

3. Lip Pia. Methode zur Ermittlung des Foulingpotenzials bei der Ultrafiltration (UF-FP) / Pia Lip, Günther Baldauf, Birgit Hetzer // DVGW Energ. Wasser-Prax. – 2009. – 60, № 10. – P. 58-61.
4. Buchta P. Betriebserfahrungen Mit Ultrafiltration membrane / P. Buchta, R. Winkler // WWT: Wasserwirt. Wassertechn, 2011. – № 6. – P. 20-26.
5. Трус І.М. Вплив попереднього механічного доочищення води на ефективність зворотньоосмотичного опріснення води / І.М. Трус, М.Д. Гомеля, В.М. Радовенчик // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля.– 2013. – № 9 (198) Ч.2. – С. 197-202.
6. Видер Б. Л. Электролизные установки НПК «Эколог» - результаты работы и перспективы. / Б. Л. Видер, Г. Е. Иткин, М. В. Климов // Технологии очистки воды «ТЕХ-НОВОД-2008»: Материалы 4 Международной научно-практической конференции, Калуга, 26-29 февр., 2008. – Новочеркасск: Оникс. – 2008. – С 252-255.
7. Яковлев С.В. Технология электрохимической очистки воды / С.В. Яковлев, И.Г. Краснобородько, В.М. Рогов. –Л.: Стройиздат, 1987.-312 с.
8. Михайленко В.Г. Исследование процессов электроосаждения диоксида свинца из щелочных электролитов / В.Г. Михайленко, А.В. Антонов // Гальванотехника и обработка поверхности. – Том XXII, № 2, 2014. – С. 29–35.

УДК 628.356

Самохвалова А.И., Куксова А.С., Юрченко В.А.*Харьковский национальный университет строительства и архитектуры*

ОСНОВНЫЕ ТИПЫ СТРУЙНЫХ АЭРАТОРОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД

Аэрация – это процесс, при котором воздух тесно контактирует с водой (жидкостью), осуществляется распылением воды (жидкости) в воздухе или пропусканием пузырьков воздуха через воду, то есть путем непосредственного контакта воды и воздуха/кислорода [1].

Аэрация является основой процесса очистки стоков в биологических очистных сооружениях (аэротенках, аэрофильтрах, биофильтрах, циркуляционных окислительных каналах). Она предназначена для насыщения смеси очищаемой воды и рециркуляционного активного ила кислородом, а также поддержания активного ила во взвешенном состоянии.

Анализ существующих классификаций аэрационных систем и типов аэраторов показывает, что разные авторы классифицируют аэрационные устройства по различным признакам. Чаще всего это конструктивные признаки, способ ввода энергии в систему и способ подачи и распределения воздуха (кислорода) в воде [1, 2].

В зависимости от способа подачи и распределения кислородсодержащего газа в сооружения все аэраторы, которые применяются в настоящее время, классифицируют на [3, 4]: 1) пневматические; 2) механические; 3) струйные. Кроме того, аэраторы подразделяют на пневматические, механические, гидравлические и комбинированные [3]; на пневматические, механические, эжекционные и пневмомеханические [5]; на пневматические, механические и комбинированные [6, 7]; на пневматические и механические, а также водосливные-аэраторы [8]. Также в практике водочистки применяются конструкции аэраторов, которые отличаются принципиальной новизной – пневмовибрационные, пневмогидромеханические. Таким образом, существующие классификации аэрационного оборудования [4 – 9] не позволяют сделать рациональный выбор аэраторов при проектировании систем по насыщению воды кислородом.

Выбор того или иного типа аэраатора должен быть сделан на основе сравнения

наиболее существенных показателей их работы, а именно: эффективности аэрации, окислительной способности аэратора, стоимости системы аэрации, приходящуюся на единицу объема данного сооружения в единицу времени или на единицу объема очищаемой жидкости, размера зоны, обслуживаемой одним аэратором, сложности осуществления ремонта или замены аэрационного оборудования, надежности и долговечности в работе, сложности ухода за системой в процессе эксплуатации и т.д.

