



Лекция №5



ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ОПЕРАЦИИ ПЕРВИЧНОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

План лекции

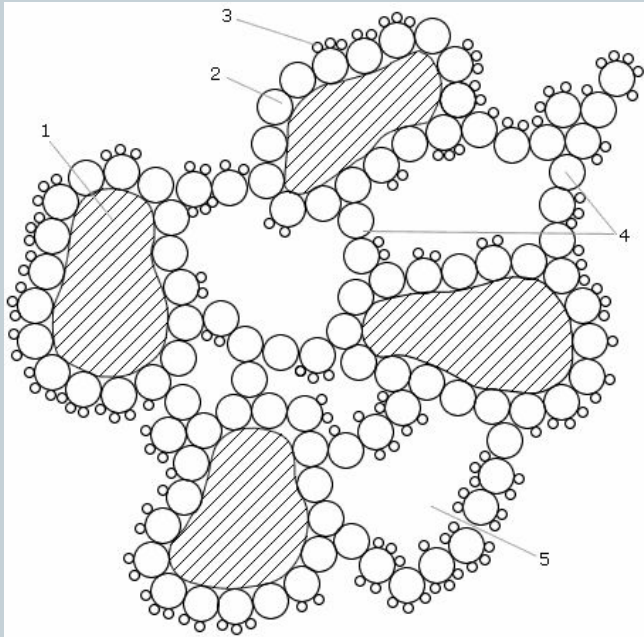


- Коагуляция
- Флокуляция
- Флотация

Коагуляция



- Коагуляция – это процесс укрупнения дисперсных частиц за счет их взаимодействия и объединения в агрегаты



Дискретная фаза производственных СВ



- Дисперсные частицы размером > 10 мкм



Хорошо удаляются механической очисткой

- Мелкодисперсные частицы размером $0,1 - 10$ мкм
- Коллоидные частицы размером $0,001 - 0,1$ мкм

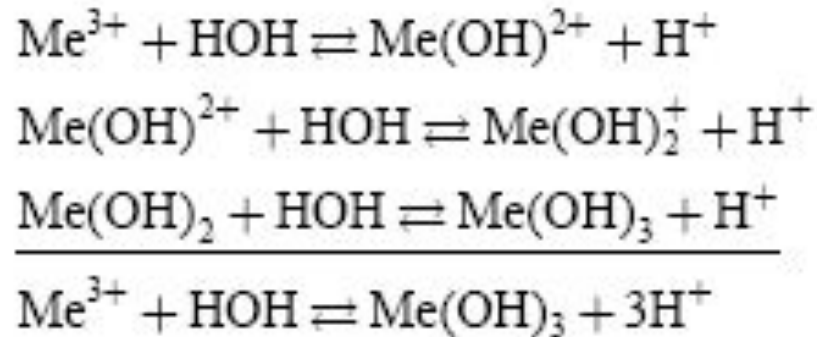


*Отстаиванием практически не удаляются.
Подлежат коагуляции*

Коагулянты



- В качестве коагулянтов в очистке СВ обычно используют соли металлов (III): Al, Fe, Mg и их смеси
- Коагулирующее действие солей есть результат гидролиза, протекающего по схеме:

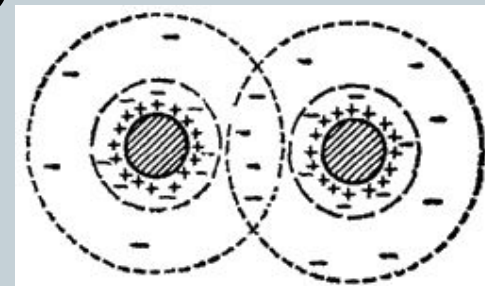


- Образующиеся кислоты должны быть нейтрализованы, иначе равновесие будет сдвинуто влево

Механизм коагуляции СВ



- Седиментация (хлопья гидроксидов металлов быстро оседают под действием сил тяжести)
- Электростатическое притяжение (хлопья коагулянтов имеют слабый положительный заряд, коллоидные частицы – слабый отрицательный ➡ они притягиваются под действием электростатических сил)



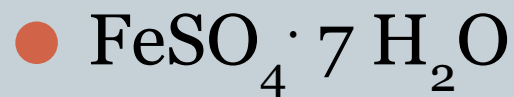
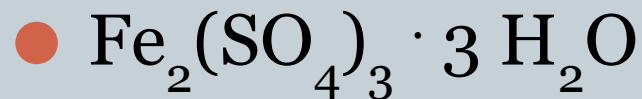
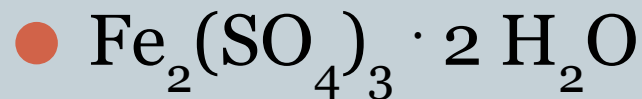
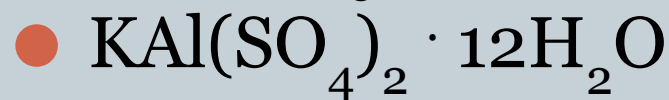
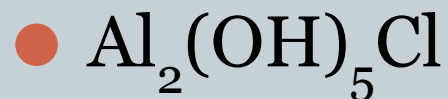
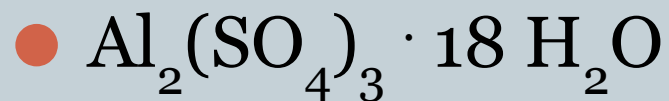
Выбор коагулянтов



Оптимальный диапазон pH

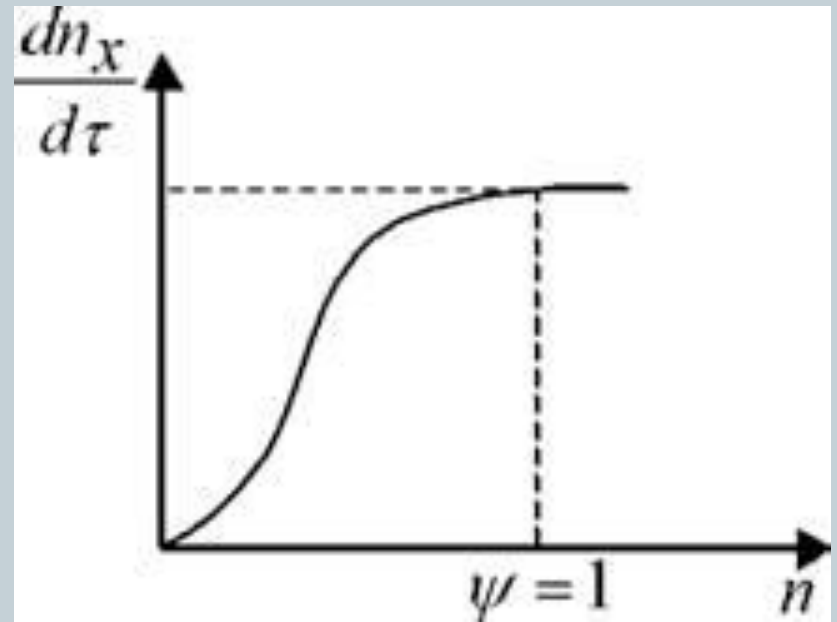
рН	Коагулянт
4,5-7	$\text{Al}(\text{OH})_3$
8,5 – 10,5	$\text{Fe}(\text{OH})_2$
4-6 и 8-10	$\text{Fe}(\text{OH})_3$

