

2. Измеряли температуру pH неочищенной воды, подлежащей обработке. В каждый мерный цилиндр наливали 450 мл неочищенной воды, подлежащей обработке, и добавляли 50 мл предварительно приготовленного рабочего раствора с определенным содержанием коагулянта.

3. Фаза быстрого перемешивания – гидролиз (250 об/мин в течение 2 мин.).

4. Фаза медленного перемешивания – образование хлопьев (40 об/мин в течение 15 мин.). Во многом от правильного и точного соблюдения условий данного этапа зависит эффективность процесса коагуляции.

5. Осаждение полученного осадка.

Полученные в ходе опытов результаты оценивали по ряду критериев:

- размер хлопьев: визуальная оценка размера и роста хлопьев в фазах перемешивания;
- время оседания осадка и осветления объема воды;

- органические вещества в надосадочном слое после осаждения;

- pH, остаточное содержание железа и т.д.

Результаты лабораторных экспериментов представлены на рис.1.

Отмечено, что во всех случаях происходило осветление воды в результате коагуляции и осаждения частиц остаточного активного ила. Вода

становилась прозрачной с желтым оттенком. Доза 1110 мг/л коагулянта явилась слишком большой, что привело к быстрому формированию крупных хлопьев, но к длительному процессу их осаждения, выходящему за рамки общепринятых лимитов для данного процесса (20-30 минут). При использовании 444 мг/л коагулянта происходит достаточно быстрое как формирование хлопьев, так и их осаждение. Более выраженный эффект можно получить в случае добавления 111 мг/л коагулянта: медленное образование в течение первых 5-7 минут хлопьев и быстрый процесс их осаждения, длящийся порядка 10-15 минут (см. рис. 1). В случае дозирования 56 мг/л коагулянта происходит более долгий процесс образования, формирования хлопьев в течение 10-15 и зачем постепенное осаждение. Однако в последнем случае цветность воды становится более насыщенной с оранжевым оттенком.

По результатам исследований определено, что наиболее эффективная доза коагулянта составляет 111 мг/л.

Выход. Доказана возможность повышения эффективности доочистки фенольных сточных вод от остаточного активного ила методом коагуляции путем применения коагулянта $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Минимальная эффективная доза коагулянта составляет 111 мг/л.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ушаков А.Г. Доочистка сточных вод коксохимического предприятия с использованием для мокрого тушения кокса // Труды XIV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Современные техника и технологии». – 2008. – Том 3. – С. 297-299.
2. Родионов А.И. Техника защиты окружающей среды Учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. / Клушин В.Н., Торочешников Н.С. – М.: Химия, 1989. – 512 с.
3. Родионов А.И. Оборудование и сооружения для защиты биосфера от промышленных выбросов / Кузнецов Ю.П., Зенков В.В. – М.: Химия, 1985. – 352 с.

□ Авторы статьи:

Ушаков
Геннадий Викторович
– канд. техн. наук, доц. каф.
химической технологии твердого
топлива и экологии
Тел. 8-3842-363285, Emeil:
ekosys@kuzbass.net

Ушаков
Андрей Геннадьевич
– аспирант каф. химиче-
ской технологии твердого топлива и
экологии КузГТУ
Тел. 8-3842-363285, Emeil:
ekosys@kuzbass.net

УДК 628.187

Г.Г. Басова, А.Г. Ушаков, А.В. Елистратов, Г.В. Ушаков

САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМ ТЕХНИЧЕСКОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

В системах технического водоснабжения промышленных предприятий используется вода из поверхностных и подземных источников, а также сточная вода. В зависимости от функционального назначения вода применяется:

- в качестве теплоносителя для охлаждения и конденсации технологического продукта через стенку, без соприкосновения с ним;

- в качестве среды, поглощающей и транспортирующей механические и растворенные примеси;

- для растворения технологических продуктов и реагентов (технологическая вода).

Эффективность использования воды зависит от системы технического водоснабжения – прямоточная или обратная. Прямоточные системы предполагают однократное использование воды с последующей очисткой загрязненных сточных вод перед сбросом в городскую канализацию или поверхностные водоемы. Такая технология использования воды, нередко высококачественной питьевой, является не только расточительной, но и потенциально опасной для больших контингентов населения.

