

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ХАРЬКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ»

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ИМПЕРАТИВ
СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Учебное пособие

Харьков 2018

УДК 628.16:628.349.087:141.2:349.6

ББК

Э

Рецензенты: *О.И. Юрченко*, д-р хим. наук, профессор, заведующий кафедрой химической метрологии Харьковского национального университета им.В.Н.Каразина;

Г.В.Камарчук, д-р физ.-мат. наук, заведующий отделом спектроскопии молекулярных систем и наноструктурных материалов ФТИНТ им.Б.И.Веркина НАНУ, г. Харьков.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Национального технического университета «ХПИ», протокол № 2 от 24 мая 2018 г.

Экологический императив современных технологий: учеб. пособие /А.П.Поспелов, Н.Д.Сахненко. – Х.: НТУ «ХПИ», 2018. – 340 с.

ISBN

Изложены современные представления об основных причинах глобального экологического кризиса. Рассмотрены политико-правовые меры и естественнонаучные средства минимизации влияния антропогенных факторов на окружающую природную среду. В описании экологического мониторинга и технологии кондиционирования твердых, жидких и газообразных сред основное внимание уделено электроанализу и электрохимическим приемам рециклинга.

Рекомендована преподавателям, аспирантам и студентам высших учебных заведений дневной и заочной форм обучения по направлениям «Химические технологии и инженерия», «Инженерная механика», «Приборостроение» и др., а также специалистам в области химических технологий.

Илл.53. Табл.16. Библиогр.67 названий

УДК

ББК

© А.П.Поспелов, Н.Д.Сахненко, 2018

ISBN

СПИСОК УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ, СИМВОЛОВ И СОКРАЩЕНИЙ

A	– масса образующихся отходов; кг
$E_{\text{вх}}$	– поток эксергии, подведенной к системе, Дж/(м ² с)
$E_{\text{вых}}$	– поток эксергии, отведенной от системы, Дж/(м ² с)
f	– средний коэффициент использования отходов;
G	– энергия четверицы, Дж;
h, i, g, m	– координаты состояния четверицы;
K_A	– коэффициент соответствия экологическим требованиям;
K_B	– коэффициент безотходности;
K_B	– коэффициент использования воды;
K_M	– коэффициент полноты использования материальных ресурсов;
K_E	– коэффициент полноты использования энергетических ресурсов;
P	– потенциал взаимодействия системы с окружающей средой;
R	– расход природных ресурсов;
S	– масса веществ, накапливающихся в сферах производства и потребления вследствие постоянного роста производства;
U	– внутренняя энергия системы;
V^B	– основной объем сферы отчуждения окружающей среды;
V^C	– текущий объем сферы отчуждения окружающей среды;
x	– координата состояния системы;
η_E	– эксергетический коэффициент полезного действия;
БТС	– безотходная технологическая система;
БПК	– биологическое потребление кислорода;
ВМР	– вторичные материальные ресурсы;
ВМО	– всемирная метеорологическая организация;
ВОЗ	– Всемирная организация здравоохранения;
ИСЭ	– ионоселективный электрод;
МГЭИК	– Межправительственная группа экспертов по изменению климата;
МТЭ	– микробные топливные элементы;

ОЭСР	– Организация экономического сотрудничества и развития;
ПГ	– парниковые газы;
ПДВ	– предельно допустимая норма выбросов; мг/м ³
ПДК	– предельно допустимая концентрация; мг/м ³
ПДС	– предельно допустимые сбросы;
ПОБВ	– планы по обеспечению безопасности воды;
ПЭМ	– погружной электрохимический модуль;
РКИК	– Рамочная конвенция об изменении климата;
СООС	– сфера отчуждения окружающей среды;
СПАВ	– синтетические поверхностно-активные вещества;
СКОПЕ	– научный комитет по проблемам окружающей среды при ЮНЕСКО;
ТБО	– твердые бытовые отходы;
ТПК	– территориально-производственный комплекс;
ТПЭ	– твердые протонпроводящие электролиты;
ХПК	– химическое потребление кислорода;
ХТС	– химико-технологическая система;
ЭТЦ	– электронтранспортные цепи;
ЭХА	– электрохимическая активация;
ЮНЕСКО	– (англ. UNESCO — United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) — специализированное учреждение Организации Объединённых Наций по вопросам образования, науки и культуры;
FDA	– (Food and Drug Administration) – Управление по медикаментам и продовольствию (США);
EPA	– (Environmental Protection Agency) – Управление по защите окружающей среды (США);
IPCC	– (Intergovernmental Panel on Climate Change) – Всемирный совет по климату;

СОДЕРЖАНИЕ

СПИСОК УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ, СИМВОЛОВ И СОКРАЩЕНИЙ.....	3
ПРЕДИСЛОВИЕ.....	8
ВВЕДЕНИЕ.....	9
РАЗДЕЛ 1 ФИЛОСОФСКИЙ АСПЕКТ ПРОБЛЕМЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ.....	11
1.1 Истоки глобального кризиса.....	11
1.2 Элементы постэкологии.....	31
Контрольные вопросы.....	53
Литература.....	54
РАЗДЕЛ 2 СИСТЕМА ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ПРИРОДЫ В УКРАИНЕ	55
2.1 Органы государственного управления и контроля в области охраны природы в Украине	55
2.2 Правовой механизм обеспечения эффективности охраны природы: формы экологического контроля и их осуществления.....	61
Контрольные вопросы.....	69
Литература.....	69
РАЗДЕЛ 3 КОНЦЕПЦИЯ СФЕРЫ ОТЧУЖДЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	71
3.1 Вводные понятия. Постановка задачи	71
3.2 Экологический паспорт предприятия как основа количественной оценки параметра СООС	75
3.3 Общие принципы расчета СООС	77
Контрольные вопросы	82
Литература.....	82
РАЗДЕЛ 4 БЕЗОТХОДНОЕ ПРОИЗВОДСТВО КАК БЕЗАЛЬТЕРНАТИВНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	84
4.1 Общие проблемы создания безотходных производств	84

4.2	Международное сотрудничество в области планетарной экологии	89
4.2.1	Киотский протокол как проявление глобализации современной экономики	89
4.2.2	Экономическое обоснование Киотского протокола	94
4.2.3	Основные принципы регулирования загрязнений по Киотскому протоколу	97
4.2.4	Борьба вокруг ратификации Киотского протокола	99
4.2.5	Посткиотские договоренности	100
4.3	Характеристики отходов и вторичного сырья. Общие проблемы создания безотходных производств.....	103
4.4	Основные статьи Закона Украины, регламентирующие порядок работ и организационно-техническую деятельность, связанную с отходами и вторичными ресурсами	121
4.5	Количественная оценка степени безотходности	127
4.6	Принципы «зеленой химии» - заповеди профессиональной деятельности химика-технолога	129
4.7	Роль системного подхода в создании безотходных производств ..	137
	Контрольные вопросы	147
	Литература	148
РАЗДЕЛ 5 НАПРАВЛЕНИЯ И ПРИЕМЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ		151
5.1	Разработка и внедрение бессточных технологических схем и водооборотных циклов на базе эффективных методов очистки...	152
5.1.1	Общие сведения об источниках промышленного водоснабжения и о параметрах качества воды	152
5.1.2	Роль воды в химических производствах	163
5.1.3	Электрохимические методы очистки воды	165
5.1.4	Бессточные технологические схемы и водооборотные циклы в гальванических производствах	200
5.1.5	Погружной электрохимический модуль	215
5.2	Качество питьевой воды – ключевая предпосылка здоровья.....	220
5.2.1	Роль Всемирной организации здравоохранения в решении	

	проблемы качества питьевой воды	220
5.2.2	Какую воду мы пьем дома и в гостях	224
5.3	Создание территориально-производственных комплексов с замкнутой системой материальных потоков сырья и отходов.....	235
5.4	Отходы как вторичные материальные и энергетические ресурсы	239
5.5	Разработка и внедрение технологических процессов, исключающих образование любых видов отходов	252
	Контрольные вопросы.....	257
	Литература	259
РАЗДЕЛ 6 МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ -		
НЕОБХОДИМОЕ УСЛОВИЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ		
ЦИВИЛИЗАЦИИ		
		261
6.1	Негативные последствия хозяйственно-бытовой и производственной деятельности человека	261
6.2	Цели и задачи экологического мониторинга	264
6.3	Средства и методы экологического мониторинга	269
6.4	Электрохимические приемы экологического мониторинга	271
6.5	Нецелевой мониторинг и его перспективы	283
6.6	Оценка состояния объектов окружающей природной среды.....	285
	Контрольные вопросы	295
	Литература	296
ЗАКЛЮЧЕНИЕ		
		298
ГЛОССАРИЙ		
		300
ПРИЛОЖЕНИЯ		
		306

ПРЕДИСЛОВИЕ

Предлагаемое вниманию читателей пособие содержит как новый, но вполне устоявшийся научный материал, касающийся проблем инженерной экологии и охраны окружающей природной среды, так и оригинальные размышления авторов об актуальных социально-экономических и нравственно-этических проблемах, которые вносят свою лепту в неуклонно надвигающуюся глобальную экологическую катастрофу. Соединение в одной книге философских, правовых и инженерных аспектов не является произвольным или случайным. Авторы ставят своей целью ввести в учебный процесс элементы экосистемного холизма, идеи экологичной этики. Эти идеи направлены на достижение органичного единства природы человека и законов окружающей природной среды, на преодоление и искоренение антропоцентризма по отношению к живой и т.н. неживой природе. Прежде всего, такой подход продиктован необходимостью преодоления издержек характерного для европейской традиции аналитического мышления, необходимостью осознания того, что мир, в конечном счете, существует не как множество, а как неделимая целостность. И это особенно важно иметь в виду при осмыслении проблем коэволюции человека и природы.

Настоящее учебное пособие адресовано в первую очередь студентам и аспирантам, обучающимся по специальности 161 – «Химические технологии и инженерия» (с учетом выдвинутого авторами принципа планетарной пространственной инвариантности, не в последнюю очередь речь идет и об иностранных студентах). Это обстоятельство и предопределило содержание разделов, посвященных методам обработки сточных вод и средствам мониторинга, где основное внимание уделяется физико-химическим приемам анализа. Другие разделы могут быть полезны всем студентам, в том числе и получающим гуманитарное образование, поскольку содержат культурологический материал и служат идейно-тематическим мостом, соединяющим современное образование с современной наукой.

ВВЕДЕНИЕ

Осознание пагубных последствий «неудачного» хозяйствования человека в окружающей его природе вызвало к жизни много размышлений о судьбе цивилизации и перспективах ее развития. Эти размышления со временем оформились в новые научные направления, которые под разными углами зрения рассматривают систему «человек хозяйствующий – окружающая природная среда».

Обычно под термином «система» понимают два или несколько взаимосвязанных и взаимодействующих объектов. Если система существует в форме упорядоченных макроскопических движений, которые поддерживаются за счет питания внешней энергией, то она представляет собой диссипативную структуру (или систему динамического равновесия). Как утверждает классическая физика, все высокоупорядоченные системы возникают спонтанно в виде флуктуаций и затем распадаются. По каким-то причинам Вселенная когда-то имела очень малую для своего энергосодержания энтропию. С того времени энтропия возросла. Это путь по направлению в будущее. По словам выдающегося физика Ричарда Фейнмана, «именно из-за этого мы вспоминаем не будущее, а прошлое, вспоминаем события, которые ближе к тому моменту в истории мира, когда порядок был лучше нынешнего. Именно поэтому мы не способны вспомнить события того времени, беспорядок при котором сильнее теперешнего, - мы называем это время будущим». Таким образом, в неживой природе сверхупорядоченные флуктуации, одной из которых является все живое, спонтанно возникать не могут. Тогда есть ли смысл противиться неизбежному? Не разумнее ли осознать свою исключительность, расслабиться в потоке энтропии и беспечно созерцать картины распада и деградации? Все равно после нас потоп вселенского беспорядка.

Но оказывается, – шанс у нас и у наших потомков есть (или мог быть?). Жизнь является единственным примером нераспадающегося набора сверхупорядоченных систем динамического равновесия. Для жизни в мироздании сделано исключение в виде механизма, запрещающего переход в

состояние с меньшей упорядоченностью и разрешающего переходы в состояние с сохранением или увеличением упорядоченности. Таким механизмом, как это научно обосновывает В.Г.Горшков, является конкурентное взаимодействие живых систем. Однако может случиться так, что неумная хозяйственная деятельность человека в процессе конкурентного взаимодействия приведет к необратимому разрушению экосостояния, в которое он включен как вид. Это совершенно аналогично необратимому исчезновению вида при вымирании всех его особей, т.е. исчезновению самой цивилизации.

Настоящее пособие является очередной попыткой снизить вероятность подобного исхода, акцентировать внимание учащейся молодежи на отдельных, по нашему мнению, принципиальных моментах рационального природопользования. Полученные знания позволят им в своей профессиональной и повседневной деятельности активно противостоять продолжающим набирать силу негативным тенденциям, приводящим к углублению кризисных явлений во взаимоотношениях человека с окружающей природной средой. В отличие от многих изданий подобного рода, данное пособие, невзирая на риск показаться эклектичным, совмещает в себе несколько аспектов проблемы. Объединяя элементы философского, культурологического, естественно-научного, инженерного знания, авторы стремились манифестировать холистичный подход к дидактике рассматриваемой учебной дисциплины, подчеркнуть неделимое, неразложимое на множества единство нашего мира, актуализировать проблему духовности молодого руководителя производства, его ответственности перед будущими поколениями.



РАЗДЕЛ 1 ФИЛОСОФСКИЙ АСПЕКТ ПРОБЛЕМЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

*Чем меньше человеку нужно,
тем ближе он к богам.*

Диоген Лаэртский

*Для разумного существа,
что содеяно по природе,
то и разумно.*

Марк Аврелий

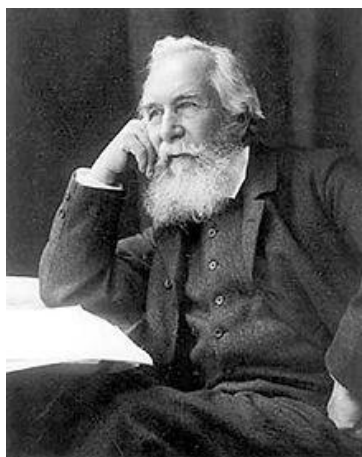
1.1. ИСТОКИ ГЛОБАЛЬНОГО КРИЗИСА

Многие представители позитивистской науки, в особенности т.н. естественники, высокомерно и снисходительно заявляют об оторванности от «реальной жизни» философского аналитического инструментария. Такая позиция свидетельствует об ограниченности взгляда классического ученого, обусловленной узостью сегмента его специализации. Например, физик,

рассматривая интересующий его объект, чаще всего выносит за скобки человеческое общество, а социолог в своих выводах наверняка не будет учитывать влияние на личностные характеристики особенностей электронного переноса в митохондриальных мембранах. Под эгидой «малых параметров» происходит абстрагирование от всех сопутствующих факторов с целью концентрации внимания на интересующем аспекте. Но любая человеческая деятельность порождает системные проблемы, которые изначально видны только при панорамном, философском обзоре объекта во всей полноте его связей. Важнейшей из таких проблем является *глобальная экологическая катастрофа*.

Поскольку слово «экология», введенное в обиход Эрнстом Геккелем, буквально означает «наука о жилище», то можно говорить о том, что общий дом человечества приходит в полный упадок, и жилище каждого из нас лавинообразно превращается в место, непригодное для жизни. Что же привело к такому ужасному тренду и что нам всем теперь делать?

Эрнст Генрих Филипп Август Геккель
(нем. Ernst Heinrich Philipp August Haeckel; 1834 - 1919) – немецкий естествоиспытатель и философ. Автор терминов питекантроп, филогенез, онтогенез и экология



Чтобы системно и детально разобраться в причинах возникновения любой проблемы и наметить пути возможного ее устранения, особое внимание необходимо уделить истокам и предпосылкам. Наиболее глубоко и последовательно поиском истоков глобальных проблем человечества занимался один из крупнейших философов XX века Мартин Хайдеггер. Несмотря на то, что вектор внимания этого мыслителя был направлен исключительно на

Западную Европу и экологический аспект в его трудах представлен имплицитно, фундаментальность анализа и глубина полученных выводов делают наследие М.Хайдеггера абсолютно достоверным источником знаний о любых процессах, протекающих в окружающем нас мире.

В настоящее время слово "экология" по указанным причинам имеет негативную коннотацию, почти всегда сопровождается алармистским дискурсом, становится синонимом тотального неблагополучия. Изначально термин «экология» относился к фундаментальной биологической науке, изучающей отношение организмов к окружающей среде. По мере своего развития эта наука превратилась в специфическую биолого-социо-географическую область знаний, т.н. «большую» экологию. Параллельно по мере все большего проявления глобального антропогенного фактора возникли такие ответвления этой науки как урбоэкология, экология человека, промышленная экология, охрана окружающей среды, природопользование и др. В рамках постановочной части каждого из ответвлений описаны причины экологического кризиса, переходящего в катастрофу. Все эти причины связаны с несбалансированной, нерациональной хозяйственной деятельностью человека.

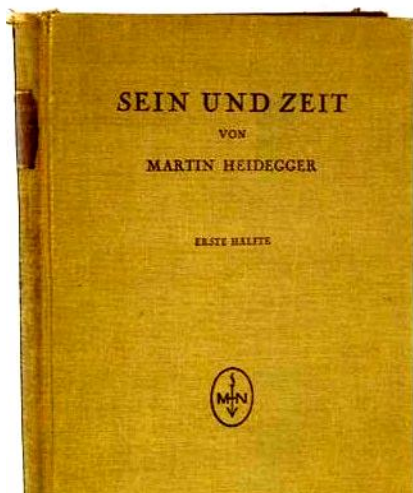
Мартин Хайдеггер (нем. Martin Heidegger; 1889– 1976) – немецкий философ, давший новое направление немецкой и общемировой философии, один из крупнейших философов XX века. Один из основоположников немецкого экзистенциализма, известен своеобразной поэтичностью текстов.



Однако во всей своей остроте антропогенный фактор обозначился во второй половине прошлого века, когда промышленное производство, в том числе, машиностроение, металлургия, химическая промышленность набрало

обороты в такой степени, что стали выпадать кислотные дожди, началось образование озоновых дыр, заговорили о парниковом эффекте и о климатических аномалиях. В части «общего дома», представленной финансово благополучными районами, такими как Западная Европа, Северная Америка, промышленно развитые страны азиатского региона был проведен «экологический евроремонт». Однако общая экологическая обстановка на планете продолжала и продолжает стремительно, с ускорением ухудшаться. Чтобы принять эффективные меры, необходимо понять, когда и с чего все это началось и как далеко мы продвинулись на пути тотального вырождения, сопутствующего экологическим катаклизмам, необходимо установить исторический период, то время, когда скорость этого ухудшения была нулевой.

В своей книге «Бытие и время» Мартин Хайдеггер прямо указывает, когда европейское человечество сбилось с курса.



«Бытие и Время» (1927) – наиболее важная работа немецкого философа Мартина Хайдеггера. Книга оказала существенное влияние на философию XX века, в особенности на экзистенциализм, герменевтику и деконструкцию.

Эту работу называют наиболее значительным произведением континентальной философии в XX веке.

Естественно, что это повлекло за собой осложнения взаимоотношений человека с окружающей природной средой. Для понимания экологического аспекта философии М.Хайдеггера ключевым моментом является введенная им концепция «четверицы» - *das Geviert*. Хайдеггер постулирует, что бытие *четверично*. *Das Geviert*, согласно философу, символически можно изобразить в виде двух перекрещивающихся линий (Рис.1.1). При этом необходимо иметь в виду, что структура *Geviert* не пространственная, а философская. На конце

каждой линии находится один из элементов четверицы, в состав которой входят НЕБО, БОГИ, ЛЮДИ, ЗЕМЛЯ.

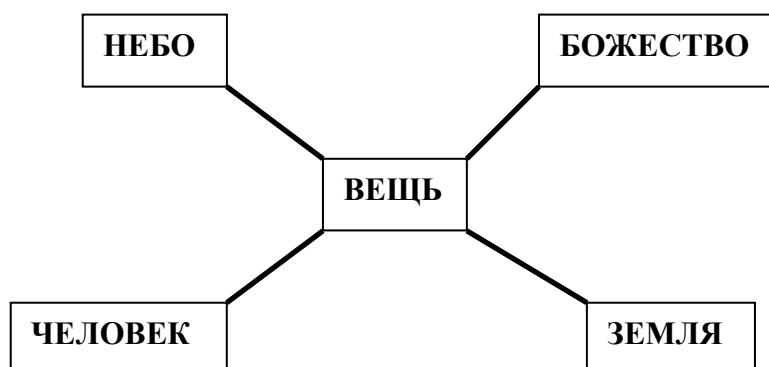


Рис. 1.1. Схематическое представление четверицы.

Элементы четверицы выражают аспекты бытия через сущее. Эти аспекты позволяют дифференцированно рассмотреть все проявления нас в этом мире и этого мира в нас.

Небо в его незыблемой и непостижимой высоте выражает бытие как Время, такое же незыблемое, и неумолимо размеренное, несущее в себе независимые константы и бесстрастный хронометраж.

Земля выражает бытие как Бездну. Только с твердью мы можем ассоциировать дно или его отсутствие (бездну). Это то, что где-то внизу, где опора, где все фиксируется, осязается, где можно мыслить точки отсчета, где проходят оси любых измерений.

Человек Смертный выражает бытие как Волю и Смерть. Только в человеке может проявиться Воля, как извне, так и изнутри. Пределы Воли определяет Смерть. Квинтэссенция Смерти - конечность Волю актуализирует, проявляет.

Бог выражает Бытие как Свободу и Игру. Этот элемент может пронизывать все, и может быть изгнан отовсюду. Это то, что не сковывает, не ограничивает, раскрепощает. Этот элемент не несет строгих директив. Это Игра, в которой столько правил, что их уже и нет. Выиграть можно только по наитию.

БЫТИЕ едино в этих четырех элементах, оно их скрепляет в единое целое. В центре, на перекрестье осей, как результирующее элементов, стоит ВЕЩЬ. ВЕЩЬ – это не материальный предмет, не символ. Это нечто духовное, то, что достойно БЫТИЯ. Каждый элемент четверицы привносит в ВЕЩЬ нечто свое: Небо – освещает ВЕЩЬ и дает ей идентичность, Земля делает ее НА-СТОЯЩЕЙ (т.е. дает ей точку опоры, возможность НА чем-либо СТОЯТЬ и зафиксироваться), Боги делают вещь священной, человек привносит в нее ИМЯ, по сути - называет и воспекает ее. Помещая ВЕЩЬ на ЗЕМЛЮ под НЕБОМ, ЧЕЛОВЕК предлагает ее БОГАМ. Таким образом, истинной Вещью может быть только то, что Богов достойно.

Теперь рассмотрим каждую ось четверицы отдельно. На оси НЕБО-ЗЕМЛЯ элемент НЕБО дает порядок, делает любую вещь тем, чем она является. Благодаря ЗЕМЛЕ множество вещей, предметов, ощущений становятся присутствующими, наличествующими, по-русски говоря, «находятся при сути». ЗЕМЛЯ — это то, на чем стоят, что делает *сущее* настоящим. Между НЕБОМ и ЗЕМЛЕЙ существует напряжение, т.н. война, *ураногеомахия*. В этом осевом напряжении небесное и земное достигают максимальной степени самоидентификации. И если в НЕБЕ *Seyn*-бытие выражает себя как освещение, открытость, проявленность, то ЗЕМЛЯ отражает прямо противоположную сторону *Seyn*-бытия — скрывающую, но вместе с тем реализуется его охраняющая и сберегающая функция. НЕБО и ЗЕМЛЯ противостоят друг другу во всем. И в то же время вокруг оси «НЕБО – ЗЕМЛЯ» строится Вселенная.

БОГИ и ЛЮДИ – полюса второй оси, особенностью которой является то, что ЛЮДИ постоянно и уверенно присутствуют в *Geviert`e*, а БОГИ стремятся исчезнуть, постоянно убегают. И в этом есть элемент ИГРЫ. При этом важно, что Хайдеггер мыслит БОГОВ вне религии. БОГИ суть те, кто нуждаются в *Seyn*-бытии. *Seyn*-бытие (трансцендентальное, метабытие) для них дом и очаг. Люди суть те, в ком нуждается *Seyn*-бытие, чтобы они сторожили его истину. Эта двойная нужда *Seyn*-бытия и в *Seyn*-бытии формирует пару «БОГИ - ЛЮДИ». Здесь необходимо обратить внимание на то, что слово *Seyn* пишется в

старонемецком варианте, через у. Хайдеггер ввел важнейший элемент своего метаязыка — написание слова «*Sein*», «*бытие*», в двух вариантах: в обычном — «*Sein*» и в устаревшем — «*Seyn*». Это различие имеет принципиальное значение. Онтология оперирует с *бытием* как с *Sein*, понимая под этим *Seiendheit*, сущность. В то же время *Seyn* — это бытие, которое, неонтологично в обычном смысле слова, и выходит из ареала сущего. *Seyn* постигается как не-сущее, т. е. ничто, и представляет собой подлинную трансцендентность. На базе концепции мета-онтологичного *Seyn* – бытия Хайдеггер предлагает создать аутентичную философию, т.н. фундаменталь-онтологию, оперирующую с *Seyn*.

Очень важно, что ЛЮДИ стоят не в центре Geviert'a, а на одном из его концов. ЛЮДИ - стражи истины *Seyn*-бытия. Человек Geviert'a, по мысли Хайдеггера, не является ни «субъектом», ни «объектом» истории. Человек не имеет сущности. Его суть делегирована потребности бытия в обладании стражем. *Seyn*-бытие формирует фундаменталь-онтологическое место для стража по соседству с самим собой. Только тот становится человеком, кто занимает это место. На этом месте человек как страж *Seyn*-бытия оказывается в структуре Geviert'a. БОГИ (божественное) и ЛЮДИ (смертное), находятся, по Хайдеггеру, в рамках *das Geviert* в беспрестанном напряжении, столкновении (*антропотеомехия*). Причем, в этом столкновении БОГИ убегают, и лишь самые утонченные и высокоорганизованные из смертных — поэты и мудрецы вступают с БОГАМИ в изощренную игру и сами бегут от БОГОВ. Эти смертные тонко чувствуют присутствие божества. Почитая божественную природу, они позволяют БОГАМ прийти туда, куда они хотят, чтобы земля и мир наполнились тонким светом священного. Сущность божественности — в том, что ее почти нет. И Хайдеггер постоянно подчеркивает: «Вы можете перебрать все сущее, но нигде не покажется следа Бога». Функция божественного - придавать миру тонкий аромат непреходящего, наполнять мир живительными вибрациями надсистемных стихий. Крайне важно осознать, пусть с фатальным опозданием, базовый принцип этой игры-войны. Человек выигрывает только тогда, когда БОГИ одерживают победу, завоевывают

человека и берут его в плен. Победа БОГОВ над ЛЮДЬМИ означает не только победу БОГОВ, но победу самих ЛЮДЕЙ. БОГИ, взявшие ЛЮДЕЙ в плен, в рабы, делают их по-настоящему свободными. В то же время победа ЛЮДЕЙ над БОГАМИ однозначно приводит к поражению ЛЮДЕЙ, которые теряют связь с Seyn-бытием, выпадают из системы Geviert'a, теряют живительное напряжение оси антропотеомехии и низвергаются в бездну *ничто*.

Чтобы не мыслить четверицу однобоко, необходимо при мысли об одном из ее компонентов, ЗЕМЛЕ, НЕБЕ, БОГАХ или ЛЮДЯХ, тут же думать и об остальных трех.

Особо важным для экологической проблематики моментом является то, что в точке пересечения осей Geviert'a находится Seyn-бытие, представленное вещью. В фокусе этого перекрестья обеспечивается правильное, фундаменталь-онтологическое восприятие любой вещи. Каждый элемент четверицы привносит в вещь что-то свое. НЕБО – высвечивает вещь, и она становится видимой именно как эта вещь, ЗЕМЛЯ, объединяя все вещи, делает каждую из них наличествующей, настоящей, БОГИ привносят в вещь священное, ЛЮДИ вещь воспевают, давая вещи ее имя. Согласно Хайдеггеру, вещь (*das Ding*) – это то, что вынесено на *thing*, на собрание племени, на «агору» для того, чтобы принять решение, имеет ли вещь право на существование, полезна она или нет. Славянская этимология также свидетельствует о том, что вещь – это то, что выносится на вече.

Кратко рассмотрев концепцию четверицы, можно с ее помощью перейти к анализу меры и глубины воздействия человека на окружающую его природную среду. Эту глубину можно оценить количественно, определив отклонение координаты, характеризующей какое-либо свойство природной среды. В общем случае чтобы определить величину отклонения, невязки, дифференциала, необходимо знать конечное значение соответствующего параметра и исходное, базовое. В экологии определение этого базового уровня является весьма трудной задачей. Каким, к примеру, был состав природной воды определенного биотопа до возникновения антропогенного фактора? Не

зная этого состава, очень трудно проводить достоверный и надежный мониторинг, который наряду с текущим контролем включает в себя анализ состояния экосистемы и прогноз дальнейшего развития ситуации при различных сценариях деятельности хозяйствующего субъекта. Детально проработанная концепция Первого Начала Хайдеггера есть отправная точка для определения того самого базового уровня человеческой цивилизации. Исходя из этого, всю историю философии, культуры и цивилизации можно описать как процесс прогрессирующего *опустынивания* Geviert'a, вымывания из него здоровых, аутентичных признаков каждого из четырех элементов. Поскольку адресатом данного нарратива являются специалисты естественнонаучного профиля, дидактически оправданной представляется математическая формализация процесса опустынивания. Элементарное изменение энергии Geviert'a, можно выразить в следующем виде:

$$dG = P_h(h,i,g,m)dh + P_i(h,i,g,m)di + P_g(h,i,g,m)dg + P_m(h,i,g,m)dm, \quad (1.1)$$

где dG – элементарное изменение четверицы; h, i, g, m – координаты состояния четверицы, h – небесное (himmlisches), i – земное (irdisches), g – божественное (göttliches), m – человеческое (menschliches); P_h, P_i, P_g, P_m – потенциалы взаимодействия, сопряженные с координатами h, i, g, m соответственно.

Следовательно, конечное изменение энергии четверицы примет вид

$$\Delta G = \int_{h(0)}^{h(t)} P_h(h,i,g,m)dh + \int_{i(0)}^{i(t)} P_i(h,i,g,m)di + \int_{g(0)}^{g(t)} P_g(h,i,g,m)dg + \int_{m(0)}^{m(t)} P_m(h,i,g,m)dm. \quad (1.2)$$

Процессу совершенствования, развития, наполнения Geviert'a соответствуют положительные значения элементарных смещений координат dh, di, dg, dm , процессу опустынивания соответствуют отрицательные значения. При тотальном опустынивании все слагаемые в правой части отрицательные, значит, $\Delta G = G(t) - G(0) < 0$ или $G(t) < G(0)$, где $G(t)$ и $G(0)$ – текущий и исходный уровень наполненности четверицы соответственно. Хайдеггер детально описал состояние $G(0)$, детализировав координаты $h(0), i(0), g(0)$,

$m(0)$ как базовые фундаменталь-онтологические предназначения, и вскрыл гнозис разрушительной силы потенциалов взаимодействия человека с окружающим его внешним миром в диахронической перспективе. Самой серьезной трансформации подверглось НЕБО. Главным инструментом этой трансформации стало учение об идеях. НЕБО как мировая область фундаменталь-онтологической карты в начальном Geviert'e мыслится открытым. Платон ставит на место НЕБА идею. Считают, что Платон является одним из основателей идеалистического направления в мировой философии. Во многих сочинениях философа, написанных в форме диалогов, проводится мысль о том, что бытием в подлинном смысле слова можно назвать только абсолютные сущности, сохраняющие своё бытие безотносительно пространства и времени. Такие абсолютные сущности называются в сочинениях Платона идеями или эйдосами. В диалоге Платона



Платон на фреске Рафаэля Санти «Афинская школа»

Платон (др.-греч. Πλάτων, 428 Афины — 348 до н.э., там же) - древнегреческий философ, учитель Аристотеля. Около 408 года до н.э. Платон познакомился с Сократом и стал одним из его учеников. Характерно, что Сократ является неизменным участником практически всех сочинений Платона, написанных в форме диалогов между историческими и иногда вымышленными персонажами.

«Тимей» рассказчик приходит к положению, согласно которому решение онтологического вопроса всецело зависит от того, как мы решаем вопросы теории познания. Если мы соглашаемся с тем, что истинное познание касается только вечного и неизменного бытия, а относительно изменяющегося и временного не может быть истинного знания, но только лишь мнение, то следует признать автономное существование идей.

Это стоит осмыслить



*Можно сопротивляться вторжению
армий, вторжению идей
сопротивляться невозможно.*

Виктор Гюго

Являясь наисущим среди всего сущего, идея затмевает собой НЕБО, замещает его. Само НЕБО лежит в основании видения, т. к. НЕБО — область света и освещения. Но естественный и открытый свет НЕБА, возводящий в Сеун-бытие, у Платона превращается в искусственный и «закрытый» свет идеи. НЕБО больше не есть экзистирование Сеун-бытия, которое борется с другим экзистированием Сеун-бытия, ЗЕМЛЕЙ, в созидающей и драматической войне-игре. Война с ЗЕМЛЕЙ продолжается, но это больше не игра. Это война на радикальное уничтожение. Отсюда берет свое начало Тэхнэ, Machenschaft (человеческое делание — производство). Симметрично этому происходит трансформация ЗЕМЛИ. Земля в начальном Geviert'e не просто то, что находится внизу, у основания мира. Она ниже и шире этого. Когда НЕБО замещается «идеей», ЗЕМЛЯ становится «материей», субстанцией, «древесиной», основой для воплощения идеи в ее конкретике. Это еще священная ЗЕМЛЯ, священная стихия, но она уже закрыта снизу, она — дно, а не бездна, предел, а не темная мощь рождения и гибели как это мыслилось изначально. В конце концов, из живородящей тьмы ЗЕМЛЯ превращается в энтропию, мстящую повальным распространением тленности всему тому, что упорно и агрессивно насаждает техническая воля к власти, бывшая когда-то НЕБОМ. Но главное опустынивание, согласно Хайдеггеру, проявляется в ЧЕЛОВЕКЕ, который начинает мыслить по-другому, осознавать себя по-другому, утрачивает свой фундаменталь-онтологический горизонт. ЧЕЛОВЕК

присваивает себе то, что было горизонтом Sein-бытия и достоянием богов. ЧЕЛОВЕК платонизма и всей последующей западноевропейской метафизики — это закрытый человек: он безосновательно утверждает свое основание и свое самотождество, дерзко присваивая себе то, что ему было вручено для воспевания, почитания и охраны. ЧЕЛОВЕК, утверждая себя как особое сущее, утратил доступ к своей сути, которая выстраивалась через его открытость к Sein-бытию как нечто радикально иное, альтернативное обладанию самобытной сущностью. Опустынивание началось тогда, когда ЧЕЛОВЕК *вместо воспевания вещи стал представлять и создавать вещь*. В Начале ЧЕЛОВЕК воспевает *вещь*, именует ее. По-гречески это «ПОЭЗИС», что означает «созидание», «творение». *В фазе же платонического мышления воспевание вещи превращается в непосредственное производство*. «ПОЭЗИС» тогда становится не поэзией, а творением нового, искусственного сущего, в котором выражается отныне лишь неукротимая воля ЧЕЛОВЕКА к власти. ЧЕЛОВЕК начинает заниматься чем-то совершенно ему несвойственным, он более не хранит Sein-бытие, не поддерживает гармонию в Geviert'e, но грубо *вмешивается* в сущее, вышибает из него то, что ему требуется, стремится подчинить его себе. Здесь, с точки зрения Хайдеггера, начинается фундаментальный декаданс. Согласно Хайдеггеру, *ЧЕЛОВЕК может выбрать*, быть или не быть, существовать как хранитель истины Sein-бытия или быть кем-то еще. Это решение фундаментально и не корректируется никем и ничем в тот момент, когда оно принимается, НЕБО, ЗЕМЛЯ и БОГИ замолкают. Выбор ЧЕЛОВЕКА обозначился со всей определенностью. Человек выбрал путь разрушения Geviert'a (Рис. 1.2). Он перекрыл светоносное НЕБО идеями, а ЗЕМЛЮ редуцировал до материи. Он разогнал и поубивал БОГОВ, ополчился на бытие и решил забыть о своей смертности.

Одним из ключевых понятий философии Хайдеггера в последний период его творчества является «Gestell» (дословно: «по-став», но также «су-став»). ЧЕЛОВЕК подменяет вещь сначала символом, затем сотворенной вещью, потом объ-ектом (латинская приставка ob- обозначает нахождение впереди,

перед чем-либо, а латинский глагол *jacere* значит бросать), пред-метом (то, что метнули перед кем-либо, чем-либо, поскольку синоним к слову «бросать» — метать). Так постепенно происходит опредмечивание мира. Предмет — это уже не вещь, это далекая производная от вещи. Когда ЧЕЛОВЕК больше не способен конституировать и воспеть *вещь* (Ding) в ее сакральности, в ее наличности, в ее поэтичности, он воспроизводит *предмет* (Gegenstand). Предмет не просто другое название вещи. *Предмет* — это *конец вещи*, когда вместо пересечения двух животворящих осей войны в Geviert'e мы имеем дело с искусственными конструкциями человеческого рассудка. В довершение всего, в эпоху постмодерна вещи превращаются в симулякры (Ж. Бодрийяр). Gestell — это орудие «опустынивания», неумолимо

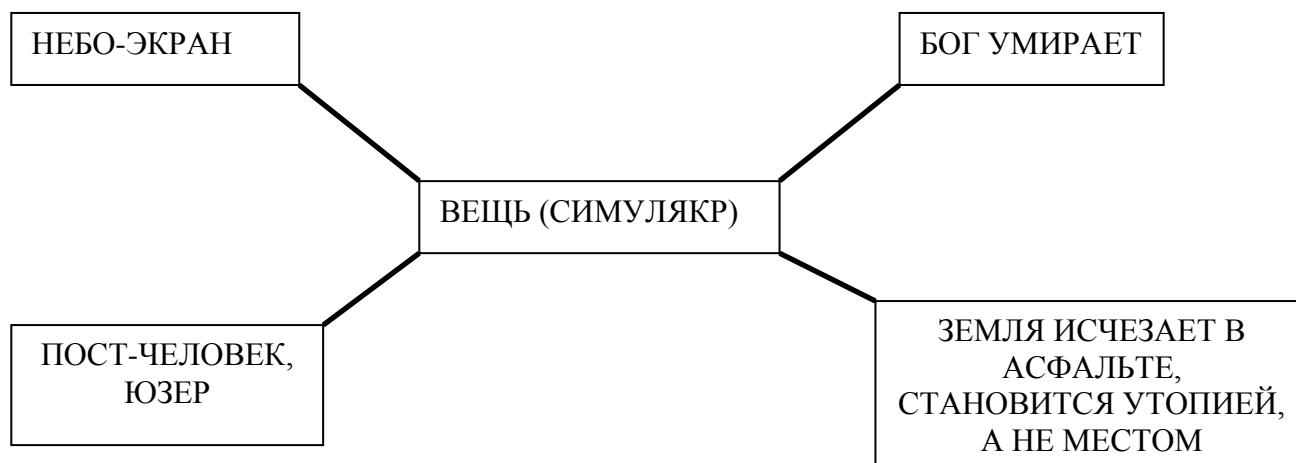
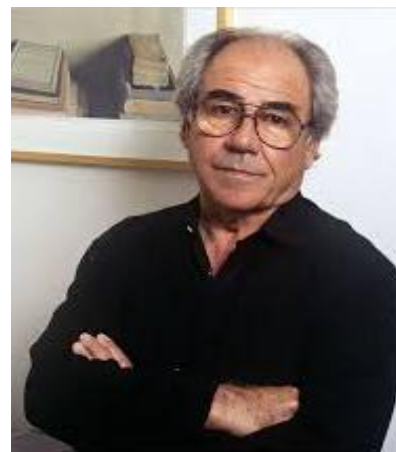


Рис. 1.2. Схематическое представление пост-четверицы.

надвигающаяся катастрофа, действие, с помощью которого человек Запада реализует свою историю. Товар, в котором вещь умирает, сохраняет все же связь с производством, полезность, некую последнюю рациональность. Но и этому приходит конец.

Жан Бодрийяр (фр. *Jean Baudrillard*; 1929 – 2007) — французский социолог, культуролог и философ-постмодернист, фотограф. Преподавал в Йельском университете.



Симулякр, по определению Бодрийяра, есть «копия без оригинала», подобно ксерокопии такого плохого качества, что фантазия может угадывать на ней все, что заблагорассудится — портрет президента, женскую фигуру, пейзаж или художественный текст. Законы моды, как высшего уровня Gestell Постмодерна, провозглашают:

- вещи живут мгновение;
- вещи должны быть бессмысленны, в этом их смысл;
- вещи надо менять;
- после вещи есть только другая вещь;
- идентичные вещи различны;
- вещь — все, остальное — ничто;
- вещь не умирает, ее выбрасывают;
- вещь больше, чем жизнь.

Gestell — это полный провал ЧЕЛОВЕКА, его катастрофа, его неудача, его самоотрицание, невыполненное задание, это его никогда не кончающийся конец, его неосознанное как таковое умирание и убийство всего вокруг себя. Начиная с Платона, НЕБО было вместилищем идей, а позже в христианстве НЕБО стало престолом Бога, хотя и признает его продуктом творения. Ньютоновская космология принципиально, по качеству общего вещества, общей субстанции приравнивает НЕБО к ЗЕМЛЕ, но окончательно небо как НЕБО исчезает в эпоху индустриализации, триумфа науки и техники — через полеты в космос и проникновение вглубь вещества, квантовую механику,

теорию относительности, теорию поля и т. д. Неба как НЕБА больше нет. Повсюду человек встречает только земное вещество, материю. Спутники замостили Небо мигающими аппаратами, железными корпусами и всепроникающими радиоволнами, довершив ту десакрализацию, которую начали платоновские идеи. Спутники — это *идеи* индустриальной эпохи. ЧЕЛОВЕК стал человеком производящим, человеком торгующим, человеком потребляющим. Homo economicus. И уже не собственно ЧЕЛОВЕК как субъект становится мастером мировой игры, а сам Gestell, замещающий собой и бытие, и событие, и вещь, и человека, и все остальное. Промышленное производство становится судьбой homo economicus и предопределяет наиболее существенные стороны индустриальной эпохи — истерическое накопление капитала и попытки перераспределить производимое в свою пользу со стороны революционного пролетариата. Наше время — это *время решения*, суть которого состоит в следующем: либо человечество осознает, что его история была следствием выбора, совершенного в Первом начале, и принимает последствия «забвения бытия», либо это человечество продолжает делать вид, что «все идет нормально». В случае осознания надвигающейся катастрофы и меры ответственности человека за все происходящее возможен переход к другому Началу, перенос внимания исключительно на Sein-бытие. Человек как страж Sein-бытия восстановит порядок и энергетизирующие напряжения элементов Geviert'a. Тогда на пересечении осей *антропотеомахии* и *ураногеомахии* снова воцарится священная вещь. Однако все происходящее говорит о том, что выбор уже сделан, тотальная френезия человечества слишком очевидна. В порыве безудержной и бездумной псевдотворческой воли повсеместно попирались и продолжают попираяться базовые феноменологические принципы мироздания, что лишает человека обратной связи, и, как следствие, способности ближайшего прогноза, не говоря уже о способности предопределить Конец, к которому ведут последствия принимаемых решений.

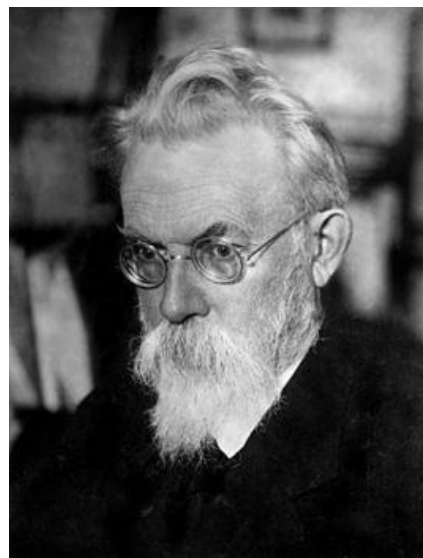
В качестве примера имеет смысл напомнить фундаментальный феноменологический принцип, который человек фатально игнорирует во всех проявлениях своего бытия (Sein). Наглядный отпечаток такого игнорирования несет на себе окружающая природная среда.

Альтернативную концепцию роли человека в глобальных природных процессах разработал крупный ученый и общественный деятель Владимир Иванович Вернадский. В.И. Вернадский – идеолог и организатор Украинской академии наук, в 1918 г. избранный первым ее президентом. Современная АН Украины сохранила в своей основе идеи и структуру, заложенные В.И. Вернадским. Созданная во время гражданской войны в Киеве библиотека – в настоящее время крупнейшая Национальная библиотека Украины, которая носит имя В.И.Вернадского.

К началу 20-х годов сложились основные идеи В.И. Вернадского о биосфере. Эти идеи он опубликовал в 1926 году в книге «Биосфера», состоящей из двух очерков: «Биосфера в космосе» и «Область жизни». В этом издании В.И. Вернадский определил биосферу как организованную, динамически и устойчиво уравновешенную, самоподдерживающуюся и саморазвивающуюся систему. Основной чертой ее организованности является биогенная миграция химических элементов, производимая силами жизни, источником энергии которой является лучистая энергия Солнца. Вместе с другими геосферами

Владимир Иванович Вернадский (1863-1945 гг.) – выдающийся минералог, кристаллограф, геолог, основоположник геохимии, биогеохимии, радиогеологии, учения о живом веществе и биосфере, о переходе биосферы в ноосферу.

В.И. Вернадский – главный идеолог, организатор и первый президент Украинской академии наук (УАН) (1918г.). Ученый организовал в Киеве Химическую лабораторию, которая впоследствии выросла в Институт общей и неорганической химии – один из ведущих научно-исследовательских центров Украины.



биосфера образует единую планетарную экологическую систему высшего порядка, в которой действует единая планетарная организованность. В.И. Вернадский применяет понятие «ноосфера» с середины 30-х годов. Он пришел к выводу, что появление человека с его научной мыслью явилось естественным этапом эволюции биосферы. В результате человеческой деятельности биосфера неизбежно должна коренным образом изменяться и переходить в новое состояние, которая называется ноосферой – сферой разума (ноос – от греческого разум). Значит, ноосфера — это развивающаяся под контролем Разума, под влиянием сознательной человеческой деятельности геологическая оболочка планеты Земля. В ноосфере человек преобразует Землю не только в соответствии со своими потребностями, но и с учетом законов биосферы; ноосфера — естественное тело, компонентами которого будут литосфера, гидросфера, атмосфера и органический мир, преобразованные разумной деятельностью человека (в последующем в ноосферу должно будет включено и космическое пространство). В соответствии с закономерностями ноосферы должна будет построена социальная и государственная жизнь. Главными содержательными и конструктивными движущими силами этой жизни станут научное творчество и инновации. В.И. Вернадский твердо верил в неизбежность именно такого развития биосферы и поэтому до конца своих дней с большим оптимизмом смотрел на будущее человечества. Сложность становления человечества на ноосферный путь развития заключается не только в том, что, оказавшись на рубеже двух цивилизаций - индустриальной, извлекающей колоссальные прибыли за счет хищнического потребления невозполнимых природных ресурсов, отравляющей среду обитания человека и поставившей под угрозу существование самого живого вещества планеты, и ноосферно-космической, парадигма которой еще только кристаллизуется в сознании современного человека как неизбежная норма будущего, а также в том, что непреложным законом развития ноосферы и в то же время основным механизмом ее становления является нравственность. В обстановке катастрофически нарастающих экологического и социального кризисов,

которые уже беспощадно корректируются все нарастающими темпами ноосферного процесса, именно нравственность является общим языком, необходимым для взаимопонимания человека и природы.

Мировой социальный кризис вероятно нигде так ярко не проявляется, как в проблеме образования, массово подменяемого компьютерным обучением и телевизионным бизнесом, демонстрирующим кризис нравственного безобразия. В результате ощутимо происходит откат даже от библейских заповедей, и, если не «назад в пещеру!», то с восторгом «хлеба и зрелищ!». Ситуация тупиковая.

Магистральные пути развития современной цивилизации пролегают через тотальное и форсированное разрушение природных экосистем, формирование которых происходило на протяжении сотен тысяч лет. Псевдосозидательная воля человека проявляется как совокупность его *неравновесных* взаимодействий с окружающей средой в процессе производственной и социально-бытовой деятельности. Каждое такое взаимодействие вида k характеризуется определенным потенциалом P_k . Известно, что условие равновесного взаимодействия записывается в форме:

$$P_k^{(e)} = P_k^{(i)}, \quad (1.3)$$

где $P_k^{(e)}$ и $P_k^{(i)}$ – внешние и внутренние однородные потенциалы соответственно. Взаимодействие вида k можно считать равновесным только тогда, когда $\Delta P_k/P_k^{(i)} \ll 1$. (Здесь $\Delta P_k = P_k^{(e)} - P_k^{(i)}$). В своей тотальной аннексии человек нетерпелив и неистов, что делает сомнительной перспективу выполнения такого условия. Результатом действия потенциала $P_k^{(e)}$ является изменение сопряженной координаты объекта воздействия x_k .

Элементарный энергетический эффект взаимодействия вида k определяется как $dU = P_k^{(e)} dx$ или с учетом введенного ранее соотношения $dU = P_k^{(i)} dx + \Delta P_k dx$. Количественная оценка энергетического эффекта некомпенсированного воздействия, обусловленного неравновесным характером взаимодействия, выражена слагаемым $\Delta P_k dx$. Это количество

воздействия вида k внешняя среда должна каким-то образом усвоить. Принципиальным моментом является то, что все естественные процессы, протекающие в природной среде, близки к равновесным (квазистатическим), поэтому энергетический избыток $\Delta P_k dx$ трансформируется в один или несколько квазистатических процессов нового вида, отличного от k . В принципе, количество степеней свободы человека неограниченно, т.е. $k \gg 1$. Следовательно, для общего случая можно записать

$$dU = \sum_{k=1}^n P_k dx_k + \sum_{k=1}^n \Delta P_k dx_k. \quad (1.4)$$

После окончания всех релаксационных явлений, вызванных неравновесным антропогенным воздействием, качественно новое энергетическое состояние окружающей среды описывается уравнением

$$dU = \sum_{k=1}^n P_k dx_k + \sum_{j=n+1}^r \Delta P_j dx_j. \quad (1.5)$$

Для равновесных состояний и квазистатических процессов воздействию данного рода соответствует только однородный с ним эффект («противодействие» того же рода). При квазистатическом процессе действие потенциала данного рода не может вызвать никаких других эффектов, кроме изменения сопряженной координаты. Если известен род воздействий, приложенных извне, то тем самым определяется совокупность координат, задействованных в возникающем квазистатическом процессе, т.е. на равновесное воздействие система, в нашем случае – природная среда, реагирует вполне определенно.

Однако при неравновесном взаимодействии эффект от действия данного потенциала уже нельзя свести к изменению одной только соответствующей координаты. За счет некомпенсированной части взаимодействий возникают изменения нового вида j . Число и род обобщенных координат, определяющих новое равновесное состояние окружающей среды не находятся в каком-либо однозначном соответствии с числом и родом внешних потенциалов,

возбуждающих нестатический процесс. Количество антропогенного воздействия распределяется между основными слагаемыми $P_k dx_k$ и добавочными, $P_p dx_p$, $P_q dx_q$, ..., число и род которых непредсказуемы. Соотношение между основными и добавочными слагаемыми характеризует степень нестатичности процесса. Изменение состояния объекта воздействия (внешней среды) происходит так, как если бы совершался квазистатический процесс под действием разнородных источников, передающих системе количества воздействия $P_k dx_k$, $P_q dx_q$, $P_p dx_p$. Из этого следует, что неравновесные взаимодействия сводятся к индукции внутренних потенциалов, которые не сопряжены с потенциалами внешними. Для человека, который не в состоянии предсказать результаты своей деятельности, такие индуцированные потенциалы выступают как *фантомные*. Для поддержания на должном уровне своей самооценки человек *post factum* старается научно объяснить возникновение эффектов, которые проявляются через координаты x_k , x_q , x_p . Однако события последних десятилетий убедительно показывают, что человечество по определению не способно предсказать последствия своей хозяйственной деятельности в режиме неравновесных возмущений окружающей природной среды.

В конце жизни Хайдеггер склонялся к тому мнению, что человечество уже сделало свой выбор в пользу ТЭХНЭ, т. н. *второй фатальный выбор*, и ситуацию спасти уже невозможно – «Теперь нас может спасти только Бог».

Учитывая то, что Хайдеггер был человеком нерелигиозным, его резюме можно понимать как приговор: смертельный исход болезни цивилизации неизбежен, на стадии обратимости человечество добровольно отказалось от устранения доподлинной причины грозной симптоматики. Следовательно, теперь любые предпринимаемые меры есть не более, чем паллиатив и в лучшем случае могут только задержать наступление тотальной катастрофы.

1.2. ЭЛЕМЕНТЫ ПОСТЭКОЛОГИИ

Становится понятно, что человечество, пусть по незнанию, но добровольно выбрало путь, по которому мы сейчас идем. Это не что-то, навязанное извне, не диктат внешних обстоятельств, не историческая обусловленность. Скорее – это горе от ума, когда человеческие абстрактные идеи заслонили внутреннее содержание и корневые смыслы наличия окружавших человека вещей. И вот теперь уже глобальную экологическую катастрофу, вызванную симметричной реакцией окружающей среды на запредельные антропогенные возмущения, можно рассматривать как вполне закономерное следствие давней роковой ошибки. Для осознания этого факта наряду с принятием философских выводов Мартина Хайдеггера необходимо произвести т.н. парадигмальную апперцепцию. Это связано с тем, что процесс смены парадигм, который переживает в настоящее время человечество, в экологическом контексте практически не рассматривается. В то же время его роль в развитии экологической и цивилизационной катастрофы трудно преуменьшить.

Всю историю человеческой мысли можно разделить на три фундаментальные эпохи: традиционное общество (премодерн), общество Нового времени (модерн) и постиндустриальное общество (постмодерн). Эти эпохи называют "парадигмами", чтобы подчеркнуть необходимость их синхронического анализа. Мы имеем дело не с постепенным совершенствованием несовершенного (от премодерна к постмодерну через модерн), а с тремя равнозначными структурами, последовательная смена которых не предрешена, а является волевым, сознательным выбором человечества, общественных групп, отдельных личностей. С концом второго тысячелетия и XX века окончился фундаментальный этап человеческой истории. Хотя и не повсеместно, но достаточно явно и неуклонно начался переход к постмодерну. С особой силой этот процесс проявляется в США и

странах Западной Европы. В полной мере это явление коснулось и нашей страны.

