

З.Домбровский К.О., Корж О.П. До питання про стан річки Мокра Московка // Зб. матеріалів Всеукр. конф. молодих вчених «Сучасні проблеми екології». – Запоріжжя, 2004. – С.117-119.

Отримано 05.01.2010

УДК 628.18

А.Н.КВАРТЕНКО, канд. техн. наук
Національний університет водного господарства та природопользования, г.Ровно

РОЛЬ ЗАКРЕПЛЕННОЙ МИКРОФЛОРЫ ПРИ ОЧИСТКЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД СЛОЖНОГО ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА

Рассматриваются вопросы интенсификации процессов очистки подземных вод сложного физико-химического состава.

Розглянуто питання інтенсифікації процесів очистки підземних вод складного фізико-хімічного складу.

In this article reduce the results of scientific research the process of purification underground water which is characterise the different physics and chemical composition.

Ключевые слова: железо и марганцеоксиляющие бактерии, биофильтр, закрепленный биоценоз.

Среди существующих методов обезжелезивания подземных вод, наиболее распространенным технологическим решением на предприятиях водопроводно-канализационного хозяйства Украины является обезжелезивание упрощенной аэрацией с последующим фильтрованием [1]. Как известно, ограничением применения данного метода является очистка вод, содержащих железо в органических формах, трудноокисляемых кислородом воздуха, и низкий pH некоторых подземных вод. Качество же подземных вод Северо-Западного региона Украины формируется в том числе и за счет подпитки из болот и слабопроточных водоемов, богатых органикой. Такие подземные воды, как правило, характеризуются низкими значениями pH, высокой перманганатной окисляемостью, цветностью, наличием различных видов железо- и марганцеоксиляющих бактерий, а также железо органическими комплексами, что затрудняет использование упрощенной аэрации с последующим фильтрованием. Предлагаемая нами технология биологического обезжелезивания и деманганации подземных вод сложного физико-химического состава основана на способности железобактерий окислять железо входящее в органические комплексы. Железобактерии были открыты в конце XIX в. Р.Лиске и Х.Молишем. Большой вклад в изучение железобактерий внесли Н.Виноградский, Н.Г.Холодный, В.В.Балашова, Г.А.Заварзин, Г.А.Дубинина [2, 3]. Количество

железобактерий может достигать сотен клеток в 1 мл воды, а концентрация по биомассе – до 100 мг/л и более. Однако железобактерий достаточно избирательны к физико-химическим условиям обитания в пределах своего ареала. К факторам, определяющим их развитие, относится качественный состав среды обитания, в частности, наличие в воде восстановленных форм железа и марганца, растворенных органических веществ, содержание растворенного кислорода, величина окислительно-восстановительного потенциала, рН среды и температура [4]. В результате комплекса исследований [4-6, 8, 9] нами предлагается использовать закрепленный биоценоз, в зоне расположения которого создаются условия для комфортного развития железобактерий, посредством создания рециркуляции потоков обрабатываемой воды, с измененными параметрами рН-Eh, ввода активаторов процесса биодеманганизации, наложения постоянного магнитного поля определенной напряженности, позволяющему значительно интенсифицировать ферментативную активность железобактерий. Механизм биологического обезжелезивания и деманганизации воды приведен в таблице.

| | |
|---|---|
| <p>Gallionella, Metallogenium микроаэрофильные хемолитотрофы</p> | <p>Способна расти на минеральной среде без органических веществ и в процессах окисления закисного железа получать энергию. Для синтеза 1 г клеток этому микроорганизму необходимо выделить 500 г гидроксида железа. $2\text{FeCO}_3 + 3\text{H}_2\text{O} + 1/2\text{O}_2 = 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 2\text{CO}_2 + 29 \text{ кал}$</p> |
| <p>Leptothrix хемоорганотрофы рН=6-7 Eh=-100..200 В</p> | <p>Окисление железа связано с наличием перекиси водорода, выделяющейся в метаболических процессах при окислении органических веществ. Отложение окислов железа на поверхности клеточных структур в чехлах происходит в результате взаимодействия перекиси водорода с ионами Fe^{2+}. $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$.</p> |
| <p>Arthrobacter органотрофы рН=6-8 Eh=200...300В</p> | <p>Окисление железа в результате разложения его органоминеральных комплексов, например соединений с гумусовыми веществами</p> |

