



Рис. 5. График зависимости требуемой мощности вентилятора от выходной температуры воздуха

Разработанный алгоритм позволяет определить геометрические характеристики аппарата воздушного охлаждения с использованием оребренной трубы с накатными рёбрами при заданных ограничениях по геометрическим размерам, требуемому сопротивлению, и показателю недорекуперации и с минимально возможной мощностью, требуемой вентилятору для продувки теплообменного аппарата. Удельный теплосъем

по объёму элементарной ячейки позволяет эффективно использовать объём занимаемый теплообменным аппаратом. Данный алгоритм может использоваться для расчёта других АВО с накатными рёбрами для различных требований и использованием различных охлаждаемых газов или жидкостей.

Библиографический список

1. Пластинин П.И. Поршневые компрессоры. Том 1. Теория и расчёт/2-е изд., перераб и доп. – М.: Колос, 2000.- 456с.: ил.
2. Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи. Изд. 2-е, стереотип. М., «энергия», 1977. 344с. с ил.
3. Highexpert.ru [Электронный ресурс]
4. ГОСТ 13726-97 Ленты из алюминия и алюминиевых сплавов.
5. ГОСТ 8734-75, Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные

ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЕ И ДЕМАНГАЦИЯ НА ПАТРОННЫХ ЭЛЕМЕНТАХ «АТРУМ» – ИННОВАЦИЯ В ВОДОПОДГОТОВКЕ

Г.Б. БРАЯЛОВСКИЙ, Е.В. МИГАЛАТИЙ, О.Б. НАСЧЕТНИКОВА, М.А. БЕЛЯЕВ

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина»

Вода с высоким содержанием железа обладает низкими органолептическими свойствами, а использование такой воды в производственном процессе приводит к появлению ржавых пятен и разводов на готовой продукции. При производстве бумаги, в текстильной промышленности, в прачечных использование воды, содержащей железо и марганец, недопустимо. Ионы железа и марганца загрязняют ионообменные смолы, поэтому при проведении большинства ионообменных процессов первой стадией обработки воды является их удаление.

Очистка воды от соединений железа является в ряде случаев довольно сложной задачей, которая может быть решена только комплексно. Это обстоятельство в первую очередь связано с многообразием форм существования железа в природных водах. Чтобы определить наиболее действенный и экономичный для конкретной воды метод обезжелезивания, нужно произвести пробное удаление железа.

В соответствии с требованиями СНиП метод обезжелезивания воды, расчетные параметры и дозы реагентов следует принимать на основе результатов технологических изысканий, выполненных непосредственно у источника водоснабжения.

В воде поверхностных источников железо находится обычно в форме органоминеральных коллоидных комплексов, в частности в виде гуминовокислого железа, и тонкодисперсной взвеси гидроксида железа. В речной воде, загрязненной кислотными стоками, встречается сульфат двухвалентного железа $FeSO_4$. Из-за наличия в речной воде растворенного кислорода двухвалентное железо Fe^{2+} окисляется в трехвалентное Fe^{3+} . При появлении в воде сероводорода H_2S образуется тонкодисперсная взвесь сульфида железа FeS .

Подземные источники воды в подавляющем большинстве характеризуются наличием растворенного бикарбоната двухвалентного железа $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$, который вполне устойчив при отсутствии окислителей и при $\text{pH} > 7,5$. При высокой карбонатной жесткости, $\text{pH} > 10$ и содержании $\text{Fe}_2^+ > 10$ мг/л бикарбонат может гидролизироваться с образованием углекислоты.

Российские санитарные нормы ограничивают общее содержание железа в воде для хозяйственно-питьевых нужд до 0,3 мг/л. В некоторых странах допустимое содержание составляет 0,2 мг/л. Фактически концентрация железа в подземных грунтовых водах находится в пределах от 0,5 до 50 мг/л. В центральном российском регионе, включая Подмоскowie, эта величина изменяется в диапазоне 0,3-10 мг/л, наиболее часто 3-5 мг/л, в зависимости от географического местоположения и глубины источника. Начиная с концентрации 1,0-1,5 мг/л вода имеет неприятный металлический привкус. При уровнях выше 0,3 мг/л железо оставляет пятна на белье и санитарно-технических изделиях. При концентрации железа ниже 0,3 мг/л запах обычно не ощущается, хотя может появляться мутность и цветность воды.

Анаэробная (не имеющая контакта с воздухом) прозрачная грунтовая вода может содержать соединения двухвалентного железа (Fe_2^+) до нескольких миллиграммов на литр без ее помутнения при прямой подаче из источника. Однако при контакте с воздухом, а точнее с кислородом воздуха, двухвалентное железо окисляется до трехвалентного коллоидного состояния, что придает воде характерный красно-коричневый оттенок.

