

УДК 614.8.084

DOI: 10.46548/21vek-2020-0952-0022

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ ВОДЫ С ИНГИБИТОРОМ КОРРОЗИИ

© 2020

Фаюстова Юлия Анатольевна, главный специалист по охране труда,

филиал «Мордовский» ПАО «Т Плюс» ОП Пенза

(440022, Пенза, ул.Новочеркасская, 1, e-mail: ylechka@mail.ru)

Красная Елена Геннадьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры

«Биотехнология и техносферная безопасность»

Пензенский государственный технологический университет

(440039, Россия, Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, д. 1а/11 e-mail: krasna-elena@mail.ru)

Аннотация. С каждым годом увеличивается локальное загрязнение вод, а в России оно получило опережающее распространение. Поэтому важны исследования в области снижения объемов водопользования, сточных вод. Это явилось целью исследования. В статье кратко описаны исследования подготовки воды для подпитки тепловых сетей на примере энергетического предприятия. Проведён мониторинг состава сточных вод, изучен качественный и количественный состав аналитическими методами. В течение нескольких лет усовершенствованы методики химического анализа производственных сточных вод на практике. Установлена необходимость изменения технологии подготовки воды, которые можно рассматривать как водопользователь больших объемов. Рассмотрены факторы, влияющие на выбор методов защиты гидросферы. Показано как данный выбор осуществить на примере предприятий энергетического комплекса. Проанализированы известные ингибиторы коррозии для трубопроводов тепловых сетей. Выбран эффективный ингибитор коррозии трубопроводов, действие которого основано на способности к образованию труднорастворимых комплексов, не осаждающихся на поверхности труб. Коррозия труб не происходит, отложения не образуются. Это преимущество ингибитора позволяет отказаться от одной из стадий подготовки воды. Объем использования воды сокращается, значительно уменьшается объем сточных вод. Рассчитан экономический эффект от использования. Сделаны выводы по эффекту. Обоснована возможность изменений в технологии для других аналогичных предприятий.

Ключевые слова: энергетическое производство, выбор методов защиты гидросферы, сточные воды, водоподготовка, водопользование, ингибитор коррозии.

ANALYSIS OF WATER PREPARATION TECHNOLOGY WITH A CORROSION INHIBITOR

© 2020

Fayustova Yulya Anatolyevna, chief specialist on labor protection,

branch "Mordovsky" public joint stock company "T Plus" separate division Penza

(440022, Penza, Novocherkasskaya street, 1, e-mail: ylechka@mail.ru)

Krasnaya Elena Gennadyevna, candidate of Technical Sciences

associate Professor of the Department of Biotechnology and Technosphere Security

Penza state University of technology

(440039, Russia, Penza, Baidukova passage/Gagarin street, 1A / 11, e-mail: krasna-elena@mail.ru)

Abstract. Local water pollution increases every year. It has become more widespread in Russia. Therefore, research is important in the field of reducing the volume of water use and waste water. This was the purpose of the study. Studies of water preparation for heat supply networks are described in the article succinctly on the example of an energy enterprise. The wastewater composition was monitored, the qualitative and quantitative composition of wastewater was studied by analytical methods. Methods of chemical analysis of industrial wastewater have been improved in practice for several years. The need to change the water treatment technology is established, which can be considered as a water users of large volumes. Factors considered in the study that affect the choice of methods for protecting the hydrosphere. This choice is shown on the example of enterprises of the energy complex. Known corrosion inhibitors for heat network pipelines have been analyzed. An effective pipeline corrosion inhibitor is selected. The action of the inhibitor is based on the ability to form difficult-to-dissolve complexes with substances from water that are not deposited on the surface of pipes. Corrosion of pipes does not occur, deposits are not formed. This advantage of the inhibitor allows you to abandon one of the stages of water preparation. The volume of water use is reduced, and the volume of waste water is reduced significantly. The economic effect of the use is calculated. Conclusions on the effect are made. The possibility is justified to use changes in technology for other similar enterprises.

Keywords: energy production, selection of methods for protecting the hydrosphere, waste water, water treatment, water use, corrosion inhibitor.

