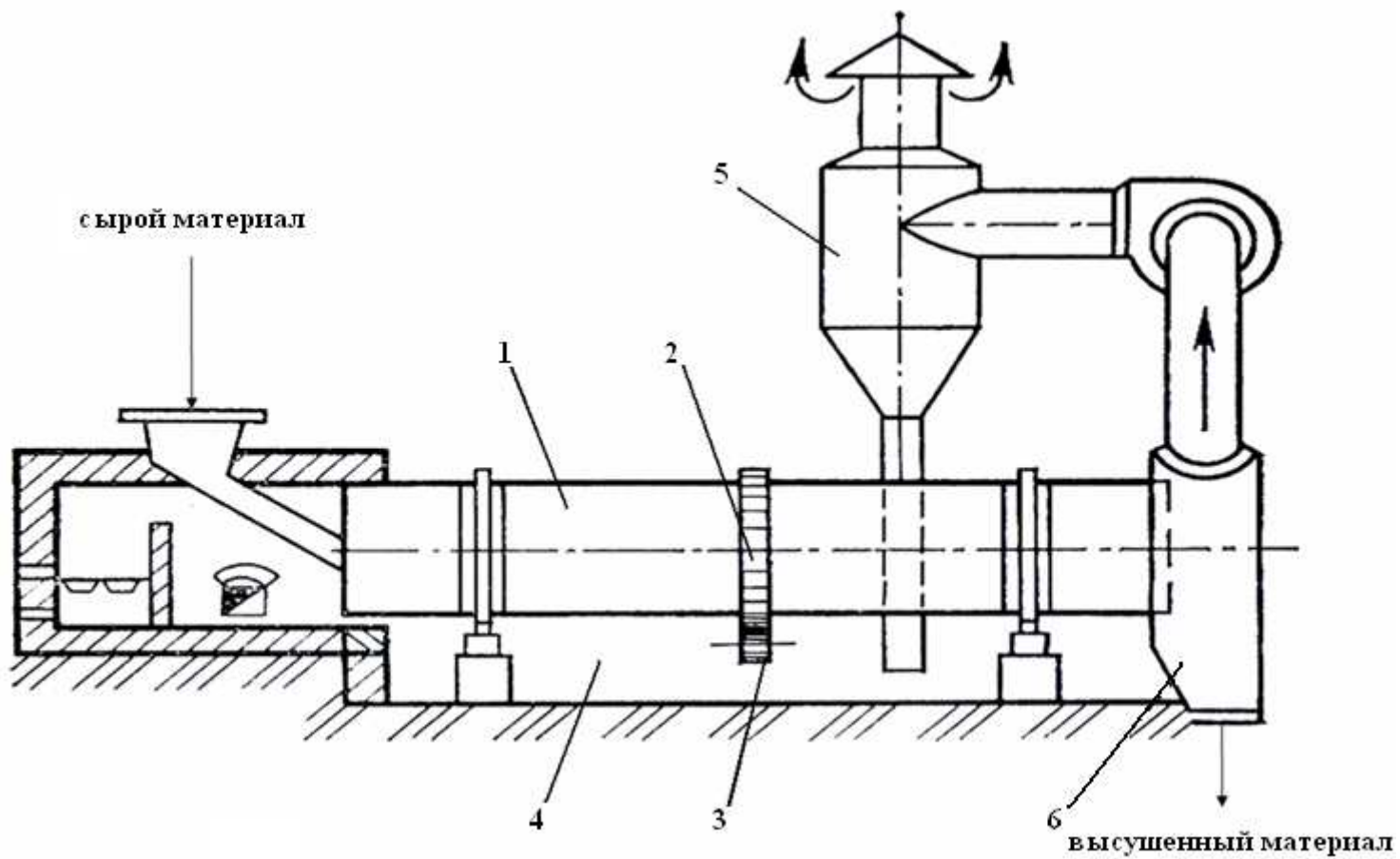


Рис. 39. Принципиальная схема барабанной сушилки:

- 1 – барабан; 2 – зубчатый венец; 3 – зубчатое колесо; 4 – опоры;
- 5 – циклон; 6 – штуцер для выгрузки высушенного материала



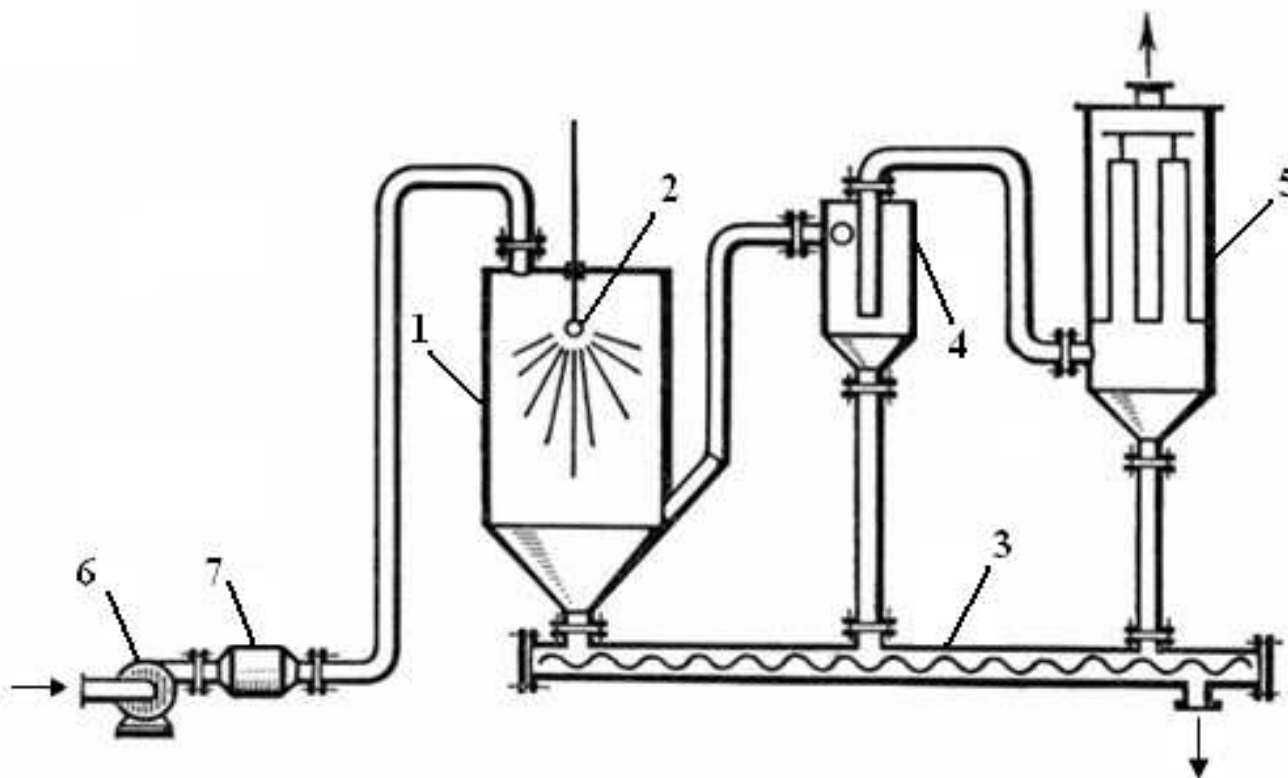


Рис. 40. Распылительная сушилка:

- 1 – камера сушки; 2 – форсунка; 3 – шнек для выгрузки высушенного материала;  
 4 – циклон; 5 – рукавный фильтр; 6 – вентилятор; 7 – калорифер