Гидроксид трехвалентного железа $\text{Fe}(\text{OH})_3$ коагулирует и переходит в оксид железа $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, выпадающий в виде бурых хлопьев.

Пользователь зачастую наблюдает следующую картину: в первый момент вода, полученная из скважины, кажется абсолютно чистой и прозрачной, но в течение нескольких минут она мутнеет с появлением специфического оттенка. При отстаивании воды муть оседает, образуя бурый рыхлый осадок (оксид трехвалентного железа).

Железо способствует также развитию «железобактерий», которые получают энергию при окислении Fe_2^+ до Fe_3^+ , в результате чего в трубопроводах и на оборудовании образуется скопление слизи. В процессе окисления на 1 мг Fe_2^+ затрачивается 0,143 мг кислорода (O_2), увеличивается содержание свободной углекислоты на 1,6 мг/л, а щелочность снижается на 0,036 мг.-экв/л.

Присутствие в воде солей меди, а также контакт воды с ранее выпавшим осадком $\text{Fe}(\text{OH})_3$, каталитически ускоряет процесс окисления Fe_2^+ до Fe_3^+ .

В зависимости от условий (значение pH , температура, наличие в воде окислителей или восстановителей, их концентрация) окисление может предшествовать гидролизу, идти параллельно с ним или окислению может подвергаться продукт гидролиза двухвалентного железа $\text{Fe}(\text{OH})_2$.

Марганец присутствует в земной коре в большом количестве и обычно он встречается вместе с железом. Содержание растворимого марганца в подземных и поверхностных водах, бедных кислородом, достигает нескольких мг/л. Российские санитарные нормы ограничивают уровень предельно-допустимого содержания марганца в воде хозяйственно-питьевого назначения до 0,1 мг/л, а в некоторых странах Европы эта величина ниже 0,05 мг/л. Превышение содержания марганца ухудшает органолептические свойства воды. При уровне выше 0,1 мг/л марганец приводит к появлению пятен на санитарно-технических изделиях, а также нежелательного привкуса воды. На трубопроводах образуется пленка, которая отслаивается в виде черного осадка.

В подземных водах марганец находится в виде хорошо растворимых солей в двухвалентном состоянии. Для удаления марганца из воды его необходимо перевести в нерастворимое состояние окислением Mn_2^+ в Mn_3^+ и Mn_4^+ . Окисленные формы марганца гидролизуются с образованием практически нерастворимых гидроксидов $\text{Mn}(\text{OH})_3$ и $\text{Mn}(\text{OH})_4$. Последний при осаждении на зернистой загрузке фильтра проявляет каталитические свойства, т.е. ускоряет процесс окисления двухвалентного марганца растворенным кислородом.

Для эффективного окисления марганца необходимо, чтобы величина pH очищаемой воды была на уровне 8,0-8,5. В качестве окислителя применяют перманганат калия, хлор или его производные (гипохлорит натрия), озон, кислород воздуха.

Для обезжелезивания и деманганации поверхностных вод на практике используются только реагентные методы с последующей фильтрацией. Для очистки подземных вод осуществляют фильтрованием в сочетании с одним из способов предварительной обработки воды:

- упрощенная аэрация,
- аэрация на специальных устройствах,
- коагуляция и осветление,
- введение реагентов-окислителей, таких как хлор, гипохлорит натрия или кальция, озон, перманганат калия.

При мотивированном обосновании применяют и другие методы, например катионирование, диализ, флотация, электрокоагуляция и др.

Для удаления из воды железа, содержащегося в виде коллоида гидроксида железа $\text{Fe}(\text{OH})_3$ или в виде коллоидальных органических соединений, например гуматов железа, используют коагулирование сульфатом алюминия или железным купоросом с добавлением хлора или гипохлорита натрия.

Все большее распространение получают скорые фильтры с каталитическими наполнителями, ускоряющими процессы окисления железа и марганца до нерастворимых соединений:

- дробленый пиролюзит, «черный песок», сульфоуголь и МЖФ (отечественные загрузки);
- Manganese Greensand (MGS), Birm, MTM (зарубежные наполнители).

Это обусловлено как коммерческими аспектами, так и высокой технологичностью фильтров.

Наполнители загружаются в фильтры баллонного типа, снабженные автоматическими электронными блоками управления работой фильтра. В корпусе фильтра также размещены дренажно-распределительная система и поддерживающий наполнитель слой гравия. При необходимости в комплект фильтра включают бак для приготовления и хранения раствора реагента.

В процессе работы фильтра загрязнения, в том числе и железо, задерживаются в слое зернистой фильтрующей каталитической загрузки и в дальнейшем, вымывается в дренажную линию при обратной промывке фильтра.

