

95 %, позволяет существенно повысить скорость фильтрования, увеличить продолжительность фильтроцикла и осуществлять процесс очистки с меньшими затратами по сравнению с обычными зернистыми фильтрами, и в связи с этим представляет определенный научно-практический интерес изучение применения для очистки сточных вод различных синтетических материалов, обладающих высокими фильтрующими свойствами, например, пенополиуретанов, разрабатываемых отечественной промышленностью.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Молоков М.В., Шифрин В.Н. Очистка поверхностного стока с территории городов и промышленных площадок. – М.: Стройиздат, 1977. – 104 с.
2. Дикаревский В.С., Курганов А.М., Нечаев А.П., Алексеев М.И. Отведение и очистка поверхностных сточных вод. Л.: Стройиздат, 1990. – 224 с.
3. Проспект «Адсорбент-С-ВЕРАД», 2005.
4. Дьячков А.И., Калинин С.В., Покровский С.Л., Смекалов В.Т. Сорбент «Уремикс-913» для ликвидации проливов нефтепродуктов // Экология и промышленность России, декабрь. – 2002. – С. 17-19.
5. Проспект очистных сооружений ливневой канализации «Векса».
6. Проспект установки очистки ливневых вод типа NGR.
7. Куханович А.А. Очистка дождевых и моечных сточных вод // Водоснабжение и санитарная техника. - № 4. – 2002. – С. 44-45.
8. Проспект флотационной установки типа «АФ».

УДК 621.182.12(075.8)

Пашкова С.П ,Самарина А.В

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры

**СТАБИЛИЗАЦИОННАЯ ОБРАБОТКА ВОДЫ
ОБОРОТНЫХ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

Высокие темпы развития промышленного производства вызывают необходимость совершенствования водосберегающих мероприятий на предприятиях из-за ограниченности природных водных ресурсов в промышленных регионах и возрастающего загрязнения их в результате антропогенного воздействия.

Одним из эффективных водосберегающих мероприятий в промышленности является внедрение оборотных систем водоснабжения, которые не сокращают валовой потребности предприятия в воде , но существенно , иногда в десятки раз, сокращают потребление свежей воды из источника и уменьшают сброс сточных вод . Наибольшее количество потребляемой воды в промышленности используется в качестве хладогента (теплоносителя) –до 70% , а в теплоэнергетике до 90-95%.

В системах очистки воды после использования ее в охлаждающих контурах, предусматривают охлаждение отработанной воды при непосредственном контакте

ее с воздухом в градирнях или брызгальных бассейнах. При охлаждении часть ее теряется вследствие испарения, что приводит к повышению ее соленосодержания, выпадению солей жесткости и образованию на поверхности теплообменной аппаратуры и трубопроводов плотных солевых отложений. При небольшой щелочности добавочной воды безнакипный режим может быть обеспечен путем продувки системы оборотного водоснабжения.

Величина продувки в этом случае определяется в процентах от расхода циркуляционной воды:

$$P_{\text{прод.}} = \frac{Ж_{\text{к.доб.}} \cdot P_{\text{исп}}}{Ж_{\text{к.об}} - Ж_{\text{к.доб}}} - P_{\text{ун}}$$

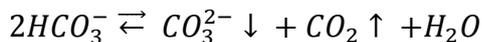
где $Ж_{\text{к.доб.}}$ -карбонатная жесткость добавочной воды, мг-экв./л; $Ж_{\text{к.об}}$ - предельная карбонатная жесткость оборотной воды, мг.-экв/л; $P_{\text{исп}}$ - потери на испарение ,%; $P_{\text{ун}}$ - потери на унос ветром , %.

При повышенной щелочности и жесткости подпиточной воды поддерживать воду в стабильном состоянии только за

счет продувки может быть экономически невыгодно из-за большого расхода воды на подпитку. В этом случае используют стабилизационную обработку циркуляционной воды различными химическими реагентами или физическую обработку в магнитном или в акустическом поле.

Иногда для снижения щелочности и жесткости добавочной воды могут применяться известкование или ионообменное умягчение. Это эффективные, но дорогостоящие средства водоподготовки, поэтому для их использования требуется технико-экономические обоснования.

Выпадение солей жесткости в системах оборотного водоснабжения возникает в результате нарушения углекислотного равновесия между растворенной в воде углекислотой и ионами кальция. Потери углекислоты происходит при нагревании охлаждающей воды и потери диоксида углерода CO_2 при контакте воды и воздуха в градирнях. Потери CO_2 при аэрации на градирнях обусловлена тем, что парциальное давление CO_2 в воздухе незначительное. При этом наблюдается переход бикарбонатов кальция в карбонаты, которые и образуют плотные солевые отложения. Это можно записать следующим образом:



Чем больше концентрация гидрокарбонат-ионов превышает величину 2,5 мг-экв./л в поверхностных водах и 1,5 мг-экв./л в подземных, тем быстрее разлагаются HCO_3^- -ионы и возникают плотные солевые отложения на поверхностях оборудования и трубопроводов в виде карбоната кальция, который является малорастворимым соединением.

