

№ 229

МИСиС

---

А.Н. Белевцев  
М.А. Белевцев  
Л.А. Мирошкина

# **Теоретические основы защиты окружающей среды**

Охрана водного бассейна в металлургии

Учебное пособие

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

№ 229

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ СТАЛИ и СПЛАВОВ  
Технологический университет



Кафедра теплофизики и экологии металлургического  
производства

А.Н. Белевцев  
М.А. Белевцев  
Л.А. Мирошкина

# **Теоретические основы защиты окружающей среды**

Охрана водного бассейна в металлургии

Учебное пособие

Рекомендовано редакционно-издательским  
советом института

Москва Издательство «УЧЕБА» 2007

УДК 628.33/35  
Б43

Рецензент  
канд. техн. наук, доц. *Т.И. Чибисова*

**Белевцев А.Н., Белевцев М.А., Мирошкина Л.А.**  
Б43 Теоретические основы защиты окружающей среды. Охрана водного бассейна в металлургии: Учеб. пособие. – М.: МИСиС, 2007. – 103 с.

В пособии рассматриваются общие вопросы защиты водного бассейна, теоретические основы очистки сточных вод, источники и характеристики образования сточных вод на предприятиях черной и цветной металлургии, а также проблемы использования сточных вод в системах оборотного водоснабжения.

Пособие предназначено для самостоятельного выполнения расчетов сооружений по очистке сточных вод по курсам «Процессы и аппараты защиты окружающей среды» и «Защита водного и воздушного бассейнов» студентами, обучающимися по специальностям 280202 «Инженерная защита окружающей среды в металлургии», 280201 «Безопасность жизнедеятельности», а также специальностям направления 656500 «Металлургия». Пособие может быть использовано при выполнении домашних заданий, курсового и дипломного проектирования по разделу «Охрана окружающей среды».

© Московский государственный институт  
стали и сплавов (технологический  
университет) (МИСиС), 2007

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	5
1. Защита водного бассейна. Источники загрязнения водного бассейна, виды и классификация загрязнений, классификация сточных вод.....	6
1.1. Значение, проблемы и задачи охраны водного бассейна.....	6
1.2. Понятие «водный бассейн» и его характеристики.....	8
1.3. Источники загрязнения водного бассейна. Виды и классификация загрязнений.....	9
1.4. Нормирование сбросов вредных веществ.....	10
1.5. Определение необходимой степени разбавления и очистки сточных вод.....	14
1.6. Классификация сточных вод. Основные характеристики различных видов сточных вод.....	16
1.7. Классификация и принципы выбора методов очистки сточных вод.....	18
2. Коллоидные системы, их свойства, устойчивость. Коагуляция и флокуляция коллоидных частиц.....	20
2.1. Свойства коллоидов.....	21
2.2. Устойчивость коллоидных систем.....	24
2.3. Коагуляция коллоидных систем.....	27
2.4. Влияние различных факторов на процессы гетерокоагуляционной очистки воды.....	31
2.5. Коагулянты, применяемые для очистки сточных вод.....	32
2.6. Очистка воды коагуляцией при воздействии физико-химических факторов.....	32
2.7. Электрохимическая коагуляция.....	34
2.8. Флокуляция и ее применение в технологии очистки воды.....	35
3. Сточные воды предприятий черной металлургии. Источники образования, количественные и качественные характеристики, методы очистки.....	38
3.1. Сточные воды обогатительных фабрик.....	38
3.2. Сточные воды агломерационных фабрик.....	38
3.3. Сточные воды доменных цехов.....	39
3.4. Сточные воды сталеплавильных цехов.....	42

3.5. Сточные воды прокатных цехов .....	44
3.6. Сточные воды коксохимических производств .....	53
4. Сточные воды предприятий цветной металлургии. Источники образования, количественные и качественные характеристики, методы очистки .....	60
4.1. Шахтные воды .....	60
4.2. Сточные воды рудообогатительных фабрик. Основные характеристики .....	61
4.3. Методы и технологии очистки сточных вод рудообогатительных фабрик .....	67
4.4. Сточные воды пирометаллургических производств .....	79
4.5. Сточные воды гидрометаллургических производств .....	80
4.6. Сточные воды заводов по обработке цветных металлов (ОЦМ) .....	82
5. Использование сточных вод в системах оборотного водоснабжения. Замкнутые системы водопользования промышленных объектов .....	84
5.1. Основные принципы создания замкнутых систем водопользования .....	84
5.2. Элементы замкнутых систем водопользования .....	86
5.3. Пути создания замкнутых систем водопользования .....	87
5.4. Предотвращение отложений и коррозии в системах оборотного водоснабжения, стабилизационная обработка оборотной воды .....	89
Библиографический список .....	97
Приложение .....	98

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Вопросы охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов приобретают в жизни современного общества все большее значение. Развитие промышленного производства, сельского хозяйства, социальной сферы вызывает необходимость предотвращать отрицательное антропогенное влияние на состояние объектов водного бассейна.