Анализ методов деманганации и обезжелезивания показывает, что для простого потребителя решение задачи очистки воды от железа и марганца является крайне сложной. Согласимся, что ставить автоматические напорные фильтры и аэрационные колонны в квартире, офисе или небольшом пункте питания просто негде. Методы обратного осмоса и ионного обмена в бытовых установках применять можно, но повышенное содержание железа сокращает их ресурс в несколько раз.

В ходе решения данной задачи авторам удалось разработать новый фильтрующий элемент для эффективного удаления из воды растворенных форм железа и марганца. Основной принцип работы элемента основан на окислении марганца и железа при помощи двуокиси марганца особой морфологии.

В данный момент, на базе научно-производственной организации «БМБ» осуществлен запуск мелкосерийного производства данных фильтров. Конструктивно готовые изделия представляют собой фильтрующие элементы, которые могут быть установлены в целый ряд известных типоразмеров корпусов-фильтров, включая широко распространенные Slim и Big Blue. Данные фильтры могут экономично и удобно использоваться для очистки вод, как в бытовых условиях, так и на больших производствах.

Исследования показали высокие технологические характеристики выпускаемых элементов. Предельный расход, при котором происходит эффективное удаление железа и марганца составляет более 3000 литров в час на один погонный метр фильтра. Рабочая сорбционная емкость составляет более 12 грамм железа или марганца на один погонный метр элемента. Исследования подтвердили возможность использования технологии, как на поверхностных водах, так и на подземных.

Также доказана способность фильтрующего элемента эффективно снижать цветность воды и содержание тяжелых металлов. Содержание нейтральных солей при очистке не изменяется.

Разработанный элемент может быть включен практически в любую бытовую трехступенчатую систему очистки воды между механическим и сорбционным фильтром. Для города Екатеринбургa, в такой схеме, его ресурс составит более 24 тысяч литров на метр материала.

РЕКОНСТРУКЦИЯ СТАНЦИИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД Г. БЕРЕЗОВСКОГО

О.Б. ДУБРОВИНА, студ. Е.В. ЗОЛОТНИКОВА

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина»

Очистные сооружения хозяйственно – бытовых стоков г. Березовского, пущенные в эксплуатацию в семидесятых годах, были запроектированы на очистку сточных вод от взвешенных веществ и растворенных загрязнений. Производительность очистных сооружений составляет 20,8 тыс. м³/сут. Город в настоящее время имеет централизованную систему бытовой канализации с развитой сетью коллекторов. Имеется три главных коллектора бытовой канализации:

- Северо-западный;
- центральный;
- коллектор Советского поселка.

Все коллектора сходятся на площадке очистных сооружений, где стоки проходят механическую, биологическую очистку, имеется узел обеззараживания стоков обработки осадков. Сброс очищенных стоков производится в р. Березовку и далее в р. Пышму.

Осадок с очистных сооружений после обезвоживания и обеззараживания на площадках компостирования вывозится на сельскохозяйственные угодья совхоза Шилковский.

Среднемесячные показатели стоков приведены в таблице.

Т а б л и ц а

Показатели стоков

Показатель	Исходная вода	Очищенная вода
Температура, °С	19,5	19,8
рН	7,7	7,6
Взвешенные вещества, мг/л	828,9	35,3
БПК _п , мг/л	256,7	15,0
ХПК, мг/л	329,5	23,8
Азот аммонийный, мг/л	23,5	10,9
Азот нитритный, мг/л	0,6	0,8
Азот нитратный, мг/л	2,4	23,9
Фосфор, мг/л	4,6	0,8

Технологические сооружения существующей станции объединены в блок, выполненный по типовому проекту ТП 902-3-20. Состав сооружений блока:

- первичный отстойник;
- аэробный стабилизатор;
- аэротенки;
- вторичные отстойники.

Продолжительность пребывания стоков в аэротенке колеблется в пределах от 6 до 12 часов.

Горизонтальные песколовки с круговым движением воды выполнены по типовому проекту ТП 902-2-331, диаметром 6 м. Отвод песка от каждой песколовки происходит по пескопроводу на песковые площадки.

Механическое обезвоживание осадка производится на 2-х горизонтальных центрифугах ОГШ 501К-10, производительность центрифуги – 10 м³/час.

Перед обезвоживанием на центрифугах в осадок подается флокулянт. Наладочные работы по выбору производительности центрифуги и выбору дозы флокулянта производились Свердловским НИИХиммаш.

Механически обезвоженный осадок после центрифуг подается на площадку компостирования. Вывоз осадка с площадки осуществляется через 3-4 месяца по мере его накопления.