Для предупреждения отложений минеральных солей можно:

1. Снижать концентрацию ионов, которые образуют отложения (метод подкисления, рекарбонизации, умягчения);
2. Ускорять процесс кристаллизации: под влиянием магнитного, электромагнитного поля и ультразвука;
3. Замедлить процесс кристаллизации введением ингибиторов - фосфатов.

В процессе подкисления оборотной воды сильной кислотой происходит разрушение части бикарбонатной щелочности и

уменьшение карбонатной жесткости в охлаждающей воде. При использовании серной кислоты образуется сульфат кальция, который имеет большую растворимость, чем карбонат кальция и может достигать 1,8-2,1 г/л.

Сульфат кальция не будет выпадает в системе, если произведение активных концентраций Ca^{2+} и SO_4^{2-} в оборотной воде не превысит произведение растворимости сульфата кальция, которое для воды при температуре 25-60 градусов равняется $2,4 \cdot 10^{-5}$. В том случае, когда эта величина превысит $2,4 \cdot 10^{-5}$, необходимо предусмотреть продувку системы.

Результат, аналогичный подкислению, можно получить, используя Н-катионирования части добавочной воды оборотных систем, при этом наряду с нейтрализацией бикарбонатных ионов ионами водорода из воды удаляются также соответствующее количество ионов кальция, что способствует стабилизации воды охлаждающих систем.

Метод фосфатирования применяется если щелочность подпиточной воды не превышает 5,5 мг-экв./л. При добавлении фосфатов происходит их адсорбция на поверхности зародышевых кристаллов $CaCO_3$, что вызывает замедление дальнейшей кристаллизации и стабилизацию пересыщенных растворов $Ca(HCO_3)_2$. Доза фосфата не поддается теоретическому расчету и составляет обычно 2-2,7 мг/кг в пересчете на P_2O_5 . С течением времени стабилизирующие свойства гексаметафосфата натрия теряются за счет их гидролиза, поэтому требуется непрерывное дозирование этого реагента в охлаждающую воду. В качестве реагентов фосфатной обработки применяют главным образом гексаметафосфат $(NaPO_3)_6$ и приполифосфат $Na_5P_3O_{10}$, в которых содержание P_2O_5 составляет 50-52%.

В настоящее время для обработки воды охлаждающих систем широко используются органические производные фосфатов, в частности оксиэтилидендифосфоновая кислота (ОЭДФ). Использование ОЭДФ позволяет полностью исключить образование минеральных отложе-

ний, сократить потребление воды на подпитку циркуляционной системы, отказаться от химической очистки конденсаторов паровых турбин в теплоэнергетике.

При щёлочности подпиточной воды до 3,5мг-экв./л, в качестве стабилизационной обработки можно использовать рекарбонизацию, которая заключается в насыщении воды дымовыми газами или коксовым газом, содержащими CO_2 , для поддержания в ней углекислотного равновесия. Предел насыщения воды углекислотой составляет 10-15мг/л.

Необходимо отметить, что в процессе подкисления расходы кислоты будут увеличиваться с увеличением расхода подпиточной воды, то при рекарбонизации расходы дымовых газов будут уменьшаться с увеличением расхода подпиточной воды.

Успешно применяется для борьбы с накипеобразованием магнитная обработка воды. Существует несколько гипотез влияния магнитного поля на воду и ее примеси, однако заслуживает внимания та которая объясняет, что под воздействием магнитного поля накипеобразователи изменяют свою структуру, в потоке воды появляются центры кристаллизации и образуется высокодисперсный кристаллический шлам, не отлагающийся на стенках, а выпадающий в осадок, который можно вывести из системы.

Применение ультразвуковой обработки воды обеспечивает разрушение достаточной интенсивности происходит разрушение образующихся в нагреваемой воде кристаллов солей жесткости, что приводит к уменьшению размеров кристаллов и к увеличению центров кристаллизации. В результате этого происходит кристаллизация солей жесткости в объеме воды в виде шлама, что предотвращает плотные солевые отложения на поверхностях.

В коксохимической промышленности применяют в качестве реагентов для стабилизации охлаждающей воды сульфат аммония, который является продуктом коксохимического производства, или хлорид аммония, содержащейся в надсмольной газосборниковой воде. Сущность процесса заключается в том, что указанные соли вступают в обменную реакцию с

бикарбонатами кальция, в результате чего образуются легкорастворимые соли сульфата или хлорида кальция и непрочные соединения бикарбоната кальция. Бикарбонат аммония при нагреве и упаривание разлагается на углекислоту, аммиак и воду. Таким образом, добавка солей аммония в охлажденную воду в эквивалентных количествах по отношению к карбонату кальция предотвращает выпадение его в осадок в виде накипи. Преимущество этого метода по сравнению с подкислением состоит в том, что, вода становится менее агрессивной благодаря щелочному характеру бикарбоната аммония, повышающему рН воды.

Анализируя рассмотренные методы стабилизационной обработки воды, необходимо отметить, что наибольшее распространение в промышленном водоснабжении получил метод подкисления, т.к. он используется при любой щелочности и жесткости подпиточной воды и при любых коэффициентах упаривания.