Реализацию изложенных выше теоретических предпосылок автором предложено осуществлять в биореакторах с носителями прикрепленных микроорганизмов (рис.1), представляющих собой сооружения объемного типа с размещенными в них загрузками из синтетических материалов – капроновых текстурированных жгутовых нитей (КТЖН), системами подачи воды, воздуха и отвода осадка, оборудованными сифонными гидроавтоматическими системами промывки загрузок [7, 8]. Биохимическая сущность такой технологии состоит в пространственной сукцессии микроорганизмов и разделении трофической цепи гидробионтов в процессе очистки подземной воды.

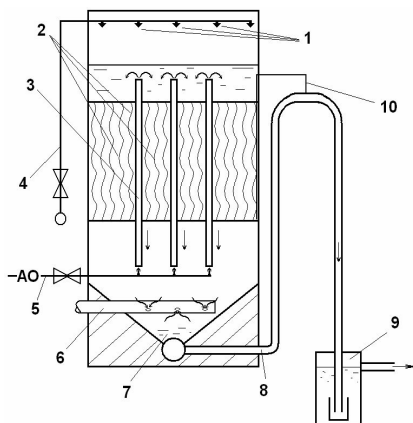


Рис.1 – Схема биореактора для обезжелезивания подземных вод с концентрацией железа до 8-10 мг/л: 1 – аэрационные насадки; 2 – модуль биопоглодителя; 3 – гидроструйные эрлифты, для рециркуляции воды; 4 – трубопровод подачи исходной воды; 5 – трубопровод подачи сжатого воздуха; 6 – трубопровод отвода предварительно очищенной воды к осветлительному фильтру; 7 – осадочная часть; 8 – промывной сифон; 9 – гидрозатвор; 10 – трубка срыва вакуума.

Технологию очистки воды в биореакторе от соединений железа можно представить следующим образом. Капроновая текстурированная нить гидрофобна, имеет отрицательный окислительно-восстановительный потенциал E_h (-27 мВ), что в совокупности с развитой поверхностью контакта приводит к интенсивному процессу сорбции на ней положительно заряженных ионов Fe^{2+} из обрабатываемой воды. В начальный период работы биореактора происходит «зарядка» загрузки, продолжительность которой зависит от качества исходной воды, технологических свойств загрузки (носителей микрофлоры), гидродинамических условий фильтрования и принятых методов аэрации воды и может составлять от 1-2 до 15-20 суток. С течением времени в результате адсорбции ионов Fe^{2+} поверхность загрузки получает некоторый положительный заряд, способствующий электростатическому задержанию отрицательно заряженных клеток микроорганизмов. В условиях постоянного притока питательного субстрата и растворенного кислорода в воде наблюдается интенсивное развитие микрофлоры на поверхности волокнистых или гранульных носителей, приводящее к увеличению эффективности очистки воды. На рис.2 приведены результаты исследований процесса обезжелезивания на установке «биофильтр-фильтр».

Для достижения большего эффекта биологической предварительной очистки воды необходимо не только повышать концентрацию закрепленной микрофлоры, но и использовать активаторы процессов биохимического окисления. Одним из таких активаторов является постоянное магнитное поле (ПМП), действующее на ферментативную систему клетки. Для объяснения биологического действия слабых

(<1 мТ) сверхнизкочастотных (0,01-100 Гц) магнитных полей в последние годы предложены теории ионного циклотронного резонанса А.Р.Либова и ядерного параметрического резонанса В.В.Леднева, согласно которым физиологические изменения в клетках могут быть обусловлены резонансным влиянием комбинированного магнитного поля. Предполагая, что резонансные механизмы увеличения подвижности заряженных частиц в таком поле действуют не только на неорганические катионы, но и на другие заряженные частицы клеток (органические кислоты, аминокислоты, нуклеиновые кислоты), представляется целесообразным интенсифицировать процесс биологической предварительной очистки магнитными полями. На рис.3-4 приведены результаты лабораторных исследований влияния ПМП напряженностью 10-15 мТл на процесс биологического обезжелезивания подземных вод ($Fe_{\text{общ}} = 5,5-6,3 \text{ мг/л}$ ПО = 9-10 мО/л).