Для инженерных проблем экологии наибольшее значение имеет система "человек – окружающая среда". Приходящая парадигма (постмодерн) оказывает существенное влияние на эту систему. Во-первых, изменяется сам человек. Новая антропологическая перспектива проявляет черты другого человека, приходящего на смену человеку модерна. Это постчеловек, в котором размываются черты индивидуума, набирает силу физиологическая и психологическая фрагментарность, все труднее идентифицировать конкретную особь. Привычные параметры, такие как пол, возраст, физиологические константы, теряют свою определенность. Социально значимой единицей становится т.н. дивидуум. Поэтому в постэкологии следует рассматривать другую систему – "постчеловек – окружающая среда", в которой формируются модифицированные либо принципиально новые связи. Для понимания природы социальных процессов и явлений на современном этапе в контексте экологических проблем, необходимо попытаться проранжировать все эти связи по значимости и устойчивости. Такой анализ позволит построить непротиворечивую феноменологическую модель как зародыш смысловой структуры глобальной экологической катастрофы, как методологическую основу для выработки экстренных мер по снижению крутизны фатального тренда. Это фундаментальная задача, предполагающая ресурс, несопоставимый с имеющимся в наличии. Поэтому ограничимся конспективным рассмотрением общего сюжета, взяв за основу четыре известных закона экологии Барри Коммонера (Рис.1.3), и преломив их содержание через призму взаимоотношений человека и природной среды.

Коммонер Барри (1917–2012) – американский биолог и эколог. Родился в Бруклине в семье эмигрантов из России, окончил университет штата Колумбия со степенью бакалавра.



Рис. 1.3. Сформулированные Б.Коммонером базовые принципы экологичной кооперации человека с окружающей природной средой.

Не стоит искать аналогий между графической интерпретацией законов экологии Коммонера и визуализированным образом четверицы Мартина Хайдеггера. У Коммонера нет драматического напряжения между элементами его четырехтактной конструкции, как это имеет место в четверице. Схлестнувшиеся оси антропотомахии и ураногеомахии высекают искру Sein-бытия – вещь в ее истинном, фундаменталь-онтологическом восприятии, когда

Боги и Человек, Небо и Земля привносят и высвечивают нечто свое, чтобы на «агоре» было принято единственно правильное решение о космической значимости явленного. Предлагаем читателям самостоятельно оценить меру значимости любой вещи, рассмотрев ее через фундаменталь-онтологическую призму. Такая оценка будет крайне полезна и показательна при осмыслении дальнейших положений данного пособия.

А пока – элементы ликбеза, основополагающие принципы и «правила поведения» в окружающей нас природной среде.

ЗАКОН ПЕРВЫЙ - *Все связано со всем*

(Everything is connected to everything else).



Этот закон свидетельствует о чрезвычайной сложности структуры экосистем в окружающей природной среде, о наличии огромной сети связей в биосфере между живыми организмами и природным окружением. Закон постулирует единство Мира, он говорит нам о необходимости искать и изучать природные истоки событий и явлений, возникновение связующих их цепочек, устойчивость и изменчивость этих связей, появление в них разрывов и новых звеньев, стимулирует учиться эти разрывы залечивать, а также предсказывать ход событий. По большому счету это краткое словосочетание содержит в себе серьезное предостережение от любых волюнтаристических действий человека по отношению к окружающей природной среде. Сложность и жесткая взаимосвязанность структурных элементов экосистемы делает невозможным адекватный прогноз последствий любого неравновесного антропогенного возмущения.

ЗАКОН ВТОРОЙ - *Все должно куда-то деваться*

(Everything must go somewhere)



Популяризированная трактовка закона сохранения материи в экологическом ключе. Ничто не исчезает бесследно, то или иное вещество просто перемещается с места на место, переходит из одной молекулярной формы в другую. Такие перемещения и переходы влияют на жизнедеятельность всей биоты, являются формообразующими факторами абиотического компонента экосистем. Пренебрежение смыслом этого закона в значительной степени обуславливает кризис взаимоотношений человека с окружающей средой. Природа отказывается убирать за нами окурки и пластиковую тару, утилизировать содержимое зловонных отходов, обезвреживать ядовитые сбросы и удушающие выбросы. Эту формулировку можно считать емкой памяткой, регламентирующей наше поведение в зонах рекреации, наш образ мыслей в процессе хозяйственной деятельности любого уровня. Не стоит ожидать самоустранения проблем Грибовичского полигона по захоронению отходов под Львовом. Всем памятно это событие, когда в конце мая 2016 года на свалке во Львовской области произошел масштабный обвал, в результате которого погибли 4 человека, а сама свалка была закрыта. С тех пор Львов столкнулся с серьезной проблемой вывоза мусора – в области складировать его стало негде, а другие регионы Украины принимать его были не в состоянии.

ЗАКОН ТРЕТИЙ - *Природа знает лучше*

(Nature knows better).



Этот вывод опирается на факт филигранной выверенности всех связей в слаженном природном ансамбле, который квазистатично создавался в длительном процессе эволюции. Так, ни одно органическое вещество не будет синтезировано в природе, если оно не способно разлагаться естественным путем. На этом основан весь механизм цикличности. Этот вывод – предупреждение о необходимости бережного и тщательно продуманного взаимодействия с природными системами, основанного на пошаговом, итерационном принципе преобразований с жесткой обратной связью. В любых мелочах надо советоваться с природой, учиться у нее, а не тешить свою гордыню ложным величием глобальных преобразований. Каждое крупное вмешательство человека в природные системы (мелиорация, ирригация, переброска стока рек, строительство плотин, и т.п.) чревато непредсказуемыми последствиями, наносит окружающей среде непоправимый вред, приближает кризисные и катастрофические явления планетарного масштаба.

ЗАКОН ЧЕТВЕРТЫЙ - *Ничто не дается даром*
(*There is no such thing as a free lunch*).



Все, что получено от природы, необходимо постараться возместить. Но при этом надо понимать, что лучше, чем было изначально, в нерукотворном варианте, уже все равно не будет. Надо также помнить и отдавать себе отчет в том, что абсолютно все т.н. блага цивилизации мы получаем за счет необратимого уничтожения природной среды. Это уничтожение может происходить не у нас за окном и не на соседней улице, а в промышленной зоне, в другом государстве, на другом континенте. Но потребности человечества возросли до таких размеров, что глобальная экологическая катастрофа стала реальной перспективой развития цивилизации. Последствия необузданного потребительства будут принимать самый неожиданный и грозный характер. Ничто не дается даром.

Все эти законы – классический продукт Нового времени, и следствия, вытекающие из них, не выходят за рамки традиций модерна. Мы все еще пребываем под гипнозом этой парадигмы, и для нас естественна структура логических построений на базе субъект – объектной топики, поэтому в принципе содержание и смысл емких умозаключений Барри Коммонера не вызывает вопросов. Что же мешает следовать этим вполне логичным правилам, не имеющим казалось бы разумной альтернативы? Можно назвать несколько причин. В их числе, во-первых, недостаточный уровень экологического

воспитания, да и вообще, - воспитанности у значительной массы населения. Это, кстати, свойственно не только экономически отсталым, но самым передовым странам. Культ потребления стимулирует развитие производств, загрязняющих окружающую среду в странах третьего мира. Во-вторых, ряд особенностей национального характера с его упованием на авось, со скептическим и даже протестным отношением к регламентированию принципов поведения, в-третьих, социально-политическая апатия и невротизм, в-четвертых, низкий уровень технологической дисциплины, в-пятых, пролиферация порочной научно-технической тенденции, состоящей в создании и эксплуатации новых материалов в отсутствие технологии их утилизации.

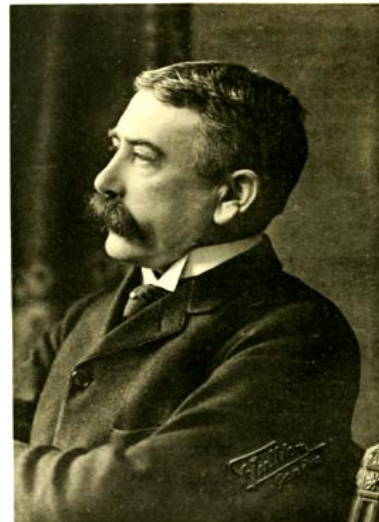
Но наряду со всем этим имеет место не настолько очевидная, но весьма фундаментальная причина, вызванная сменой парадигмы мировосприятия. Дело в том, что на смену эпохе модерна приходит постмодерн. Этот процесс неуклонный и поступательный. Чем дальше в постмодерн, тем труднее постичь изначальный смысл сказанного Барри Коммонером. Фундаментальные постулаты и предостережения станут восприниматься как абстрактные и даже бессмысленные мантры, приобретут пародийный налет, вызовут ощущение абсурда. При этом о побудительном импульсе к неотложной экологической ревизии всей системы хозяйствования не может быть и речи.

В то же время необходимо попытаться продуктивно использовать текущий момент. Пока продолжается межпарадигмальный переходный период, мы еще способны осознать, что с нами происходит, еще способны осуществить акт апперцепции. Когда же парадигма постмодерна станет безраздельно определять строй наших мыслей, все, что кажется сейчас диким и недопустимым, легитимизируется и получит статус единственно возможного. И наоборот, наши теперешние здравые и логически непротиворечивые доводы будут вынесены за скобки и со временем (если таковое останется) преданы забвению за ненужностью. Исходя из тенденций и трендов социокультурного развития общества, можно провести экстраполяцию на поле экологической проблематики, попытаться осознать вызовы и угрозы, сопутствующие закату

такой привычной для нас парадигмы модерна. Такое осознание оставляет шанс эффективного противодействия надвигающейся катастрофе, приобретает глобальное сотериологическое звучание. В этом состоит глубинный смысл и определяющая роль парадигмальной апперцепции.

В эпоху постмодерна проблема познания природы очень быстро теряет свою актуальность и, более того, смысл. На пути полной дезонтологизации Нового времени неокантианская философия инициировала осмысление структуры сознания как чего-то единственного, что обладает признаками бытия. Далее, двигаясь по этому же пути, основатель структурной лингвистики Фердинанд де Соссюр отождествил структуры мышления со структурой языка.

Фердинанд де Соссюр (фр. *Ferdinand de Saussure*, 1857 - 1913) — швейцарский лингвист, заложивший основы семиологии и структурной лингвистики, стоявший у истоков Женевской лингвистической школы. Идеи Фердинанда де Соссюра, которого часто называют отцом лингвистики XX века, оказали существенное влияние на гуманитарную мысль XX века в целом, вдохновив рождение структурализма.



Таким образом, онтология слилась с гносеологией, редуцируясь в сугубо лингвистическую проблематику. Вопрос о бытии стал формулироваться как вопрос о бытии языка. Проблематика отношения бытия к сущему трансформировалась в проблему отношения языка к дискурсу или тексту. Постгносеология (то же, что и постонтология) стала восприниматься как семиотика. Реальность модерна стала постреальностью, т.е. реальностью виртуальной. Виртуальная реальность – это реальность семиотическая, текстовая, состоящая из знаков. Эти знаки одновременно и то, что познает, и то, что познается, и то, что есть, и то, что воспринимается. Знак – это единственное,

что остается в постбытии. Окружающую природную среду в парадигме постмодерна можно представить как некоторое множество субсистирующих природных объектов, связи между которыми имеют также субсистентную природу. Термин "субсистентность" предложил австрийский философ Алексиус Мэйнонг для обозначения вероятностной реальности, которая на данный момент может не подтверждаться эмпирически. Родился во Львове, учился в Вене, сначала в гимназии, затем в Венском университете, где изучал историю и философию. После окончания университета с 1878 по 1882 год преподавал в нём, а затем стал профессором и позже заведующим кафедрой философии в университете Граца, где в 1894 году основал институт психологии, а в 1896 году — школу экспериментальной психологии.

Алексиус Мейнонг (1853—1920)— австрийский философ и психолог, разработавший собственную теорию ценности и также занимавшийся вопросами теории разума и онтологии.



Структурные элементы субсистирующего идеального концепта вполне реальны, но не обязательно имеют аналог в мире объектов. Следует заметить, что все научные и технические открытия и изобретения имеют субсистентную природу. В парадигме постмодерна субсистирование не требует актуализации, перевода в разряд эмпирически доказуемого. В этой парадигме субсистирующие объекты не только получают право на онтологическую самостоятельность, они замещают собой реальность, которая для ироничного и легковесного постмодерна скучна и громоздка. В пределе статус

действительного приобретает все то, что имеет нулевую вероятность быть зафиксированным эмпирически. Попутно стоит заметить, что понятие "все"

претерпевает фундаментальную мутацию. Сейчас мы пока еще не задумываясь интуитивно понимаем, что он обозначает, не учитывая важность и принципиальное значение этого концепта для самоидентификации. Если в эпоху модерна слово "все" использовалось для обозначения чего-то целого, цельного, представляющего собой какую-либо структуру или структурный комплекс, высшую истину, то в постмодерне в силу тотальной фрагментированности для этого слова не находится места, и на его смену приходит некое "поствсе". В наступающую эпоху нам уже нет дела до существования высших истин, неких зародышей мироздания, вокруг которых структурируется окружающий нас мир. Это попросту скучно и неинтересно. Намного занимательнее различные фрагменты, кусочки, которые нас увлекают, развлекают, бодрят. Пусть ненадолго. В этом нет проблемы. Можно в любой момент перейти к другому фрагменту. И абсолютно неважно, чему целому этот фрагмент принадлежит, откуда мы его изъяли. Да и есть ли вообще это целое "что-то"? Для постмодерна этот вопрос абсолютно излишний и даже бессмысленный. Исчезает сама идея "всего". На его место приходит экстравагантный ансамбль частей без целого, поствсе.

В этих условиях взаимоотношения человека с природой переходят во взаимоотношения постчеловека с текстом о природе. Если рассматривать экологическую проблематику постмодерна максимально широко, то необходимо актуализировать систему "постчеловек – поствсе". В постмодерне единственная реальность – поверхность экрана, только она формирует пространственность и темпоральность (Рис.1.4).

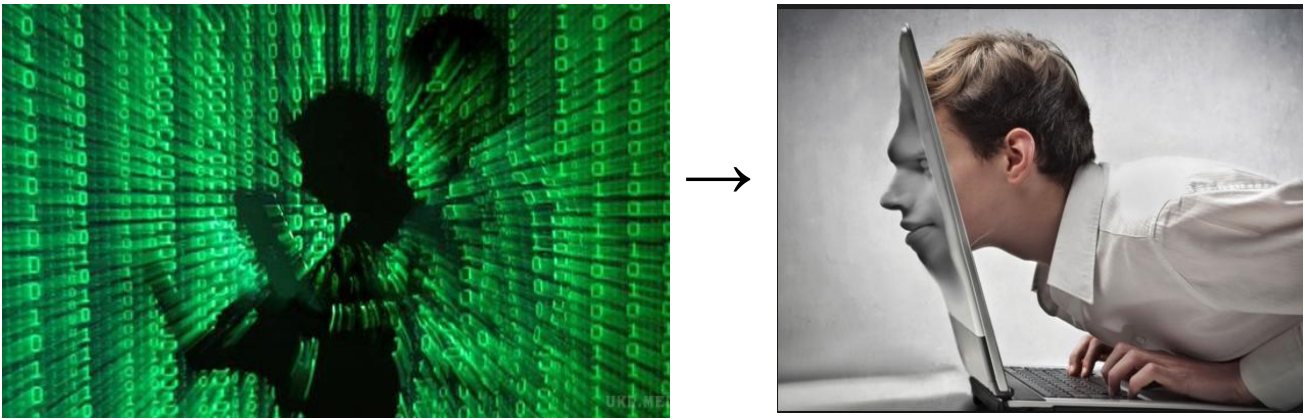


Рис. 1.4. Субъект и объект постмодерна.

Со временем, «отключенность» будет самым страшным наказанием для дивидуума, "будет рассматриваться наравне с использованием пыток для дознания, а ломки у неподключенных будут посерьезнее последствий тяжелой наркомании". А пока непосредственный контакт постчеловека с окружающей природной средой становится явлением все более уникальным. Должно произойти что-то экстраординарное, чтобы внимание юзера переключилось с плоскости монитора, например, на небо или на озерную гладь. Таким экстраординарным может быть разве что одновременный выход из строя персонального компьютера и системы мобильной связи. При этом встречи постчеловека с природой не сулят ничего хорошего, прежде всего для природы. Несоответствия моделей реальным объектам могут вызвать у постчеловека либо страх, либо любопытство. И то, и другое – дополнительные факторы риска для окружающей среды. Поскольку единственной реальностью в системе координат постмодерна является текст, устранение несоответствий может идти только по линии корректирующих преобразований вовне. Поствсе должно быть просто и со вкусом. Должно непрерывно меняться и развлекать. Как картинки на погасшем дисплее. Возможностей для такой деятельности у дивидуума предостаточно. От усовершенствованных телесных органов до различных гаджетов и другой машинерии. Например, очень весело проехать на квадроцикле по цветущему лугу, очень симпатичный остается след-колея.

Необходимо пояснить, что в эпоху постмодерна на смену индивидууму приходит т.н. дивидуум. По сути, это синоним к слову "постчеловек".

Создается впечатление, что армия прикованных к мониторам юзеров, если не подводит техника, сама по себе, а окружающая среда сама по себе. Но это далеко не так. Перманентное усложнение и совершенствование компьютерной и бытовой техники, культ моды, доходящий до уровня френезии, требуют расширения производства, создания новых материалов, разработки многоступенчатых технологий. Все это влечет за собой все более интенсивную эксплуатацию природных ресурсов, расширение ассортимента и объема побочных продуктов производства, вышедшей из употребления готовой техники. Геополитические и экономические предпосылки обуславливают формирование промышленных регионов и регионов непосредственного отчуждения окружающей среды, которая рассматривается как свалка твердых или коллектор жидких отходов. Рай потребления и ад производства все в большей степени поляризуются. При этом природа разрушает социально обусловленные границы, и кольцо рая неминуемо сожмется. Пока этого не произошло, есть ли надежда услышать экологические законы Коммонера, есть ли для них место в смысловом поле эпохи постмодерна?

Все связано со всем.

При мировосприятии в рамках новой парадигмы постичь этот закон весьма проблематично, если вообще возможно. У любой части целого в этой парадигме нет своего места, определяемого структурой более высокого порядка. Если объекты живой природы какого-либо биотопа не более чем бессмысленное нагромождение постструктурных элементов, таких как дерево, куст, птица, гриб, лягушка, полевой цветок, болотце, муравейник и т. д., то каждый элемент можно не задумываясь переместить, изъять либо уничтожить. Ничего страшного не произойдет. У природы всего этого вон сколько! Тем более, что право на онтологический статус имеет только синтагматически организованный текст – система знаков, имеющая определенный (на данный

момент) лингвистически обусловленный порядок. *Свобода и спонтанность предпочтительнее жестких связей.*

Все должно куда-то деваться.

Прежде всего, постмодерн считает жалким анахронизмом само понятие "все". На место "всего" приходит экстравагантный ансамбль частей неизвестно чего, или частей без целого. К тому же в рамках новой парадигмы очень трудно понять, почему это "все" должно куда-то деваться. Зачем убирать из леса пластиковую тару, если проще в следующий раз выбрать для отдыха другую поляну? Картинки должны постоянно обновляться. Зачем обезвреживать сбросы промышленных предприятий, если в реке концентрация снизится до ПДК за счет разбавления? А твердые промышленные отходы удобно закопать. Как и не было. В чем проблема? Да и вообще, нереально скучно и утомительно убирать за собой ненужное. Реально – нажать на клавишу "delete". Это – лучшее решение проблемы отходов.

Ничто не дается даром

Отсутствие представления о "едином" и о взаимной связи частей целого в природе создает иллюзию того, что материальные ресурсы неисчерпаемы. Постприрода как причудливый ансамбль занятых и фантастически резистентных объектов. Компьютерно-виртуальное мышление не дает почувствовать хрупкую грань, отделяющую обратимые процессы от необратимых. Цифровые дисплейные объекты можно так же легко воссоздать, как и разрушить. Такое восприятие переносится и на живую природу, которая рассматривается как резервуар с безграничным объемом. Итак, *берем, сколько надо, – у природы не убудет.*

Природа знает лучше

Невозможно познать природу во всей ее полноте, во всем многообразии действующих связей. Так звучит эхо модерна. Но оно необратимо рассеивается в гносеологическом вакууме приходящей эпохи. Что можно знать в принципе, если любая эпистема, любой смысловой кластер подобно короткоживущему изотопу должен развалиться на фрагменты в разреженной атмосфере смыслов

постмодерна? Императив сиюминутно актуального текста возводит непреодолимый барьер иронии и абсурда на пути знания о любых устойчивых структурах и связях в окружающей среде.

Нелепый нарратив о природе лучше любой попытки разумного прогноза.

Дефицит разумного прогноза приводит к поистине катастрофическим последствиям регионального и планетарного масштаба. Красноречивых примеров огромное количество. В качестве иллюстрации приведем лишь два из них.

Бурное развитие сельского хозяйства в Средней Азии обусловило забор на нужды орошения больших объемов воды из двух основных притоков Аральского моря – Сырдарьи и Амударьи. В семидесятых годах прошлого века началось постепенное падение уровня водоема и повышение его солености. Спутниковые фотографии наглядно демонстрируют динамику исчезновения с карты планеты целого моря (Рис.1.5). Стоит отметить явные последствия этой экологической катастрофы. Погибли практически все обитатели Арала из-за сильного повышения солености воды, климат стал более засушливый и континентальный, пылевые бури разносят песок и ядохимикаты со дна высохшего моря (Рис.1.6), что приводит к ухудшению социальной и экономической обстановки в приморских населенных пунктах.

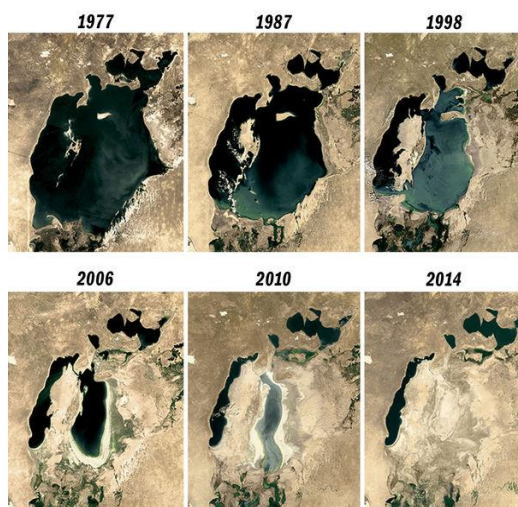


Рис. 1.5. Динамика гибели Аральского моря при активном содействии человека.



Рис. 1.6. Бессрочный причал Арала как символ региональной экологической катастрофы.

Второй пример доведенной до абсурда хозяйственной деятельности человека – появление целых городов, пребывание в которых опасно для жизни. И это не связано с криминогенной обстановкой, которую можно быстро изменить к лучшему эффективными действиями органов правопорядка. Это направленное и планомерное самоуничтожение и уничтожение себе подобных. Это массовый суицид, замешанный на безразличии к своему дому, к земле, на которой живешь, к воздуху, которым дышишь, к воде, которую пьешь. Американский экологический фонд Blacksmith Institute составил иллюстрированный список десяти мест на Земле, куда не следует приезжать. Феномен их возникновения может объяснить экологическая психология, которая исследует, в частности, природу экологического сознания, особенности восприятия человеком окружающей его среды, выделяет значимые факторы ее неблагоприятного развития. Однако строгость и бесстрастность научного подхода не могут снять эмоциональный накал, вызванный непостижимостью увиденного. Пока сознание отказывается принимать, надежда теплится.



Открывает список российский Дзержинск.

В 1930 — 1998 годах в Дзержинске было захоронено более 200 тысяч тонн химических отходов — включая самые опасные — нейротоксины. Уровень загрязнения городской воды, по имеющимся данным, в 17 миллионов раз превышает безопасный уровень. На сегодняшний день в городе проживает около 300 тысяч жителей. Средняя продолжительность жизни 45 лет.

4
ИФ
НИ
ЭКОЛОГИЯ

ГОРОД ХИМИКОВ ОБРЕЧЕН НА ВЫМИРАНИЕ?

Синдром зоны

“ЭКСПРЕСС” въезжает в город мой родной, детишкам выдают противогазы, я узнаю тебя, Дзержинск любимый мой, - столица химии и прочей там заразы?. Этому дворовому гимну города химиков больше тридцати лет. В советское время второй по величине город Нижегородской области действительно считался столицей отечественной химии со всеми вытекающими отсюда экологическими последствиями. Сегодня назвать Дзержинск столицей химии вряд ли у кого повернется язык, а вот с экологией в городе-спутнике Нижнего Новгорода по-прежнему не все в порядке.

НЕСКОЛЬКО лет назад ведущая программа “Сегодня” телеканала НТВ Татьяна Миткова объявила во всеуслышанье о “репортаже из самой грязной точки планеты”. Речь шла о городе Дзержинске Нижегородской области.

белый песок и чистейшая голубая вода (на самом деле щелочной раствор). Зрелище “Черной дыры”, расположенной неподалеку от завода “Оргстекло”, тоже впечатляет - абсолютной черная поверхность огромного

почв. Владимир Прозоров полагает, что в сегодняшней ситуации не имеет смысла “будить спящего зверя” - раскапывать нелегальные свалки и пытаться вывезти их содержимое. В России существует единственный полигон для захоронения отходов первого класса - под Санкт-Петербургом. Где найти деньги для перевозки туда отходов?

В Дзержинске страшнее

В РОССИИ есть еще не-

получной Голландии эти неприятные показатели еще выше, чем самые высокие цифры из российских регионов.

Где выход?

МЕЖДУНАРОДНАЯ экологическая организация “Совет Гринпис” несколько лет назад выступала за признание Дзержинску статуса зоны чрезвычайной экологической ситуации. Лев Фелоров полагает, что “лечение” такого города, как Дзержинск, потребует затрат в несколько сот миллионов долларов. При этом должна

вать на деньги международных и российских экологических и медицинских программ. В то же время Владимир Прозоров говорит, что, например, тот же Чапаевск сегодня получает какие-то деньги как “зона”, но они не позволяют решать большую часть накопившихся проблем. Признание Дзержинска зоной экологического бедствия отпугнет последних инвесторов, имеющих виды на изрядно обветшавшие химические производства. Без финансовых инъекций крупного капитала городу химиков почти наверняка грозит постепенное умирание.

В начале 20 века в Кабве (Замбия) были обнаружены большие запасы свинца и кадмия. Были построены крупные предприятия по переработке этих металлов.



Кабве, Замбия.

А сегодня уровень загрязнения воздуха тяжелыми металлами в четыре раза превышает допустимую норму. Зараженные люди, количество которых более 250 тысяч, страдают острым отравлением крови, которое ведет к частой рвоте, поносу, заболеваниям почек и атрофии мышц.



Ла-Оройа, Перу

В этом перуанском поселении проживает всего 35 тысяч человек. Из них более 95 процентов жителей поражены тяжелыми заболеваниями, связанными с высоким содержанием свинца в крови. На территории этого поселения расположены американские заводы по добычи таких полезных ископаемых, как свинец медь и цинк. Здесь часто идут кислотные дожди.



Линьфынь, Китай

Линьфынь – центр китайской угольной промышленности. Уровень двуокиси серы и прочих вредных частиц в воздухе во много раз превышает норму. В городе проживает более 200 тысяч зараженных людей, страдающих от пневмонии, рака легких и бронхита.



Норильск, Россия

Норильск считается одним из самых загрязненных мест в России. В городе расположены крупнейшие в мире предприятия по переработке тяжелых металлов – меди, свинца, никеля, селена и цинка. На сегодняшний день в городе проживет около 134 тысяч зараженных людей, страдающих респираторными заболеваниями. С 2001 года въезд в город для иностранцев запрещен.



Сукинда, Индия

В Сукинде находятся крупнейшие в мире хромовые шахты. Большая часть отходов предприятий сбрасываются в воду рек и озер. В городе живет более двух с половиной миллионов человек. Почти 90 процентов населения подвержены раковым заболеваниям.



Тяньжинь, Китай

Тяньжинь – промышленный центр Китая по производству свинца. Это одно из наиболее загрязненных мест Китая. Концентрация свинца в воздухе и почве здесь почти в 10 раз превышает допустимую норму. Содержание свинца в зерновых культурах, растущих в этой местности, в 24 раза превышает норму.



Вапи, Индия

На территории этого индийского города сосредоточены более 1000 промышленных предприятий. Уровень ртути в грунтовых водах Вапи почти в 100 раз превышает норму, а воздух переполнен тяжелыми металлами. Число зараженных жителей Вапи, страдающих от разного рода хронических заболеваний, перевалило за 70 тысяч.



Сумгаит, Азербайджан

Сумгаит – центр химической промышленности постсоветского пространства. На сегодняшний день там проживает более 275 тысяч человек, зараженных тяжелыми металлами, нефтяными отходами и прочими химическими веществами. Дети здесь рождаются с такими генетическими отклонениями, как умственная отсталость и заболевание костей.



Чернобыль, Украина

На сегодняшний день количество людей, пострадавших от радиации в этом районе составляет 5.5 миллионов. Ядерная катастрофа, случившаяся 26 апреля 1986 года, когда во время испытаний на Чернобыльской АЭС из-за взрыва расплавилось ядро реактора, принесла в сто раз больше радиации, чем атомные бомбы, сброшенные на Хиросиму и Нагасаки.

Итак, на примере четырех афоризмов Барри Коммонера показан принцип формирования экологического мышления в парадигме постмодерна. Очевидно, это мышление хаотично и деструктивно в нашем теперешнем понимании, которое нас не покидает, пока модерн окончательно не сдал свои позиции. С позиций здравого смысла для человека Нового времени это клинические девиации. И хотя, в принципе, любые попытки противостоять естественноисторическому процессу парадигмального перехода бесперспективны, человечество стремится замедлить сползание к биосферной катастрофе. На уровне государств и межгосударственных институтов принимаются экстренные меры (политические, социальные, культурные, экономические), создаются специальные структурные подразделения, призванные регулировать хозяйственную деятельность в направлении минимизации ущерба окружающей среде. Не остается в стороне от этих процессов и наша страна – Украина.

Контрольные вопросы

1. Кем введен в научный обиход термин «экология» и что он означает?
2. Почему слово «экология» приобрело негативную коннотацию?
3. Какие элементы входят в «четверицу» Мартина Хайдеггера? Дайте краткую характеристику каждого элемента.
4. Количественная оценка антропогенного фактора и базовый уровень состояния экосистемы.
5. В чем суть начала начал глобального экологического кризиса? Философская подоплека начала «опустынивания гедфирта» в изложении М. Хайдеггера.
6. Опишите процесс превращения вещи в предмет. Симулякр как конечная фаза этого превращения.
7. Объясните природу тотальной десакрализации, которую начали платоновские идеи. Почему постав по М. Хайдеггеру является полным провалом человека как актора мироздания.
8. Какую роль играют оси антропотеоматия и ураногематия в формировании «священной вещи»?
9. В.И. Вернадский о роли человека в глобальных природных процессах.
10. Объясните, суть концепции фантомных потенциалов. Какова роль этой концепции в выявлении уровня антропогенной нагрузки на окружающую природную среду.
11. Опишите новую антропологическую перспективу в эпоху постмодерна.
12. Назовите четыре основных закона экологии, сформулированные Барри Коммонером, и раскройте содержание и смысл этих законов.
13. Раскройте смысл термина «субсистентность» и объясните его возрастающую актуальность в эпоху постмодерна.
14. Как трансформируются законы, сформулированные Барри Коммонером, в эпоху постмодерна?

Литература

1. Бодріяр Жан. Симулякри і симуляція. – К.: Видавництво Соломії Павличко «Основи», 2004. – 230 с.
2. Вернадський В.І. Хімічна будова біосфери Землі та її оточення / Вибрані наукові праці академіка В.І. Вернадського, Т.3– К. : ІЗНХ, 2012. – 507 с.
3. Гухман А.А. Об основаниях термодинамики. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 384 с.
4. Делез Жиль, Гваттари Феликс. Анти-Эдип: Капитализм и шизофрения. – Екатеринбург: У-Фактория, 2008. – 672 с.
5. Дугин А.Г. Мартин Хайдеггер. Философия другого Начала. – М.: Академический Проект, Альма Матер, 2013. – 400 с.
6. Коммонер Барри. Замыкающийся круг. – М.: Гидрометеоздат, 1974. – 280 с.
7. Краснощеков Г.П., Розенберг Г.С. Экология «в законе» (теоретические конструкции современной экологии в цитатах и афоризмах). – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2002. – 248 с.
8. Платон. Собрание сочинений в 4 томах. Т.3/ Пер. с древнегреч.. – М.: Мысль, 1994. – 654 с.
9. Heidegger Martin. Sein und Zeit. Tübingen. Max Niemeyer Verlag, 2006. – 440 s.



РАЗДЕЛ 2 СИСТЕМА ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ПРИРОДЫ В УКРАИНЕ

*Если вы действуете в нарушение правил, вас штрафуют,
если вы действуете по правилам, вас облагают налогом.*

Лоуренс Питер

2.1. ОРГАНЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ПРИРОДЫ В УКРАИНЕ

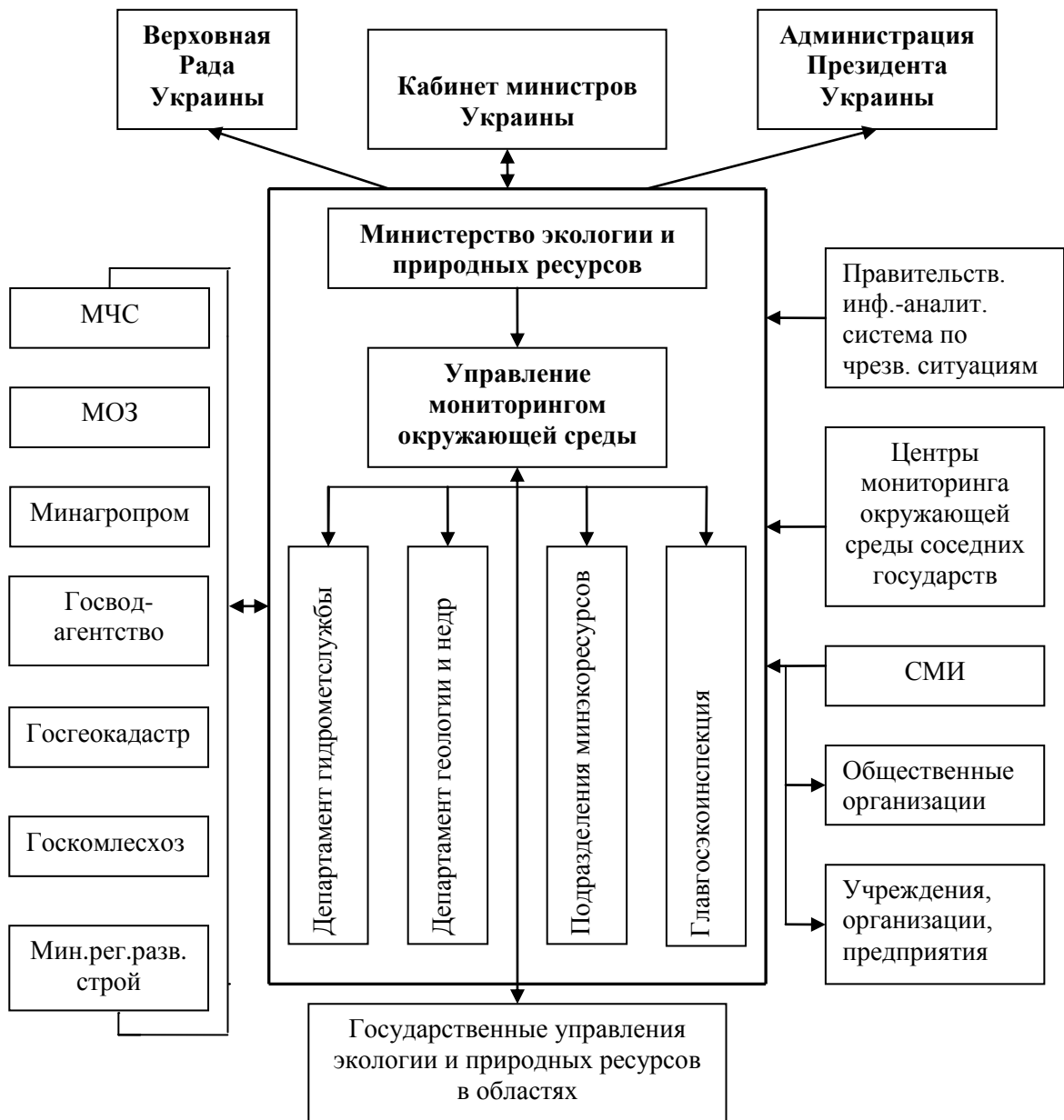
Целью экологической стратегии Украины является обеспечение экологически безопасной природной среды, внедрение экологически сбалансированной системы природопользования и сохранение природных систем. Для достижения этой цели предполагается при содействии государственных органов и органов местного самоуправления интегрировать экологическую политику в социально-экономическое развитие страны.

В 2010 году Верховная Рада Украины сделала важный шаг на пути приближения нашей страны к передовым европейским стандартам в области

экологической политики – приняла закон "Об основных принципах (стратегии) государственной экологической политики Украины на период до 2020 года". Стратегией предусмотрено существенное усиление роли экологического управления в системе государственного управления Украины для достижения равенства трех составляющих развития: экономической, экологической, социальной. Задачей стратегии является институциональная перестройка и усиление эффективности государственного управления в природоохранной области. Министерство экологии и природных ресурсов Украины (Минприроды Украины) является специально уполномоченным центральным органом исполнительной власти по вопросам экологии и природных ресурсов. Минприроды Украины выполняет также функции специально уполномоченного центрального органа исполнительной власти в сфере гидрометеорологической, а также топографо–геодезической и картографической деятельности. Минприроды Украины является главным (ведущим) органом в системе центральных и других органов исполнительной власти в сфере охраны окружающей природной среды, рационального использования природных ресурсов экологической безопасности, а также гидрометеорологической, топографо-геодезической и картографической деятельности. Минприроды Украины в своей деятельности руководствуется Конституцией и законами Украины, актами Президента Украины, КМУ. В пределах своих полномочий Минприроды организует выполнение актов законодательства и осуществляет контроль их реализации. Минприроды Украины обобщает практику применения законодательства по вопросам, относящимся к его компетенции, разрабатывает предложения по совершенствованию законодательства и в установленном порядке вносит их на рассмотрение Президенту Украины и КМУ.



Деятельность Минприроды Украины направляется и координируется Кабинетом Министров Украины.



Понятие государственного управления в области охраны окружающей природной среды является производным от понятия государственного управления в целом. Под последним понимают определенный вид деятельности органов государства. Эта деятельность имеет исполнительный и распорядительный характер и заключается в организующем воздействии на общественные отношения путем применения государственно - властных полномочий. Управление осуществляется на принципах, предусмотренных Конституцией Украины, Законом «Об охране окружающей природной среды», природоресурсными и другими актами экологического законодательства, а также законодательства, которым регулируется деятельность органов государственного управления в целом.

Органами государственного управления, осуществляющими указанные функции, являются:

- Кабинет Министров,
- центральные органы исполнительной власти и их территориальные подразделения
- местные государственные администрации,
- органы исполнительной власти сельских, поселковых и городских советов, которым делегированы определенные полномочия органов государственного управления в области охраны окружающей природной среды.

Эти субъекты отличаются масштабом, направлениями, характером деятельности, с учетом чего осуществляется разграничение их полномочий. По территориальному масштабу деятельности субъекты государственного управления в области охраны окружающей природной среды делятся на общегосударственные и местные органы исполнительной власти. К общегосударственным органам государственного управления относятся: КМУ, министерства и другие центральные органы исполнительной власти. На эти органы возлагается формирование и реализация национальной экологической политики, разработка и осуществление общегосударственных экологических

программ, принятие в случаях и в порядке, предусмотренных законами, нормативно - правовых актов по вопросам охраны окружающей природной среды, использования природных ресурсов. К местным органам государственного управления относятся: районные и областные государственные администрации, исполнительные органы сельских, поселковых, городских советов, территориальные подразделения центральных органов исполнительной власти. Эти органы обеспечивают реализацию национальной экологической политики с учетом экологических интересов населения областей, районов, городов, поселков, сел при принятии решений по развитию производительных сил, размещения, реконструкции, строительства производственных и других объектов, предоставления разрешений на специальное природопользование и любой другим вопросам экономического и социального развития соответствующих территорий. По характеру, направлениям работы, полномочиям различают органы государственного управления в области охраны окружающей природной среды общей, специальной, функциональной и отраслевых компетенций. Органами общей компетенции, то есть органами, для которых полномочия по вопросам охраны окружающей природной среды является лишь составляющими общих полномочий по решению вопросов экономического и социального развития государства и отдельных регионов, является Кабинет Министров Украины, местные государственные администрации, исполнительные органы сельских, поселковых, городских советов в пределах делегированных полномочий органов государственного управления в области охраны окружающей природной среды.

К органам государственного управления в области охраны окружающей природной среды специальной компетенции, то есть органам, основной задачей которых является обеспечение реализации государственной экологической политики, организация природоохранной деятельности в стране и контроль за ее осуществлением, относятся: - центральные органы исполнительной власти:

- Министерство экологии и природных ресурсов Украины;

- Государственная служба Украины по вопросам геодезии, картографии и кадастра (Госгеокадастр);
- Государственное агентство водных ресурсов Украины (Госводагентство);
- Государственное агентство лесных ресурсов Украины;
- Государственное агентство рыбного хозяйства Украины;
- Министерство охраны здоровья Украины;
- Государственная служба по вопросам безопасности пищевых продуктов и защиты потребителей;
- Государственная служба Украины по чрезвычайным ситуациям (ГСЧС Украины);
- Государственная инспекция ядерного регулирования Украины;
- Государственная экологическая инспекция (Госэкоинспекция);
- Государственная гидрометеорологическая служба (Госгидромет).

Государственное управление в области охраны окружающей природной среды осуществляется также другими центральными органами исполнительной власти, задачей которых является обеспечение реализации государственной политики в отдельных отраслях экономики (в частности, в области энергетики, строительства, промышленности, сельского хозяйства, транспорта, космической деятельности и т.д.) или сферах управления (в частности, в сфере информации, образования, статистики, стандартизации, финансов и т.п.). Для этих органов управления охраной окружающей среды является составной основной функцией по обеспечению реализации государственной политики по определенным вопросам.

2.2. ПРАВОВОЙ МЕХАНИЗМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОХРАНЫ ПРИРОДЫ: ФОРМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ И ИХ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

Экологический контроль - одно из проявлений экологической функции современного государства. Вместе с тем он - составная часть механизма реализации эколого-правовых норм. В целом экологический контроль - это проверка соблюдения предприятиями, учреждениями, организациями, т. е. всеми хозяйствующими субъектами и гражданами экологических требований по охране окружающей природной среды и обеспечению экологической безопасности общества. Следует иметь в виду, что нередко возникают случаи неправильного целевого назначения, методически и технологически ошибочного выполнения экологического контроля, некорректного применения полученных результатов. Такие ошибки вызывают споры между контролирующими органами и субъектами хозяйственной деятельности, которые рассматриваются судами. Судебное рассмотрение споров, как правило, требует сложной экспертизы, выполняемой специализированными научно-исследовательскими организациями. В связи с этим актуальной является задача внешнего анализа эффективности выполненной процедуры экологического контроля на каждом из ее основных этапов. В числе этих этапов, прежде всего, стоит указать следующие: определение особенностей объектов; определение предмета контроля загрязнений и его характеристик; установление возможных источников загрязнения и его способов; определение критериев загрязнений и их уровней; выявление причинной связи загрязнения с хозяйственной деятельностью и ее характером; учет эколого-правового статуса объекта контроля; учет способов определения нанесенного вреда и способов возмещения этого вреда. Масштабы загрязнения воздушного бассейна, поверхностных и грунтовых вод, а также почвенного покрова в Украине

требуют срочной разработки специального нормативно-методического документа для регламентации экологического контроля на всех его этапах.

Как уже было сказано, экологический контроль можно рассматривать на двух уровнях. Во-первых, экологический контроль - это функция государственного управления природопользованием и охраной окружающей природной среды. В этом смысле он представляет собой самостоятельный вид деятельности, в содержание которой входят сбор информации о подконтрольных объектах, ее обработка, оценка и передача для принятия управленческих решений в заранее определенных целях. Более детально данный вид контроля будет рассмотрен далее. Но можно взглянуть на экологический контроль и иначе, как на элемент механизма управления качеством окружающей природной среды. Этот срез экологического контроля позволяет рассматривать его в качестве гарантии выполнения природоохранных мероприятий и реализации регулирующих эти мероприятия правовых норм, способа обеспечения законности в государственном управлении охраной природы.

Обычно фиксируются две формы контроля – предупредительный (направлен на предотвращение наступления вредных последствий, которые могли бы возникнуть вследствие невыполнения необходимых мероприятий по охране природной среды, несоблюдения законов) и текущий (осуществляется при эксплуатации хозяйственных объектов, а также при извлечении природных ресурсов). В процессе их осуществления могут применяться меры государственного принуждения к предприятиям, организациям, должностным лицам и гражданам, виновным в причинении вреда окружающей среде, нарушениях природоохрательного законодательства. Это дало основание выделять еще одну - карательную форму контроля или (по другой терминологии) применение мер административного принуждения в качестве самостоятельной организационно-правовой формы экологического контроля. И предупредительный, и текущий контроль, и применение мер административного принуждения опираются на соответствующую

информацию. Сбор и обобщение информации с целью ее дальнейшей передачи заинтересованным органам государства и научным учреждениям для принятия соответствующих предупредительных, текущих или карательных мер, разработки экологических норм, правил и нормативов либо использования полученной информации для иной работы по охране окружающей среды составляют содержание Информационного Контроля.

Конституция Украины и нормативные акты экологического законодательства признают общественное управление природопользованием и охраной окружающей среды важным конституционным принципом экологического права. Он основывается на нескольких конституционных нормах.

Во-первых, природные богатства Украины являются объектами права собственности Украинского народа, а каждый гражданин имеет право пользоваться этими природными объектами в соответствии с законом (ст. 13).

Во-вторых, каждый имеет право на безопасную для жизни и здоровья окружающую среду и на возмещение причиненного нарушением этого права вреда (ст. 50).

В-третьих, граждане обязаны, в свою очередь, не наносить вред природе и возмещать причиненные им убытки (ст. 66).

В-четвертых, граждане Украины имеют право на свободу объединения в политические партии и общественные организации для защиты своих прав и свобод и удовлетворения интересов (ст. 36), в том числе и экологических.

Таким образом, каждый гражданин не только вправе, но и обязан вносить свой личный вклад в рациональное природопользование и охрану окружающей среды, действуя самостоятельно или в составе общественного объединения экологического направления.

Экологическая ситуация и рост сознательности и активности населения обусловили существование в Украине более 20 экологических организаций, ассоциаций и групп национального уровня и более 300 – местного. Среди них

Украинское общество охраны природы, Украинское общество охотников и рыболовов, ассоциация «Зеленый мир», республиканские ботанические, орнитологические, географические, гидроэкологические общества, Украинская молодежная экологическая лига, Национальный экологический центр, Украинская экологическая академия наук, Всеукраинская экологическая лига и др. Для взаимодействия с ними при Минприроды создан Общественный экологический совет.

Для достижения своих уставных целей и задач, привлечения широких слоев населения к охране окружающей среды и формирования надлежащего экологического сознания соответствующие общественные организации наделены правами:

- свободного доступа к информации о состоянии окружающей среды, об источниках загрязнения, о заболеваемости населения;
- разрабатывать и пропагандировать свои природоохранные программы;
- на уровне органов местного самоуправления – право решения вопросов охраны окружающей среды, использования природных объектов и обеспечения экологической безопасности;
- проводить общественную экологическую экспертизу в любой сфере деятельности, требующей экологического обоснования, и публичные слушания или открытые заседания по оценке экологической безопасности объектов экспертизы;
- выполнять за собственные средства и с трудовым участием членов организаций работы по охране и воспроизводству природных ресурсов, сохранению и улучшению состояния окружающей среды;
- участвовать в проведении государственными органами специальной компетенции проверок соблюдения экологического законодательства предприятиями, учреждениями, организациями и гражданами, с целью предупреждения соответствующих правонарушений. Общественный экологический контроль осуществляется общественными инспекторами по

охране окружающей природной среды на основании соответствующего Положения, утвержденного Минэкологии 30 января 2002 года, согласно которому инспекторы наделены специальными полномочиями;

- предъявлять в суд иски о возмещении вреда, причиненного в результате нарушения экологического законодательства, в том числе – здоровью граждан и имуществу общественных объединений;

- осуществлять сотрудничество с международными неправительственными экологическими организациями, которые, кстати, играют значительную роль и имеют большое влияние в развитых странах.

Министерством экологии и природных ресурсов Украины координируется работа Государственной службы геологии и недр Украины, Государственного агентства водных ресурсов Украины, Государственного агентства экологических инвестиций Украины и Государственной экологической инспекции Украины.



Министерством аграрной политики и продовольствия Украины координируется деятельность Государственной ветеринарной и фитосанитарной службы, государственного агентства земельных ресурсов, государственного агентства лесных ресурсов, государственного агентства рыбного хозяйства, государственной инспекции сельского хозяйства.

Общественный совет является постоянно действующим коллегиальным выборным консультативно-совещательным органом, образованным для обеспечения участия институтов гражданского общества в управлении

государственными делами, осуществления общественного контроля деятельности Министерства, налаживания эффективного взаимодействия с общественностью, учета общественного мнения при формировании и реализации государственной политики в сфере охраны окружающей среды.

Государственная экологическая инспекция Украины является центральным органом исполнительной власти, деятельность которого направляется и координируется Кабинетом Министров Украины через министра экологии. Основной целью деятельности инспекции является:

- осуществление государственного надзора (контроля) в сфере охраны окружающей природной среды, рационального использования, воспроизводства и охраны природных ресурсов;

- соблюдения режима территорий и объектов природно-заповедного фонда;

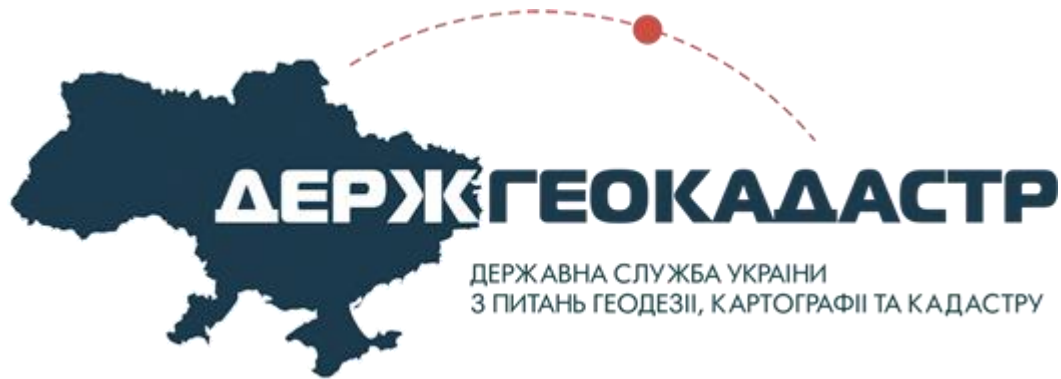
- осуществление государственного надзора за экологической и радиационной безопасностью, биологической и генетической безопасностью относительно биологических объектов природной среды при создании, исследовании и практическом использовании генетически модифицированных организмов (ГМО); обращением с отходами и опасными химическими веществами, пестицидами и агрохимикатами.

Государственное агентство лесных ресурсов Украины является центральным органом исполнительной власти, деятельность которого направляется и координируется Кабинетом Министров Украины через министра аграрной политики и продовольствия Украины, входит в систему центральных органов исполнительной власти и обеспечивает реализацию государственной политики в сфере лесного и охотничьего хозяйства.



**ДЕРЖАВНЕ АГЕНТСТВО
ЛІСОВИХ РЕСУРСІВ
УКРАЇНИ**

Государственная служба Украины по вопросам геодезии, картографии и кадастра обеспечивает реализацию государственной политики в сфере земельных отношений и в сфере геодезической и картографической деятельности. Деятельность службы направляется и координируется Кабинетом Министров Украины через министра аграрной политики и продовольствия.



Государственное агентство водных ресурсов Украины является центральным органом исполнительной власти, деятельность которого направляется и координируется Кабинетом Министров Украины через министра экологии и природных ресурсов Украины. Агентство входит в систему органов исполнительной власти и образуется для реализации государственной политики в сфере развития водного хозяйства и мелиорации земель, управления, использования и воспроизводства поверхностных водных ресурсов.

К компетенции областных и городских государственных администраций в сфере охраны окружающей природной среды относятся:

- обеспечение реализации государственной политики в сфере заповедного дела, формирования, сохранения и использования экологической сети, осуществление управления и регулирования в сфере охраны и использования территорий и объектов природно-заповедного фонда Украины на соответствующей территории;

- участие в проведении мониторинга состояния окружающей среды;

- участие в разработке стандартов по регулированию использования природных ресурсов и охраны окружающей среды от загрязнения и других вредных воздействий;

- проведение государственной экологической экспертизы;
- утверждение по представлению центрального органа исполнительной власти лимитов использования природных ресурсов (кроме природных ресурсов общегосударственного значения), сбросов загрязняющих веществ в окружающую природную среду (кроме сбросов, приводящих к загрязнению природных ресурсов общегосударственного значения) и лимитов на образование и размещение отходов для предприятий, учреждений и организаций;
- выдача разрешений на захоронение (складирование) отходов (кроме опасных), выбросы вредных веществ в окружающую среду, специальное использование природных ресурсов в соответствии с законодательством;
- решение других вопросов в сфере охраны окружающей природной среды в соответствии с законом.

Логично и строго выстроенная структура государственного управления в области экологической политики является залогом четких и оперативных действий в ответ на любые возмущения и вызовы в системе "человек – окружающая среда". Однако все эти ответы имеют директивный характер. Все они предполагают выполнение определенных требований и предписаний под угрозой применения различного рода санкций и ограничений. В то же время следует иметь в виду, что только на основе осмысленной позитивной мотивации можно достичь неукоснительного соблюдения базовых экологических норм и правил. Одним из средств такой мотивации может быть новая концепция, которая строится не на традиционном принципе снижения экологических рисков хозяйственной деятельности, а на принципе осознанного нормирования потребления производимых товаров.