Коагулянты, используемые в очистке СВ



Скорость коагуляции

- Медленная коагуляция (эффективность соударения частиц в начале процесса близка к нулю и постепенно растёт)
- Быстрая коагуляция (все соударения приводят к образованию агрегатов)



$$W_{oc} = \frac{d^2 (\rho_T - \rho_c) g}{18\mu}$$

Выбор дозы коагулянта



- Минимальную концентрацию введенного электролита, вызывающую коагуляцию называют ***порогом коагуляции***

$$\gamma = C \cdot V / V_0$$

γ - порог коагуляции, моль/л;

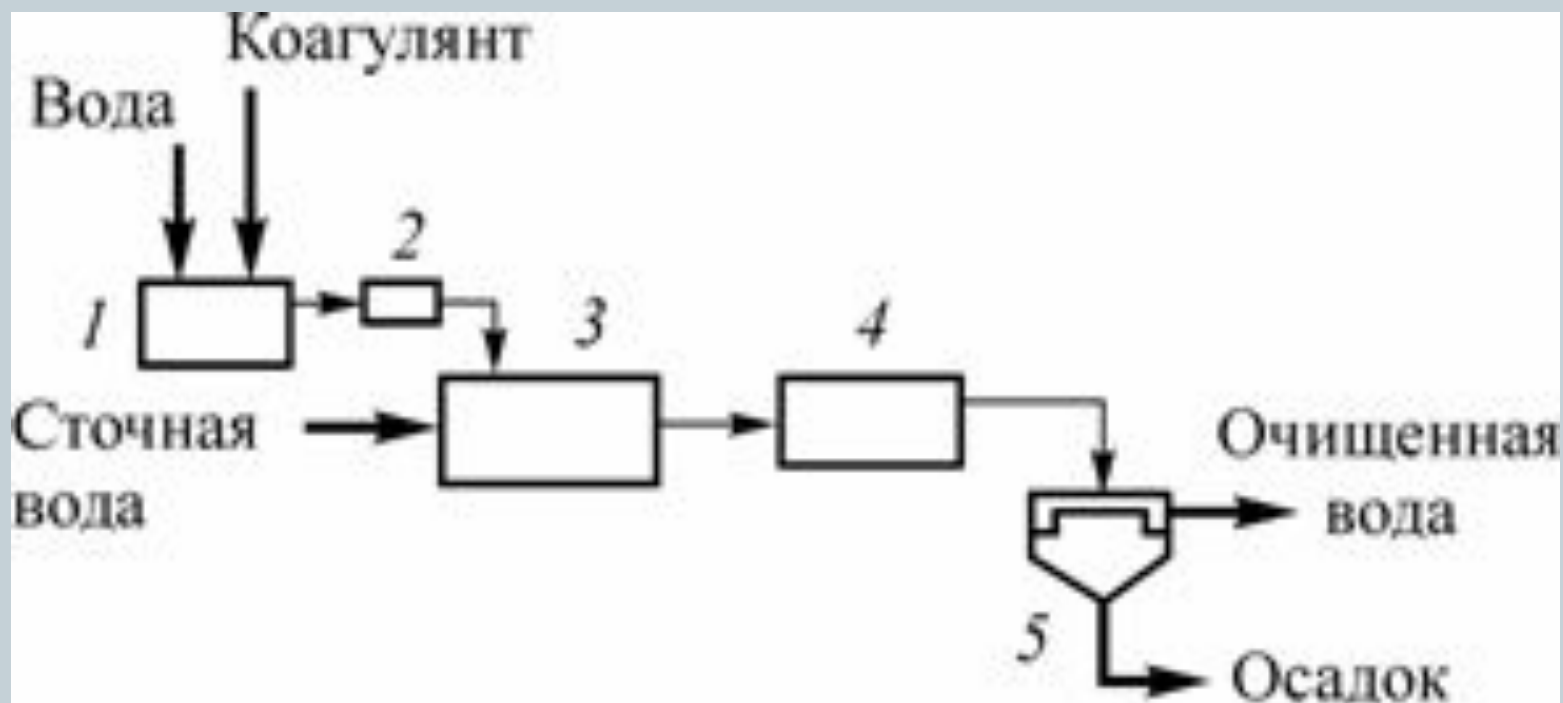
C - концентрация электролита, моль/л;

V - объем раствора электролита, л;

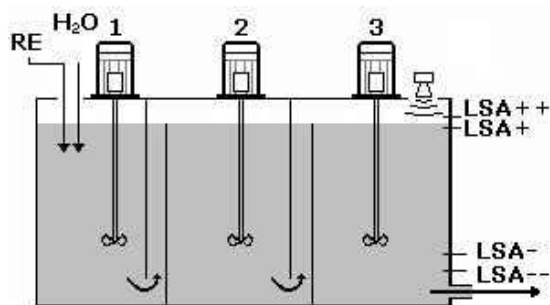
V_0 - объем золя, л.

