

## ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД

Елена Владимировна ВОРОБЬЕВА<sup>1</sup>  
Илья Вадимович ВОРОБЬЕВ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Рязанский институт (филиал) Московского политехнического университета, кафедра «Информатика и информационные технологии», город Рязань, Россия.

<sup>2</sup> Рязанский институт (филиал) Московского политехнического университета, кафедра «Механико-технологические дисциплины, город Рязань, Россия.

<sup>1</sup> Автор корреспонденции: [vorobeva-70@bk.ru](mailto:vorobeva-70@bk.ru)

**Аннотация.** в статье приводится анализ различных способов очистки сточных вод от примесей нефтепродуктов, обоснована необходимость внедрения метода пневмосепарации как более эффективного способа очистки.

**Ключевые слова:** водоподготовка, сточные воды, очистка, примеси нефтепродуктов, флотация, сепаратор, депуратор, пневмосепарация.

Практически на любом промышленном предприятии: в нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности, в металлургии, в энергетике, в строительстве, на транспорте и нефтехранилищах, в других случаях, где нефтепродукты являются энергетическим ресурсом производства, а вода – важнейшим компонентом технологического процесса, образуются большие количества стоков воды, загрязненной примесями нефтепродуктов. Такая вода требует тщательной очистки независимо от того, возвращается она в технологический цикл или сбрасывается в природные водоемы.

Технологическая схема очистки включает отделения механической, физико-химической и биологической очистки нефтесодержащих сточных вод.

Физико-химическая очистка сточных вод I и II системы осуществляется на флотационных установках фирмы "WEMKO".

Назначение физико-химической очистки сточных вод - удаление тонкоэмульгированных нефтепродуктов и взвешенных веществ из сточных вод, прошедших механическую очистку, методом флотации с использованием реагента [1].

Технологический процесс физико-химической очистки на установках фирмы "WEMKO" осуществляется на трёх параллельно работающих линиях.

На двух линиях производительностью по 1000 м<sup>3</sup>/час очищаются стоки I системы, на одной линии производительностью 500<sup>3</sup>/час очищаются стоки II системы.

Процесс очистки осуществляется в две стадии. Первая стадия - очистка стоков в сепараторах, вторая — на флотационных установках (в депураторах).

Очистка сточных вод в сепараторах происходит за счет предварительной коагуляции дисперсных частиц и разделения фаз. Разделение фаз в сепараторе происходит за счёт разности плотности воды, нефтепродукта, мехпримесей и конструктивных особенностей аппарата [2].

После сепараторов сточные воды поступают в депураторы для доочистки стоков от эмульгированных, коллоидных, взвешенных частиц методом флотации с использованием высокомолекулярных флокулянтов.

Очистка сточных вод в депураторах основана на молекулярном прилипанию частиц к поверхности раздела двух фаз «пузырёк воздуха - вода» и всплывании образующихся систем на поверхность воды в виде пенообразного слоя. Скорость всплывания частиц нефти, прилипающих к пузырькам воздуха, практически равна скорости всплывания этих

пузырьков. Так, частицы нефти размером 1,5мкм самостоятельно поднимаются со скоростью не более 1мм/с, а при флотации со скоростью около 0,9мм/с, т.е. скорость всплывания увеличивается в среднем в 900 раз [3].

Аэрирование (газирование) жидкости осуществляется способом механического диспергирования воздуха флотационными машинами - импеллерами, работающими в режиме самоаэрации.

Интенсификация физико-химической очистки сточных вод достигается за счёт применения высокомолекулярных полиэлектролитов - флокулянтов.

### ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД В СЕПАРАТОРАХ

Сепаратор (рис. 1) представляет собой металлическую ёмкость размером 4280мм x 3010мм x 4090мм в нижней части переходящую в конусообразную форму. Внутренняя поверхность стенок ёмкости покрыта антикоррозионным материалом.

Сточные воды проходят в горизонтальном направлении, в которых за счёт направления потока, а также увеличения рабочего объёма, устанавливается ламинарное (спокойное) движение жидкости необходимое для эффективного отделения нефти и механических примесей от воды.

