

Современные концепции охраны водных объектов и совершенствование технологий водоподготовки

Копылов А.С.¹, кандидат техн. наук, Очков В.Ф.¹, доктор техн. наук

МЭИ(ТУ)

Приведены на основе действующих федеративных законов и нормативной документации в области охраны окружающей среды новые методические подходы к нормированию качества воды водных объектов, заключающиеся в отказе от применения в водоохраной практике зон разбавления сточных вод, содержащих загрязняющие вещества и нормативов предельно допустимых вредных воздействий (ПДВВ) на водные объекты. Перечисляются критерии оценки степени загрязнения вод и возможные приемы качественной подготовки воды, обеспечивающей, в том числе, уменьшение сброса экологически опасных веществ в биосферу.

Проблемы сохранения водных ресурсов и их рационального использования, особенно в условиях негативного воздействия хозяйственной деятельности человека на окружающую среду, особенно в случаях, когда такие воздействия могут превзойти возможности природы по сохранению необходимых и естественных условий жизни людей, в достаточной мере учтены в ныне действующих федеральных законах «Об охране окружающей среды» (№7-ФЗ от 10.01.2002 г.), «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (№52-ФЗ от 30.03.1999 г.), «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» (№166-ФЗ от 20.12.2004 г.). На их основе в области охраны окружающей среды установлено два вида базовых нормативов:

¹ 111250, Россия, Москва, Красноказарменная ул., д. 14, МЭИ

– Нормативы качества окружающей среды, включающие природоохранное, гигиеническое и рыбохозяйственное нормирование;

– Нормативы допустимого воздействия на окружающую среду при ведении хозяйственной и иной деятельности;

Природоохранные нормативы устанавливают такие показатели состояния окружающей среды, которые при воздействии на нее, в частности, на водоисточники, со стороны отдельных юридических и физических лиц, технологий, процессов, машин и т.д. оставались бы ниже заданного уровня, что гарантирует их приемлемое качество.

Превышение установленных природоохранных нормативов окружающей среды переводит ее в разряд неприемлемого качества.

Это положение подтверждает один из основных принципов водного законодательства – приоритет охраны водных объектов (ВО) перед их использованием. Хозяйственная деятельность не должна оказывать негативное воздействие на окружающую среду. Реализация такого подхода осуществляется путем нормирования качества воды ВО и качества сточных вод и (или) дренажных вод. Новый водный кодекс РФ исключает ранее действующее понятие, оговоренное во многих устаревших инструкциях, учебниках и монографиях, такое как «норматив предельно допустимого сброса вредных веществ в водные объекты» (ПДС). Напомним, что ранее для минимизации влияния примесей стоков на качество природных вод, устанавливался норматив ПДС, определяемый с учетом взаимосвязи между составом воды в водоемах и необходимой степенью очистки или разбавления сточных вод [1]. Материальный баланс расходов и концентраций в общем виде в этом случае выражается формулой:

$$C_{ст} q_{ст} + C_p \alpha Q = (\alpha Q + q) C_{пдк}$$

где $c_{ст}$ – концентрация вредного вещества в сточной воде, при которой не будет превышен расчетный показатель состава воды водоема;

c_p – концентрация того же вредного вещества в воде водотока выше места выпуска сточных (дренажных) вод;

$c_{пдк}$ – предельно допустимая концентрация (или ОБУВ) вредного вещества в воде водоема;

$q_{ст}$ – расход сточных (дренажных) вод, поступающих в водоем;

Q – расход воды в водоеме (по данным гидрометеослужб);

α – коэффициент смешения, показывающий, какая часть расхода воды в водоеме смешивается со сточными водами в расчетном створе.

Необходимо понимать, что разбавление в качестве эффективного способа снижения влияния вредных веществ должно использоваться только в тех случаях, когда имеется четкое представление о стойкости, характере превращения и перемещении вредного вещества в окружающей среде.

В настоящее время при оформлении прав пользования ВО требуется указывать объем допустимого сброса и указывать требования к качеству воды в ВО (не в сточных водах). Таким образом нормирование воздействия на ВО должно обеспечиваться нормированием качеством воды в них.

Новый Водный кодекс РФ определяет современный подход к нормированию качества вод ВО на основе:

- Нормативов допустимого воздействия (НДВ), разрабатываемых на основе ПДК различных загрязнителей и других показателей качества воды, взамен ранее действующих нормативов предельно допустимых вредных воздействий (ПДВВ) на ВО;
- Целевых показателей качества воды, разрабатываемых для каждого речного бассейна или его части с учетом природных особенностей речного бассейна, а также с

учетом условий целевого использования водных объектов, лежащих в границах речного бассейна.