Введение. Слова Д.И. Менделеева «вода – дороже алмаза» в настоящее время становятся всё ближе к истине. Количество не идентифицируемых химических веществ, находящихся в воде отследить сложно. Ра-

стут и требования к качественному и количественному составу воды, в том числе, потому что ослабевает общая иммунная устойчивость населения. А чистая вода – один из залогов крепкого здоровья, что особен-

но важно в ситуации с увеличением заболеваемости вирусной природы. Чистая вода – входит как элемент создания качественной безопасной комфортной городской среды [1, с.40].

Поэтому актуальна проблема водопользования и в масштабах всей страны и в масштабах Пензенской области, где за последние три года объем загрязнённых сточных вод не изменился, хотя должен стремиться к уменьшению [2, с.11]. Кроме того, это соотносится с природоохранной политикой, имеющей своей целью снижение негативного техногенного воздействия на окружающую среду [3, с.41].

Для решения указанной проблемы целесообразно уменьшать объёмы пользования водой на производстве, изменять технологические процессы так, чтобы уменьшался и объём водопользования, и объём загрязнённых сточных вод.

В связи с этим, основной целью исследования является реализация природоохранных мероприятий для гидросферы на примере энергетического предприятия как водопользователя больших объёмов и возможного масштабирования на другие предприятия.

Для достижения цели решались следующие основные задачи:

- анализ выбора методов защиты гидросферы на примере энергетического производства (Пензенской ТЭЦ-2);
- сравнительный срез аналогичных технологий в других городах присутствия энергетического комплекса ПАО «Т Плюс»;
- предложения по изменению технологии подготовки воды на подпитку тепловой сети, т.е. переход со стадии *Na*-катионирования на технологию с ингибитором коррозии);
- расчёт технико-экономических показателей.

Методы исследования. Для решения задач использовались методы, связанные с мониторингом, экспериментом, описанием и обработкой статистических данных материалов по технико – экономическим показателям предприятий энергетического комплекса. Оборудование для проведения химического анализа производственных вод (спектрофотометр, ФЭК, а также программное обеспечение на компьютере, позволяющее перерабатывать статистические данные). Анализ сточных вод выполняли химико-аналитическими методами, предназначенными для анализа производственных вод электростанций.

Материалы и результаты исследования. В ходе исследований проанализирован состав сточных вод на двух водовыпусках изучаемого объекта. Установлено, что существуют превышения государственных норм по железу, фосфатам и др. показателям. Результаты обработки статистических данных за пять лет по показателю – железо в сточных водах водовыпуска №1 (при нормативе – 0,1 мг/дм³ по железу) показан на рисунке 1 [4, с. 88].

По другим показателям также произведена обработка данных и установлено, что в динамике увеличивается количество загрязняющих веществ в сточных

водах, следовательно, увеличивается техногенная нагрузка предприятия, несущая за собой увеличение платы за сброс, ухудшение технико-экономических показателей предприятия.

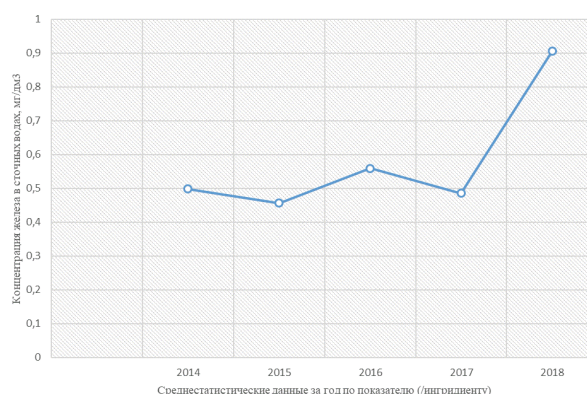


Рисунок 1 – Динамика изменения содержания железа в сточной воде (водовыпуск №1)

Один из возможных путей уменьшения количества сточных вод, и, следовательно, воздействий на гидросферу – технология с ингибитором коррозии, поскольку она позволяет уйти от *Na*-катионирования, при котором большой объём воды тратится на регенерацию фильтров, и сбрасывается большой объём сточных вод.

