

ОДНОВРЕМЕННОЕ БИОЛОГИЧЕСКОЕ УДАЛЕНИЕ СОЕДИНЕНИЙ АЗОТА И ФОСФОРА ИЗ КОММУНАЛЬНЫХ СТОЧНЫХ ВОД

Чобану Наталия, Унгуряну Дмитрий
Технический Университет Молдовы, Кишинев

Рассмотрены эффективные технологии и средства для устранения соединений азота и фосфора из сточных вод, а также методы эксплуатации, необходимые для проектирования и расчета установок для их реализации.

Ключевые слова: удаление азота и фосфора, биологическая очистка сточных вод, анаэробные процессы, бескислородные и аэробные биореакторы.

Розглянуто ефективні технології і засоби для усунення сполук азоту та фосфору із стічних вод, а також методи експлуатації, необхідні для проектування і розрахунку установок для їх реалізації.

Ключові слова: видалення азоту і фосфору, біологічне очищення стічних вод, анаеробні процеси, безкисневі і аеробні біореактори.

Considered efficient technologies and means to remove nitrogen and phosphorus from wastewater, as well as methods of operation required for the design and calculation systems for their implementation.

Keywords: nitrogen and phosphorus removal, biological wastewater treatment, anaerobic processes, anoxic and aerobic bioreactors.

В последние несколько лет были разработаны ряд биологических процессов, направленных на одновременное снижение азота и фосфора. Многие из них используют преимущественно активный ил, введением дополнительных комбинации зон или анаэробных, аноксидных и аэробных отсеков для обеспечения удаления азота и фосфора [7].

Процесс A^2/O с нитрификацией-денитрификацией [6,7] является модификацией процесса A/O содержащего 3 различных зон: анаэробной, аноксидной и аэробной. В предположении, что не требуется удаление фосфора, анаэробная зона служит для инициирования процессов нитрификации-денитрификации, под названием анаэробный селектор. Это позволяет развитие селективных

полезных микроорганизмов и подавляет рост тех, нитчатых, которые могут возникнуть в зонах аноксидной и аэробной части биореактора. Коэффициент внутренней рециркуляции может составлять от 100-300%, а по внешней рециркуляции между 30-50% (рис. 1).

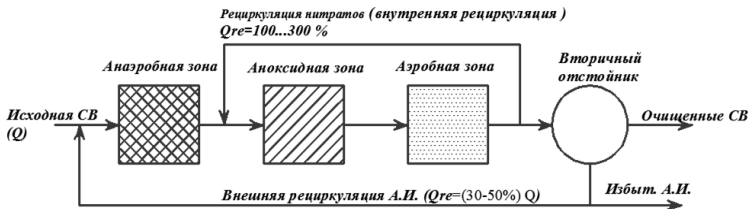


Рис.1 Технологическая схема процесса очистки сточных вод

Процесс Bardenpho [6,7], изначально разработанный для обеспечения нитрификации-денитрификации в стадии биологической очистки включал четыре последовательных зоны: аноксидной, аэробной, аноксидной, аэробной (рис. 2), которые могут удовлетворить условиям высокой эффективности в удалении соединений на основе азота. Различают две схемы рециркуляции:

- внутреннем рециркуляции между первой аэробной зоной и первой аноксидной зоной. В этом случае коэффициент рециркуляции может достигать 400%;
- внешняя рециркуляции между вторичным отстойником в начале первой аноксидной зоны, с коэффициентом рециркуляции, максимум 100%.

Эта технология может быть модифицирована таким образом, чтобы достичь и биологической дефосфатзациипутем применения анаэробного резервуара перед первым аноксидным резервуаром (рис. 3). В этом случае внешняя рециркуляция будет осуществлена переданаэробным резервуаром. Последовательность этапов и методов рециркуляции отличается от процесса A^2/O введением следующих трех отсеков: аэробный, аноксидный 1, аэробный – для задержания азота, фосфора и окисления углерода; аноксидный отсек 2, для дополнительной денитрификации, используя нитрат производимый на аэробной стадии, как электрон-акцептор и органического углерода эндогенного в качестве электрон-донора; последний отсек, аэробный, используется для снятия остаточного газообразного азота из раствора и уменьшения выделения фосфора в конечном осветлителе. Смесь из первой аэробной зоны рециркулируется в аноксидную зону. При этом используется более длительное время удержания ила (10-40 дней) по

сравнению с процессом A^2/O , что увеличивает потенциал окисления углерода.

