

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ МЕТОДЫ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Черных О.И.,

научный руководитель канд. техн. наук Дубровская О.Г.

Сибирский Федеральный Университет

Инженерно-строительный институт

Актуальность работы обусловлена необходимостью разработки и внедрения в производство новых более совершенных теплофизических процессов обработки природных и сточных вод. Задачи, решаемые настоящим исследованием, являются также частью проблемы энергоресурсосбережения, или энергоэффективности производств.

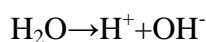
Целью данной работы является разработка высоко эффективной технологии обезжелезивания, основанной на эффектах гидротермодинамической кавитации либо на применении селективных сорбционных материалов, таких как фильерная загрузка. Преимуществом данных методов является отсутствие реагентной обработки, возможность компоновки локальных сооружений водоподготовки и подбор режимов работы установок в зависимости от химического состава и концентрации железа исходной воды.

Красноярский край является крупнейшим промышленным регионом Восточной Сибири и Российской Федерации в целом. Здесь сконцентрированы предприятия различных отраслей промышленности металлургической, машиностроительной, химической, деревообрабатывающей и других видов производств предприятий металлургического производства. Для ускоренного развития и наращивания производственных сил требуется надежное обеспечение сырьевыми ресурсами, важное место среди которых занимают ресурсы пресных вод.

К традиционным методам обезжелезивания воды относятся: окислительное обезжелезивание, аэрация, каталитическое окисление с фильтрацией, обезжелезивание мембранным и ионообменным методом, биологические обезжелезивание,

Данные методы могут быть использованы только при условии построения станций водоочистки, сооружения для приготовления реагентного хозяйства, фильтрации, что не всегда технологически применимо. Так же существуют нетрадиционные методы, это кавитация и обезжелезивание с помощью фильерной загрузки.

Гидротермодинамическая кавитация вызывает распад молекул воды с образованием сильных окислителей таких как, озон, перекись водорода, атомарный кислород.



После активации воды инициируются и интенсифицируются процессы окисления железа.

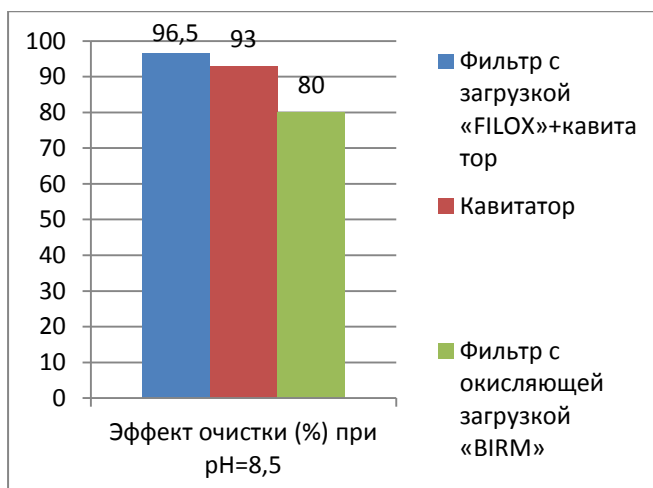
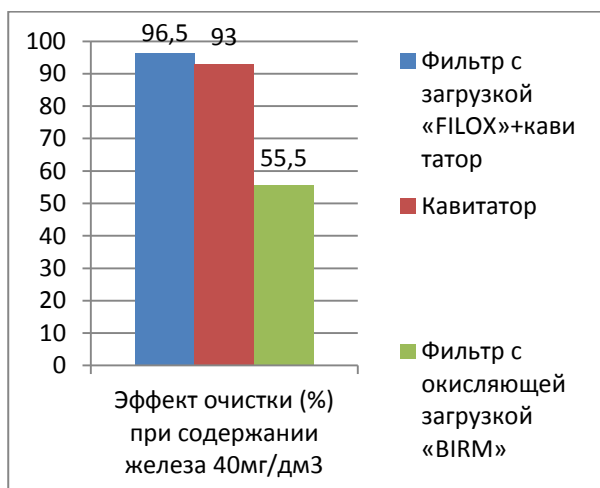
В зависимости от конструктивных особенностей кавитационной установки, схлопывания пузырька может происходить по-разному. Наиболее достоверной является схема несимметричного схлопывания кавитационного пузырька с образованием