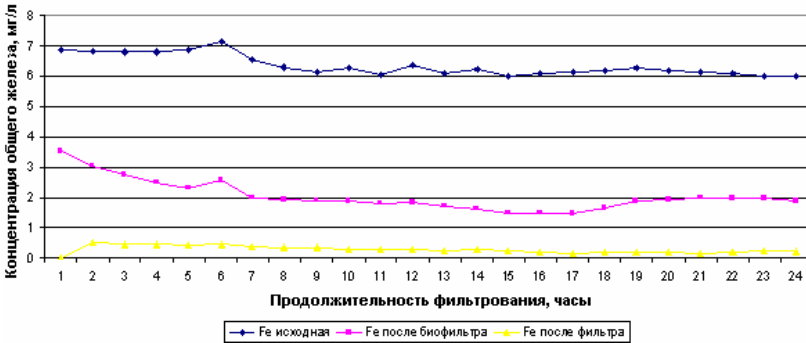


Рис.2 – Снижение содержания общего железа на установке «Биофильтр-фильтр» в течение фильтроцикла при концентрации железа в исходной воде до 8 мг/л

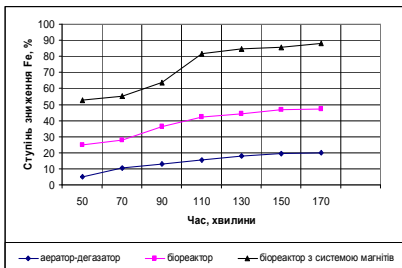


Рис.3 – Зависимость снижения содержания ионов Fe^{2+} от времени работы установки биофильтр-фильтр

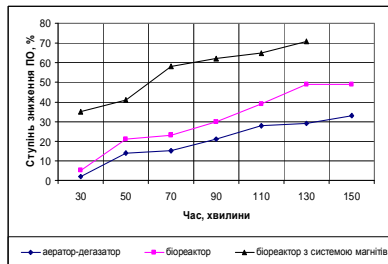


Рис.4 – Зависимость степени понижения ПО от времени работы установки биофильтр-фильтр

Магнитное поле оказывает влияние и на проницаемость клеточной мембраны. Регулировка выхода и входа веществ из клеток через мембраны основана на электрическом принципе. Воздействие внешнего магнитного поля на клетку способно изменять условия прохождения вещества через мембрану и проницаемость клеточных мембран. Это приводит к изменению условий жизни клеток, а значит, и всей биологической системы. Одним из важных регуляторных механизмов в живых системах является активность ионов. Она определяется прежде всего их гидратацией и связью с макромолекулами. При воздействии магнитных полей различающиеся по своим магнитным и электрическим свойствам компоненты системы (ион – вода, белок – ион, белок – ион – вода) будут совершать колебательные движения, параметры которых могут не совпадать. Последствием будет освобождение части ионов из связи с макромолекулами и уменьшение их гидратации, а следовательно, возрастание ионной активности.

Таким образом, нами изучены механизмы биохимического обезжелезивания и деманганации подземных вод, в том числе высокоцветных, содержащих трудноокисляемые органические вещества. Определены оптимальные значения рН-ЕН среды, а также ПМП развития железобактериальных микроорганизмов. Предложены конструкции новых комбинированных установок для биофизико-химической очистки воды с биореакторами на первой ступени. Установлены технологические параметры работы основных блоков таких установок для очистки воды с различными физико-химическими показателями.

1. Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2003 році. – Рівне: НУВГП, 2005. – 143 с.

2. Холодный Н.Г. Железобактерии. – М.: АН СССР, 1953. – 223 с.

