

Список использованных источников

1. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества: сб санитарных правил и норм по питьевому водоснабжению: СанПиН 10 – 124 РБ 99. – Минск: Минздрав Респ. Беларусь, 2003. – 108 с.
2. Санитарная охрана и гигиенические требования к качеству воды источников нецентрализованного питьевого водоснабжения населения / В. И. Ключенович [и др.]: сборник официальных документов по коммунальной гигиене: СанПиН 2.1.4.12 – 23 – 2006. – Минск: Стройиздат, 2007. – 21 с.
3. Инструкция по обеспечению контроля за качеством и безопасностью питьевой воды 2.1.4.10 –12 – 42: утв постановлением Главного госсанврача РБ 22.11.2006 г. № 157 / С. Г. Позин [и др.]: сборник официальных документов по коммунальной гигиене. – Минск: Стройиздат, 2007. – 61 с.
4. Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора: СТБ 1756 – 2007. – Взамен ГОСТ 2761 – 84 – Введ. 2007-11-01. – Минск: Изд-во «НИ РУП БелГИСС», 2007. – 13 с.

УДК 628.162

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ ПРОМЫВНЫХ ВОД СТАНЦИЙ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ КОАГУЛИРОВАНИЕМ В ПРИСУТСТВИИ ФОСФАТОВ НА СВОЙСТВА ОБРАЗУЮЩИХСЯ ОСАДКОВ

Науменко Л.Е.

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, e-mail: lesheina@mail.ru

Backwash waters which includes iron components is formed in a result of the operation the stations of iron removal of underground waters. Today the sludge unsets in the ground, polluting natural environment of Republic of Belarus and Polesie. The developed technology includes a treatment of backwash waters by reagent-precipitant Na_3PO_4 and coagulant reducing the concentration of iron compounds. These processes have a positive effect on the dehydration of sludge with mechanical dehydration constructions. It allows using sludge as the additives to building materials, pigments and for the manufacturing production of chemical coagulants.

Введение

Важной задачей при обработке промывных вод станций обезжелезивания является не только их осветление и осаждение соединений железа, но и обезвоживание и утилизация образующихся осадков. При использовании традиционных сооружений по очистке промывных вод [1, 2], количество осадка достигает 3,0...5,0 % объема промывных вод [1, 3]. Железосодержащий осадок представляет собой высоковлажную массу веществ различной дисперсности, объединенных с помощью гидроксидных связей в единую пространственную структуру, образуемую мелкими аморфными хлопьями гидроксида железа. Основной составной частью сырого осадка является вода, которая достаточно плохо отделяется от твердой фазы.

В настоящее время из-за неэффективной работы сооружений повторного использования, промывные воды без очистки сбрасываются в водоемы, овраги, каналы либо в канализационные сети [4, 5], загрязняя окружающую среду соединениями железа. Поэтому процессам обезвоживания и утилизации осадков не уделяется должного внимания.

На кафедре ВВОВР УО «БрГТУ» разработана технология очистки промывных вод коагулированием в присутствии фосфатов. Совместная обработка промывных вод реагентами фосфатом натрия и коагулянтом, например сульфатом алюминия, нарушает агрегативную устойчивость системы, нейтрализуя поверхностный заряд частиц, в результате чего примеси декантируются. При этом образуются коллоидные частицы FePO_4 , обладающие очень низкой растворимостью, которые эффективно удаляются коагуляцией. Анионы H_2PO_4^- и PO_4^{3-} , образующиеся при гидролизе фосфата натрия Na_3PO_4 , способствуют снижению электрокинетического заряда коллоидной частицы гидроксида железа $\text{Fe}(\text{OH})_3$, а высокая степень очистки до 99,0-99,9% достигается путем фиксации соединений железа на поверхности коллоидной частицы гидроксида алюминия $\text{Al}(\text{OH})_3$ [6].

Скоагулированный в процессе очистки воды осадок хорошо уплотняется. Соединения фосфатов препятствует заземлению воды гидроксидными ионами, что улучшает способность осадков к обезвоживанию.

Экспериментальные исследования свойств осадков промывных вод станций обезжелезивания

В таблице 1 приведены свойства осадков промывных вод станций обезжелезивания. Осадок отбирался под гидростатическим давлением после двух часов отстаивания, дозы реагентов, которыми обрабатывалась промывная вода, составили: $D_{\text{Na}_3\text{PO}_4} = 50 \text{ мг/л}$, $D_{\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3} = 70 \text{ мг/л}$, $D_{\text{Аква-Аурат}} = 30 \text{ мг/л}$. В лабораторных условиях исследовалась способность железосодержащих осадков к обезвоживанию. Испытания проводились на модельной установке центрифуги и лабораторном вакуум-филт্রে.

Центрифугирование осадка осуществлялось при частоте вращения ротора 2000 об/мин. при факторе разделения $\Phi = 5600$ в течение времени 120 с. Максимальный эффект обезвоживания осадков при центрифугировании достигался при совместной обработке промывных вод реагентами фосфатом натрия и сульфатом алюминия, влажность обезвоженного осадка составила 82% при индексе центрифугирования $I = 4$. При безреагентном отстаивании влажность снизилась до 91,2%, при обработке только сульфатом алюминия $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ – до 90,2%, только фосфатом натрия Na_3PO_4 – 87,5%, при исходной влажности осадков 98,0...99,0%.