$P = 1/\gamma$ - коагулирующая
способность электролита

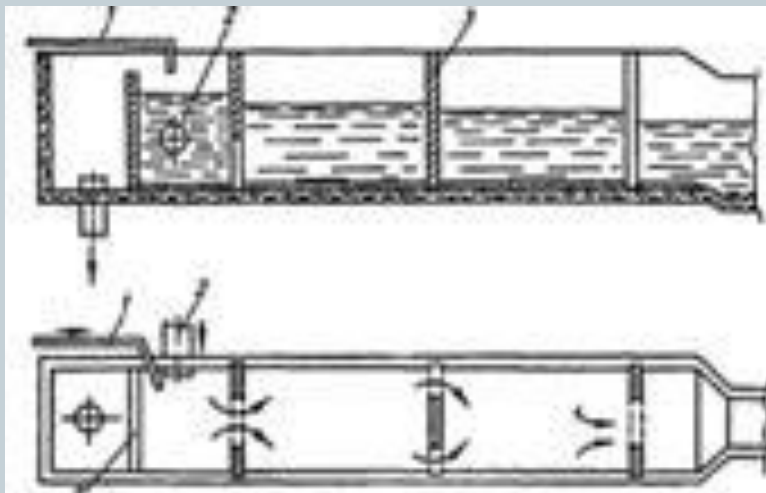
Схема установки коагуляции СВ



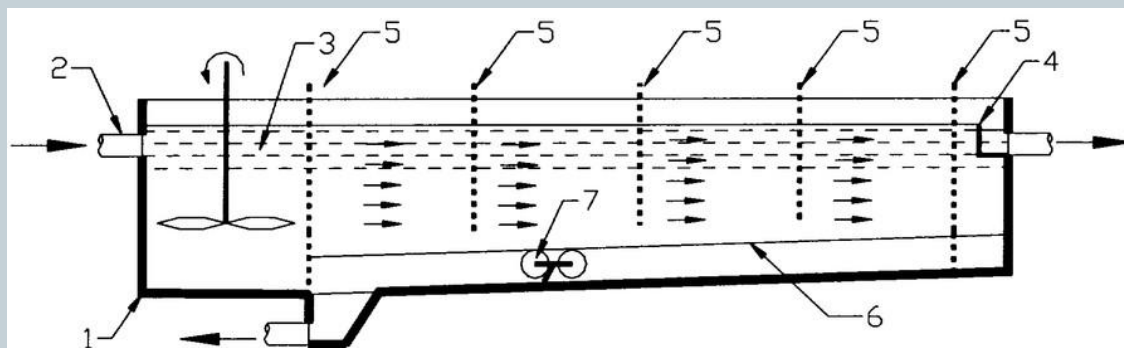
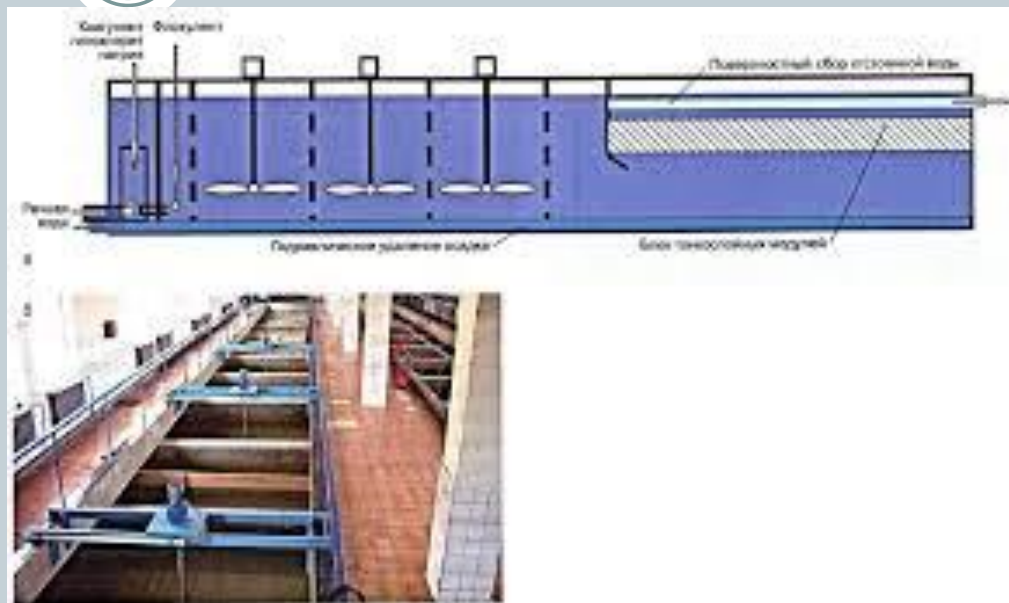
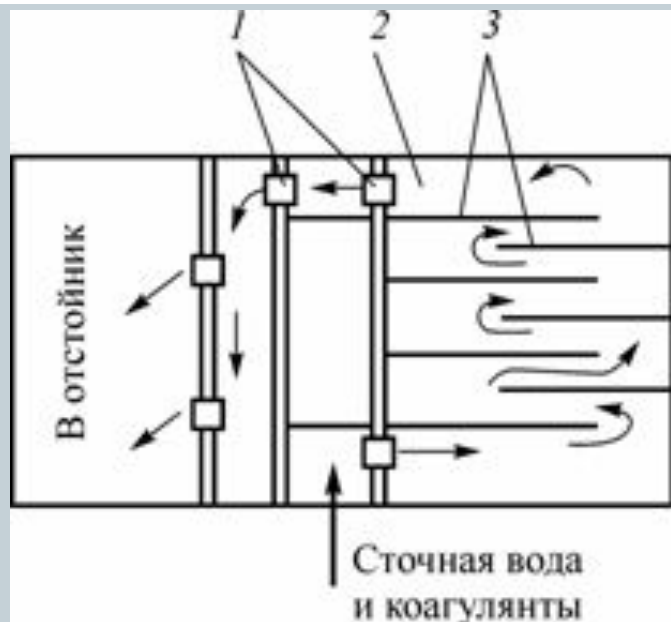
Приготовление раствора коагулянта