Сточные воды промышленных предприятий различных отраслей промышленности чрезвычайно разнообразны по составу, расходам, свойствам и требуют применения специфических методов, технологий и аппаратов для их очистки от целого ряда токсичных, биорезистентных органических и минеральных примесей перед отведением их в водные объекты. Наиболее перспективными направлениями науки в области развития технологий водоподготовки и очистки сточных вод являются системы водоснабжения и водоотведения с повторным использованием очищенных сточных вод, а также технологии с минимальным сбросом сточных вод в водоемы и канализационные сети населенных пунктов или бессточные, замкнутые системы водопользования.

При выборе вариантов проектирования систем водопользования и сооружений очистки сточных вод специалистам необходимы глубокие знания для выбора оптимальных, наиболее рациональных технических решений и их эколого-экономического обоснования.

В пособии изложены теоретические и практические материалы курса защиты объектов водного бассейна от загрязнения сточными водами, освещены вопросы влияния сброса сточных вод в водные объекты на их экологическое состояние, определения условий сброса сточных вод в водоемы и необходимой степени их разбавления и очистки с целью предотвращения отрицательного воздействия на экологическое равновесие в них, ассимилирующую и самоочищающую способность; классификации сточных вод и загрязняющих их примесей.

Особое внимание уделено анализу источников образования, качественных и количественных характеристик, методов очистки производственных сточных вод, образующихся в основных технологических процессах на предприятиях черной и цветной металлургии.

# **1. ЗАЩИТА ВОДНОГО БАССЕЙНА. ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНОГО БАССЕЙНА, ВИДЫ И КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙ, КЛАССИФИКАЦИЯ СТОЧНЫХ ВОД**

## **1.1. Значение, проблемы и задачи охраны водного бассейна**

По мере ускорения научно-технического прогресса воздействие людей на природу становится все более мощным и в настоящее время оно уже сравнимо с действием природных факторов, что приводит к качественному изменению соотношения сил между обществом и природой.

Человечество поставлено перед фактом возникновения в природе необратимых процессов, новых путей перемещения и превращения энергии и вещества. В природу внедряется все больше веществ, чуждых ей, порой чрезвычайно токсичных для живых организмов, населяющих планету. Часть из этих веществ включается в естественный круговорот и накапливается в биосфере, что приводит к нарушению экологического равновесия в отдельных регионах и в планетарном масштабе. Поэтому в современных условиях задача охраны окружающей среды (природы) от загрязнения промышленными отходами и другими отходами человеческой деятельности очень остро стоит во всех странах мира, особенно в промышленно развитых странах.

Среди общих задач и проблем охраны окружающей среды особое место занимают проблемы охраны объектов водного бассейна, что связано с особой, исключительной ролью воды как в хозяйственной деятельности человека, так и в кругообороте веществ в природе. Как писал академик В.И. Вернадский, вода стоит особняком в истории нашей планеты. Нет природного тела, которое могло бы сравниться с ней по влиянию на ход основных геологических процессов. Нет земного вещества, минерала, горной породы, живого тела, которое ее бы не заключало. Все земное вещество ею проникнуто и охвачено. Вместе с тем за последние десятилетия вода водоемов многих стран Европы, Америки и Азии очень сильно загрязняется за счет отведения в них хозяйственно-бытовых, промышленных и сельскохозяйственных сточных вод. В результате многие водоемы теряют ассимилирующую способность, т.е. способность к самоочищению. В результате одни из них частично, другие полностью теряют свое значение как

источники рыбохозяйственного, промышленного или санитарно-бытового водопользования.

Характер и степень отрицательного воздействия на водоемы и водные организмы различных видов сточных вод не одинаковы и зависят от свойств веществ-загрязнителей, которые входят в состав сточных вод, их концентраций и от сочетания их между собой. Загрязнители сточных вод, поступающих в водные объекты, могут быть растворимыми и нерастворимыми, органического и минерального происхождения, ядовитыми или неядовитыми. Преобладание в сточных водах тех или иных загрязнителей определяет характер их воздействия на водоемы и водные организмы. Поступление в водоемы неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод может привести к их загрязнению нерастворимыми, эмульгированными веществами, к ухудшению физических или физико-химических свойств воды и изменению ее состава. Под влиянием этих веществ может ухудшаться вкус, запах, цвет, прозрачность воды, нарушаться существующее равновесие между свободным и связанным диоксидами углерода, что вызовет изменение активной реакции и сдвиг рН в кислую или щелочную область.

Такие последствия выдвигают на первый план задачи защиты водных объектов от загрязнения сточными водами, разработки эффективных технических решений по предотвращению поступления в них токсичных веществ со сточными водами. Эти задачи решаются разработкой, проектированием и созданием на промышленных и коммунальных предприятиях надежных систем канализации и очистки сточных вод, которые должны обеспечивать не только удаление из них вредных примесей, но и, по возможности, извлечение из них ценных веществ с целью утилизации.