Каждый тип аэраторов имеет как свои преимущества, так и недостатки.

Струйные или эжекторные аппараты [1–3] – это устройства, в которых происходит смешение и обмен энергией двух имеющих разное давление потоков, один из которых является рабочим, с образованием смешанного потока с промежуточным давлением. Эжекторы в качестве аэраторов представляют значительный интерес при биохимической очистке относительно небольших расходов сточных вод ввиду простоты их устройства, возможности плавного регулирования производительности по кислороду и удобства эксплуатации.

Преимуществами струйных аэраторов перед механической и пневматической системами является то, что они наиболее просты – отсутствуют механические устройства для перемешивания жидкости, не требуется подачи сжатого воздуха, что во многих случаях имеет решающее значение, возможность использования стандартного оборудования, плавное регулирование производительности аэратора по кислороду. Недостатки эжекторных аэраторов: они применяются для сравнительно небольших очистных сооружений, так как радиус действия эжекторного аэратора невелик, эффективность их действия не превышает 1 кг O₂ на 1 кВт·ч затраченной энергии, заметно уступая эффективности не только механических, но и пневматических аэраторов [1 – 3, 7].

Струйные (эжекторные) аэраторы по принципу действия аналогичны механическим поверхностным аэраторам с вертикальной осью вращения.

Существует два различных метода использования кинетической энергии струи рабочей жидкости: аэрация свободнопадающей струей и напорное истечение через насадки (сопла), помещенные в камеру эжекции [1, 3].

Принцип действия струйных аэраторов заключается в использовании энергии движущейся жидкости для создания развитой поверхности газожидкостного контакта [3].

Хотя конструктивное оформление эжекторных аэраторов весьма разнообразно, но, как правило, они имеют в своем составе сопло для пропуска рабочей жидкости, патрубок для вовлечения воздуха из атмосферы, камеру смешения и диффузор (рис.1) [2, 3].

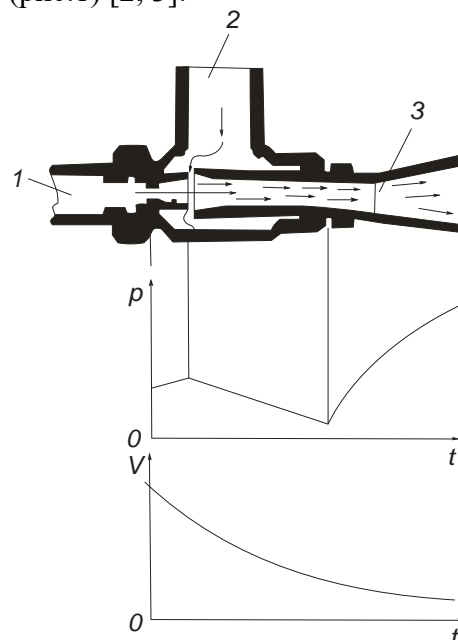


Рис. 1. Схема устройства эжекторного аэратора: 1 – рабочая жидкость; 2 – воздух; 3 – водовоздушная смесь; t – длина эжектора; p – давление; v – скорость потока.

Работают эжекторные аэраторы таким образом: сточная вода, подаваемая насосной установкой, с большой скоростью вытекает из сопла в камеру смешения, создавая разрежение в приемной камере, что вызывает поступление через специальный патрубок атмосферного воздуха. Струя жидкости затем увлекает диспергируемый ее воздух из камеры смешения в диффузор. Так как время диспергирования в этих

условиях очень мало, а скорость обновления поверхности контакта высока, то интенсивность массообмена (вода – воздух) значительна. Попад в диффузор (зону расширения потока), водовоздушная смесь снижает свою скорость при одновременном повышении давления, что приводит к некоторому укрупнению пузырьков воздуха. При этом парциальное давление кислорода в пузырьках увеличивается и происходит дополнительное насыщение жидкости кислородом. Процесс переноса кислорода в жидкость продолжается с замедляющейся скоростью и за пределами диффузора в течение всего периода контакта двух фаз (вода - воздух) [3]. Применяется эта система аэрации для сравнительно небольших очистных сооружений, так как радиус действия рассматриваемого аэратора невелик.