Смеситель коагулянта со СВ



Камера хлопьеобразования

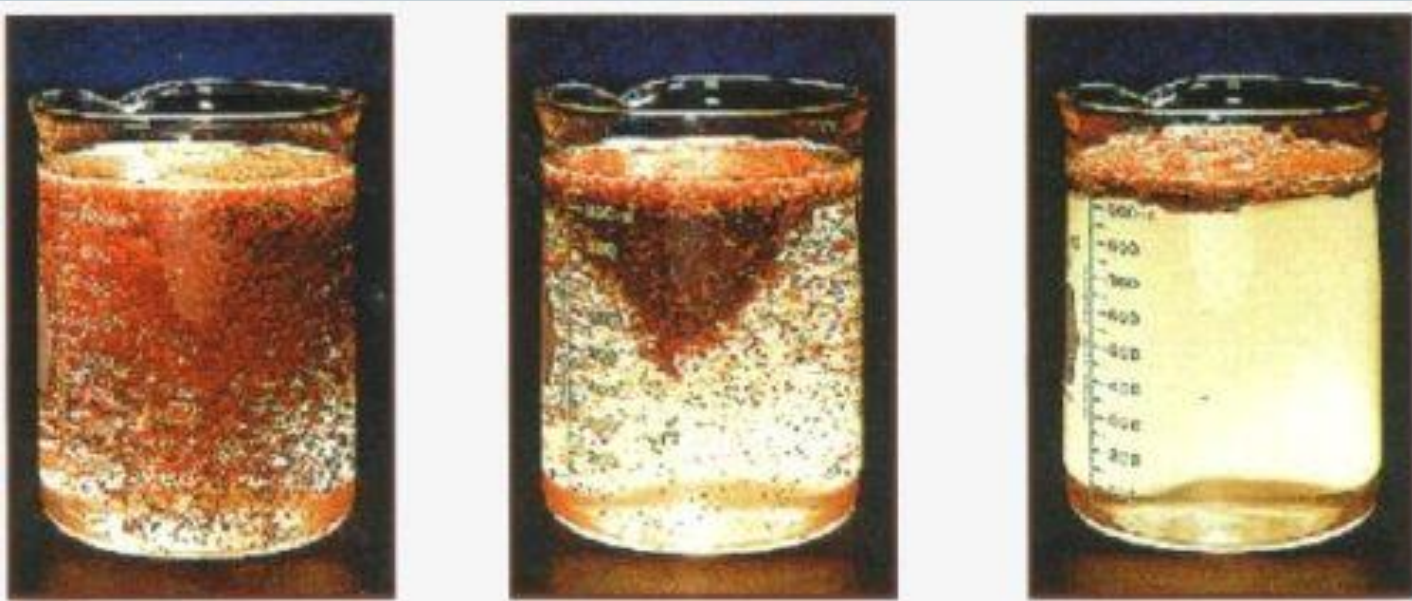


Фиг. 1

2. Флокуляция



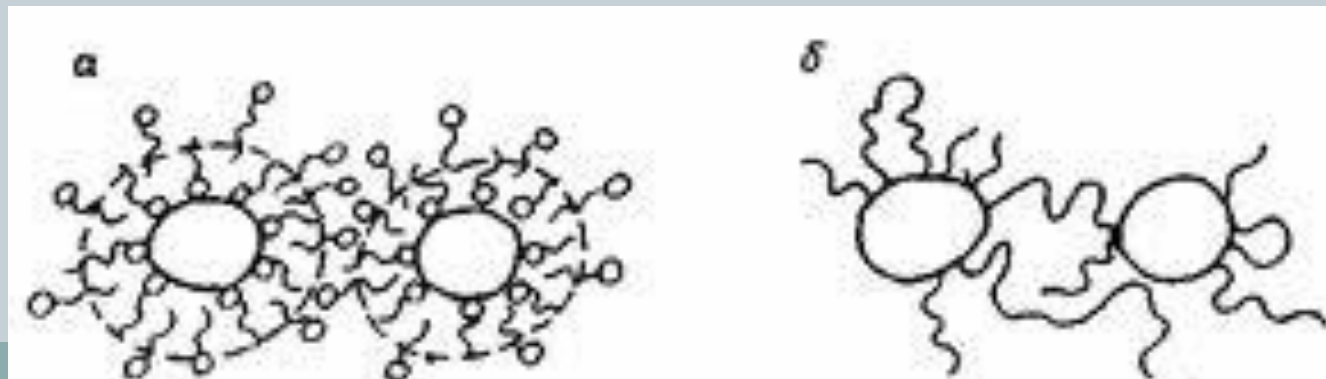
- Процесс агрегации взвешенных частиц при добавлении в сточные воды высокомолекулярных соединений



Механизм действия флокулянтов



- Адсорбция молекул флокулянта на поверхности коллоидных частиц,
- Образование полимерных «мостиков» между макромолекулами флокулянта, сорбированного на соседних частицах
- Ретикуляция - образование сетчатой структуры молекул флокулянта,
- Слипание коллоидных частиц за счет сил Ван-дер-Ваальса

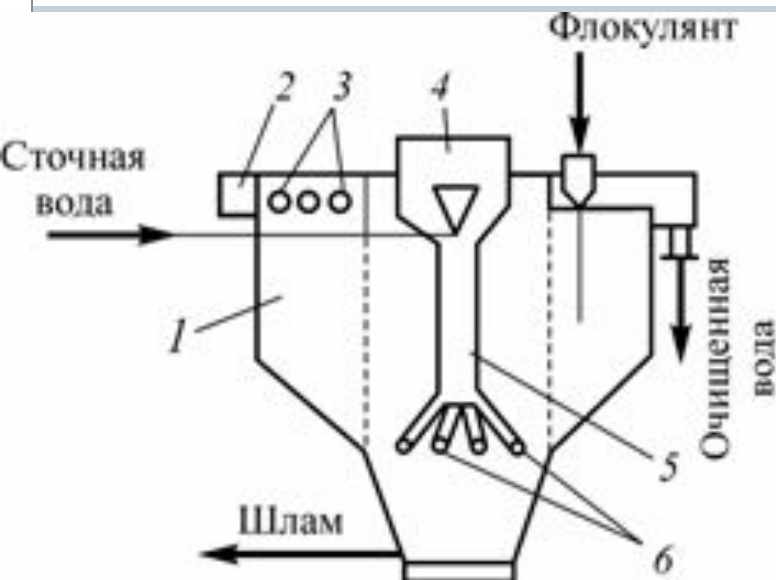


Флокулянты

- Природные : крахмал, декстрины, эфиры, целлюлозы и др, наиболее распространенный неорганическим флокулянт - диоксид кремния ($x\text{SiO}_2 \cdot y\text{H}_2\text{O}$);
- Синтетические: полиакриламид (ПАА), гидролизированный полиакриламид (ГПАА)



Флокуляторы



Флотация



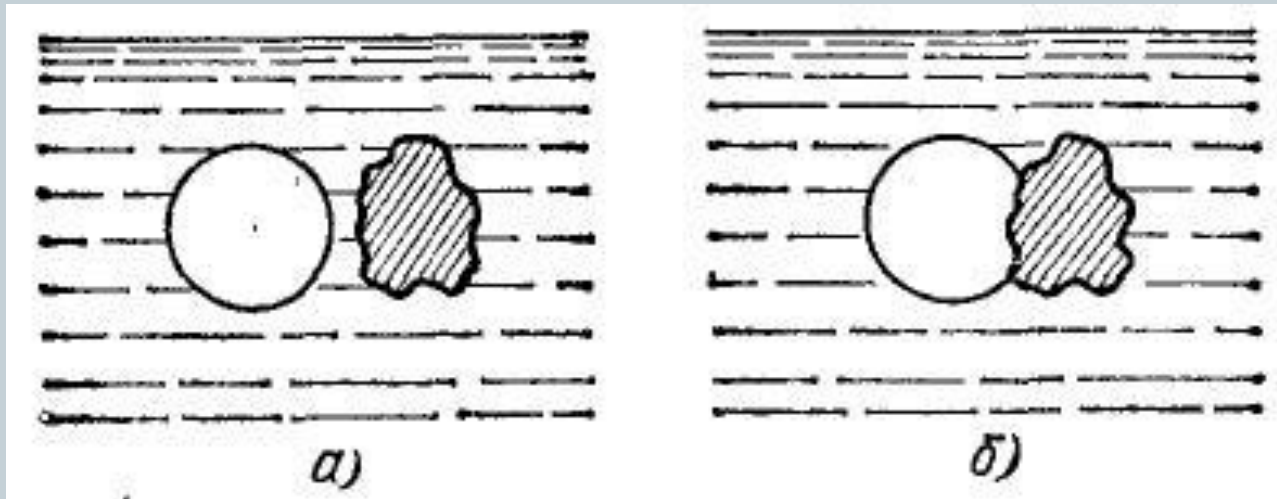
- **Флотация** – это процесс молекулярного прилипания частиц флотируемого материала к поверхности раздела двух фаз, обусловленный избытком свободной энергии поверхностных пограничных слоев, а также поверхностными явлениями смачивания.



