

# Критерии выбора современных флотаторов для очистки сточных вод

С.А. Гарипова, ООО «АКС»

Во многих процессах очистки производственных сточных вод требуется применение физико-химических методов, в частности напорной флотации с предварительным внесением реагентов. Сочетание химической обработки и флотации позволяет удалить большое количество специфических загрязнений и подготовить стоки к дальнейшей очистке на биологических очистных сооружениях.

Применение блоков физико-химической очистки для обработки некоторых видов производственных сточных вод актуально для многих предприятий, поскольку стоки, не прошедшие предварительную очистку, в большинстве случаев не удовлетворяют требованиям, которые предъявляются к сточным водам, направляемым в системы городской канализации, и

поэтому не могут подаваться непосредственно на биологические очистные сооружения.

Компоненты, содержащиеся в сточных водах многих предприятий, способны полностью дестабилизировать работу биологических очистных сооружений. Например, поступление в больших концентрациях взвешенных веществ и органических соединений



► Рис. 1. Схема работы флотатора



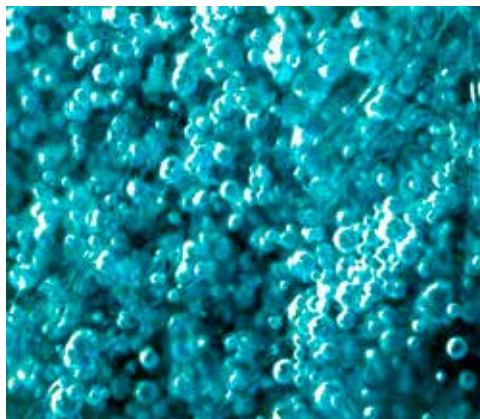
► Рис. 2. Примеры использования пластин во флотационном резервуаре

вызывает перегрузку активного ила и его усиленный прирост, в результате сокращается возраст ила и снижается качество очистки стоков. Жиры, масла, нефтепродукты уменьшают эффективность переноса кислорода в иловую смесь, что также негативно сказывается на работе аэротенков. Содержание большинства из таких компонентов в производственных сточных водах может быть снижено с помощью блока физико-химической очистки, а именно с применением напорного флотатора в сочетании с реагентной предобработкой. Однако метод флотации не является панацеей от всех специфических

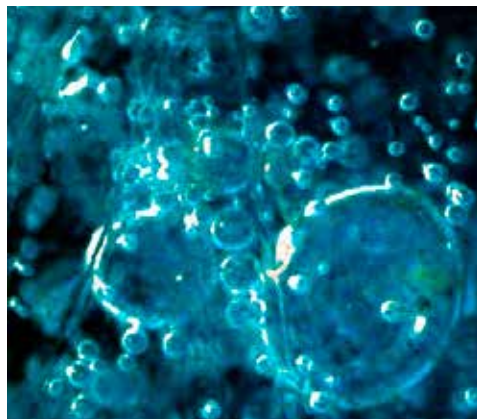
загрязнений промышленных стоков, и целесообразность его применения должна оцениваться в каждом конкретном случае.

Схема блока физико-химической очистки с напорным флотатором обычно включает в себя следующие основные узлы: установку дозирования раствора коагулянта, установку дозирования раствора щёлочи, установку дозирования раствора флокулянта, трубчатый реактор-флокулятор, установку напорной флотации с системой подготовки сжатого воздуха (рис. 1).

Для повышения эффективности очистки от взвешенных веществ и ор-



*a*



*б*

► Рис. 3. Мелкие пузырьки воздуха в высокоэффективных системах (*a*) и крупные пузырьки воздуха в малоэффективных системах (*б*)

ганических соединений сточные воды подвергаются последовательной обработке растворами коагулянта (на основе солей алюминия или железа) и флокулянтам. Дозирование щёлочи также является важным фактором, оказывающим влияние на эффективность очистки, поскольку падение показателя pH при обработке коагулянтами несколько снижает его активность.