Контрольные вопросы

1. Назовите орган исполнительной власти в Украине, занимающийся вопросами рационального природопользования. Основные функции этого органа.
2. В чем заключается управление в области охраны окружающей среды? Органы государственного управления, обеспечивающие выполнение Закона «Об охране окружающей природной среды», предусмотренного Конституцией Украины.
3. Назовите две формы контроля процесса выполнения мероприятий по охране природной среды. Назначение и содержание каждой из этих форм.
4. Основные конституционные нормы, касающиеся общественного управления природопользованием и охраной окружающей среды.
5. Роль общественных организаций и экологических ассоциаций, действующих в Украине, в вопросах обеспечения выполнения Закона «Об охране окружающей природной среды». Какими правами наделены эти объединения?
6. Какие вопросы в сфере охраны окружающей природной среды относятся к компетенции областных и городских государственных администраций.

Список литературы

1. Административное право Украины: Учебник / Под общей ред. С.В.Кивалова.— Харьков: Одиссей, 2004.— 880 с.
2. Балашенко С.А. Государственное управление в области охраны окружающей среды. – Минск: БГУ, 2000. – 341 с.

3. Гетьман А. П. Організаційно-правовий механізм охорони навколишнього природного середовища / А. П. Гетьман // Проблеми законності : зб. наук. пр. – Харків, 2014. – Вип. 125. – С. 119-128.
4. Гладун З.С. Державна політика охорони здоров'я в Україні (адміністративно-правові проблеми формування і реалізації): Монографія – Тернопіль: Економічна думка, 2005 – 460 с.
5. Петров В.В. Экология и право: монография / В.В.Петров. - М. : Юрид. лит, – 1981. – 224 с.
6. Шемшученко Ю.С. Организационно-правовые вопросы охраны окружающей среды: монография / Ю. С. Шемшученко – Академия наук Украинской ССР, Институт государства и права. – К. : Наукова думка, 1976. - 274 с.
7. Экологическое право: учеб. пособие/ С.А. Балашенко[и др.]; под ред. Т.И. Макаровой, В.Е. Лизгаро. – Минск: БГУ, 2008. – 368 с.
8. Андерсон Н.В. Европейские модели организации и управления природопользования. Економічні інновації: зб. наук. Праць. – Одеса, 2015. Вип. 60, книга 1, С. 13 – 27.
9. Уберман В.И., Васьянцев Л.А. Эффективность экологического контроля загрязнения земель производственных площадок / Вісник НТУ «ХП», Зб. наук. праць. Тематичн. вип. «Хімія, хімічна технологія та екологія». – Харків: НТУ «ХП». – 2006.
10. Бабкова Т.Е. Функциональное зонирование территории города как основа обеспечения благоприятных условий проживания населения / Здоровье населения и среда обитания. 2005, №11, С. 5 – 8.



РАЗДЕЛ 3 КОНЦЕПЦИЯ СФЕРЫ ОТЧУЖДЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

*Неумение людей использовать свой заработок и досуг
может стать для человечества не менее опасным,
чем гибель от всеобщей атомной войны.
П.Л. Капица*

3.1. ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ.

Поскольку процессы производства и потребления разнесены в пространстве и во времени, далеко не так уж очевиден тот факт, что практически все искусственные предметы материального мира созданы человеком в условиях эксплуатации ресурсов окружающей среды. Инструменты, оборудование, производственные помещения, энергоснабжение, материалы, транспорт, человеческие ресурсы – существование и функционирование всей этой совокупности необходимых компонентов производственного процесса предполагают такую эксплуатацию. Любой произведенный продукт обязан своим существованием антропогенной трансформации окружающей среды, имеющей явный тренд в сторону деградации. Поэтому для снижения крутизны такого тренда наряду с

прогрессивными техническими решениями и законодательными инициативами крайне важно пошаговое формирование экологического сознания у представителей всех слоев населения и, прежде всего, у лиц, непосредственно занятых в сфере производства. Для повышения эффективности такого процесса наряду с активной поддержкой и пропагандой принципов Зеленого движения действенной мерой может стать разработка количественных критериев степени разрушающего воздействия человека на окружающую среду при изготовлении конкретных предметов потребления и средств производства. Необходимо подчеркнуть, что общество потребления в своем развитии и утверждении стремится не обременять себя информацией об источниках сырья и локализации места изготовления. Мы к этому уже привыкли и даже считаем за благо. Лишь бы не у нас под окном. В то же время, вынося производства за городскую черту или вообще подальше от мест проживания золотого миллиарда, т.е. в третьи страны, под предлогом соблюдения норм экологической безопасности, именно эта безопасность и нарушается. Не соблюдается базовый технологический регламент, произвольно исключаются или вводятся дополнительные операции, не утилизируются, не регенерируются и не обезвреживаются отходы производства и побочные продукты, а, так сказать, в первозданном виде попадают в окружающую среду. И это все на фоне большого количества мелких производителей, которые, как правило, находятся в черте города и которые по разным причинам изначально не настроены обезвреживать отходы. Уже никого в наше время не смущает словосочетание «промышленная зона», а ведь практически всегда это и есть синоним понятия «зона отчуждения». Поэтому чем дальше, тем меньше внимания уделяется тому факту, что *абсолютно все изделия наследуют ущербы, наносимые окружающей среде при их изготовлении, включая получение сырья.* Слабой попыткой затормозить неукротимый вал бездумного потребления может стать визуализация этого ущерба. Для этого предлагается ввести понятие "сфера отчуждения окружающей среды", или сокращенно – СООС, и одноименный количественный параметр. СООС должна стать неотъемлемой

характеристикой каждого производимого товара и должна заинтересовать каждого сознательного и экологически грамотного человека не меньше, чем стоимость. Здравый смысл подсказывает, что параметр СООС должен быть также и ценообразующим. основополагающий принцип, на котором базируется концепция СООС – планетарная пространственная инвариантность, в данном случае – равноценность природной среды в любой точке Земного шара. Это значит, что, условно, кубический метр атмосферы над сибирской тайгой настолько же ценен, как и такой же объем атмосферы над Вашингтоном; или, к примеру, литр днепровской воды равнозначен литру воды в реке Сумидагава (Япония) (Рис.3.1). Любая дифференциация природных ресурсов антропоцентрична и не может считаться релевантной в масштабах биосферы.

Днепр

Сумидагава



Рис. 3.1. Равноценность экосистем побережий Днепра (Украина) и Сумидагавы (Япония) как иллюстрация принципа планетарной пространственной инвариантности.

Смысл понятия СООС заключается в необходимости закрепить за каждым производимым и потребляемым изделием и продуктом определенную долю ущерба окружающей среде. Количественно эта доля может быть представлена как некоторая формализованная сфера, объем которой равен объему твердой, жидкой или газообразной части экосистемы, подвергшейся антропогенному загрязнению в процессе производства. Таким образом,

параметр СООС состоит из трех чисел, обозначающих объемы атмосферы, воды и почвы (атмо-СООС, гидро-СООС и лито-СООС соответственно), концентрация загрязнителя в которых превышала в процессе изготовления изделия или продукта соответствующий уровень ПДК для данного загрязнителя. Для определения объема СООС по одному из загрязнителей достаточно массу загрязнителя, приходящуюся на единицу изделия, разделить на ПДК этого загрязнителя. Если загрязнителей несколько, действует принцип аддитивности, т.е. соответствующие объемы для каждого загрязнителя суммируются. Естественно, самая большая сфера должна соответствовать объему загрязненной атмосферы, а самая маленькая – объему почвы.

Исходя из принципа экологической равноценности биотопов планеты, абсолютно непринципиально, в какой точке Земного шара изготовлен предмет, который расположен в нашем жилище. Этот предмет незримо, но вполне ощутимо вешает на нас, как на арестантов, гирлянду, состоящую из сфер отчуждения.

ЭТО НАДО ВИДЕТЬ



Таким образом, каждый обладатель комфортно обставленного и современно оснащенного жилища может экологически обоснованно оценить, сколько жизненного пространства принадлежит его гаджетам и электронным безделушкам, а сколько лично ему и членам его семьи. Для этого, как минимум, необходимо из жилого объема вычесть физический (обусловленный размерами) объем всех предметов, которые там находятся, и общий объем всех гирлянд, приходящихся на эти предметы. То жилое пространство, которое останется, принадлежит живым обитателям.

Для учета гидро- и лито-СООС необходимы несколько более сложные процедуры. Однако уже и этого вполне достаточно для того, чтобы актуализировать экологическую направленность нашей мысли в момент приобретения новой обстановки, отдавая дань моде. Отдадим же дань и природе, для начала, хотя бы чисто символическую.

Чтобы дело не ограничилось манифестами и абстрактными рассуждениями, необходимо перейти к рассмотрению количественных показателей. Наиболее полная исходная информация для вычисления СООС содержится в *Экологическом паспорте предприятия*.

3.2. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПАСПОРТ ПРЕДПРИЯТИЯ КАК ОСНОВА КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРА СООС.

Экологический паспорт промышленного предприятия — это нормативно-технический документ, включающий данные по использованию предприятием ресурсов (природных, вторичных и др.) и определению влияния его производства на окружающую среду. Чтобы корректно использовать содержащиеся в документе сведения, необходимо кратко рассмотреть его структуру и содержание.

Экологический паспорт делится на две большие части.

Первая часть содержит общие сведения о предприятии, используемом сырье, описание технологических схем выработки основных видов продукции, схем очистки сточных вод и выбросов в атмосферу, их характеристики после очистки, данные о твердых и других отходах, а также сведения о наличии в мире технологий, обеспечивающих достижение наилучших удельных показателей по охране природы.

Вторая часть паспорта содержит перечень планируемых мероприятий, направленных на снижение нагрузки на окружающую среду. Здесь указываются объемы выбросов вредных веществ до и после осуществления каждого мероприятия, сроки и материальные затраты.

Все приведенные в документе показатели делятся на три группы:

- показатели влияния предприятия на состояние окружающей среды;
- показатели организационно-технического уровня природоохранной деятельности предприятия;
- общие и частные показатели анализа затрат на природоохранную деятельность.

К первой группе относятся следующие показатели: экологичность выпускаемой продукции; влияние на водные ресурсы; влияние на атмосферный воздух; влияние на материальные ресурсы и отходы производства; влияние на земельные ресурсы.

Ко второй группе показателей относятся такие, как: оснащенность источников загрязнения очистными устройствами; пропускная способность имеющихся очистных сооружений; прогрессивность применяемого очистного оборудования; возможность контроля показателей функционирования очистного оборудования; рациональность существующей организационной структуры природоохранной деятельности предприятия; удельные показатели организационно-технического уровня природоохранной деятельности предприятия.

Третья группа показателей включает в качестве общего показателя отношение экономического эффекта от применения природоохранных мероприятий к общей величине затрат на их проведение и совокупность частных показателей.

Конкретизируя содержание экологического паспорта, следует перечислить разделы в соответствии с последовательностью их расположения:

- 1) общие сведения о предприятии и его реквизиты;
- 2) краткая природно-климатическая характеристика района расположения предприятия;
- 3) краткое описание технологии производства и сведения о продукции, балансовая схема материальных потоков;
- 4) сведения об использовании земельных ресурсов;

5) характеристика сырья, используемых материальных и энергетических ресурсов;

6) характеристика выбросов в атмосферу;

7) характеристика водопотребления и водоотведения;

8) характеристика отходов;

9) сведения о рекультивации нарушенных земель;

10) сведения о транспорте предприятия;

11) сведения об эколого-экономической деятельности предприятия.

Пользуясь приведенными в экологическом паспорте данными, можно в первом приближении произвести оценку совокупного ущерба окружающей природной среде, приходящегося на единицу произведенной продукции. При этом исключается использование стоимостных выражений. В конечном счете оценка будет производиться только в единицах объема, и измеряться будут объемы отчужденных аэро-, гидро- и литосферы.

3.3. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ РАСЧЕТА СООС.

Исчерпывающее определение суммарного ущерба – задача практически неопределимая. В поисках истоков можно погрузиться в незапамятные времена, а стремление к полному охвату предельно рассредоточит и измельчит интересующие нас участки окружающей среды. Поэтому за исходную точку примем факт наличия какого-либо предприятия. Весь ущерб разделим на два вида: *основной* и *текущий*. В соответствии с этим будем разделять объем сферы отчуждения окружающей среды основной V^B (basic) и объем сферы отчуждения окружающей среды текущий V^C (current). Следует обратить внимание на то, что здесь рассматривается не общий ущерб от деятельности предприятия, а только ущерб, приходящийся на единицу определенного вида продукции. Кроме того, необходимо напомнить, что и V^B , и V^C представлены тремя значениями, которые характеризуют объемы отчужденной атмосферы, воды и почвы. Таким

образом, V^B (V_A^B , V_W^B и V_G^B) и V^C (V_A^C , V_W^C , V_G^C), где индексы A , W и G относятся к атмосфере, воде и почве соответственно (atmosphere, water, ground).

К *основному ущербу* относится непосредственное отчуждение участка экосистемы, на котором находятся производственные площади и корпуса. Основной объем отчужденной литосферы в первом приближении соответствует объему плодородного слоя почвы, выведенного из экосистемы в результате строительства промышленного объекта (сведения о рекультивации нарушенных земель, п. 9). Основной объем отчужденной аэросферы принимаем равным объему фигуры с площадью основания, равной суммарной производственной площади, и высотой, соответствующей максимальной высоте производственного объекта (общие сведения о предприятии и его реквизиты, п. 1). Если на балансе предприятия отсутствуют специальные гидротехнические сооружения, то основной объем гидросферы принимается равным нулю. Для определения V_A^B , V_W^B и V_G^B необходимо основной отчужденный объем по каждой из трех компонент экосистемы разделить на количество изделий, произведенных за год (N), независимо от общей продолжительности работы предприятия.

Текущим ущербом будем считать все виды загрязнений окружающей среды в процессе производства. Текущий годовой ущерб и суммарный текущий объем сферы отчуждения окружающей среды ($V_Z^{\Sigma C}$) в общем случае складывается из четырех видов: технологического, логистического, сырьевого и энергетического. Индекс Z является обобщенным и понимается как один из трех индексов A , W или G , относящихся к атмосфере, воде и почве соответственно. Следовательно, для каждой из трех компонент экосистемы можно записать уравнение

$$V_Z^{\Sigma C} = V_Z^{\Sigma T} + V_Z^{\Sigma L} + V_Z^{\Sigma RM} + V_Z^{\Sigma P}, \quad (3.1)$$

где $V_Z^{\Sigma T}$, $V_Z^{\Sigma L}$, $V_Z^{\Sigma RM}$, $V_Z^{\Sigma P}$ – текущий годовой технологический (Technological), логистический (Logistical), сырьевой (Raw material) и энергетический (Power)

объем сферы отчуждения окружающей среды для одной из компонент экосистемы. Каждый из этих объемов находится как сумма объемов сфер отчуждения, соответствующих всем поллютантам. Например, текущий годовой технологический объем сферы отчуждения окружающей среды определится как

$$V_Z^{\Sigma T} = \sum_j^n V_{Z_j}^{\Sigma T}, \quad (3.2)$$

где n – общее количество поллютантов, попадающих в окружающую среду при концентрации, превышающей фоновое значение или ПДК, в процессе технологических операций изготовления изделия; j – тип поллютанта.

При этом годовой объем сферы отчуждения для каждого поллютанта ($V_{Z_j}^{\Sigma T}$) равен частному от деления количества поллютанта, попадающего в окружающую среду за год, на фоновую либо предельно допустимую концентрацию поллютанта. Выбор делителя определяется фоновым составом окружающей среды. Для веществ, входящих в фоновый состав, делителем является фоновая концентрация окружающей среды. В противном случае производится деление на предельно допустимую концентрацию соответствующего ингредиента отходов.

Кратко охарактеризуем составляющие текущего годового ущерба. *Технологический ущерб* и, соответственно, $V_Z^{\Sigma T}$ определяется всеми видами воздействия на окружающую среду в процессе выполнения технологических операций, необходимых для изготовления изделия. Агентами таких воздействий являются в первую очередь выбросы, сбросы и твердые отходы, попадающие в окружающую среду непосредственно или после недостаточной переработки. *Логистический ущерб* и $V_Z^{\Sigma L}$ определяется всеми загрязнениями, попадающими в окружающую среду на стадии продвижения готовой продукции к потребителю. Прежде всего, это выбросы автомобильных двигателей. *Сырьевой ущерб* и $V_Z^{\Sigma RM}$ зависит от природы и количества используемого сырья. *Энергетический ущерб* и $V_Z^{\Sigma P}$ определяется экологической ценой производства всех используемых в производстве изделия

энергоносителей. Сюда относится электрическая энергия, необходимая для функционирования в заданном режиме всего основного и вспомогательного оборудования, для подогрева или охлаждения используемых в технологическом процессе теплоносителей, энергия для поддержания комфортной температуры в производственных помещениях. Сырье и энергетические ресурсы имеют определенные удельные объемы отчуждения, рассчитанные по экологическим паспортам предприятий, где они были произведены. Эти виды ущерба должны определяться на соответствующих предприятиях. При отсутствии таких данных оценка производится по доступным справочным данным.

Таким образом, для определения суммарного текущего объема сферы отчуждения окружающей среды ($V_Z^{\Sigma C}$) необходима информация о всех видах отходов, о сырье, об энергопотреблении и о транспорте. Все эти данные содержатся в экологическом паспорте предприятия (характеристика сырья, используемых материальных и энергетических ресурсов, п. 5; характеристика выбросов в атмосферу, п. 6; характеристика водопотребления и водоотведения, п. 7; характеристика отходов, п. 8; сведения о транспорте предприятия, п. 10).

Очевидно, чтобы найти объем сферы отчуждения окружающей среды текущий V^C (V_A^C , V_W^C и V_G^C), необходимо суммарный текущий объем сферы отчуждения окружающей среды для каждой из компонент экосистемы разделить на количество изделий, произведенных за год (N):

$$V_A^C = (V_A^{\Sigma C})/N, \quad V_W^C = (V_W^{\Sigma C})/N, \quad V_G^C = (V_G^{\Sigma C})/N. \quad (3.3)$$

Следует подчеркнуть, что данные уравнения включают все загрязнители: газообразные, жидкие и твердые. Даже если т.н. терраполлютанты (твердые загрязнители) локализованы в отвалах или на специальных полигонах, они представляют собой потенциальную опасность загрязнения почвенного покрова и могут попадать в грунтовые и поверхностные воды с осадками или во время паводков. Поэтому объем отчуждения для твердых отходов существенно превышает физический объем, занимаемый загрязнителем.

Суммарный удельный объем сферы отчуждения для определенного изделия представлен триадой значений, соответствующих трем компонентам экосистемы. Каждый из элементов этой триады определяется как сумма базового и текущего значений объемов сферы отчуждения:

$$V_A^\Sigma = V_A^B + V_A^C, \quad V_W^\Sigma = V_W^B + V_W^C, \quad V_G^\Sigma = V_G^C + V_G^B. \quad (3.4)$$

Для наглядности от объема естественно перейти к диаметру, который, например, для атмосферы определяется в виде $D_A^\Sigma = ((6 V_A^\Sigma)/\pi)^{1/3}$ или приближенно $D_A^\Sigma = (2 V_A^\Sigma)^{1/3}$. Полученный диаметр называется *диаметром сферы отчуждения окружающей среды*. Эта сфера является эквивалентом физического размера изделия с учетом отчуждения природной среды в процессе изготовления и продвижения к потребителю. Расчет этого параметра для каждого изделия естественно доверить подразделению предприятия, отвечающему за экологический контроль производства.

Очевидно, уменьшения диаметра сферы отчуждения можно достичь только на пути применения безотходных технологий и производств. При этом можно существенно уменьшить общий текущий объем отчуждения, который составляет существенную долю в общем балансе объема отчуждения.

Поскольку данное пособие адресуется, прежде всего, студентам, магистрантам и докторантам специальности "Химические технологии и инженерия", будут рассмотрены перспективы создания безотходных технологий в конкретных производствах и некоторые примеры таких технологий.

Контрольные вопросы

1. С какой целью вводится концепция сферы отчуждения окружающей среды (СООС)? Суть этой концепции.
2. Параметр СООС и основной принцип его количественного определения.
3. Объясните значение и смысл основополагающего принципа планетарной пространственной инвариантности, на котором базируется концепция СООС.
4. Как с помощью популяризации концепции СООС можно понизить градус «потребительского зуда»?
5. Структура и содержание экологического паспорта промышленного предприятия.
6. Два вида ущерба окружающей природной среде, обусловленного хозяйственной деятельностью человека, в рамках концепции СООС.
7. Структура основного ущерба и основные приемы его расчета.
8. Структура текущего ущерба и основные приемы его расчета.
9. Роль СООС в решении проблемы снижения антропогенной нагрузки на экосистему в процессе хозяйственной деятельности.

Литература

1. Андрейцев Ю., Пустовойт М. А. . Екологічна експертиза, право і практика. — К.: Урожай. 1992. – 192 с.
2. Беспамятнов Г.П., Кротов Ю.А. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде. Справочник. – Л.: Химия, 1985. - 528 с.
3. Дудник О. Природокористування: еколого-економічні основи. - Полтава: Астрея, 1994. – 246 с.

4. Ярошева О.І. Соціально-економічні проблеми екології. - Донецьк.: ДонДУЕТ, 2001. – 211 с.
5. Вредные вещества в промышленности. Справочник для химиков, инженеров и врачей. В трех томах. / Под ред. Н.В. Лазарева и Э.Н. Левиной. – Л., «Химия», 1976. – Т.1, 592 с.



РАЗДЕЛ 4 БЕЗОТХОДНОЕ ПРОИЗВОДСТВО КАК БЕЗАЛЬТЕРНАТИВНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

*Такое дерево не родилось,
чтобы ни на что не пригодилось:
не годится на пол, пригодится на кол.*

Пословица

4.1. ОБЩИЕ ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ БЕЗОТХОДНЫХ ПРОИЗВОДСТВ.

Во всем многообразии мероприятий, направленных на снижение антропогенного воздействия на окружающую среду, можно выделить два основных подхода. Один из них, пассивный, предполагает *оснащение очистным оборудованием* существующих установок при неизменных технологиях и технологических циклах производства. Второй, активный подход предусматривает *изменение самих технологических процессов* в направлении максимально полной переработки исходного сырья и устранения вредных отходов производства. Мероприятия второго подхода приводят к созданию т.н. безотходных производств. *Безотходное производство* – это производство, организованное таким образом, что отходы сведены к минимуму или полностью перерабатываются во вторичные материальные ресурсы

(Рис.4.1). *Безотходная технологическая система* – такое отдельное производство или совокупность производств, в результате деятельности которых минимизировано отрицательное воздействие на окружающую среду.



Рис. 4.1. Топология принципа безотходности технологических процессов.

Безотходное производство предполагает создание оптимальных технологических схем с замкнутыми материальными и энергетическими потоками. При современном уровне развития технологий достаточно проблематично реализовать полностью безотходные процессы, однако альтернативы такому вектору развития технической цивилизации не существует. На промежуточном этапе для практических целей допустимо использовать *малоотходное производство*, вредное воздействие которого на окружающую среду не превышает уровня, допустимого санитарно - гигиеническими нормами. При этом по техническим, организационным, экономическим и другим причинам часть сырья и материалов переходит в отходы и направляется на длительное хранение или захоронение.

Производственный цикл в безотходном производстве организован так, что все газообразные и жидкие потоки, содержащие загрязнители, изолированы от окружающей среды и находятся в замкнутом контуре, проходя через

специальные очистные устройства. В результате операций очистки появляются отходы, которые перерабатываются, т.е. регенерируются, обезвреживаются или утилизируются. Если в результате переработки отходы идут на удовлетворение нужд основного или же какого-либо другого производства, то процессы очистки и переработки отходов представляют собой продолжение основного производственного цикла. Основным принцип безотходного производства – *комплексное использование сырья*. В этом случае основным производственным операциям сопутствуют операции извлечения полезных, но не нужных данному производству веществ. Эти вещества перерабатываются в готовую продукцию либо полуфабрикаты и поставляются другим предприятиям.

Между производством и окружающей средой до сих пор доминирует *открытый* тип связи. Производственный процесс начинается с использования природных ресурсов и завершается превращением их в средства производства, предметы потребления. За процессом производства следует процесс потребления, после чего использованные продукты выбрасываются. Таким образом, открытая система базируется на принципе одноразового использования исходного материала природы. Каждый раз производство начинается с использования некоторых новых природных ресурсов, и каждый раз потребление заканчивается выбросами отходов в окружающую среду. Весьма небольшая часть природных ресурсов превращается в целевые продукты, большая часть их попадает в отходы. В то же время биосфера функционирует по принципу *встроенности* систем: каждая форма конструируется за счет деструкции других форм, составляя звено всеобщего кругооборота вещества в природе. Производственная деятельность вплоть до самого последнего времени строилась по другому принципу - максимальной эксплуатации природных ресурсов и игнорирования проблемы деструкции отходов производства и потребления. Этот путь был возможен лишь до тех пор, пока масштабы отходов не превышали границ способности экологических систем к самовосстановлению. Таким образом, назрела необходимость перехода к принципиально новой форме связи между производством и

окружающей средой - к замкнутым системам производства (Рис.4.2), предполагающим возможно большую встроенность производственных



Рис. 4.2. Условия создания замкнутой системы производства.

процессов во всеобщий круговорот вещества в природе. Стратегия безотходной технологии исходит из того, что неиспользуемые отходы производства являются одновременно не полностью использованными природными ресурсами и источником загрязнения окружающей среды. Снижение удельного выхода неиспользуемых отходов в расчете на товарный продукт технологии позволит произвести больше продукции из того же количества сырья и явится вместе с тем действенной мерой по охране окружающей среды. Можно составить следующий баланс по сферам производства и потребления, исходя из закона сохранения материи:

$$R = A (1 - f) + S, \quad (4.1)$$

где R - расход природных ресурсов, кг/с, A - масса образующихся отходов в сферах производства и потребления, кг/с, f - средний коэффициент

использования отходов, кг/кг; S - масса веществ, накапливающихся в сферах производства и потребления вследствие постоянного роста производства, кг/с.

Анализ балансового уравнения показывает, что снижение удельного количества неиспользуемых отходов производства $A(1 - f)$ и удельного расхода природных ресурсов R возможно как за счет уменьшения удельного выхода отходов производства A , так и за счет повышения коэффициента использования отходов f . Кроме того, существенный резерв снижения расхода природных ресурсов кроется в оптимизации и разумном перераспределении объемов потребления товаров и услуг как в рамках отдельных сообществ, так и всего населения планеты в целом. Поскольку среди существующих производств трудно найти полностью безотходные, важно рассмотреть методологические основы разработки экотехнологий.

Методология создания экотехнологий базируется на ряде принципов, в числе которых можно отметить следующие:

1. По возможности наиболее полное использование сырья для производства продукции при максимальной экономии энергии, вспомогательных материалов и воды.
2. Использование побочных продуктов и отходов одного производства для другого в качестве сырья, создание на этой базе комбинатов с углубленной переработкой сырья.
3. Территориальное и функциональное объединение в систему комплексного производства комбинатов разнотипных предприятий, перерабатывающих различные химические вещества.
4. Дополнение указанных производственных комплексов предприятиями, осуществляющими завершающую операцию по переработке отходов.
5. Расширение производственных связей между разными безотходными производственными комплексами и повышение степени замкнутости системы.
6. Ликвидация ранее допущенных нарушений равновесия в природе.

7. Повышение надежности работы всех агрегатов, установок, производств и производственных комплексов в целом.

4.2. МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В ОБЛАСТИ ПЛАНЕТАРНОЙ ЭКОЛОГИИ

4.2.1. Киотский протокол как проявление глобализации современной экономики

Киотский протокол - дополнительный документ к *Рамочной конвенции ООН об изменении климата* (1992). В 1992 году на «Саммите Земли», проходившем в Рио-де-Жанейро, 189 стран мира подписали Рамочную конвенцию ООН об изменении климата (РКИК). Цель конвенции —



добиться стабилизации концентраций парниковых газов (ПГ) в атмосфере на безопасном для климатической системы планеты уровне. Подписавшие РКИК страны делятся на три категории. К первой относятся развитые страны — члены Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), а также страны с переходной экономикой (в том числе Украина), принявшие на себя особые обязательства по ограничению выбросов. Во второй категории исключительно члены ОЭСР, взявшие на себя финансовые обязательства в деле помощи развивающимся странам и странам с переходной экономикой (включая помощь в разработке и внедрении

экологически чистых технологий). В третьей категории — развивающиеся страны, которые ничего никому не обещали, поэтому ничего никому не должны. Киотский протокол является одним из проявлений глобализации современной экономики, когда регулирование экономической деятельности перестает быть исключительной прерогативой национальных правительств и становится объектом межправительственных соглашений.

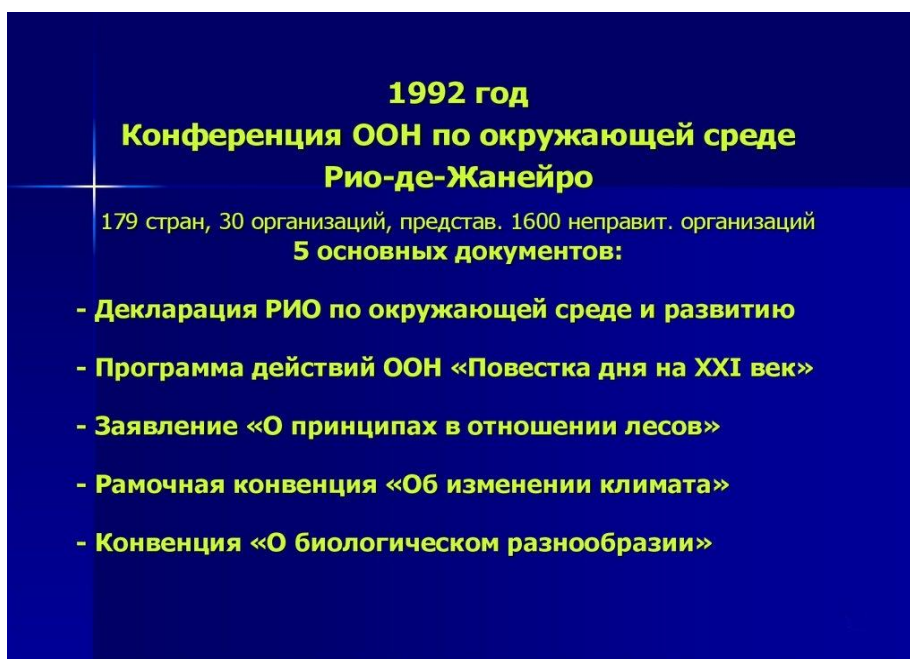


Рис. 4.3. Основные документы, принятые на конференции ООН по окружающей среде в Рио-де-Жанейро.

В 1980-е внимание мировой общественности привлекла проблема глобального потепления. Высказывались опасения, что загрязнение атмосферы и рост среднегодовых температур может привести к таянию полярных льдов, из-за чего повысится уровень мирового океана и будут затоплены многие густозаселенные прибрежные территории. Это потепление связывают с результатами человеческой деятельности – с ростом выбросов в атмосферу планеты так называемых *парниковых газов*, углекислого газа (CO₂) и метана (Рис.4.4). Эти газы поглощают инфракрасные (тепловые) лучи, которые излучает нагретая поверхность планеты, и тем самым препятствуют ее охлаждению, что приводит к увеличению температуры воздуха. Основную роль в формировании тепловой ловушки в верхних слоях атмосферы играет углекислый газ.

Тепловые станции, транспорт и городское хозяйство производят примерно 1/3 всего углекислого газа, который

Таблица 4.1. Десять крупнейших эмиттеров парниковых газов, согласно различным метрикам

Ранг	GWP20	GWP100	GTP20	GTP50	GTP100
1	США (30,1%)	Китай (17,1%)	Китай (17,5%)	Китай (20,3%)	Китай (20,6%)
2	Бразилия (10,1%)	США (16,7%)	США (14,8%)	США (14,5%)	США (14,9%)
3	Россия (9,7%)	Россия (5,9%)	Россия (6,1)	Россия (5,3)	Россия (5,3%)
4	Индонезия (9,5%)	Индонезия (5,1%)	Индия (5,6%)	Индия (4,8)	Индия (4,5%)
5	Индия (5,8%)	Индия (4,9%)	Индонезия (4,7%)	Индонезия (4,4%)	Индонезия (4,5%)
6	Германия (4,5%)	Бразилия (3,9%)	Бразилия (4,4%)	Япония (3,1%)	Япония (3,3%)
7	Япония (4,5%)	Япония (3,3%)	Япония (2,7%)	Бразилия (3,0%)	Бразилия (2,7%)
8	Франция (3,1%)	Германия (2,6%)	Германия (2,2%)	Германия (2,3%)	Германия (2,4%)
9	Великобритания (3,0%)	Великобритания (1,6%)	Канада (1,5%)	Канада (1,5%)	Канада (1,5%)
10	Нигерия (2,8%)	Канада (1,6%)	Мексика (1,4%)	Великобритания (1,4%)	Великобритания (1,4%)

GWP – Global Warming Potential (ГПП – глобальный потенциал потепления)

GTP – Global Temperature change Potential. Используются временные горизонты 20, 50 и 100 лет.



Рис. 4.4. Природа парникового эффекта

выбрасывается в атмосферу Земли. Леса планеты частично поглощают углекислый газ. Однако количество выбрасываемого в атмосферу углекислого газа в результате роста объемов потребления сжигаемого топлива так велико, что «зеленые легкие планеты» уже не могут полностью переработать его.

Как видим, подавляющая доля выбросов приходится на развитые страны Северной Америки и Европы, стремительно индустриализирующиеся развивающиеся страны Дальнего Востока. То, что антропогенное изменение атмосферы ведет к глобальному потеплению, было официально признано в конце 1980-х – начале 1990-х в докладах Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК), действующей под эгидой ООН (Рис.4.5). Под ее влиянием в Рамочной конвенции ООН по проблеме изменения климата (РКИК) на Глобальном саммите по устойчивому развитию в Рио-де-Жанейро (1992) (Рис.4.3) была сформулирована задача достижения «стабильного содержания в атмосфере газов, вызывающих парниковый эффект, на том уровне, при котором исчезает опасность антропогенного вмешательства в баланс климатической системы Земли». Эту конвенцию подписали 186 стран, она начала действовать с 1994 года.



Рис. 4.5. Аллегория глобального потепления.

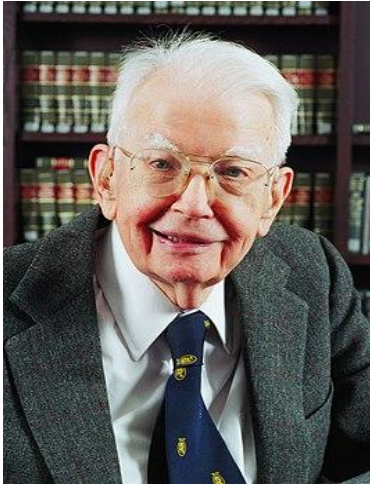
Считается, что возможную глобальную катастрофу можно предотвратить двумя методами снижения выбросов парниковых газов:

1) изменение структуры топливного баланса стран мира путем перехода к менее «грязным» технологиям (переход от сжигания угля к сжиганию газа, использование АЭС и ГЭС, ветровой энергии и др.), 2) широкое внедрение энергосберегающих технологий и очистных сооружений. Оба эти пути снижения вредных выбросов отличаются высокими издержками. Главная проблема заключается в том, что рынок сам по себе не может решить эту проблему. Ведь выгоды от уменьшения загрязнений получает все общество, в то время как издержки от реорганизации производства должны нести отдельные предприниматели. Поэтому в условиях «чистого» рынка предпринимателю не выгодно бороться с загрязнениями, поскольку ему это принесет лишь убытки. Следовательно, необходимы меры государственного и международного регулирования. Поскольку воздушное пространство едино для всей планеты, то в борьбе с атмосферными загрязнениями основную роль отводят международным соглашениям в рамках Киотского протокола. Естественнонаучное обоснование Киотского протокола часто подвергают критике. Во-первых, сам факт долгосрочного глобального потепления вызывает сомнения у многих экспертов. Рост среднегодовых температур за последние несколько десятилетий может оказаться случайной флуктуацией, вслед за которой климат вернется к норме или даже произойдет всеобщее похолодание. Во-вторых, даже если действительно происходит устойчивое глобальное повышение температур, не очевидно, что решающую роль в этом играет именно деятельность людей. В истории Земли известно несколько эпох относительно резкого потепления (последние из них – примерно 140 и 10 тыс. лет назад), которые происходили без участия человека. Есть мнение, что рост содержания в атмосфере углекислого газа является вовсе не причиной, а, наоборот, следствием глобального потепления. В-третьих, не очевидно, что глобальное потепление будет в целом для человечества катастрофично. Хотя, например, некоторые страны Европы (как Голландия) могут оказаться под

водой, однако потепление позволит активно освоить те территории, которые сейчас почти исключены из экономического использования (Канада, Сибирь, полярные моря), и общий баланс потерь и выгод может оказаться положительным. Все эти сомнения, однако, не опровергают полезности создания механизмов глобального регулирования уровня загрязнений окружающей среды. Хотя борьба конкретно с парниковыми газами может оказаться и ложной целью, ограничение загрязнений в целом объективно необходимо. Ограничение выброса парниковых газов важно как первый шаг к созданию глобальной системы контроля за всеми загрязнениями окружающей среды.

4.2.2. Экономическое обоснование Киотского протокола.

В основе Киотского протокола лежат идеи экономической теории прав собственности, разработанной англо-американским экономистом Рональдом Коузом. До него при изучении проблем загрязнения окружающей среды экономисты полагали, что для борьбы с этими загрязнениями необходимо прямое государственное вмешательство. Согласно традиционной точке зрения, государство должно, прежде всего, определять предельные значения загрязнений: ПДК – предельно допустимые концентрации вредных веществ в отходах производства, ПДВ – предельно допустимые нормы выбросов вредных веществ и т.д. Если фирма нарушает эти предписанные государством нормативы, то она подвергается наказанию (прежде всего, штрафам). Коуз и его последователи, изучая проблему загрязнений, указали, что традиционная система борьбы с ними является нерациональной.



Рональд Гэрри Коуз (1910 – 2013) — американский экономист, лауреат Нобелевской премии по экономике 1991 г. «за открытие и прояснение точного смысла транзакционных издержек и прав собственности в институциональной структуре и функционировании экономики».

Во-первых, если предприятие не превышает ПДК и ПДВ, то оно, загрязняя окружающую среду, не несет за это никаких издержек. Во-вторых, значения ПДК и ПДВ определяются одинаково для различных предприятий независимо от того, насколько полезной для общества является выпускаемая ими продукция. Коуз проанализировал конфликты между «загрязнителями» и теми, кто страдает от их деятельности. Он указал на ошибочность мнения, будто государству следует обязательно наказывать производителя загрязнений, защищая интересы тех, кто от них страдает. По его мнению, государство должно максимизировать совокупное благосостояние общества, а потому оно должно становиться на сторону того, кто мог бы использовать право на запрещение загрязнения с наибольшей выгодой для общества. Это значит, что, например, суд должен поддерживать фирму, загрязняющую окружающую среду, если получаемая ею прибыль (как мерило общественной полезности производства) выше прибыли, которую теряют фирмы, страдающие от этого загрязнения.

Новизна идей Коуза связана с тем, что он начал изучать права собственности на нематериальные блага. В частности, в конфликте между загрязнителями и страдающими от загрязнений, объектом конфликта является не само предприятие, загрязняющее окружающую среду, а право на запрещение вредного использования этого предприятия (или, что то же самое, право на производство этим предприятием загрязнений). Это право может становиться

объектом соглашений или купли-продажи безотносительно к тому, кому принадлежит само предприятие. Основная идея Коуза такова: независимо от того, у кого первоначально было право на запрещение вредного использования некоего объекта, в результате актов купли-продажи в конечном счете оно окажется у того, кто сможет использовать это право наиболее эффективно (если только четко работает система прав собственности). Позже это утверждение назвали теоремой Коуза. Ее часто называют самым выдающимся достижением экономической науки второй половины XX века. Теорема Коуза предлагала принципиально новый подход к борьбе с загрязнениями.

Вместо того, чтобы разрабатывать нормативы ПДК и ПДВ, государство должно лишь определить максимально допустимый объем загрязнений, выпустить соответствующее количество лицензий на загрязнения, организовать их распродажу с аукциона по принципу «кто больше заплатит» и затем контролировать соответствие фактического объема загрязнений величине лицензий. Когда создается рынок квот на вредные выбросы (прав на загрязнения), то все они становятся платными. Фирмы, купившие на государственном аукционе лицензии, могут затем их перепродавать другим компаниям. Самое главное, считается, что производить их станут самые общественно полезные, самые прибыльные предприятия. Рекомендации экономической теории прав собственности постепенно начали использоваться на практике – прежде всего, в сфере регулирования атмосферных загрязнений. С одной стороны, некоторые развитые страны стали создавать национальные рынки торговли правами на выбросы вредных веществ. В США после 1990 развивается торговля квотами выбросов сернистого ангидрида, в Великобритании с 2002 работает британская система торговли выбросами парниковых газов. С другой стороны, механизм Киотского протокола призван создать общемировой рынок прав на загрязнение воздуха парниковыми газами.

4.2.3. Основные принципы регулирования загрязнений по Киотскому протоколу.

Рамочная Конвенция ООН об изменении климата содержала обязательства промышленно развитых стран сокращать выбросы парниковых газов в период до 2000. Однако быстро выяснилось, что сокращение выбросов требует длительного периода времени и значительных средств. Поэтому обязательства по сокращению выбросов, предусмотренные РКИК, стали неофициально считаться «юридически не обязательными». Вопрос о необходимости разработки системы мер по достижению целей РКИК в виде протокола к ней вновь был поднят в 1995 на конференции в Берлине. В течение еще двух лет шла разработка международного соглашения, которое было принято в декабре 1997 в японском городе Киото и получило название *Киотского протокола*. Постепенно к этому соглашению присоединялись все новые страны. Украина подписала Киотский протокол 11 февраля 1999. Согласно протоколу, ведущие индустриально развитые страны взяли на себя обязательства в 2008–2012 уменьшить выбросы углекислого газа в среднем на 5% от уровня 1990. Каждой стране выделялась квота на эмиссию углекислого газа. Те страны, которые



Рис. 4.6. Согласно киотским договоренностям, право на загрязнение окружающей среды можно купить.

выбрасывают углекислый газ меньше запланированной квоты, может продать излишки другой стране, которая тем самым приобретала право производить углекислый газ больше исходной квоты. Таким образом, Киотский протокол закреплял за национальными правительствами права на определенное количество вредных выбросов и предлагал развивать рынок по торговле этими правами (Рис.4.6). Основные положения Киотского протокола:

1. Определение допустимого объема выбросов парниковых газов в 2008–2012 для всех участвующих в этом соглашении промышленно развитых стран-участниц (для Российской Федерации установлен потолок выбросов на уровне базового 1990 – 3050 млн. тонн CO₂ - эквивалента).

2. Разработка механизмов корректировки квот для отдельных стран – «механизмы гибкости» (международная торговля квотами, реализация совместных проектов по внедрению технологий, обеспечивающих сокращение выбросов, и т.д.).

3. Разработка механизмов контроля над уровнями выбросов (необходимость создавать национальные системы оценки антропогенных выбросов и их абсорбции, мониторинга за выбросами и стоками).

Общие принципы и положения, изложенные в Киотском протоколе, оказались, однако, недостаточными для практического осуществления предусмотренных им механизмов и процедур. Потребовалось почти четыре года для согласования наиболее важных вопросов, которые были решены на 7-й конференции стран-участников РКИК в Марракеше (Марокко) в ноябре 2001.

Киотский протокол должен был вступить в силу после того, как его ратифицируют 55% стран, подписавших этот документ, причем это должны были быть страны, которые в сумме производили не менее 55% мирового объема выбросов углекислого газа в 1990 (этот год был выбран в качестве точки отсчета).

Изначально и критики, и сторонники Киотского протокола осознавали, что его чисто практическое значение для сокращения выбросов очень невелико: если бы его не было, то в 1990–2010 выброс парниковых газов в мире вырос бы

на 41%, а если все страны, подписавшие Киотский протокол, полностью выполнят его условия, то на 40%. Ценность Киотского протокола состояла в том, что он являлся своего рода «пилотным проектом» для отработки механизмов глобального регулирования вредных выбросов. Принятие же полномасштабного международного соглашения о полномасштабной борьбе с загрязнениями планировалось уже по истечении срока действия Киотского протокола в 2013 году.

4.2.4. Борьба вокруг ратификации Киотского протокола.

Киотский протокол ставил страны в неравные условия. Некоторые проявления этого неравенства справедливы, другие нет. Согласно Киотскому протоколу, преимущества имеют страны, развивающие экологически чистые технологии, а дополнительные расходы возлагаются прежде всего на страны, где преобладают «грязные» технологии. Однако в более выгодных условиях оказываются и те страны, которым «повезло» иметь обширные лесные пространства, даже если в них преобладают «грязные» технологии (Бразилия, Россия). Крупные же дополнительные расходы ложатся на развитые страны, которые обладают высоким уровнем промышленного развития (как США). Поскольку «грязные» технологии преобладают в развивающихся странах, то Киотский протокол вообще не накладывал на них никаких обязательств, чтобы не вызвать их негативную реакцию. Поскольку, однако, такие обязательства неизбежны при дальнейшем развитии киотского механизма, то многие развивающиеся страны (например, КНР) сразу стали демонстрировать критическое отношение к Киотскому протоколу. Самое главное, Киотский протокол стал ареной противоборства между США и его геоэкономическими соперниками. Страны ЕС и Япония, выступившие главными инициаторами этого соглашения, видят в нем механизм глобального контроля не только за применением «грязных» технологий, но и в целом за технологическим развитием. Поскольку разные страны оказались в различной степени

заинтересованы в реализации Киотского протокола, его ратификация натолкнулась на серьезные препятствия. Когда в марте 2001 США, на долю которых приходится 36,1% мировых выбросов, объявили о своем решении не участвовать в Киотском протоколе, его ратификация оказалась под угрозой. До мая 2002 страны, которые ратифицировали протокол (Норвегия, Чехия, Румыния и некоторые другие), являлись источниками всего лишь 2,7% от общего объема выбросов. Возникла угроза, что Киотский протокол так и не вступит в силу. Однако 31 мая 2002 года ЕС информировал ООН о том, что он ратифицировал Киотский протокол.

Страны, подписавшие протокол, определили для себя количественные обязательства по ограничению выбросов на период с 1 января 2008 года по 31 декабря 2012 года. Они обязались снизить в этот период совокупный средний уровень выбросов шести типов парниковых газов (CO_2 , CH_4 , гидрофторуглеводородов, перфторуглеводородов, N_2O , SF_6) на 5,2 % по сравнению с уровнем 1990 года, который был принят как базовый. Основные обязательства взяли на себя развитые страны. Евросоюз должен сократить выбросы на 8 %, США — на 7, Япония и Канада — на 6 %. Страны Восточной Европы и Балтии обязались снизить выбросы ПГ в среднем на 8 %. Россия и Украина — сохранить среднегодовые выбросы в 2008–2012 годах на базовом уровне. Страны восточного региона, такие как Китай, Индия, Индонезия, Южная Корея, Сингапур и Таиланд, обязательств на себя не брали.

4.2.5. Посткиотские договоренности

В 2007 году на глобальных климатических переговорах (конференции сторон) все участники согласились с тем, что сокращение выбросов парниковых газов на 5 % только со стороны развитых стран не способно решить проблему изменения климата. Экономическая карта мира существенно изменилась. Страны, ранее считавшиеся развивающимися, стали центрами мировой индустрии, и, следовательно, основными источниками вредных

выбросов. Однако эти страны все еще не несут никаких экологических обязательств. В то же время гибкие рыночные механизмы Киотского протокола — совместное осуществление, механизм чистого развития и даже торговля квотами — являются скорее финансовым инструментом, чем инструментом сокращения выбросов. Поэтому было принято решение заменить Киотский протокол новым посткиотским соглашением, в котором будут пересмотрены обязательства государств, механизмы и инструменты реализации задач. В 2009 году был сделан первый конкретный шаг. Принято *Копенгагенское соглашение*,



зафиксировавшее новый ориентир: ограничение антропогенного роста средней глобальной температуры до 2 градусов по Цельсию, который со временем может быть ограничен уровнем 1,5 градуса. В 2011 году была принята так называемая *Дурбанская платформа* (ЮАР).



Главным событием этого мероприятия стало обсуждение судьбы Киотского протокола, чей срок действия истекал в декабре 2012 года. Согласно принятой Дурбанской платформе, новый глобальный договор должен быть разработан к 2015 году и после его ратификации вступить в силу в 2020 году. Предполагалось, что в нем будут участвовать США, и такие ведущие

промышленные страны развивающегося мира, как Китай, Индия и Бразилия. Нормы сокращения объемов выброса парниковых газов в атмосферу согласованы не были. Эти нормы должны были установить на основе научных исследований, проводимых под эгидой Всемирного совета по климату (IPCC).

Кроме того, участники конференции ООН в Дурбане договорились продлить срок действия Киотского протокола с 2013 до 2020 года. В рамках договоренностей, срок действия которых истекал в 2012 году, 37 промышленно развитых стран обязались сократить объем выброса двуокиси углерода в среднем на 5% по сравнению с уровнем 1990 года. США в этом договоре не участвовали. В рамках второй фазы действия Киотского протокола – с 2013 по 2020 год – планировалось сократить объемы выброса парниковых газов на 25–40%.

С 12 октября 2011 года участие Украины в международной торговле выбросами была временно приостановлено из-за нарушения правил отчетности о выбросах парниковых газов за 1990-2008 гг. согласно Киотскому протоколу. В частности речь шла о недостаточной способности национальной системы оценки выбросов парниковых газов обеспечить качественную подготовку кадастра парниковых газов за период 1990-2008 годов.

В ходе Конференции по климату в Париже было подготовлено соглашение взамен Киотского протокола. Соглашение принято консенсусом 12 декабря 2015 года, подписано 22 апреля 2016 года и вступило в силу в ноябре 2016 года. В числе 174 стран, подписавших документ, была и Украина. Ключевые положения Парижского соглашения следующие:

- Не позволять средней температуре на планете расти выше 2°C по отношению к показателям доиндустриальной эпохи, а по возможности снизить ее до 1,5°C.
- Начать в период 2050 – 2100 гг ограничивать выброс парниковых газов, получаемых в результате промышленной деятельности человека, который деревья, почва и Мировой океан могут переработать естественным образом.

- Пересматривать в сторону увеличения каждые пять лет вклад каждой страны по снижению вредных выбросов в атмосферу.

- Обязать развитые страны выделять средства в специальный климатический фонд для помощи более бедным государствам в борьбе с последствиями климатических изменений и переход на использование возобновляемых источников энергии. Ежегодное финансирование – 100 млрд. долларов до 2020 года. В 2025 году пересмотреть обязательства и продолжить финансирование этого процесса.

У Украины в рамках Соглашения нет финансовых обязательств. С момента вступления Соглашения в силу Украина должна регулярно предоставлять информацию в отношении национального кадастра антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, а также информацию, необходимую для отслеживания прогресса в осуществлении и достижении заявленных уровней выброса парниковых газов. В то же время на майском Саммите «большой семерки» в Италии в 2017 году США вышли из Парижского соглашения и планируют увеличить объем энергии, производимой от угольных электростанций, в общей энергетической системе страны. Это поставило под вопрос эффективность многих мероприятий, предусмотренных документом, поскольку США являются крупнейшим эмитентом парниковых газов в мире (к примеру, доля этого государства в общемировой эмиссии CO₂ не менее 17%).

4.3. ХАРАКТЕРИСТИКИ ОТХОДОВ И ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ. ОБЩИЕ ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ БЕЗОТХОДНЫХ ПРОИЗВОДСТВ.

Известно, что хозяйственная деятельность людей на пути к конечной продукции ведет к образованию около 25 кг отходов на 1 кг продукта потребления. Согласно статистическим данным, в мире ежегодно в расчете на одного человека добывается 45 тонн сырья, которое с помощью 800 м³ воды и

установок со средней мощностью 3 кВт преобразуется в конечную целевую продукцию и почти 44 тонны отходов. Бесконтрольное «производство» отходов привело к тому, что только в Украине в настоящее время этой субстанции накоплено более 30 млрд. тонн. Ежегодно этот мусорник приростает на 1,8 млрд. тонн. В результате модуль техногенной нагрузки по твердым отходам в нашей стране составляет более 60 тыс. тонн на квадратный километр. Для сравнения – в США и странах ЕС этот показатель не превышает 7,5 тыс. тонн на квадратный километр. Промышленные предприятия Украины являются не только активными потребителями свежей воды, но и «производителями» большого количества сточных вод, которые характеризуются высоким уровнем загрязнения. Ежегодно в Украине в промышленном, сельскохозяйственном и бытовом секторах образуется около 3,5 км³ сточных вод преимущественно промышленного происхождения. Это большая цифра с учетом того, что объем пресноводных ресурсов Украины около 95 км³. Впечатляет тот факт, что более четверти сточных вод в Украине сбрасывается в поверхностные водоемы без какой-либо очистки. В результате в реки и моря страны поступает большое количество тяжелых металлов, минеральных и органических загрязняющих веществ (Табл. 4.2, 4.3.). Вследствие поступления поллютантов, поверхностные водные источники становятся все более загрязненными, и использование из них воды для промышленных, энергетических, бытовых и др. потребностей обуславливает необходимость во все более сложной и затратной очистке. Все известные технологические способы не являются исключением из известного экологического постулата «Чтобы одно очистить, другое надо загрязнить». Таким образом, неизбежным продуктом водоочистки являются отходы. Чаще всего эти отходы представляют собой влажные или шламopodobные осадки. Общее количество таких отходов в Украине достигает 5 млрд. т, а их отвалы занимают площадь более 33 тыс.га. При этом, только 5% этих отходов используется как вторичное сырье, и рост отвалов продолжается. Следует иметь в виду, что перед транспортировкой к месту утилизации осадки должны быть кондиционированы и обезвожены до влажности 45 – 65 %, что является

достаточно трудоемкой и затратной операцией. Экспертные оценки показывают, что для решения проблемы утилизации только отходов водоочистки Украина должна осуществить капиталовложения до 30 млрд. евро в течение 20 лет. Естественно, что такие затраты для экономики Украины непосильны.