Осадки, образующиеся при обработке промывных вод коагулянтами “Аква-Аурат 30” и сульфатом алюминия, имели высокие индексы центрифугирования (15,5 и 12,4 соответственно), что свидетельствует о низкой способности к разделению в центробежном поле. Это обусловлено тем, что при введении в промывную воду вышеперечисленных коагулянтов образуется рыхлый осадок, который плохо уплотняется из-за заземления воды гидроксидными ионами алюминия.

Таблица 1 – Основные свойства осадков промывных вод станций обезжелезивания, эффективность их обезвоживания центрифугированием и вакуум-фильтрованием

Образуемый осадок промывных вод станций обезжелезивания при:	Характеристика исходных осадков				Параметры центрифугирования (фактор разделения $\Phi=5600$)			Параметры вакуум-фильтрации (вакуум, при котором происходила фильтрация 0,053...0,067 МПа)		
	Влажность, %	Зольность, %	Концентрация взв в-в, г/см ³	Плотность, г/см ³	Индекс центрифугирования	Влажность кока, %	Эффект обезвоживания, %	Удельное сопротивление осадка, см/г	Влажность кока, %	Эффект обезвоживания, %
безреагентном отстаивании	98,0	78,7	19,7	0,9714	15,2	91,2	7,0	$2,756 \cdot 10^{11}$	82,95	15,4
обработке промывных вод сульфатом алюминия	99,0	92,2	17,7	0,9807	12,4	90,2	8,9	$3,39 \cdot 10^{11}$	79,5	19,7
обработке фосфатом натрия	98,0	85,7	25,9	0,937	7,0	88,5	9,7	$1,51 \cdot 10^{11}$	81,3	16,4
обработке промывных вод коагулянтном "Аква-Аурат 30"	99,0	91,8	13,5	0,985	15,5	90,7	9,1	$3,5 \cdot 10^{11}$	80,6	18,6
совместной обработке сульфатом алюминия и фосфатом натрия	98,0	82,7	19,4	0,9898	4,0	82,0	16,3	$1,4 \cdot 10^{11}$	74,4	24,08
совместной обработке фосфатом натрия и коагулянтном "Аква-Аурат 30"	98,5	76,8	14,9	0,985	14,7	90,0	8,6	$1,63 \cdot 10^{11}$	78,95	19,8

Удельное сопротивление осадка, образующегося при безреагентном осветлении промывных вод станций обезжелезивания, составило $27,6 \cdot 10^{10}$ см/г, влажность снизилась с 99,0% до 82,95%, что соответствует эффекту обезвоживания 15,4%.

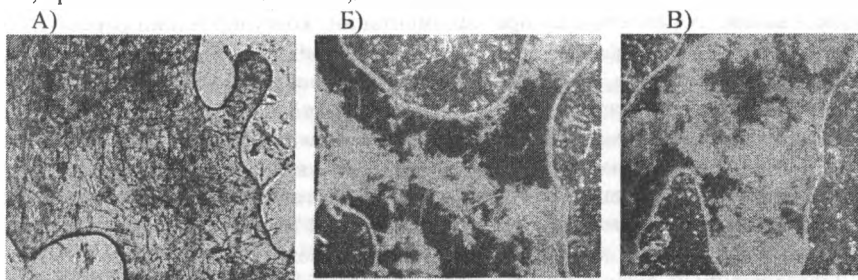
Высоким удельным сопротивлением обладали осадки промывных вод, обработанных коагулянтами "Аква-Аурат 30" и сульфатом алюминия, которое составило $35 \cdot 10^{10}$ см/г и $33,4 \cdot 10^{10}$ см/г соответственно, что свидетельствует о плохой фильтрации осадка и увеличении времени для достижения предельной концентрации.

Высокую способность к обезвоживанию на вакуум-фильтре показал осадок, образующийся при совместной обработке промывных вод реагентами Na_3PO_4 и $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. Такой осадок имел удельное сопротивление $14 \cdot 10^{10}$ см/г, влажность 74,4%, легко отделялся от ткани. При обработке воды фосфатом натрия Na_3PO_4 образуются труднорастворимые соединения, которые уменьшают содержание связанной воды, поэтому предельная концентрация сухого вещества возрастает и уменьшается водоотдача осадка.

Микроскопические исследования осадков промывных вод станций обезжелезивания

Гранулометрический анализ осадков промывных вод фильтровальных сооружений различных водозаборов подземных вод микроскопированием показал присутствие шарообразных включений размером до 2 мкм, игловидных включений длиной до 15 мкм, равноосных – размером до 50 мкм, а также нитевидных длиной 20...300 мкм и толщиной до 3 мкм [5, 7].

На рисунке 1 представлены снимки осадков, выполненные с использованием микроскопа МКИ-2М-1 при увеличении в 250 раз с окуляром 12,5×3.944.169-01, применяя объектив ЭОМБ 0,35/12.