Разновидностью струйных аэраторов являются аэраторы ударного действия [3], в которых встречная струя дробит воздух на мелкие пузырьки (рис. 2).

Распространенным типом аэраторов является аэратор «Кольцевое сопло» [1, 3], который представлен на рис. 3.

Характер формирования аэрационного факела (вверху) и циркуляционных потоков (внизу) при различных скоростях истечения струи v и высотах расположения h насадка диаметром 4,5 мм над уровнем жидкости представлена на рис. 4 [3].

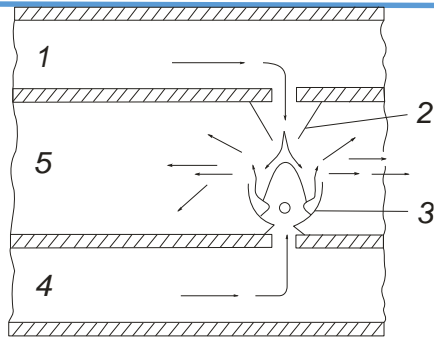


Рис. 2. Струйный аэратор ударного действия: 1 – рабочая жидкость; 2 – конический насадок; 3 – распылительная розетка; 4 – сжатый воздух; 5 – аэрируемая среда.

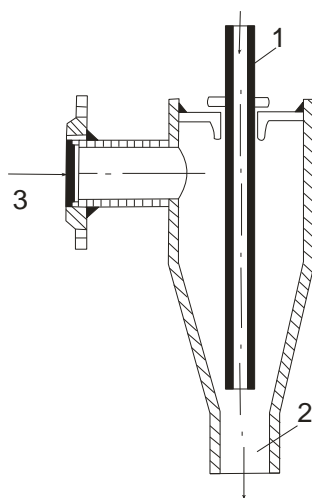


Рис. 3. Аэратор «кольцевое сопло»: 1 – воздушная трубка; 2 – сжатое сечение; 3 – подвод рабочей жидкости.

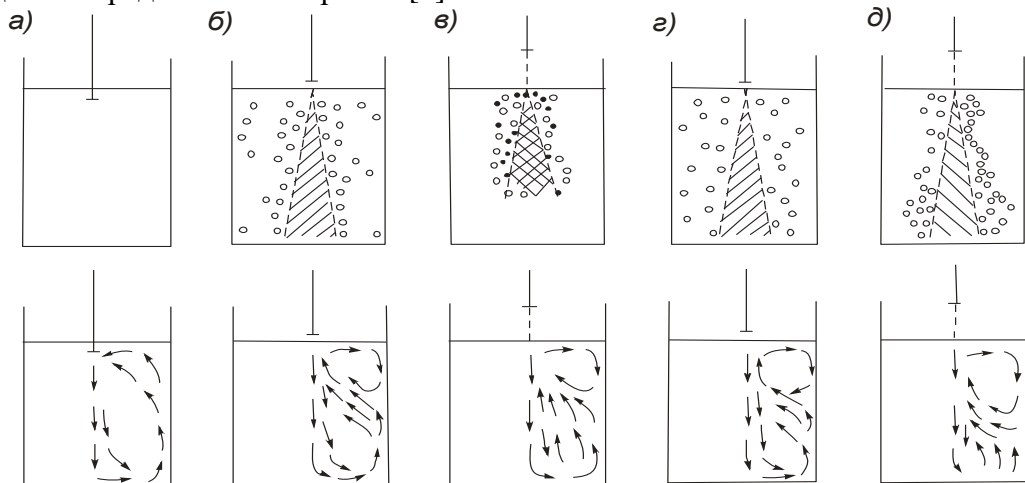


Рис. 4. Характер формирования аэрационного факела (вверху) и циркуляционных потоков (внизу) при различных скоростях истечения струи v и высотах распространения h насадка диаметром 4,5 мм над уровнем жидкости: а – $v = 5,66$ м/с, $h = 0$; б – $v = 5,66$ м/с, $h = 0,5$ см; в – $v = 5,66$ м/с, $h = 10$ см; г – $v = 9,06$ м/с, $h = 0,5$ см; д – $v = 9,06$ м/с, $h = 10$ см.