Таблица 4.2. Поступление отдельных тяжелых металлов и минеральных загрязняющих веществ в реки и моря Украины с возвратными водами.
(в среднем за год)

Реки	Тяжелые металлы, кг					Минеральные загрязняющие вещества, тыс. тонн				
	Cr	Ni	Cd	Mn	Pb	взвеш. в-ва	сухой остаток	сульфаты	хлориды	
Сев. Донец	1304	850	13	2978	107	10,6	903,9	255,2	147,9	
Лугань	159	494	-	592	-	2,5	234	81	40,6	
Оскол	-	3	-	-	5	0,1	5,6	1,1	1,5	
Уды	544	15	-	-	-	2,6	201	50	25,5	
Кальмус	188	1132	14	2005	295	7,3	1655	370	677	
Миусс	240	1889	81	4100	862	5,5	401	142	41	
Крынка	212	1815	65	3955	780	4,0	226	85	23	
Зап. Буг	52	1	5	25	6	3,0	156	20	22	
Днепр	6506	17370	240	1700	3289	30,2	1576	330	451	
Ингулец	148	181	18	4710	79	1,7	678	87	272	
Самара	864	4814	58	1503	735	3,4	321	103	60	
Ворскла	-	76	-	26	-	0,5	31	3,3	8,2	
Псел	-	958	-	-	-	0,6	40	6,0	6,2	
Десна	-	50	-	347	-	1,1	30	1,8	3,3	
Припять	65	457	1812	1812	551	1,5	40	6,5	8,4	
Днестр	8	52	-	-	-	3	120	18	32	
Дунай	150	98	10	10	146	3,5	47	7	12	
Прут	148	92	-	-	150	1,0	14	2	4	
Южн. Буг	-	907	1,2	1,2	3	2	66	20	17	
Моря	Азовское	-	153	-	-	2200	0,9	150	61	40
	Черное	-	-	-	101	-	3,6	158	11	20

Таблица 4.3. Поступление отдельных органических загрязняющих веществ в реки и моря Украины с возвратными водами. (в среднем за год)

Водоемы	БПК, тыс.т	Фено- лы, т	Неф- те- про- дук- ты, т	В составе органических веществ							
				Нит- риты, тыс.т	Азот (NH ₄ ⁺) тыс.т	Нит- раты, тыс.т	Со, кг	Fe, т	Cu, т	Zn, т	
реки											
Сев. Донец	7,7	1002	191	1	1,5	15,7	258	174	4,8	1,2	
Лугань	1,5	4,4	13	0,1	0,4	1,5	-	32,9	0,2	-	
Оскол	0,2	-	2	-	-	0,1	-	0,8	-	0,1	
Уды	3,5	21	152	0,2	0,5	8,9	-	70,0	4,1	-	
Кальмус	2,3	267	64	0,2	0,5	8,1	780	129	4,8	10,1	
Миусс	1,8	265	32	0,2	0,3	2,4	1066	84	0,8	3,1	
Крынка	1,4	252	30	0,1	0,2	2,0	901	71	0,8	2,8	
Зап. Буг	2,0	61	1	-	0,2	1,1	-	116	0,2	-	
Днепр	21	1130	24	1,2	5,3	32,4	86	648	9,4	19,6	
Ингулец	1,3	4	463	0,2	0,2	2,9	-	64	0,4	-	
Самара	2,8	65	59	0,1	0,5	1,7	88	241	0,6	2,5	
Ворскла	0,3	-	131	-	-	0,7	-	15	0,2	-	
Псел	0,6	-	1	-	0,2	1,2	-	9,3	-	1,2	
Десна	1,0	3	6	-	0,4	0,5	-	16,8	0,4	0,1	
Припять	2,0	276	1	0,1	0,6	2,3	-	54,5	1,7	1,0	
Днестр	3,1	83	15	0,1	0,8	1,4	-	25,7	0,1	0,1	
Дунай	1,9	1	9	-	0,5	0,7	-	2,8	0,1	0,3	
Прут	0,9	-	2	-	0,1	0,2	-	2,8	0,1	0,3	
Южн. Буг	1,9	-	20	0,1	0,5	1,5	-	28	0,3	0,8	
моря	Азовс- кое	0,8	6	14	-	-	2,7	-	26,9	0,4	4,5
	Черное	5,8	1	24	0,1	1,5	2,2	-	22,0	0,1	-

Снизить темпы приближения экологической катастрофы можно лишь путем разработки и внедрения современных безотходных экотехнологий.

Термин «безотходная технология» впервые предложили российские ученые Н.Н. Семенов и И.В. Петрянов-Соколов в 1972 г. В ряде стран Западной Европы вместо «мало- и безотходная технология» применяется термин «чистая или более чистая технология» («pure or more pure technology»). Безотходная технология предполагает практическое применение знаний, методов и средств, позволяющих в рамках потребностей человека обеспечить наиболее рациональное использование природных и энергетических ресурсов, исключив или, в крайнем случае, минимизировав вредное воздействие на окружающую среду. В литературе встречаются и другие термины, например, «безотходная технологическая система» (БТС). Под БТС понимается такое отдельное производство или совокупность производств, в результате практической деятельности которых не происходит отрицательного воздействия на окружающую среду. В определении безотходной технологии подразумевается не только производственный процесс. Это понятие затрагивает и конечную продукцию, которая должна характеризоваться: продолжительным сроком службы изделий, возможностью многократного использования, простотой ремонта, легкостью возвращения в производственный цикл или перевода в экологически безвредную форму после выхода из строя.

Теория безотходных технологических процессов в рамках основных законов природопользования базируется на двух предпосылках:

1. Исходные природные ресурсы должны добываться один раз для всех возможных продуктов, а не каждый раз для отдельных.
2. Создаваемые продукты после использования по прямому назначению должны относительно легко превращаться в исходные элементы нового производства.

Схема такого процесса – «спрос – готовый продукт – сырье». Но каждый этап реализации этой схемы требует затрат энергии, производство

которой связано с потреблением природных ресурсов вне замкнутой системы. Вторым препятствием полной замкнутости процесса является износ материалов, их рассеивание в окружающей среде. Например, долгое, на протяжении многих столетий, использование таких металлов, как серебро, свинец, цинк, медь и др., и их рассеивание в процессе этого использования в окружающей среде привели к тому, что сроки их исчерпания из земных недр составляют, согласно экспертным оценкам, всего один-два десятка лет.

Понятие безотходной технологии условно. Под ним понимается теоретический предел или предельная модель производства, которая в большинстве случаев может быть реализована не в полной мере, а лишь частично (отсюда более реалистичный ориентир развития производства с учетом экологического фактора – малоотходная технология). Но с развитием современных наукоемких технологий безотходная технология должна быть реализована все с большим приближением к идеальной модели.

Критики концепции безотходного производства утверждают, ссылаясь на второй закон термодинамики, что как энергию нельзя полностью перевести в работу, так и сырье невозможно полностью переработать в продукты производства и потребления. Однако второй закон термодинамики строго выполняется только для закрытых систем, в то время как природная среда – система открытая. Продукцию производства, как вид материи, в соответствии с законом сохранения вещества и энергии при определенных условиях можно снова преобразовать в соответствующую продукцию. Примерами могут служить природные экосистемы, которые функционируют без образования отходов. На пути создания безотходных технологий необходимо выработать количественные оценки и критерии степени безотходности. Это крайне сложная задача, поэтому целесообразным является ее пошаговое решение. В целом комплексный подход к оценке степени безотходности производства должен базироваться на анализе степени использования природных ресурсов; на оценке

эффективности производства с использованием материального баланса, т. е. отношения выхода конечной продукции к массе поступившего сырья и полуфабрикатов; на определении количества отходов, приходящихся на единицу продукции.

Для более точной оценки степени безотходности необходимо ввести поправку на токсичность отходов. Невозможно сопоставлять только по массе, например, отходы содового производства и отработанные растворы гальванических цехов. Для сравнительного анализа различных технологических схем однотипных производств, выпускающих продукцию одного и того же вида, на стадии их проектирования вполне может быть использован поправочный коэффициент, учитывающий токсичность отходов.

Расчеты энергетических затрат следует рассматривать с учетом энергоемкости продукции и коэффициентов безотходности. Только в этом случае можно получить объективный показатель безотходности рассматриваемого производства. Масштабы загрязнения окружающей среды при производстве электроэнергии на ТЭС часто таковы, что могут свести к минимуму экологические преимущества, которые удастся достичь при совершенствовании основного производства.

Накопление отходов производства и потребления превратилось в одну из основных угроз экологической безопасности. При этом в условиях истощения природных ресурсов практически не учитывается промышленный потенциал накопленных и образующихся отходов производства и потребления, являющихся техногенным ресурсом. Проблема повышения эффективности использования отходов непосредственно сопряжена с решением задач предотвращения негативного воздействия отходов на окружающую среду и здоровье человека и предполагает сокращение количества образующихся отходов и их максимальное вовлечение в хозяйственный оборот в качестве источника вторичных материальных и энергетических ресурсов, с учетом наилучших доступных

технологий. В этой связи целесообразно привести статьи Закона Украины, регламентирующие порядок работ и организационно-техническую деятельность, связанную с отходами и вторичными ресурсами. Для строгого анализа и творческого осмысления содержания этих статей необходимо в дополнение к данным ранее привести ряд принципиальных определений.

Отходы производства – остатки сырья, материалов и полуфабрикатов, образующиеся в процессе изготовления продукции и частично или полностью утратившие свои потребительские свойства. *Отходы потребления* – различные бывшие в употреблении изделия и вещества, восстановление которых экономически нецелесообразно. Отходы потребления делятся на отходы производственного потребления (отработанные реактивы, катализаторы; стеклянные, пластмассовые, резиновые изделия производственного назначения; вышедшие из строя машины и агрегаты) и отходы бытового потребления (пришедшие в негодность изделия домашнего обихода и личного потребления).

Побочные продукты – вещества, образующиеся при физико-химической переработке сырья наряду с основными продуктами производства. Побочные продукты, как правило, могут быть использованы в качестве готовой продукции. Чаще всего – это компоненты сырья, не используемые в данном производстве, или продукты, которые образуются в результате химических превращений. Побочные продукты, которые получают при добыче или обогащении основного сырья, называют также *путными продуктами*.

Вторичные материальные ресурсы (ВМР) – это отходы производства и потребления, которые могут быть использованы в качестве основного или вспомогательного материала для выпуска продукции. Вторичные материальные ресурсы подразделяют на *реальные и потенциальные*. К реальным ВМР относятся такие отходы, для которых созданы эффективные методы переработки и обеспечен рынок сбыта. Все остальные отходы следует считать потенциальными ВМР. К числу таких ВМР относятся также

все побочные продукты, которые используются не достаточно полно.

Бытовые отходы – часть отходов потребления, образующихся у населения, в том числе при приготовлении пищи, уборке и ремонте жилых помещений, содержании придомовых территорий и мест общего пользования, содержании в жилых помещениях домашних животных и птиц, а также устаревшие, пришедшие в негодность предметы домашнего обихода. К бытовым отходам приравниваются аналогичные отходы потребления, образующиеся в процессе деятельности организаций.

Опасные отходы – отходы, которые обнаруживают одно или несколько опасных свойств (качеств).

Неопасные отходы – отходы, которые не обнаруживают ни одного опасного свойства (качества).

Вторичные ресурсы – отходы, пригодные для использования в целях получения сырья, изделий и (или) энергии.

Вторичные материальные ресурсы – отходы, для которых существует возможность повторного использования непосредственно или после дополнительной переработки.

Вторичные энергетические ресурсы – отходы, пригодные для использования в целях получения энергии непосредственно или после дополнительной переработки.

Вторичное сырьё – часть вторичных материальных ресурсов, для которых имеется реальная возможность и целесообразность использования.

Техногенное месторождение полезных ископаемых – отходы горнодобывающего и перерабатывающего производства, предусматривающие их хозяйственное использование в ближайшем или отдалённом будущем в качестве вторичных ресурсов и включенное в государственный кадастр месторождений и проявлений полезных ископаемых.

Техногенное образование – отходы горнодобывающего и перерабатывающего производства, не являющиеся техногенными месторождениями полезных ископаемых.

Наилучшая доступная технология – технологический процесс, технический метод, оборудование, порядок организации в области обращения с отходами, основанные на современных достижениях науки и техники, обладающие наилучшим сочетанием показателей достижения целей охраны окружающей среды, включая ресурсо- и энергосбережение, и экономической эффективности, при условии их промышленного внедрения.

Обращение с отходами включает сбор, сортировку, накопление, обезвреживание, транспортирование, размещение, уничтожение и переработку отходов.

Размещение отходов включает хранение и захоронение отходов.

Хранение отходов – содержание отходов в объектах размещения отходов в целях их последующего захоронения, обезвреживания или использования.

Термическое уничтожение отходов – уничтожение отходов путём сжигания или пиролиза в целях предотвращения негативного воздействия отходов на здоровье человека и окружающую среду;

Захоронение отходов – изоляция отходов, не подлежащих дальнейшему использованию, в специальных хранилищах в целях предотвращения попадания вредных веществ в окружающую среду.

Использование (переработка) отходов – применение отходов для производства товаров (продукции), выполнения работ, оказания услуг и (или) для получения энергии.

Обезвреживание отходов – обработка отходов на специализированных установках в целях предотвращения негативного воздействия отходов на здоровье человека и окружающую среду.

Объект для размещения отходов – сооружение для хранения и захоронения отходов, обустроенное и эксплуатируемое в соответствии с требованиями действующего законодательства.

Объект для обезвреживания опасных отходов – сооружение для обезвреживания опасных отходов, обустроенное и эксплуатируемое в соответствии с требованиями действующего законодательства.

Полигон для захоронения отходов – сооружение для захоронения отходов, обустроенное и эксплуатируемое в соответствии с требованиями действующего законодательства.

Свалка – место размещения отходов на территории, не предназначенной и (или) не обустроенной в установленном порядке для размещения отходов.

Полигон опасных отходов – сооружение для бессрочного захоронения опасных отходов, обустроенное и эксплуатируемое в соответствии с требованиями законодательства.

Трансграничное перемещение отходов – перемещение отходов с территории, находящейся под юрисдикцией одного государства, на территорию (через территорию), находящуюся под юрисдикцией другого государства, или в район, не находящийся под юрисдикцией какого-либо государства, при условии, что такое перемещение отходов затрагивает интересы не менее чем двух государств.

Лимит на размещение отходов – предельно допустимое количество отходов конкретного вида, которые разрешается размещать определенным способом на установленный срок в объектах размещения отходов с учетом экологической обстановки на данной территории.

Норматив образования отходов – установленное количество отходов конкретного вида при производстве единицы продукции.

Паспорт отходов – документ, удостоверяющий принадлежность отходов к опасным отходам, содержащий сведения об их составе.

Вид отходов – совокупность отходов, которые имеют общие признаки в соответствии с системой классификации отходов.

Сбор отходов – прием или поступление отходов от физических или юридических лиц в целях дальнейшего использования, обезвреживания, транспортирования, размещения таких отходов.

Сбор вторичного сырья – приём или поступление вторичного сырья от юридических лиц, индивидуальных предпринимателей и физических лиц в целях дальнейшего использования.

Транспортирование отходов включает деятельность, связанную с перемещением отходов между местами или объектами их образования, сортировкой, накоплением, хранением, использованием, обезвреживанием, захоронением.

Накопление отходов – временное складирование отходов в местах (на площадках) на срок не более чем двенадцать месяцев, обустроенных в соответствии с требованиями законодательства в области охраны окружающей среды и законодательства в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, в целях их дальнейшего использования, обезвреживания, размещения, транспортирования.

Производитель отходов – субъект хозяйственной и иной деятельности, физическое лицо, деятельность которого приводит к образованию отходов.

Отсутствие системного подхода к проблеме сбора, переработки и утилизации отходов в Украине привело к глубокому эколого-экономическому кризису. Растущее количество отходов и повышение связанной с ними опасности оказывает значительное влияние на глобальную экологию и местную окружающую среду, на состояние природных ресурсов, здоровья населения, на местную экономику и условия жизни, приходя во все большее противоречие с целями устойчивого развития. В 2014 году в Украине согласно данным Государственной службы статистики объемы образования отходов всех

классов опасности составили 354,8 млн.т, в том числе от экономической деятельности предприятий и организаций – 348,4 млн.т, в домохозяйствах – 6,4млн. т. В структуре общих объемов образования отходов по категориям материалов доминируют минеральные отходы (больше 75% от общего объема образованных отходов). Остальные около 25% составляют следующие основные категории отходов: отходы черных металлов – 4179,2 тыс.т (1,2%) отходы растительного происхождения 9061,4тис.т (2,6%) осадок промышленных стоков - 3567,2 тыс.т (1,0%); отходы сгорания – 1401,9 тыс.т. (4,0%) смешанные но неидентифицированные материалы 7573,9 тыс.т (2,1%) затвердевшие, стабилизированные или остекленевшими отходы; минеральные отходы, образующиеся после переработки – 29868,2 тыс.т (8,4%) и другие категории отходов. Острой и актуальной проблемой остается утилизация и удаление твердых бытовых отходов (Рис.4.7). Объемы образования твердых бытовых отходов (ТБО) увеличиваются с каждым годом, а объемы удаленных уменьшаются.

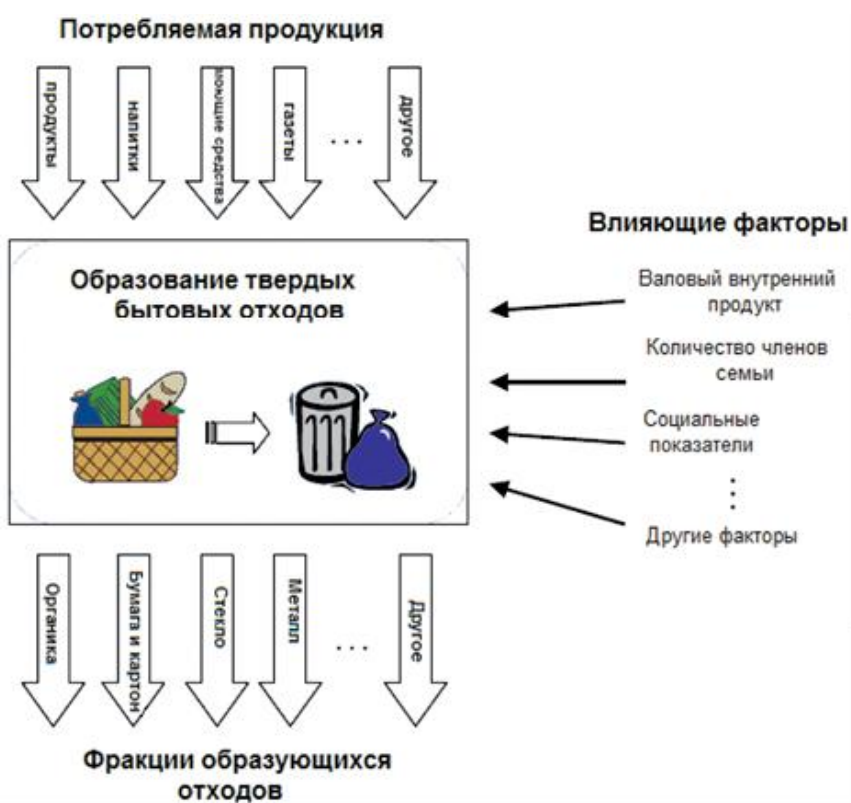


Рис. 4.7. Природа и структура твердых бытовых отходов.

Вопрос своевременного вывоза ТБО, бесхозных отходов решается неправильно. При проверке водоохранных зон и прибрежных полос установлено значительное накопление ТБО, использованных упаковочных материалов и тары, что приводит к их несанкционированному складированию и загрязнению водоохранных зон и прибрежных полос. Сбор отходов является основной задачей санитарной очистки населенных пунктов. Ненадлежащая санитарная их очистка приводит к возникновению стихийных и бесхозных свалок. Исполкомами городских советов и районными администрациями ежегодно проводится работа по ликвидации несанкционированных и бесхозных свалок отходов. Но ликвидация свалок не решает острой проблемы, которая сложилась с твердыми бытовыми отходами. Бытовые отходы складываются в природных рельефных образованиях – балках, оврагах, долинах и на берегах рек, несанкционированных свалках, в лесополосах, вдоль железнодорожных зон отчуждения, на склонах водоемов, моря, и т.п. Несанкционированные свалки приобретают не только достаточно крупные размеры, но и накапливают опасные вещества и материалы, нередко 1-го и 2-го классов опасности. Это представляет экологическую опасность, поскольку сточные воды, насыщенные загрязняющими веществами, попадают в водные объекты. Много проблем возникает со строительными отходами, образующиеся при демонтаже и монтаже зданий и сооружений, реконструкции, нового строительства в значительных объемах. Места для их удаления отсутствуют. Городские свалки ТБО принимают эти отходы как изолирующий материал в измельченном виде. Предприятия вынуждены их размещать и накапливать на своей территории. Существующая структура системы санитарной очистки населенных пунктов несовершенна. Строительство полигонов твердых бытовых отходов, которые бы отвечали экологическим требованиям, и оформление в соответствии с действующим законодательством отвода земельных участков под полигоны твердых бытовых отходов является

острой и актуальной проблемой, особенно в районах с рекреационным назначением. В то же время там, где ведется строительство полигонов, постоянно возникают проблемы с финансированием и данные объекты вынуждены относить к долгосрочным.

Практически все действующие городские свалки для удаления отходов не соответствуют эколого-санитарным требованиям, большинство из них исчерпали свои мощности и не обеспечивают экологическую безопасность. Технологическое несовершенство обустройства свалок вызывает загрязнение поверхностных и подземных вод, создает угрозу ухудшения экологического, санитарно-эпидемиологического состояния и состояния здоровья населения, деградации рекреационных ресурсов. Экологическая ситуация осложняется из-за того, что в течение продолжительного времени не решаются проблемы в сфере обращения с отходами и прежде всего, из-за больших объемов их ежегодного образования, из-за низкого уровня их отдельного сбора и передачи на дальнейшую утилизацию специализированным предприятиям.

В структуре общего объема отходов, образовавшихся в Украине, отходы I-III классов опасности составляют лишь около 2% от общего количества, однако именно они создают риски для здоровья и окружающей среды. Среди них преобладают такие категории отходов как использованные растворители, отходы кислот, щелочей или солей, химических препаратов, отработанные химические катализаторы и отработанные масла, отходы, содержащие полихлордифенилы, химические осадки и остатки, затвердевшие, стабилизированные или остекленевшие отходы и т.п. В структуре образования опасных отходов I-III классов опасности доминируют отходы черных металлов (32%), отходы кислот, щелочей или солей (15%), осадки промышленных стоков (10%), отходы сгорания (5%), остальные отходы составляют менее 5 %.

Следует отметить, что фактические объемы накопленных отходов во многих регионах страны превышают те, что отражены в статистической отчетности, поскольку обанкротившиеся и неработающие предприятия, ранее накопившие значительные объемы отходов, не являются респондентами государственных статистических наблюдений. Места удаления отходов, особенно крупнотоннажных (шахтные отвалы и шламонакопители) и опасных, расположенных на территории предприятий, которые не работают, негативно влияют на экологическое состояние окружающей среды.

В Украине на сегодняшний день существует только один полигон для контролируемого длительного хранения токсичных промышленных отходов (кроме I класса), которому предоставлен соответствующий статус после реконструкции. Такие отходы 1-го (кроме отработанных ртутных люминесцентных ламп), 2-го и 3-го классов опасности (токсичности) хранятся на территориях промышленных предприятий, учреждений и организаций по соответствующим разрешениям территориальных органов санэпидслужбы и экологических инспекций. В большинстве все шламо-, хвостохранилища, где хранятся отходы 3 и 4 классов, уже исчерпали свои проектные мощности и нуждаются в коренной реконструкции с уменьшением объемов накопления. Это приводит к техногенному загрязнению почвы и смежных с ним сред различными вредными органическими и минеральными веществами, в том числе углеводородами, соединениями азота, тяжелыми металлами и т.д. и способствует возникновению техногенно спровоцированных изменений естественного состояния (подтопление, просадки грунтов, пропасть, нарушение грунтовых водотоков).

Чрезвычайно актуальным сегодня является решение вопроса обезвреживания непригодных к применению (просроченные сроки использования, неидентифицированные препараты и т.д.) пестицидов, которые классифицируются как отходы, причем в основном как

высококумулятивные и высокотоксичные для человека и нестабильные в окружающей среде. В результате смешивания различных по физико-химическим характеристикам агрохимикатов при их ненадлежащем хранении (в основном в непригодных помещениях, под открытым небом с нарушениями санитарно-гигиенических требований) существует реальная опасность поступления различных реагентов этих отходов в окружающую среду и их негативное воздействие на здоровье населения. В целом следует отметить, что недостаточное количество полигонов для захоронения токсичных промышленных отходов и отсутствие заводов по их обезвреживанию и переработке, отсутствие достаточного количества централизованных пунктов сбора, утилизации, обезвреживания и захоронения по видам отходов (в т.ч. токсических), которые образуются практически на всех предприятиях, приводит к такому негативному явлению, как размещение и накопление отходов на собственных территориях предприятий. Места складирования токсичных отходов на предприятиях часто не соответствуют экологическим требованиям, способствует их попадание на несанкционированные свалки и другие непригодные для этого места. Доминирующим способом обращения с отходами остается их уничтожение и удаление. Так, по данным Государственной службы статистики в 2014 году из общего количества образованных отходов 354,8 млн.т было утилизировано, 112,2 млн.т, что составляет почти 31,6%, удалены в специально отведенные места и объекты, 203,8 млн.т, что составляет 57,4% и в места неорганизованного хранения 141,5 тыс.т. В 2014 году было сожжено 944,6 тыс.т отходов или 3,3%. Наибольшим уровнем использования характеризуются отходы черных металлов (91,1%), пластиковые отходы (90,1%), отходы растительного происхождения (90,1%), отходы животного происхождения и смешанные пищевые отходы (50,8%), отработанные масла (50,4%), отходы сгорания (40,0%) и др.

Отдельным направлением утилизации является сжигание отходов. В 2014 году было сожжено 944,5 тыс.т отходов на энергетические цели. В основном это отходы растительного происхождения, древесные отходы, отходы животного происхождения и пищевые отходы и т. п. В Украине работают официально созданные 6 тыс. свалок и полигонов общей площадью более 9 тыс. га. Количество перегруженных свалок составляет 960 ед. (16%), а 1138 ед. (19%) не соответствуют нормам экологической безопасности. Ненадлежащим образом проводится работа по паспортизации и рекультивации свалок. Из 3049 свалок, которые нуждаются в паспортизации, в 2014 году фактически паспортизовано 432 ед. (Требуют паспортизации 44% свалок от их общего количества).

В целом ситуация в сфере обращения с бытовыми отходами остается крайне сложной. Основными факторами, способствующими такому положению, являются неурегулированность на законодательном уровне положений по установлению тарифов и оплаты услуг по переработке и захоронению бытовых отходов и невыполнение местными властями требований, определенных Законами Украины «О жилищно-коммунальных услугах» и «Об отходах» в части недостаточного финансирования развития и содержания объектов отрасли, установления экономически обоснованных тарифов, норм предоставления услуг по вывозу бытовых отходов и организации надлежащего контроля за перевозкой, размещением и использованием полигонов и свалок. Несмотря на целый ряд действующих нормативно-правовых актов и экономических инструментов, проблема отходов остается достаточно острой из-за несовершенства организации обезвреживания и хранения опасных отходов и недостаточность соответствующей инфраструктуры; увеличение техногенно-экологических рисков, связанных с объектами накопления отходов; обострение проблемы выделения земель для размещения полигонов бытовых отходов и др. Такая ситуация

свидетельствует о недостаточно эффективном государственном управлении и о необходимости срочного решения проблемы отходов.

4.4.ОСНОВНЫЕ СТАТЬИ ЗАКОНА УКРАИНЫ, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩИЕ ПОРЯДОК РАБОТ И ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ, СВЯЗАННУЮ С ОТХОДАМИ И ВТОРИЧНЫМИ РЕСУРСАМИ.

Целью настоящих статей закона является создание правовых, экономических и организационных основ обращения с отходами производства и потребления, предотвращения отрицательного воздействия отходов производства и потребления на окружающую среду, сокращения образующихся отходов производства и потребления, их использование в качестве вторичных ресурсов.

Статья 35. Порядок осуществления деятельности, связанной со сбором и заготовкой отдельных видов отходов как вторичного сырья

Деятельность, связанная со сбором и заготовкой отдельных видов отходов как вторичного сырья и обеспечением ими перерабатывающих предприятий, осуществляется на основании лицензии, выданной в соответствии с законом.

Основанием для выдачи лицензии на сбор и заготовку отходов как вторичного сырья является наличие у специализированных предприятий производственных и складских помещений, прессового, грузоподъемного и аналитического оборудования, квалифицированного персонала. Общие требования к материально-технической базе для сбора и заготовки отходов как вторичного сырья, обеспечения противопожарной и экологической безопасности устанавливаются специально уполномоченным центральным органом исполнительной власти в сфере обращения с отходами. Операции обращения с отдельными видами отходов как вторичного сырья в части принятия и закупки их у населения специализированные предприятия осуществляют через свои приемные пункты (стационарные или

передвижные). Перечень отдельных видов отходов как вторичного сырья утверждается Кабинетом Министров Украины.

Статья 37. Контроль и надзор в сфере обращения с отходами

Государственный контроль и надзор в сфере обращения с отходами осуществляют специально уполномоченный центральный орган исполнительной власти в сфере обращения с отходами, другие специально уполномоченные органы исполнительной власти в сфере обращения с отходами. Первичный производственный контроль в сфере обращения с отходами осуществляют в пределах своей компетенции производители отходов. Общественный контроль в сфере обращения с отходами осуществляют общественные инспекторы из охраны окружающей природной среды в соответствии с законодательством. Надзор за соблюдением законов в сфере обращения с отходами осуществляет Генеральный прокурор Украины и подчиненные ему органы прокуратуры в пределах полномочий, предусмотренных законом.

Статья 38. Организационно-экономические мероприятия по обеспечению утилизации отходов и уменьшения объемов их образования

Организационно-экономические мероприятия по обеспечению утилизации отходов и уменьшения объемов их образования предусматривают:

- а) лимитирование объемов образования и размещения отходов;
- б) установление нормативов платы и размера платежей за размещение отходов с дифференциацией платежей в зависимости от уровня опасности отходов и ценности территории;
- в) предоставление субъектам предпринимательской деятельности, которые будут утилизировать, уменьшают объемы образования отходов и внедряют в производство малоотходные технологии, в соответствии с законодательством налоговых, кредитных и других льгот;
- г) предоставление в установленном законодательством порядке налоговых, кредитных и других льгот субъектам предпринимательской

деятельности, которые сдают отходы как вторичное сырье и занимаются сбором и заготовкой таких отходов;

д) определение приоритетов относительно финансирования за государственным контрактом предприятий, которые внедряют малоотходные технологии, обрабатывают и будут утилизировать отходы;

е) пересмотр перечня отходов, относительно которых с учетом государственных интересов должен устанавливаться специальный режим стимулирования их сбора, заготовки и использования;

ж) целевое финансирование научно-исследовательских работ из конкретных проблем утилизации отходов и уменьшения их образования;

з) предоставление возможности оставлять часть средств от платежей за размещение отходов на финансирование мероприятий по утилизации отходов и уменьшения объемов их образования в соответствии с обоснованными инвестиционными проектами и программами;

и) создания фондов для целевого финансирования мероприятий по утилизации отходов за счет добровольных взносов производителей отходов, их владельцев, отечественных и иностранных субъектов хозяйственной деятельности, отдельных граждан, экологического страхования и тому подобное.

Законодательством Украины могут устанавливаться и другие организационно экономические мероприятия по обеспечению утилизации отходов и уменьшения объемов их образования.

Статья 39. Плата за размещение отходов

За размещение отходов из субъектов предпринимательской деятельности взимается плата. Размер платы устанавливается на основе нормативов, которые рассчитываются на единицу объема образованных отходов, в зависимости от уровня их опасности и ценности территории, на которой они размещены. За сверхлимитное размещение отходов плата взимается в повышенном размере. Полученные средства перечисляются в фонды охраны окружающей природной среды в соответствии с законом.

Нормативы платы за размещение отходов определяет Кабинет Министров Украины. Плата за размещение отходов на территориях предприятий, учреждений и организаций - субъектов хозяйственной деятельности, которые имеют лицензию на сбор и заготовку отдельных видов отходов как вторичного сырья и осуществляют уставную деятельность из сбора и заготовки таких отходов и предоставляют услуги в этой сфере, не взимается.

Статья 40. Стимулирование мероприятий по утилизации отходов и уменьшению объемов их образования

С целью стимулирования мероприятий по утилизации отходов и уменьшению объемов их образования субъектам хозяйственной деятельности, которые внедряют технологии, направленные на уменьшение объемов образования отходов, будут утилизировать отходы в процессе производства продукции (выполнение работ, предоставления услуг), осуществляют их сбор и заготовку, строительство предприятий и цехов, а также организуют производство оборудования для утилизации отходов, принимают паевое участие в финансировании мероприятий по утилизации отходов и уменьшения объемов их образования, могут предоставляться в соответствии с законом Украины:

а) льготы относительно налогообложения прибыли от реализации продукции, изготовленной с использованием отходов;

б) приоритетное государственное кредитование;

в) специальные государственные субсидии на уменьшение процентов за банковские кредиты, связанные с инвестициями, которые направляются на утилизацию отходов и изготовления соответствующего оборудования;

г) дотации из Государственного бюджета Украины, республиканского бюджета Автономной Республики Крым и местных бюджетов для перевозки отходов (вторичного сырья) или полуфабрикатов, полученных из этих отходов;

д) информация относительно технологических возможностей утилизации отходов;

е) дотации из фондов охраны окружающей природной среды и других источников;

ж) льготы относительно пополнения оборотных средств предприятий, учреждений и организаций - субъектов хозяйственной деятельности, которые осуществляют сбор и заготовку, обработку (переработку) и утилизацию отходов как вторичного сырья, при условии целевого использования этих средств для приобретения и переработки таких отходов. Местные органы исполнительной власти и органы местного самоуправления могут определять в пределах своих полномочий дополнительные мероприятия, связанные со стимулированием утилизации отходов и уменьшением объемов их образования.

Статья 41. Финансирование мероприятий по утилизации отходов и уменьшению объемов их образования

Финансирование мероприятий по утилизации отходов и уменьшению объемов их образования осуществляется за счет средств производителей отходов и их владельцев. Для финансирования этих мер могут привлекаться средства местных бюджетов, фондов охраны окружающей природной среды, добровольные взносы предприятий, учреждений, организаций, граждан и их объединений, а также средства Государственного бюджета Украины, предусмотренные на проведение мероприятий, которые включаются в Государственную программу социального и экономического развития Украины.

Статья 42. Правонарушения в сфере обращения с отходами

Лица, виновные в нарушении законодательства об отходах, несут дисциплинарную, административную, гражданскую или криминальную ответственности за:



а) нарушение установленного порядка обращения с отходами, что привело или может привести к загрязнению окружающей природной среды, прямого или опосредствованного вредного влияния на здоровье человека и экономических убытков;

б) самовольное размещение или удаление отходов;

в) нарушения порядка ввоза в Украину, вывоза и транзита через ее территорию отходов как вторичного сырья;

г) невыполнение распоряжений и предписаний органов, которые осуществляют государственный контроль и надзор за операциями обращения с отходами и за местами их удаления;

д) укрывательство или отказ от предоставления полной и достоверной информации по запросам должностных лиц и граждан и их объединений относительно безопасности образования отходов и обращения с ними, в том числе, об их аварийных сбросах и соответствующих последствиях;

е) укрывательство превышения установленных лимитов на объемы образования и размещения отходов;

ж) смешивание или захоронение отходов, для утилизации которых в Украине существует соответствующая технология, без специального разрешения специально уполномоченного органа исполнительной власти в отрасли охраны окружающей природной среды;

з) нарушение правил ведения первичного учета и осуществления контроля операций обращения с отходами;

и) нарушение сроков представления и порядка отчетности относительно образования, использования, обезвреживания и удаления отходов;

к) невыполнение требований относительно обращения с отходами (во время их сбора, перевозки, хранения, обработки, утилизации, обезвреживания, удаления и захоронения), что привело к негативным экологическим, санитарно эпидемическим последствиям или нанесло материальный или моральный вред;

л) передачу отходов с нарушением установленных правил на хранение, обработку или удаление предприятиям или организациям, которые не имеют соответствующего разрешения на проведение этих операций;

м) нарушения установленных правил и режима эксплуатации установок и производств обработки и утилизации отходов, а также полигонов для хранения или захоронения промышленных, бытовых и других отходов (свалок мусора, шламохранилищ, золоотвалов и тому подобное);

н) производство продукции из отходов или с их использованием без соответствующей технической нормативно- и технологической документации, согласованной в установленном порядке;

о) несоблюдение условий ввоза отходов как вторичного сырья на территорию Украины;

п) несвоевременное внесение платежей за размещение отходов;

р) нарушение требований безопасной перевозки опасных отходов.

Законами Украины может быть установлена ответственность и за другие правонарушения законодательства об отходах.

Статья 43. Возмещение вреда, причиненного в результате нарушения законодательства об отходах

Предприятия, учреждения, организации и граждане Украины, а также иностранные юридические и физические лица и лица без гражданства обязаны возместить вред, причиненный ими в результате нарушения законодательства об отходах, в порядке и размерах, установленных законодательством Украины.

4.5. КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА СТЕПЕНИ БЕЗОТХОДНОСТИ.

В связи с созданием безотходных производств особую важность приобретает количественная оценка степени приближения производства к безотходному, т. е. выявление критериев квалификации его как

безотходного, малоотходного или традиционного. В основу критериев, определяющих вредное воздействие производства на окружающую среду, положены существующие ПДК загрязняющих веществ. На их основе рассчитываются научно-технические показатели воздействия производства на окружающую среду, к которым в первую очередь относятся нормативы *предельно-допустимых выбросов* (ПДВ) в атмосферу и *предельно-допустимых сбросов* (ПДС) в водоемы. Эти показатели измеряются для каждого источника организованного выброса или сброса. Вторая по значимости количественная оценка степени безотходности производства базируется на степени использования в технологических процессах сырья и материалов. В химической промышленности введен *коэффициент безотходности* (K_B), который характеризует полноту использования в производстве материальных и энергетических ресурсов, а также интенсивность воздействия этого производства на окружающую среду:

$$K_B = f \cdot K_M \cdot K_E \cdot K_A, \quad (4.2)$$

где f – коэффициент, определяемый эмпирическим путем; K_M – коэффициент полноты использования материальных ресурсов; K_E – коэффициент полноты использования энергетических ресурсов; K_A – коэффициент соответствия экологическим требованиям.

Принято считать, что при $K_M = 0,8 \div 0,9$ производство является малоотходным, а при $K_M = 0,90 \div 0,98$ производство практически полностью безотходно. Поступление в окружающую среду газовых выбросов, сточных вод и твердых отходов во всех случаях должно соответствовать санитарно - гигиеническим нормативам. Вероятно, в первом приближении для практических целей значение коэффициента безотходности (или коэффициента комплексности), равное $75 \div 90 \%$, можно принять в качестве количественного критерия малоотходного, а до 98% – безотходного производства в любых других отраслях промышленности.

4.6. ПРИНЦИПЫ «ЗЕЛеноЙ ХИМИИ» - ЗАПОВЕДИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ХИМИКА-ТЕХНОЛОГА.

В революционной книге «Зеленая химия: теория и практика» (Green Chemistry: Theory and Practice), увидевшей свет в 1998 году, авторы Пол Анастас и Джон Уорнер дают следующее определение «зеленой» химии как «применение ряда принципов, снижающих или исключаящих использование или образование опасных веществ при разработке, производстве и применении химической продукции». Не следует рассматривать «зеленую химию» как новое научное направление или новый раздел. Это скорее новый способ мышления в химии. В упомянутой книге разработано двенадцать основных принципов, принятых Американским обществом химиков (ACS) в качестве руководящих, позволяющих ликвидировать образование токсических отходов химических веществ. Эти принципы частично диктуются здравым смыслом (например, акцент на профилактике образования отходов, а не их обработке или очистке), частично связаны с прогрессивным планированием производственных процессов, включая использование более экологически чистого или возобновляемого сырья. Вот эти принципы.



Пол Анастас (род. в 1962 году, США) директор «Центра зеленой химии и зеленой инженерии» в Йельском университете. Известен как «Отец зеленой химии». В соавторстве с Джоном Уорнером написал книгу *«Зеленая химия: теория и практика»*, где были сформулированы 12 принципов «зеленой химии». Эти принципы в настоящее время являются основным элементом американских образовательных программ в области экологии.

1. POLLUTION PREVENTION. It is better to prevent waste than to treat and clean up waste after it is formed. Лучше предотвращать образование

выбросов и побочных продуктов, чем заниматься их утилизацией, очисткой или уничтожением.

Главный принцип зеленой химии основывается на упреждении образования химических загрязнений, Такое упреждение намного более эффективно, чем попытки избавиться от последствий образования ядовитых побочных продуктов. В XXI веке органическая химия использует водород в роли восстановителя. Нет необходимости утилизации, т.к. он трансформируется в воду. Как окислитель используется оксид азота. Он трансформируется в азот. Вместо фосгена в качестве карбонилирующего агента используется диметилкарбонат. Замена хроматов и перманганатов в качестве окислителей на гипохлорит натрия приводит к образованию в качестве побочного продукта хлорида натрия, который, в отличие от соединений хрома и марганца, не является вредным веществом.

2. ATOM ECONOMY. Synthetic methods should be designed to maximize the incorporation of all materials used in the process into the final product. Стратегия синтеза должна быть выбрана таким образом, чтобы ВСЕ материалы, использовавшиеся в процессе синтеза, в максимальной степени вошли в состав продукта.

Второй принцип заключается в эффективности превращений. Изначально при синтезе веществ планируется минимальное количество неиспользованных отходов. Это достигается путём скрупулезных расчетов с использованием полного списка исходных материалов, которые войдут в состав продукта. Здесь следует иметь в виду понятие атомной экономии или атомной эффективности. Например, традиционный синтез лекарственного препарата ибупрофена включает шесть стадий с общей атомной эффективностью, не превышающей 40%. В последние годы разработан трехстадийный синтез этого анальгетика с общей атомной эффективностью около 80%.

3. LESS HAZARDOUS SYNTHESIS. Whenever practicable, synthetic methodologies should be designed to use and generate substances that possess

little or no toxicity to human health and the environment. По возможности должны применяться такие синтетические методы, которые используют и производят вещества с максимально низкой токсичностью по отношению к человеку и окружающей среде.

Третий принцип основывается на энергии затрачиваемой на процесс производства. Основная цель минимизировать энергетические затраты. Весь процесс должен проводиться при определенных температурных условиях и давлении. Чтобы преодолеть энергетический барьер по технологическим правилам предусмотрено поддерживать высокую температуру. Он разделяет реагенты от продуктов. Производится отбор катализаторов, он снизит уровень барьера и позволит осуществить реакцию в доступных условиях и температурных условиях.

4. DESIGN SAFER CHEMICALS. Chemical products should be designed to preserve efficacy of the function while reducing toxicity. Производимые химические продукты должны выбираться таким образом, чтобы сохранить их функциональную эффективность при снижении токсичности.

Этот принцип особенно важен в создании пестицидов и других средств защиты растений узкоцелевого спектра действия. Если будет понятен механизм защиты данного вида растений, то возможен целевой синтез продуктов, содержащих только ту функциональную группу или фрагмент структуры, который нужен для эффективного действия препарата. При этом общая токсичность соединения должна быть снижена.

5. SAFER SOLVENTS AND AUXILIARIES. The use of auxiliary substances (solvents, separations agents, etc.) should be made unnecessary whenever possible and, when used, innocuous. Использование вспомогательных веществ (растворителей, экстрагентов и др.) по возможности должно быть сведено к минимуму (нулю).

Этот принцип достаточно очевиден, т.к. растворители и экстрагенты ни одним атомом не входят в состав конечного продукта (атомная эффективность равна нулю), но составляют во многих процессах

значительную и довольно дорогостоящую долю материального баланса. Их использование и переработка требуют больших капиталовложений (экстракционные и дистилляционные колонны, осушка, очистка, рецикл или сжигание). В черный список недостатков этих растворителей входят также горючесть, взрывоопасность, токсичность, канцерогенность и др. В качестве альтернативы в последнее время предлагаются новые растворители, обладающие определенными преимуществами по сравнению с традиционными. К таким растворителям можно отнести ионные жидкости, фторированные растворители, диоксид углерода в сверхкритических условиях. Следует заметить, что, как бы это ни казалось противоречивым и парадоксальным, вода не относится к самым «зеленым» растворителям. Растворимость соединений в воде обычно выше, чем, например, в CO₂. В результате этого использование в технологическом процессе диоксида углерода в сверхкритическом состоянии предпочтительнее, поскольку снижается риск загрязнения окружающей среды в случае выброса растворителя в атмосферу.

6. DESIGN FOR ENERGY EFFICIENCY. Energy requirements should be recognized for their environmental and economic impacts and should be minimized. Synthetic methods should be conducted to ambient temperature and pressure. Энергетические расходы должны быть пересмотрены с точки зрения их экономии и воздействия на окружающую среду и минимизированы. По возможности химические процессы должны проводиться при низких температурах и давлениях.

Этот принцип основывается на всестороннем учете энергетических затрат производства. Основная цель любого процесса в рамках этого принципа - минимизирование энергетических затрат. Весь процесс должен проводиться при определенных температурных условиях и давлении. Чтобы преодолеть энергетический барьер по технологическим правилам предусмотрено поддерживать высокую температуру. Соответствующий выбор катализаторов позволит снизить энергетический барьер и обеспечить

протекание реакции при более низких температурах. Перспективно также использование параллельных схем, в которых тепло экзотермических реакций поглощается параллельно протекающими эндотермическими реакциями.

7. USE OF RENEWABLE FEEDSTOCKS. A raw material or feedstock should be renewable rather than depleting whenever technically and economically practical. Сырье для получения продукта должно быть возобновляемым, а не исчерпаемым, если это экономически целесообразно и технически возможно.

В контексте тенденции к исчерпанию до конца XXI века основных запасов нефти и природного газа, а спустя еще несколько сотен лет и угля, особое значение имеет стратегия перехода на возобновляемое (растительное, природное) сырье. В качестве такого сырья наиболее привлекательны растительные масла (особенно пальмовое), целлюлоза, хитин и получаемый из него хитозан, а также биомасса и бытовой мусор, которые в скором времени могут стать ценным сырьем и будут продаваться, и покупаться так же, как нефть и газ. Углекислый газ также рассматривается как возобновляемое сырье, и поэтому новые идеи его утилизации имеют исключительную ценность.

8. REDUCE DERIVATIVES. Unnecessary derivatization (blocking group, protection/deprotection, temporary modification of physical/chemical processes) should be avoided whenever possible. Вспомогательные стадии получения производных (защита функциональных групп, введение блокирующих заместителей, временные модификации физических и химических процессов) должны быть по возможности исключены.

Многие процессы органического синтеза, особенно в фармацевтической и пищевой промышленности, включают большое число стадий введения защитных и блокирующих групп, которые затем удаляются и не входят в состав конечного продукта. Разработка мягких и высокоэффективных процессов и катализаторов – прямая дорога к устранению необходимости в

таких неэффективных стадиях. Особенно впечатляют достижения ферментативного катализа.

9. CATALYSIS. Catalytic reagents (as selective as possible) are superior to stoichiometric reagents. Каталитические системы и процессы (как можно более селективные) во всех случаях лучше, чем стехиометрические.

Основная идея «зеленой химии» - учиться у природы. Комбинация различных подходов, например, сочетание биокатализа и электрохимии с проведением процессов в водной среде; сочетание СВЧ – активации, катализа и систем без растворителя; межфазный катализ как вариант сочетания катализа и использования водных сред или ионных жидкостей оказываются весьма эффективными и демонстрируют многочисленные примеры синергизма и других неаддитивных эффектов. Привлекательны каталитические процессы в суперкритических субстратах, в качестве которых могут быть использованы углеводороды, для которых критические условия достигаются при сравнительно низких давлениях и температурах (до 40 – 80 атм и до 300 0С). В сверхкритических жидкостях достигается благоприятное сочетание полезных свойств газов и жидкостей: низкая вязкость, высокая диффузионная способность, способность растворять неполярные вещества, при этом растворимость является функцией давления; исключительная экологическая чистота и экономичность процессов, простота аппаратуры и химическая инертность. Интересно, что суперкритическая вода неполярна и обладает сильными окислительными и кислотными свойствами. Перспективным может оказаться также использование сверхкритического аммиака, например, в процессах аминирования спиртов, аммоксидирования олефинов и парафинов и др.

10. DESIGN FOR DEGRADATION. Chemical products should be designed so that at the end of their function they do not persist in the environment and instead breakdown into innocuous degradation products. Производимые химические продукты должны выбираться таким образом, чтобы по

окончании их функционального использования они не накапливались в окружающей среде, а разрушались до безвредных продуктов.

Принципиально важным является вопрос, не образуются ли новые токсичные и вредные для окружающей среды продукты при использовании различных типов исходных реагентов, будет ли происходить разложение (гидролиз, фоторазложение) побочных газообразных, жидких или твердых отходов в природе? В этой связи особенно актуальны биоразлагаемые продукты.

11. REAL-TIME ANALYSIS FOR POLLUTION PREVENTION.

Analytical methodologies need to be further developed to allow for real-time in-process monitoring and control prior to the formation of hazardous substances.

Нужны аналитические методы контроля в реальном режиме времени с целью предотвращения образования вредных веществ.

Достаточно очевидна необходимость онлайн-мониторинга процессов и всех входящих и исходящих потоков, в том числе выбросов в атмосферу, почву и воду. В последние годы разработано много новых и очень чувствительных экспресс-методов анализа для этих целей.

12. INHERENTLY SAFER CHEMISTRY FOR ACCIDENT

PREVENTION. Substance and the form of a substance used in a chemical process should be chosen so as to minimize the potential for chemical accidents, including releases, explosions and fires.

Вещества и их агрегатное состояние в химических процессах должны выбираться таким образом, чтобы минимизировать вероятность непредвиденных несчастных случаев, включая утечки, взрывы и пожары.

Этот принцип имеет исключительную важность, т.к. химия это многовариантная наука, и многие синтезы и технологии допускают использование различных реагентов для получения одного и того же продукта. Вспомним трагедию Бхопала на заводе компании Union Carbide: выброс метилизоцианата, производство которого основано на использовании фосгена, привело к гибели тысяч людей. Позже фирмой Du

Pont был разработан новый экологически более приемлемый метод получения метилизоцианата (без фосгена). Особый интерес представляют также процессы, основанные на биокаталитических технологиях, осуществляемые в мягких условиях и с высокой селективностью.

Подходы «зеленой химии» привлекают для оценки промышленного процесса большое количество факторов. В их числе стоимость реагентов, стоимость оборудования и трудозатраты, затраты на утилизацию отходов и побочных продуктов, затраты на очистку реагентов и конечных продуктов, расходы на транспортировку, на обеспечение хранения и многое другое. Если рассматривать каждый фактор в отдельности, может показаться, что соответствие принципам «зеленой химии» увеличивает стоимость процесса. Однако уже только повышение селективности процесса автоматически снижает затраты на обработку и утилизацию отходов, в результате чего общая себестоимость процесса часто оказывается ниже альтернативных «незеленых» технологий.

Для интегральной количественной оценки эффективности химических производств существует две основные характеристики: E – фактор и атомная эффективность. Обе эти величины ввел в обиход профессор Роджер Шелдон, который является мировым авторитетом в области «зеленой химии» и катализа.



Роджер Артур Шелдон (род. в 1942) - член Лондонского Королевского общества (2015). Роджер Шелдон внес существенный вклад в разработку научной модели процессов каталитического окисления и биокатализа в рамках парадигмы «зеленой химии», разработал и обосновал концепцию E-фактора, который в настоящее время используют компании во всем мире для оценки эффективности процессов и меры их воздействия на окружающую среду.

Величина E-фактора определяется как отношение массы всех побочных продуктов (которые формально являются отходами производств) к массе целевого продукта. Таким образом, расчет значения E-фактора для процесса позволяет оценить степень использования сырья и количество образующихся отходов. Чем больше E-фактор, тем менее «зеленой» является реакция или процесс. Например, E-фактор процессов нефтепереработки обычно небольшой (около 0,1). Это обусловлено тем, что все фракции нефти в дальнейшем используются, и очень велика доля каталитических процессов с высокой селективностью. Чем более тонко надо проводить синтез и чем сложнее вещество необходимо получить, тем выше величина E-фактора. Максимальное значение имеет E-фактор для процессов синтеза лекарственных препаратов (25 – 100). Эти синтезы проходят с участием большого количества дополнительных химических веществ, таких как растворители, экстрагенты и др.

Атомная эффективность рассчитывается как отношение молярной массы целевого продукта к сумме молярных масс всех остальных продуктов в стехиометрическом уравнении химической реакции.

«Зеленая химия» является принципиально новым инновационным подходом к сокращению или полному отказу от использования опасных и токсичных химических веществ. При этом рассмотренные принципы «зеленой химии» являются важнейшим системообразующим началом и фундаментом новых экотехнологий.

4.7. РОЛЬ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА ПРИ СОЗДАНИИ БЕЗОТХОДНЫХ ПРОИЗВОДСТВ.

Экосистемы - это весьма сложные самоорганизующиеся и целенаправленные, со сложной иерархической структурой системы. Проблема исключения антропогенного воздействия на эти системы предполагает решение целого ряда весьма сложных и деликатных задач в

условиях интегрированности человека в систему еще более высокого уровня «хозяйствующий субъект – окружающая природная среда». Полноценный анализ и адекватная актуализация принятых решений возможны только в условиях максимально полного учета определяющих эту систему связей. Возможность такого учета предоставляет системный подход.

В данном случае системный подход предусматривает комплексную оценку воздействия производства на природные системы и живые организмы с обязательным прогнозированием их реакции на это воздействие. Такой подход нужен, чтобы более глубоко и всесторонне оценивать последствия преобразования природы обществом. Например, влияние какого-либо мутагенного вещества на половые клетки не связано с угрозой жизнеспособности данного организма, но неизбежно проявится в потомстве,

следствием чего может быть вырождение тех или иных популяций, выпадение отдельных звеньев из пищевых цепей и сетей с нарушением стабильности и продуктивности экосистемы. С другой стороны, ряд веществ может воздействовать на клеточные структуры, приводя к нарушению тканей и органов организма в целом, что затем может проявиться на популяционном и биоценотическом уровне. Сброс вредных веществ в водный объект даже в допустимых пределах в любом случае скажется отрицательно на тех или иных компонентах водного биоценоза, что необходимо учитывать с позиции системного подхода. Однако такой подход предусматривает оценку воздействия загрязняющего вещества на всю экосистему (как систему более высокого уровня), а далее на состояние водного бассейна региона в целом, учитывая не только качественные и количественные изменения, но и психофизическое состояние людей, ответные реакции этого состояния на производственную и социальную сферу. Таким образом, важнейшим условием успешного создания безотходного производства является соблюдение *принципа системности*. Исследования сложных химико-технологических систем с использованием

методов и средств теории систем получило название *системного анализа химико-технологических систем (ХТС)*.