Ингибитор коррозии для тепловых сетей должен являться разрешённым для подготовки воды систем горячего водоснабжения населения. Действие основано на образовании труднорастворимых комплексов с веществами (ионами) из воды, а также абсорбции на внутренних поверхностях труб самого ингибитора, что препятствует накипеобразованию и коррозии трубопроводов и оборудования подпитки тепловых сетей. Многие ингибиторы коррозии обладают свойством усиливать свое действие в присутствии ионов металлов.

В ином случае (в отсутствие контроля качества воды, малой эффективности *Na*-катионирования в паводковый период, отсутствии дозирования ингибитора) на поверхностях нагрева образуются отложения (рис. 2), т.е. случайное кратковременное попадание жесткой воды с систему подпитки тепловых сетей (без ингибирования) очень быстро выводит из строя теплообменное оборудование, трубопроводы [5, с. 163].



Рисунок 2 – Отложения на внутренних поверхностях нагрева тепломеханического оборудования

Образование отложений внутри трубного пространства приводит к разрывам труб, инцидентам и

авариям, косвенно может способствовать травмированию работников, что недопустимо. Поэтому часть производственных площадок рассматриваемого энергетического комплекса уже перешла на технологию подготовки воды для подпитки тепловых сетей с ингибитором коррозии. В основном применяют семь ингибиторов коррозии (рис. 3). Проведены исследования (опрос химических служб всех городов присутствия компании) результатом которых является ниже представленная диаграмма.

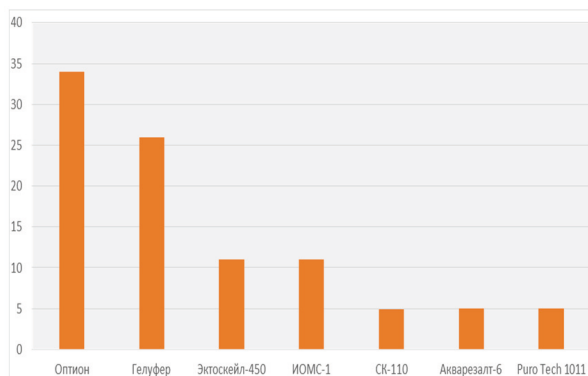


Рисунок 3 – Ингибиторы коррозии, применяемые на предприятиях энергетического производства

Ингибиторы *Гелуфер*, *Puro Tech 1011*, являются продуктами зарубежного производства, что может увеличить риски недопоставок, и как следствие нарушения в водно – химических режимов производственных вод, что вызывает последствия, показанные на рисунке 2. Поэтому, как наглядно показывает диаграмма, предприятия пользуются в основном отечественными, самый востребованный из которых – «Оптион».

Применение технологии обработки воды для подпитки тепловых сетей ингибитором, т.е. замедлителем коррозии «Оптион», является технологически эффективным и позволит уменьшить:

- в 2 раза - активность подпиточной воды к коррозионным процессам;
- в 2 раза - скорость образования отложений (солей жёсткости на внутренних поверхностях нагрева);
- неустойчивость водно-химического режима;
- объём сточных вод за счёт отказа от Na-катионирования.

Технологически подготовка подпиточной воды с применением замедлителя коррозии может быть осуществлена следующим образом: подача «Оптиона» известной концентрации производится в подпиточную линию пропорционально расходу. Для обеспечения точного дозирования с возможностью регулировки предлагается станция дозирования, позволяющая обработать пропорционально объём воды, используемой для подпитки тепловой сети Пензенской ТЭЦ-2 и поддержать заданную дозу реагента. Дозирование, возможно как в автоматическом, так и в ручном режиме. Схема установки для дозирования ингибитора коррозии представлена на рисунке 4.

Применение данного технического решения в

значительной мере снижает трудозатраты на подготовку воды: вместо 400 т поваренной соли для подпитки тепловых сетей (год) расходуется примерно 3 т реагента (в первый год), менее 2 т - в последующие годы. Уменьшение трудозатрат на выгрузку и перемещение мешков с солью влечет за собой ещё одно положительное последствие – уменьшение рисков несчастных случаев при погрузке и перемещении грузов персоналом.