По конструкции эжекторов аэраторы делятся на одноступенчатые и многоступенчатые. В двухступенчатых аэраторах увеличивается окислительная способность путем интенсификации массообмена двухфазной среды (вода – воздух) дополнительной подачей воздуха без увеличения энергозатрат. Напорный коллектор таких двухступенчатых аэраторов работает на два коаксиально расположенных сопла разного диаметра. Рабочая жидкость проходит через сопло первой ступени и, частично смешиваясь с эжектированным воздухом, попадает в сопло второй ступени, проходя через которое, создает разрежение в приемной камере второй ступени. Под действием этого разрежения атмосферный воздух по воздухозаборному патрубку вовлекается в приемную камеру и далее в камеру смешения второй ступени. При этом образовавшаяся после первой ступени водовоздушная смесь пополняется новой порцией воздуха и поступает в расширенную хвостовую часть эжектора – диффузор.

Влияние угла падения струй на процесс аэрации [3] (рис. 5) начали изучаться еще в 1981 г.

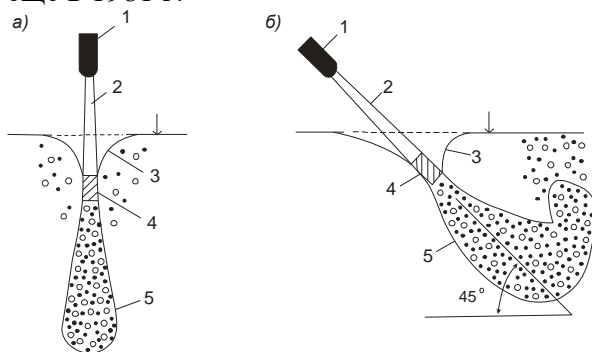


Рис. 5. Схема аэрации жидкости вертикальной (а) и наклонной (б) струями: 1 – насадок; 2 – струя; 3 – кратер; 4 – цилиндрическая переходная зона; 5 – факел.

Кроме того еще одной разновидностью струйных аэраторов являются аэраторы со свободным падением воды по типу шахтного водосброса или напорные (эжекционные). Предпочтительнее использовать напорные аэраторы. За рубежом разрабатываются и находят применение в практике довольно простые струйные

аэраторы шахтного типа. В этом случае аэрация осуществляется путем эжектирования воздуха падающей струей жидкости, которая подается обычными низконапорными насосами.

Таким образом, для нормальной работы сооружения аэрационные устройства на очистных сооружениях должны вводить в воду достаточное для поддержания аэробных условий количество кислорода и обеспечивать надежное перемешивание сточной жидкости с активным илом. Проведенные исследования и разработки позволяют рекомендовать эжекторные аэраторы в сооружениях небольшой пропускной способности как проточного, так и контактного типа ввиду простоты их устройства, удобства эксплуатации и способности к плавному регулированию, а также дают основание считать, что подача в эжекторы технического кислорода или обогащенного кислородом воздуха при соответствующем конструктивном исполнении позволит вскрыть дополнительные резервы эффективности данной системы аэрации и существенно расширить область ее практического применения.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Сивак В. М. Аэраторы для очистки природных и сточных вод / В. М. Сивак, Н. Е. Янушевский. – Львов : Вища шк., 1984. – 123 с.
2. Самохвалова А. И. Применение струйных аэраторов при очистке сточной воды / А. И. Самохвалова, И. А. Шеренков // Науковий вісник будівництва. – Х. : ХДТУБА, ХОТВ, АБУ. – 2009. – Вип. 53. – С. 231 – 235.
3. Попкович Г. С. Системы аэрации сточных вод / Г. С. Попкович, Б. Н. Репин. – М. : Стройиздат, 1986. – 133 с.
4. Аэрационное оборудование для биологической очистки сточных вод в аэротенках / М. А. Евилевич, Л. Н. Брагинский, Б. С. Прицкер, М. Я. Шраев. – М. : ВНИПЭИ-леспром, 1969. – 53 с.
5. Шифрин С. М. Расчет сооружений биохимической очистки городских и промышленных сточных вод / С. М. Шифрин, В. Г. Мишуков, Ю. А. Феофанов. – Л. : ЛИСИ, 1977. – 74 с.