Целевые показатели в отличии от НДС являются долгосрочным нормативом.

Подчеркнем, что новизна современной концепции экологического нормирования допустимых сбросов загрязняющих веществ в ВО заключается в отказе от применения в водоохраной практике зон разбавления сточных вод, содержащих вредные вещества. В этой связи ранее действующая система нормирования качества сбросных вод на основе регламентированных нормативов предельно допустимого сброса преобразуется в установление требований к качеству сточных вод в месте их сброса в водный объект.

Положения изложенной концепции нашли отражения:

- 1) В форме примерного договора водопользования, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 12.03.2008 №165, который обязывает пользователя:
 - Вести регулярные наблюдения за состоянием ВО и его водоохраной зоны;
 - Содержать в исправном состоянии эксплуатируемые очистные сооружения;
 - Представлять ежеквартальные отчеты о фактических параметрах водоиспользования, выполнении условий водоиспользования, результатах наблюдения за ВО;
 - Вносить плату со ссылкой на расчет размера платы за пользование ВО;
- 2) в необходимости предоставлять сведения в федеральное агентство водных ресурсов для внесения в государственный водный реестр (приказ МПР России от 04.02.2008), в состав которых входит:
 - Среднегодовой расход сточных и (или) дренажных вод, м³/ч;
 - Загрязняющее вещество;
 - Допустимая концентрация загрязняющего вещества на выпуске (мг/дм³): а) в пределах норматива; б) в пределах лимита сброса;

– Разрешенный сброс загрязняющего вещества на период действия разрешения на сброс (т/год): а) в пределах норматива; б) в пределах лимита сброса;

Рассмотренная методология оценки допустимых сбросов позволяет обеспечить максимальную стабильность водных экосистем и их устойчивость к антропогенным воздействиям. Она показала свою природоохранную эффективность в странах Евросоюза. Выполнение требований, регламентированных концепцией, позволяет улучшить качество воды ВО на основе совершенствования производственного (теплоэнергетического) комплекса, систем очистки воды и стоков, замены реагентов и ряда других приемов. Естественно, что выполнение изложенной концепции потребует не только дополнительных инвестиций в производство в соответствии с одним из основных экологических положений «За все нужно платить», но и изменения коллективного и индивидуального осознания важности перемен в структуре потребления, влияющего на уровень сбросов. В свою очередь подобные изменения требуют значительных перемен в структуре образования, повышения квалификации в области эколого-экономических вопросов, экологических знаний, вопросов права.

С позиций санитарно-гигиенической оценки качество поверхностных вод целесообразно оценивать на основе шести групп критериев:

1. содержание тяжелых металлов;
2. содержание токсичных для биоценоза веществ;
3. кислородный режим;
4. степень эвтрофикации (концентрация азотистых и фосфористых соединений);
5. значение рН;
6. микробиологическое загрязнение.

Рассмотрим некоторые из этих групп примесей, характерные для стоков энергетических предприятий.

Вредные вещества, которые могут содержаться в сточных водах и поступать в ВО, подразделяются на 4 класса опасности:

- 1 класс – чрезвычайно опасные, к нему относятся ртуть, бенз(а)пирен, дихлорэтилен и др.
- 2 класс – высокоопасные: алюминий, бор, молибден, свинец, нитриты, фториды, полиакриламид, бензол, гидразин, четыреххлористый углерод и др.
- 3 класс – опасные: ванадий, железо, медь, никель, хром, цинк, полифосфаты, нитраты и др.
- 4 класс – умеренно опасные: хлориды, сульфаты и др.

Для оценки опасных уровней загрязненности поверхностных вод, за счет поступления сбросов, используется их подразделение на зоны: экологического бедствия, чрезвычайной экологической ситуации, удовлетворительной ситуации, связанные в первую очередь с токсичными веществами, обладающими, кроме того, кумулятивными свойствами накопления в донных отложениях, а также в органах и тканях гидробионтов (таблица 1)

Критерии оценки степени загрязнения поверхностных вод [2]

Показатель	Параметры		
	Зона экологического бедствия	Зона чрезвычайной экологической ситуации	Удовлетворительная ситуация
Основные показатели			
Химические вещества классов опасности:			
1-2, ПДК	>10	5 - 10	1
3-4, ПДК	>100	50 - 100	1
Дополнительные показатели			
рН	5,0 - 5,6	5,7 – 6,5	-
ХПК, мг О ₂ /дм ³	20 - 30	10 - 20	-
Растворенный О ₂ , % насыщенности *	10 - 20	20 - 50	-
Нитриты, ПДК	>10	>5	<1
Нитраты, ДК	>20	>10	<1
Соли аммония	>10	>5	<1
Фосфаты, ПДК	>0,6	0,3 – 0,6	<0,05
Минерализация в долях регионального уровня	3 - 5	2 - 3	Региональный уровень

*Содержание растворенного кислорода в чистой воде летом 8 мг/дм³, зимой 12 – 11 мг/дм³, насыщенность – 80%

При использовании артезианских вод в качестве исходных для ТЭС и закачке сточных вод в подземные пласты также должно учитываться их состояние по данным, приведенным в табл.2.