Системный анализ – результат применения к исследованию и разработке ХТС опыта изучения, создания и эксплуатации химических производств с привлечением методов химических, физических и математических наук, моделирования, вычислительной математики, механики, автоматического управления и других разделах науки, используемых в инженерно-химических исследованиях и разработках. Современное химическое производство состоит из большого числа взаимосвязанных подсистем, между которыми существуют отношения соподчиненности в виде иерархической структуры (Рис.4.8). Каждая подсистема химического предприятия представляет собой совокупность ХТС и системы автоматического управления, действующих как одно целое для получения заданного продукта. Описание системы, состоящей из сотен элементов и связей, представляет собой сложную совокупность алгебраических, дифференциальных и интегральных уравнений. Поэтому основным инструментом системного анализа являются средства вычислительной техники.



Рис. 4.8. Современное химическое производство имеет сложную структуру и организацию материальных потоков. Оно состоит из большого числа взаимосвязанных подсистем, между которыми существуют отношения иерархической соподчиненности.

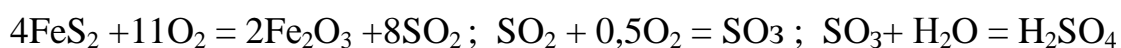
Однако при решении проблемы создания безотходного производства нельзя ограничиться только анализом, пусть и детальным, химико-технологических систем. В рассмотрение должна быть включена окружающая среда, обладающая своей сложнейшей структурной иерархией. Для оптимизации направления поиска наилучших решений наряду с принципом системности целесообразно соблюдать также *принципы*: рециркуляции, комплексного использования сырьевых ресурсов, рациональной операционно-технологической организации, комбинирования и кооперирования производств, оптимального использования энергии.

Рециркуляция - цикличность материальных потоков, т.е. возврат их части обратно в процесс, является одним из общих принципов, лежащих в основе создания безотходных производств. Такой возврат позволяет наиболее полно использовать исходные продукты и энергию, улучшить условия ведения процессов. Часто приближение к состоянию равновесия резко снижает скорость превращения. Для сохранения высокой движущей силы и максимально полного использования сырья из смеси, отводимой из реактора, отделяются продукты, а исходные соединения возвращаются в процесс. Таким путем решается ряд важных технологических задач, в числе которых наиболее полное использование сырья, снижение вероятности попадания вредных выбросов в окружающую среду, повышение эффективности использования энергии системы (например, использование тепла реакции для подогрева исходных реагентов), создание оптимального температурного режима.

Принцип комплексного использования сырья имеет большое значение как с точки зрения охраны окружающей среды, так и с точки зрения экономики. В химической промышленности до 70% себестоимости продукции приходится на долю сырья, поэтому его рациональное использование является весьма актуальным. Этот принцип требует учета всех компонентов сырья, т. к. более трети его стоимости приходится на сопутствующие элементы, которые можно извлечь только при комплексной

переработке. Так, практически все серебро, висмут, платину, а также более 20 % золота и около 30 % серы получают попутно при комплексной переработке руд.

Принцип рациональной организации, комбинирования и кооперирования производств. Наиболее прогрессивной формой организации промышленного производства с учетом требований охраны окружающей среды, является комбинирование нескольких производств на основе комплексного использования одного и того же сырья. Существует несколько форм комбинирования при комплексном использовании сырья. Например, для химической промышленности наиболее характерна форма использования отходов основного производства в качестве сырья вновь организуемых подчиненных производств. Типичный пример – комбинирование предприятия с использованием отходов основного производства и объединением заводов цветной металлургии с химическими производствами, в первую очередь – с сернокислотным. Производство серной кислоты базируется в этом случае на отходах металлургического производства – флотационного колчедана (FeS_2) и отходящих печных газов, содержащих диоксид серы:



Комбинированное производство – это комплекс взаимосвязанных технологических процессов для производства одного или нескольких продуктов. Особенно важна кооперация предприятий с большим количеством отходов (получение фосфорных удобрений, стали, переработка угля и т. д.) с производством строительных материалов. Наиболее благоприятные возможности для этого складываются в условиях территориально-производственных комплексов (ТПК). В рамках таких комплексов возникают наиболее благоприятные условия для организации производства таким образом, чтобы отходы этих предприятий использовались другими. Объединение производств различного профиля в рамках ТПК (промышленность, транспорт, отрасли агропромышленного

комплекса, строительство и объекты инфраструктуры) на относительно небольшой территории дает возможность комплексно перерабатывать природные ресурсы по безотходной и малоотходной технологии, рационально распределять энергетические, водные, трудовые ресурсы и целенаправленно обеспечивать охрану окружающей среды. ТПК дает дополнительные возможности (по сравнению с одним предприятием) для сокращения отходов, которые идут на производство целевых продуктов на смежных предприятиях. Создание безотходных технологических схем ТПК зависит от правильного взаимодействия следующих пяти производственных блоков: добыча сырья; предварительная подготовка сырья; основной технологический процесс; переработка, выпуск готовой продукции производства; переработка и утилизация вторичных материальных ресурсов. Как показывает практика, для нейтрализации отходов их целесообразнее всего перерабатывать в товарную продукцию длительного пользования, например в строительные или дорожные материалы. В этом случае в любом ТПК должно быть создано производство строительных материалов.

Комплексное развитие ТПК протекает путем постоянной координации связанных друг с другом производств. При таком развитии продукция одного производства становится сырьем или полуфабрикатом для другого предприятия. В то же время происходит совершенствование отдельных производств с целью сокращения потребления энергии, воды, повышения производительности труда и увеличения степени комплексности переработки первичного сырья.

Ряд *организационных* и *операционно-технологических* принципов может способствовать целенаправленному изменению самих технологических процессов в сторону комплексной, более полной переработки исходных веществ и сокращения до минимума образующихся и попадающих в окружающую среду отходов :

1. Ведение технологических процессов в непрерывном режиме, уменьшение числа промежуточных хранилищ, увеличение удельной мощности реакторов.

2. Повышение качества сырья, внедрение химических реакций, протекающих с минимальным количеством побочных продуктов; использование для подавления побочных процессов избытка одного из реагентов, как правило, более дешевого, доступного и легко регенерирующегося; смещение равновесия обратимых реакций в сторону образования целевых продуктов; уменьшение значений максимальных температур и времени реакции.

3. Использование побочных продуктов в этом же производстве, т. е. рассматривая их как сырье.

4. Создание новых технологических процессов получения целевого продукта, в которых сокращается количество технологических стадий, ведущих к образованию отходов.

5. Разработка и выпуск специализированного оборудования, обеспечивающего максимальную очистку выбросов и сбросов от различного рода загрязняющих веществ.

6. Преимущественная разработка и внедрение технологий, отходы которых являются естественными компонентами биохимических циклов (вода, CO_2 , CaO и др.) и выделяются в количествах, не нарушающих естественного равновесия в технобиогеоценозах.

7. Применение в технологических схемах принципов противотока, противоточного многоступенчатого каскада реакторов, рекуперации, регенерации и возврата в цикл производства. Это позволяет повысить абсолютный выход любого продукта сложной химической реакции, процессов разделения гетерогенных систем и рекуперации энергии.

8. Создание технологических режимов, обеспечивающих выпуск продукции высокого качества, которую можно использовать более эффективно и более длительный срок.

9. Совершенствование и интенсификация основных технологических процессов, при которых концентрация токсичных веществ в отходах будет резко уменьшаться. В этих случаях очистные установки не всегда будут нужны, и утилизация отходов облегчается.

10. Перевод предприятий на оборотное и повторное водоснабжение с использованием очищенных вод для технических нужд на этом же предприятии, организация внутрицехового водооборота, создание локальных схем очистки с утилизацией ценных компонентов, а не объединение сточных вод в один поток перед их очисткой.

11. Разработка комплексных схем, позволяющих максимально использовать все ингредиенты сырья. Использование эксергетического термодинамического, пинч- и других видов анализа, позволяющих дать необходимую характеристику материальных и тепловых потоков в технологической схеме.

12. Повышение общей культуры производства, что позволит предотвратить залповые сбросы и выбросы вредных веществ в окружающую среду, складирование и хранение на территории предприятия твердых и жидких отходов и т.п.

Принцип *оптимального использования энергии* направлен на минимизацию энергетических потерь и затрат. В химических производствах энергия затрачивается на подготовку сырья, осуществление химических превращений, выделение продуктов, их хранение и транспортировку.

Эксергетический метод термодинамического анализа позволяет установить резервы повышения энергетической эффективности технологических процессов и зоны локализации энергетических потерь. Для объективной оценки степени совершенства химического производства рассчитывается эксергетический коэффициент полезного действия $\eta_{\text{Э}}$:

$$\eta_{\text{Э}} = \sum (E_{\text{вх}})/(E_{\text{вых}}), \quad (4.3)$$

где $E_{вх}$ и $E_{вых}$ – суммарные потоки эксергии, подведенные к системе и отведенные от системы, соответственно. Эксергетический метод позволяет не только выявить общие потери эксергии, но и установить их источник.

При разработке безотходных и малоотходных производств и технологий соблюдение этих принципов обеспечит максимальную эффективность решения глобальной экологической проблемы. Естественно, что выходной функцией всех мероприятий, проводимых в рамках решения проблемы создания безотходных производств, является уровень экологической безопасности хозяйственной деятельности человека. Экологическую безопасность можно представить в виде результирующего вектора в многомерном пространстве состояний окружающей среды. Этот вектор показывает направление и скорость деградации окружающей среды в поле антропоического воздействия. Можно выделить некоторые, наиболее значимые критерии экологической безопасности (в нашей модели – измерения деградации).

1. Состояние редких и исчезающих видов растений и животных как критический параметр биологического разнообразия. Сохранение максимального биологического разнообразия является основным гарантом поддержания стабильных условий жизни на Земле.

2. Рациональность расходования природных ресурсов, в том числе уровень комплексного использования добываемых минеральных ресурсов. На современном этапе большая часть этих ресурсов возвращается в природу в виде отходов. Масса готовой продукции составляет 1–2 % от массы используемого сырья, 98 – 99 % обрабатываемого природного материала идет в отходы. Чтобы оценить масштабы антропоического загрязнения, необходимо отметить, что ежегодно в биосферу поступает более 30 млрд. тонн бытовых и промышленных отходов. Только в атмосферу планеты ежегодно выбрасывается более 300 млн. тонн оксида углерода, более 50 млн. тонн углеводородов, около 200 млн. тонн диоксида углерода, 53 млн. тонн оксидов азота, 250 млн. тонн различных аэрозолей, 1250 млн. тонн золы.

3. Эффективность использования энергетических ресурсов.

4. Наличие охраняемых территорий, заповедников, национальных парков и т. д., которые могут служить инструментом воспроизводства природных ресурсов и эталоном нетронутой природы.

5. Состояние радиационной безопасности. Радиационная безопасность персонала, населения и окружающей природной среды считается обеспеченной, если соблюдаются основные принципы радиационной безопасности (обоснование, оптимизация, нормирование) и требования радиационной защиты, установленные законами, действующими нормами радиационной безопасности и санитарными правилами. Принцип обоснования — запрещение всех видов деятельности по использованию источников излучения, при которых полученная для природы и общества польза не превышает риск возможного вреда, причиненного облучением. Принцип оптимизации предусматривает поддержание на возможно низком и достижимом уровне как индивидуальных (ниже пределов, установленных действующими нормами), так и коллективных доз облучения, с учетом природных, социальных и экономических факторов. Принцип нормирования, требующий поддержания установленных законами и действующими нормами индивидуальных пределов доз и других нормативов, должен соблюдаться всеми организациями и лицами, от которых зависит уровень облучения.

6. Состояние территорий, на которых ранее велась хозяйственная деятельность, и доля рекультивированных земель. *Рекультивация земель* заключается в восстановлении свойств компонентов природы и самих компонентов, нарушенных человеком в процессе природопользования, для последующего их использования и улучшения экологического состояния окружающей среды. Объектами рекультивации являются нарушенные территории, на которых частично разрушены или полностью уничтожены компоненты природы: растительный и почвенный покров, грунты, подземные воды.

Следует подчеркнуть, что эффективное снижение модуля вектора деградации осуществимо лишь в сочетании с оперативным контролем и рациональным управлением процессами природопользования. В частности, в эти задачи входят установление предельно допустимых экологических нагрузок на окружающую среду и введение соответствующих ограничений (нормирования) с учетом совокупности самых разных факторов и возможных последствий их воздействия. Именно экологическое нормирование должно лечь в основу критериев, ограничивающих воздействие антропогенных факторов на окружающую среду. В качестве примеров можно привести существующие ПДК вредных веществ для водоемов рыбохозяйственного использования и лесных экосистем, в целом более жестких, чем соответствующие санитарно-гигиенические нормативы для водоемов и атмосферного воздуха.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятиям «безотходное производство» и «безотходная технологическая система». Обоснуйте безальтернативность актуализации этих понятий на пути развития производственной деятельности.
2. Раскройте смысл определения: основной принцип безотходного производства – комплексное использование сырья.
3. В чем заключается необходимость перехода к замкнутым системам производства как принципиально новой форме связи между производством и окружающей средой.
4. Назовите основные принципы, на которых базируется методология создания экотехнологий.
5. Объясните, в чем заключается условность понятия «безотходная технология».

6. Критика концепции безотходного производства на основе второго закона термодинамики и несостоятельность этой критики.
7. Почему накопление отходов производства и потребления превратилось в одну из основных угроз экологической безопасности?
8. Дайте характеристику вторичным материальным ресурсам (ВМР).
9. Охарактеризуйте структуру и природу бытовых отходов и вторичных ресурсов.
10. Опишите основные операции обращения с отходами: сбор, сортировку, накопление, обезвреживание, транспортирование, размещение, уничтожение и переработку.
11. В чем состоят организационно-экономические мероприятия по обеспечению утилизации отходов и уменьшения объемов их образования?
12. Назовите основные средства и приемы стимулирования мероприятий по утилизации отходов и уменьшению объемов их образования.
13. Дайте характеристику правонарушений в сфере обращения с отходами. Количественная оценка степени безотходности технологии.
14. Назовите принципы «зеленой химии». Охарактеризуйте каждый из них.
15. Какие параметры оценки эффективности химико-технологических процессов ввел Шелтон?
16. В чем суть и преимущества системного подхода при создании безотходных производств?
17. Какие организационные и операционно-технологические принципы могут способствовать целенаправленному изменению технологических процессов в сторону более полной переработки исходных веществ?
18. В чем заключается принцип оптимального использования энергии при реализации производственных процессов?
19. Назовите несколько наиболее значимых критериев экологической безопасности, которые могут служить средством измерения уровня деградации природной среды в условиях антропогенной нагрузки.

Литература

1. Гринин А.С., Новиков В.Н. Промышленные и бытовые отходы: Хранение, утилизация, переработка. – М.: ФАИР-ПРЕСС, 2002. – 336 с.

2. Дорогунцов С.І. Екологія: Підручник / С. І. Дорогунцов, К. Ф. Коценко, М. А. Хвесик та ін. — К.: КНЕУ, 2005. — 371 с.
3. Зайцев В.А. Промышленная экология. Учебное пособие. – М.: ООО «Лаборатория знаний», 2015. – 396 с.
4. Запольский А.К., Салюк А.І. Основы екології: Підручник / За ред. К.М. Ситника. - К.: Вища шк., 2001. – 358 с.
5. Клименко Л.П. Техноекологія / Посібник. – Миколаїв: ЧДУ ім. П.Могили, 2000. – 308 с.
6. Обзор существующего национального и международного законодательства в области контроля трансграничных перемещений опасных отходов и экологически безопасного управления ими в странах СНГ. – М: Центр международных проектов, 2005. – 230 с.
7. Сосновская Н.Г. Экологические проблемы электрохимических производств. Учебное пособие. – Ангарск: Ангарская государственная техническая академия (АГТА), 2007. – 95 с.
8. Сутягин В.М. Принципы разработки малоотходных и безотходных технологий: учебное пособие / В.М. Сутягин, В.Г. Бондалетов, О.С. Кукурина. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 184 с.
9. Тарасова Н.П. и др. Оценка воздействия промышленных предприятий на окружающую среду. Учебное пособие / Н.П. Тарасова, Б.В.Ермоленко, В.А. Зайцев, С.В. Макаров. – М.: ООО «Лаборатория знаний», 2015. – 233 с.
10. Мешалкин В.П. Основы теории ресурсосберегающих интегрированных химико-технологических систем : учебн. Пособие / В.П.Мешалкин, Л.Л.Товажнянский, П.А.Капустенко. – Харьков, НТУ «ХПИ», 2006. – 412 с.
11. Бабаєв В.М. Адміністративно-територіальний устрій та сталий розвиток регіону (концептуальні основи та методологія) : монографія / В.М.Бабаєв, Л.Л.Товажнянський [та ін.]. – Харків : НТУ «ХП», 2008. – 316 с.
12. Химико-технологические системы : синтез, оптимизация и управление / Под ред. И.П.Мухленова. – Л. : Химия, 1986. – 424 с.

13. Масікевич Ю. Г. Теорія систем в екології : підручник / Ю. Г. Масікевич, О. В. Шестопапов, А. А. Негадайло та ін. – Суми : Сумський державний університет, 2015. – 330 с.

14. Астрелин И.М. Современное состояние проблемы накопления и переработки отходов водоочистки в Украине / Сборник научных трудов "Вестник НТУ "ХПИ" : Хімія, хімічна технологія та екологія» №10 - Вестник НТУ "ХПИ", 2010, С. 35 – 51.



??
?



РАЗДЕЛ 5. НАПРАВЛЕНИЯ И ПРИЕМЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

*«Камо грядеши?» (Куда идешь?)
Генрик Сенкевич*

Анализ рассмотренных принципов создания безотходных производств с учетом критериев экологической безопасности позволяет сделать вывод о том, что поставленную проблему следует решать в следующих четырех экологически ориентированных направлениях хозяйственной деятельности:

- 1) разработка и внедрение различных бессточных технологических схем и водооборотных циклов на базе эффективных методов очистки;
- 2) создание территориально-производственных комплексов, т. е. экономических районов, в которых реализована замкнутая система материальных потоков сырья и отходов внутри комплекса;
- 3) широкое использование отходов в качестве вторичных материальных и энергетических ресурсов;
- 4) разработка и внедрение принципиально новых технологических процессов, исключающих образование любых видов отходов.

В совершенно безотходном производстве могут быть учтены все четыре направления. Создание такого производства – весьма трудная задача, но даже при сохранении потребительских запросов нашей цивилизации

решению этой задачи нет разумной альтернативы. Любые технологические новации должны иметь вектор развития, представленный суммой этих направлений. Даже если некоторые из них будут реализованы не в полной мере, последовательное и целенаправленное сохранение такой тенденции позволит, в конечном счете, рассчитывать на достижение экологического консенсуса хозяйствующего человека с окружающей природной средой.

Рассмотрим каждое из приведенных направлений, делая акцент на роли и особенностях использования электростимулированных процессов.

5.1. РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ БЕССТОЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ И ВОДОБОРОТНЫХ ЦИКЛОВ НА БАЗЕ ЭФФЕКТИВНЫХ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ.

5.1.1. Источники промышленного водоснабжения и параметры качества воды.

Источником водоснабжения промышленности являются природные воды, которые подразделяются на атмосферные, поверхностные, подземные и морские.

Атмосферная вода, выпадающая в виде дождя и снега, содержит минимальное количество примесей, главным образом, в виде растворенных газов (кислорода, оксида углерода (II), азота, сероводорода), бактерий, а в промышленных районах также оксиды азота и серы и различные органические вещества.

Поверхностные воды представляют воды открытых водоемов: рек, озер, каналов, водохранилищ. В состав поверхностных вод входят различные минеральные и органические вещества, природа и концентрация которых зависят от климатических, геоморфологических, почвенно-геологических условий, а также от агро- и гидротехнических мероприятий, развития промышленности в регионе и других факторов.

Подземные воды - это воды артезианских скважин, колодцев, ключей и гейзеров. Для них характерно высокое содержание минеральных солей, выщелачиваемых из почвы и осадочных пород, и малое содержание органических веществ.

Морская вода - многокомпонентный раствор электролитов, содержит практически все элементы, входящие в состав литосферы. В ней растворены также различные газы.

Вода, используемая в промышленности (технологическая вода) должна удовлетворять по качеству определенным требованиям того или иного производства. Качество воды определяется совокупностью ее физических и химических характеристик, к которым относятся: цвет, прозрачность (мутность), запах, общее солесодержание, жесткость, окисляемость, водородный показатель (рН), ХПК (химическое потребление кислорода), БПК (биологическое потребление кислорода).

Цветность воды - это ее природное свойство, характеризующееся наличием вымываемых из почвы гуминовых веществ. Эти вещества, появляются в почве в результате разложения органических соединений, а также синтеза микроорганизмами особого вещества, присущего только почве, – гумуса. Для того чтобы измерить цветность воды, пользуются специально разработанной хромово-кобальтовой шкалой, позволяющей имитировать природную цветность воды. Как правило, это раствор кобальта сульфата, серной кислоты и калия хромата в воде. Цветность воды, измеряется в градусах путем сравнения интенсивности окраски с хромово-кобальтовым раствором. Этот процесс проводится при помощи спектрофотометров и фотоколориметров. Помимо цветности, следует также упомянуть и об окрасе воды. Он связан с загрязнением воды различными веществами неорганического и органического происхождения, в частности красителями, попадающими в водоемы вместе с отходами предприятий лёгкой промышленности, вместе с соединениями марганца, железа и меди.

К примеру, марганец и железо окрашивают воду в черный и красные оттенки, медь – от сине-зеленого до ярко-голубого цвета. Окрас воды определяется фотометрическим методом или визуально, после того как все взвешенные вещества будут удалены путем центрифугирования или фильтрации.

Прозрачность – технологический показатель качества воды, позволяющий просто и оперативно контролировать содержание в ней взвешенных веществ и коллоидных примесей. Мерой прозрачности служит высота водяного столба, через который еще можно наблюдать контрольный предмет. В зависимости от вида этого предмета принято различать несколько видов прозрачности. При наблюдении за белой (обычно фарфоровой) доской или диском диаметром 20 см определяют «прозрачность по диску». Эту величину измеряют только для вод поверхностных водоемов (рек, озер, водохранилищ). «Прозрачность по кресту» определяют с помощью белой пластинки, на которую нанесены две перекрещивающиеся черные линии толщиной 1 мм. Этот метод применяют для контроля за работой очистных сооружений. В теплоэнергетике наиболее часто используют «прозрачность по шрифту (по Снеллену)», равную высоте столба воды, через который еще читается стандартный типографский шрифт с высотой букв 3.5 мм.

Химически чистая дистиллированная вода лишена вкуса и запаха. Однако в природе такая вода не встречается - она всегда содержит в своем составе растворенные вещества - органические или минеральные. В зависимости от состава и концентрации примесей вода начинает принимать тот или иной привкус или запах. Причины появления запаха у воды могут быть самыми разными. Это и присутствие в воде биологических частиц - гниющих растений, плесневых грибков, простейших (особенно заметны железистые и сернистые бактерии), и минеральные загрязнители. Сильно ухудшает запах воды антропогенное загрязнение - например, попадание в воду пестицидов, промышленных и бытовых стоков, хлора. Запах относится

к так называемым *органолептическим показателям* и измеряется без помощи каких-либо приборов. Интенсивность запаха воды определяют экспертным путем при 20°C и 60°C и измеряют в баллах (Табл.5.1.). Нормативами допускается запах в 2, максимум 3 балла.

Общая минерализация представляет собой суммарный количественный показатель содержания растворенных в воде веществ и выражается в мг/дм³ (до 1000 мг/дм³) и ‰ (более 1000 мг/дм³). Этот параметр также называют содержанием растворимых твердых веществ или общим солесодержанием, так как растворенные в воде вещества находятся именно в виде солей. К числу наиболее распространенных относятся неорганические соли (в основном бикарбонаты, хлориды и сульфаты кальция, магния, калия и натрия) и небольшое количество органических веществ, растворимых в воде. Минерализация природных вод, определяющая их удельную электропроводность, изменяется в широких пределах.

Таблица 5.1. Оценки уровня интенсивности запаха воды

Оценка интенсивности запаха, баллы	Интенсивность запаха	Характер проявления запаха
0	никакого запаха	отсутствие ощутимого запаха
I	очень слабый	запах, не замечаемый потребителем, но обнаруживаемый специалистом
II	слабый	запах, обнаруживаемый потребителем, если обратить на это внимание
III	заметный	запах, легко обнаруживаемый, может быть причиной того, что вода неприятна для питья
IV	отчетливый	запах, обращающий на себя внимание, может заставить воздержаться от питья
V	очень сильный	запах, настолько сильный, что делает воду непригодной для питья

В зависимости от минерализации минеральные воды бывают:
- столовые (минерализация - до 1 г/л);
- лечебно-столовые (минерализация - от 1 до 10 г/л);
-лечебные (с минерализацией более 10 г/л).



Рис. 5.1. Минеральные воды, поступающие в торговую сеть в бутылкованном виде.

Большинство рек имеет минерализацию от нескольких десятков миллиграммов в литре до нескольких сотен. Их удельная электропроводность варьируется в пределах от 30 мкСм/см до 1500 мкСм/см. Минерализация подземных вод и соленых озер изменяется в интервале от 40-50 мг/дм³ до 600-700 г/дм³ (плотность в этом случае уже значительно отличается от единицы). Удельная электропроводность атмосферных осадков (с минерализацией от 3 до 60 мг/дм³) составляет величины 20-120 мкСм/см. Многие производства, сельское хозяйство, предприятия питьевого водоснабжения предъявляют жесткие требования к минерализации (Рис.5.1). Воды, содержащие большое количество солей, отрицательно влияют на растительные и животные организмы, технологию производства и качество продукции, вызывают образование накипи на стенках котлов, коррозию, засоление почв. В зависимости от минерализации природные воды делят на семь категорий (Табл. 5.2).

Таблица 5.2. Характеристика воды по общей минерализации

Наименование воды	Общая минерализация, г/дм ³
Ультрапресная	менее 0,1
Пресная	0,1 – 1,0
Слабопресная	1,0 – 3,0
Соленая	3,0 – 10,0
Сильносоленая	10,0 – 50,0
Рассол	50,0 – 300,0
Ультрарассол	Более 300,0

В промышленном водоснабжении минерализация играет важную роль с точки зрения отложения осадков и накипи в нагревательных приборах, паровых котлах, бытовых водогрейных устройствах. В этом случае к воде применяются специальные требования, и чем меньше уровень минерализации (особенно содержание солей жесткости), тем лучше.

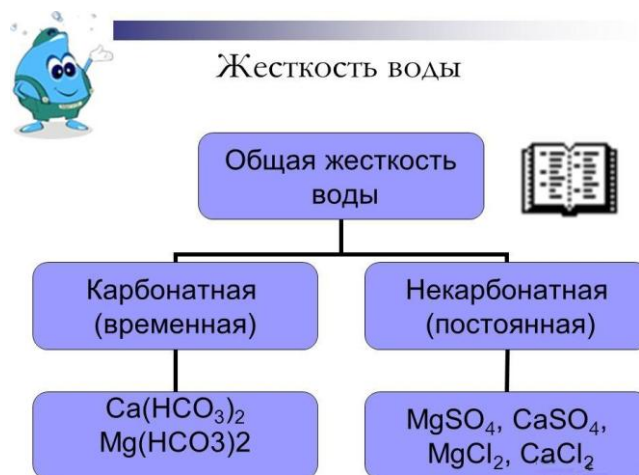


Рис. 5.2. Виды и агенты жесткости воды.

Жесткостью называют свойство воды, обусловленное наличием в ней растворимых солей кальция и магния (Рис.5.2). Жесткость воды - это один

из основных критериев качества воды. Понятие жесткости воды принято связывать с катионами кальция (Ca^{2+}) и в меньшей степени магния (Mg^{2+}). В действительности, все двухвалентные катионы в той или иной степени влияют на жесткость. Они взаимодействуют с анионами, образуя соединения (соли жесткости) способные выпадать в осадок. Одновалентные катионы (например, натрий Na^+) таким свойством не обладают. Главные катионы, с которыми ассоциируется жесткость: кальций (Ca^{2+}), магний (Mg^{2+}), стронций (Sr^{2+}), железо (Fe^{2+}), марганец (Mn^{2+}). На практике стронций, железо и марганец оказывают на жесткость столь небольшое влияние, что ими, как правило, пренебрегают. Алюминий (Al^{3+}) и трехвалентное железо (Fe^{3+}) также влияют на жесткость, но при уровнях pH, встречающихся в природных водах, их растворимость и, соответственно, "вклад" в жесткость ничтожно малы. Аналогично, не учитывается и незначительное влияние бария (Ba^{2+}). Различают три вида жесткости: общую, карбонатную, некарбонатную. *Общая жесткость* определяется суммарной концентрацией ионов кальция и магния и представляет собой сумму карбонатной (временной) и некарбонатной (постоянной) жесткости. *Карбонатная жесткость* обусловлена наличием в воде гидрокарбонатов и карбонатов (при $\text{pH} > 8.3$) кальция и магния. Данный тип жесткости почти полностью устраняется при кипячении воды и поэтому называется временной жесткостью. При нагреве воды гидрокарбонаты распадаются с образованием угольной кислоты и выпадением в осадок карбоната кальция и гидроксида магния. *Некарбонатная жесткость* обусловлена присутствием кальциевых и магниевых солей сильных кислот (серной, азотной, соляной) и при кипячении не устраняется (постоянная жесткость).

В мировой практике используется несколько единиц измерения жесткости, все они определенным образом соотносятся друг с другом. В России Госстандартом в качестве единицы жесткости воды установлен моль на кубический метр (моль/ м^3). Один немецкий градус соответствует 10 мг/ дм^3 CaO или 17.86 мг/ дм^3 CaCO_3 в воде. Один французский градус

соответствует $10 \text{ мг/дм}^3 \text{ CaCO}_3$ в воде. Один американский градус соответствует $1 \text{ мг/дм}^3 \text{ CaCO}_3$ в воде. В зависимости от водородного показателя (рН), вода с жесткостью выше 4 мг-экв/л может вызвать в распределительной системе отложение шлаков и накипи (карбоната кальция), особенно при нагревании. Именно поэтому нормами Котлонадзора вводятся очень жесткие требования к величине жесткости воды, используемой для питания котлов ($0.05\text{-}0.1 \text{ мг-экв/л}$). Вместе с тем мягкая вода с жесткостью менее 2 мг-экв/дм^3 имеет низкую буферную емкость (щелочность) и может, в зависимости от уровня рН и ряда других факторов оказывать повышенное коррозионное воздействие на водопроводные трубы. Поэтому, в ряде применений (особенно в теплотехнике) иногда приходится проводить специальную обработку воды с целью достижения оптимального соотношения между жесткостью воды и ее коррозионной активностью.

Окисляемость - это величина, характеризующая содержание в воде органических и минеральных веществ, окисляемых (при определенных условиях) одним из сильных химических окислителей. Выражается этот параметр в миллиграммах кислорода, пошедшего на окисление этих веществ, содержащихся в 1 дм^3 воды. Различают несколько видов окисляемости воды:

перманганатную, бихроматную, иодатную, цериевую. Наиболее высокая степень окисления достигается бихроматным и иодатным методами. В практике водоочистки для природных малозагрязненных вод определяют перманганатную окисляемость, а в более загрязненных водах - как правило, бихроматную окисляемость, называемую также химическое потребление кислорода. Окисляемость природных вод может варьироваться в широких пределах от долей миллиграммов до десятков миллиграммов O_2 на кубический дециметр воды. Поверхностные воды имеют более высокую окисляемость (а значит и более "богаты" органикой) по сравнению с подземными. Так, горные реки и озера характеризуются окисляемостью 2-3

мг O_2 /дм³, реки равнинные - 5-12 мг O_2 /дм³, реки с болотным питанием - десятки миллиграммов на 1 дм³. Подземные же воды имеют в среднем окисляемость на уровне от сотых до десятых долей миллиграмма O_2 /дм³. Предельно допустимое значение перманганатной окисляемости — 4 мг O_2 /дм³ в Украине и 5 мг O_2 /дм³ в России.

Активная реакция воды, характеризующаяся концентрацией в воде водородных ионов, показывает степень ее щелочности или кислотности (Рис.5.3). Концентрация водородных ионов выражается как логарифмом ее величины с обратным знаком (рН).

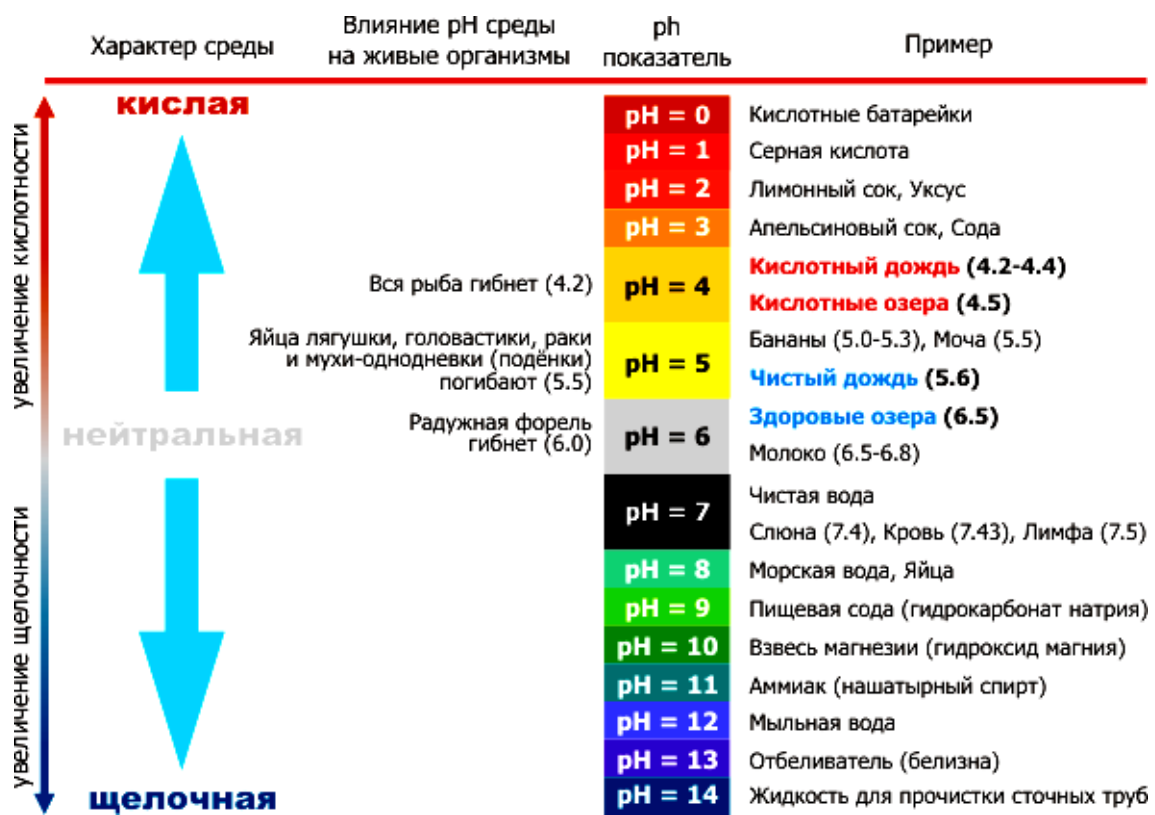


Рис. 5.3. Концентрация водородных ионов в воде – важнейший характеристический параметр.

При рН = 7 среда нейтральная; при рН < 7 среда кислая, а при рН > 7 среда щелочная. Активная реакция воды определяет ее коррозионные и токсичные свойства и, соответственно, разрушающее воздействие на материал технологического оборудования и вредное действие на живые организмы. Агрессивность воды заключается в том, что она способствует

выщелачиванию и разрушению стенок коммуникаций, аппаратов и сооружений, обогащаясь при этом вредными примесями.

При наличии в пробе воды сильных окислителей и соответствующих условий протекают химические реакции окисления органических веществ, причем характеристикой процесса химического окисления, а также мерой содержания в пробе органических веществ является потребление в реакции кислорода, химически связанного в окислителях (ХПК). Являясь интегральным (суммарным) показателем, ХПК в настоящее время считается одним из наиболее информативных показателей антропогенного загрязнения вод. Этот показатель, в том или ином варианте, используется повсеместно при контроле качества природных вод, исследовании сточных вод и др. Однако не все органические вещества в равной степени участвуют в реакции химического окисления. При химическом окислении можно выделить группы легко, нормально и тяжело окисляющихся органических веществ. Поэтому всегда существует разница между теоретически возможным и практически достигаемым значениями ХПК. *Теоретическим значением ХПК* ($\text{ХПК}_{\text{теор}}$) называют количество кислорода (или окислителя в пересчете на кислород) в мг/дм^3 , необходимое для полного окисления содержащихся в пробе органических веществ, т.е. всех способных окисляться элементов из состава органического соединения. При таком окислении углерод теоретически количественно окисляется до CO_2 , а сера и фосфор (если они присутствуют в соединении) – до SO_3 и P_2O_5 . Азот превращается в аммонийную соль; кислород, входивший в состав окисляемых органических молекул, является «строительным материалом» для образующихся продуктов окисления, а водород переходит в структуру H_2O или аммонийной соли. Окисляемость, или ХПК, характеризует общее количество содержащихся в воде восстановителей (органических и неорганических), реагирующих с сильными окислителями. В качестве таких окислителей обычно используют бихромат- и перманганат-анионы, и соответственно, называются основные методы определения ХПК –

бихроматный и перманганатный. Следует отметить, что результаты определения окисляемости одной и той же воды с помощью разных окислителей обычно неоднозначны из-за неодинаковой степени окисления веществ, присутствующих в воде. Результаты зависят также от свойств окислителя, его концентрации, температуры, pH, продолжительности окисления и др. Получаемые результаты сопоставимы только в том случае, когда точно соблюдены все условия проведения анализа. Бихроматная окисляемость позволяет получить значение ХПК, наиболее приближенное к $XPK_{теор}$, т.е. наиболее полное окисление достигается бихроматом калия. Поэтому определение бихроматной окисляемости является основным методом определения ХПК. Именно бихроматную окисляемость часто называют «химическим потреблением кислорода».

Биологическое потребление кислорода (БПК) — количество кислорода, израсходованное на аэробное биохимическое окисление под действием микроорганизмов и разложение нестойких органических соединений, содержащихся в исследуемой воде. БПК является одним из важнейших критериев уровня загрязнения водоема органическими веществами, он определяет количество легкоокисляющихся органических загрязняющих веществ в воде. При анализе определяется количество кислорода, ушедшее за установленное время (обычно 5 суток - БПК₅) без доступа света при 20°C на окисление загрязняющих веществ, содержащихся в единице объема воды. Вычисляется разница между концентрациями растворённого кислорода в пробе воды непосредственно после отбора и после инкубации пробы. Как правило, в течение 5 суток при нормальных условиях происходит окисление ~ 70% легкоокисляющихся органических веществ. Практически полное окисление (БПК_{полн} или БПК₂₀) достигается в течение 20 суток. Для источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения и водных объектов, используемых в рыбохозяйственных целях, БПК_{полн} не должно превышать 3 мг O₂/дм³, для водоемов культурно-бытового

водопользования — 6 мг/дм³. Соответственно, предельно-допустимые значения БПК₅ для тех же водоемов равны примерно 2 мг/дм³ и 4 мг/дм³.

Для промышленных вод важнейшими из этих характеристик являются жесткость, окисляемость, активность ионов водорода (рН) и содержание примесей различной дисперсности.

5.1.2. Роль воды в химических производствах.

Вода в химических производствах является одним из основных материальных объектов технологического цикла и используется для самых разных целей.

1. В технологических операциях в качестве:

- растворителя твердых, жидких и газообразных веществ;
- среды для осуществления физических и механических процессов (флотация, транспортировка твердых материалов в виде пульпы и др.);
- промывной жидкости для газов;
- экстрагента и абсорбента различных веществ.

2. Как теплоноситель (в виде горячей воды и пара) и хладагента для обогрева и охлаждения аппаратуры.

3. В качестве сырья и реагента для производства различной химической продукции (например, водорода, ацетилена, серной и азотной кислот и др.).

Кроме того, воды морей и океанов являются источниками сырья для добычи многих химических веществ. В промышленных масштабах из них извлекаются хлориды натрия и магния, бром, йод и другие продукты.

Большой расход технологической воды, наряду с большим объемом загрязненных вод, сбрасываемых химическими предприятиями, выдвигает первоочередную задачу рационального использования водных ресурсов в химической и нефтехимической промышленности. Одним из наиболее перспективных направлений в решении этой задачи является организация замкнутых бессточных производств и водооборотных циклов. Жесткий

экологический императив обуславливает экономическую целесообразность

РОЛЬ ВОДЫ В ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЯХ:

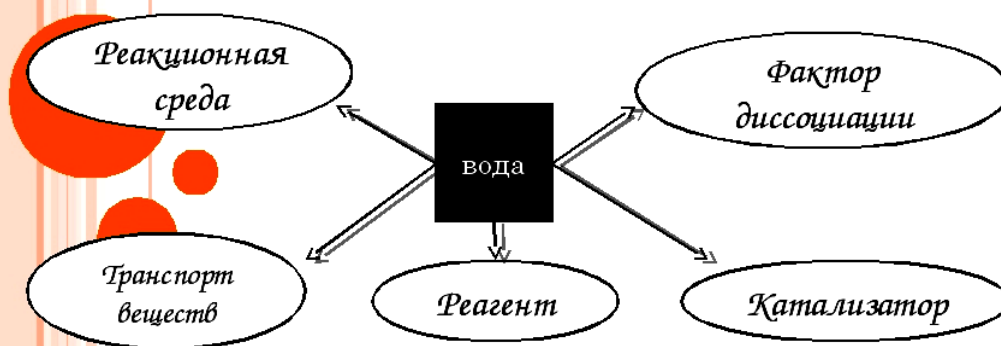


Рис. 5.4. Роль воды в химических процессах и превращениях.

создания водооборотных систем. Действительно, стоимость очистки сточных вод даже после значительного разбавления очень велика. Если принять стоимость очистки на 90% за одну стоимостную единицу, то очистка на 99% дороже в 10 раз, а очистка на 99,9%, которая требуется чаще всего, будет дороже уже в 100 раз, т.е. составит 100 стоимостных единиц. В результате локальная очистка сточных вод только от характерного для данного вида стоков загрязнения в случае их повторного использования оказывается существенно дешевле их полной очистки, которая необходима перед сбросом в водоемы в соответствии с требованиями санитарных органов. Критерием эффективности водооборотного цикла является коэффициент использования воды (K_6):

$$K_6 = (V_3 - V_{сб})/V_3, \quad (5.1)$$

где V_3 и $V_{сб}$ – количества забираемой из источника свежей воды и сбрасываемой в водоем сточной воды соответственно. В химической промышленности доля оборотного водоснабжения достигает 85÷90%. Для характеристики замкнутых водооборотных систем также используется критерий кратности использования воды (n):

$$n = Q_{\Sigma}/Q_3, \quad (5.2)$$

где Q_{Σ} – общий объем воды, потребляемый предприятием, Q_3 – забор свежей воды этим же предприятием. Чем больше кратность использования воды, тем совершеннее схема водоснабжения.

Первое направление, состоящее в использовании различных бессточных технологических схем и водооборотных циклов на базе эффективных методов очистки, в настоящее время в наибольшей степени достижимо и подробно рассмотрено в большинстве информационных источников, посвященных решению экологических проблем производства. При этом к числу наиболее эффективных методов очистки воды и ряда других жидкостей относятся электрохимические методы.

5.1.3. Электрохимические методы очистки воды.

Основываясь на законах физической химии, электрохимии и химической технологии, электрохимические методы обработки воды можно разделить на три основные группы:

- *методы превращения*: электрокоагуляция (гальванокоагуляция), электрохимическая деструкция, электрокристаллизация, электроокисление и электровосстановление;

- *методы разделения*: электрофлотация, электродиализ, электроосмос, электрофорез, электрофильтрация;
- *комбинированные методы*: электрофлокоагуляция (электрокоагуляция, флотация), электроосаждение, электроионообменный метод, электрокаталитическая деструкция, электрохимическое обеззараживание.

Методы превращения обеспечивают изменение физико-химических и фазово-дисперсных характеристик загрязнений сточных вод с целью их обезвреживания и быстрого извлечения из стоков. Превращение примесей может быть многостадийным и проходить на электронном уровне в процессе электродных реакций, а также на уровне изменения специфичности взаимодействий мезоскопических частиц загрязнений с поверхностью твердой фазы.

Методы разделения предназначены для концентрирования примесей в локальном объеме раствора без существенного изменения фазово-дисперсных или физико-химических свойств извлекаемых из сточных вод веществ. Разделение примесей и воды происходит в основном за счет флотации электрогенерируемыми пузырьками газов или силового воздействия электрического поля, обеспечивающего транспорт заряженных частиц в воде.

К *комбинированным методам* электрохимической очистки сточных вод относятся методы, которые предполагают совмещение одного или нескольких методов превращения и разделения загрязнений стоков в одном аппарате.

С использованием приведенной классификации методов электрохимической очистки сточных вод целесообразно выбирать тип аппарата, который определяется в первую очередь видом индуцируемого в сточной воде эффекта.

В основу классификации аппаратов для электрохимической очистки промышленных сточных вод можно положить ряд следующих характеристик:

- организация процесса очистки стоков (аппарат непрерывного или периодического действия);
- гидродинамический режим работы (напорный и безнапорный);
- тип реактора (открытый, закрытый, бездиафрагменный, диафрагменный);
- организация движения сточной воды в межэлектродном пространстве (горизонтальный, угловой, вертикальный с восходящим и нисходящим движением воды);
- организация движения воды в аппарате (однопоточный, многопоточный и комбинированный);
- вид воздействия на дисперсную систему (воздействие электрическим полем, электродными процессами, электроразрядом, комплексное воздействие).

В чистом виде методы превращения или разделения встречаются редко. Реализуемые в промышленных условиях методы очистки так или иначе объединяют в себе ряд процессов превращения и разделения, поэтому их следует отнести к комбинированным методам очистки. Так, в очистке промышленных сточных вод одним из наиболее широко известных является метод электрокоагуляции. Очистка сточных вод этим методом основана на их электролизе с использованием стальных или алюминиевых анодов, которые подвергаются электролитическому растворению, при котором в раствор переходят ионы железа или алюминия. При этом не происходит обогащения воды сульфатами и хлоридами, содержание которых в воде лимитируется как при сбросе очищенных сточных вод в водоемы, так и при повторном использовании в системах промышленного водоснабжения. По этому признаку электрохимическое коагулирование выгодно отличается от реагентного. При электрокоагуляции сточных вод протекают и другие электрохимические и физико-химические процессы: электрофорез; катодное восстановление растворенных в стоках органических и неорганических веществ или их химическое восстановление; образование катодных осадков

металлов; флотация твердых эмульгированных частиц обрабатываемой сточной воды пузырьками газообразного водорода, выделяющегося на катоде; сорбция ионов и молекул растворенных примесей стоков, а также частиц эмульгированных в воде примесей на поверхности гидроксидов железа и алюминия, которые обладают значительной сорбционной способностью. Таким образом, на практике имеет место комбинация в одном аппарате целого ряда процессов. Все многообразие электрохимических методов очистки представлено на следующей блок – схеме (Рис. 5.5.).

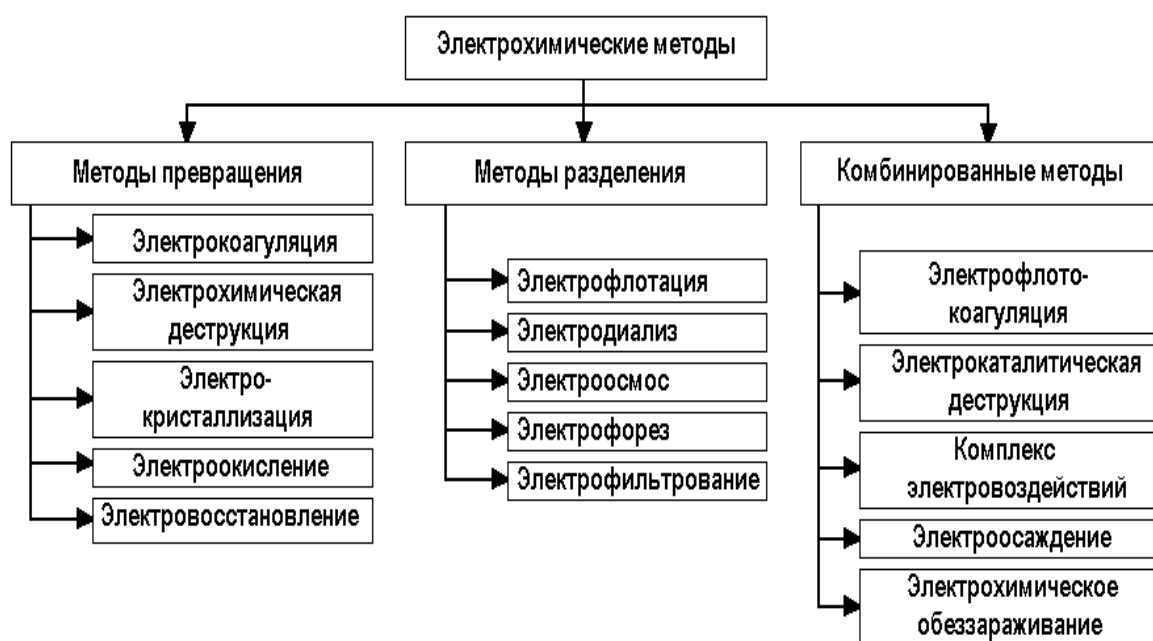
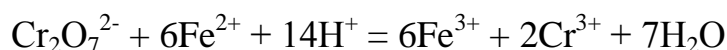


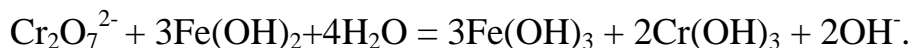
Рис. 5.5. Классификация электрохимических методов кондиционирования жидких сред.

5.1.3.1. *Методы превращения.* Среди методов превращения наибольшее распространение получил метод электрокоагуляции, который применяют в основном для очистки хромсодержащих сточных вод. В результате электролитического растворения стальных анодов при $\text{pH} > 2$ образуются ионы Fe^{2+} . Эти ионы, а также гидроксид железа (II), способствуют химическому восстановлению Cr^{6+} до Cr^{3+} по реакциям:

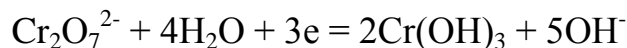
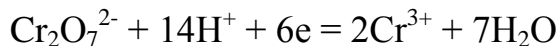
при $\text{pH} < 5,5$



при $\text{pH} > 5,5$



Некоторое количество CrO_4^{2-} и CrO_7^{2-} -ионов восстанавливается до ионов Cr^{3+} непосредственно на катоде:



При электрохимической обработке сточных вод прикатодный слой подщелачивается, что способствует коагуляции гидроксидов железа (II) и (III) и хрома (III), а также гидроксидов других тяжелых металлов, ионы которых могут содержаться в сточных водах. Гидроксиды металлов образуют хлопья, на которых происходит адсорбция других примесей, содержащихся в сточных водах.

Необходимо иметь в виду, что даже при соблюдении оптимальных условий очистки сточных вод остаточное содержание в них ионов тяжелых металлов может превышать установленные нормы сброса, в связи с чем в технологической схеме следует предусматривать возможность доочистки введением щелочных реагентов с целью повышения pH до pH гидратообразования тяжелых металлов.

Содержащиеся в сточных водах ионы NO_2^- , NO_3^- , CO_3^{2-} , PO_4^{3-} при проведении процесса электролиза вызывают пассивацию поверхности анодов. Для активации анодов добавляют хлорид натрия. Полнота восстановления Cr^{6+} до Cr^{3+} и продолжительность обработки стоков зависит от интенсивности растворения железных анодов, которая в свою очередь определяется количеством пропущенного электричества. Расход металлического железа, необходимый для обработки сточных вод, определяется, в основном, содержанием катиона металла, для удаления которого должно быть затрачено наибольшее количество металлического железа. Следует иметь в виду, что при электрокоагуляции фторсодержащих сточных вод применяют алюминиевые электроды. На Рис.5.6 представлена принципиальная схема электрокоагуляционной очистки.

Как правило, электролиз очищаемой воды проводят при следующих параметрах: плотность тока на аноде 0,5 - 1,5 А/дм² для концентрированных вод и 0,2 - 0,8 А/дм² для разбавленных (>100 мг/дм³) стоков, напряжение на электродах 12 - 24 В (при солесодержании менее 500 мг/дм³), 6-12 В (при солесодержании более 500 мг/дм³); продолжительность обработки 60-180 с; материал электродов - низкоуглеродистая сталь (например, Ст.3). Процесс электрокоагуляции можно интенсифицировать при повышении температуры обрабатываемой воды до 60-80°С и анодной плотности тока 2,0 - 2,5 А/дм². На пути интенсификации электрокоагуляционной очистки водных сред используют также импульсный режим генерирования активных коагулянтов. Электроимпульсный способ разработан в Институте проблем машиностроения НАН Украины (г.Харьков). Слой электропроводной загрузки в водной среде обрабатывают в электроразрядном реакторе. На электроды подается импульсное напряжение от генератора импульсных токов. В качестве электропроводной загрузки используются отходы металлообработки в виде стружки или другие отходы. Применяемый электропроводный материал является сырьем для получения коагулянта. В зависимости от поставленной задачи, таким материалом может быть железо, алюминий, титан или какой-либо другой электропроводный материал. Механизм образования коагулянта, полученного электроимпульсным способом, и его свойства значительно отличаются от традиционных. Токовые разряды, возникающие между частичками материала под воздействием импульсного напряжения, вызывают плавление, испарение и разбрызгивание металла в водную среду с последующим образованием гидроксидов металлов. Затвердевание частиц расплава происходит при быстром охлаждении, что ведет к значительным морфологическим трансформациям. С увеличением скорости охлаждения величина зерна уменьшается, и образуются новые фазы. В зависимости от времени и интенсивности окисления, а также от свойств металла, получают различные оксо- и гидроксокомплексы. Размер получаемых частиц

колеблется в пределах 0,1 – 100 мкм. Получаемые соединения металлов нерастворимы в воде, имеют чрезвычайно развитую поверхность, обладают повышенной сорбционной способностью. Сточные воды при обработке такими коагулянтами не обогащаются анионными остатками солей, что очень важно для создания систем оборотного водоснабжения.

