DOI: 10.17117/na.2015.12.02.017

<http://ucom.ru/doc/na.2015.12.02.017.pdf>

Поступила (Received): 24.12.2015

Алексеев Е.В., Харьковская М.И. Направления совершенствования конструкции флотационных камер для очистки сточных вод

Alekseev E.V., Kharkova M.I.
Directions of improvement of flotation
chambers for wastewater treatment

Проектирование и эксплуатация сооружений флотационной очистки сточных вод имеют проблемы, правильное решение которых позволяет получить высокую эффективность процесса. Рассмотрена взаимосвязь формы флотационной камеры с основными стадиями процесса флотационного извлечения загрязняющих веществ из сточных вод. Предложены выражения показателей, характеризующих форму камеры флотации. Приведены значения показателей для разных типов флотаторов

Ключевые слова: очистка сточных вод, ПАВ, флотация, камера флотации, показатели

Design and operation of facilities for flotation of wastewater there are problems, the correct solution of which allows obtaining a high efficiency of the process. Investigate the relationship between the shapes of the flotation chamber with the main stages of the process of flotation extraction of pollutants from wastewater. Expression proposed indices describing the shape of the flotation chamber. The values of indicators for different types of machines are given

Key words: wastewater treatment, detergents, flotation, flotation chamber, the indicators

Алексеев Евгений Валерьевич

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой

*Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет
г. Москва, Ярославское шоссе, 26*

Alekseev Eugene Valerievich

Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Department

*National research Moscow state university of civil engineering
Moscow, Yaroslavlshosse, 26*

Харьковская Мария Игоревна

Аспирант

*Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет
г. Москва, Ярославское шоссе, 26*

Kharkova Maria Igorevna

Graduate

*National research Moscow state university of civil engineering
Moscow, Yaroslavlshosse, 26*

Очистки сточных вод многих предприятия промышленности основана на применении флотации для удаления поверхностно-активных веществ (ПАВ) и дисперсных загрязняющих веществ. В проектировании и эксплуатации сооружений для флотационной очистки сточных вод имеется ряд проблем, правильное решение которых позволяет получить высокую эффективность процесса. Поэтому представляется целесообразным рассмотрение некоторых конструктивных и технологических решений в практике флотационной очистки сточных вод.

И настоящее время при проектировании флотаторов выбор пространственной формы камер флотации зачастую ведется без учета влияния формы на эффективность процесса очистки, а в нормативных и литературных источниках и расчетах процесса флотации пространственное решение флотационной камеры опускается [1]. Исходя из современных представлений о флотационном удалении ПАВ и дисперсных загрязняющих веществ можно сделать вывод, что такой подход не верен. На основании анализа источников информации и собственных исследований авторов процесс флотационной очистки воды включает следующие основные стадии [2]:

- адсорбционный переход пав, растворенных и дисперсных веществ из жидкой фазы на межфазную поверхность газовой дисперсии;
- перенос газовой фазы из объема на стационарную границу пенообразования;
- переход газовой фазы и загрязняющих веществ на стационарной границе из диспергированного состояния в эмульгированное;
- образование пены;
- отвод пены.

Из этих представлений об флотационном процессе очистки воды можно сформулировать условия, которым должен соответствовать совершенный флотационный аппарат (СФА):

1. Максимальная концентрация загрязняющих веществ вместе образования межфазной поверхности.
2. Высокая скорость обновления межфазной поверхности.
3. Вывод дисперсной фазы из объема на стационарную границу в режиме, при котором отсутствует процесс гидромеханического разрушения агрегатов газовая фаза – адсорбтив.
4. Отсутствие размыва динамического слоя.
5. Высокая интенсивность эмульгирования пены.
6. Время нахождения пены над стационарной границей не более времени начала образования спумоидной структуры.

На основании данных условий рассмотрим влияние на флотационный процесс формы камеры флотации.

Для оценки формы камеры флотации исходя из того, что определяющим для процесса флотации являются объемная и поверхностная стадии, предлагаются два безразмерных показателя – показатель формы (K_f) и показатель сужения поверхности (K_s).

Безразмерный показатель формы K_f определяется по выражению:

$$K_f = H \cdot p / (4S), \quad (1)$$

где: H – высота камеры флотации, м;

p – периметр основания камеры флотации, м;

S – площадь горизонтального сечения камеры флотации, м²;

Для оценки стационарной границы раздела фаз вводится безразмерный показатель сужения K_s :

$$K_s = S / f \quad (2)$$

где: f – площадь сечения стационарной границы раздела фаз, м².

Авторами были получены зависимости между эффектом удаления загрязняющих веществ и формой флотационной камеры, характеризуемой введенными показателями. Исследования проводились на лабораторных установках при следующих параметрах:

объем камеры флотации – 68 дм³; показатель формы изменялся в интервале – 0,5...1,6; продолжительность обработки – 20 мин; показатель сужения поверхности изменялся в интервале – 1,0...5,0.

В результате проведенных экспериментов установлено, что при увеличении показателя формы эффективность удаления ПАВ уменьшается, в то время как эффективность удаления взвешенных веществ увеличивается. Это можно объяснить тем, что при развитии флотационной камеры по горизонтали уменьшается интенсивность барботаж на стационарной границе (ослабление влияния условия «5» СФА), а также расширение восходящего газового потока приводит к его стабилизации (усиление влияния условий «3» и «4» СФА). В общем случае совместного присутствия в обрабатываемом стоке ПАВ и взвешенных веществ ни одна из рассмотренных форм камер флотации не является оптимальной.