Механизм флотации

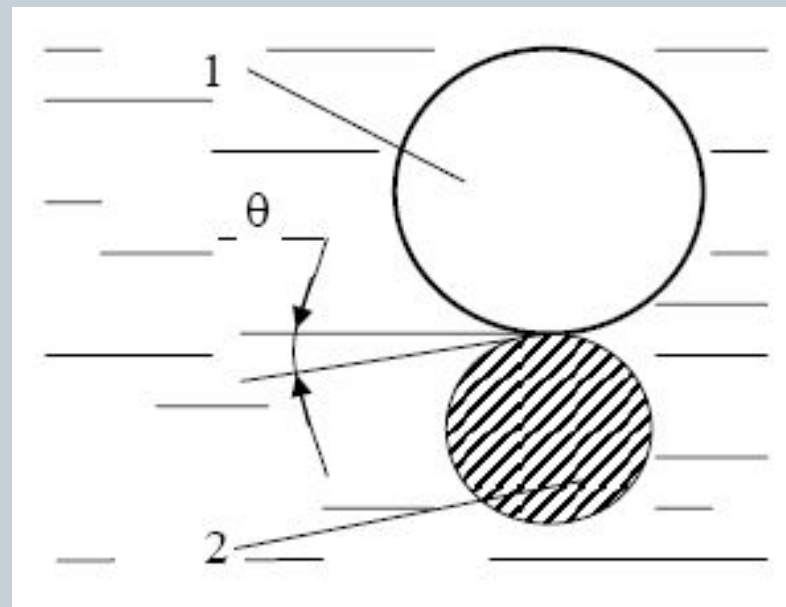


- Процесс очистки производственных сточных вод методом флотации заключается в образовании комплексов «пузырек-частица», всплывание этих комплексов и удаление образовавшегося пенного слоя с поверхности обрабатываемой жидкости.



Флотируемые частицы

- Вес частицы не должен превышать силы прилипания ее к пузырьку и подъемной силы пузырьков.
- Размер частиц, которые хорошо флотируются, зависит от плотности материала и равен примерно 0,2 – 1,5 мм.



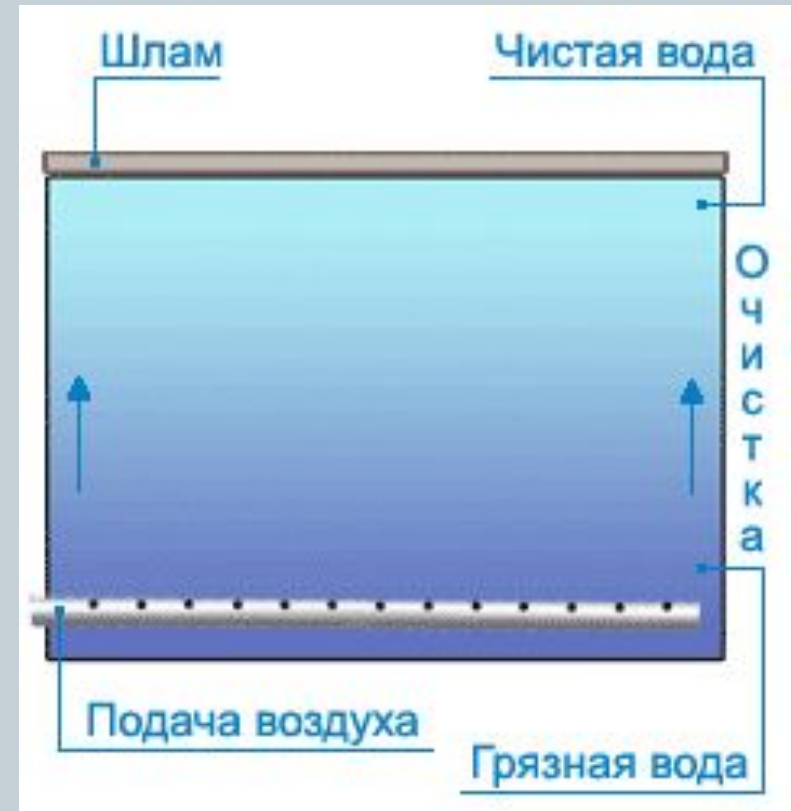
Назначение флотации



- Флотацию применяют для удаления из сточных вод диспергированных примесей, которые самопроизвольно плохо отстаиваются (поверхностно-активные вещества, нефть, нефтепродукты, масла, волокнистые материалы)

Назначение флотации

- Флотация сопровождается аэрацией сточных вод, снижением концентрации ПАВ и легко окисляемых веществ, бактерий и микроорганизмов.
- Это способствует успешному проведению следующих стадий очистки.



Классификация методов флотации



- Принципиальные отличия способов флотации связаны с насыщением жидкости пузырьками воздуха определенной крупности.
- По этому принципу, можно выделить следующие способы обработки производственных сточных вод:
 - ▢ флотация с выделением воздуха из раствора;
 - ▢ флотация с механическим диспергированием воздуха;
 - ▢ флотация с подачей воздуха через пористые материалы;
 - ▢ электрофлотация;
 - ▢ биологическая и химическая флотация.

Флотация с выделением воздуха из раствора

- Сущность метода заключается в создании перенасыщенного раствора воздуха в сточной жидкости.
- Выделяющийся из такого раствора воздух образует микропузырьки, которые и флотируют содержащиеся в сточной воде загрязнения.
- К этому типу флотации относят:
 - *Вакуумную флотацию*
 - *Напорную флотацию*
 - *Эрлифтную флотацию*

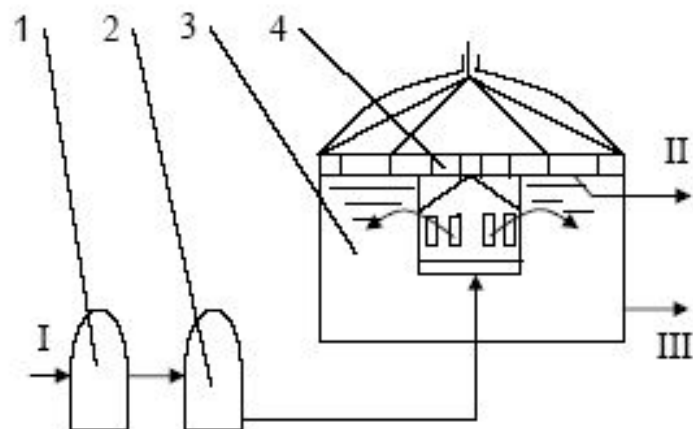


Схема вакуумной флотации: I – подача сточной воды; II – отвод пены; III – отвод обработанной сточной воды; 1 – аэратор; 2 – деаэратор; 3 – флотационная камера; 4 – механизм сгребания пены