Обратные системы. В локальных системах вода используется после восстановления (регенерации) в одном или нескольких технологических процессах. При централизованном водоснабжении после использования для различных целей вода проходит очистку единым потоком и возвращается на производство. При смешанном водоснабжении вода одной обратной системы используется в другой (вода охлаждающей системы - в технологической, технологической - в транспортирующей и т.п.). Обратные системы должны предусматривать использование восстановленной воды, т.е. воды, полученной в результате доочистки сточных вод и соответствующей гигиеническим требованиям, предъявляемым к воде, используемой в системах технологического водоснабжения [1, 2].

С санитарно-гигиенических позиций классификация систем технологического водоснабжения промышленных предприятий основывается на степени контакта человека с восстановленной водой. По этому признаку выделяются:

- закрытые системы технологического водоснабжения - системы, обеспечивающие водой технологические процессы, исключающие непосредственный контакт работающих и населения с технологической водой;

- открытые системы технологического водоснабжения - системы, обеспечивающие водой технологические процессы, предполагающие непосредственный контакт работающих и населения с технологической водой.

При эксплуатации технологических систем, а в отдельных случаях и транспортирующих, обратная вода загрязняется специфическими производственными продуктами. Технологическая вода, загрязненная химическими соединениями, может представлять опасность для человека при последующем повторном использовании. При отведении в поверхностные водоемы в виде продувочных вод она приводит к загрязнению природных вод, последствиями которого являются накопление и преобразование в воде физических, химических и биологических агентов, неблагоприятно действующих на водную биоту, среду жизни, здоровье человека или наносящих урон материальным ценностям. Поэтому системы технологического водоснабжения представляют экологическую

опасность для окружающей природной среды, т.е. вероятность ухудшения показателей ее качества (состояний, процессов), представляющих угрозу экосистемам и человеку. Санитарно-гигиенические, эпидемиологические и токсикологические факторы загрязненности воды делают актуальными вопросы экологической безопасности систем технологического водоснабжения [3].

В общем случае под экологической безопасностью промышленного объекта понимается совокупность состояний, процессов и действий, обеспечивающая экологический баланс в окружающей среде и не приводящая к жизненно важным ущербам (или угрозам таких ущербов), наносимым природной среде и человеку [4]. Она достигается путем разработки и реализации организационных, научно-технических и технологических мероприятий по совершенствованию промышленных объектов с учетом экологических, социальных и экономических последствий их воздействия на окружающую среду, которые должны гарантировать:

- экологическую безопасность населения;
- минимальный ущерб природной среде и населению при устойчивом социально-экономическом развитии территорий;
- благоприятные экологические условия для проживания населения;
- сохранение биологического разнообразия, чистоты воздуха, источников водоснабжения и других природных объектов, исторического наследия народа;
- внедрение высокопроизводительного мало- и безотходного технологического оборудования и техники.

Экологическая безопасность систем промышленного водоснабжения обуславливает приоритет санитарно-гигиенических критериев и токсикологических критериев качества воды, используемой для технологического водоснабжения.

При использовании производственных сточных вод (без примеси бытовых) в закрытых системах технологического водоснабжения безопасность работающих обеспечивается полностью, за исключением аварийных ситуаций. В таких случаях определяющими являются технологические требования к используемой воде, а гигиенические регламентируют лишь утилизацию продувочных вод.

При использовании воды в открытых системах технологического водоснабжения, помимо необходимости обеспечения эпидемической безопасности, как важнейшего критерия их качества, требования должны гарантировать для человека безвредность химического состава и благоприятные органолептические свойства воды.

Оценка экологической безопасности системы технологического водоснабжения может быть произведена по объему изъятия природных вод для вовлечения их в технологические циклы хозяйств-

венной деятельности. Безвозвратное водопотребление усиливает механическое, термическое, биологическое и химическое загрязнения природных вод в силу снижения разбавления загрязнений, приводя к ухудшению состояния водных экосистем.