3. Дубинина Г.А. Биология железобактерий и их геохимическая деятельность: Автореф. дисс. ... д-р биол. наук. – М.: ИВМИ, 1977. – 45 с.

4. Квартенко А.Н. Использование прикрепленной микрофлоры для очистки подземных вод с повышенным содержанием железа: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – Ровно, 1997. – 21 с.

5. Сафонов Н.А., Квартенко А.Н., Сафонов А.Н. Самопромывающиеся водоочистные установки. – Ровно: РГТУ, 2000. – 150 с.

6. Орлов В.О., Квартенко О.М., Мартинов С.Ю., Гордіснюк Ю.І. Знезалізнення підземних вод для питних цілей. – Рівне: УДУВГП, 2003. – 155 с.

7. Журба М.Г., Говорова Ж.М., Квартенко А.Н. Биохимическое обезжелезивание и деманганация подземных вод // Водоснабжение и санитарная техника. – 2006. – №9. – С.17-23.

8. Квартенко О.М. Технологія очищення та кондиціонування підземних вод різного фізико-хімічного складу // Вісник НУВГП: Зб. наук. праць. Вип. 4(40). – Рівне, 2009. – С.441-447.

9. Квартенко А.Н. Интенсификация процессов очистки подземных вод сложного

фізико-хімічного складу // Вісник НУВГП: Зб. наук. праць. Вип. 3(47). – Рівне, 2009. – С.181-191.

Получено 11.01.2010

УДК 628.32

С.Ю.НИКУЛІН, канд. техн. наук

Харківська національна академія міського господарства

Н.Г.ОНИЩЕНКО

Харківський державний технічний університет будівництва та архітектури

ПРОМИСЛОВІ ВИПРОБУВАННЯ МОДУЛЬНОГО ПРИСТРОЮ КОМБІНОВАНОЇ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД

Обґрунтовано необхідність подальшого удосконалення обладнання для очистки стічних вод від диспергованих нафтових забруднень і грубо-, дрібнодиспергованих завислих частинок. Наведено конструкцію розробленого удосконаленого модульного пристрою, що включає тонкошаровий нафтоуловлювач з еластичними поліетиленовими каналами, який поєднаний з блоками коалесцентного фільтру. Виконано технологічні випробування удосконаленого модульного пристрою в промислових умовах на стічній воді мийки цистерн вагонного депо та оцінка отриманих результатів.

Обосновано необходимость последующего совершенствования оборудования для очистки сточных вод от диспергированных нефтяных загрязнений и грубо-, мелкодисперсных взвешенных частиц. Приведена конструкция разработанного усовершенствованного модульного устройства, которое включает тонкослойный нефтеуловитель с эластичными полиэтиленовыми каналами, объединенный с блоками коалесцентного фильтра. Выполнены технологические испытания усовершенствованного модульного устройства в промышленных условиях на сточной воде мойки цистерн вагонного депо и оценка полученных результатов.

The ground of necessity of subsequent improvement of equipment is carried out for sewers waters treatment from dispense oil contaminations and rough-, finelydispense weighed particles. Construction of the developed improved module device is resulted. The device includes thinlayer oiltrap with elastic polyethylene's channels, incorporated with the blocks of coalescence filter. The technological tests of the improved module device are executed in industrial terms on sewer water washings of cisterns of carriage depot and estimation of the got results.

Ключові слова: дисперговані нафтові забруднення, грубо-, дрібнодисперговані завислі частинки, вдосконалений модульний пристрій, тонкошаровий нафтоуловлювач, коалесцентний фільтр, технологічні випробування, стічна вода, миття цистерн, вагонне депо.

Актуальною проблемою в сучасних умовах є розробка і впровадження ефективних компактних пристроїв невеликої (1-25 м³/год) продуктивності у зв'язку з великою кількістю джерел утворення подібних стічних вод від невеликих виробничих ділянок або міні цехів. Особлива увага повинна приділятися пристроям, які можуть забезпечити локальне очищення стічних вод на власних спорудах малих під-