6. Карелин Я. А. Очистка производственных сточных вод в аэротенках / Я. А. Карелин, Д. Д. Жуков, Б. Н. Репин. – М. : Стройиздат, 1973. – 223с.
7. Репин Б. Н. Биологические пруды для очистки сточных вод пищевой промышленности / Б. Н. Репин, О. Н. Русина, А. Ф. Афанасьева. – М. : Пищевая пом-ть, 1977. – 205 с.
8. Худенко Б. И. Аэраторы для очистки сточных вод / Б. И. Худенко, Е. А. Шпирт. – М. : Стройиздат, 1973. – 112 с.

УДК: 381.5:556.531:628.29

Захарченко М.,
ТОВ «ФІТОПОТІК», м.Харків
Карпенко І.,
ТОВ «ПЕТРОПЛАЙ Рісерч і Консалтинг», м.Київ

ВИКОРИСТАННЯ ОЧИЩЕНОЇ ВОДИ НА ПОТРЕБИ БУРІННЯ СВЕРДЛОВИН ТА ГРП З МІНІМІЗАЦІЄЮ РИЗИКІВ ВПЛИВУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

Введення

Обсяги нещодавно оцінених прогнозних ресурсів газу щільних порід на території Східного нафтогазоносного регіону України дають привід очікувати в найближчі десятиліття активне освоєння та видобуток цих ресурсів. Процес спорудження свердловин супроводжується значними витратами водних ресурсів, а також вживанням матеріалів і хімічних реагентів різної міри екологічної небезпеки. Основні витрати води пов'язані з процесами буріння та гідророзривами пластів (ГРП).

Таким чином очевидно, що для забезпечення процесу буріння та ГРП необхідно мати значні об'єми води. На даний час є багато заперечень проти використання підземної (потенційно – питної води).

Стан справи

Процес конструювання свердловин не можливий без залучення значних обсягів водних ресурсів. Особливої уваги та ефективного менеджменту водних ресурсів потребують регіони з великою кількістю водонагнітальних свердловин, де видобувають важку нафту, або розробляють нафтові піски, та регіони з високою концентрацією свердловин з протяжними горизонтальними ділянками з багатостадійними ПГРП. Видобуток вуглеводнів з формацій з щільними породами-колекторами потребує вищезгаданих технологічних впроваджень.

Гідророзрив пласта (ГРП) - один з методів інтенсифікації роботи нафтових і газових видобувних свердловин і збільшення приймальної здатності нагнітальних свердловин. Метод полягає у закачуванні значних обсягів води у цільовий нафтогазоносний горизонт та створенні і закріпленні в ньому системи тріщин для збільшення його проникності. Технологія відома та активно використовується з середини минулого століття, проте за останні 15 років вона внесла кардинальні зміни в нафтогазову індустрію в цілому.

Ефективна оптимізація водовикористання та управління водними ресурсами набуває особливої актуальності в регіонах з обмеженим використанням чи дефіцитом водних ресурсів.

Щодо нафтогазоносних басейнів на території України, то залучення необхідних обсягів водних ресурсів у технологічні процеси нафтогазовидобувної промисловості ніколи не викликало складнощів та додаткової уваги. Здебільшого це пов'язано з тим, що переважна більшість свердловин в Україні – вертикальні, а освоєння свердловин технологією ГРП не є загальноприйнятим та розповсюдженим способом. Прогнозуючи ймовірні сценарії розвитку нафтогазової промисловості Східного регіону України ми передбачили видобуток газу з щільних пісковиків, що в