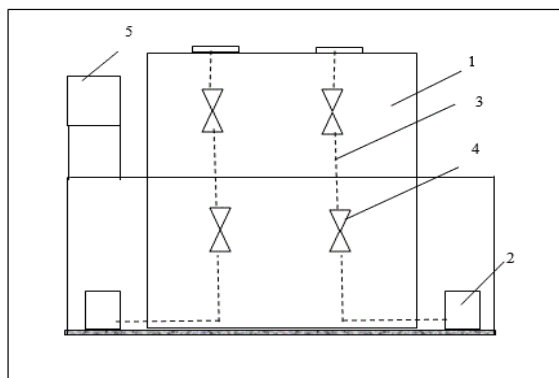


Рисунок 4 – Установка для дозирования ингибитора коррозии и накипеобразования (1 – бак (1 м³), 2 – насосы – дозаторы, 3- шланги подачи реагента, 4 – задвижки для регулировки, 5 – шкаф автоматики)

Ингибирование коррозии позволит привести содержание растворённого железа ($Fe_{\text{общ}}$) в сетевой воде к его уровню в подпиточной воде, т.е. сводится к минимуму поступление в сетевую воду продуктов коррозии, приводится в соответствие цветность, уменьшается отмывочный период по железу в момент начала отопительного сезона.

Проанализировав литературные данные и ознакомившись с опытом применения на предприятиях, можно сформулировать следующие основные преимущества *Оптиона*:

- защита от накипеобразования с возможностью исключения одной из стадий обработки воды - Na-катионирования;
- ингибирование, т.е. замедление коррозии углеродистой стали и медных сплавов, которая может быть спровоцирована содержанием растворённого углекислого газа, кислорода, хлоридов и сульфатов, низким значением pH среды) с возможностью исключения стадии деаэрации;
- высокая термическая устойчивость ингибитора, начало разложения при температуре 218 °С, окончание разложения – при более 350 °С.
- имеется разрешение к использованию в открытых системах теплоснабжения и системах горячего водоснабжения.

Для Пензенской ТЭЦ-2 рассчитан экономический эффект от внедрения технологии: объём сточных вод уменьшится на 73 – 75 тыс. м³ в год; плата штрафов за сверхнормативный сброс за один квартал составит примерно 300 тыс. руб.

Мониторинг сточных вод ООО «Горводоканал»

проводит примерно 4 раза в год, следовательно, за годовой объём сточных вод - 100 тыс. м³ плата ($P_{св}$) за сброс сточных вод составит примерно 1200 млн. руб. При сокращении стоков на 75 тыс.м³, плата за сброс составит приблизительно 300 тыс. руб. Отсюда сокращение платы за сброс – уменьшение в 4 раза:

$$P_{св} = \frac{1200 \text{ тыс. руб.}}{300 \text{ тыс. руб.}} \cong 4 \text{ р.}$$

Заключение. Таким образом, по проведённым исследованиям можно заключить, что изменение технологии подпитки тепловых сетей на стадии подготовки воды экологически и экономически эффективно. С применением ингибитора коррозии объём сточных вод сократится в 1,5 раза, плата штрафов снизится примерно на 900 тыс. рублей в год. Следовательно, снизится техносферная нагрузка на гидросферу, что прекрасно соотносится с экологической политикой компании и нашей страны [6, с. 47 - 51].