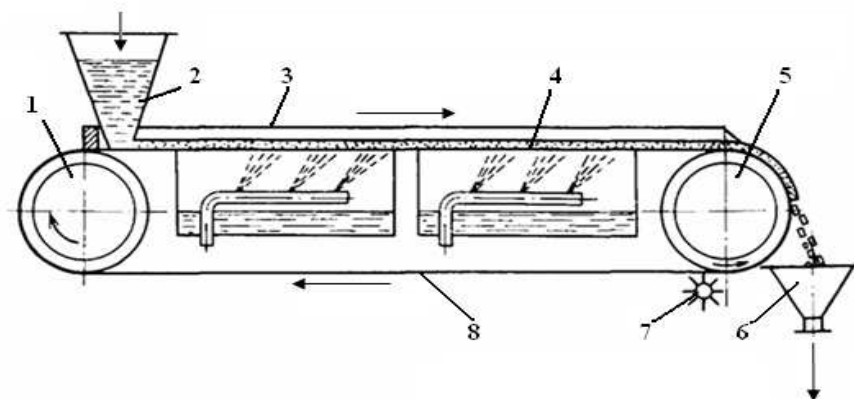


Рис. 41. Ленточный кристаллизатор непрерывного действия:

1, 5 – барабаны; 2 – бункер; 3 – бортик; 4 – отверждаемый слой; 6 – приемный бункер; 7 – щетки; 8 – лента

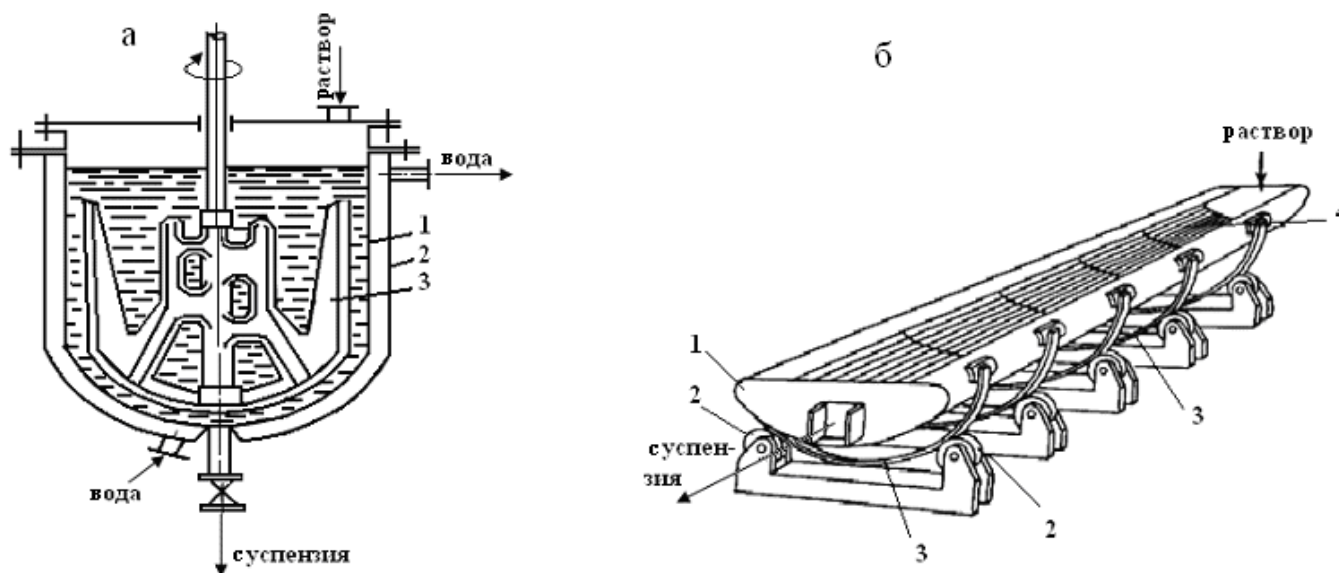


Рис. 42. Кристаллизаторы периодического действия с мешалкой (а) и испарительным охлаждением (б):

а) 1 – корпус; 2 – рубашка; 3 – мешалка; б) 1 – корыто; 2 – опорные ролики; 3 – бандажи; 4 – перегородки

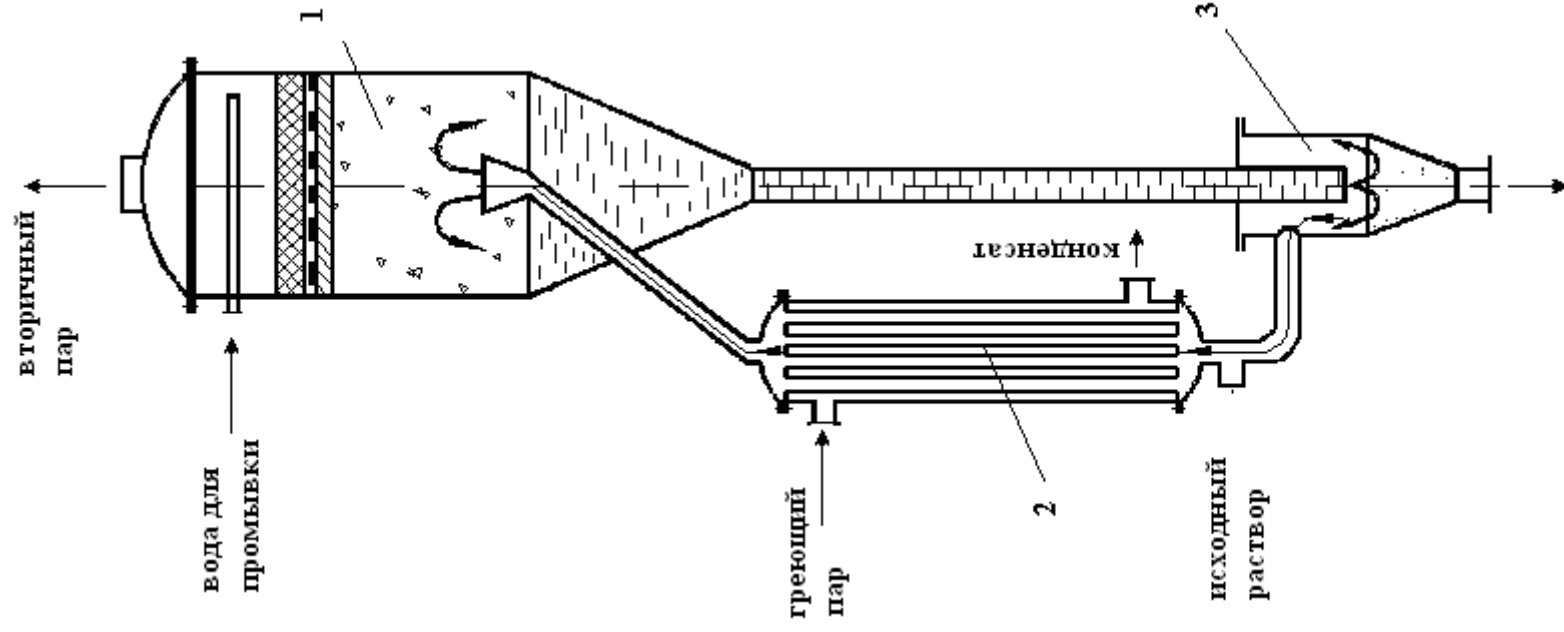


Рис. 43. Выпарной аппарат-кристаллизатор  
с выносной нагревательной камерой:

1 – сепаратор; 2 – нагревательная камера; 3 – сборник кристаллов

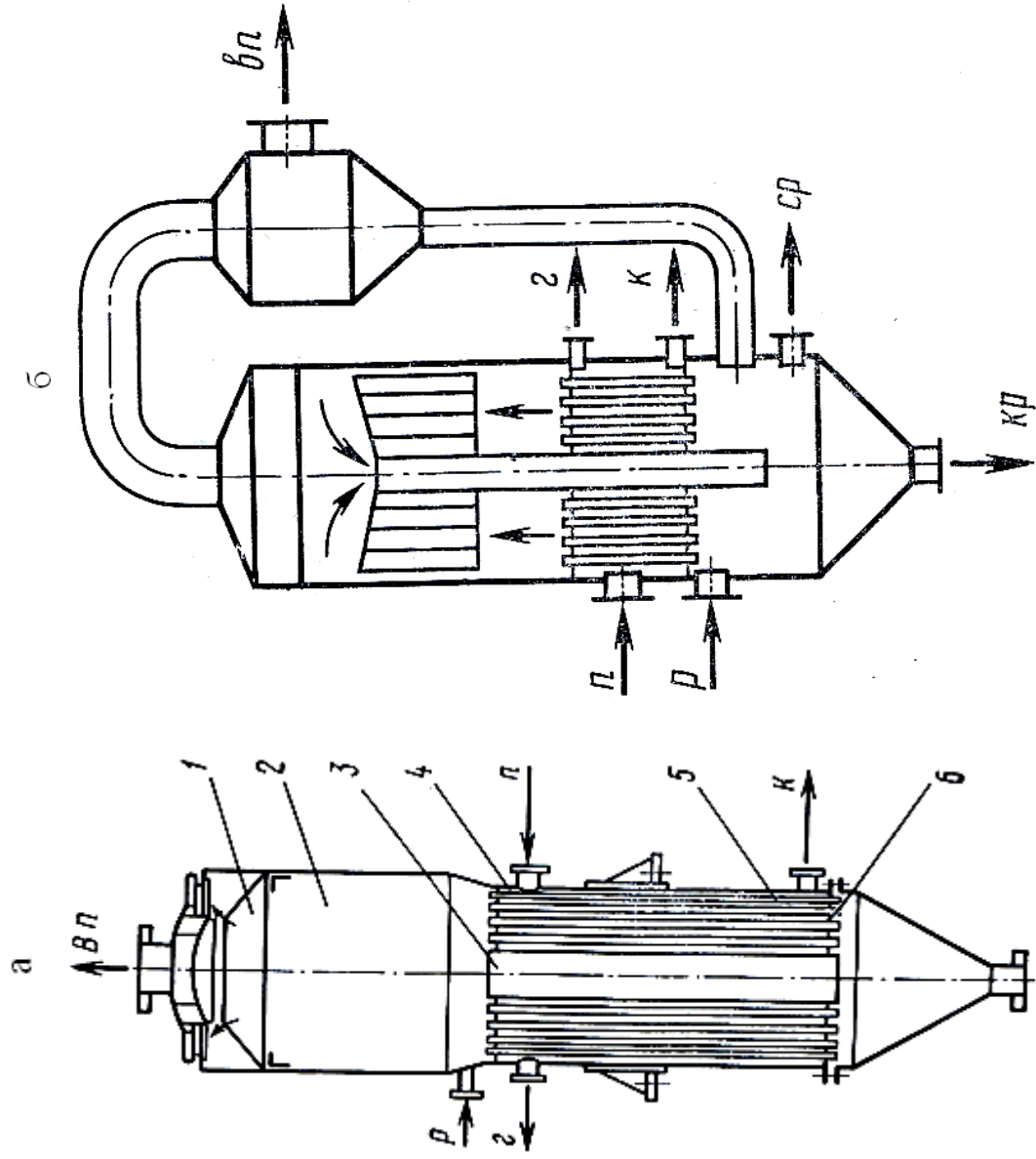


Рис. 44. Выпарные аппараты с естественной циркуляцией (а) и со стабилизацией потока (б).

Аппарат а: 1 – сепаратор; 2 – сепарационная камера;

3 – циркуляционная труба; 4 – греющая камера;

5 – греющие трубы; 6 – трубная решетка;

п – греющий пар; р – раствор; г – несконденсированные газы;  
к – конденсат; вл – вторичный пар.

Аппарат б: п – греющий пар; р – раствор; г – несконденсированные газы;

к – конденсат; вл – вторичный пар; ср – сгущенный раствор;

кр – кристаллы с раствором

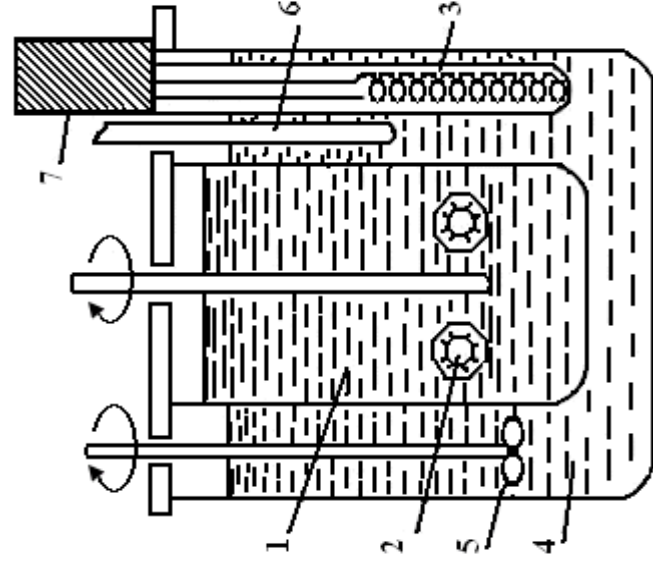


Рис. 45. Низкотемпературный кристаллизатор:

1 – раствор; 2 – кристалл; 3 – печь; 4 – термостат; 5 – мешалка;  
6 – контактный термометр; 7 – терморегулятор

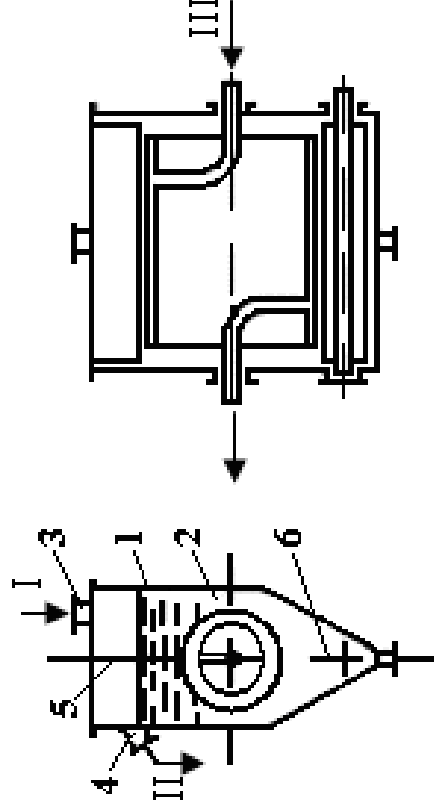


Рис. 46. Барабанный погружной кристаллизатор непрерывного действия:

1 – корпус; 2 – барабан; 3, 4 – штуцеры для ввода раствора (3)  
и вывода суспензии кристаллов (4); 5 – перегородка;  
6 – лопастная мешалка; I – вход раствора; II – выход суспензии;  
III – вход охлаждающей воды