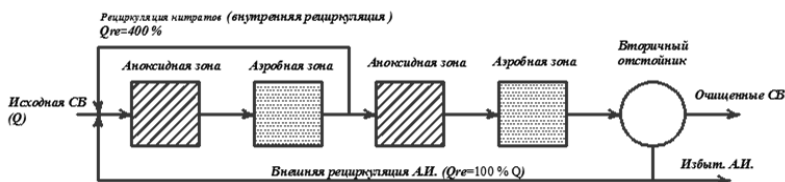


Рис. 2 Схема процесса очистки Vardenpho с нитрификацией – денитрификацией в четыре ступени

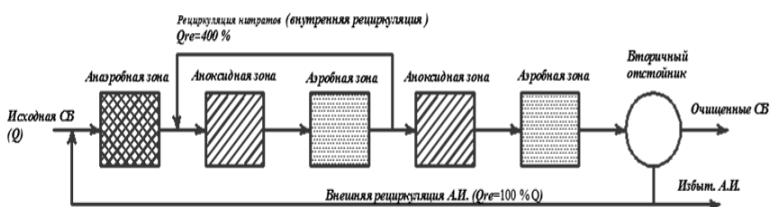


Рис. 3 Схема процесса очистки Vardenpho с нитрификацией – денитрификацией и дефосфоризацией

Процесс УСТ (разработан в Техническом Университете Кейптауна) [5,6] (рис.4) - эта система аналогична процессу A^2/O , с двумя исключениями:

- рециркуляция активного ила богатого нитратами из аэробной зоны в анаэробную зону (коэффициент рециркуляции r_1 - 100-200%);
- дополнительная рециркуляция жидкости из анаэробной зоны в аэробную зону (коэффициент рециркуляции r_2 = 100-200%).

При возврате активного ила в анаэробную стадию, устраняется введение нитрата в анаэробную зону, тем самым устраняя фосфор в анаэробной зоне. Внутренняя рециркуляция позволяет увеличить эффективность использования органических веществ в анаэробной зоне. Смесь из анаэробной стадии содержит высокие концентрации органических растворимых веществ, но в ней мало нитратов. Рециркуляция анаэробной смеси, предусмотрена для реализации оптимальных условий брожения, что имеет место в анаэробной стадии. Внешний коэффициент рециркуляции может изменяться от 50 до 100%.

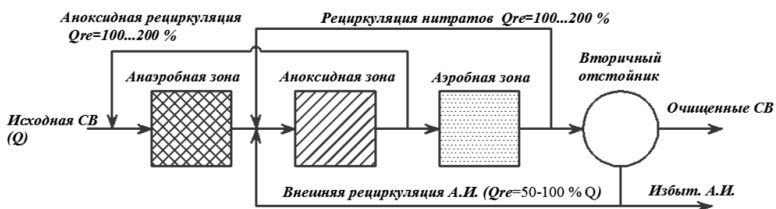


Рис. 4 - Схема процесса очистки УСТ

Модели Activated Sludge Models [2], предложенные группой исследователей International Water Association (IWA), считаются основой математических моделей для биологической очистки сточных вод. Группа IWA предложила четыре математические модели, называемые: Activated Sludge Model No. 1, 2, 2d и 3 (ASM1, ASM2, ASM2d, ASM3). Модели ASM1 и ASM3 описывают окисление органического углерода, нитрификацию и денитрификацию, в то время как, ASM2 и ASM2d, включают в себя и удаление фосфора.

Модель ASM1 учитывает два вида бактерий (гетеротрофных и автотрофных) и опирается на восемь фундаментальных биохимических процессах, описанных в кинетической модели типа Monod: рост гетеротрофной биомассы в аэрируемых условиях, рост гетеротрофной биомассы в аноксидных условиях, рост биомассы автотрофной в газированных условиях, деградация гетеротрофной биомассы, деградация автотрофной биомассы, аммонификация растворимого органического азота, гидролиз твердого органического вещества и гидролиз твердого органического азота.

Для внедрения процессов удаления биогенных веществ (Ни Р) разработана ретехнологизация биологической ступени с аэротенками очистной станции г. Кишинева, которая предложена по ниже следующей схеме (рис.5).

Концептуально такая технология представляет видоизмененную *JNB modification* [1]. В ней предусмотрена предварительная денитрификация циркулирующего активного ила в аноксидной зоне I, чем исключается негативное влияние обработки иловой смеси в анаэробной зоне II, т.к. в неаэрируемом объеме зоны I протекает восстановление нитратов. В аноксидную зону, для поддержания жизнедеятельности гетеротрофных микроорганизмов активного ила, дополнительно к исходной сточной воде предусмотрена подача иловой воды (фугата) от центробежного обезвоживания анаэробно сброженных осадков, содержащей органические кислоты. Для придания большей гибкости и маневренности процессу

денитрификации предусмотрена внутренняя рециркуляция нитратсодержащей смеси, как в основной денитрификатор (аноксидную зону III), так и в предденитрификатор (зону I). Кроме того, на внешней рециркуляции возвратного активного ила предусмотрена его регенерация в аэрируемом объеме зоны V, куда есть возможность подать в качестве подпитки, на случай чрезмерного голодания ила, часть фугата от обезвоживания осадков.