А – свежий осадок, Б, В – при обработке промывных вод реагентами Na_3PO_4 и $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

Рисунок 1 – Изменение структуры осадка промывных вод после обработки реагентами Na_3PO_4 и $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

Осадки, обработанные реагентами в процессе очистки промывных вод коагулированием в присутствии фосфатов, состоят из хорошо видимых отдельных частиц и имеют зернистую структуру. На снимках Б и В (рисунок 1) прослеживается четкая граница раздела фаз “твёрдое вещество-жидкость”. Крупные агрегаты такого осадка способны задержаться центрифугами, фильтр-прессами, при обезвоживании осадка на вакуум-фильтре не происходит закупорка отверстий фильтрующей ткани, что не вынудит производить частую регенерацию ткани.

Рекомендации по утилизации осадков промывных вод станций обезжелезивания

Анализ результатов приведенных испытаний показал, что в технологическую схему очистки промывных вод станций обезжелезивания коагулированием в присутствии фосфатов целесообразно включить сооружения механического обезвоживания осадка. Обезвоженный осадок впоследствии может быть утилизирован с последующим использованием в различных областях промышленности и строительства. Одним из перспективных и наиболее экологических направлений утилизации осадка – использование его в технологии изготовления стройматериалов: в качестве наполнителей при производстве газобетона, для получения железосодержащих пигментов при производстве окрашенного бетона и отделочного раствора, в лакокрасочных производствах и т.д.

В настоящее время некоторые виды бетонов и цемента производят на основе фосфатных и алюмофосфатных вяжущих. Фосфатные затворители обладают

более высокой химической активностью, чем чисто водные, поэтому продукция на их основе имеет высокие адгезионные и прочностные характеристики. Алюмофосфатные связующие используются для кладки огнеупорных печей, крепления теплоизоляции, производства высокотемпературных клеев и клеесцементов. Известно [8, 9], что обезвоженные или сгущенные осадки с большим содержанием гидроксида алюминия используются при производстве глиноземистого цемента, который относится к быстротвердеющим с высокой химической стойкостью при воздействии агрессивных сред.

Выводы

Результаты исследований параметров обезвоживания осадков станций обезжелезивания, образующихся при седиментации, коагулировании и коагулировании в присутствии фосфатов, показали, что наиболее эффективным является обезвоживание осадка, предварительно скоагулированного в процессе обработки промывных вод реагентами – фосфатом натрия Na_3PO_4 и сульфатом алюминия $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. Максимальный эффект обезвоживания таких осадков при центрифугировании составил 16,3%, влажности обезвоженного осадка – 82% при индексе центрифугирования $I=4$. Удельное сопротивление осадка определялось на модельном вакуум-филт্রে и составило $14 \cdot 10^{10}$ см/г, влажность осадка уменьшилась с 99,0% до 74,4% при эффекте обезвоживания 24,08%.

Обезвоженный осадок промывных вод станций обезжелезивания, содержащий соединения железа, алюминия, фосфаты, может утилизироваться с последующим использованием в различных областях промышленности и строительства: в качестве наполнителей при производстве бетонов, цемента, для получения железосодержащих пигментов и химических реактивов. Это полностью решит проблему накопления осадков на водозаборах.

Список использованных источников

1. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения: СНиП 2.04.02-84. – Введ. 01.01.85. – М.: Стройиздат, 1985. – 136 с.
2. Румянцева, Л.П. Брызгальные установки для обезжелезивания воды / Л.П. Румянцева – М.: Стройиздат, 1973. – 104 с.
3. Любарский, В.М. Осадки природных вод и методы их обработки / В.М. Любарский – М.: Стройиздат, 1980. – 128 с.
4. Житенев, Б.Н. Проблемы повторного использования промывных вод станций обезжелезивания воды / Б.Н. Житенев, Л.Е. Шеина // Вестник БГТУ. Доходохозяйственное строительство, теплоэнергетика и экология. – №2(14). – 2002. – С. 31–32.
5. Михайлик, Л.Г. Отстаивание и оборот промывных вод на станциях обезжелезивания подземных вод / Л.Г. Михайлик // Вода. – №6. – 2003. – С. 20.
6. Устройство для обработки промывных вод станций обезжелезивания: пат. 1724 ВУ, МПК С02F 1/54 / Б.Н. Житенев, Л.Е. Шеина; заявитель Брестский гос техн. ун-т – № u20040230; заявл. 10.05.2004; опубл. 30.12.2004 / Гос. реестр полезн. моделей.
7. Лисецкий, В.Н. Утилизация отходов станции обезжелезивания Томского водозабора / В.Н. Лисецкий, Т.А. Лисецкая, А.А. Андрейченко // Водоснабжение и санитарная техника. – №1. – 2003. – С.33-36.
8. Пальгунов, П.П. Утилизация промышленных отходов / П.П. Пальгунов, М.В. Сумарков. – М.: Стройиздат, 1990. – 352 с.
9. Любарский, В.М. Обработка осадков городских водопроводных станций / В.М. Любарский, Ю.И. Рубчак // ЦНТИ по гражданскому строительству и архитектуре – Вып.3. – 1979. – 33 с.