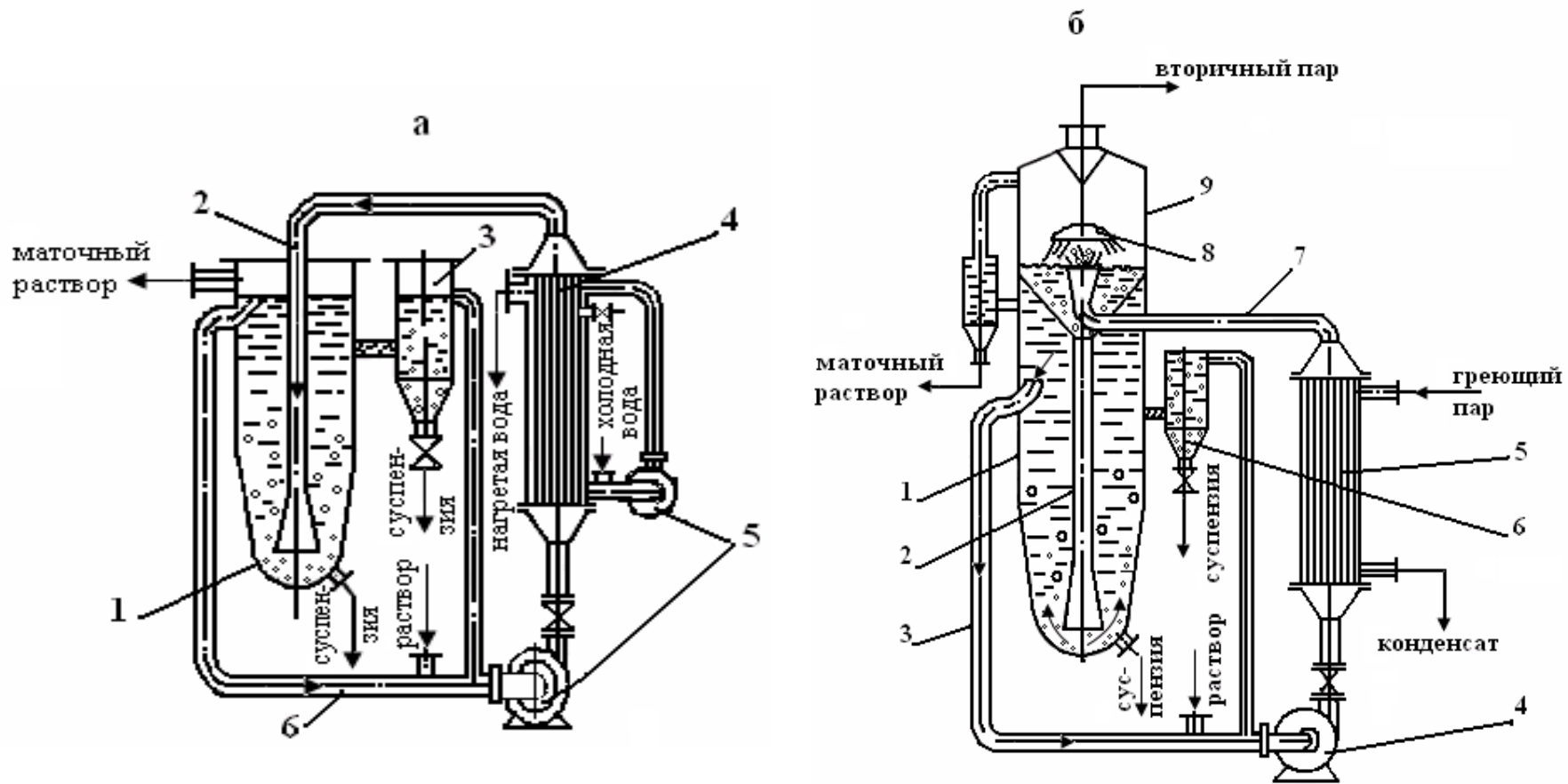


Рис. 47. Кристаллизаторы изогидрический (а) и вакуум-выпарной (б) с псевдооживленным слоем кристаллов.

Кристаллизатор а: 1 – корпус; 2 – центральная труба; 3 – отстойник;

4 – холодильник; 5 – насосы; 6 – циркуляционная труба.

Кристаллизатор б: 1 – корпус; 2, 3, 7 – циркуляционные трубы; 4 – насос;

5 – теплообменник; 6 – отстойник; 8 – отбойник; 9 – сепарационная часть

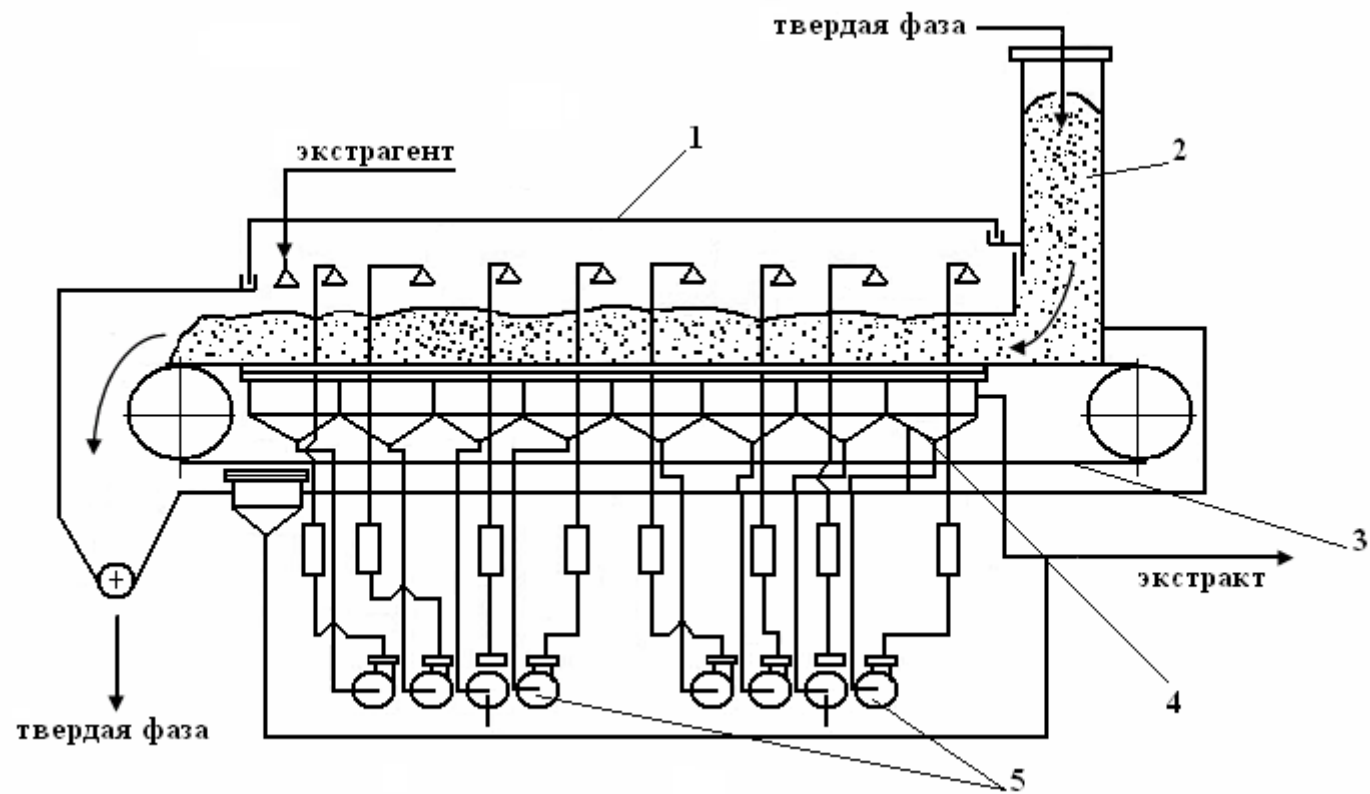


Рис. 48. Ленточный экстрактор непрерывного действия:  
 1 – корпус; 2 – бункер; 3 – ленточный транспортер; 4 – воронки; 5 – насосы