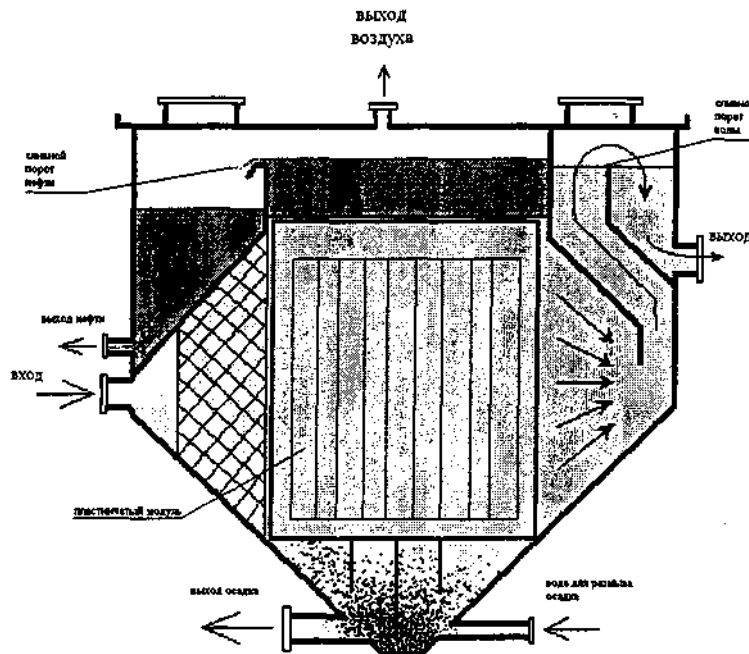


Рисунок 1. Сепаратор

Отделённый нефтепродукт по изгибам пластин поднимается в верхнюю часть технологической ёмкости и через водослив переливается в сборный лоток.

Осадок механических примесей, имеющий удельный вес больше воды, оседает в нижней части пластин и по коническим стенкам сепаратора стекает в его нижнюю часть. По мере накопления осадка, но не реже двух раз в месяц производится выгрузка осадка от каждого сепаратора.

Очищенная на сепараторах вода, проходит под сборным лотком для нефти и через регулируемые по высоте перегородки переливается в сборный лоток, из которого самотёком поступает для дальнейшей очистки в депураторы [1, 3].

### ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД НА ДЕПУРАТОРАХ

Депуратор (рис. 2) представляет собой горизонтальную металлическую ёмкость, покрытую внутри антикоррозионным материалом и разделенную перегородками на ряд камер. Очищаемая жидкость поступает и отводится из депуратора через относительно

спокойные камеры с вертикальными подвесными перегородками, между которыми находятся четыре (по числу флотационных машин) флотационные камеры. Перегородки, разделяющие флотационные камеры, не доходят до дна ёмкости на 500мм и образуют коридор для прохождения жидкости в депураторе из камеры в камеру.

Эффективность флотационной очистки существенно зависит от размера нефтяных капель, так как частота контактов воздушных пузырьков и капель будет тем больше, чем больше нефтяные капли [2, 3].

