

Роль закрепленной микрофлоры при очистке подземных вод сложного физико-химического состава

А.Н.Квартенко, Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно

Среди существующих методов обезжелезивания подземных вод, наиболее распространенным технологическим решением на предприятиях водопроводно-канализационного хозяйства Украины является обезжелезивание упрощенной аэрацией с последующим фильтрованием.

Как известно, органичением применения данного метода является очистка вод, содержащих железо в органических формах, трудноокисляемых кислородом воздуха, и низкий рН 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 рН, высокой перманганатной окисляемостью, цветностью, наличием различных видов железо- и марганцеокисляющих бактерий, а также железоорганическими 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.

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.

В результате комплекса исследований 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 биодеманганации, наложения постоянного магнитного поля определенной напряженности, позволяющему значительно интенсифицировать ферментативную активность железобактерий. Механизм биологического обезжелезивания и деманганации воды предстален в табл.1.

Таблица 1

Gallionella, Metallogenium микроаэрофильные хемолитотрофы	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 гидроокиси железа. $2\text{FeCO}_3 + 3\text{H}_2\text{O} + 1/2\text{O}_2 = 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 2\text{CO}_2 + 29 \text{ кал}$
Leptothrix хемоорганотрофы	Окисление железа связано с наличием перекиси водорода, выделяющейся в метаболических процессах при окислении органических ве-

pH=6-7 Eh=-100.. 200 В	ществ. Отложение окислов железа на поверхности клеточных структур в чехлах происходит в результате взаимодействия перекиси водорода с ионами Fe^{2+} . $2Fe^{2+} + H_2O_2 + 2H^+ \rightarrow 2Fe^{3+} + 2H_2O.$
Arthrobacter органотрофы pH=6-8 Eh=200...300В	Окисление железа в результате разложения его органоминеральных комплексов, например соединений с гумусовыми веществами

Реализацию вышеизложенных 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 загрузки. Биохимическая сущность такой технологии состоит в пространственной сукцессии микроорганизмов и разделении трофической цепи гидробионтов в процессе очистки подземной воды.

Для достижения более высокого эффекта биологической предварительной очистки воды необходимо не только повышать концентрацию закрепленной микрофлоры, но и использовать активаторы процессов биохимического окисления.

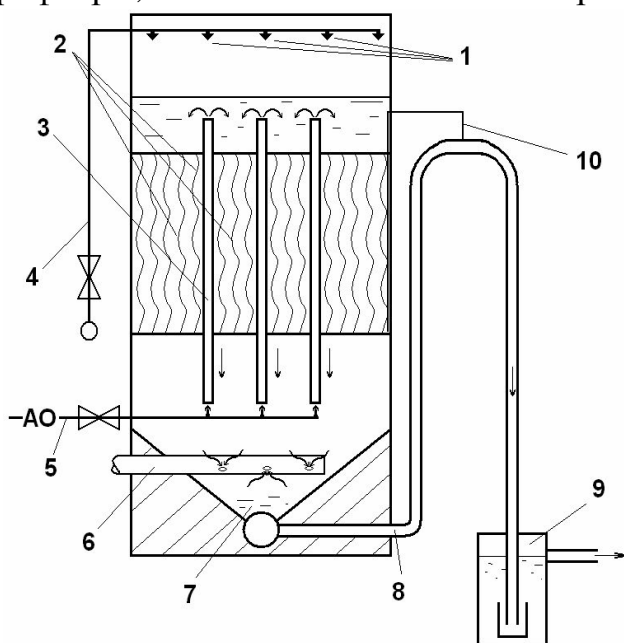


Рис. 1 - Схема биореактора для обезжелезивания подземных вод, с концентрацией железа до 8-10 мг/л:

1- аэрационные насадки; 2 – модуль биопоглотителя; 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

Одним из таких активаторов является постоянное магнитное поле (ПМП), действующее на ферментативную систему клетки.

На рис. 2 представлены результаты исследований процесса обезжелезивания на установке «биофильтр-фильтр».

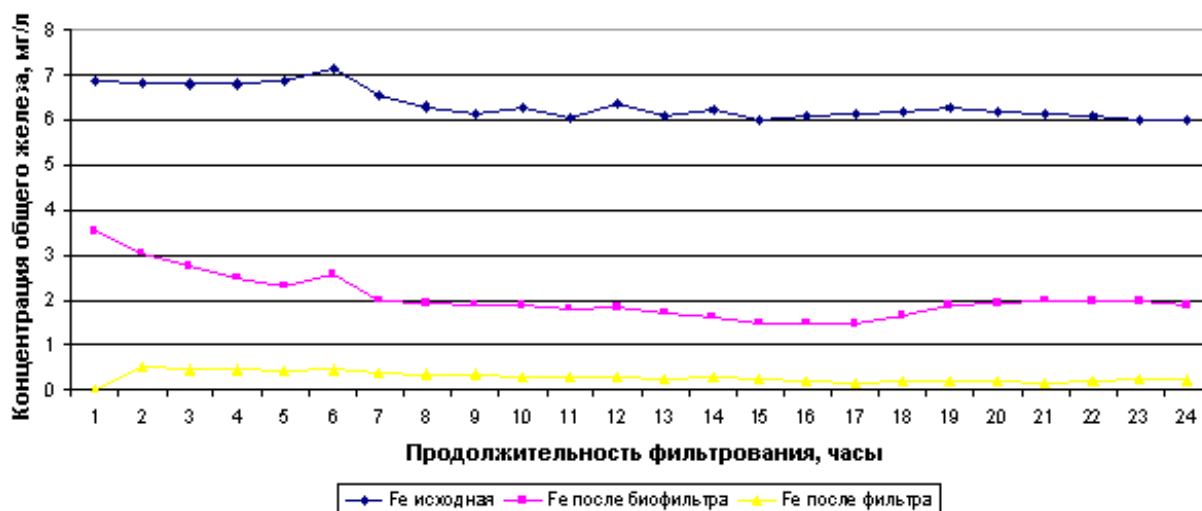


Рис. 2 - Снижение содержания общего железа на установке «Биофильтр-фильтр» в течение фильтроцикла при концентрации железа в исходной воде до 8 мг/л

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.

Выводы

Изучены механизмы биохимического обезжелезивания и деманганации подземных вод, в том числе высоко цветных, содержащих трудноокисляемые органические вещества. Определены оптимальные значения pH-ЕН среды а так же ПМП развития желеоокисляющих 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.