В основе расчетов всех видов экологических опасностей нарушения лежит общий принцип, основанный на определении объемов загрязненных стоков (изъятых вод) и размеров превышения (нарушений) их нормативных уровней [4]:

$$O_i = K_i V_i + \frac{W_i}{N_i}, \text{тыс.м}^3,$$

где O_i - опасность i -го вида нарушения, тыс.м³; K_i - коэффициент значимости i -го вида нарушения; V_i - объем загрязненного стока i -го вида нарушений или безвозвратного водопотребления, тыс.м³; W_i - величина i -го вида нарушения, N - нормативное значение i -го вида нарушения.

Из всех видов опасности воздействия, нарушающих нормальное функционирование поверхностных вод, избираются наиболее очевидные, ухудшающие водные режимы в краткосрочном периоде являются:

- мутность стока - W_M , г/л;
 - термическое загрязнение - W_t , °C;
 - безвозвратное водопотребление - $W_{\delta,6}$, тыс.м³;
 - биологическое загрязнение W_δ - количество кишечных палочек на кубический дециметр стока;
 - химическое загрязнение W_x - концентрация максимально опасного загрязнителя в стоке, мг/л).
- Нормативные значения для данных видов нарушения:
- механического загрязнения (мутности стока) $N_M = 0,25$ г/л;
 - термического загрязнения $N_t = 5$ °C;
 - безвозвратного водопотребления $N_{\delta,6} = 0,3$ объема речного стока 95% обеспеченности;
 - биологического загрязнения $N_\delta = 5 \cdot 10^{-3}$ ед./дм³;
 - химического загрязнения $N_x = ПДК$ (пределно допустимая концентрация загрязнителя в водоеме рыбохозяйственного назначения, мг/л).

Учитывая неравнозначность опасности отмеченных видов хозяйственных воздействий, к их значениям применяются экологические коэффициенты, определенные экспертино следующими величинами:

- механического загрязнения - $K_M = 0,002$;
- термического загрязнения - $K_t = 0,08$;
- безвозвратного водопотребления - $K_{\delta,6} = 0,2$;
- биологического загрязнения - $K_\delta = 0,3$;
- химического загрязнения - $K_x = 0,4$.

Оценка интегральной опасности нарушений поверхностных вод определяется объемом све-

жей воды, требуемой для восстановления всех видов нарушений естественного баланса водной системы:

$$O^\delta = \sum_{i=1}^5 O_i$$

где слагаемые - значения опасности нарушений водных балансов механическим, термическим, биологическим, химическим загрязнением и безвозвратным водопотреблением.

На предприятиях химической, коксохимической, энергетической и других отраслей промышленности основными потребителями природной воды и источниками сточных вод являются оборотные системы водяного охлаждения. От экологической безопасности этих систем во многом зависит экологическая безопасность всей системы технического водоснабжения предприятия. Она определяется следующими технологическими и технологическими факторами:

- количеством продувочных вод, сбрасываемых из водооборотного цикла в канализацию и затем в природный водоем;
- количеством оборотной воды, выбрасываемой в атмосферу из охладителей (градирен) в виде паров воды и гидроаэрозоля;
- загрязненностью оборотной воды веществами, содержащимися в исходном сырье, полупродуктах и продуктах производства;
- количеством воды из природного водоема, расходуемой для восполнения потерь воды в системе технического водоснабжения.

Перечисленные факторы во многом определяются коэффициентом упаривания оборотной воды. С увеличением его значения сокращается количество продувочной воды и соответственно потребление воды из природного водоема на подпитку систем оборотного водоснабжения. Минимальное потребление природной воды достигается при полном отсутствии продувки системы оборотного водоснабжения, т.е. при его работе в беспродувочном режиме.

Увеличение коэффициента упаривания оборотной воды приводит к ряду негативных последствий, оказывающих отрицательное воздействие на работу теплообменного и технологического оборудования и всей системы оборотного водоснабжения. Такими последствиями являются:

- интенсификация процессов отложения минеральных солей на поверхностях теплообменного оборудования и трубопроводов;
- интенсификация процессов коррозии теплообменного оборудования и трубопроводов;
- интенсификация процессов биологического обрастания поверхностей теплообменного оборудования и трубопроводов.