Таблица 2

Показатели степени загрязнения подземных вод для участков хозяйственных объектов [2]

Показатель	Параметры		
	Экологическое бедствие	Чрезвычайная экологическая ситуация	Относительно удовлетворительная ситуация
Основные показатели			
Содержание загрязняющих веществ (нитраты, фенолы, тяжелые металлы, нефтепродукты, ПАВ), ПДК	>100	10 - 100	3 – 5
Содержание хлорорганических соединений, ПДК	>3	1 - 3	<1
Содержание канцерогенов, бенз(а)пирена, ПДК	>3	1 – 3	<1
Минерализация, г/дм ³	>100	10/100	<3
Площадь области загрязнения, км ²	>3	3 – 5	<0,5
Дополнительные показатели			
Растворенный кислород, мг/дм ³	<1	4 - 1	>4

Приведенные на основе действующей нормативной документации сведения, методология и критерии, применительно к водным экосистемам, представляются определяющими при выборе схем и оборудования для подготовки добавочной и подпиточной вод, систем очистки сточных вод ТЭС при оценке их воздействия на окружающую среду (в новой нормативной документации это план мероприятий ОВОС).

Сложившиеся на протяжении многих десятилетий и реализованные в народном хозяйстве процессы оборудование и материалы, используемые для подготовки воды и

очистки стоков энергетических предприятий, достаточно известны и подробно описаны, например в [3]. Среди современных высокотехнологичных процессов и элементов для очистки природных и сточных вод наибольшее внимание специалистов привлекают следующие:

- Дополнительные характеристики качества исходной и обработанной воды и их определение, например, индекс SDI (Solid Density Index – индекс плотности осадка или коллоидный индекс); содержание углерода, связанного с органическими веществами, характеризуемое показателем «общий органический углерод» (ООУ), называемый также ТОС (Total Organic Carbon); окислительно-восстановительный потенциал системы и ряд других характеристик водных сред;
- Фильтрация через жесткую пористую перегородку, реализованное в макро- и микрофильтрах;
- Фильтрация через каталитический наполнитель с целью снижения концентраций железа и марганца;
- Мембранные процессы, такие как ультрафильтрация, нанофильтрация и обратный осмос, характеристики мембран, аппаратов, условия и результаты их применения, назначение расходуемых реагентов и их дозы;
- Процессы, аппараты, ионообменные материалы, используемые в противоточной технологии, характеризуемой снижением расхода реагентов, воды собственных нужд, количеством установленных фильтров и загруженных ионообменных материалов;
- Техно-экономическое и экологическое сопоставление мембранных и ионитных противоточных технологий;
- Технология стабилизации воды с использованием ингибиторов солеотложений и коррозии, вытесняющая в ряде случаев ионообменные системы

умягчения воды, что приводит к сокращению потребления хлористого натрия и соответственно к уменьшению объема сточных вод;

- Программированные расчеты в области водоподготовки (расчет установок обратного осмоса, нанофильтрации, ионообменных установок с ионитами Дауекс, технико-экономическое сравнение методов водоподготовки и др.), водных режимов, характеристик водных систем, в том числе с использованием сетевых расчетов.

Перечисленные технологические процессы, их характеристики и ряд расчетов приведены и детализированы в учебном пособии, подготовленном при участии авторов настоящей статьи[4].

Список литературы

1. Рихтер Л.А., Волков Э.П., Покровский В.Н. Охрана водного и воздушного бассейнов от выбросов тепловых электростанций: Учебник для вузов. Под ред. П.С. Непорожного – М.:Энергоиздат, 1981 – 296 с.
2. Бондаренко В.И., Самбурский Г.А. «Современные концепции экологического нормирования допустимых сбросов веществ в водные объекты//Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение», 2008. №9. с. 70 – 71
3. Копылов А.С., Лавыгин В.М., Очков В.Ф. «Водоподготовка в энергетике: Учебное пособие для вузов» - М.: Издательство МЭИ, 2003 – 310 с.
4. Копылов А.С., Очков В.Ф., Чудова Ю.В. «Процессы и аппараты передовых технологий водоподготовки и их программированные расчеты: Учебное пособие для вузов» - М.: Издательский дом МЭИ, 2009 – 256 с.