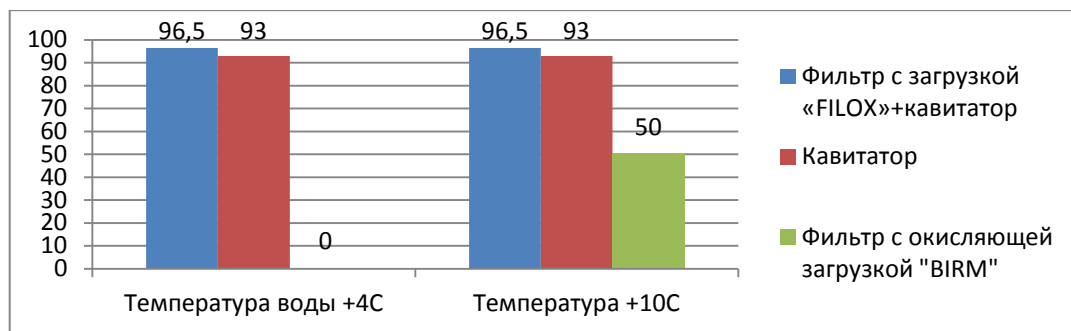
микроструи жидкости. Микроструи, образующиеся при схлопывании пузырьков, обладают высокой скоростью, а значит и ударной силой. В водных растворах кавитация сопровождается ростом давления и температуры на границе микрополостей и жидкости при схлопывании. Так гидротермодинамическая кавитация вызывает термическое изменение жидкой среды в области схлопывания кавитационного пузырька с повышением до 2000 С° и образование ударной волны обеспечивающей механическое разрушение загрязнителей. Для подтверждения точности экспериментальных результатов для анализа исходной и обработанной воды, были использованы методики рекомендуемые ГОСТ Р51232-98, ГОСТ 4011-72. Результаты экспериментальных исследований отражены в таблице 1.

Таблица 1

Сравнительный анализ эффективности обезжелезивания методом фильтрации и методом гидротермодинамической кавитации.

Сооружения	Концентрация железа мг/дм ³			Температура воды С°			рН		
	ДО	ПОСЛЕ	ЭФ.%	ДО	ПОСЛЕ	ЭФ.%	ДО	ПОСЛЕ	ЭФ.%
ТРАДИЦИОННАЯ СХЕМА									
Фильтр окисляющей загрузкой «BIRM»	40	17,8	55,5	10	50	8,5	6,8	80	
				4	0				
Общая эффективность очистки %	61,8								
РЕКОМЕНДУЕМАЯ СХЕМА									
Кавитатор	40	2,8	93	10	93	8,5	7,2	норма	
				4	93				
Фильтр с загрузкой «FILOX»+кавитатор	40	1,4	96,5	10	96,5	8,5	6,8	норма	
				4	96,5				
Общая эффективность очистки %	94,8								





Экспериментальные данные показали, что гидротермодинамическая кавитация является более эффективным способом обезжелезивания, за счет интенсификации процессов окисления Fe^{2+} до $Fe(OH)_3$, который является нерастворимым осадком, легко удаляемым последующей фильтрацией. Кавитацию можно применять при любой концентрации железа.

Фильтрация с применением каталитических загрузок – наиболее распространенный метод удаления железа и марганца, применяемый в высокопроизводительных компактных системах. Это обусловлено как коммерческими аспектами, так и высокой технологичностью процессов. Каталитические наполнители – природные материалы, содержащие диоксид марганца или загрузки, в которые диоксид марганца введен при соответствующей обработке: дробленый пиролюзит, «черный песок», сульфуголь и МЖФ (отечественные загрузки); Manganese Green Sand (MGS), Birm, МТМ (зарубежные наполнители). Эти фильтрующие «засыпки» отличаются друг от друга как своими физическими характеристиками, так и содержанием диоксида марганца и поэтому эффективно работают в разных диапазонах значений параметров характеризующих сточную воду. Однако принцип их работы одинаков. Механизм действия основан на способности соединений марганца сравнительно легко изменять валентное состояние. Двухвалентное железо в исходной воде окисляется высшими оксидами марганца. Последние восстанавливаются до низших ступеней окисления, а далее вновь окисляются до высших оксидов растворенным кислородом и перманганатом калия. Впоследствии большая часть окисленного и задержанного на фильтрующем материале железа вымывается в дренаж при обратной промывке. Таким образом, слой гранулированного катализатора служит одновременно и фильтрующей средой.