Электрокоагуляция может также эффективно использоваться для электрохимической обработки воды с целью ее умягчения. В частности, для предотвращения процессов, нарушающих надежность работы котельных агрегатов и установок, проводят соответствующую химическую подготовку природной воды. Это связано с тем, что природная вода поверхностных и подземных источников по своим качественным показателям непригодна для питания котлоагрегатов. Во всех промышленных котельных должны быть установлены водоподготовительные установки для получения питательной воды определенного качества. Нормы качества питательной воды зависят от типа современных котлов и давления, на которое они рассчитаны. В очищенной воде должны отсутствовать грубодисперсные взвеси, соли, обуславливающие жесткость воды, растворенный кислород и кислота, поскольку наличие этих веществ вызывает отложение накипи, вспенивание котловой воды, унос солей с паром и коррозию металлических узлов и конструкций. Исследования показали, что электрохимические приемы подготовки природных вод обеспечивают высокий эффект удаления из воды ионов жесткости, взвешенных веществ, соединений железа и других тяжелых металлов, кислорода и углекислоты при низких удельных энергозатратах.

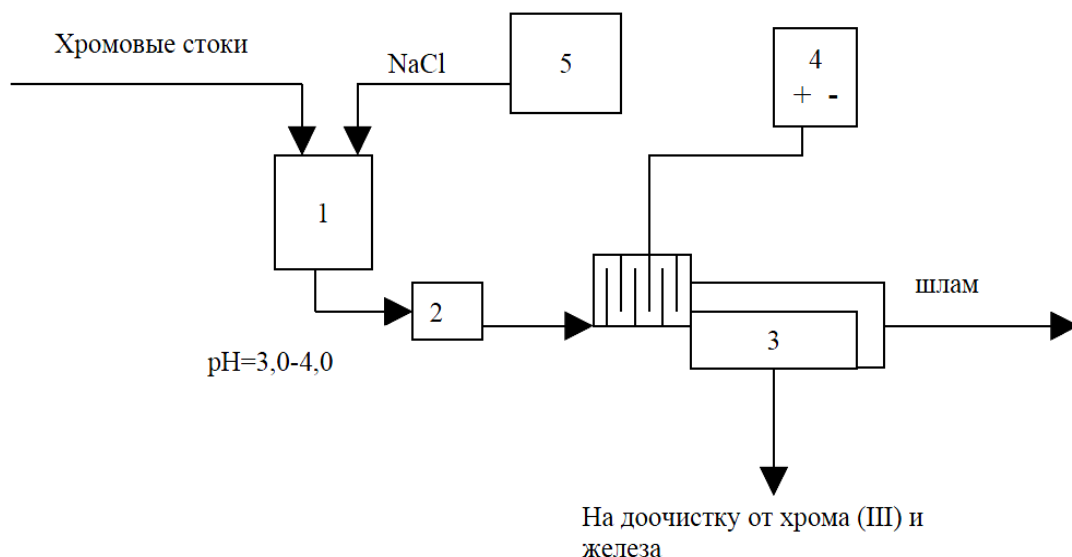


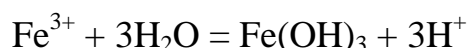
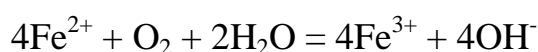
Рис. 5.6. Принципиальная схема электрокоагуляционной очистки.
 1-накопитель хромосодержащих стоков; 2-насос; 3-электрокоагулятор;
 4-выпрямитель; 5-дозатор раствора хлорида натрия.

Перспективной разновидностью описанного метода может служить метод *гальванокоагуляции*, в основе которого лежат те же физико-химические процессы, которые составляют сущность электрокоагуляции (Рис.5.7). Отличие данного метода очистки промышленных стоков от электрокоагуляции заключается в способе введения в обрабатываемые сточные воды ионов железа, а также в отсутствии электростатической коагуляции, возникающей при наложении электрического поля. В методе гальванокоагуляции внешний источник энергии отсутствует. При гальванокоагуляционной очистке обрабатываемую сточную воду с pH 2-4 пропускают через зону загрузки скрапа (смеси железа, меди и кокса), который представляет собой гальваническую пару, где железо является анодом. За счет разности потенциалов железо в двухвалентной форме переходит в сток без наложения тока от внешнего источника. В результате контакта с кислородом воздуха происходит окисление двухвалентного железа до трехвалентного. Таким образом, в обрабатываемой сточной воде образуются соединения железа (II) и (III). Катодными реакциями при этом является реакция восстановления протонов с выделением водорода и

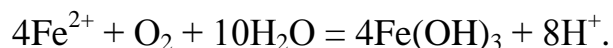
реакции контактного восстановления металлов, более благородных, чем железо.

Гальванокоагуляция широко применяется при очистке сточных вод от ионов тяжелых металлов и хрома (VI). При данном методе водоочистки тяжелые цветные металлы извлекаются в виде ферритов. Наиболее эффективное извлечение меди, цинка, хрома (VI) и хрома (III) из стоков в виде сернокислых растворов наблюдается при pH исходной сточной воды 2.5 - 2.7, причем, медь и трехвалентный хром эффективно извлекаются в широком диапазоне исходных концентраций: от 50 до 250 мг/дм³, а шестивалентный хром – до 200 мг/дм³. Цинк и никель хорошо извлекаются из сточных вод при низких концентрациях, до 50 и 100 мг/дм³, соответственно. При гальванокоагуляции расход железа составляет 0.2 – 1,0 кг на тонну очищенной сточной воды в зависимости от pH. В результате на тонну очищенных стоков образуется до 1.5 кг железистого отхода.

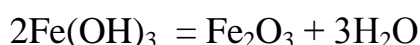
Процесс гальванокоагуляции проводят в проточных вращающихся аппаратах барабанного типа. При вращении барабана загрузка железной стружки попеременно то погружается в протекающий сквозь него сток, то оказывается на воздухе, в результате обеспечивается окисление кислородом воздуха двухвалентного железа до трехвалентного по реакциям:



или суммарно



В процессе осаждения гидроксида железа (III) происходит уплотнение осадка амфотерного $\text{Fe}(\text{OH})_3$ в гематит $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$:



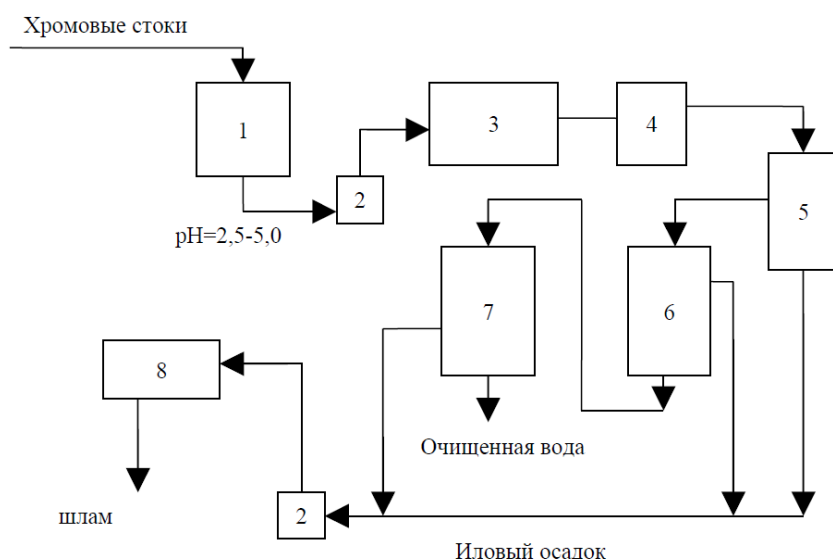
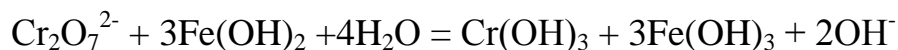
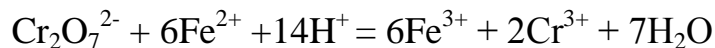


Рис. 5.7. Принципиальная схема гальванокоагуляционной очистки: 1-накопитель хромовых стоков, 2-насос, 3-гальванокоагулятор, 4-ловитель скрапа, 5-отстойник, 6-механический фильтр, 7-фильтр с плавающей загрузкой, 8-пресс-фильтр.

В свою очередь соединения железа (III) при контакте с железной стружкой восстанавливаются до соединений железа (II), например:



Таким образом, в обрабатываемой сточной воде образуются соединения железа (II) и (III), причем соединения железа (II) способствуют восстановлению хрома (VI) до хрома (III) по реакциям:



а соединения железа (III) участвуют в сорбции и коагуляции загрязнений.

Вращение барабана обеспечивает постоянное обновление поверхности железной стружки за счет трения. Для глубокой очистки сточных вод описываемый метод применяют в сочетании с последующей обработкой стоков известковым молоком. Сточная вода, прошедшая очистку методом гальванокоагуляции (рис. 5.7), содержит большое количество взвешенных,

плохо отстаивающихся мелкодисперсных твердых частиц, представляющих собой главным образом ферриты и частицы кокса. Поэтому в дальнейшем обработанные таким образом сточные воды подвергают многоступенчатой очистке от взвешенных частиц: выдержке в отстойнике, фильтрованию через пористые материалы и фильтры с плавающей загрузкой. Осадок из нижней части отстойника подвергают очистке на пресс-фильтрах.

При электрохимической деструкции происходит изменение pH и E_h (редокс-потенциал) в объеме раствора за счет электродных процессов. В прикатодном слое происходит подщелачивание электролита при разряде на катоде ионов или молекул воды, в прианодном слое раствора – подкисление среды за счет разряда ионов OH^- или молекул воды на поверхности анода. Если катодный или анодный процесс исключает разряд молекул воды, то происходит накопление только ионов H^+ или OH^- . При изменении pH величина E_h чистой воды также изменяется в соответствии с уравнением:

$$E = 0,817 - 0,059pH$$

При изменении величины pH в диапазоне значений $0 \div 14$ сдвиг E_h составляет достаточно значительную величину — 0,886 В. Существенное влияние на величину E_h раствора оказывают ионы металлов переменной валентности. В первую очередь к ним следует отнести ионы Fe^{2+} , преимущественно выделяющиеся при растворении железных анодов. Ионы Fe^{2+} , обладающие восстановительными свойствами, находятся в растворе в равновесии с ионами Fe^{3+} и молекулярным кислородом, обладающим окислительными свойствами. При этом величина E_h достигает 0,61 В при $pH = 6,3$ и 1,07 В — при $pH = 14$, превышая таким образом потенциалы нижнего предела устойчивости воды. Ионы хрома $Cr(VI)$, выделяющиеся при использовании анодов из хромоникелевых сталей, придают раствору окислительные свойства. Наибольший сдвиг в область положительных значений, превышающих потенциалы верхнего предела устойчивости воды,

обеспечивают ионы хлора, разряжающиеся на аноде. За счет хорошей растворимости в воде газообразного хлора в слабокислых и нейтральных растворах образуется гипохлорит - ион, а при высоких значениях pH — хлорноватистая кислота. Эти соединения должны окислять воду до тех пор, пока E_h не сдвинется в область термодинамической устойчивости. Однако из-за малой скорости процесса окисления «хлорная» вода сохраняет высокие значения E_h длительное время. Расчетные данные показывают, что если содержание растворенного хлора довести до концентрации 1 моль/дм³, значение E_h можно повысить до +1,395 В. Менее существенно влияют на величину E_h кислород и водород, выделяющиеся при электролизе. Расчеты показывают, что за счет растворения кислорода величину E_h воды можно повысить только на 0,526 В (до верхнего предела устойчивости +0,814 В), а за счет растворения водорода – понизить на 0,9 В (до нижнего предела устойчивости – 0,414 В). Разумеется, если жидкость содержит вещества, легко окисляющиеся кислородом или восстанавливающиеся водородом, то при сдвиге потенциала от равновесного достижение предельных значений E_h возможно только после их полного окисления или восстановления.

Для электрокорректирования pH и E_h применяют как бездиафрагменные, так и диафрагменные электролизеры. Бездиафрагменные электролизеры используются в тех случаях, когда процессы, протекающие на поверхности рабочего электрода, необратимы или изменение свойств раствора в приэлектродных зонах не влияет отрицательно на выход требуемых продуктов. Диафрагменные электролизеры обеспечивают разделение продуктов электродных реакций, смешение которых исключает эффект изменения pH и E_h . Как правило, разделение продуктов реакций осуществляется с помощью ионообменных или инертных диафрагм. Разделение можно производить также без диафрагм, отбирая католит и анолит непосредственно из приэлектродных зон.

Электрохимическое корректирование рН и E_h имеет существенные преимущества перед химическим. Кроме исключения ввода дефицитных реагентов, предотвращающих загрязнение воды катионными и анионными остатками кислот и щелочей, преимуществом является также и то, что в результате электролиза изменяются многие физико-химические характеристики воды, обеспечивающие ее «активность». Такая вода обладает лучшими обезжиривающими и моющими свойствами, биологически активна и может использоваться по самому широкому назначению.

Электрокристаллизация является эффективным методом извлечения тяжелых, цветных, благородных и драгоценных металлов, в первую очередь Au, Ag, Cu, Ni, Zn, Cd из разбавленных растворов электролитов. Эффективность катодного восстановления металлов зависит главным образом от условий массопереноса, от концентрации ионов металлов и плотности тока. В последнее время широкое практическое применение нашел электролиз с объемно-пористыми электродами, позволяющий эффективно извлекать металлы из разбавленных растворов электролитов. При этом можно извлекать цветные и благородные металлы из промышленных растворов и сточных вод с исходной концентрацией 2,0 г/дм³ до остаточной концентрации менее 0,1 мг/дм³. Для электрокристаллизации на катоде используются электроды из волокнистых углеграфитовых материалов, сквозь поры которых прокачивается обрабатываемый раствор. Высокорастворимая реакционно-активная поверхность катодов позволяет увеличить производительность электролиза более, чем в 100 раз по сравнению с аппаратами с плоскими и пластинчатыми катодами при практически равных габаритных размерах. На Рис. 5.8. представлена принципиальная схема электролитической очистки. Электроды с осажденным металлом могут использоваться в качестве растворимых анодов в ванне нанесения покрытий. Электролизер

может устанавливаться рядом с ванной улавливания или многоступенчатой каскадной ванной промывки. Метод электролиза находит применение и для обезвреживания цианосодержащих сточных вод и отработанных растворов. Очистку воды от цианидов проводят в бездиафрагменных открытых электролизерах непрерывного или периодического действия. В качестве анодов используют графитированный уголь в виде плит или стержней или магнетит и PbO_2 на титановой основе. Анодная плотность тока $0,5 - 2 \text{ А/дм}^2$. Катоды выполняются из легированных сталей.

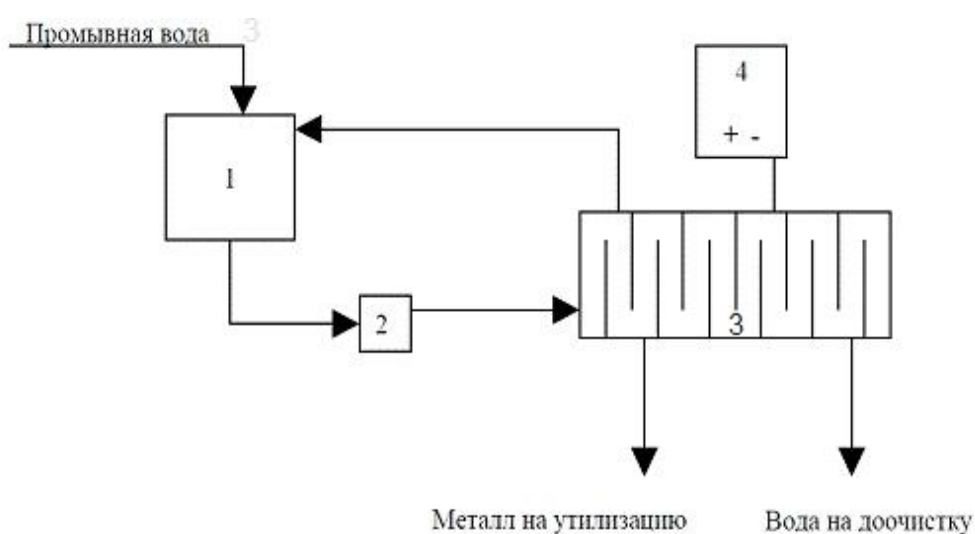
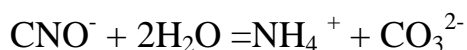
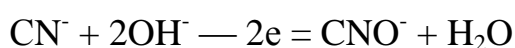


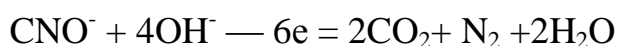
Рис. 5.8. Принципиальная схема электролитической очистки
1-сборник промывной воды; 2-насос; 3-электролизер; 4-выпрямитель.

Анодное окисление и катодное восстановление составляют основу процесса электролиза, происходящего в электролизере. Электрохимическую обработку целесообразно применять при очистке концентрированных органических и неорганических загрязнений и небольших расходах сточных вод. При этом из воды могут быть удалены цианиды, роданиды, амины, спирты, альдегиды, нитросоединения, сульфиды, меркаптаны, ионы тяжелых металлов Pb^{2+} , Sn^{2+} , Hg^{2+} , Cr^{2+} , Cu^{2+} и др. В процессах электрохимического окисления вещества, находящиеся в сточной воде, полностью распадаются с образованием CO_2 , NH_3 и воды или образуют простые и нетоксичные вещества, которые можно удалить другими

методами. При электрохимическом восстановлении на катоде могут быть рекуперированы металлы. В качестве анодов используют различные электролитически нерастворимые материалы: графит, магнетит, диоксиды свинца, марганца и рутения, которые наносятся на титановую основу. В качестве катодов обычно применяют легированную сталь, сплавы вольфрама с железом или никелем, цинк, свинец. Кроме основных процессов электроокисления и восстановления, одновременно могут протекать электрофлотация, электрофорез, электрокоагуляция. Чтобы предотвратить смешение продуктов электролиза, особенно газов, которые могут образовывать взрывоопасные смеси (водорода и кислорода), применяют керамические, полиэтиленовые, асбестовые и стеклянные диафрагмы, разделяющие катодное и анодное пространство. Процесс анодного окисления осуществляется в электролитических ваннах, разделенных на несколько отсеков, в которых обрабатываемые воды перемешиваются сжатым воздухом. При электролизе щелочных вод, содержащих цианиды, на аноде происходит окисление цианид-ионов с образованием цианат-ионов и дальнейшим их электрохимическим окислением до конечных продуктов:

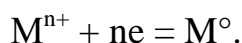


или

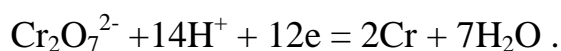


В целях повышения электропроводности сточных вод, снижения расхода электроэнергии и интенсификации процесса окисления в сточные воды добавляют минеральные соли.

Катодное восстановление металлов происходит по схеме:



При этом металлы, осажденные на катоде, могут быть рекуперированы. Реакция восстановления хрома, к примеру, протекает следующим образом:



На процесс электролиза влияет анодная плотность тока, ширина межэлектродного пространства, скорость движения воды, рН, конструкция электродов. Различают плоские и объемные электроды. Последние имеют преимущество при проведении процессов извлечения металлов из разбавленных по ионам металла растворов. Объемные электроды бывают пластинчатыми, объемно-пористыми и псевдооживленными. В электродах первых двух типов раствор проходит через каналы электродов из блока пластин или камеры, заполненной электропроводным материалом. Электроды третьего типа представляют собой подвижные слои электропроводного дисперсного материала (графита, металла), контактирующие с расположенными в объеме слоя токосборниками. Эффективность очистки рассмотренными методами доходит до 80-100 %. Локальные установки для электрохимического окисления и восстановления применяются на предприятиях машиностроительной, приборостроительной, химической, нефтехимической, целлюлозно-бумажной и других отраслей промышленности.

5.1.3.2. *Методы разделения.* При электрофлотации электролитически полученные газовые пузырьки, всплывая в объеме жидкости, взаимодействуют с частицами загрязнений, в результате чего происходит их взаимное слипание, обусловленное уменьшением поверхностной энергии флотируемой частицы и пузырька газа на границе раздела фаз "жидкость-газ". Плотность образующихся агрегатов меньше плотности воды, что обуславливает их транспорт на поверхность жидкости и накопление там флотошлама, который периодически удаляется из аппарата. Процесс флотации протекает тем эффективнее, чем больше общая поверхность газовых пузырьков и чем больше площадь контакта их с флотируемыми частицами. В системах с одинаковой степенью газонаполнения жидкости суммарная поверхность более мелких пузырьков будет больше, а расстояние между частицами и пузырьками меньше, что повышает вероятность их

столкновения. Основную роль в процессе электрофлотации выполняют пузырьки водорода, выделяющегося на катоде. Размер и интенсивность образования пузырьков водорода зависят:

- от состава и температуры обрабатываемой жидкости,
- поверхностного натяжения на границе раздела фаз "электрод-раствор",
- материала электродов, их формы и шероховатости,
- плотности тока.

Изменяя перечисленные параметры, можно регулировать размер и интенсивность выделения пузырьков газов при электролизе, т.е. корректировать в зависимости от характера загрязнений технологический процесс очистки воды. Однако при плотности тока, превышающей оптимальное значение, эффект флотации может снижаться, что объясняется нарушением оптимального гидродинамического режима всплывания флотокомплексов при избытке газовых пузырьков. Вследствие этого происходит разрушение пенного слоя и "вторичное загрязнение" очищенной воды. Оптимальная плотность тока зависит от физико-химических свойств системы и обычно при очистке сточных вод от нерастворимых примесей не превышает $3\text{A}/\text{дм}^2$. Скорость электрофлотации в значительной степени зависит от температуры обрабатываемой жидкости. Повышение температуры способствует уменьшению перенапряжения выделения водорода примерно на 2-3 мВ на каждый градус, с повышением температуры от 20 до 70 - 80 °С оно снижается для большинства металлов на 30-40 %. При этом уменьшается вязкость жидкости и поверхностное натяжение на границе фаз, что интенсифицирует процесс электрофлотации.

Разработаны электрофлотационные аппараты с нерастворимыми анодами для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов, жиров, масел, дисперсных органических веществ. Выпускаются два типа электрофлотационных аппаратов:

- безреагентный электрохимический модуль очистки

- электрохимический модуль глубокой доочистки сточных вод.

Безреагентный электрохимический модуль предназначен для очистки сточных вод от ионов тяжелых цветных металлов. Модуль состоит из электрокорректора рН, двухсекционного электрофлотатора, вспомогательных емкостей для промывной и очищенной воды, дозирующих насосов. Работа модуля основана на процессах образования дисперсной фазы нерастворимых гидроксидов тяжелых металлов и их электрофлотации. Электрохимический модуль глубокой доочистки предназначен для глубокой доочистки сточных вод (после реагентного, электрокоагуляционного и других методов предварительной очистки сточных вод гальванических производств и производств печатных плат) от ионов Cu^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} , Cr^{3+} , Fe^{3+} , Fe^{2+} , Al^{3+} и др. при любом соотношении компонентов в присутствии различных анионов. Работа модуля основана на электрофлотационном извлечении малорастворимых соединений тяжелых цветных металлов в основном в виде фосфатов индивидуально или в смеси при рН = 7 - 10 за счет их флотации пузырьками водорода и кислорода. Использование нерастворимых анодов из титана с оксидным покрытием обеспечивает высокое качество очистки и не приводит к вторичному загрязнению воды. Флотошлам удаляется из электрофлотатора пеносборным устройством. Модуль включает в себя двухсекционный электрофлотационный аппарат, вспомогательные емкости для флокулянта и реагента, дозирующие насосы. Остаточная концентрация ионов тяжелых цветных металлов составляет не более $0,01 \text{ мг/дм}^3$ (при начальной - не более $1,0 \text{ мг/дм}^3$). Для дисперсных веществ этот параметр находится в пределах $0,5-1,0 \text{ мг/дм}^3$. На рис 5.9. представлена принципиальная схема двухступенчатой электрофлотационной очистки (использованы оба модуля).

Конструкции аппаратов для электрофлотационной очистки достаточно просты. Electroды могут выполняться в виде пластин, располагаемых на дне аппарата горизонтально или вертикально, занимая практически всю площадь днища с целью предотвращения циркуляционных

потоков, препятствующих флотированию загрязнений. Метод электрофлотации имеет ряд существенных преимуществ по сравнению с другими способами флотации сточных вод:

- простота изготовления аппаратов и несложность их обслуживания;
- возможность регулирования степени очистки жидкости в зависимости от фазово-дисперсного состояния загрязнений путем изменения только одного параметра (плотности тока) в технологическом процессе;
- высокая степень дисперсности газовых пузырьков, обеспечивающая эффективность прилипания к ним нерастворимых примесей;
- отсутствие вращающихся частей в рабочей зоне аппаратов, гарантирующее надежность их работы и исключающее перемешивание обрабатываемой жидкости и измельчение содержащихся в ней взвешенных частиц;
- дополнительная минерализация органических загрязнений (разложение органических молекул на электродах с образованием простых неорганических соединений – H_2O , CO_2) с одновременным обеззараживанием сточных вод за счет образующихся на аноде продуктов электролиза — атомарного кислорода и активного хлора.

Метод *электродиализа* обеспечивает разделение и концентрирование ионных примесей в воде. Сущность метода заключается в том, что под действием разности потенциалов, приложенной к электродам, обеспечивается направленное движение

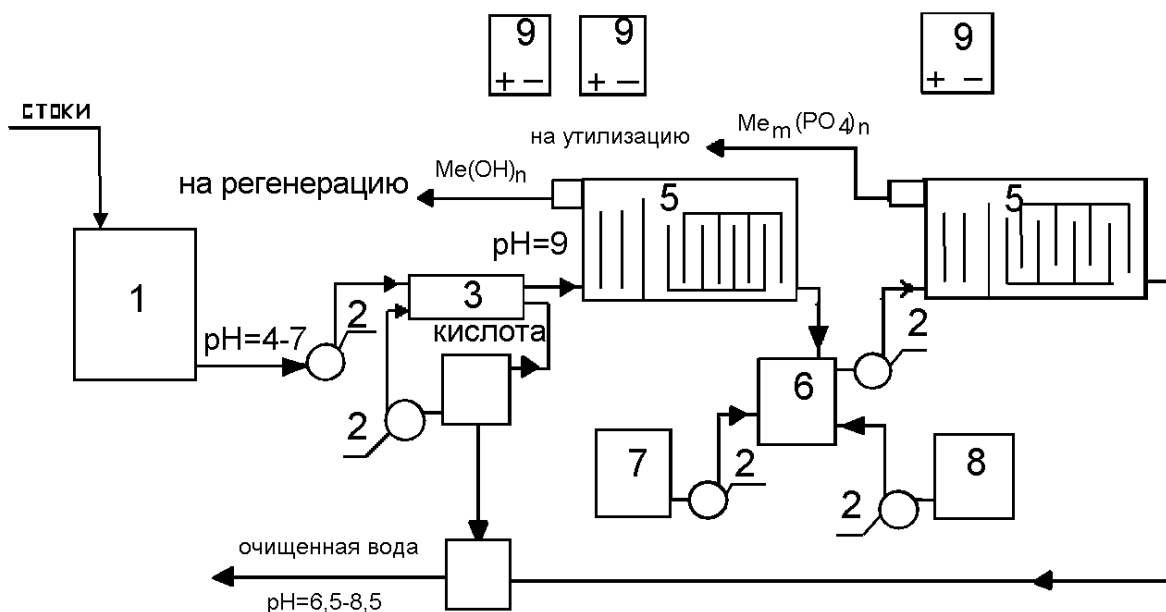


Рис. 5.9. Принципиальная схема двухступенчатой электрофлотационной очистки сточных вод.

1-сборник-усреднитель; 2-насос; 3-электрокорректор pH; 4-сборник кислотного раствора; 5-электрофлотатор; 6-смеситель; 7-емкость с раствором фосфата; 8-емкость с раствором флокулянта; 9-выпрямитель (поз.3,4,5, безреагентный электрохимический модуль, поз.5,6,7,8 - электрохимический модуль глубокой очистки).

ионов в растворе в соответствии со знаками их заряда. Промывные воды при наличии механических примесей направляются на фильтр, заполненный активированным углем, а при отсутствии примесей - сразу в электродиализатор. Электродиализатор разделен чередующимися катионитовыми и анионитовыми мембранами, образующими те же чередующиеся концентрирующие (рассольные) и обессоливающие (диэлюатные) камеры. Через такую систему пропускается постоянный ток, под действием которого катионы, двигаясь к катоду, проникают через катионитовые мембраны, но задерживаются анионитовыми, а анионы, двигаясь в направлении анода, проходят через анионитовые мембраны, но задерживаются катионитовыми. В результате этого из одного ряда камер, например, из ряда четных камер, ионы обоих знаков выводятся в смежный, нечетный, ряд камер (рис.5.10).

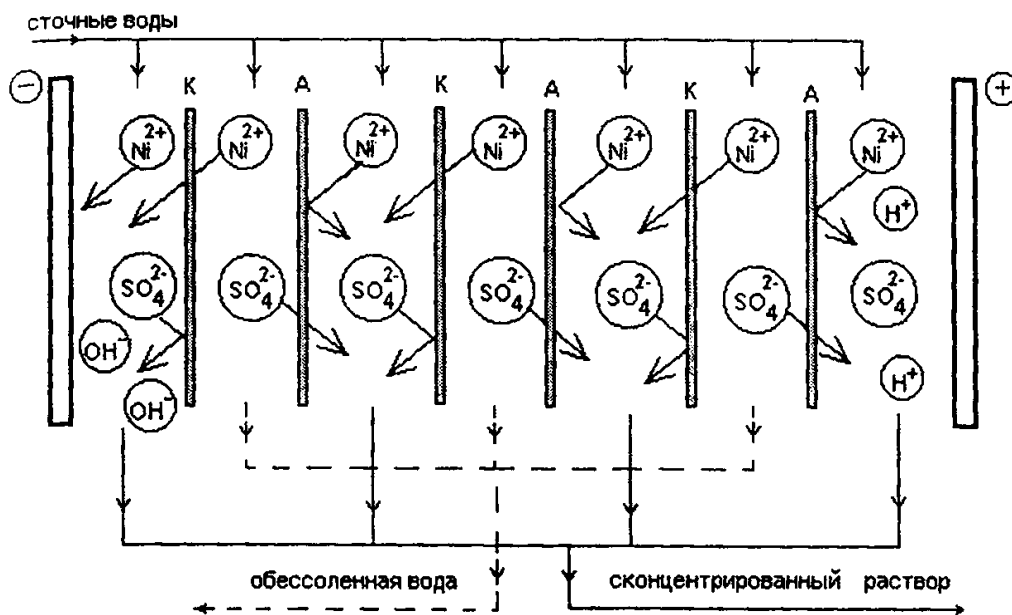


Рис. 5.10. Схема процесса электродиализа.

К – катионитовые мембраны; А - анионитовые мембраны; знаками(-) и (+) обозначены катод и анод, соответственно.

Очищенная вода из четных камер собирается в один поток, а сконцентрированные соли из нечетных камер - в другой поток. Ионитовые мембраны изготавливаются из органических ионообменных смол без основы или на основе капроновых, нейлоновых и других тканей. Ионообменные смолы представляют собой практически нерастворимые в воде соли, кислоты или основания, активные группы которых способны к обменным реакциям в растворах. В зависимости от способа получения и строения ионообменные мембраны делятся на гомогенные, гетерогенные и пропиточные. Гомогенные ионитовые мембраны являются наиболее совершенными по своей обменной способности. Гетерогенные ионитовые мембраны изготавливаются прессованными и пропиточными. Пропиточные мембраны являются наиболее простыми в технологическом отношении и обладают высокой селективностью и электропроводностью. Особым типом мембран являются биполярные мембраны, на катионитовой стороне которых используются мембраны МК-40, а на анионитовой – МА-40 или МА-41Л. На рис.5.11. представлена принципиальная схема электродиализной очистки промывных и сточных вод. Катоды в

электродиализаторах изготавливаются из нержавеющей стали или титана, аноды - из платинированного титана или графита. Анионитовые и катионитовые мембраны марок МА-40 и МК-40 выпускаются серийно.

Очистка сточных вод в электродиализаторах (Рис.5.11) ведется при следующих условиях: величина рН сточной воды - 4-9; плотность тока - 0,8-1,8 А/дм²; скорость потока - 0,5-0,7л/мин; температура – 18 - 30 °С. При начальной концентрации ионов тяжелых металлов до 100 мг/дм³ можно обеспечить конечную концентрацию ионов тяжелых металлов до 0,1 мг/дм³. Периодически электродиализный комплекс промывается серной кислотой. Эта операция позволяет содержать электродиализатор в работоспособном состоянии и избегать повышенных энергозатрат вследствие роста сопротивления при образовании пленки солей на мембранах. Известны электродиализные опреснительные установки достаточно большой производительности – до 12 000 м³/сут (Рис.5.12).

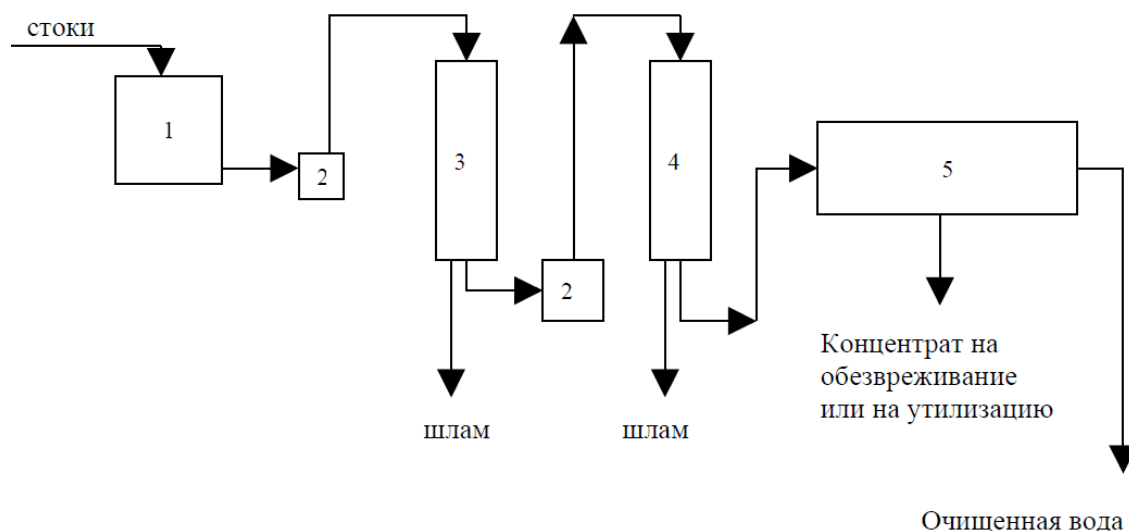


Рис. 5.11. Принципиальная схема электродиализной очистки промывных и сточных вод.

1 – накопитель стоков; 2 – насос; 3 – механический фильтр; 4 – сорбционный фильтр; 5 – электродиализатор; 6 – выпрямитель.



Аппарат электродиализа состоит из совокупности камер, разделенных катионо-, анионо-обменными или биполярными мембранами. В процессе электродиализа в одних камерах локализуется раствор, в котором концентрируются ионы растворенных веществ, в других камерах собирается вода, из которой эти ионы удалены.

Рис. 5.12. Внешний вид электродиализной установки.

Процесс опреснения на электродиализных установках осуществляется по трем основным схемам: прямоточной, циркуляционной порционного действия и циркуляционной непрерывного действия. Эти схемы бывают одноступенчатыми и многоступенчатыми. Для уменьшения сопротивления мембранного пакета рассол частично повторно возвращается в цикл установки. В циркуляционных установках порционного действия соленую воду пропускают многократно через камеры электродиализного аппарата до получения заданной степени опреснения исходной воды. В этих установках скорость потока обрабатываемой воды может быть выше, чем в прямоточных. С целью исключения увеличения перепада концентраций в камерах воду рассольных камер разбавляют опресняемой водой.

Коллоиды, частицы которых имеют большие значения электрокинетического потенциала, обладают повышенной стабильностью и плохо коагулируют. Для удаления таких коллоидов целесообразно использовать метод электрофореза. Электрофорез (*phoresos* по латыни перенос) основан на подвижности коллоидных частиц в электрическом поле. Полярные коллоидные частицы перемещаются к электродам: положительно заряженные – к катоду, отрицательно – к аноду. Скорость перемещения при прочих равных условиях тем больше, чем стабильнее коллоиды и чем

больше электрокинетический дзета-потенциал их частиц. Как правило, камера аппарата для электрофоретической очистки разделена полупроницаемыми мембранами на отдельные ячейки, каждая из которых, в свою очередь, разделена фильтрующей перегородкой на «чистое» и «грязное» отделения. Мембраны непроницаемы для коллоидных частиц, но пропускают ионы, являющиеся главным переносчиком электрического тока. Фильтрующие перегородки из нитроцеллюлозы или другого материала проницаемы для коллоидных частиц и молекул воды. Коллоиды проходят через фильтрующие перегородки и накапливаются в «грязных» отделениях, откуда и удаляются. Очищенная вода отводится из «чистых» отделений ячеек. Скорость перемещения воды из «грязного» отделения в «чистое» должна быть существенно ниже, чем скорость переноса коллоидов в противоположном направлении.

Процессы *обратного осмоса* и *ультрафильтрации* основаны на способности молекул воды проникать через полупроницаемые мембраны. *Осмоз* - процесс односторонней диффузии через полупроницаемую мембрану молекул растворителя в сторону бóльшей концентрации растворённого вещества из объёма с меньшей концентрацией растворенного вещества. (рис 5.13).

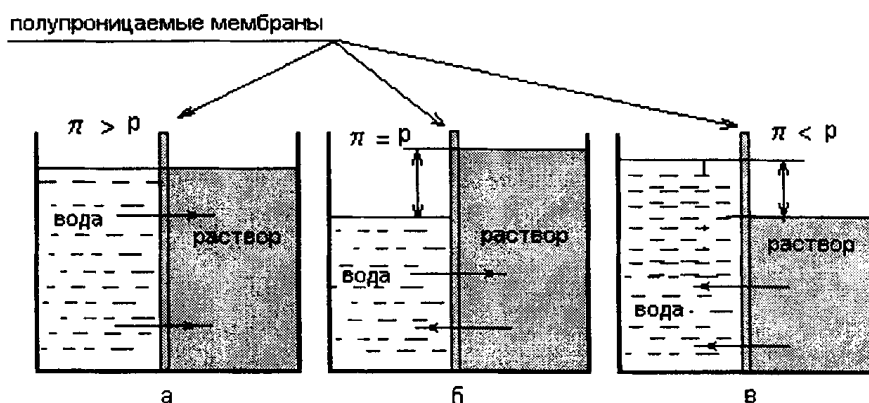


Рис. 5.13. Схематическое представление условий возникновения осмотических явлений. а – осмос; б – равновесие; в - обратный осмос. (горизонтальные стрелки показывают направление движения воды).

Уровень раствора повышается до тех пор, пока разница в уровнях не уравнивает осмотическое давление. Если приложенное к раствору давление (p) превышает осмотическое давление (π), возникает обратный ток воды через полупроницаемую мембрану. При этом с противоположной стороны мембраны можно получить очищенную воду. Это явление приводит к тому, что из стоков удаляется вода, а в стоках концентрируются ионы тяжелых металлов и другие загрязнения. Такой механизм справедлив как для обратноосмотических (гиперфильтрационных), так и для ультрафильтрационных установок. Отличие заключается в практической реализации этих методов. При *обратном осмосе* отделяются частицы (молекулы, гидратированные ионы), размеры которых сравнимы с размерами молекул воды (диаметр частиц 0,0001-0,001 мкм). В установках обратноосмотической очистки используют полупроницаемые мембраны толщиной 0,1-0,2 мкм с порами 0,001 мкм под давлением 6-10 МПа.



Рис.5.14. Фрагмент установки обратного осмоса. (Эль-Пасо, Техас, США).

При *ультрафильтрации* размер отделяемых частиц на порядок больше (диаметр частиц 0,001-0 02 мкм). В установках ультрафильтрационной очистки применяют полупроницаемые мембраны с порами 0,005-0,2 мкм под давлением 0,1-0,5 МПа. Наибольшее распространение получили мембраны из ацетилцеллюлозы, устойчивые при давлениях до 10 МПа, температурах 0-30⁰С, рН 3-8. При температурах более 50⁰С ацетилцеллюлозные мембраны разрушаются. Наиболее перспективными являются мембраны марки УАМ для ультрафильтрации и марки МГА для гиперфильтрации (Рис. 5.14, 5.15). Увеличение концентрации раствора приводит к росту осмотического давления растворителя, повышению вязкости раствора и росту концентрационной поляризации, т.е. к снижению проницаемости и селективности. С повышением давления удельная производительность мембран увеличивается, так как растет движущая сила процесса. Однако при высоких давлениях происходит уплотнение материала мембран, что вызывает снижение проницаемости. Поэтому для каждого вида мембран устанавливают оптимальное рабочее давление. Рост температуры приводит к уменьшению вязкости и плотности раствора, что способствует росту проницаемости. Однако при этом повышается осмотическое давление, которое уменьшает проницаемость. Кроме того, при повышении температуры начинается усадка и стягивание пор мембраны (что приводит к уменьшению проницаемости), а также возрастает скорость гидролиза материала мембраны, сокращая срок ее службы. Наиболее частые нарушения в работе мембран происходят из-за их гидролиза, засорения пор, бактериального воздействия или уплотнения мембранного материала. В процессе *электрофильтрации* жидкостей можно выделить две стадии: транспорт дисперсных частиц и их удерживание коллектором. Транспорт дисперсных частиц осуществляется за счет сил электрофореза, электроосмоса и диполофореза. Во внешнем электрическом поле

практически все коллоидные частицы приобретают некоторый наведенный дипольный момент.

Электрическое поле в системе ионит — раствор оказывается неоднородным. Максимум электрического поля всегда локализован между зернами ионитов, причем его положение зависит от соотношения электропроводимости ионита и среды. Попадая в неоднородное электрическое поле, ориентированный по полю диполь движется в сторону локализации максимума поля, в то время как диполь, ориентированный против поля в неоднородном электрическом поле, движется в противоположную сторону. Вблизи зерен ионита коллоидные частицы могут транспортироваться за счет электроосмотического потока жидкости через ионообменный материал. Если знаки заряда частиц и противоионов совпадают, электроосмос способствует образованию осадка коллоидных частиц на ионообменном коллекторе. Если же знаки зарядов частиц и противоионов противоположны, электроосмос препятствует осаждению коллоидов. Роль электроосмотического потока особенно велика в непосредственной близости от границы раздела ионит – раствор. Дело в

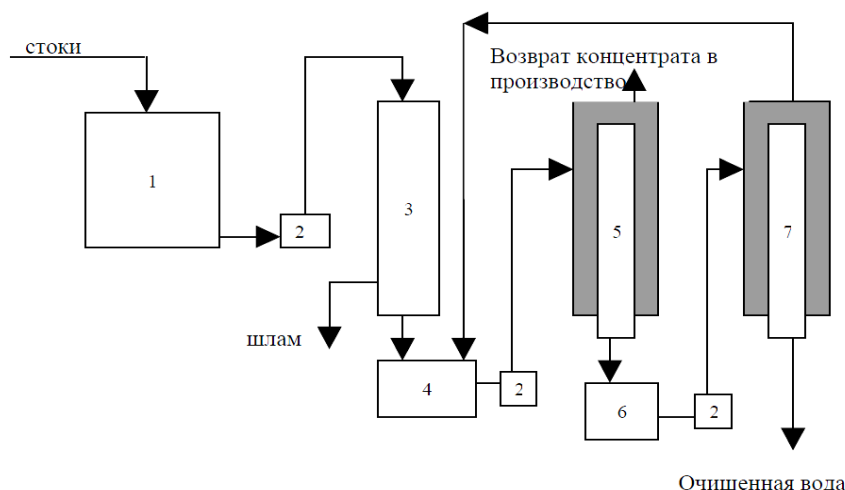


Рис. 5.15. Принципиальная схема ультра- и гиперфильтрации (обратного осмоса).

1-накопитель стоков; 2-насос; 3-механический фильтр; 4-накопитель стоков и концентрата 2-ой ступени; 5-обратноосмотический аппарат 1-ой ступени; 6-накопитель фильтрата 1-ой ступени; 7-обратноосмотический аппарат 2-ой ступени.

том, что по мере уменьшения толщины пленки жидкости, разделяющей частицы и коллектор, вязкость жидкости возрастает. В связи с этим убывает скорость электрофореза и диполофореза. Непрерывное «отсасывание» высоковязкой пленки внутрь гранулы ионита существенно ускоряет доставку коллоидных частиц к границе раздела ионит – раствор. Удерживание дисперсных частиц в системе ионит – раствор возможно вследствие образования полислоев осевших частиц на ионите и вследствие их фокусировки в зазорах между зернами. Образование полислоев частиц объясняется тем, что дисперсные частицы в электрическом поле приобретают наведенные дипольные моменты и определенным образом (по полю или против поля) ориентируются по отношению к силовым линиям поля. Таким образом, первый слой частиц удерживается благодаря силам электростатического притяжения противоположно заряженных поверхностей ионита и частицы. Второй и последующий слои удерживаются благодаря диполь-дипольному взаимодействию, возникающему между наведенными диполями дисперсных частиц. При выключении электрического поля наведенные дипольные моменты исчезают, и частицы (кроме локализованных в первом слое) вымываются потоком жидкости. Таким образом осуществляется регенерация ионообменного электрофильтра. Возможна также диполофоретическая фокусировка дисперсных частиц в узких зазорах между зернами ионита в областях максимума электрического поля. Но она возможна только для частиц, дипольные моменты которых ориентированы по полю, и заряд которых противоположен заряду противоионов ионита. При сочетании двух условий дисперсные частицы силами диполофореза и электрофореза будут затягиваться в области максимума электрического поля, но осесть на зернах ионита не смогут, так как этому препятствует противоположно направленный электроосмотический поток растворителя. Концентрированию дисперсных частиц в областях максимума электрического поля благоприятствует также то обстоятельство, что эти

области являются застойными в гидродинамическом отношении. При выключении электрического поля наведенные дипольные моменты исчезают, и частицы вымываются потоком раствора. Осаждению дисперсных частиц на ионообменном материале способствует также эффект усиления поля. С принимающей стороны ионита создается слой обедненного по солевым ионам раствора; градиент потенциала в нем растет по мере приближения к границе раздела ионит – раствор. В результате увеличивается скорость электрофореза и диполофореза частиц, дипольные моменты которых ориентированы по полю. В диффузионном слое увеличивается диполь – дипольное взаимодействие как между осевшими слоями частиц, так и между отдельными частицами в растворе. При этом возможно образование агрегатов частиц и их необратимая коагуляция. Скорость диполофореза и дипольное взаимодействие для крупных частиц много больше, чем для мелких, вследствие этого усиление поля должно повышать эффективность электрофлотирования. В то же время эффект усиления поля на границе раздела «принимающая сторона ионита – раствор» связан с возникновением конвективных потоков жидкости, затрудняющих формирование осадка дисперсных частиц на поверхности ионообменного материала.

5.1.3.3. *Комбинированные методы.* Метод *электрофлотокоагуляции* позволяет одновременно осуществлять два процесса: изменение дисперсного состояния примесей за счет их коагуляции под действием электрического поля продуктов электродных реакций и закрепление пузырьков электролитического газа на поверхности коагулирующих частиц, что обеспечивает их последующую флотацию. Непременным условием протекания процесса электрофлотокоагуляции является закрепление пузырьков газа на поверхности частиц в момент их образования. В этом случае эффективность флотационного процесса возрастает в 1,5÷2,0 раза. Особенно эффективен метод при анодном (катодном) растворении металла электродов. Это объясняется тем, что коагулирующая активность

электрогенерированных реагентов в отличие от коагулянтов, полученных при гидролизе солей металлов, значительно выше. Коагуляция частиц с одновременным закреплением пузырьков газа может происходить в межэлектродном пространстве, где дополнительно используется воздействие электрического поля, или в другом объеме, куда транспортируются продукты электродных реакций. В любом случае первый прием всегда эффективнее из-за воздействия поля и более высокой активности взаимодействующих частиц. В то же время его применение ограничивается возможным нарушением работы электродных систем при сложном ионно-молекулярном составе природных и сточных вод.

Основными стадиями электрофлотокоагуляционного процесса являются:

- 1) генерация электролитического коагулянта;
- 2) генерация электролитического газа;
- 3) коагуляция примесей;
- 4) закрепление электролитического газа на поверхности

скоагулированных частиц (образование флотокомплексов);

- 5) всплывание флотокомплексов.

Стадии 3 и 4 протекают одновременно, предшествующие им стадии 1 и 2 могут протекать параллельно или последовательно в зависимости от конструктивных особенностей электродной системы. Как правило, стадия 5 протекает после завершения стадий 1÷4 и осуществляется в отдельной камере. Эффективность флотации зависит от соотношения объема образующегося электролитического газа к массе коагулируемых частиц и электрогенерированного коагулянта. Эффект очистки на флотокоагуляционных установках зависит от их конструкции, исходной концентрации загрязнений, характера их взаимодействия с образующимся коагулянтом и ряда других факторов. При исходной концентрации твердой фазы $300\div 500$ мг/дм³ остаточная концентрация может составлять $20\div 50$ мг/ дм³ и повышаться при съеме шлама с поверхности, выпуске осадка, резком колебании концентрации загрязнений на входе в установку. Поэтому,

как правило, перед установками для электрофлотации предусматривается предварительная очистка от грубых примесей и усреднение концентрации солевого состава, а после установок – узел фильтрования для доочистки от взвешенных веществ (рис.5.16).

Степень окисления органических загрязнений можно существенно повысить за счет дополнительного введения в обрабатываемую воду поваренной соли, при электролизе которой образуется активный хлор. Снизить затраты и повысить эффективность очистки можно при использовании катализаторов восстановления активного хлора – активированных углей, гидроксидов и оксидов металлов переменной валентности. Наибольшей эффективностью обладают соединения металлов, изменяющие свою валентность в широком интервале, например, марганца. Аналогично, высокой каталитической активностью обладают ионы хрома. Таким образом, ионы металлов переменной валентности, встречающиеся в некоторых категориях сточных вод, катализируют процесс электрохимического окисления органических загрязнений.

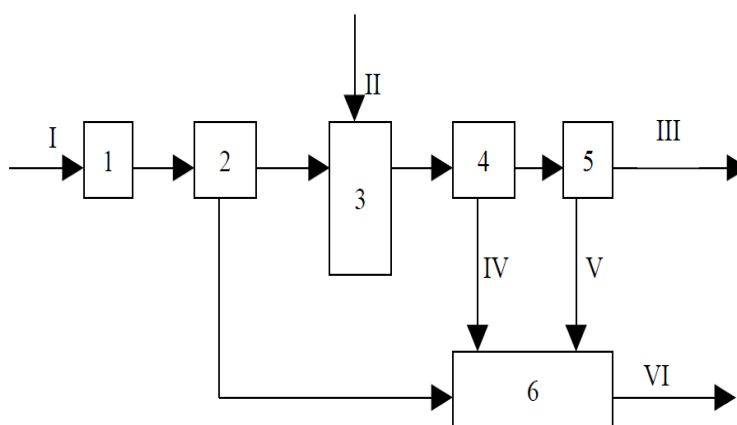


Рис. 5.16. Технологическая схема очистки воды с применением электрофлотокоагуляции.

1- узел очистки от грубых примесей; 2 - узел предварительного осветления (отстойник или флотатор); 3 - усреднитель; 4 - электрофлотокоагулятор; 5-фильтр; 6- узел обработки шлама и осадка; I- очищаемая вода; II- воздух; III-очищенная вода; IV-осадок и шлам; V- промывная вода фильтров; VI- обезвоженные твердые отходы

Процесс *электрохимической деструкции с каталитическим окислением* органических примесей осуществляют двумя методами: введением в электродное пространство вместе с потоком жидкости подвижного или гранулированного неподвижного катализатора и введением катализатора в поток после электролиза в специальном реакторе. Преимуществом первой схемы является возможность многократного использования хлорид-иона в том же реакторе, поскольку атомарный кислород немедленно вступает в реакцию окисления из-за своей термодинамической неустойчивости, а хлорид-ион опять разряжается на аноде и образует активный хлор. Концентрация хлорид-ионов в растворе остается почти неизменной, хотя они непрерывно участвуют в окислительно-восстановительных процессах, благодаря чему увеличивается общий выход активного хлора. Используя подвижные катализаторы, в поток жидкости обычно вводят металлы переменной валентности в виде легкорастворяющихся солей или гидроксидов. Таким же образом используются порошкообразные активированные угли. Для очистки различных категорий сточных вод расход катализаторов по активному веществу достигает 40 кг/м^3 , поэтому если катализаторы не возвращать в цикл очистки, себестоимость обработки жидкости будет высокая. Снизить себестоимость можно созданием дополнительных узлов улавливания и регенерации катализаторов, однако это усложняет технологическую схему. Размещение гранулированных катализаторов, активированных углей или материалов, содержащих оксиды металлов переменной валентности, в межэлектродном пространстве несколько упрощает технологическую схему очистки. Следует также отметить, что в межэлектродном пространстве гранулы катализатора работают как биполярные микроэлектроды, вследствие чего катализаторы разрушаются и уносятся вместе с потоком очищенной жидкости. Возможно забивание пор между гранулами и уменьшение пропускной способности электролизера. Для электролиза

рекомендуются аноды на титановой основе с покрытиями из оксидов кобальта и марганца, магнетита и других металлов.

По второму варианту катализ осуществляется в отдельном реакторе. В этом случае электролизер может служить для минерализации легкоокисляемых органических загрязнений (т.е. для превращения органических соединений в простые неорганические соединения – H_2O , CO_2) и получения активного хлора в необходимом количестве. Катализ в отдельном реакторе можно проводить как с растворенным, так и с гранулированным катализатором. Растворенные и диспергированные катализаторы необходимо улавливать и возвращать в цикл. Процесс технологически проще выполняется с гранулированными катализаторами. Известны два основных варианта контакта гранулированной загрузки с потоком жидкости – в виде насыпных устройств и в виде взвешенного слоя. Опыт использования такой технологии свидетельствует, что наиболее эффективным является контакт во взвешенном слое катализатора. В реакторе с гранулированной загрузкой окислению подвергается оставшаяся трудноокисляемая органика и обеспечивается дехлорирование очищенной воды, поэтому оптимальное сочетание электролиза и последующего катализа может обеспечить высокую эффективность очистки при минимальных затратах электроэнергии. Такая технологическая схема является наиболее перспективной.

