

**АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ МЕТОДЫ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД****Черных О.И., Попова И.В.****научный руководитель канд. техн. наук Дубровская О.Г.  
ФГАОУ ВПО СФУ Инженерно-строительный институт**

Целью данной работы является разработка высоко эффективной технологии обезжелезивания, основанной на эффектах гидротермодинамической кавитации либо на применении селективных сорбционных материалов, таких как фильтренная 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.

В качестве экспериментальной площадки использовался верхнекачинский водозабор подземных вод поселка Емельяново, Красноярского края. Территория Емельяновского района отличается развитой гидрографической сетью. Основные реки района относятся к бассейнам р. Енисей и р. Обь. Основные притоки р.Енисей на территории район- р. Бирюса , р. Кача, Основные реки бассейна Оби – Большой и Малый Кемчуг, притоки р. Чулым. Площадь земель водного фонда составляет – 7,8 тыс. га.

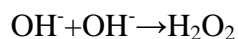
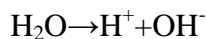
На основании отчета ГП «Красноярскгидрогеология» основными источниками водоснабжения являются подземные воды.. Химический состав подземных вод Емельяновского района гидрокарбонатный кальциевый, натриевый, воды пресные, мягкие и с повышенным содержанием железа, превышение концентраций которого составляет до 9ПДК.

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

Вышеперечисленные методы не используются на данном водозаборе в связи с необходимостью построения станций водоподготовки, сооружений реагентного хозяйства, блока фильтрации, что экономически не эффективно и практически не применимо на водозаборах подземных вод с малой производительностью.

В качестве альтернативы можно рекомендовать нетрадиционные методы, такие как кавитация и обезжелезивание с помощью фильтра с фильтренной загрузкой.

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 внешних условий, 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 <sup>3</sup>			Температура воды С°			рН		
	ДО	ПОСЛЕ	ЭФ.%	ДО	ПОСЛЕ	ЭФ.%	ДО	ПОСЛЕ	ЭФ.%
ТРАДИЦИОННАЯ СХЕМА									
Фильтр окисляющей загрузкой «BIRM»	с	2,7	1,2	55,5	10	50	8,5	6,8	80
					4	0			
Общая эффективность очистки %	61,8								
РЕКОМЕНДУЕМАЯ СХЕМА									
Кавитатор		2,7	0,3-0,1	93	10	93	8,5	7,2	норма
					4	93			
Фильтр с загрузкой «FILOX»		0,3	0,01	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<sup>2+</sup> до Fe(OH)<sub>3</sub>, который является нерастворимым осадком, легко удаляемым последующей фильтрацией. Кавитацию можно применять при любой концентрации железа.

Для подземных источников с содержанием железа от 1.5 мг/дм<sup>3</sup> до 3 мг/дм<sup>3</sup> альтернативой может служить технология с использованием напорных фильтров с фильтровой загрузкой. Данный загрузочный материал является отходами производств акриловых смол. 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. Фильтровая загрузка обладает следующими характеристиками: температурный режим работы до 38С°, высота слоя загрузки от 70 до 91 см. для 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 <sup>3</sup>			Температура воды мг/дм <sup>3</sup>			рН		
	ДО	ПОСЛЕ	ЭФ.%	ДО	ПОСЛЕ	ЭФ.%	ДО	ПОСЛЕ	ЭФ.%
ТРАДИЦИОННАЯ СХЕМА									
Фильтр окисляющей загрузкой «BIRM»	2,7	1,2	55,5	10		50	8,5	6,8	80
				4		0			
Фильтр с загрузкой «GREENSAND»	2,7	0,9	67	10		50	8,5	8,2	4
				4		0			
Общая эффективность очистки %	36,5								
РЕКОМЕНДУЕМАЯ СХЕМА									
Фильтр с фильерной загрузкой	2,7	0,3	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 фильерной загрузке так же возможно удаление тяжелых металлов, бикарбонатных солей железа, марганца и его соединений.