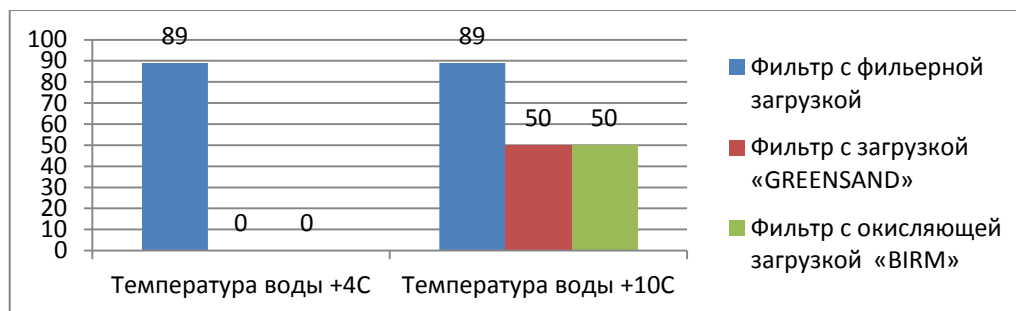
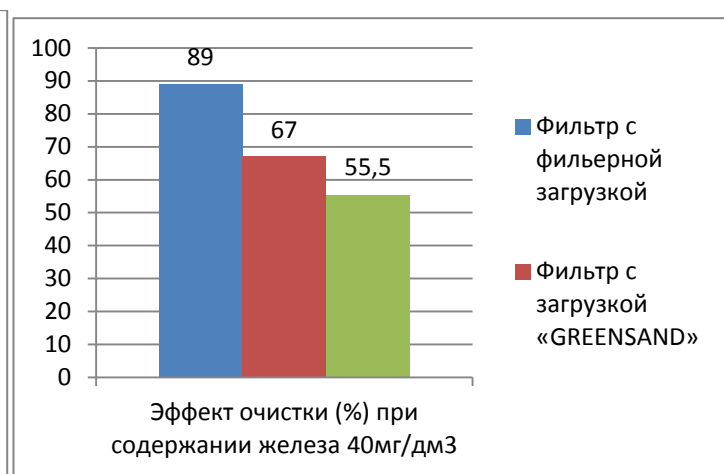
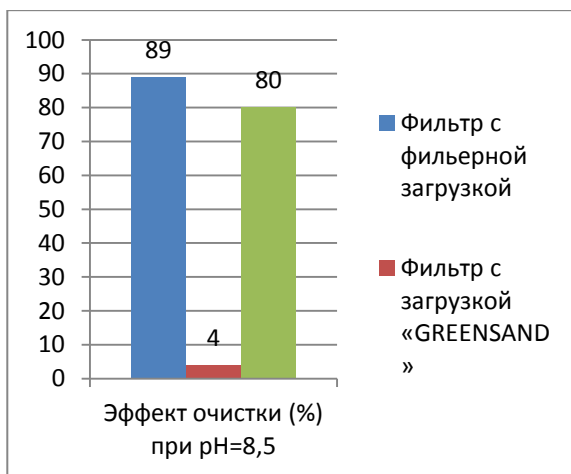
В последние годы в стадии разработки и промышленных испытаний находится загрузочный материал являющийся отходами производств акриловых смол-фильтра. Загрузка представляет собой гранулы диаметром от 0.2-1.2 мм, эффективный размер 0,48-1 мм, коэффициент однородности 1,72 и имеют следующий химический состав: цеолит, диоксид кремния, полиакрил, двуокись марганца. Данный тип загрузки обладает свойствами окисления двухвалентного железа, находящегося в ионном виде в воде с последующей сорбцией образованного железосодержащего осадка. Фильтрная загрузка обладает следующими преимуществами: температурный режим работы до 38°C, высота слоя загрузки от 70 до 91 см. для регенерации требуется только периодическая обратная промывка, кроме удаления железа происходит одновременное снижение концентрации марганца, а так же мутности и цветности воды. Помимо этого на эффективность обезжелезивания не оказывают влияние такие факторы как изменение диапазона рН среды, снижение давления в системе, а так же наличие других примесей. Преимущества применения фильтра с данной загрузкой заключается в возможности использовать его не однократно, практически отсутствуют факторы снижающие эффективность обезжелезивания, повторное использование отходов

акрилового производства экономически выгодно с точки зрения энергоресурсосбережения. Результаты экспериментальных исследований отражены в таблице 2

Таблица 2

Сравнительный анализ эффективности обезжелезивания методом фильтрации на фильтрах с разной загрузкой.

Сооружения	Концентрация железа мг/дм ³			Температура воды мг/дм ³			pH		
	ДО	ПОСЛЕ	ЭФ.%	ДО	ПОСЛЕ	ЭФ.%	ДО	ПОСЛЕ	ЭФ.%
ТРАДИЦИОННАЯ СХЕМА									
Фильтр окисляющей загрузкой «BIRM»	40	17.8	55,5	10		50	8,5	6,8	80
				4		0			
Фильтр с загрузкой «GREENSAND»	40	13.2	67	10		50	8,5	8,2	4
				4		0			
Общая эффективность очистки %	36,5								
РЕКОМЕНДУЕМАЯ СХЕМА									
Фильтр с фильерной загрузкой	40	4.4	89	10		89	8,5	7	норма
				4		89			
Общая эффективность очистки %	89								



По результатам эксперимента можно сделать вывод о том, что фильерная загрузка напорных фильтров является предпочтительнее в сравнении с традиционными загрузками, так как, имеет высокую эффективность обезжелезивания, которая не

снижается при изменении температуры, рН, давления фильтруемой воды, а так же эффект обезжелезивания не зависит от присутствия других химических примесей. На фильтерной загрузке так же возможно удаление тяжелых металлов, бикарбонатных солей железа, марганца и его соединений.