Для реализации этого метода очистки разработан комбинированный аппарат (рис.5.17), который имеет два блока электродов 6 с нерастворимыми анодами и камеру доочистки 4 с гранулированной каталитической загрузкой 8.

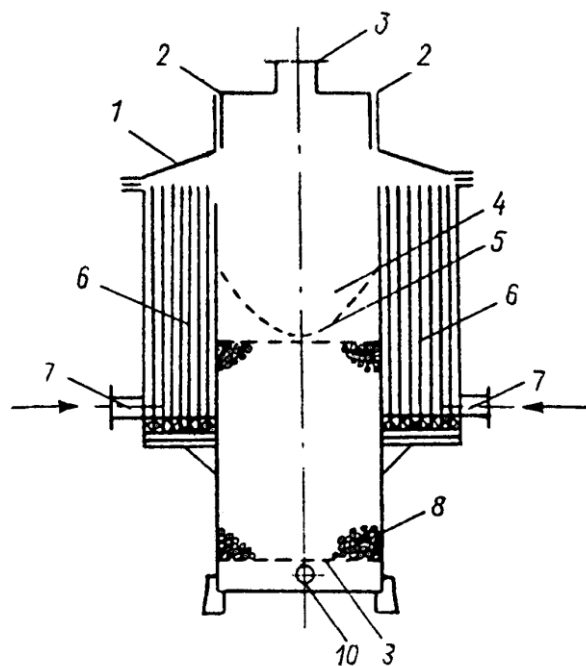


Рис. 5.17. Комбинированный аппарат для электрокаталитической очистки сточных вод (пояснения в тексте).

Вода подается в аппарат с двух сторон через штуцеры 7, последовательно проходит по электролитическим ячейкам и переливается через верхнюю кромку катодных пластин в камеру 4. Если в процессе электролиза возможно образование над электродами слоя пены, как, например, при электрофлотации поверхностно-активных веществ, то эта пена наклонными козырьками крышки 1 вытесняется также в камеру 4. Местная приточно-вытяжная вентиляция 3, предназначенная для обеспечения взрывобезопасности, используется для интенсификации пеногашения за счет создания направленной струи воздуха над слоем пены из щелевого впускного канала 2. Струя поступающего воздуха изменяет направление движения пенного слоя, прижимает его к стенке камеры, по которой стекает очищенная вода из электродного блока. Потоки воздуха и воды, двигаясь параллельно друг другу, создают местное разрежение, что ускоряет дегазацию пены, которая быстро гасится на поверхности гранулированной загрузки. Поступающие в камеру доочистки потоки воды вместе с пеной распределяются сетчатым устройством 5 по поверхности

загрузки 8. При прохождении воды и пеноконденсата через загрузку происходит восстановление активного хлора, при котором образующийся атомарный кислород окисляет находящиеся в жидкости остаточные органические загрязнения. Очищенная вода собирается в пространстве между ложным днищем 9 и дном камеры 4 и отводится через патрубок 10.

Комплекс электрических воздействий, предполагает использование в одном аппарате методов электрокоагуляции, электрофлотации, электроразряда малой мощности, ультразвуковых воздействий, электрообеззараживания воды и др. Комплексное применение такой совокупности методов целесообразно при глубокой очистке воды для автономных объектов. Выбор соответствующей совокупности методов при комплексном электрическом воздействии зависит от исходного и требуемого качества очищенной воды. Метод комплексного электрического воздействия использован при разработке ряда малогабаритных водоочистных установок, предназначенных для очистки и обеззараживания природных и сточных вод объектов небольшой производительности. Длительность электрических воздействий колеблется от долей микросекунд (грозовые перенапряжения) до нескольких часов.

Процесс электроосаждения в электрохимической очистке воды предполагает использование всей совокупности эффектов, возникающих при наложении электрического поля, для выделения загрязнителей в виде твердой фазы. К таким эффектам относятся подщелачивание прикатодного слоя при электровосстановлении протонов, поляризация мелкодисперсных частиц, прямое восстановление на катоде и окисление на аноде, все виды электрокоагуляции и пр. Процесс электроосаждения в технологии очистки воды играет двоякую роль. С одной стороны, это достаточно эффективный процесс концентрирования загрязнений с одновременной их коагуляцией, что позволяет, например, обезвоживать осадки без дополнительного ввода реагентов, но, с другой стороны, образование осадков на поверхности растворимых электродов приводит к изменению электрических параметров

электродной системы, падению силы тока и выхода по току продуктов анодной (катодной) реакций. Это требует дополнительных мер, направленных на периодическую активацию электродов, что осложняет технологию и тормозит широкое внедрение электрохимических методов кондиционирования воды в производство.

5.1.4. Бессточные технологические схемы и водооборотные циклы в гальванических производствах

Одной из основных задач технологии ресурсосбережения является снижение количества воды, приходящегося на единицу продукции (удельное водопотребление), путем внедрения систем оборотного водоснабжения и перехода на водосберегающие технологии. Производства, в которых функционируют замкнутые системы водоснабжения без сброса сточных вод в водоемы, т.е. имеющие коэффициент использования свежей воды, равный единице, относятся к бессточным. Следует еще раз напомнить, что коэффициент использования воды – это отношение разности между количеством воды, поступающей на предприятие с водозабора, и количеством сбрасываемой сточной воды к количеству воды, поступающей с водозабора.

При создании замкнутых систем водоснабжения необходимо руководствоваться следующими основными принципами:

1. Водоснабжение и канализация предприятия должны рассматриваться как единая подсистема, включающая водоснабжение, водоотведение и очистку сточных вод, способную обеспечить их повторное использование.

2. Основным источником водоснабжения должны быть очищенные сточные воды, а свежая вода должна использоваться только для особых целей и для восполнения потерь в локальных системах.

3. Очистка сточных вод должна сводиться к регенерации

- а) отработанных технологических растворов,
- б) воды в локальных системах технологического водоснабжения с целью их повторного использования в производстве.

4. Методы регенерации технологических растворов и воды должны при минимальных материальных и энергетических затратах обеспечивать одновременное решение двух задач:

- а) извлечение ценных компонентов,
- б) доведение образующихся отходов до кондиций товарного продукта или вторичного сырья.

Циркулирующая вода проходит локальную очистку в установках, которые являются продолжением технологических агрегатов. На локальных установках очищаются сточные воды, которые без очистки не могут быть направлены в системы повторного или оборотного водоснабжения или на общезаводские очистные сооружения. На этих установках, как правило, из сточных вод извлекаются ценные примеси с использованием регенерационных методов очистки: отстаивания, флотации, экстракции, ректификации, дистилляции, адсорбции, ионного обмена, обратного осмоса и др. В ряде случаев на локальных установках осуществляется термическое обезвреживание сточных вод.

Металлообрабатывающие и машиностроительные предприятия являются относительно крупными потребителями пресной воды. В процессе технологических операций в пресной воде образуются токсичные агенты, в числе которых тяжелые металлы, растворимые и нерастворимые органические вещества. В связи с этим особую актуальность приобретает проблема создания систем оборотного водоснабжения предприятий и сокращения сброса сточных вод в водные объекты. *Оборотное водоснабжение* - замкнутая система, позволяющая повторно использовать очищенные сточные воды, прошедшие процесс очистки на очистных сооружениях предприятия. Концепция оборотного водоснабжения предприятия полностью исключает сброс промышленных сточных вод в

водоемы или городскую канализацию. Обратное водоснабжение позволяет решить экологические и экономические задачи: существенно (на 85-95%) снизить водопотребление промышленного предприятия, сократить потери ценных компонентов, избежать платы за водоотведение и штрафов за превышение предельно допустимых концентраций ПДК (ПДК сточных вод).

В настоящее время большая часть промышленных очистных сооружений, основанных на традиционных технологиях реагентной, электрокоагуляционной, механической и биологической очистки не обеспечивают очистку сточных вод от ионов тяжелых металлов до уровней ПДК и существенное снижение солесодержания в очищенных сточных водах. При полном или частичном возврате на повторное использование сточных вод, очищенных по данным технологиям, через несколько технологических циклов происходит постепенное засоление воды, циркулирующей в системе. Это приводит к серьезным проблемам, в частности, к коррозии оборудования, ухудшению качества готовых изделий в целом. Внедрение систем обратного водоснабжения обусловлено следующими основными факторами: наличием и стоимостью водных ресурсов; наличием водных объектов или инженерных коммуникаций, предназначенных для сброса сточных вод; более высокой рентабельностью в сравнении с существующими технологиями.

Разработанные в последние годы промышленные очистные сооружения и системы обратного водоснабжения позволяют значительно снизить водопотребление на производственные нужды и уменьшить сброс сточных вод в водоемы. Строительство сооружений очистки сточных вод замкнутого цикла осуществляется на базе новых технологий; маловодных и безводных технологических процессов, значительно снижающих объем и загрязненность сточных вод; современного флотационного, мембранного и вакуум-выпарного оборудования. Проектировать промышленные очистные сооружения и системы очистки воды целесообразно одновременно с проектированием основной технологии гальванического производства с

учетом научно обоснованных требований к рациональному водопотреблению и качеству воды (Рис.5.18). При этом регенерация отработанных растворов электролитов и очистка стоков является *не дополнительной, а завершающей* стадией производства товарного изделия.

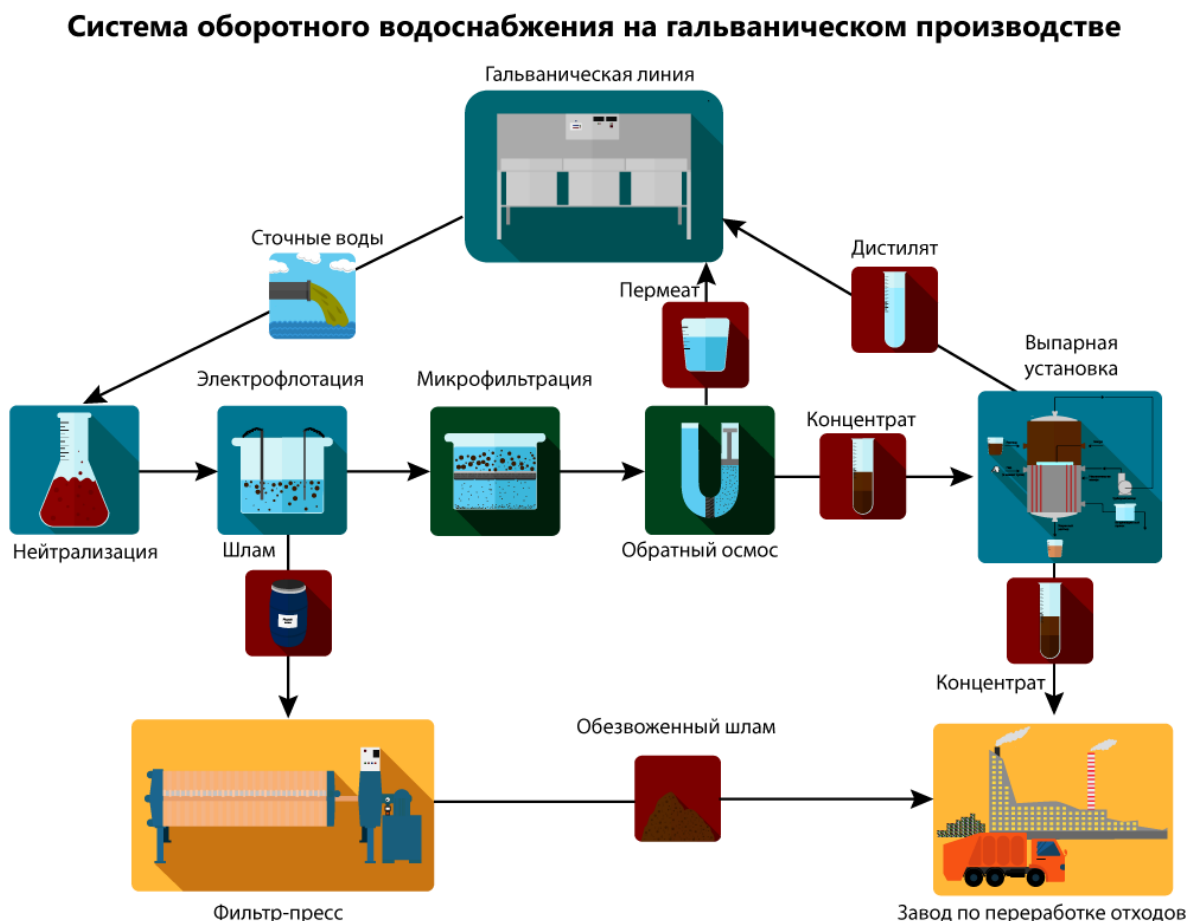


Рис. 5.18. Схема структурной организации оборотного водоснабжения на гальваническом производстве.

Создание очистных сооружений промышленных предприятий замкнутого типа представляется сложной комплексной задачей, требующей высоких капитальных затрат и новых технологий очистки воды. Современные промышленные сооружения замкнутого водоснабжения имеют экологические и экономические преимущества по сравнению с действующими станциями промышленной очистки воды. Затраты на получение оборотной воды из сточных вод гальванического производства и утилизация ценных компонентов из стоков, которые используются повторно,

в конечном итоге оказываются ниже суммарных затрат на водопотребление, промышленную водоподготовку и очистку сточных вод до уровней ПДК на традиционных очистных сооружениях.

На рис. 5.19 представлены внешний вид и схематическое изображение системы оборотного водоснабжения гальванической линии.

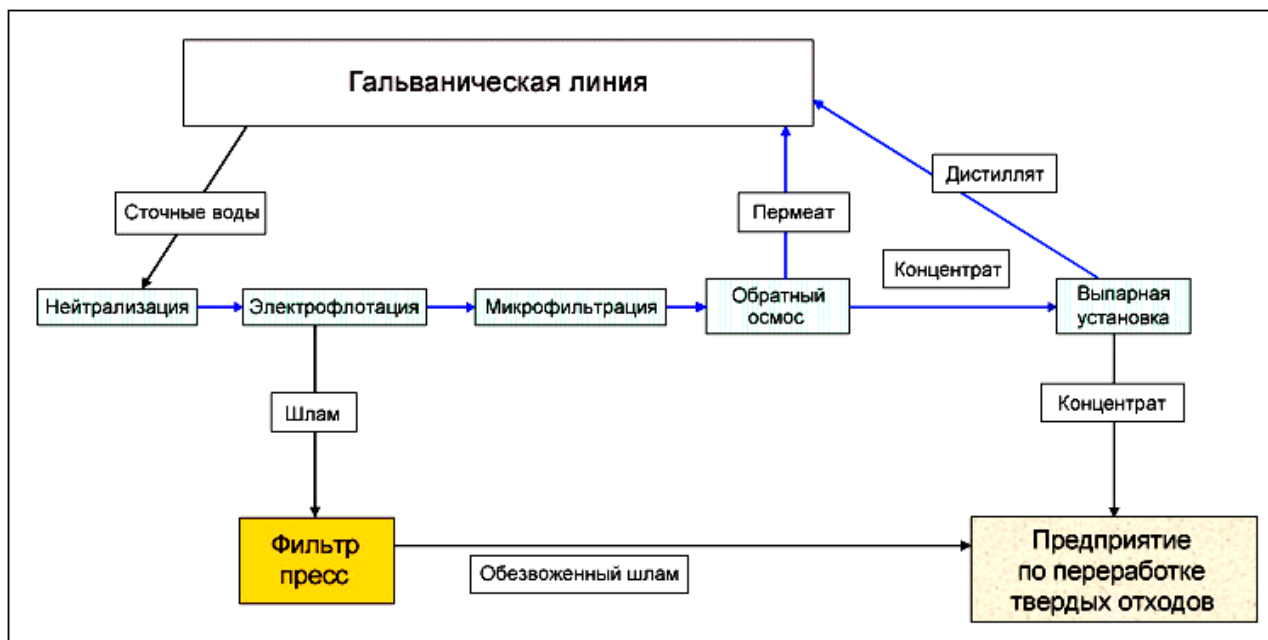
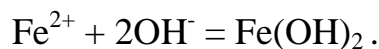


Рис. 5.19. Внешний вид и система оборотного водоснабжения современной гальванической линии.

Следует отметить, что на первом этапе сточные воды гальванической линии нейтрализуются путем взаимного смешения соответствующих потоков кислых и щелочных растворов. На следующем этапе сточная вода проходит обработку в электрокоагуляторе. Напомним, что очистка сточных вод методом электрокоагуляции основана на их электролизе с использованием стальных или алюминиевых анодов, подвергающихся электролитическому растворению. В результате растворения стальных анодов вода по реакции



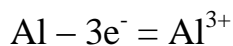
обогащается ионами железа (II), образующими затем при $\text{pH} > 5,5$ гидроксид железа (II):



Гидроксид двухвалентного железа под действием растворенного в воде кислорода переходит в гидроксид железа трехвалентного:



Растворение алюминиевого анода протекает по реакции:



с последующей гидратацией ионов Al^{3+} :



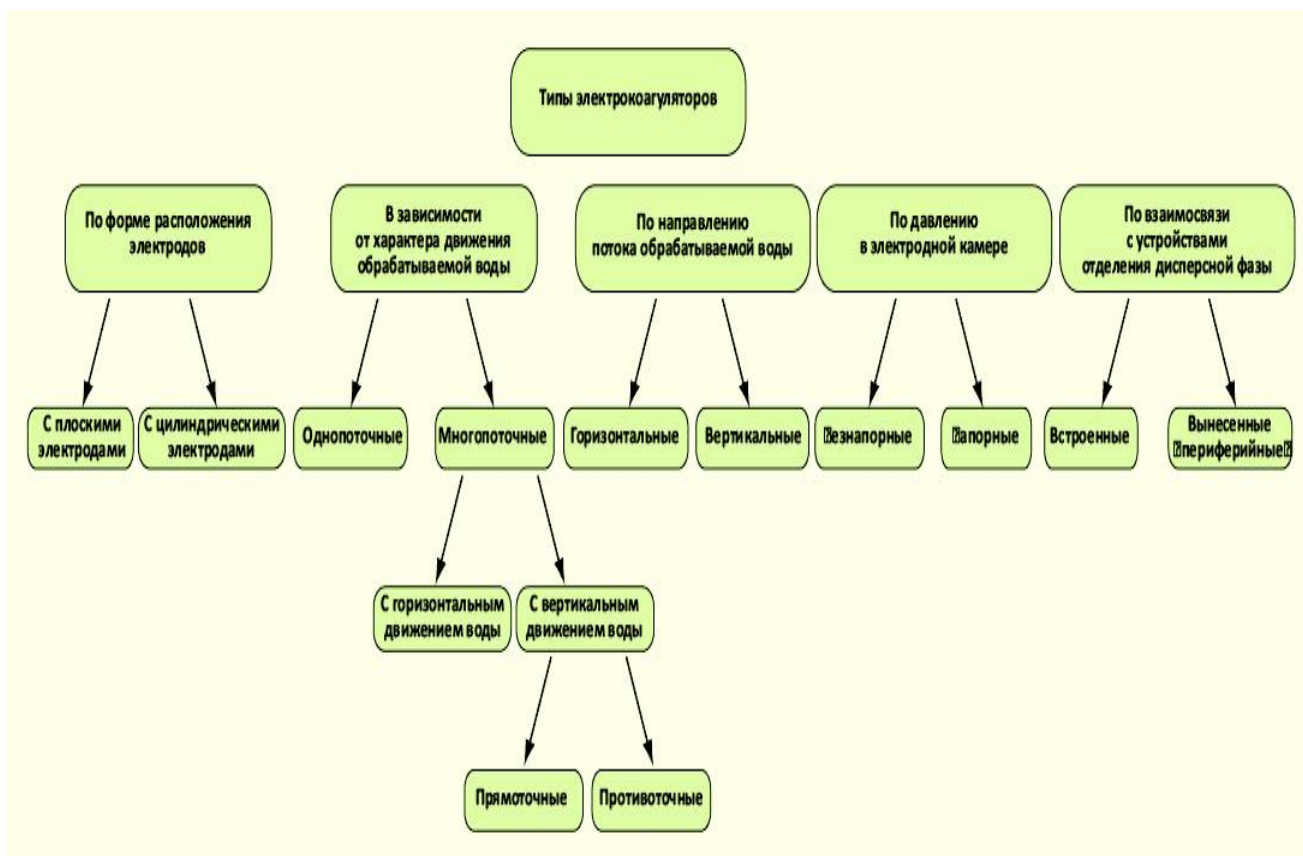


Рис. 5.20. Классификация электрокоагуляторов.

В результате осуществляется процесс коагуляции, аналогичный обработке сточной воды соответствующими солями железа или алюминия. Однако по сравнению с реагентным коагулированием при электрохимическом растворении металлов не происходит обогащения воды сульфатами и хлоридами, содержание которых в воде лимитируется как при сбросе в открытые водоемы, так и при повторном использовании в системах промышленного водоснабжения.

Весьма существенным является тот факт, что при электрокоагуляции сточных вод протекают и другие электрохимические, физико-химические и химические процессы:

- электрофорез;
- катодное восстановление растворенных в воде органических и неорганических веществ или их химическое восстановление, а также образование катодных осадков металлов;

- химические реакции между ионами Fe^{2+} (Al^{3+}), образующимися при электролитическом растворении металлических анодов, и некоторыми содержащимися в воде ионами (S^{2-} , PO_4^{3-}) с образованием труднорастворимых соединений, выпадающих в осадок;
- флотация твердых и эмульгированных частиц пузырьками газообразного водорода, выделяющегося на катоде;
- сорбция молекул и ионов растворенных примесей, а также частиц эмульгированных в воде примесей на поверхности гидроксидов железа и алюминия, которые обладают значительной сорбционной способностью, особенно в момент образования. Кроме того, основными преимуществами электрокоагуляционного метода по сравнению с реагентным являются компактность установки, относительная простота ее эксплуатации и резкое сокращение реагентного хозяйства.

К недостаткам можно отнести неизбежный расход металла (алюминия и железа) и электроэнергии. Теоретически для растворения 1 г железа и 1 г алюминия расходуется энергия 3 и 12 Вт·ч соответственно. Фактический же расход электроэнергии выше вследствие затрат на нагревание воды, поляризацию электродов, преодоление электрического сопротивления оксидных пленок, образующихся на поверхности листовых анодов, и т. п.

Электрокоагуляция применяется для удаления из сточных вод мелкодисперсных и органических примесей, эмульсий, масел, нефтепродуктов, ионов тяжелых металлов. При применении железных анодов можно удалять и хромат-ионы.

Опыт показывает, что применение электрокоагуляции предпочтительно при обработке сточных вод, расход которых не превышает 80 м³/ч, в условиях нехватки производственных площадей, а также на предприятиях, расположенных в отдаленных районах.

Большинство электрокоагуляторов представляют собой безнапорные пластинчатые электролизеры горизонтального или вертикального типа

(Рис.5.20). Расстояние между электродами колеблется в пределах 5-20 мм. Для предотвращения межэлектродного замыкания применяются специальные изолирующие вставки. Электрический ток подводится к каждому электроду. По схеме движения исходной воды через электрокоагуляторы их можно разделить на *однопоточные, многопоточные и смешанные*. При однопоточной схеме вода проходит по лабиринту, образуемому электродами (последовательное соединение каналов), что уменьшает их пассивирование. При многопоточной схеме движения вода одновременно проходит через промежутки между электродами (параллельное соединение каналов).

Направление движения жидкости может быть горизонтальным или вертикальным. Вертикальное направление снизу вверх, по-видимому, предпочтительнее, поскольку с потоком выносятся газы и продукты, образующиеся при электрокоагуляционной обработке воды. Корпус электрокоагулятора должен быть защищен изнутри кислотостойкой изоляцией и оборудован вентиляционным устройством.

Серьезным недостатком пластинчатых электролизеров является необходимость применения анодов из листового металла. Этот недостаток может быть устранен в конструкциях с насыпными электродами, где в качестве анодов применяются металлические стружки или лом. Предложен целый ряд конструкций подобных электрокоагуляторов, однако и они не лишены недостатков. Их применение ограничено из-за трудностей, возникающих при регулировании процесса, большого расхода анодного материала и забивки межэлектродного пространства продуктами электрохимического растворения анодов.

Для интенсификации процесса электрокоагуляции используется виброэлектрокоагулятор. Применение вибрационных колебаний среднего диапазона частот практически исключает пассивацию электродов, снимает диффузионные ограничения во всем рабочем объеме, облегчает удаление

газов и образующихся осадков, выгружаемых периодически через специальный клапан без остановки аппарата.

Установлено, что электрокоагуляторы со стальными электродами следует применять для очистки сточных вод предприятий различных отраслей промышленности от шестивалентного хрома и других металлов при расходе сточных вод не более 50 м³/ч, концентрации Cr(VI) до 100 мг/дм³, исходном общем содержании ионов цветных металлов (цинка, меди, никеля, кадмия, трехвалентного хрома) до 100 мг/дм³, при концентрации каждого из ионов металлов до 30 мг/дм³, минимальном общем солесодержании сточной воды 300 мг/дм³, концентрации взвешенных веществ до 50 мг/дм³.

Следующей операцией обработки воды является микрофильтрация. *Микрофильтрация* - баромембранный процесс, наиболее близкий к обычной фильтрации. Это процесс отделения от растворителя крупных коллоидных частиц или взвешенных микрочастиц размером 0,02–10 мкм. Мембраны для микрофильтрации обычно имеют изотропную структуру. Они обладают высокой производительностью, особенно в начальный период эксплуатации. Микрофильтрацию, как правило, осуществляют при малых давлениях во избежание значительных деформаций, которым подвержены мембраны при приложении нагрузки. Мембраны для микрофильтрации чаще всего используют в виде дисков различных диаметров. В последнее время для увеличения площади фильтрации на основе микрофильтрационных мембран изготавливают патронные фильтры. Размеры пор микрофильтрационных мембран находится в диапазоне от 10 до 0,05 мкм, вследствие чего процесс используют для отделения частиц эмульсий и суспензий. Мембраны для микрофильтрации могут быть изготовлены из разнообразных органических (полимеры) или неорганических (керамика, металлы, стекла) материалов. Для получения микрофильтрационных мембран из полимерных материалов используются различные методы: спекание и другие термические методы; вытяжка; травление треков, получаемых под действием

высокоэнергетических частиц; инверсия фаз. Вместо полимерных мембран могут быть использованы неорганические мембраны, чрезвычайно устойчивые к химическим и термическим воздействиям. В таких мембранах для микрофльтрации, - размеры пор легче контролируются в процессе производства, т.о. достигается очень узкое распределение пор по размерам. Синтетические полимерные мембраны для микрофльтрации делятся на гидрофильные и гидрофобные.

Материалы, используемые для изготовления гидрофильных мембран для микрофльтрации:

- керамика, которую производят, как правило, спеканием оксидов алюминия (Al_2O_3), циркония (ZrO_2) и титана (TiO_2);
- поликарбонаты;
- полисульфон (ПС) / полиэфирсульфон (ПЭС);
- полиимид (ПИ) / полиэфиримид (ПЭИ);
- (алифатический) полиамид.

Гидрофобные полимерные мембраны для микрофльтрации изготавливаются из следующих материалов:

- поливинилиденфторид (ПВДФ);
- полипропилен (ПП);
- политетрафторэтилен (тефлон).

Наиболее широко микрофльтрация применяется в следующих производствах:

- фармацевтической и пищевой промышленности для стерилизации и осветления всех видов лекарственных препаратов и напитков;
- при производстве полупроводников как первая ступень в технологии получения ультрачистой воды;
- в биотехнологии микрофльтрация особенно эффективна для концентрирования клеток, а также плазмофореза: отделения плазмы с ее ценными компонентами от клеток крови;

- для очистки сточных вод гальванических производств в машиностроении, успешно применяет на финишной стадии очистки воды перед сбросом в систему канализации либо перед подачей на следующий этап обессоливания при оборотном водоснабжении предприятия.

Еще более тонким мембранным методом очистки воды от примесей является *обратный осмос*. В обратном осмосе применяются мембраны с минимальным размером пор, соизмеримым с размером ионов, благодаря чему из воды удаляются все растворенные ионы и молекулы. Рабочее давление процесса в зависимости от солесодержания раствора составляет от 10 до 70 атмосфер. Наиболее эффективно использование обратного осмоса для очистки воды с содержанием солей от 0,5 до 5 г/л. Рулонные мембранные элементы для установок обратного осмоса (Рис 5.21) работают по принципу тангенциальной фильтрации. Вода с примесями в процессе обессоливания разделяется на два потока: фильтрат (обессоленная вода) и концентрат (раствор с высоким солесодержанием). Разделяемый поток воды движется в осевом направлении по межмембранным каналам рулонного элемента, а

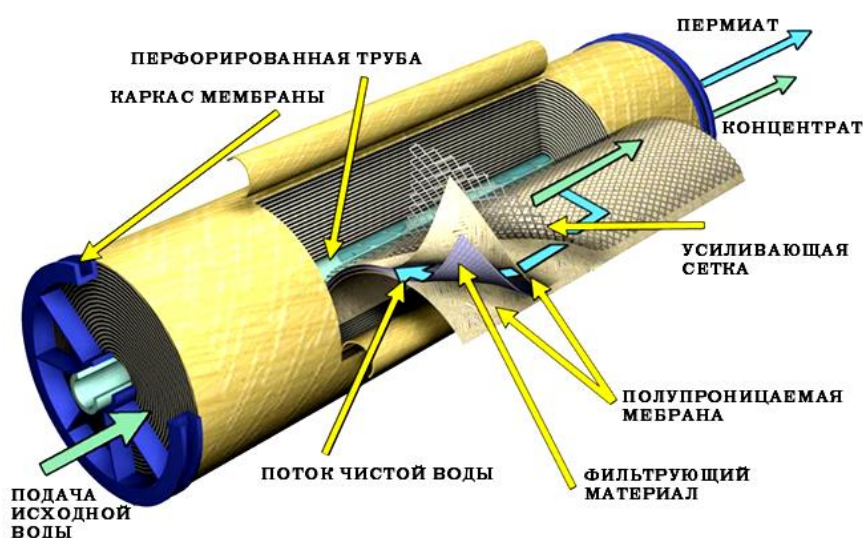


Рис. 5.21. Рулонный картридж установки для очистки воды методом обратного осмоса.

фильтрат – спиралеобразно по дренажному листу. Концентрат выходит с другой стороны мембранного модуля обратного осмоса. Сегодня обратноосмотические мембранные элементы рулонного типа являются наиболее распространенными и наименее дорогостоящими. К преимуществам установок обратного осмоса с мембранными элементами рулонного типа относятся:

- высокая плотность упаковки мембран в единице объема (300 - 800 м²/м³);

- удобство монтажа и демонтажа мембранного элемента в корпусе мембранной установки обратного осмоса;

- низкая стоимость и простота конструкции напорного корпуса мембранной установки;

- относительно низкие потери давления в установке;

- использование для изготовления разделительных элементов плоской

мембраны, качество которой может быть предварительно проконтролировано несложными способами.

Работа установок обратного осмоса осуществляется при высоком давлении, которое обеспечивают многоступенчатые насосы высокого давления (насосные станции бустерного типа). В примембранном слое происходит концентрирование растворенных веществ, содержащихся в питающей воде, т.н. процесс концентрационной поляризации, приводящей к образованию осадка на поверхностях обратноосмотических мембран. Для снижения эффекта концентрационной поляризации в мембранные модулях обратного осмоса используют сетки - турбулизаторы, подбирают полимерные материалы, препятствующие отложению солей на их поверхности. Кроме того, для снижения осадкообразования вводятся требования к качеству воды, подаваемой на установки обратного осмоса (ограничения по концентрации солей жесткости, ионов железа, взвешенных веществ, свободного хлора и общей минерализации). Вода, прошедшая процесс предварительной очистки,

подается на мембранную установку обратного осмоса. Обратноосмотические мембранные элементы задерживают все загрязнения диаметром более 0,1 нм. Мембрана пропускает молекулы растворителя (воды) и задерживает ионы растворимых солей: Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Fe^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Ni^{2+} , SO_4^{2-} , Cl^- и весь спектр органических веществ и коллоидов с размером, значительно превышающим диаметр пор мембран, в том числе вирусы и бактерии. Установки обратного осмоса эффективно извлекают из воды гуминовые кислоты и их соединения, которые практически невозможно полностью удалить другими методами. Использование установок обратного осмоса позволяет получить воду высокого качества для промывных операций и приготовления растворов электролитов при создании систем оборотного водоснабжения гальванического производства и производства печатных плат.

После обратного осмоса обрабатываемая вода разделяется на два потока. Пермеат, очищенная вода, прошедшая через обратноосмотическую мембрану, возвращается в производственный цикл и может быть использована для промывки деталей и корректировки электролитов в гальваническом производстве, охлаждения оборудования, получения пара и пр. Другой поток воды с повышенным содержанием солей – ретентат (концентрат) направляется на *вакуумное выпаривание*. Вакуумные выпарные установки – эффективное средство очистки промышленных стоков. В результате вакуумного выпаривания получается чистая деминерализованная вода, которую можно повторно использовать, и концентрированный остаток, который в 10-60 раз меньше исходного объема стоков и содержит все загрязняющие вещества. Концентраты и твердые отходы, образующиеся при вакуумном выпаривании, гораздо дешевле и легче подвергаются последующей переработке, хранению и транспортировке. Кроме очистки воды, в ряде производств вакуумное выпаривание может быть использовано для регенерации исходных растворов, применяемых в технологическом процессе. Например, при такой обработке промывных вод после

гальванических ванн можно концентрировать и возвращать в рабочие ванны металлы (Ni, Cr, Cu, Ag), электролиты и другие технологические растворы. Важной характеристикой данных установок является их способность значительно уменьшать объемы отходов переработки, что приводит, в свою очередь, к уменьшению затрат на их утилизацию. Современные вакуумные выпарные установки работают в полностью автоматическом режиме и не требуют присутствия оператора.

В конечном счете, концентрированный остаток после выпаривания и обезвоженный шлам после электрофлотации отправляются на предприятие по переработке твердых отходов, а пермеат после обратного осмоса и дистиллят после выпарной установки возвращаются на гальванический участок.

Для повышения эффективности организации и внедрения систем оборотного водоснабжения необходимо принять во внимание ряд вспомогательных организационно-технических мероприятий:

- с целью минимизации водопотребления проектирование систем оборотного водоснабжения необходимо начинать с экологического аудита производственных процессов;

- с целью максимальной утилизации ценных компонентов организацию оборотного водоснабжения необходимо комбинировать с созданием малоотходного и безотходного производства;

- для локальной очистки каждого типа сточных вод следует разделять потоки сточных вод по типу и концентрации загрязняющих веществ;

- для производственных процессов с относительно высоким уровнем водопотребления необходимо установить научно обоснованные нормативные требования к качеству технической воды;

- для дополнительного снижения капитальных и эксплуатационных затрат следует комбинировать системы оборотного водоснабжения со станциями водоподготовки.

5.1.5 Погружной электрохимический модуль

Погружной электрохимический модуль (ПЭМ) является оригинальным и эффективным техническим решением, способным существенно облегчить организацию замкнутого цикла водоснабжения гальванических производств. ПЭМ – это устройство, с помощью которого какую-либо емкость (ванну) с технологическим раствором или промывной водой можно превратить в мембранный электролизер. ПЭМ позволяет проводить процессы мембранного электролиза непосредственно в ваннах существующей гальванической линии без каких-либо переделок. Таким образом, устраняется потребность в специальном мембранном электролизере, дополнительной площади для его размещения, трубопроводах и насосах, связывающих его с рабочими ваннами. Принципиальная схема двух- и трехкамерного мембранного электролизера на базе ПЭМ показана на рис. 5.22.

Число и полярность электродов, а также количество мембран обусловлено поставленной задачей, т.к. каждая мембрана избирательно пропускает определенные виды ионов, а электроды, расположенные по обе стороны мембраны, формируют электрическое поле и, как следствие, миграционные потоки этих ионов. Помимо этого, большой (а иногда и решающий) вклад в изменение состава раствора внутри ПЭМ и ванне вносят электрохимические реакции, протекающие на электродах. Так, реакция образования водорода (на катоде) всегда повышает показатель pH кислых растворов, увеличивает содержание щелочи в щелочных растворах и превращает нейтральный раствор в щелочной; протекание сопряженной реакции выделения кислорода на аноде приводит к противоположному результату.

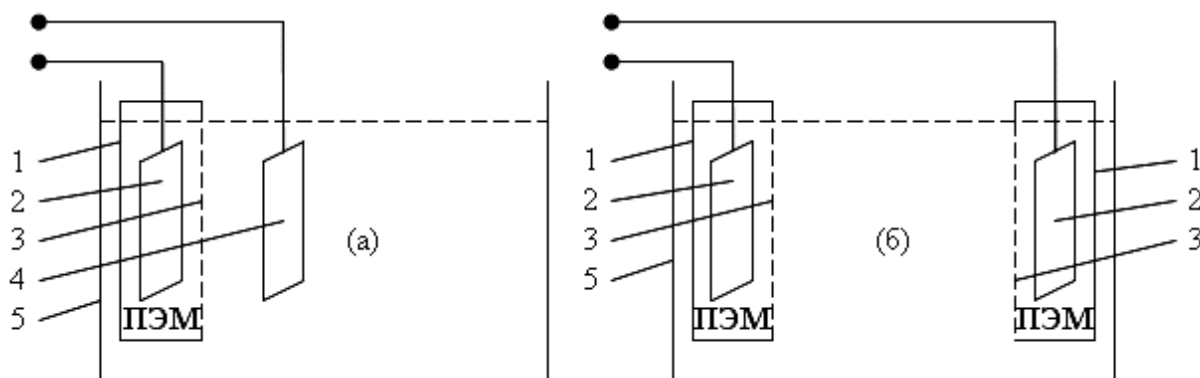


Рис. 5.22. Схема двухкамерного (а) и трехкамерного (б) мембранного электролизера.

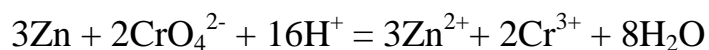
1 – корпус ПЭМ; 2 – внутренний электрод; 3 – ионообменная мембрана; 4 – внешний электрод; 5 – ванна с рабочим раствором или промывной водой.

Если необходимо удалять из раствора или промывной воды какие-либо ионы, то на базе мембранного электролиза это достигается несколькими путями: с помощью переноса через мембрану внутрь погружного модуля, путем участия в электродной реакции, за счет образования нерастворимых соединений с другими компонентами раствора.

Хорошим примером, иллюстрирующим эти варианты, может служить процесс удаления ионов хрома из промывной воды в ванне улавливания после операции хромирования. ПЭМ с анионообменной мембраной установлен в ванне улавливания. Анод – внутри модуля, катод – непосредственно в ванне улавливания. В процессе электролиза хромат-ионы удаляются из промывной воды тремя путями: путем переноса внутрь модуля, восстановлением на катоде с образованием ионов Cr^{3+} , за счет образования нерастворимого хромата $\text{Cr}_2(\text{CrO}_4)_3$. Сочетание этих трех механизмов позволяет снизить вынос ионов хромата в сточные воды на 95–99% при минимальном расходе электроэнергии и возвращении до 50% хромата из модуля в рабочую ванну. Установив в ванну улавливания два модуля – один с анодом и анионитовой мембраной и второй с катодом и катионитовой мембраной можно устранить доступ ионов хромата к катоду и их восстановление. При этом большая часть хромат-ионов переносится

внутри модуля, а затем в виде хромовой кислоты возвращается в ванну хромирования. За счет этого процент рекуперации хромата возрастает с 50% до 98 – 99%. Следует особо отметить, что в обоих рассматриваемых вариантах хромовая кислота, накапливающаяся внутри модуля с анодом и возвращаемая в ванну хромирования, не содержит ионов катионных примесей, присутствовавших в электролите хромирования (железо, медь и др.).

Другая комбинация мембран и электродов используется для регенерации различных хромсодержащих растворов, применяемых для осветления и пассивирования цинка, меди и кадмия или снятия соответствующих покрытий с основы. При эксплуатации этих растворов Cr(VI) восстанавливается до Cr(III), а обрабатываемый металл (Zn, Cd или Cu) растворяется. В растворах накапливаются ионы трехвалентного хрома и растворяющегося металла, уменьшается концентрация ионов шестивалентного хрома и кислотность раствора в соответствии с уравнением:



Если в ванне, содержащей такой раствор, находится ПЭМ с катионитовой мембраной, внутренним катодом и внешним нерастворимым анодом, то в процессе электролиза ионы Zn^{2+} будут переходить в ПЭМ, а ионы Cr^{3+} будут окисляться на аноде с одновременным подкислением раствора:



Ионы Zn^{2+} переносятся через мембрану в ПЭМ. Регулируя силу тока, можно ускорять или замедлять эту реакцию и таким путем поддерживать постоянный состав рабочего раствора, отвечающий оптимальным значениям отношения Cr(VI)/Cr(III). Такой технологический прием полностью ликвидирует периодические сбросы отработанного раствора и сводит к минимуму корректирование с целью компенсации уноса раствора с обрабатываемыми деталями.

Использование ПЭМ в ванне улавливания после нанесения покрытия в цианидном электролите позволяет решить одновременно несколько задач: снизить вынос в ванну последующей проточной промывки ионов металла (цинка, кадмия, меди, серебра, золота), щелочи и цианида. Схема процесса принципиально отличается от схемы, приведенной на рис. 5.22.

Металл осаждается на внешнем катоде (6), цианид окисляется на внешнем аноде (5), а ионы щелочного металла переходят в ПЭМ, образуя там раствор щелочи, которую периодически добавляют в гальваническую ванну, куда также периодически завешивают на анодную штангу внешний катод (6) для анодного растворения осадка металла. Аналогичную схему процесса используют в ванне улавливания после цинкования в щелочном электролите.

В ванне улавливания после гальванических ванн с сульфатными растворами используют схему, представленную на рис. 5.23. В ПЭМ устанавливают анионитовую мембрану и накапливающуюся в нем серную кислоту периодически добавляют в гальваническую ванну. Металл,

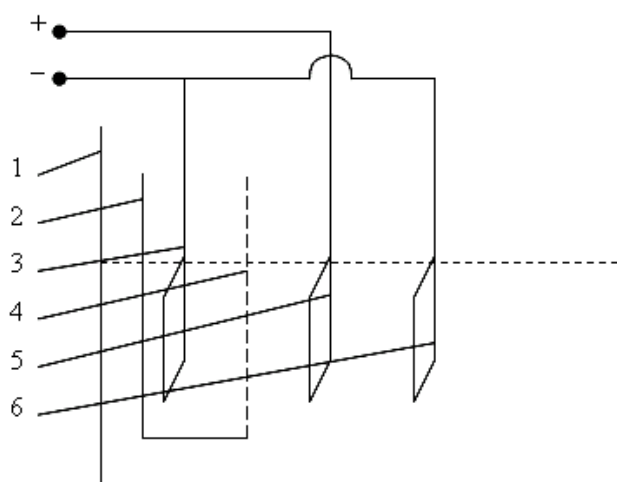


Рис. 5.23. Схематическое расположение погружного электрохимического модуля в ванне улавливания.

1 – корпус ванны улавливания; 2 – корпус ПЭМ; 3 – внутренний электрод (катод); 4 – катионитовая мембрана; 5 – внешний электрод (анод); 6 – внешний электрод (катод).

выделяющийся на внешнем катоде, возвращают в рабочую ванну путем периодического завешивания катода на анодную штангу в гальванической ванне. В промышленности этот процесс используют на участках меднения и кадмирования.

В ванне улавливания после гальванических ванн с хлоридными растворами в ПЭМ устанавливают анод и не анионитовую, а катионитовую мембрану, которая препятствует переносу ионов хлорида в ПЭМ и тем самым предотвращает выделение хлора на аноде. Материал анода должен быть устойчив в кислых растворах, содержащих небольшое количество хлорида (титан или ниобий с электропроводным покрытием). Катод, как и в других случаях, периодически завешивают на анодную штангу в гальваническую ванну. В промышленности данный процесс используют при цинковании и кадмировании в хлоридно-аммонийных электролитах, а также при никелировании.

Электрохимическая регенерация технологических растворов и очистка промывной воды в ванне улавливания с помощью ПЭМ дает значительный экономический эффект, т.к. снижает потребление химикатов, расходуемых при приготовлении растворов, их корректировке и обезвреживании отработанных растворов и сточных вод. Начальные затраты, естественно, зависят от требуемой производительности, но срок окупаемости не превышает нескольких месяцев. Установка ПЭМ в ваннах улавливания после всех технологических операций, где используются растворы, содержащие хромовую кислоту или ее соли, а также ионы цинка, кадмия, никеля и др., позволяет небольшим гальваническим участкам обойтись вообще без очистных сооружений, а для крупномасштабных производств резко снизить нагрузку на очистные сооружения по объему стоков и количеству удаляемых из них токсичных компонентов. В итоге стоимость очистных сооружений плюс дополнительные затраты на оснащение цеха погружными модулями оказываются гораздо ниже, чем в отсутствие ПЭМ. Эксплуатационные расходы и энергопотребление также

резко снижаются при использовании ПЭМ. В качестве примера можно сослаться на опыт работы ОАО «Уралвагонзавод» (г. Нижний Тагил), где использование погружного модуля на участке хромирования дало годовой экономический эффект около 140000 руб., а срок окупаемости составил 3,5 месяца.

5.2. КАЧЕСТВО ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ – КЛЮЧЕВАЯ ПРЕДПОСЫЛКА ЗДОРОВЬЯ

5.2.1. Роль Всемирной организации здравоохранения в решении проблемы качества питьевой воды.

Качество потребляемой воды имеет первостепенное значение для развития и благополучия человека. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) является международным органом, непосредственно курирующим вопросы общественного здравоохранения и связанного с ним качества воды, играет руководящую роль в международных усилиях по профилактике болезней, передаваемых через воду. Это достигается за счет оказания помощи правительствам в принятии медико-санитарных нормативных актов, за счет распространения эффективной практики в области управления рисками среди предприятий водоснабжения. Направления деятельности (ВОЗ) с целью обеспечения безопасности и повышения качества воды:

- Централизованное системное руководство. ВОЗ разрабатывает международные нормы в области качества воды и охраны здоровья человека в виде руководств, которые используются в качестве базы для регулирования и установления стандартов по всему миру. Данные руководства стимулируют разработку стандартов и нормативных актов с учетом местных условий и проведение независимого санэпиднадзора.

- Разработка планов мероприятий по обеспечению безопасности воды. В качестве наиболее эффективного средства для обеспечения безопасности и приемлемости снабжения питьевой водой, Руководство ВОЗ по

обеспечению качества питьевой воды рекомендует использовать специально разработанные планы по обеспечению безопасности воды (ПОБВ). ПОБВ требуют проведения оценки рисков с охватом всех этапов водоснабжения от водозабора до потребителя с последующей реализацией этих этапов с параллельным мониторингом.

- Регулирование качества питьевой воды. Как в развитых, так и в развивающихся странах действенным инструментом охраны общественного здоровья является регулирование, нацеленное на обеспечение безопасности питьевой воды, обеспечение всеобщего и справедливого доступа к безопасной и недорогой питьевой воде.

- Управление малыми системами водоснабжения. Для малых систем водоснабжения как в развитых, так и в развивающихся странах обеспечение безопасной и приемлемой питьевой воды в достаточном объеме часто является сложной задачей. При использовании малых систем водоснабжения вспышки болезней, передаваемых через воду, случаются чаще, чем при использовании систем водоснабжения большего масштаба. Как правило, в сравнении с крупными системами водоснабжения малые системы более подвержены поломкам и загрязнению. Кроме того, функционирование таких систем часто сопряжено с большими административными, управленческими трудностями и нехваткой ресурсов. Инвестиции в малые системы водоснабжения позволяют сократить число вспышек болезней, передаваемых через воду, и совокупные затраты, связанные с профилактикой заболеваний, смертью и сопутствующими расходами на здравоохранение.

- Контроль очистки и безопасного хранения воды в бытовых условиях. В мире примерно два миллиарда человек пользуются либо не улучшенными источниками питьевой воды, либо улучшенными источниками, загрязненными фекалиями. Более полумиллиона случаев смерти от диарейных болезней в странах с низким и средним уровнем доходов

связаны с недостаточным качеством питьевой воды, при этом подавляющее большинство смертельных случаев приходится на детей младше 5 лет.

- Контроль состояния рекреационных вод. Рекреационное использование пресных и прибрежных вод, а также бассейнов может принести значительную пользу в плане укрепления здоровья и повышения благополучия. Вместе с этим, рекреационное использование воды несет в себе риски, связанные с загрязнением и нарушениями правил поведения. Вопросами, связанными с «рекреационной» водой или «водой для купания», ВОЗ занимается с 1970-х гг. В ходе совещаний экспертов были определены масштабы угроз, связанных с рекреационными водами, установлены связи между качеством воды и здоровьем купальщика и предложена классификация качества воды на основе измерения показателей и проведения санитарной инспекции.

Следует отметить, что в 2017 году сотрудники Отдела питьевой воды, санитарии, гигиены и здоровья, работающие в штаб-квартире ВОЗ, выпустили в свет четвертое издание фундаментального Руководства по обеспечению качества питьевой воды. В этом издании Руководства далее развиваются концепции, подходы и информация, содержащиеся в предыдущих изданиях, и в том числе впервые изложенный в третьем издании комплексный подход к профилактическому управлению риском в целях обеспечения качества питьевой воды. Предметом рассмотрения в нем являются такие вопросы, как:

- безопасность питьевой воды, и в том числе минимальные требования к процедурам и конкретные нормативные величины, а также порядок их использования;

- подходы к практическому осуществлению Руководства, в том числе к применению приводимых в нем нормативных величин;

- опасные микробные факторы, которые по-прежнему являются проблемой первостепенной важности как в развивающихся, так и в развитых странах. Опыт показал ценность системного подхода к

обеспечению микробной безопасности. Данное издание исходит из принципов профилактики в целях обеспечения микробной безопасности питьевой воды путем применения подхода множественных барьеров, уделяя при этом особое внимание важности защиты источников воды;

- изменение климата, которое влечет за собой изменение температуры воды и характера осадков, сильные и длительные засухи или усиление наводнений, а также его воздействие на качество воды и ее запасы. Отмечается необходимость управления этими последствиями в рамках стратегий рационального водопользования;

- химические вещества, загрязняющие питьевую воду, в том числе данные о химических веществах, не рассматривавшихся ранее, например о пестицидах, применяемых для борьбы с переносчиками инфекции в питьевой воде; пересмотр нынешних сводов данных о химических веществах с учетом новой научной информации;

- основные химические вещества, которые, воздействуя через питьевую воду, вызывают серьезные последствия для здоровья, в том числе мышьяк, фтористые соединения, нитраты, свинец, селен и уран, и рекомендации по выявлению и решению местных приоритетных проблем;

- роль, которую играют различные заинтересованные стороны в обеспечении безопасности питьевой воды. В настоящем издании продолжено рассмотрение ролей и зон ответственности ключевых заинтересованных сторон в обеспечении качества питьевой воды;

- рекомендации по ситуациям, выходящим за рамки традиционных систем водоснабжения в местных сообществах или коммунальных услуг, например по сбору дождевой воды и водоснабжению из открытых источников или по отдельным поставкам питьевой и хозяйственной воды по трубопроводам.

5.2.2. Какую воду мы пьем дома и в гостях

Качество питьевой воды вызывает серьезную озабоченность во всей Европе. Существуют серьезные проблемы микробиологического загрязнения систем подачи питьевой воды. Процентная доля проб, показавших превышение микробиологических стандартов, колеблется от 5% до 30%. Это превышение больше в источниках нецентрализованного снабжения питьевой водой, особенно в сельских районах (Рис.5.24). Наиболее общей проблемой, упоминаемой в национальных отчетах, является загрязнение нитратами. Кроме того, по сведениям годовых отчетов, по меньшей мере один из десяти граждан стран ЕС подвергались потенциальному воздействию микробиологических и химических загрязняющих веществ, содержание которых превышало установленные в директивах по питьевой воде нормы предельно допустимых концентраций.



Рис. 5.24. Наиболее ярким и узнаваемым источником нецентрализованного водоснабжения является колодец - гидротехническое сооружение для добывания грунтовых вод, обычно представляющее собой вертикальное углубление с укрепленными стенками и механизм подъема воды на поверхность (в данном случае - ведро на цепи и ворот).

Основным источником питьевой воды в Европе являются грунтовые воды. Таким образом, состояние запасов грунтовых вод с точки зрения их

качества и количества имеет ключевое значение. Грунтовые воды подвергаются воздействию таких видов человеческой деятельности как использование азотных удобрений и пестицидов, водозабор, вмешательство в круговорот воды в природе.

5.2.2.1 У нас дома. Качество украинской питьевой воды одно из самых низких в Европе. Вода, которая поступает в квартиры через водопровод, является чрезвычайно загрязненной. Украина – едва ли не единственная страна в Европе, использующая поверхностные воды для питьевого водоснабжения. Тысячи населенных пунктов не имеют доступа к качественной питьевой воде. Основная проблема заключается в состоянии главной «водной артерии» - Днепра. Эта река обеспечивает водой более половины всего населения Украины и 2/3 хозяйств страны. При этом экологическая ситуация в бассейне Днепра плачевная. Использование отсталых технологий сельхозпроизводства, низкая эффективность коммунальных очистных сооружений, водохранилищ, которые стали аккумуляторами загрязняющих веществ. Не лучше состояние и малых рек бассейна, основная часть которых потеряла способность к самоочищению.

Не всегда спасает ситуацию и бутилированная вода в офисных кулерах. Выборочные проверки показывают, что в ряде случаев эта вода не соответствует необходимым нормативам качества. Чаше других превышения наблюдаются по ХПК, БПК, мутности, содержанию соединений железа. Кроме того, ряд анализов показывает, что вода искусственно минерализована, т.е. после практически полного удаления солей производители ввели в нее соответствующие химические соединения. О биологической пользе такой воды говорить не приходится.

5.2.2.2 В гостях. В настоящее время вода из крана в Соединённых Штатах на официальном уровне считается полностью безопасной и пригодной к употреблению. Даже если человек заказывает стакан воды в супердорогом ресторане, то официанту запрещено наливать её из бутылки. Только водопроводная вода имеет право называться словом «Water».