На рынке оборудования представлено большое количество флотационных установок, различающихся множеством технологических особенностей. Среди этого многообразия можно выделить ряд характеристик, присущих наиболее эффективным моделям флотаторов:

1. Высокая гидравлическая производительность флотатора и отсутствие турбулентных потоков внутри флотационного резервуара.

Наиболее эффективный способ увеличения производительности установки и повышения её компактности

при сохранении условий ламинарного потока – использование пакета пластин (ламелей) (рис. 2). Это позволяет снизить скорость потоков, а также увеличить площадь контакта.

2. Образование большого количества мелких пузырьков воздуха.

Это одна из важнейших характеристик системы подготовки водовоздушной смеси, поскольку большое количество пузырьков повышает вероятность прикрепления загрязнений к ним (рис. 3). Укрупнение пузырьков воздуха снижает скорость флотации и продолжительность пребывания воздуха в установке. В большинстве современных систем часть водовоздушной смеси подаётся в трубчатый флокулятор (где происходит реакция с реагентами) для насыщения уже обработанной воды воздухом и снижения плотности хлопьев, что позволяет облегчить их всплытие во флотационном резервуаре (рис. 4).

3. Равномерное распределение потоков и предотвращение слипания пузырьков воздуха.



а



б

► Рис. 4. Наблюдение образования микропузырьков воздуха при тестировании флотационной установки на чистой воде: а – до ввода водовоздушной смеси, б – после ввода водовоздушной смеси во флотационный резервуар



► Рис. 5. Скребковый механизм

Слипание пузырьков воздуха ведёт к их укрупнению (коалесценции), что существенно снижает эффективность процесса флотации. На практике это приводит не только к получению неудовлетворительных результатов очистки воды, но и к необходимости увеличения расходов химических реагентов и росту эксплуатационных затрат.

4. Максимальная удалённость трубопроводов отвода очищенной воды и флотошлама.

В некоторых случаях, когда трубопроводы отвода очищенной воды и флотошлама находятся в небольшой удалённости друг от друга, повышается риск попадания частиц флотошлама в очищенную воду. Конструктивные недостатки установки флотации очень часто приходится компенсировать большим расходом реагентов.

5. Возможность регулировать слой флотопены и её влажность, а также максимально полное удаление флотошлама.

Регулировка положений автоматических скребков, осуществляющих



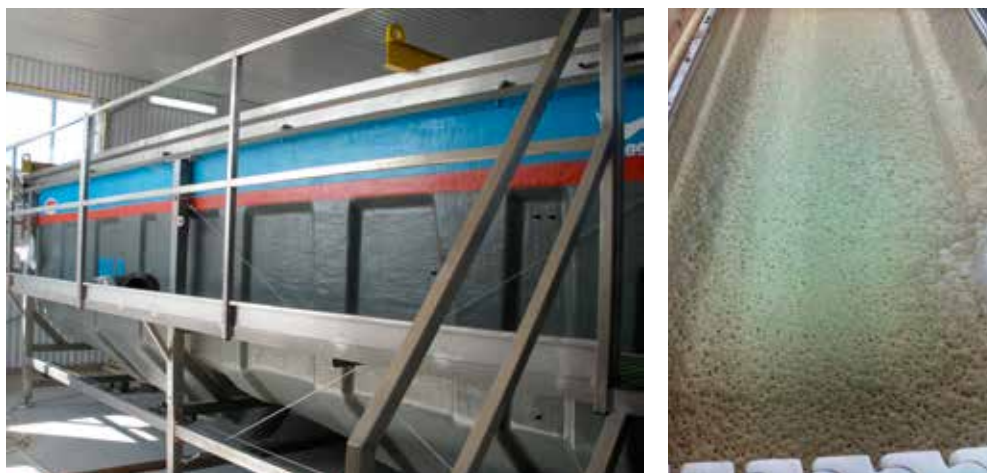
► Рис. 6. Флотошлам с низкой влажностью

сбор флотошлама с поверхности флотационного резервуара (рис. 6), позволяет снижать влажность удаляемого шлама. Благодаря регулированию скорости движения скребков возможно получать флотошлам влажностью до 90–92% (рис. 7) и существенно сократить затраты на его утилизацию.