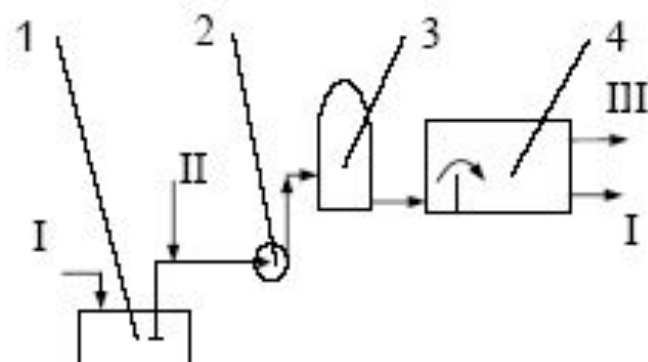


Схема напорной флотации: I – подача сточной воды; II – подача воздуха; III – отвод пены;

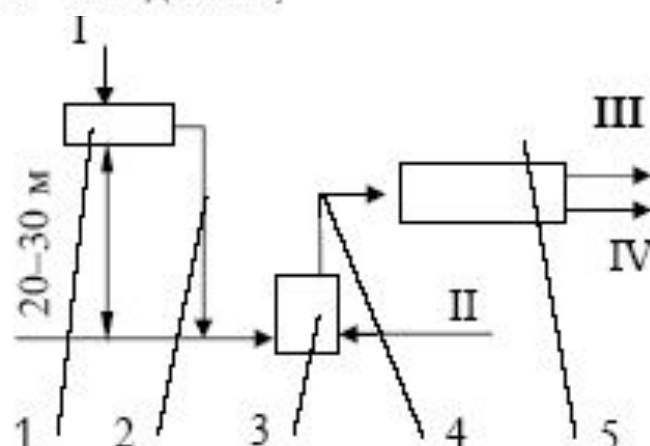


Схема эрлифтной флотации: I – подача сточной воды; II – подача воздуха; III – отвод шлама; IV – отвод очищенной воды



 elec.ru



Флотация с механическим диспергированием воздуха



- При перемещении струи воздуха в воде создается интенсивное вихревое движение, под воздействием которого воздушная струя распадается на отдельные пузырьки.

Различают :

- Импеллерную,
- Безнапорную
- Пневматическую флотацию

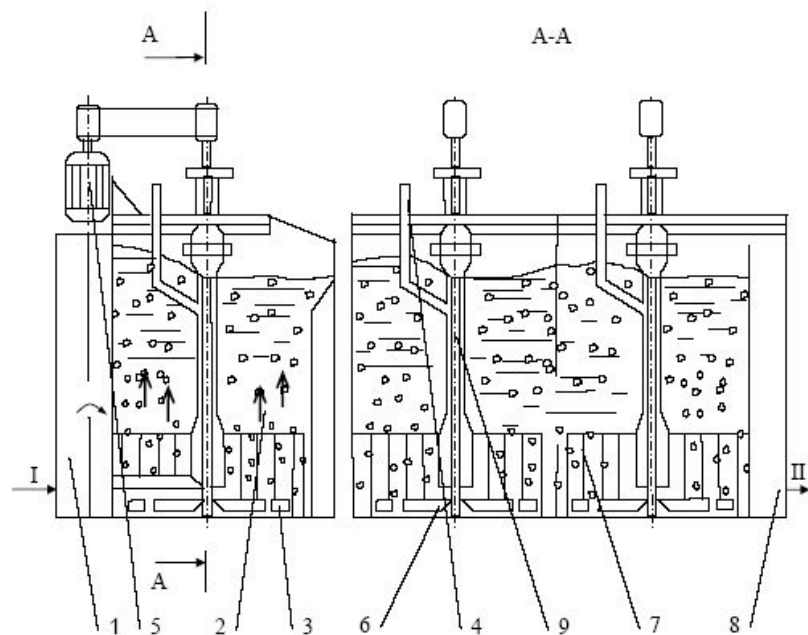
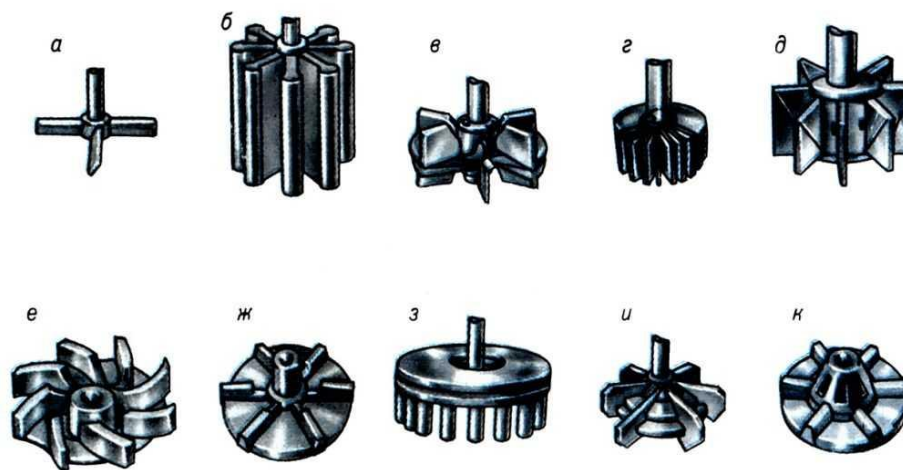
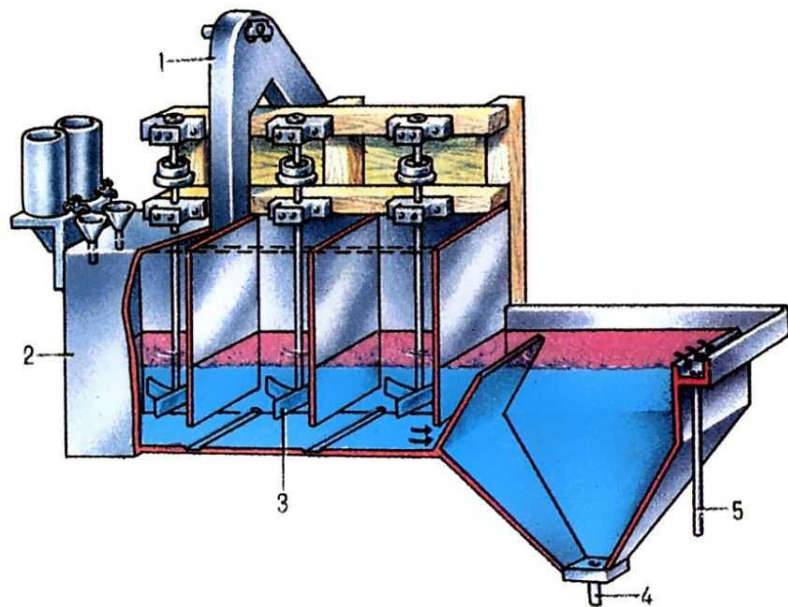
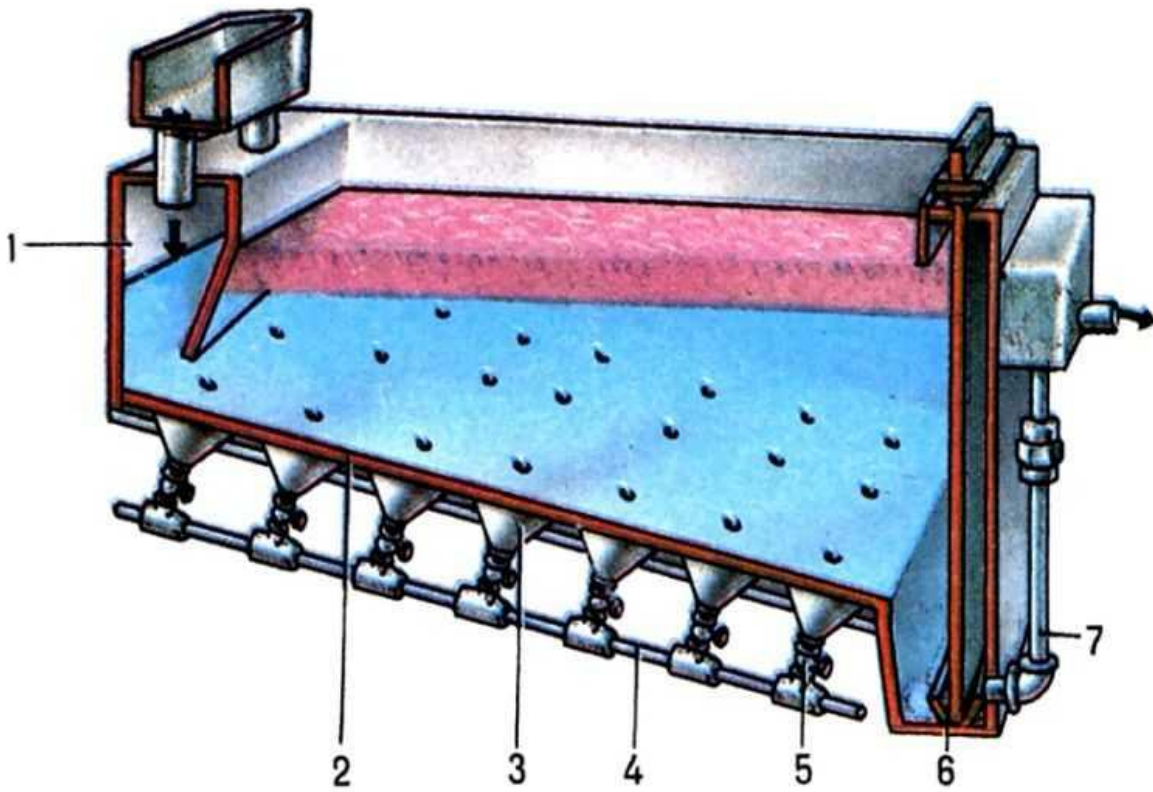