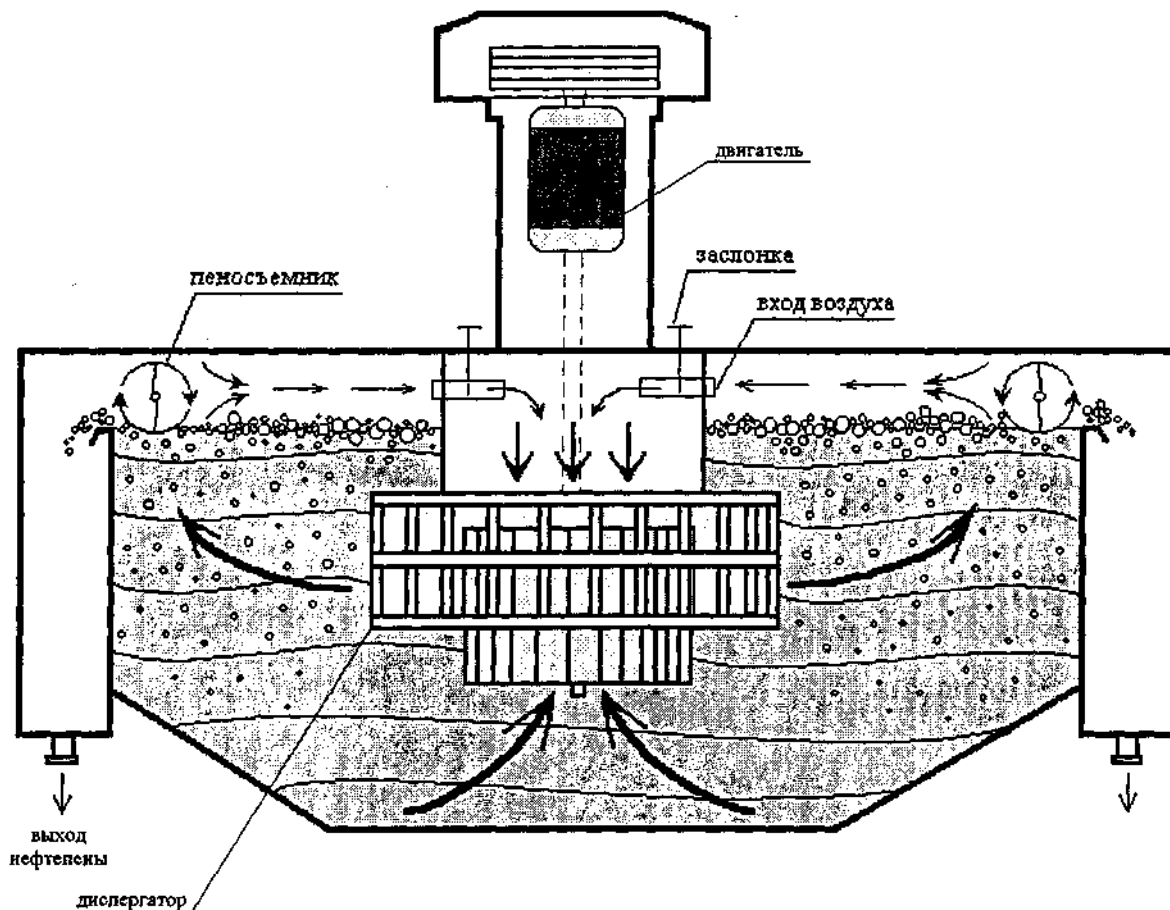


Рисунок 2. Депуратор (разрез)

Для увеличения нефтяных капель используется высокомолекулярный флокулянт катионной активности. Растворяясь в воде, флокулянт образует длинные молекулярные цепочки, собирающие на себя, за счет положительного поверхностного заряда частицы нефти и взвесей и способствующие слипанию их между собой с образованием крупных и прочных хлопьев. Всплывшая на поверхность пена отводится пеносъёмниками в сборные желоба, расположенные вдоль стен с каждой стороны депуратора [2, 3].

Таким образом, недостатком работы установки фирмы "WEMKO" является образование длинных цепочек флокулянта, собирающих на себя за счет положительного поверхностного заряда частицы нефти и взвесей, что способствует дальнейшему их слипанию в виде прочных хлопьев, оседающих на стенках депуратора, вызывая ухудшение его работы. Как следствие, возникает необходимость в остановке всей системы очистки стоков с дальнейшей промывкой чистой водой от нефти и грязи.

Устранить этот недостаток представляется возможным при использовании метода пневмосепарации, суть которого состоит в том, что сточные воды рассматриваются как многокомпонентные коллоидные системы эмульсионного типа с высокой агрегативной устойчивостью [3].

Одновременное присутствие в воде ионов растворимых солей и тонкодисперсной фазы примесей нефти ведет к образованию мицеллярной структуры, в которой дисперсные частицы представляют собой прочные комплексы, состоящие из поляризованных капель нефти и гидратированных ионов солей [3]. Данным комплексам присущи повышенная масса и диффузионно-седиментационное равновесие, что влияет на степень очистки стоков и должно учитываться в технологическом процессе [2].

Необходимым условием для очистки сточных вод от нефтепримесей является предварительное разрушение коллоидной структуры [3].

С этой целью поток воздуха пропускается через слой воды, создается мощный турбулентный режим перемешивания потока очищаемой воды с тем, чтобы скорость движения дисперсных частиц нефтепродуктов была достаточно велика. При соударении капель с высокой кинетической энергией адсорбированные на них гидратные оболочки разрушаются, нефтепримеси коалесцируют с образованием капель более крупных размеров, которые всплывают на поверхность вследствие разности плотностей нефти и воды [2].

Турбулентный режим позволяет существенно ускорить процесс очистки и полностью удалить нефтепримеси в пределах требований ПДК независимо от присутствия электролитов и ПАВ [3].

Таким образом, механизм очистки воды от примесей нефти пневмосепарацией заключается в разрушении коллоидной структуры, что существенно облегчает последующий процесс разделения фаз. Перемешивание фаз в турбулентном режиме соответствует условиям активного гидродинамического режима [1].

Применение метода пневмосепарации в отличие от других методов позволит существенно сократить энергозатраты и время очистки воды от примесей нефтепродуктов.

#### **Список литературы:**

1. ВОРОБЬЕВА Е.В., КУВШИННИКОВ И.М. Разработка технологического регламента процесса глубокой очистки сточных вод от примесей нефтепродуктов в промышленных условиях. // *Энергосбережение и водоподготовка*. 2013. № 3. С. 24 – 29.
2. ВОРОБЬЕВА Е.В., КУВШИННИКОВ И.М. Физико-химические и технологические основы глубокой очистки природной воды и промышленных стоков от примесей нефтепродуктов и других органических соединений. // *Энергосбережение и водоподготовка*. 2013. № 1. С. 2 – 6.
3. КУВШИННИКОВ И.М., ЧЕРЕПАНОВА Е.В. Устойчивость эмульсий нефтепродуктов в воде и способы их коагуляции. // *Энергосбережение и водоподготовка*. 2009. № 3. С. 50 – 56.