При создании таких систем предпочтение должно отдаваться переходу предприятий на бессточные системы или системы с минимальным сбросом сточных вод, что может достигаться путем многократного использования отработанной воды в технологических процессах, а также переводом ряда производств на безводные технологические процессы, при которых образование сточных вод вообще исключается.

При проектировании очистных сооружений на предприятиях необходимо учитывать многие факторы, такие как состав и свойства сточных вод и присутствующих в них химических веществ, нормирование водоотведения на единицу вырабатываемой продукции, необходимую степень их очистки, условия выпуска сточных вод в водоемы и канализационные сети населенных пунктов.



## 1.2. Понятие «водный бассейн» и его характеристики

Понятие «водный бассейн» включает все пресные воды в реках, озерах, каналах, водохранилищах, ледниках; соленые воды морей и океанов, а также подземные воды, т.е. все источники водных ресурсов на Земле.

Следует отметить, что на Земле количество пресных вод составляет всего 1,5 % от всех водных ресурсов. При этом около 1 % их сосредоточено в ледниках, т.е. находится в твердом состоянии и слабо участвует в кругообороте воды и в хозяйственном водопотреблении. И только 0,5 % воды всех водных ресурсов участвует в системах водоснабжения хозяйственной деятельности человека.

Вода, как наиболее важный компонент природных ресурсов, в огромных количествах потребляется в сельском хозяйстве, промышленном производстве, в хозяйственно-бытовых целях. При этом основные потребности человека в воде для указанных целей покрываются за счет забора пресных вод из поверхностных источников (рек, озер, водохранилищ, каналов) и в меньших объемах – из пресных подземных вод.

По оценкам специалистов, только безвозвратное водопотребление на нашей планете составляет около  $150 \text{ км}^3$  в год. Еще большее количество воды забирается из водоисточников и возвращается в них после использования в виде сточных вод. В результате отведения в водные объекты неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод качество воды в них может значительно изменяться, что оказывает отрицательное влияние на жизнь водоемов, приводит к нарушению в них экологического равновесия, а в некоторых случаях делает воду таких водоемов непригодной для последующего использования без специальной обработки.

Имеются сообщения, что ежегодно в открытые водные объекты России сбрасывается более  $6 \text{ км}^3$  сточных вод без очистки и около  $17 \text{ км}^3$  недостаточно очищенных. По данным Госкомгидромета Российской Федерации, многие поверхностные водоисточники страны в сильной степени загрязнены различными химическими веществами. Так, например, концентрация ионов меди ( $\text{Cu}^{2+}$ ) в воде р. Невки достигает 5 – 10 ПДК, марганца ( $\text{Mn}^{2+}$ ) – до 39 ПДК; воды рек Дон и Кубань также загрязнены ионами меди (7 – 13 ПДК), в реке Исеть (Урал) содержание соединений меди и цинка изменяется в пределах 6 – 67 ПДК, а никеля в реке Пышма 9 – 21 ПДК.

Для предотвращения загрязнения водоемов и нарушения экологического равновесия в них должны создаваться такие условия водопользования, при которых качество воды в водных объектах, служащих источниками водоснабжения и приемниками использованных (сточных) вод, должно сохраняться относительно стабильным.

**Качество воды** – это совокупность физических, химических, биологических и бактериологических показателей, обуславливающих пригодность воды для использования в промышленном производстве, сельском хозяйстве, коммунальном водоснабжении, а также обеспечивающих предотвращение нарушения или уничтожения биоценозов. (**Биоценоз** – совокупность растений, животных, микроорганизмов, населяющих участок суши или водоема и характеризующихся определенными отношениями как между собой, так и с абиотическими факторами окружающей среды.)

Выполнение задачи сохранения стабильного качества воды в объектах водного бассейна достигается только при отведении в них всех сточных вод после надлежащей очистки с доведением их качества до показателей, обеспечивающих предотвращение изменения качества воды водных объектов.

### **1.3. Источники загрязнения водного бассейна. Виды и классификация загрязнений**

Проблема защиты водного бассейна особенно остро стоит при использовании воды в металлургической промышленности, предприятия которой являются одними из основных водопотребителей и источников загрязнения его объектов.

Основными источниками загрязнения воды водных объектов являются: *атмосферные воды, городские сточные воды, сельскохозяйственные сточные воды, промышленные сточные воды*. Со всеми этими сточными водами в водные объекты поступает огромное количество нерастворимых и растворимых химических минеральных и органических веществ. Все вещества, загрязняющие сточные воды и воды различных водных объектов, независимо от их свойств и концентраций, классифицируются по их фазово-дисперсному состоянию и подразделяются на четыре группы (по Л.А. Кульскому), которые представлены в табл. 1.1.