Схема двухкамерной импеллерной флотационной установки:
I – подача сточной воды; II – отвод очищенной воды

Сточная вода из приемного кармана 1 поступает к импеллеру 6, в который по трубке 4 засасывается воздух. Импеллер крутится на нижнем конце вала, заключенного в трубку через которую всасывается воздух по патрубку 4, так как при его вращении образуется зона пониженного давления им. Над импеллером расположен статор 3 в виде диска с отверстиями для внутренней циркуляции воды. Перемешанные импеллером вода и воздух выбрасываются через статор. Решетки 7, расположенные вокруг статора, способствуют более мелкому перемешиванию воздуха в воде. Отстаивание пузырьков воздуха происходит над решеткой. Пена, содержащая флотируемые частицы, удаляется лопастным пеноснимателем.



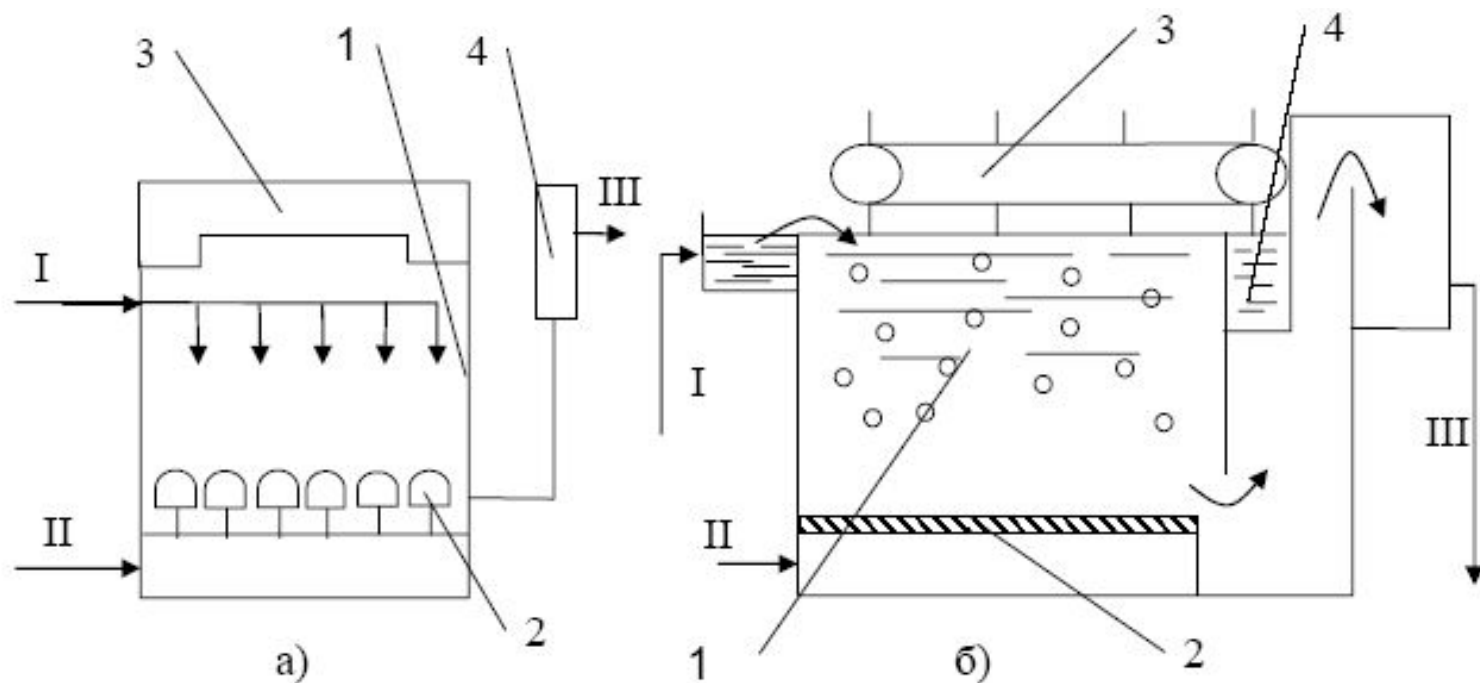




Флотация с подачей воздуха через пористые материалы



- Воздух во флотационную камеру подается через мелкопористые пластины, трубы, насадки, уложенные на дне камеры.
- Эффективность флотации зависит от величины отверстий материала, расхода воздуха продолжительности флотации, уровня воды во флотаторе.