Однако, условие «5» СФА можно усилить без ослабления факторов «3» и «4» уменьшением стационарной границы раздела не изменяя форму камеры флотации. Установлено, что уменьшение открытой поверхности границы раздела фаз увеличивает не только интенсивность очистки, но и ее глубину, при неизменном количестве диспергированного газа.

Таким образом, интенсификация флотационного процесса может быть реализована путем конструктивного сочетания камеры флотации, характеризуемой показателем формы, равным единице и относительно малой поверхностью стационарной границы раздела фаз.

Дальнейшие исследования показали, что применение камер флотации, конструкции которых разработаны с учетом предложенных направлений совершенствования улучшает гидродинамический режим извлечения загрязняющих веществ, что приводит к интенсификации процесса флотации и позволяет получить следующие преимущества по сравнению с существующими флотаторами:

- сокращается в 2-5 раз абсолютное количество подаваемого газа и на 20-30 % повышается эффект очистки при неизменном объеме сооружения;
- повышается производительность флотатора при одинаковом эффекте очистки и снятии в 2-5 раз расхода воздуха;
- уменьшается объем флотошлама и исключается необходимость в устройствах для съема пены;
- стабилизируется пеновыделение, что чрезвычайно важно при очистке недостаточно вспенивающейся сточной воды (при малых концентрациях ПАВ).

Для проектирования новых очистных сооружений и реконструкции существующих рекомендуется применять следующее соотношение:

- для пневматической флотации $K_S = 2...3$, $K_f = 0,8...1,0$;
- для компрессионной и электрофлотации $K_S = 3...5$, $K_f = 1,0...1,2$.

Авторами разработан расчет флотационных камер с учетом способа диспергирования газа [3, 4, 5]. Область применения предложенных направлений совершенствования флотаторов широка – флотация с различными способами подачи газа (пневмофлотация, компрессионная, электрофлотация и др.), флотационная обработка на различных стадиях очистки воды (предварительная очистка, основной метод и доочистка сточных вод), сочетание флотационной обработки с другими методами (реагентная флотация, отделение активного ила или сорбентов).

В процессе наблюдений за работой флотационных установок по очистке сточных вод на предприятиях легкой промышленности наблюдалось периодическое увеличение концентрации загрязняющих веществ в очищенной воде. После изучения режима работы рабочего оборудования предприятий стало очевидно, что часть сточных вод в момент увеличения расхода проходит через флотатор без очистки. Для исключения этого явления было предложено секционирование камеры флотации по длине. Результаты экспериментальных исследований доказали целесообразность установки перегородок с нижним перепуском сточной воды с интервалом по длине $(0,7...0,9)B$, где B – ширина камеры флотации. Для электрофлотационной очистки предлагается устраивать перепускные окна ниже электродов, с тем, чтобы сточная жидкость проходила через межэлектродное пространство. Это позволяет увеличить эффективность очистки на 10-15% за счет электрохимических процессов идущих на поверхности электродов, а также за счет того, что пакет электродов играет роль своеобразного "фильтра", так как сточная вода как бы "фильтруется" через поток газовой фазы, образующейся на электродах [6].

Важным преимуществом предлагаемых направлений конструирования флотационных камер является возможность реконструкции действующих сооружений, что позволяет увеличить эффективность их работы. Например, при реконструкции флотаторов станций предочистки сточных вод трикотажной фабрики переделке подверглись прямоугольные двухкамерные флотаторы о подачей воздуха через фильтросные трубы, оборудованные скребковым механизмом для удаления пены.

Основные технические мероприятия по усовершенствованию флотаторов достаточно свелись к следующему:

- демонтаж скребкового транспортера пены с приводом;
- установка в каждой камере флотации по две поперечные перегородки;
- установка во всех секциях флотатора наклонных перекрытий.

Простота реконструкции действующих сооружений позволяет осуществлять ее силами предприятия, получая значительную экономию электроэнергии, реагентов и материалов.

Список используемых источников:

1. Воронов Ю.В., Алексеев Е.В., Саломеев В.П., Пугачев Е.А. Водоотведение. М.: Инфра-М, 2013. 415 с.
2. Алексеев Е.В. Основы технологии очистки сточных вод флотацией: монография, научное издание. М.: Издательство АСВ, 2009. 136 с.
3. Алексеев Е.В. Очистка сточных вод флотацией. Основы технологии и применение: Монография. М.: Издательство АСВ, 2015. 160 с.

4. Алексеев Е.В. О применении показателя «удельная флотосорбция» в технологических расчетах флотаторов // Водоснабжение и санитарная техника. 2013. №6. С. 39-42.
5. Алексеев Е.В., Ласков Ю.М., Павлинова И.И. Технологическое конструирование флотационных сооружений // Рациональное использование водных систем промышленных предприятий и населенных мест. М.: МИСИ, 1989. С. 114-121.

© 2015, Алексеев Е.В., Харьковская М.И.

Направления совершенствования конструкции
флотационных камер для очистки сточных вод

© 2015, Alekseev E.V., Kharkova M.I.

Directions of improvement of flotation chambers for
wastewater treatment