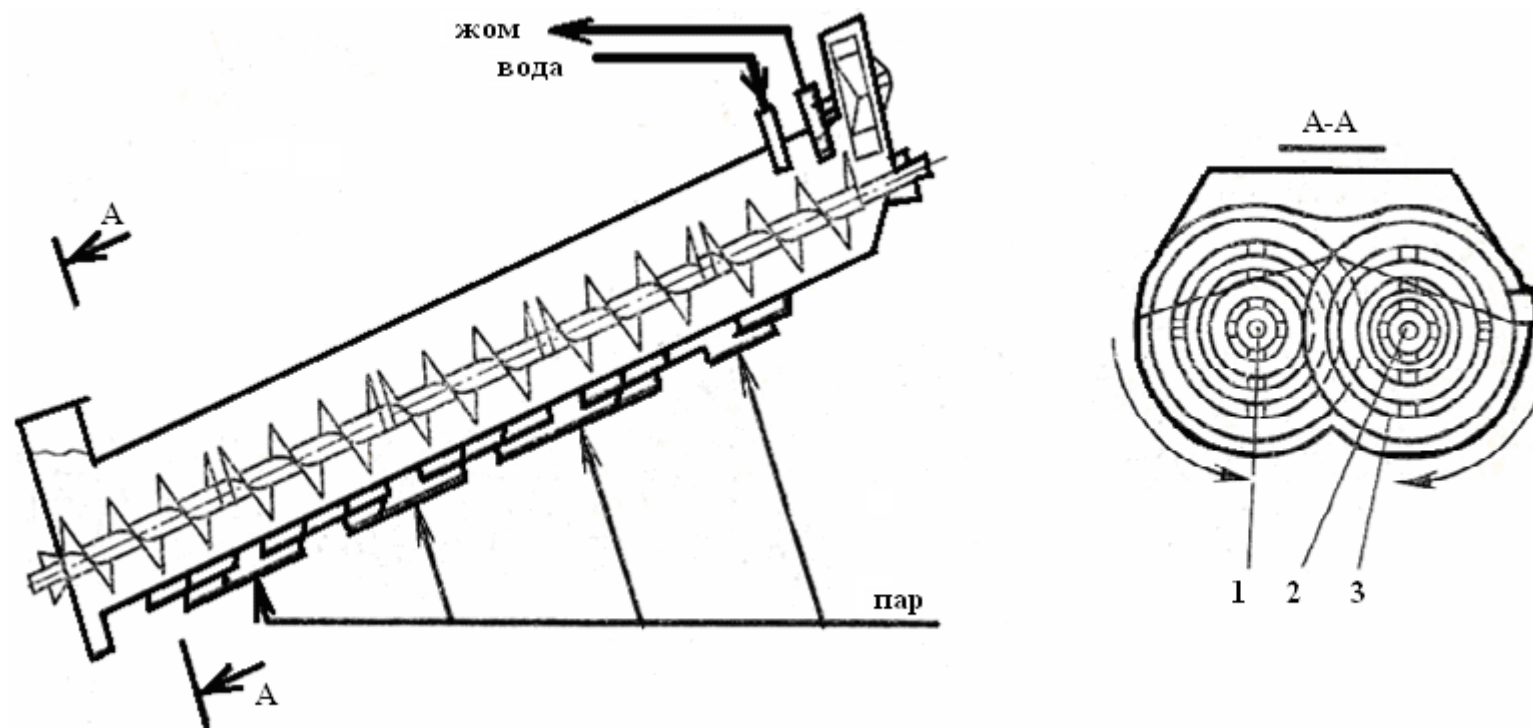


Рис. 49. Наклонный двухшнековый экстрактор:  
 1, 2 – валы транспортеров; 3 – винтовой транспортер



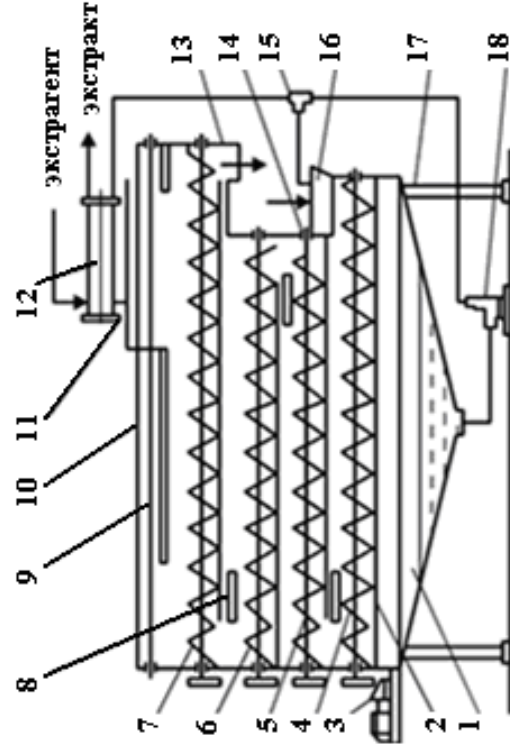


Рис. 50. Шнековый оросительный экстрактор:

1 – сборник; 2 – перфорированное днище; 3 – привод шнеков; 4-7 – шнеки; 8 – поджимное устройство; 9 – ороситель; 10 – крышка; 11 – смеситель; 12 – подогреватель; 13 – штуцер для выгрузки отработанного материала;

14 – обрабатываемые лопасти; 15 – кран; 16 – загрузочный бункер; 17 – опоры корпуса; 18 – насос

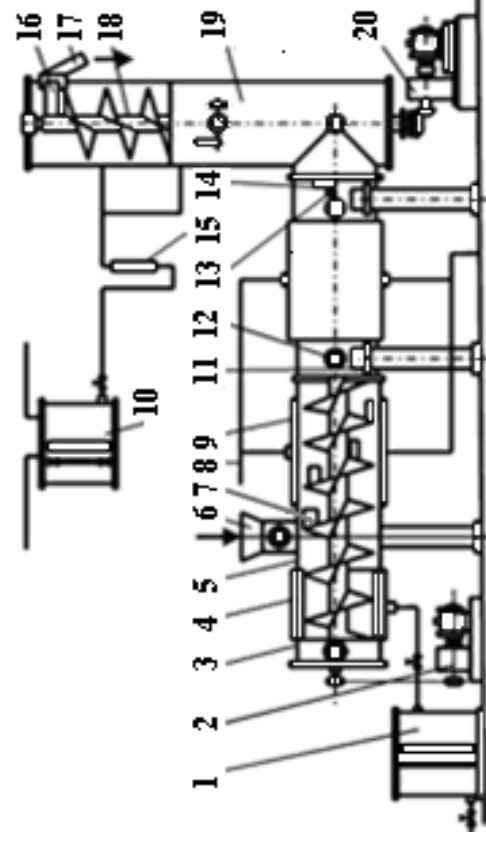


Рис. 51. Горизонтальный шнековый экстрактор:

1 – сборник экстракта; 2, 20 – приводы; 3 – скребки для очистки сит; 4 – ситовый пояс; 5 – горизонтальный корпус; 6 – загрузочный бункер; 7 – лопасти-рыхлители; 8 – шнек; 9 – рубашка для обогрева корпуса; 10 – емкость с экстрагентом; 11 – опора; 12 – смотровое окно; 13 – кран; 14 – термометр; 15 – ротаметр; 16 – сбрасывающая лопасть; 17 – лоток; 18 – вертикальный шнек; 19 – вертикальный корпус

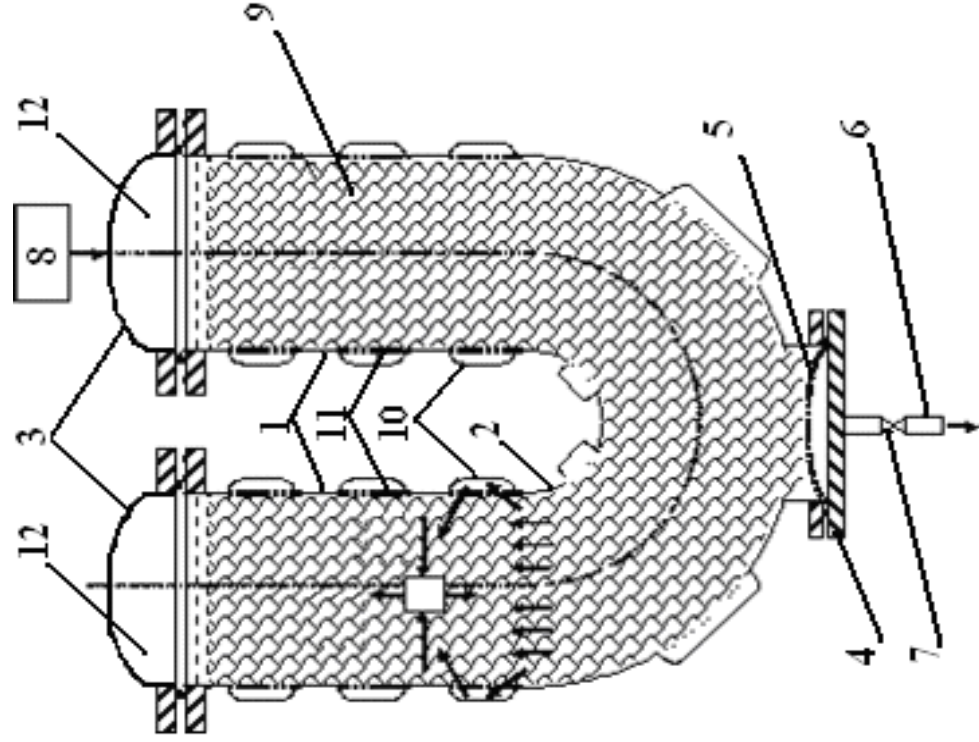


Рис. 52. Пульсационный экстрактор U-образного типа:  
 1 – корпус; 2 – перегородочный канал; 3 – крышки; 4 – откидное днище;  
 5 – ложное днище (решетка); 6 – сливной штуцер; 7 – вентиль;  
 8 – побудитель колебаний давления; 9 – суспензия;  
 10 – кольцевые камеры; 11 – перегородки; 12 – газовые подушки

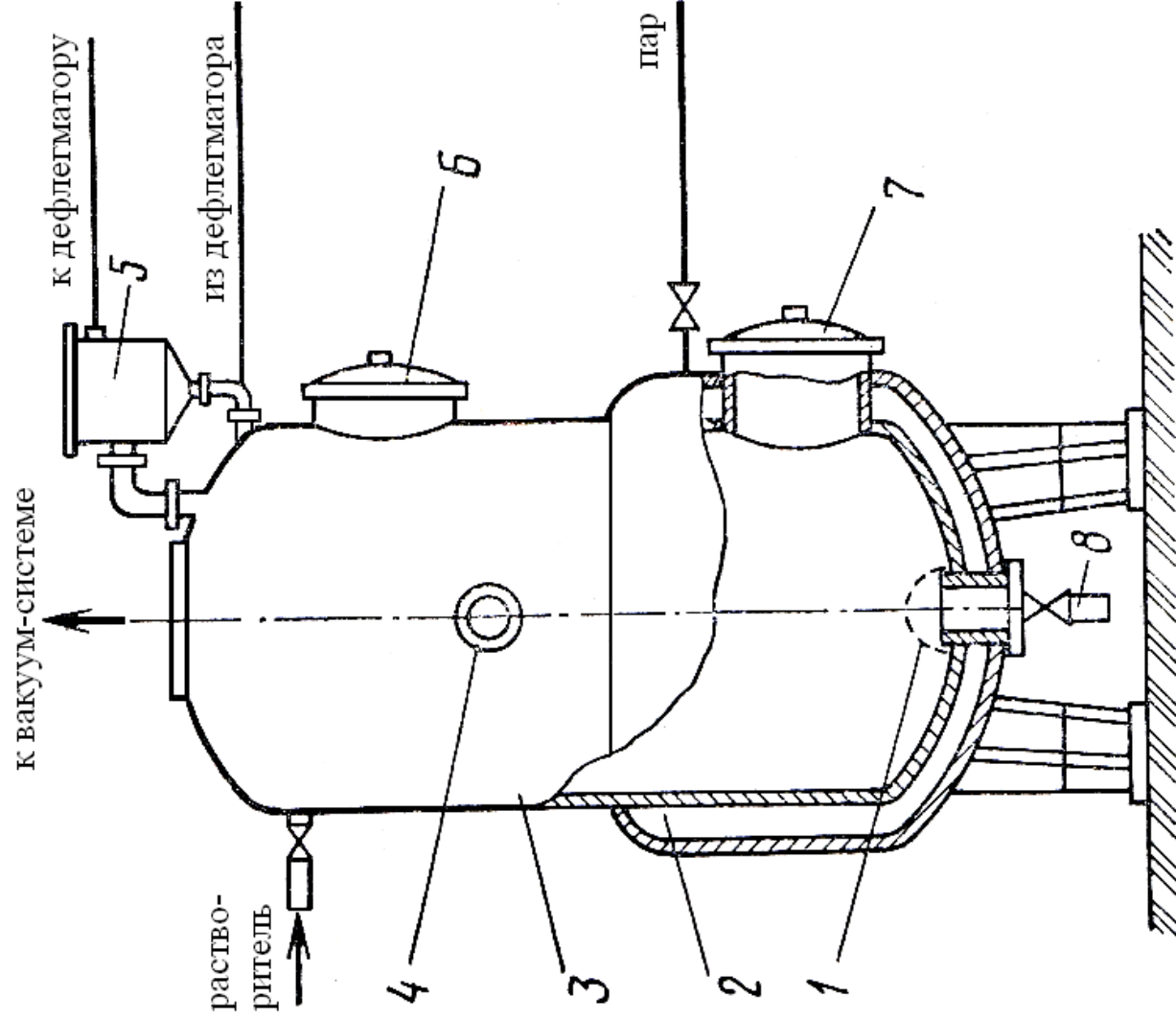


Рис. 53. Экстрактор периодического действия с кипящим слоем:  
 1 – сетка; 2 – паровая камера; 3 – корпус; 4 – смотровое окно;  
 5 – ловушка; 6, 7 – люки для загрузки (6) и выгрузки (7);  
 8 – сливной штуцер