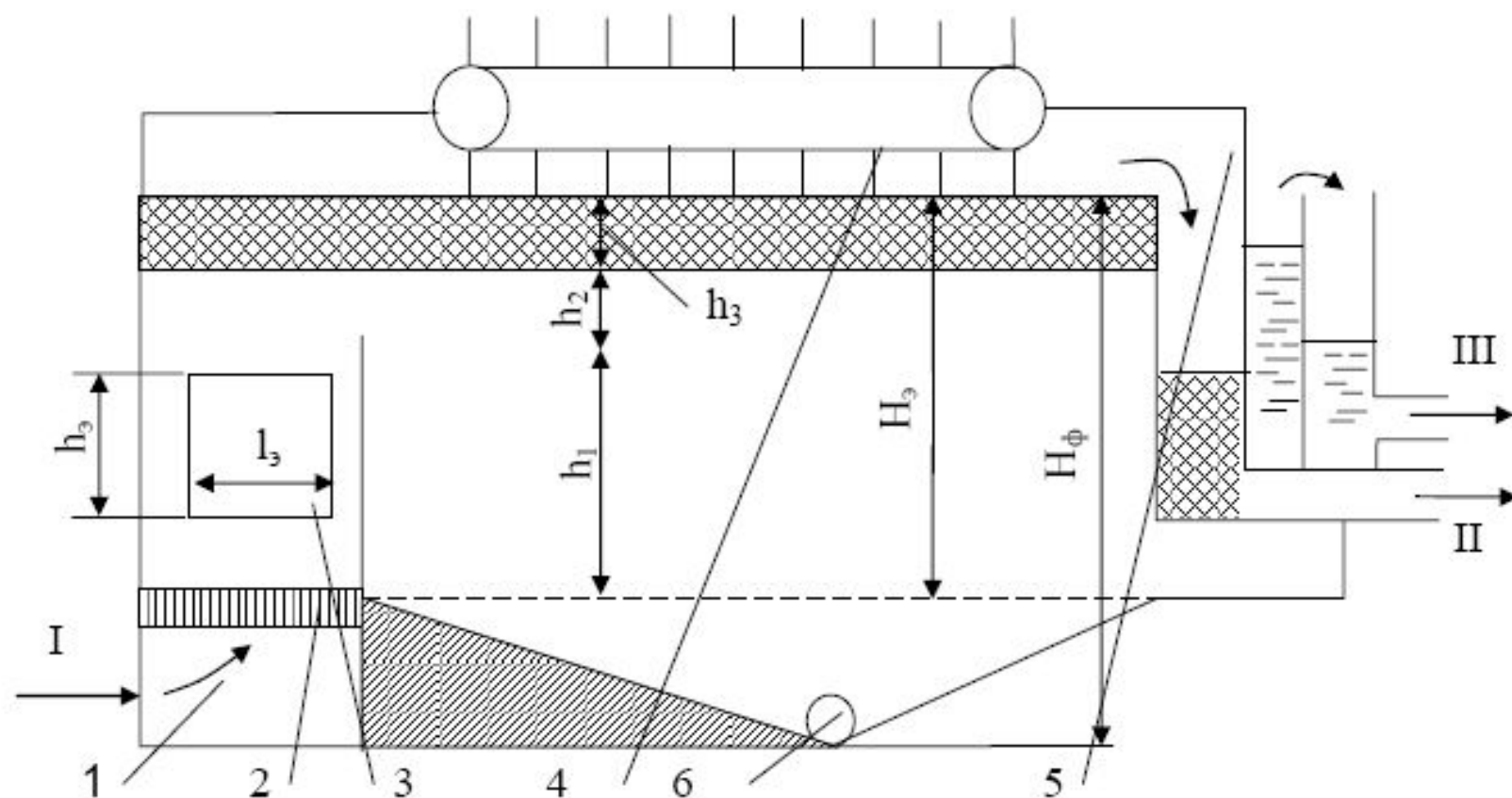


Схемы флотации при помощи пористых материалов: а – с пористыми колпачками; б – с пористыми пластинами; I – подача сточной воды; II – подвод воздуха; III – отвод очищенной воды; 1 – флотационная камера; 2 – пористые элементы; 3 – устройство для сбора пены; 4 – регулятор уровня

Электрофлотация



- Сущность метода заключается в переносе загрязняющих частиц из жидкости на ее поверхность с помощью пузырьков газа, образующихся при электролизе сточной воды.
- В процессе электролиза на катоде выделяется водород, на аноде – кислород. Основную роль в процессе флотации играют пузырьки, выделяющиеся на катоде.
- Размер пузырьков, отрывающихся от поверхности электрода, зависит от краевого угла смачивания, кривизны поверхности электрода, а также его конструктивных особенностей.



Горизонтальный электрофлотатор: 1 – впускная камера; 2 – решетка-успокоитель; 3 – электродная система; 4 – механизм для сгребания пены; 5 – пеносборник; 6 – опорожнение электрофлотатора и выпуск осадка; I – подача сточной воды; II – отвод обработанной сточной воды; III – отвод пенного шлама

Химическая флотация



- Основывается на свойствах некоторых веществ при введении их в сточную воду выделять газы (O_2 , CO_2 , Cl_2 и др.) в результате химической реакции.
- Пузырьки этих газов могут прилипать к нерастворенным взвешенным частицам и выносить их в пенный слой. (Такое явление, например, наблюдается при обработке сточных вод хлорной известью с введением коагулянтов).

Биологическая флотация



- Применяется для уплотнения осадка из первичных отстойников при очистке бытовых сточных вод.
- Для этой цели осадок подогревают паром в специальной емкости до 35 – 55 °С и при этих условиях выдерживают несколько суток.
- В результате деятельности микроорганизмов выделяются пузырьки газов, которые уносят частицы осадка в пенный слой, где они уплотняются и обезвреживаются.