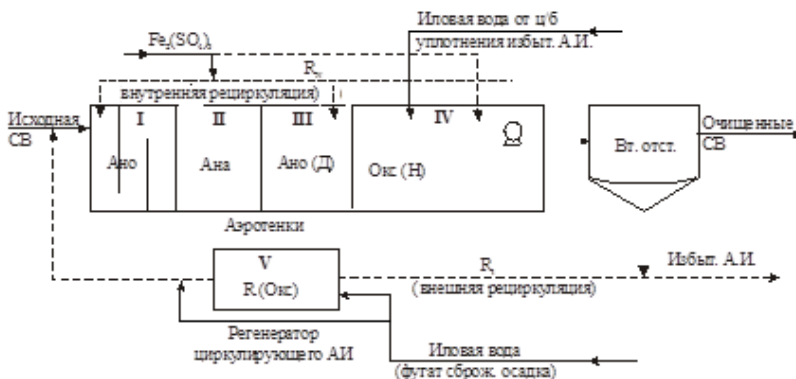


Рис. 5. Схема ретехнологизации биологической очистки сточных вод г. Кишинева с удалением соединений азота и фосфора

Анаэробная зона II предназначена для биологического дефосфатирования, где в условиях отсутствия растворенного и химически связанного кислорода (в виде нитритов и нитратов), микроорганизмы активного ила выводят фосфор в виде ортофосфатов в количествах превышающих поглощение фосфатов в аэробных условиях. Для более полного удаления фосфатов предусмотрена и их химическое осаждение. С этой целью предусмотрена дробная подача сернокислого железа в рециркулируемый поток нитратсодержащей смеси и в аэробную зону IV нитрификации сточных вод.

В остальном, схема содержит классическую денитрификацию в аноксидной зоне III с последующей нитрификацией, при наличии внутренней рециркуляции нитратсодержащей смеси из аэробной (оксидной) зоны IV нитрификации. В аноксидной зоне протекает восстановление нитратов, рециркулируемых из зоны нитрификации, гетеротрофными аэробными микроорганизмами активного ила, которые используют кислород нитритов и нитратов, расщепляя их и преобразуя в газообразный элементарный азот, и, одновременно,

удаление БПК этими же микроорганизмами, которым для своей жизнедеятельности необходим углеродный субстрат.

Далее сточные воды, очищенные от БПК, попадают в аэробную (оксидную) зону IV где автотрофные микроорганизмы активного ила осуществляют нитрификацию аммонийного азота, содержащегося в биологически очищенной от БПК сточной воде.

Для реализации этой концепции предлагается использование резервуаров существующих аэротенков с реконструкцией отдельных бассейнов с разделенными зонами упомянутыми выше.

Вывод: Общий анализ преимуществ всех этих процессов показывает, что количество образующегося осадка, сопоставимо с образованием ила в обычных системах очистки сточных вод с активным илом и, что не менее важно, требует очень мало или совсем нет химических реагентов для удаления фосфора. Некоторые из этих процессов, в измененной форме, могут быть использованы для задержания только фосфора или только азота.

1. Мишуков Б.Г., Соловьева Е.А. Удаление азота на очистных сооружениях городской канализации. Санкт-Петербург, Изд-во: Журнал «Вода и экология. Проблемы и решения», 2004, 80 стр.

2. Metcalf and Eddy, Inc. Wastewater Engineering. Treatment and Reuse (Fourth Edition). McGraw-Hill Higher Education, 2003, 1819 p.

3. Rittman, Bruce E., McCarty Perry L. Environmental Biotechnology: Principles and Applications. McGraw-Hill, C. Inc., 2001, 754 p.

4. Ungureanu D. Eliminarea nutrienților din apele uzate la stațiile de epurare din localitățile canalizate. Удаление биогенных элементов из сточных вод на очистных сооружениях канализованных мест). Chișinău, Ed. Bons Offices, 2005, 71p.

5. Ungureanu D., Calos S., Ioneț I., Maxim V., Ciobanu N., Briceag O., Balmuș L. „Instalații pentru eliminarea compușilor azotului și fosforului în vederea epurării avansate a apelor uzate ale localităților”, raport privind activitatea de cercetare științifică, Chișinău 2010, CZU 628.358: 546.17, nr înregistrării de stat: 255, data înregistrării de stat: 27.04.2006, Cifrul: 06.408.061A, proiect instituțional.

6. Ovidiu Ianculescu, Gh.Ionescu, R.Racovițeanu. Epurarea apelor uzate, Editura. Matrix ROM, București, 2001. ISBN 973-685-333-0, 247 pagini.

7. ТЭО-ТЭР реконструкции Кишиневской станции очистки сточных вод. VP-Kinetic, Klatovy, ČR, 2005.

8. Directive 91/271/EEC on Urban Waste Water Treatment.

9. Directive 98/15/EEC amending directive 91/271/EEC.