Поэтому экологическая безопасность систем промышленного водоснабжения требует, наряду с соблюдением санитарно-гигиенических и токсикологических критериев качества воды, разработ-

ки научно-технических и технологических решений по обработке воды, позволяющих уменьшить

количество продувочных вод и сократить потребление природной воды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические указания МУ 2.1.5.1183-03 "Санитарно-эпидемиологический надзор за использованием воды в системах технического водоснабжения промышленных предприятий", утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 11 января 2003 г.
2. Ушаков Г.В. Биологически очищенные сточные воды для подпитки систем оборотного водоснабжения. // Экология и промышленность России. 2007. Сентябрь. С. 20–22.
3. Ушаков Г.В., Солодов Г.А. Технологические и санитарно-гигиенические аспекты использования биологически очищенных сточных вод в системах технического водоснабжения промышленных предприятий. // Известия Томск. политехн. ун-та. 2007. №2. С. 140–144.
4. Временные рекомендации по оценке экологической опасности производственных объектов (утв. Госкомэкологии РФ 15 марта 2000 г.).

Авторы

Басова	Ушаков	Елистратов	Ушаков
Галина Григорьевна -канд. мед. наук, доцент Кемеровской государственной медицинской академии. Тел. 913-304-9998	Андрей Геннадьевич - ассистент каф. химической технологии твердого топлива и экологии КузГТУ e-mail ekosys@kuzbass.net	Александр Владимирович - соискатель каф. химической технологии твердого топлива и экологии КузГТУ Тел. 3842- 36-32-85	Геннадий Викторович - канд. техн. наук, доцент каф. химической технологии твердого топлива и экологии КузГТУ e-mail ekosys@kuzbass.net

УДК 504.064.45

Е.С. Брюханова, А.Г. Ушаков, Г.В. Ушаков, А. В. Елистратов

ВЫБОР УСТАНОВКИ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА ПРИМЕНЕНИЕЛЬНО К УСЛОВИЯМ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

На сегодняшний день, животноводство превращается в технически оснащенную и высокорентабельную отрасль сельского хозяйства. Одновременно с этим значительно возрастают объемы органосодержащих отходов, утилизация которых является важной проблемой. По результатам исследований Института энергетической стратегии РФ количество органических отходов агропромышленного комплекса России в 2005 г. составило: птицеводство – 5,8 млн. т; животноводство – 58,3 млн. [1]. Такая ситуация актуальна для многих районов России, в особенности для территории Сибири и в частности Кемеровской области. Это связано с наличием большого числа крупных животноводческих предприятий, занимающихся как скотоводством, так и птицеводством. Кроме того, на территории Кемеровской области функционирует большое количество частных подворных хозяйств, деятельность которых связана с выращиванием скота и птицы. Также существует большое количество фермерских хозяйств, содержащих скот и птиц, однако животноводство не является для них главным направлением деятельности. Все вышеперечисленные как крупные, так и мелкие хозяйства сталкиваются с проблемой утилизации органосодержащих отходов.

На сегодняшний день в Кемеровской области

нет общепринятого способа утилизации таких отходов. В большинстве своем отходы выбрасываются на близлежащие территории или вывозятся на поля. Однако в соответствии со статьей 47 закона №7-РФ объекты сельскохозяйственного назначения должны иметь необходимые санитарно-защитные (СЗЗ) зоны и очистные сооружения, исключающие загрязнение почв, поверхностных, подземных вод, водохранилищ, площадей, атмосферного воздуха [2, 3].

Авторами статьи предложена перспективная технология переработки и утилизации навоза крупного рогатого скота и свиней, птичьего помета путем их анаэробного сбраживания [4]. Данная технология проработана в лабораторных условиях [5] и показано, что от реализации данной технологии возможно получение биоудобрения, биогаза и других экологически чистых продуктов [6]. Доказана рентабельность данной технологии [7].

Процесс анаэробного сбраживания органосодержащих отходов осуществляется в биогазовых установках, различающиеся конструкцией биореактора, типом газгольдера, видом запорной арматуры, наличием или отсутствием системы подогрева и перемешивания, а также отличающиеся методом загрузки сырья и т. п. Главным аппаратом для проведения этого процесса является био-