Рекарбонизация широкого распространения не получила в связи с трудностью точного дозирования углекислоты в оборотную воду и в связи с тем, что щелочность добавочной воды не должна превышать 3,5мг-экв./л а коэффициент упаривания 1.5мг-экв./л.

Фосфатная обработка получила большее распространение, благодаря высокой надежной и высокой стабилизационной эффективности. Вместе с тем накапливание в оборотной воде кристаллов карбонатной жесткости $CaCO_3$ в виде тонкой взвеси, требует продувки оборотных систем. И чем выше карбонатная жесткость добавочной воды, тем выше требуемая величина продувки. Фосфаты не обладают агрессивностью и их применение не требует осуществления антикоррозийных мер, как при кислотной обработке воды.

Исходя из всего вышесказанного следует отметить, что для выбора стабилизационной обработки воды в условиях безнакипного режима, необходимо учитывать множество факторов в том числе и изменение щелочности и жесткости циркуляционной воды в зависимости от качества подпиточной воды, температурного

режима процесса охлаждения и коэффициента упаривания оборотной системы, который определяет величину солесодержания циркуляционной воды.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Григорук Н.О., Пушкарев Г.П. Водоснабжение, канализация и очистка сточных вод коксохимических предприятий, Москва 1987.
2. Громогласов А.А., Копылов А.С., Пильщиков А.П. Водоподготовка: процессы и аппараты, Москва 1990.
3. Водоснабжение, наружные сети и сооружения: СНиП 2.04.02-84. М.: 1985. - 134 с.
4. Копылов А.С., Лавыгин В.М., Очков В.Ф. Водоподготовка в энергетике. М.: Изд-во МЭИ, 2003. - 310 с.
5. Гаврилов Н.Б., Павлухина Л. Д., Ракчеева Л.В. и др. Ресурсосберегающая технология реагентной обработки воды в производстве серной кислоты // Химическая технология, 2008. - Т. 9. - № 8. - С. 411-414.
6. Тебенихин Е.Ф., Гусев Б.Т. Обработка воды магнитным полем в теплоэнергетике. М.: ЭНЕРГИЯ. - 1970. - 144 с.
7. Когановский А.М., Семенюк В.Д. – Обратное водоснабжение химических предприятий. Киев, «Будівельник», 1975.
8. Москвин В. Д., Люшин С. Ф., Дытюк Л. Т., Дрикер Б. Н. Использование комплексонов в нефтеперерабатывающей промышленности // Журн. Все-союзн. хим. общ-ва. 1984. – 29. - № 3. - С. 328-334.

УДК 628.1.033

Новохатній В.Г.

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

ОЦІНЮВАННЯ ФІЗІОЛОГІЧНОЇ ПОВНОЦІННОСТІ ПИТНИХ ВОД

Постановка проблеми. В природних водах міститься більш як 50 хімічних елементів [1, 2], які знаходяться у вигляді іонів, недисоційованих молекул, колоїдів та зависі. Проте, тільки деякі з них зустрічаються в значних кількостях і вважаються найбільш важливими. В їх числі кальцій (Ca^{2+}), магній (Mg^{2+}), натрій (Na^+), калій (K^+), хлор (Cl^-), фтор (F^-), які знаходяться у воді як прості іони, а також вуглець (С), водень (H), кисень (O), сірка (S), азот (N), які існують у воді як складні іони: гідрокарбонати (HCO_3^-), сульфати (SO_4^{2-}), нітрати (NO_3^-). Інші іони присутні у природних водах у незначних кількостях, проте інколи саме вони суттєво впливають на властивості води. Одночасно у воді знаходиться велика кількість хімічних елементів у дуже малих концентраціях (10^{-5} г на 1 л води і менше), які називають мікроелементами – це йод, бром, фтор, бор, мідь, цинк, свинець, миш'як, молібден та ін. Графічне представлення основного хімічного складу води та показників фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води за ДСанПіН [3] (табл. 1) дозволяють

виконати порівняльний аналіз, що і є метою роботи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз властивостей природних вод та значне різноманіття їх якісного і кількісного хімічного складу викликало необхідність розроблення відповідних класифікацій. Заслугує на увагу класифікація О.О. Альокіна [4], яка узгоджує принципи поділу за переважними аніонами і катіонами та кількісним співвідношенням між ними. За цією класифікацією усі природні води діляться (рис. 1) спочатку за переважним аніоном на три класи: гідрокарбонатні ($\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}$), сульфатні (SO_4^{2-}) і хлоридні (Cl^-).

Кожний клас за переважним катіоном ділиться на три групи: кальцієву (Ca^{2+}), магнієву (Mg^{2+}) і натрієву (Na^+). Кожна група далі ділиться на чотири типи вод, які визначаються за відношенням між іонами в еквівалентах:

I тип $\text{HCO}_3^- > \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$; II тип $\text{HCO}_3^- < \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} < \text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-}$;

III тип $\text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-} < \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ або $\text{Cl}^- > \text{Na}^+$; IV тип $\text{HCO}_3^- = 0$.