Конструкции современных флотационных установок исключают наличие участков на поверхности флотационного резервуара, недоступных для скребков. Полное удаление всплывающего флотошлама и минимизация продолжительности его пребывания во флотационной установке помогают исключить риск осаждения и разложения шлама.

6. Конструктивные особенности дна установок и возможность удаления осадка.

Современные установки напорной флотации оснащены системами удаления осадков со дна резервуара без необходимости его опорожнения и вывода из эксплуатации. Автоматическое удаление осадков позволяет про-



► Рис. 7. Флотационный резервуар и флотошлам на молокозаводе

водить очистку флотационного резервуара без остановки всего блока физико-химической очистки.

Пример использования блока физико-химической очистки на основе установки напорной флотации на очистных сооружениях молокозавода. Данный проект был реализован в 2015 г. (рис. 7). Основной задачей блока напорной

флотации было достижение требований к сбросу промышленных стоков в систему городской канализации, для этого необходимо было обеспечить удаление взвешенных веществ, жиров, снижение показателей ХПК и БПК.

Производственные сточные воды проходили предварительную очистку на механической решётке и направлялись



► Рис. 8. Пробы сточных вод: до флотатора (слева), после флотатора со средним расходом реагентов (в центре), с увеличенным расходом реагентов (справа)

в аэрируемый усреднитель, затем подавались на флотационную установку. Перед флотационной установкой стоки подвергались обработке коагулянтом на основе полиоксхлорида алюминия и анионным флокулянтом.

Поскольку задача получения воды с максимальными параметрами очистки не стояла, а требовалось снижение основных загрязнений для возможности направления данных стоков на биологические очистные сооружения, положительные результаты были получены при средних затратах на реагенты около 3–3,5 руб/м<sup>3</sup> очищаемой воды.

Удаление взвешенных веществ и снижение показателей БПК и ХПК позволили исключить возможность перегрузки аэротенков и риск снижения аэробного возраста активного

ила и его вспухания, а следовательно, нормализовать работу биологических очистных сооружений.

Сочетание основных преимуществ, присущих современным флотационным установкам, дало возможность разместить блок физико-химической очистки (включая установку флотации производительностью до 35 м<sup>3</sup>/ч и реагентное хозяйство) на площади всего 70 м<sup>2</sup>, достичь требований, предъявляемых к очищенным сточным водам при небольших эксплуатационных затратах (рис. 8).

Необходимо также отметить, что количество флотошлама от процесса очистки составляет 3–4% от объема обрабатываемых сточных вод, что дополнительно позволяет снизить затраты на утилизацию. ■

# АкваКонтрольСамара

Тел./факс: +7 (846)229-63-19, 8-800-500-00-63  
E-mail: [info@aqu-control.ru](mailto:info@aqu-control.ru), [www.aqua-control.ru](http://www.aqua-control.ru)

поставка оборудования для очистки питьевой, технологической и сточных вод

РФ, 446378, Самарская область, Красноярский район, пгт Новосемейкино, ул. Солнечная, 3П



### ВОДООЧИСТКА:

- Полволоконные мембраны ультраfiltrации Liqui-Flux
- Мембранные дегазаторы Liqui-Cel для удаления O<sub>2</sub> и CO<sub>2</sub>

### ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД:

- Механические решетки и комбинированные установки (решетка + песколовка + жиросовка)
- Трубчатые и дисковые аэраторы ОТТ
- Декантеры HAUS для обезвоживания и разделения осадков и шламов

РАЗРАБОТКА И КОРРЕКТИРОВКА ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ  
СТОЧНЫХ ВОД СУЩЕСТВУЮЩИХ И СТРОЯЩИХСЯ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ  
ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ И ВОДОКАНАЛОВ