Внедрение технологии с использованием ингибитора коррозии, принесёт видимый и быстрый экономический эффект, что подтверждено на предприятии. Кроме того, в условиях социальной значимости [7, с.18], являются: низкие капитальные затраты; небольшие расходы на эксплуатацию; сведение к нулю накали и коррозии на трубных системах тепловых сетей; отмывка отложений на поверхностях нагрева оборудования, участвующего в схеме; снижение трудозатрат, рисков возникновения несчастных случаев; экономическая обоснованность и уменьшение воздействия на гидросферу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Кузнецов А.И., Шагидуллина Р.А. Обеспечение экологической безопасности как обязательное условие создания благоприятной среды // Безопасность жизнедеятельности. – Москва, 2017. – № 5. – с. 40 – 43.
2. Федеральная служба государственной статистики. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Пензенской области (Пензастат), Пензенская область в цифрах. Статистический справочник. Официальное издание. – Пенза 2019. – с. 11.
3. Кондрашева О.Е., Росляков П.В., Гусева Т.В., Локтионов О.А. Основные задачи энергетических предприятий при получении комплексных экологических разрешений // Экология и промышленность России. – Москва – 2018. Т.22. № 4. – с. 41 – 45.
4. Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. ВНИРО. – М., 1999.
5. Рябчиков Б.Е. Современные методы подготовки воды для промышленного и бытового пользования. – М.: ДеЛит принт, 2004 – 328 с.
6. Махутов Н.А., Гаденин М.М. Экологическая безопасность и экологическое наследие в проблемах национальной безопасности // Экология и промышленность России. – Москва – 2016. Т.20. № 3. – с. 47 – 51.
7. Свинцов А.И., Абдулина А.Ш. Оценка надёжности инфраструктурных сетей водоснабжения и обеспечение населения питьевой водой при их отказе. – Москва, 2017 – № 6. – с. 13 – 18.
8. О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2018 году: государственный доклад, М. НИИ-Природа, 2017. – 300 с.
9. Волкова М.А., Ведерникова Т.В. Очистка сточных вод с использованием реагентов различного происхождения. Вестник Пермского университета. Химия. 2012. Вып. 1 с. 19 – 26.
10. Кирсанов В.В. Предложения по повышению эффективности водного мониторинга в РФ // Безопасность жизнедеятельности. – Москва, 2017. – № 12. – с. 40 – 42.
11. Коркия Э.Д., Курбанов А.Р., Мамедов А.К. Концепт экологической культуры: «пределы роста» или резервы для развития // Экология и промышленность России. – Москва – 2017. Т.21. № 6. – с. 58 – 63.
12. Митин И.В., Русаков В.С. Анализ и обработка экспериментальных данных. Учебно-методическое пособие для студентов младших курсов. – М.: Физический факультет МГУ, 2004 и 2006 гг.
13. Мещеряков С.В., Половков С.А., Николаева А.В. Сравнительный анализ технологических схем флотационной очистки сточных вод на нефтеперекачивающих станциях // Экология и промышленность России. – Москва – 2018. Т.22. № 6. – с. 10 – 16.
14. Петросян В.С. Химическая безопасность воды // Чистая вода: проблемы и решения. – Москва – 2010. № 1. – с. 31 – 35.
15. Почакаева Е.И., Попова Т.В. Безопасность окружающей среды и здоровье населения. Феникс, 2012. – 448 с.
16. Свинцов А.П., Квартенко В.С. Водопотребление и водоснабжение в жилищном фонде // Безопасность жизнедеятельности. – 2008. – № 10. – с. 35- 38.
17. Темердашев З.А., Васильев А.М., Васильева Л.В. Влияние качества воды на формирование состава отложений в водогрейных системах закрытого типа // Экология и промышленность России. – Москва – 2016. Т.20. № 11. – с. 54 – 58.
18. Темердашев З.А., Васильев А.М., Васильева Л.В. Реализация экологически обоснованного способа удаления труднорастворимых отложений в паровых котлах // Экология и промышленность России. – Москва – 2017. Т.21. № 8. – с. 33 – 37.
19. Широков Ю.А. Экологическая безопасность на предприятии: Учебное пособие. – СПб.: Лань, 2018. – 360 с.
20. Щербаков Ю.С. Физико – химические процессы в техносфере: учебное пособие. Новосибирск, Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики (ФГБОУ ВПО «СибГУТИ»), 2013. 154 с.
21. Хованский А.Д., Богачев И.В. Баян Е.М. Комплексная оценка экологической опасности предприятий и территорий // Экология и промышленность России. – Москва – 2016. Т.20. № 10. – с. 58 – 63.

Статья поступила в редакцию 20.08.2020

Статья принята к публикации 14.09.2020