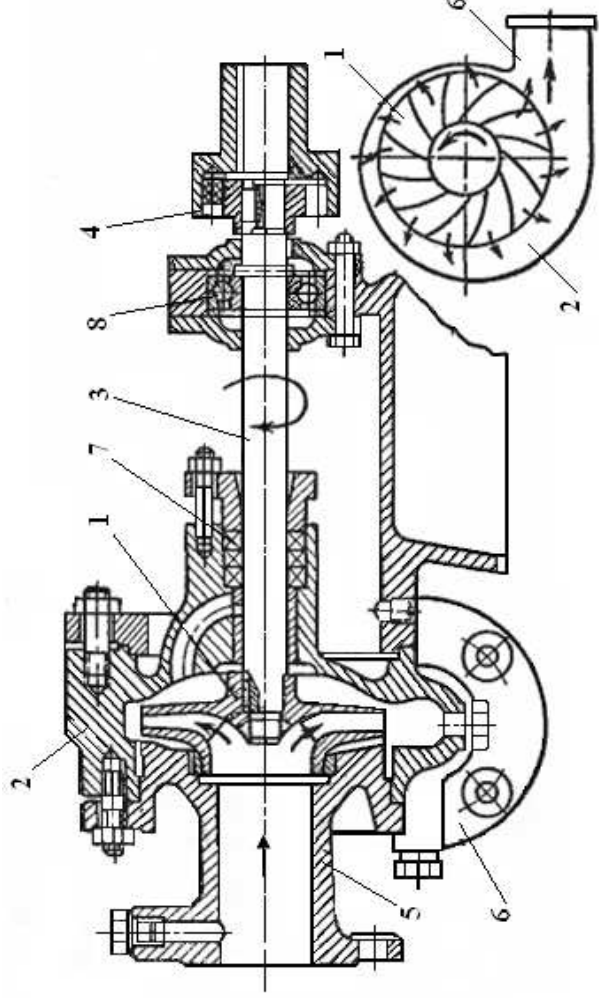


Рис. 54. Центробежный насос К-6:

1 – рабочее колесо; 2 – корпус; 3 – вал; 4 – муфта сцепления; 5 – всасывающий патрубок; 6 – нагнетательный штуцер; 7 – сальник; 8 – шарикоподшипник

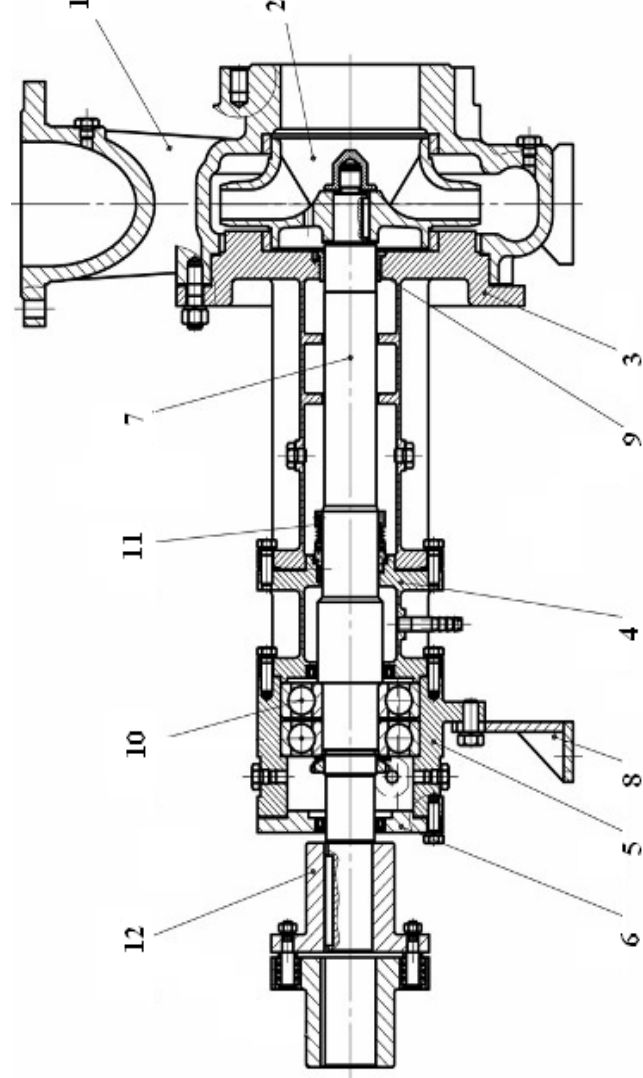


Рис. 55. Насос ВТН (высокотемпературный насос):

1 – спиральная часть; 2 – рабочее колесо; 3 – корпус насоса; 4 – корпус уплотнения; 5 – стакан; 6 – крышка; 7 – вал; 8 – опора; 9, 10 – подшипники; 11 – уплотнение; 12 – муфта

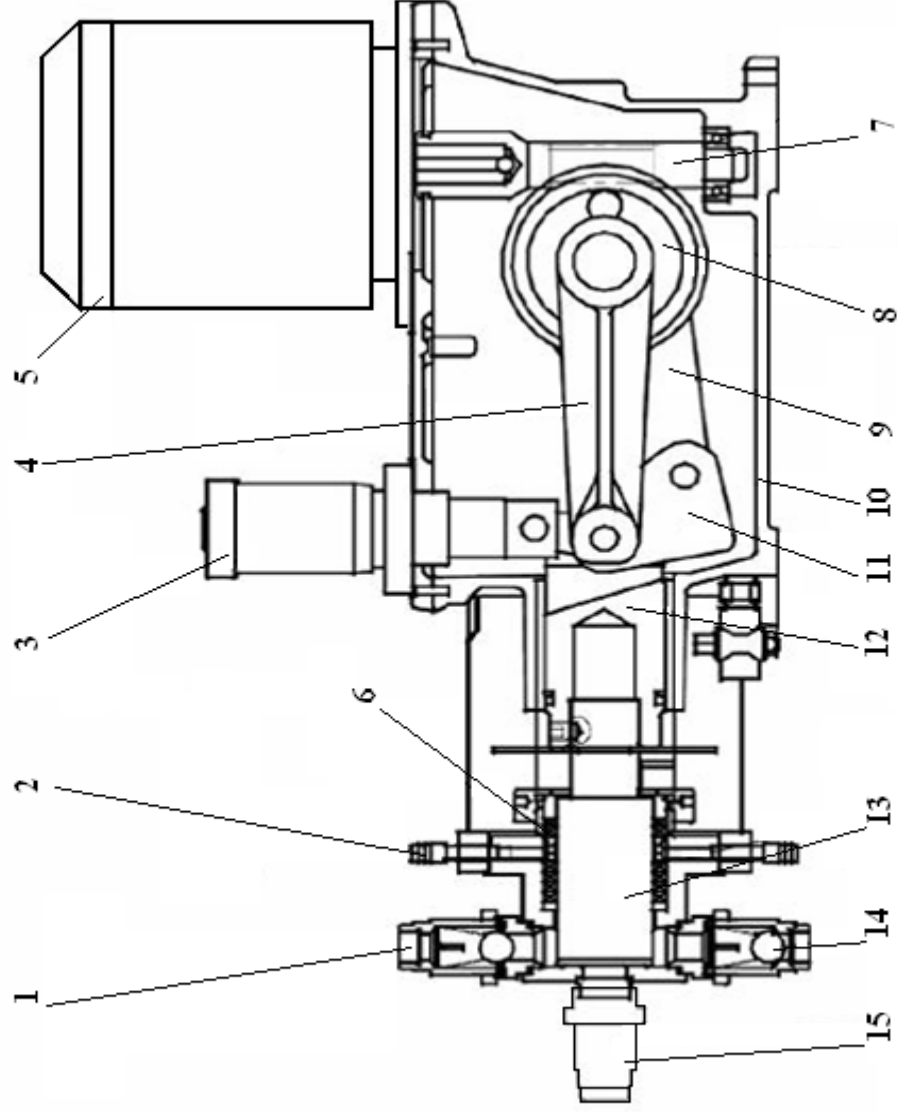


Рис. 56. Плунжерный насос:

- 1, 14 – выпускной (1) и всасывающий (14) стопорные клапаны;
- 2 – фонарное кольцо; 3 – регулировка хода; 4 – коленчатый рычаг;
- 5 – привод; 6 – прокладка; 7 – червяк; 8 – эксцентрик с червячным колесом;
- 9 – шатун; 10 – корпус; 11 – качающийся рычаг; 12 – ползун;
- 13 – плунжер; 15 – предохранительный клапан

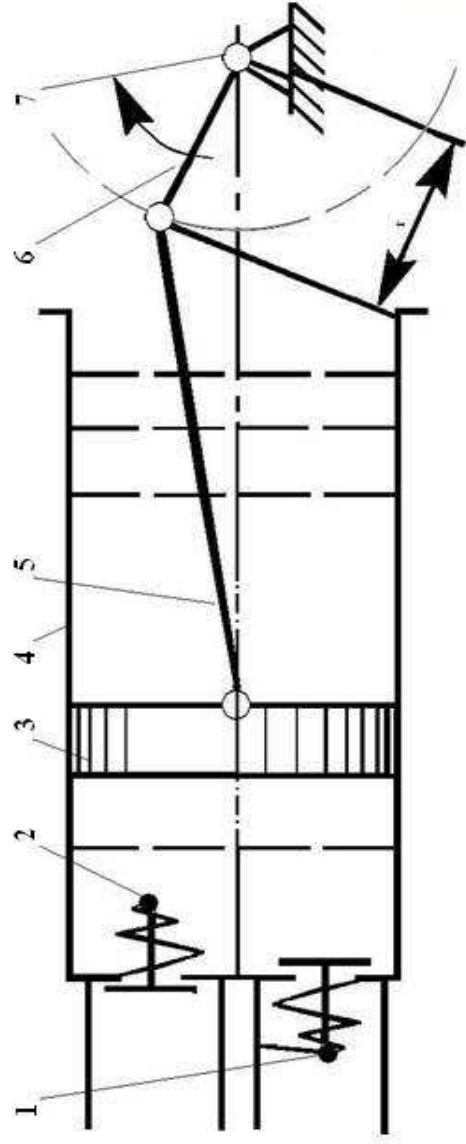


Рис. 57. Поршневой насос возвратно-поступательного движения:

- 1 – впускной клапан; 2 – выпускной клапан; 3 – поршень;  
4 – корпус (цилиндр); 5 – шатун; 6 – кривошип; 7 – вал

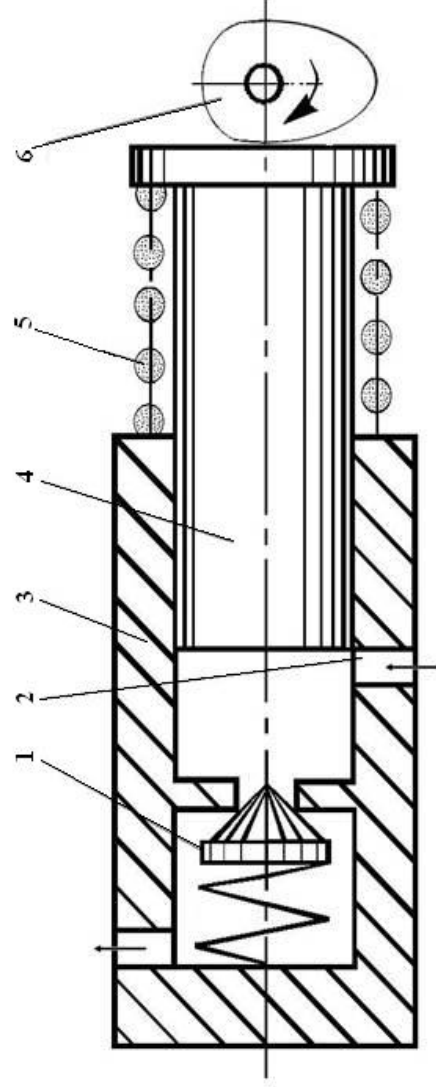


Рис. 58. Плунжерный насос возвратно-поступательного движения:

- 1 – выпускной клапан; 2 – впускная проточка; 3 – корпус (цилиндр);  
4 – плунжер; 5 – пружина; 6 – кулачок

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Плаксин, Ю.М.** Процессы и аппараты пищевых производств: учебник для вузов/ Ю.М. Плаксин, Н.Н. Малахов, В.А. Ларин; под ред. В.Н. Стабникова. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: КолосС, 2007. – 760 с.
2. **Грачева, И.М.** Технология ферментных препаратов: учебник для вузов/ И.М. Грачева, А.Ю. Кривова. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Элевар, 2000. – 512 с.
3. **Сингх, Р.Пол.** Пищевая инженерия: справочник с примерами расчетов/ Р. Пол Сингх, Э. Ротштейн, К.Дж. Валентас. – М.: Профессия, 2004. – 852 с.
4. **Калинина, Л.В.** Технология цельномолочных продуктов: учеб. пособие для вузов/ Л.В. Калинина, В.И. Ганина, Н.И. Дунченко. – СПб: ГИОРД, 2008. – 232 с.
5. **Драгилев, А.И.** Технологические машины и аппараты пищевых производств: учебник для вузов/ А.И. Драгилев, В.С. Дроздов. – М.: Колос, 1999. – 376 с.
6. **Кавецкий, Г.Д.** Процессы и аппараты пищевой технологии: учебник для вузов/ Г.Д. Кавецкий, Б.В. Васильев. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Колос, 2000. – 551 с.
7. **Стабников, В.Н.** Процессы и аппараты пищевых производств: учебник/ В.Н. Стабников, В.М. Лысянский, В.Д. Попов. – М.: Агропромиздат, 2005. – 510 с.
8. **Касаткин, А.Г.** Основные процессы и аппараты химической технологии: учебник/ А.Г. Касаткин. – М.: Химия, 2004. – 753 с.

9. *Кошевой, Е.П.* Технологическое оборудование предприятий производства растительных масел: учеб. пособие для вузов/ Е.П. Кошевой. – СПб: ГИОРД, 2001. – 368 с.
10. Машины и аппараты пищевых производств. В 2 кн. Кн. 2: учебник для вузов/ С.Т.Антипов [и др.]; под ред. акад. РАСХН В.А. Панфилова. – М.: Высш. шк., 2001. – 680 с.



*Учебное издание*

РАЗГОВОРОВ Павел Борисович  
МАКАРОВ Сергей Васильевич

## **ОБОРУДОВАНИЕ ПИЩЕВЫХ И БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ**

Иллюстрационный материал для студентов направления  
240700 – Биотехнология (профиль «Пищевая биотехнология»)

Редактор О.А. Соловьева

Подписано в печать 16.12.2011. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Бумага писчая.

Усл. печ. л. 6,98. Уч.-изд. л. 7,75. Тираж 50 экз. Заказ

ФГБГОУ ВПО Ивановский государственный химико-технологический университет

Отпечатано на полиграфическом оборудовании кафедры экономики и финансов ФГБГОУ ВПО «ИГХТУ»  
153000, г. Иваново, пр. Ф. Энгельса, 7