Бутилированная жидкость экологическими организациями не проверяется. Её качество контролируется Управлением по медикаментам и продовольствию FDA (Food and Drug Administration). Последний отчёт Управления по защите окружающей среды EPA (Environmental Protection Agency) показал, что в 41 из 50 штатов из крана течёт вода невысокого качества. В ней, например, зачастую переизбыток свинца и других опасных элементов. Только несколько штатов могут считать свою воду безвредной, среди них Алабама, Арканзас, Гавайи, Кентукки, Миссисипи, Невада, Северная Дакота, Южная Дакота и Теннесси. Однако вскоре проблем не избежать и жителям этих регионов. Все большее число американских экологов настаивает на том, что Америка находится на грани водной катастрофы. Проблема в трубопроводной инфраструктуре, которая не менялась десятилетиями, а в некоторых регионах – столетиями. Тысячи миль труб имеют слой грязи до 30 сантиметров. Сегодня в Америке в срочном ремонте нуждаются 1.6 млн. миль водопроводных труб, что в шесть раз больше, чем расстояние от Земли до Луны. При этом цена вопроса исчисляется суммой в триллион долларов. Главной опасностью для населения являются постоянно мутирующие бактерии и вирусы. Рано или поздно они получают возможность легко проникать через фильтрационную систему, которая используется в акведуках по всей стране. Поэтому наряду с заменой труб EPA и другие экологические организации должны позаботиться о совершенствовании очистных фильтрационных систем. Экологи в связи с таким состоянием водопровода рекомендуют спускать воду перед употреблением. В идеале, сначала включить на 30 секунд горячую воду, которая убьёт бактерии и уберёт часть грязи на внутренней поверхности труб, а потом спустить холодную воду - в течение минимум 60 секунд. Через полторы минуты можно наливать жидкость в чайник. Кроме того, можно использовать специальный раствор, добавление которого очищает воду и улучшает ее качество.

Качество немецкой питьевой воды на данный момент является одним из самых высоких в мире. Свойства немецкой воды регулируется специальным законом - Trinkwasserverordnung. Главной целью закона является защита здоровья человека от любых негативных последствий, которые может повести за собой употребление грязной воды. Там прописаны десятки значений различных химических, биологических и прочих показателей, которым должна соответствовать питьевая вода из-под крана. Кроме того, закон устанавливает ответственность за несоблюдение этих стандартов.

Несмотря на то, что ситуация с питьевой водой в Германии далека от проблемной, иногда появляется информация о том, что пробы водопроводной воды, взятые в крупных немецких городах, таких как Кельн, Ганновер, Франкфурт-на-Майне содержат высокую концентрацию патогенных микроорганизмов (превышение ПДК в 5 – 8 раз). В качестве основного вероятного источника повторного заражения питьевой воды эксперты называют изношенные водопроводные коммуникации. Кроме того, к заражению ведет игнорирование элементарных правил гигиены, сводящихся к периодической чистке водопроводных кранов.

Для французов в порядке вещей пить водопроводную воду. Считается, что во Франции водопроводная вода лучшего качества, чем у стран-соседей по материку. Одно из звеньев системы водоснабжения — распределительные и очистные станции, которые несут ответственность за качество воды, поступающей потребителю. На станциях воду фильтруют, очищают, и в непрерывном режиме (не реже одного раза в сутки) контролируют ее качество.



Рис.5.25. Чтобы спастись от жары, можно воспользоваться питьевым фонтанчиком, качество воды в котором контролируют муниципальные службы.

На улицах городов стоят питьевые фонтанчики с чистой водой, чтобы горожане могли бесплатно утолить жажду и спастись от жары (Рис.5.25). Если вода из какого-то фонтанчика не отвечает строгим стандартам качества, то на источнике будет висеть соответствующее предостережение.

Кафе и рестораны повсеместно используют водопроводную воду. На такой воде готовят пищу, из нее морозят лед для охлаждения напитков. Во Франции принято бесплатно ставить на стол графин с водой и хлеб, порезанный багет. Если вдруг за обедом или ужином не хочется пить вино, правильно будет заказать к еде графин воды. Только заказывать надо не воду, а именно графин воды, тогда графин, кувшин или открытую бутылку с обычной или охлажденной водой принесут бесплатно. Если же попросить принести запечатанную бутылку, то придется заплатить сумму зачастую сравнимую с ценой основного блюда. Бутилированная питьевая вода во Франции - это та же водопроводная вода после дополнительной очистки и, возможно, слабой минерализации.

Италия находится в числе европейских государств, которые в значительной степени нарушают пределы допустимости токсинов в питьевой воде. По версии Брюсселя к самым неблагополучным регионам относятся Ломбардия, Лацио, Тоскана, Пьемонт, Апулия, Умбрия, Кампания и Трентино-Альто-Адидже. Министерство здравоохранения Республики Италия установило, что для здорового взрослого человека водопроводная вода не представляет опасности. Но для детей в возрасте до 18 лет и новорожденных, особенно тех, которые употребляют искусственное молоко, а соответственно пьют больше воды, риск довольно высок. Таким образом, с питьевой водой в Италии проблем нет. На улицах итальянских городов расположено множество маленьких фонтанчиков с питьевой водой, называемых фонтанеллами, и бюветов. Большинство фонтанелл Рима являются ценными историческими памятниками: они были построены еще во времена Римской империи. Правда, есть фонтанеллы, вода в которых непригодна для питья. Узнать их можно по надписи: «non potable». В других городах Италии также немало фонтанов с питьевой водой, однако, пить воду непосредственно из фонтана не рекомендуется, поскольку в его бассейн туристы бросают грязные монетки, да и находятся желающие искупаться в прохладной чистой воде. Как правило, справа от таких фонтанов сделана специальная площадка, где можно набрать чистую питьевую воду. К тому же, можно купить бутилированную питьевую воду, что считается самым безопасным вариантом.

Водопроводная вода в Великобритании самого высокого, королевского качества и находится под постоянным контролем санитарно-эпидемиологических служб. Говорят, что иногда и сама Ее Величество королева пьет воду из-под крана. Несмотря на это сами жители страны предпочитают употреблять бутилированную воду, которую берут из многочисленных чистейших Британских родников.

В Австрии вода подается в водопровод из артезианских источников и родников. Охрана водных ресурсов и качество воды в стране

контролируется на государственном уровне. Практически все водопроводные сооружения в стране находятся в ведении правительства.

Чтобы мотивированно ограничиться приведенными данными, в качестве резюме можно констатировать: практически во всех странах Западной Европы водопроводная вода пригодна для питья и может составить конкуренцию бутилированной.

Обеспечение пресной питьевой водой населения Израиля является проблемой первостепенной важности. Найдены принципиальные решения получения пресной воды в промышленных объемах для технических целей путем опреснения морской воды Средиземного моря. Крупнейший и самый современный в мире опреснительный завод «Сорек» расположен на средиземноморском побережье в полутора десятках километров южнее Тель-Авива и занимает площадь примерно в шесть футбольных полей (Рис.5.26). «Сорек» является крупнейшим и наиболее продвинутым в своем роде во всем мире. Его установки производят 624 тысячи кубометров опресненной воды в день, при этом себестоимость производства — одна из самых низких в мире. Принцип его работы состоит в заборе воды из акватории Средиземного моря и фильтрации через специальные мембраны. Затем, после удаления посторонних частиц и части солей, вода проходит процесс перегонки, в результате которой остается чистая питьевая вода и соляной раствор, который сбрасывается обратно в море. Это обстоятельство является весьма существенным, поскольку позволяет заметно уменьшить расход обычной пресной воды в общем балансе эксплуатационных вод.



Рис. 5.26. Крупнейший в мире опреснительный завод «Сорек» (Израиль) на берегу Средиземного моря.

Что касается применения опресненных морских вод для питьевого водоснабжения, то без проведения предварительных глубоких медико-биологических исследований они ни при каких обстоятельствах не могут быть допущены в водопроводную сеть страны. Это связано с тем, что содержание тяжелых изотопов в морских бассейнах имеет повышенную концентрацию. Контролируется этот процесс солнечным испарением с водного зеркала моря, длительностью формирования его водной массы, речным стоком и т.п. Причем накопление солевого и изотопного составов, как правило, идут в одном направлении. Тяжелый стабильный изотоп водорода (дейтерий) концентрируется в соединениях с самой большой относительной массой и, в первую очередь, в молекулах ДНК, РНК и других, при взаимодействии с водой. О том, что тяжелая вода неблагоприятно воздействует на организм человека, высших и низших животных, имеется большая научная и прикладная литература, где, в частности, отмечается, что на живые организмы даже небольшие количества тяжелой воды действуют угнетающе, а большие вызывают гибель. Так, прием тяжелой воды, обогащенной до 1,5%, приводит к летальному исходу. Историческая неприспособленность живых наземных организмов к питьевому

употреблению морской воды свидетельствует о недопустимости использования опресненной морской воды в системе питьевого водообеспечения населения Израиля без предварительных глубоких медико-биологических и экологических исследований. Процесс опреснения морской воды по принятому в Израиле методу обратного осмоса, заключается в том, что она освобождается от солей и некоторых других включений. При этом изотопный состав воды в процессе опреснения не изменяется, и концентрация тяжелых изотопов водорода, кислорода, трития в опресненной воде остается такой же высокой, какой она была в исходной морской воде, поступившей в опреснительную установку. В то же время на сегодняшний день известно, что в таких городах, как Ашдод, Ашкелон и Сдерот пьют воду, в которой 60% опресненной воды.

Для японцев вполне естественен тот факт, что пригодная для питья безопасная вода доступна всегда и везде. Это осознание поддерживает высокое качество жизни в Японии. О состоянии вопроса доступности питьевой воды в этой стране можно судить по водоснабжению столичного региона. Общая протяженность подземной водопроводной сети в Токио составляет около 27 тыс. км, что составляет примерно две трети окружности нашей планеты. Огромное по численности население Токио (около 14 млн.) требует колоссального количества воды, и дающие эту воду реки уже вряд ли находятся в первозданно чистом состоянии. На всех фильтровальных станциях, берущих воду из реки Тонэгава, применяются не только традиционные технические процедуры, но и высокотехнологичные системы с использованием озона (Рис.5.27) и биологически активированного угля, устраняющие неприятные запахи и нечистоты. Примерно половина опрошенного населения столицы считает, что водопроводная вода превосходит по своим вкусовым качествам бутилированную минеральную воду из магазина. Качество воды в значительной степени зависит от состояния распределительных труб. Отдел гидротехнических сооружений тщательно контролирует процесс обслуживания и замены старых труб в

соответствии с графиком, а в ночное время осуществляет во всем мегаполисе проверку труб на наличие протечек. Для этого рабочие помещают один конец прибора, напоминающего стетоскоп, на поверхность дороги и слушают, нет ли течи. Это помогает значительно снизить количество протечек (оно составляет около 2% за последние несколько лет — один из самых низких показателей в мире). Интересно, что в крупных городах, даже в развитых странах, этот показатель держится на уровне 10-20%.



Рис. 5.27. Муниципальное правительство Токио использует для обработки воды озон, который является сильным оксидантом, способным разрушить практически все органические вещества, которые находятся в воде.

Чтобы осмыслить ценность пресной воды, уместно побывать в Кувейте. Кувейту повезло. Страна, буквально, «плавает» на нефти. Здесь сосредоточено 10 процентов ее мировых запасов. Поэтому не случайно, что Кувейт входит в тройку самых богатых ближневосточных государств. Однако с пресной водой здесь проблема. На территории Кувейта нет постоянных водотоков и естественных источников пресной воды, грунтовые воды засолены. Единственный выход для Кувейта - опреснять морскую воду. Есть кувейтская пословица: "целая река соленой воды не стоит одного кувшина пресной". И действительно, здесь литр питьевой воды стоит в 4 раза дороже, чем литр бензина.



Рис. 5.28. Водонапорные башни из прочного железобетона призваны обеспечивать давление в водопроводных сетях города Эль-Кувейт и служат в качестве хранилища воды. Когда-то самая высокая из башен в своих двух шарах вмещала миллион галлонов воды (4,5 тыс. м³) и обеспечивала ею все соседние районы. Сейчас башня как водонапорная не используется.

Вода, которая течет из водопроводных кранов - морская, опреснённая. После использования она подвергается очистке на специальных заводах. Один из них, самый новый и самый большой на Ближнем Востоке, находится в 15 км от столицы государства Эль-Кувейта в местечке Мешриф (Рис.5.28). Водоочистительный завод, на котором все операции компьютеризированы, лежит на нескольких подземных уровнях. Самый нижний - 32 м. Вода поступает сначала в цех грубой очистки, где от неё отделяются крупные, механические примеси. Мусор измельчается, просушивается, собирается в контейнеры и вывозится на утилизацию, а вода течет дальше, в цех тонкой очистки. Там вода очищается от оставшихся грубых примесей и поступает в заглубленные ёмкости-отстойники высотой около 35 м. Специальные лопасти перемешивают воду и практически все

механические примеси оседают на дне и потом выводятся. Затем вода поступает в цех дегазации, где из нее удаляется сероводород и другие газообразные компоненты с высокой упругостью паров. Для водоочистительного завода в Мешриффе это финишная операция.

В 30 км от Эль-Кувейта, в местечке Салобья, стоит самый крупный в мире (не только на Ближнем Востоке) завод тонкой очистки сточной воды, той воды, что прошла предварительную очистку в Мешриффе и других местах. Сначала воду держат в отстойниках. Оттуда она поступает для очистки в главный заводской корпус. Воду на заводе очищают химическим реагентным и механическим способом. После отстаивания и отделения от образовавшихся осадков воду пропускают через рулонные мембранные фильтры. В химической лаборатории делают анализы готовой продукции. Если нет бутилированной, эту воду уже можно рассматривать как питьевую. Предприятие возвращает чистую воду на кувейтские фермы и обратно в Эль-Кувейт.

5. 3. СОЗДАНИЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ С ЗАМКНУТОЙ СИСТЕМОЙ МАТЕРИАЛЬНЫХ ПОТОКОВ СЫРЬЯ И ОТХОДОВ.

Среди широкого круга взаимосвязанных вопросов развития и размещения производительных сил с учетом экологической составляющей важное место занимает разработка проблем территориальной организации производства, в частности, обоснования формирования новых и совершенствования сложившихся *территориально-производственных комплексов* (ТПК). ТПК рассматриваются как эффективная и перспективная форма пространственной организации производительных сил. Они представляют собой совокупность сосредоточенных в пределах соответствующей территории и связанных между собой объектов производства и других сфер трудовой деятельности.

Впервые термин "ТПК" появился в конце 50-х годов. Первоначально за аббревиатурой ТПК скрывались слова "территориально-промышленный комплекс", то есть комплекс понимался узко, только как промышленный. Позже его стали расшифровывать как "территориально-производственный". Категория "производство" шире категории "промышленность", то есть подразумевается, что в ТПК могут включаться предприятия не только промышленных отраслей, но также строительства, сельского хозяйства, а также инфраструктурные объекты, способствующие эффективной работе предприятий упомянутых трех секторов народного хозяйства. Классическое определение ТПК впервые дал Н.Н. Колосовский: «Производственным комплексом называется такое экономическое сочетание предприятий в одной промышленной точке или целом районе, при котором достигается определенный экономический эффект за счет удачного подбора предприятий в соответствии с природными и экономическими условиями района, с его транспортным и экономико-географическим положением».

ТПК - это новая прогрессивная форма территориальной организации хозяйства и наиболее рациональная форма в системе эколого-экономического районирования. Планомерное формирование и развитие ТПК позволяют системно вовлекать в народнохозяйственный оборот и эффективно расходовать ценные природные ресурсы при минимизировании или полном исключении всех видов отходов. ТПК - это пространственные сочетания предприятий отраслей специализации, развивающихся на основе природных и трудовых ресурсов определенных районов страны и имеющих единую производственную и социальную инфраструктуры, общую строительную и энергетическую базу.

Территориально-производственные комплексы и эколого-промышленные парки являются удобной формой организации производства внутри региона, когда отходы одних предприятий служат сырьем для других. При этом используется инфраструктура региона, транспортные пути, местные природные ресурсы. Основным принципом организации ТПК

является системность, в соответствии с которой отдельный процесс рассматривается как элемент более сложной производственной системы. При этом учитывается взаимосвязь и взаимозависимость производственных, социальных и природных процессов. В рамках таких комплексов складываются наиболее благоприятные условия для кооперирования различных производств, эффективнее используются сырьевые и энергетические ресурсы, появляется возможность создания региональных центров по переработке и обезвреживанию отходов. Разработка и внедрение технологий в направлении снижения индекса количества неиспользованных отходов, приходящихся на единицу готовой продукции, позволяет производить больше изделий из того же количества сырья и является вместе с тем действенной мерой охраны окружающей среды. Организация малоотходных производств и производственных комплексов – это попытка воспроизвести природные циклы в биосфере, где все элементы взаимосвязаны и обуславливают друг друга. Таким образом, формируется рациональная организация и структура производств, в соответствии с которой увеличение объема выпуска целевой продукции не должно приводить к невосполнимым потерям внутри региона. В настоящее время в мире насчитывается около 12 тыс. территориально-производственных комплексов и эколого-промышленных парков, различающихся числом работающих и количеством производств. Крупнейший комплекс находится в Канаде и насчитывает около 1 300 производств.

Поэтапный переход от традиционных технологий к малоотходным позволит постепенно уйти от открытых производственных систем, со свободным входом ресурсов и выходом отходов, к полукрытым системам с частичным использованием извлекаемых материалов и очисткой отходов. Это приведет, в конечном счете, к системам закрытого типа с полной переработкой и утилизацией всех поступающих ресурсов и отходов и полным прекращением загрязнения окружающей среды. Такая трансформация меняет сам технологический принцип организации

производства. В то же время малоотходные технологии создают новые циклы, которые реализуют связи внутри самого технологического процесса. Узловым звеном создания таких экологически обусловленных внутренних связей является проблема повышения эффективности использования отходов.

С технологической точки зрения для внедрения безотходных и малоотходных производств непременно потребуются создание новых материалов и веществ, например новых мембранных материалов, ионообменных смол, синтетических флокуляторов, химических реагентов, а также аппаратов и приборов, которые позволят усовершенствовать или интенсифицировать различные процессы разделения сред, обезвреживание и утилизацию отходов. Для расширения масштабов внедрения безотходных технологических процессов необходимо дальнейшее совершенствование способов использования отходов, а также методов экономического стимулирования с целью повышения заинтересованности предприятий в различных отраслях промышленности, в подготовке отходов к последней переработке и утилизации. Немаловажным стимулом является также плановое уменьшение предприятием потребления природного сырья и переход на использование вторичных материальных ресурсов. Создание малоотходных и безотходных территориально-промышленных комплексов является важным направлением развития народного хозяйства, рационального использования природных ресурсов и сохранения экологического равновесия.

Цель развития малоотходных технологий – создание замкнутых технологических циклов с полным использованием поступающего сырья и отходов. Это попытка воспроизвести природные циклы, так как биосфера является закрытой системой, где все элементы взаимосвязаны и обуславливают друг друга. Современная техногенная экономика является открытой системой, где получение относительно небольшого конечного продукта требует огромных затрат ресурсов и сопровождается большими

отходами. По отношению к общему объему отчуждаемого природного вещества конечный продукт сейчас составляет всего 2-4%, а остальная часть идет в отходы (пустая порода, шлаки, стоки и т.д.). Поэтапная трансформация традиционных технологий в малоотходные позволит постепенно перейти от открытых производственных систем по свободным входу ресурсов и выходом отходов к полукрытым с частичным использованием извлекаемых материалов и очисткой отходов, а затем и к системам закрытого типа с полной переработкой и утилизацией всех поступающих ресурсов и отходов и прекращением загрязнения последними окружающей среды. Такая трансформация меняет сам технологический принцип. В английском языке такие технологии называют образно «технологиями конца трубы». В отличие от них, малоотходные технологии создают новые циклы, связи внутри самого технологического процесса.

5. 4. ОТХОДЫ КАК ВТОРИЧНЫЕ МАТЕРИАЛЬНЫЕ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ.

Основатель Украинской академии наук академик В.И. Вернадский приводит оценку эффективности природопользования в процессе хозяйственной деятельности: из всего объема энергоносителей и сырья, которые человечество извлекает из недр Земли, до потребителя в виде готовой продукции доходит не более 6%, остальное уходит в отходы на разных стадиях технологической цепочки. В среднем на один килограмм готового продукта приходится более 25 килограммов отходов.

Эти продукты используются либо в сфере производства, либо в сфере потребления, и вновь образуются отходы. Под отходами понимаются вещества, не обладающие на первых порах потребительской ценностью. Во многих случаях при необходимости после соответствующей обработки они могут быть использованы как вторичное сырье (вторичные материальные ресурсы) или как вторичные носители энергии (вторичные энергоресурсы).

Если по техническим или технологическим причинам невозможно или экономически невыгодно перерабатывать отходы, то их необходимо выводить в биосферу таким образом, чтобы по возможности не наносить вреда естественной окружающей среде.

Ключевым элементом современной системы использования вторичных материальных ресурсов может стать рециклинг.

Рециклинг – в современном контексте обозначает такое преобразование отходов хозяйственной деятельности, при котором они возвращаются в производственный оборот в виде возобновляемого топлива, вторичного сырья или товарной продукции. Существует понятие первичный, вторичный, третичный и четвертичный рециклинг. Первичный рециклинг, как правило, проводится на предприятии и основан на переработке незагрязненных однотипных отходов, являющихся отходами собственного производства. Вторичный рециклинг включает в себя дополнительный этап переработки, например, механической для удаления каких-либо загрязнений. Вторичный рециклинг требует больших затрат, чем первичный. Третичный рециклинг предполагает высокий уровень инвестиций и состоит в повторной переработке отходов, которые в дальнейшем могут использоваться как на данном, так и на другом предприятии. Четвертичный рециклинг основан на глубокой переработке или полной деструкции, например, сжигании отходов с целью получения энергии. Затраты на проведение и обслуживание такого рециклинга могут быть еще более существенными.

В связи с истощением водных ресурсов особенно актуальна проблема загрязнения сточных вод. Одним из основных источников загрязнения водоемов являются недостаточно очищенные сточные воды промышленных предприятий. Локальные схемы очистки позволяют обеспечивать максимальное использование очищенных вод в основных технологических процессах и минимальный их сброс в открытые водоемы. В качестве примера можно рассмотреть одну из схем процесса очистки кислых

промышленных стоков, приоритетными загрязнителями которых являются примеси тяжелых металлов (Cr^{3+} , Fe^{3+} , Cu^{2+}), масла и СПАВ. Основными технологическими операциями, входящими в систему очистки, являются флотация, электрохимическое осаждение, коагуляция, сорбция и биохимическая обработка. Основным звеном схемы является электрохимический модуль, в котором извлекаются токсичные тяжелые металлы и органические компоненты. Электрохимические методы очистки отличаются компактностью, возможностью автоматизации, высочайшей степенью очистки; возможностью утилизации металлов из сточных вод до 80%; возможностью обработки сточных вод без их предварительного разбавления и обработки концентрированных растворов. Установки для электрохимической очистки позволяют извлечь металл из промышленных стоков с исходной концентрацией 0,02 – 2,0 г/дм³ и выше до остаточной концентрации менее 0,1 мг/дм³. Электролиз позволяет достаточно эффективно извлекать тяжелые, цветные и благородные металлы. Катодное восстановление происходит в режиме поддержания постоянного электродного потенциала. Высокорастворимая активная поверхность катодов позволяет увеличить производительность электролиза. С основным активным катодным процессом сопряжена стадия электрофлотации оставшихся примесей СПАВ за счет выделяющихся на электродах пузырьков газа. Катодные и анодные камеры секционного электролизера разделены ионообменными мембранами. При электрохимической обработке сточных вод происходит их подщелачивание, что способствует коагуляции гидроксидов хрома, железа, а также гидроксидов других тяжелых металлов, ионы которых могут содержаться в сточных водах. Эффективность процесса существенно зависит от условий массопереноса, концентрации ионов металлов, плотности тока. Извлечение загрязнений в виде малорастворимых продуктов и СПАВ осуществляется во флотаторе, где происходит образование флотокомплексов «частицы - пузырьки», всплывание этих комплексов и удаление образовавшегося пенного слоя с поверхности

жидкости. Для доочистки стоков от ионов тяжелых металлов, а также анионов-загрязнителей предлагается использовать специальный сорбент - хитозан. Степень очистки при этом может достигать 90 – 95%. В биореакторе под действием микроорганизмов происходит анаэробное сбраживание отходов первой и второй стадий очистки промышленных стоков по мере накопления. Использование биореактора позволяет получить энергию и тепло для частичной компенсации энергозатрат на электрохимическую очистку.

Проблема полного уничтожения или частичной утилизации твердых бытовых отходов актуальна, прежде всего, ввиду все более нарастающего отрицательного воздействия на окружающую среду. В то же время твердые бытовые отходы – это богатый источник вторичных ресурсов (в том числе черных, цветных, редких и рассеянных металлов), а также "бесплатный" энергоноситель, так как бытовой мусор – возобновляемое углеродсодержащее энергетическое сырье для топливной энергетики. Однако для любого города и населенного пункта проблема удаления или обезвреживания твердых бытовых отходов всегда является в первую очередь проблемой экологической. Весьма важно, чтобы процессы утилизации бытовых отходов не нарушали экологическую безопасность, нормальное функционирование городского хозяйства с точки зрения общественной санитарии и гигиены, а также условия жизни населения в целом.

Можно указать три пути обращения с бытовыми отходами (Рис.5.29). Первый и самый древний путь – это захоронение. Для этого в определенных местах отводится участок местности, создается полигон для хранения отходов. Город с миллионным населением под бытовые отходы ежегодно должен иметь участок земли площадью 40 га. Эта площадь ежегодно должна прирастать.



Рис.5.29. Способы переработки твердых бытовых отходов.

Современные полигоны для захоронения отходов должны оборудоваться в соответствии с санитарными, пожарными, экологическими и строительными нормами. Обязательное требование – исключение контакта с почвой и грунтовыми водами. Для этого поверхность земли укрывают полимерными или резиновыми материалами. Вокруг полигона должна создаваться санитарно-защитная зона. Такие полигоны выделяют горючий биогаз – метан.

Второй путь – сжигание отходов. На этом пути мы получаем тепловую энергию, но при этом с отходящими газами в атмосферу попадают углекислый газ, окислы серы, азота, хлористый водород и опасные канцерогенные вещества, в частности, диоксины. Теплотворная способность отходов низкая. С этой проблемой приходится сталкиваться почти постоянно. Поэтому для сжигания отходов необходимо использование специального топлива и очистка отходящих газов. В результате сжигания отходов появляется шлак, составляющая 10 % от объема первоначальных

отходов. Этот шлак может быть токсичным и требует специального захоронения.

Третий путь – переработка отходов. На сегодняшний день в мировой практике существует более 20 способов переработки твердых бытовых отходов. Для этого производится сортировка отходов в процессе их сбора. Но это возможно при высокой культуре населения. Это особенно важно в связи со сбором люминесцентных и энергосберегающих ламп, содержащих ртуть, гальванических элементов и аккумуляторов. В этой связи требуется налаживание отдельного сбора отходов. На перерабатывающем заводе производится дополнительная сортировка отходов. Вначале применяется магнитная сепарация. Затем следует дополнительная сортировка отходов. В результате отделяются металлические отходы, стекло, бумага, картон, дерево, полимеры. Этот способ является наиболее экологически чистым и позволяет организовать повторное использование отходов, а часть отходов в виде топлива сжигать.

В мировой практике для утилизации и обезвреживания промышленных и твердых бытовых отходов используют термические, химические, биологические и физико-химические методы. Последние образуют наиболее представительную группу методов обезвреживания отходов, что обусловлено универсальностью и высокой эффективностью физико-химических приемов. При создании физических полей в пористых средах начинают протекать одновременно множество физико-химических процессов. Постоянное электрическое поле, приложенное к водонасыщенному грунту или почве, вызывает протекание электрохимических и электрокинетических процессов. К электрохимическим процессам относятся электролиз, электрофлотация, электрокоагуляция, электродеструкция, электрохимическое обеззараживание, ионный обмен, электрохимическое окисление и выщелачивание, электродиализ; в числе электрокинетических процессов – электроосмос, электрофорез и электромиграция. Высокая эффективность

электрохимических приемов переработки отходов обусловлена, прежде всего, возможностью использовать энергию электрического поля для обеспечения целенаправленных физико-химических трансформаций. Кроме того, в отличие от термической активации, электростимулирование допускает простое, тонкое и оперативное управление процессами. Вследствие этого электрохимические технологии широко используются при переработке промышленных отходов, когда в качестве отходов производства получают восстановленные или окисленные формы используемых реагентов. Электролиз раствора, находящегося в порах загрязненных грунтов и почв – это по сути окислительно-восстановительный процесс, в результате которого происходит разложение ряда химических соединений, которые ведут к очистке грунтов от микроорганизмов путем т.н. электрохимического обеззараживания. Эффективность метода достигает до 99%. Параллельно происходит электрофлотационное удаление нефтепродуктов пузырьками газа, образующимися при электролизе и поднимающимися к поверхности. Если использовать железные или алюминиевые электроды, то можно очищать жидкие отходы, а также находящуюся в почвах воду от любых мелкодисперсных загрязнений, которые адсорбируются на электрогенерированных гидроксидах и выпадают в осадок или флотируются на поверхность обрабатываемого раствора. Путем электрохимического окисления можно очистить грунты от хлорированных углеводородов и фенола. Эффективность такого окисления фенола 70-92%. Электродеструкция осуществляется при электрохимическом разложении токсичных органических соединений на электродах с образованием нетоксичных веществ. Преимущество метода в низкой стоимости и высокой эффективности. Использование специальных мембран, монтированных в электролизере, позволяет провести электродиализ порового раствора грунтов и почв. При этом удаляются загрязнения в коллоидной форме, и наблюдается обессоливание в средней части межэлектродного пространства.

Для реализации электрохимической очистки грунтов ряды электродов размещаются в почве параллельно очищаемой зоне. Расход электроэнергии и стоимость обезвреживания зависят от начальной концентрации токсиканта, электропроводности грунта, водонасыщенности, количества и размеров электродов и конечной концентрации и обычно составляет соответственно 30 – 160 кВт·ч/т и 2 – 6 тыс. грн/м³ почвы. Исследования показывают, что электрохимическая технология обработки грунта территории демонтированных химических предприятий для введения земли в оборот обеспечивает высокую степень очистки от токсичных органических веществ (до 25 наименований). Для очистки участка площадью 15м² требуется обработка постоянным током напряжением 50В с общим расходом электроэнергии 5кВт·ч. За три месяца электрохимическим путем можно удалить из почвы 90% кадмия, цианидов, свинца, хрома, ртути и мышьяка.

Электрокинетические методы переработки отходов начали широко применяться с 60-х годов XX века. Опыт показывает, что наибольшая эффективность достигается при обработке глинистых и суглинистых грунтов. К числу электрокинетических явлений, наблюдающихся в пористых средах при протекании постоянного электрического тока, относятся электроосмос и электрофорез. При электроосмосе ионы, содержащиеся в жидкости, перемещаются относительно неподвижной заряженной поверхности минеральных частиц грунта, увлекая при этом загрязнения в растворенном или жидком состоянии. Электроосмотическая скорость потока пропорциональна произведению силы потока на величину дзетта-потенциала и на удельную поверхность пористой среды. При протекании электрофореза в поровом пространстве грунта, заполненном полностью или частично водой, перемещаются минеральные частицы. Это явление имеет крайне незначительную роль в электрокинетическом переносе загрязнений в диссоциированной форме, но в переносе коллоидных и заряженных минеральных частиц его роль определяющая. Электрофоретическое перемещение коллоидных и микрочастиц

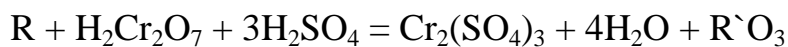
наблюдается в макропористых грунтах (песчаник, супесь). Преимуществом электрокинетической технологии является высокая степень контроля и управления процессом очистки благодаря тому, что загрязнения перемещаются вдоль силовых линий электрического поля, распределение которых определяется расположением электродов, со скоростью, зависящей от напряженности поля. Исходные концентрации токсикантов могут быть снижены с 10 – 50 мг/кг до 1 – 10 мг/кг. Параметры электрокинетического процесса: напряжение на электродах 4 – 200В, напряженность поля 20 – 200 В/м, плотность тока 0.5-5.0А/м², расстояние между электродами 2 – 10 м, глубина их заложения 2 – 50 м. Эффективность очистки 80 – 99%. При этом стоимость очистки грунтов не превышает 6 тыс. грн. за 1 м³.

Как указывалось ранее, применение электрохимических методов обеспечивает регенерацию отходов, возвращение их в цикл производства и создание, таким образом, замкнутой схемы производства. В подтверждение этого можно рассмотреть несколько конкретных примеров.

Растворимая соль сульфата марганца $Mn_2(SO_4)_3$ используется как окислитель в целом ряде электрохимических синтезов, в частности, при окислении толуола до бензойной кислоты или бензальдегида. При этом исходная соль марганца восстанавливается до $MnSO_4$. Разработаны методы регенерации $Mn_2(SO_4)_3$ путем окисления $MnSO_4$ в электролизере. В качестве анода используют перфорированный свинцовый цилиндр, в качестве катода – освинцованную внутреннюю поверхность ванны. Электролитом служит раствор $MnSO_4$ в 50 – 60% серной кислоте. Следует учитывать, что снижение концентрации серной кислоты приводит к гидролизу $Mn_2(SO_4)_3$, в то время как повышение концентрации – вызывает осмоление органических продуктов.

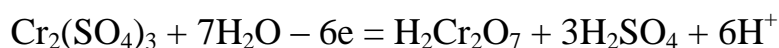
Еще одним примером электрохимических технологий переработки отходов может служить регенерация двухромовой кислоты. Двухромовая кислота в сернокислой среде используется в качестве окислителя в

органическом синтезе, при этом хром восстанавливается до сульфата хрома трехвалентного:



R – исходное органическое соединение; R⁺O₃ – продукт окисления.

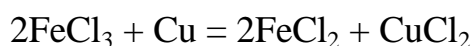
При электрохимической регенерации происходит следующий процесс:



Разработано несколько вариантов такого способа регенерации: на основе диафрагменного и бездиафрагменного электролиза. Применение диафрагмы увеличивает выход по току, но усложняет конструкцию электролизера. При электролизе без диафрагмы предложено осуществлять процесс при большой катодной плотности тока (соотношение катодной и анодной плотности тока до 1:200). Такое соотношение резко снижает долю восстановленного вещества в общем балансе продуктов электролиза. В сточных водах, где концентрация Cr₂(SO₄)₃ мала, при добавлении извести выпадает гидроксид трехвалентного хрома. Затем этот гидроксид растворяют в двухромовой кислоте и проводят электролиз полученного раствора. В результате получают H₂Cr₂O₇ с концентрацией до 1000 г/дм³. Рассматриваемый процесс обычно проводят при температуре 30 – 70⁰С на анодах из PbO₂. Выход по току составляет 80 – 98% в зависимости от условий электролиза. Расход энергии обычно не превышает 9 кВт·ч на килограмм двухромовой кислоты.

Достаточно эффективны электрохимические приемы в технологии регенерации травильных растворов производства печатных плат. Одним из методов изготовления медных печатных плат является травление меди на определенных участках фольгированной заготовки при помощи хлорида

железа трехвалентного. При этом протекают процессы, которые можно записать в виде суммарной реакции:



Разработан метод, позволяющий при помощи электролиза регенерировать травильный раствор окислением на аноде ионов двухвалентного железа, при этом на катоде осаждают металлическую медь. Процесс проводят в диафрагменном электролизере. В качестве катода используют титан, в качестве анода – графит. При плотности тока 8 – 20 А/дм² на катоде осаждается губчатая медь, которая затем легко снимается с поверхности электрода. Раствор, частично освобожденный от меди, перетекает в анодное пространство, где на графитовом аноде происходит окисление ионов двухвалентного железа как за счет прямого электродного процесса, так и за счет адсорбированного хлора. Полное извлечение меди нецелесообразно, так как это приводит к уменьшению выхода по току. Расход энергии на килограмм получаемой меди при катодной плотности тока 8 А/дм² не превышает 8 кВт·ч.

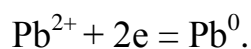
Особенно существенно значение электрохимических приемов в процессах регенерации вторичного металлсодержащего сырья. В зависимости от природы отходов, определяющим процессом является либо анодное окисление с переходом ионов металла в электролит, либо катодное восстановление ионов металла из ранее приготовленного электролита путем перевода исходного сырья в раствор. Одним из наглядных примеров такого процесса может служить переработка металлических отходов сплавов W-Cu. Внедрение в производство процессов регенерации различных видов отходов цветных и редких тугоплавких металлов является важной научно-технической задачей, что обусловлено ограниченной сырьевой базой редких металлов и возможностью достижения достаточно высоких показателей при переработке вторичного сырья. Применительно к

утилизации металлических отходов вольфрама особенно перспективно использование электрохимических методов, основанных на анодном окислении (растворении) отходов под действием различных форм электрического тока. Данные методы обеспечивают высокую степень извлечения ценных компонентов и хорошее качество получаемой продукции. Электрохимическая переработка металлических отходов сплавов вольфрам-медь включает анодное окисление в 10 – 15% аммиаке с добавками 0,1 – 0,5 М NaOH или KOH под действием постоянного электрического тока плотностью 1-30 А/дм². Продолжительность процесса 2 часа. При этом вольфрам переходит в щелочной раствор, а медь на 50% в осадок в виде Cu⁰ за счет процесса катодного восстановления меди. Важно, что при кипячении полученного вольфраматного раствора та часть меди, что перешла в раствор, также восстанавливается и выпадает в осадок в виде Cu⁰.

Разработана технология электрохимической переработки отходов жаропрочных никелевых сплавов, содержащих рений, вольфрам, тантал и другие ценные металлы, входящие в состав перерабатываемого сплава. Эти отходы являются одним из наиболее массовых видов вторичного ренийсодержащего сырья. Процесс электрохимической переработки отходов жаропрочных никелевых сплавов основан на их анодном окислении в кислом электролите состава H₂SO₄ – 150 г/дм³ и HCl – 50 г/дм³ при наложении постоянного электрического тока плотностью 25 – 30А/дм² при температуре 20 – 40°С. В данных условиях скорость анодного окисления сплава составляет 250 – 315 мг/см²·час.

Основным источником для переработки вторичного свинца, являются отработанные свинцовые аккумуляторы. При электрохимическом осаждении свинца можно использовать растворы малеиновой кислоты концентрацией 100 – 150 г/дм³. В качестве катода используется пластинка из чистого свинца, в качестве анода – пластина отработанного аккумулятора. Интервал плотностей тока 0,5 – 3,0А/дм². Выход по току свинца – порядка

90%. Дальнейшее повышение плотности тока приводит к снижению выхода по току. При низких плотностях тока идет процесс восстановления ионов свинца



Увеличение плотности тока приводит к параллельной реакции выделения водорода.

В настоящее время все большую актуальность приобретает поиск альтернативных видов топлива, которые смогли бы в будущем прийти на место нефти и природному газу. Одним из таких топлив может стать т.н. *синтез – газ*, получаемый из природного газа с помощью технологических процессов, которые могут протекать в термическом и термокаталитическом режимах. Как правило, термокаталитические процессы дают более качественный конечный продукт с меньшим числом таких побочных продуктов, как вода и диоксид углерода. Одна из самых распространенных технологий получения синтез-газа базируется на восстановительной олигомеризации монооксида углерода в результате сложной комбинации реакций. При этом состав конечных продуктов зависит от катализатора, температуры и соотношения CO и H₂. В данной технологии эффективным оказалось использование электрохимических генераторов водорода и кислорода, получаемых в процессе электролиза водных растворов. Водород, полученный электрохимическим путем, используется в системах гидрирования, а кислород – для увеличения эффективности систем нагрева. Уменьшение объемов вредных выбросов в атмосферу понизит уровень загазованности в крупных городах. Возможность вторично перерабатывать сырьевые ресурсы позволит в значительной степени снизить выход бытовых и промышленных отходов. Даже частичное использование синтез-газа в энергетически емких отраслях промышленности позволит существенно улучшить глобальную экологическую обстановку.

5. 5. РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, ИСКЛЮЧАЮЩИХ ОБРАЗОВАНИЕ ЛЮБЫХ ВИДОВ ОТХОДОВ.

Создание безотходных технологий предусматривает разработку принципиально новых, экологически совершенных процессов, не предполагающих по определению образование отходов и, следовательно, не требующих применения традиционных приемов очистки. Антропогенный пресс, воздействующий на окружающую природную среду, включает два аспекта. Один из них определяется чрезмерным потреблением ресурсов окружающей природной среды. Такое форсированное потребление выводит природные процессы из свойственного для них квазистатического режима, разрушает связи сложных систем со взаимообусловленным жизнеобеспечением, блокирует или сводит к нулю эффекты сформировавшихся за длительные геологические периоды процессов возобновления. Второй аспект связан с размещением в окружающей среде всех видов отходов жизнедеятельности человека. С увеличением численности человеческой популяции количество этих отходов становится значимым в планетарном масштабе, что позволяет говорить о глобальной проблеме загрязнения окружающей среды. Последствия такого загрязнения сопоставимы с последствиями, вызванными чрезмерным потреблением природных ресурсов.

Широкие перспективы в организации полностью безотходных процессов и производств можно ожидать на стыке наук и научных направлений. В частности, исследования показывают, что принцип полной безотходности выполняется в биоэлектрохимических системах. Одной из таких систем, способных генерировать электрическую энергию, являются микробные топливные элементы (Рис.5.30). Микробные топливные элементы (МТЭ) – это электрохимические устройства, трансформирующие химическую энергию в электрическую за счёт метаболической активности микроорганизмов. При этом электронтранспортные цепи (ЭТЦ)

микроорганизмы способны осуществлять перенос электронов на внешние нерастворимые акцепторы.

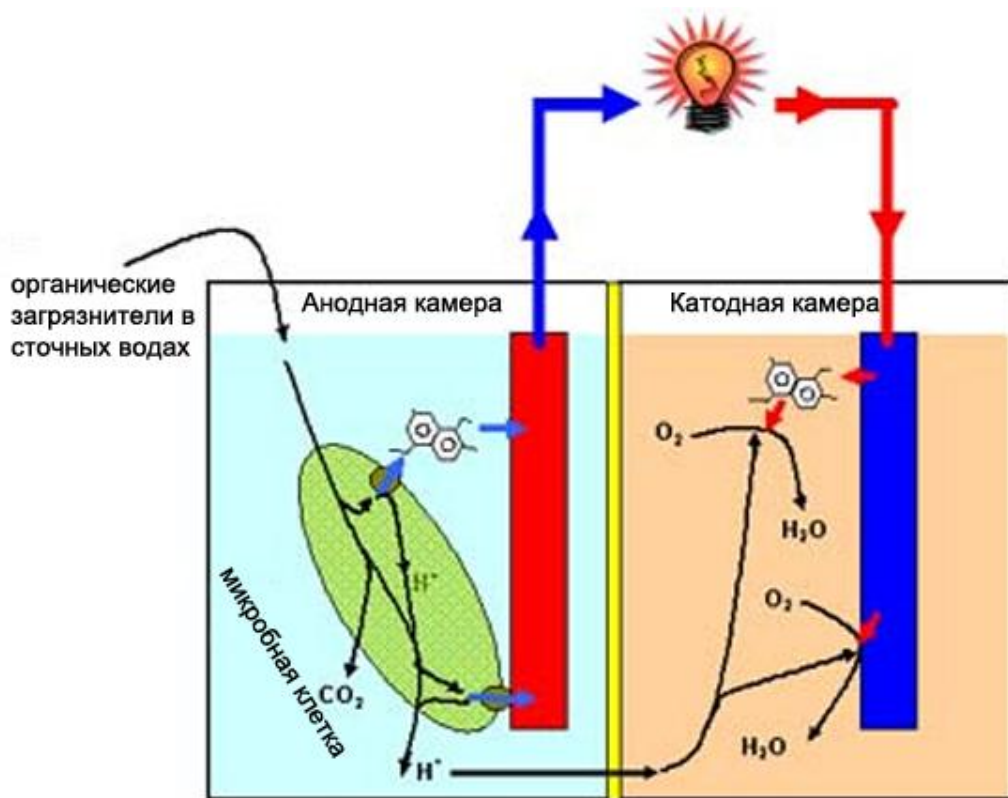


Рис.5.30. Устройство микробного топливного элемента.

Впервые возможность использования клеток микроорганизмов для генерирования электричества была продемонстрирована еще в 1912 г., но 90% опубликованных работ в этой области приходится на последние 10-15 лет. Огромный интерес вызывает возможность использования МТЭ в очистке сточных вод и переработке различных типов отходов, вплоть до токсичных и радиоактивных. Микроорганизмы участвуют в биогеохимических реакциях, осуществляя биоэлектрохимическое восстановление минеральных соединений в природе и генерирование электроэнергии в МТЭ. Структурной единицей процессов выветривания горных пород и формирования почв, биогеохимических циклов С, Мп, Fe и других элементов становится система, состоящая из микроорганизма, взаимодействующего с поверхностью минеральной частицы. Существует значительное количество штаммов микроорганизмов, способных

осуществлять процессы электрохимического восстановления минеральных соединений, для обеспечения себя энергией. Многие из микроорганизмов могут осуществлять электродные реакции и в искусственных системах, таких как микробный топливный элемент. При этом становится очевидным, что одним из важнейших направлений развития технологии МТЭ является поиск оптимальных штаммов микроорганизмов, способных активно функционировать в системе МТЭ, и повышение эффективности транспорта электронов между клетками и электродом. На этом пути разработана уникальная конструкция МТЭ, в анодной камере которого происходит микробная переработка послеспиртовой барды. Микроорганизмы, утилизирующие барду, в то же время формируют биоплёнки на аноде, передавая электроны на поверхность и генерируя тем самым электрический ток. Дальнейшее развитие системы предполагает масштабирование и подбор анодного и катодного материалов, а также мембраны, разделяющей анодную и катодную часть МТЭ. Ферментные и микробные топливные элементы можно использовать для переработки "сырья с отрицательной стоимостью", то есть органических отходов пищевых, деревоперерабатывающих предприятий, сельскохозяйственных ферм и муниципальных хозяйств. Положительный экономический эффект обусловлен возможностью реализации на практике безотходных производств замкнутого цикла. Основные потребители такой продукции – крупные предприятия, производители органических отходов, смогут сократить затраты на утилизацию и получат возможность производить дополнительный продукт – электроэнергию из сырья с отрицательной стоимостью. Предполагается, что с реакторами среднего размера сможет работать специалист-инженер, прошедший краткосрочную стажировку по работе с промышленным биологическим топливным элементом.

Ученые из Стэнфордского университета (США) создали биоэлектрохимический элемент, способный вырабатывать электричество благодаря "окислителю" в виде колонии бактерий и "топливу" в виде

обычных сточных вод. Исследователи экспериментировали с так называемыми бактериями-экзоэлектрогенами, которые представляют собой особую группу микробов, выделяющих свободные электроны в качестве продукта их жизнедеятельности. Ученые создали электрод из графита, на поверхности которого росла пленка из бактерий. Второй электрод был изготовлен из оксида серебра, который постепенно превращался в чистый металл по мере разрядки элемента. В качестве электролита и источника пищи для микробов выступают сточные воды из канализации. По словам ученых, их изобретение способно извлечь около 30% энергии, запасенной в органической составляющей стоков, что сопоставимо с КПД лучших солнечных батарей. Производство таких устройств ограничено необходимостью поиска дешевой замены оксиду серебра. Когда такое вещество будет найдено, исследователи планируют приспособить свое изобретение для снижения затрат на очистку воды от загрязнений, на что обычно уходит около 3% от энергобюджета развитых стран.

Еще одним примером малоотходной технологии является разработка ученых из Вагенингенского университета (Нидерланды). Ежегодно станции, генерирующие электроэнергию путем сжигания угля, нефти и природного газа, по всему миру выбрасывают порядка 12 млрд тонн углекислого газа. В разработанной технологии используется новая методика получения электроэнергии, которая основывается на смешении CO_2 , воздуха и воды без увеличения количества выбросов вредных веществ в атмосферу. Устройство напоминает модифицированную версию емкостного электрохимического элемента. Подобно батарее, этот элемент имеет 2 пористых электрода: один (анод) поглощает ионы водорода, в то время как второй (катод) поглощает ионы бикарбоната (HCO_3^-). Данная технология основана на взаимодействии CO_2 с водой. В результате реакции возникает поток электронов, т.е. течет электрический ток. Предложенный элемент позволяет аккумулировать электроны вокруг мембраны, проницаемой только для ионов одного типа. Разнозаряженные частицы накапливаются на

соответствующих электродах элемента, формируя, таким образом, разность потенциалов. Проведенные испытания показали, что в чистой воде каждый квадратный метр электрода может выдать мощность порядка 0,28 мВт, а добавление в воду моноэтаноламина (МЭА) повышает это значение до 4,5 мВт. Так как площадь электродов считается с учетом поверхности внутренних пор, это значит, что создание промышленного источника питания на основе использования CO_2 более чем реально. Эффективность новой технологии составляет 24% при использовании в качестве электролита воды, и 32% при использовании МЭА. Применение данной технологии позволит ежегодно производить электроэнергии около 1570 ТВт·ч.

Теоретические расчеты показывают, что потенциальные возможности электрохимического кондиционирования воды (очистки, умягчения, опреснения, обеззараживания и т.д.) более чем в 100 раз превосходят фильтрационные, сорбционные и ионообменные методы по экономичности, скорости и качеству. Кроме того, электрохимические реакции позволяют без дополнительных затрат химических реагентов преобразовать пресную или слабосоленоватую природную воду в высокоактивный технологический раствор, обладающий широким спектром функциональных свойств. Так, с учетом особенностей организации электродных процессов в жидких средах создан модульный диафрагменный электрохимический реактор проточного типа РПЭ для электрохимической активации (ЭХА) воды и водных растворов. Было установлено, что жидкости, подвергнутые униполярному (анодному или катодному) электрохимическому воздействию переходят в термодинамически неравновесное состояние и в течение определенного времени релаксации проявляют аномально высокую химическую активность. Электрохимическая активация практически не используется как самостоятельный технологический процесс. Это эффект, сопутствующий электролизу, в результате которого уменьшается или полностью исключается расход химических реагентов, снижается уровень

загрязненности растворов, повышается качество целевых продуктов, повышается эффективность различных технологических процессов. Иными словами ЭХА используется для создания высокоэффективных и экологически чистых технологий в различных областях человеческой деятельности, где используются жидкие среды. В агропромышленном производстве технология силосования зеленых кормов с использованием в качестве консерванта электрохимически активированного раствора позволяет исключить дорогостоящие и дефицитные консерванты при одновременном повышении качества, сохранности и питательной ценности силоса, исключить загрязнение окружающей среды. Технология хранения овощей и фруктов с использованием электрохимически активированных растворов в качестве обеззараживающего и консервирующего средства, позволяет исключить ксенобиотические химические препараты и более чем в 2 раза увеличить сроки хранения плодоовощной продукции.

Контрольные вопросы

1. В каких направлениях должна проводиться хозяйственная деятельность, чтобы учесть основные критерии экологической безопасности?
2. Привести основные сведения об источниках промышленного водоснабжения и параметрах качества воды.
3. Дайте общую характеристику роли воды в химических производствах.
4. Предложите способы количественной оценки эффективности водооборотного цикла.
5. Назовите и охарактеризуйте группы методов электрохимической обработки воды.
6. По каким характеристикам классифицируются аппараты электрохимической очистки промышленных сточных вод?
7. Назовите и охарактеризуйте, используя конкретные примеры, методы электрохимической очистки воды, относящиеся к группе методов превращения.

8. Назовите и охарактеризуйте, используя конкретные примеры, методы электрохимической очистки воды, относящиеся к группе методов разделения.
9. Назовите и охарактеризуйте, используя конкретные примеры, методы электрохимической очистки воды, относящиеся к группе комбинированных методов.
10. Основные принципы, которыми следует руководствоваться при создании замкнутых систем водоснабжения в электрохимических производствах.
11. Какие новые физико-химические технологии используются на сооружениях очистки сточных вод замкнутого цикла для снижения индекса водопотребления?
12. Приведите пример системы оборотного водоснабжения гальванической линии и дайте ее краткую характеристику.
13. Опишите метод электрокоагуляционной очистки воды. Охарактеризуйте его преимущества и недостатки по сравнению с реагентным методом.
14. Охарактеризуйте мембранные методы очистки воды.
15. Какие вспомогательные организационно-технические принципы рекомендуется проводить для повышения эффективности организации и внедрения систем оборотного водоснабжения?
16. Охарактеризуйте погружной электрохимический модуль как эффективный элемент системы оборотного водоснабжения.
17. Всемирная организация здравоохранения в решении проблемы качества питьевой воды.
18. Водопроводная вода в Украине и в странах Западной Европы: пить или не пить?
19. Роль территориально-производственных комплексов с замкнутой системой материальных потоков сырья и отходов в создании безотходных производств.
20. Охарактеризовать рециклинг как средство возврата отходов в производство в виде возобновляемого топлива, вторичного сырья или

товарной продукции. Первичный, вторичный, третичный и четвертичный рециклинг.

21. Пути обращения с бытовыми отходами.
22. Особенности электрохимических приемов обработки отходов: достоинства и недостатки.
23. Пути создания технологических процессов, исключающих образование отходов любых видов.
24. Перспективы создания микробных топливных элементов.
25. Возможности электрохимического генерирования энергии путем утилизации газообразных выбросов.
26. Перспективные направления электрохимического кондиционирования воды.

Литература

1. Виноградов С.С. Экологически безопасное гальваническое производство // Под редакцией проф. В.Н. Кудрявцева. – М.: Глобус, 2002. – 353 с.
2. Кольцов В.Б. Процессы и аппараты защиты окружающей среды / В. Б. Кольцов, О. В. Кольцова. – М.: Юрайт, 2014. – 587 с.
3. Ларин В.И. Электрохимическое растворение меди и ее сплавов в растворах различного состава и создание технологических процессов регенерации отработанных травильных растворов : монография / В.И.Ларин и др. – Харьков : ХНУ имени В.Н.Каразина, 2009. – 204 с.
4. Єрмоленко І.Ю. – Електрохімічний рециклінг псевдосплавів вольфраму : монографія / І.Ю.Єрмоленко, М.В.Ведь, М.Д.Сахненко. – Харків : НТУ «ХПІ», 2014. - 162 с.
5. Первов А. Г. Гидроэкология: применение мембранных методов очистки природных и сточных вод - путь к сокращению нерационального использования водных ресурсов // Инженер. экология. - 2014. - №4. - С. 48-62.

6. Шихалева Е. П. Технология электрохимического коагулирования и конструктивные особенности электрокоагуляторов // Экология и пром-ть России. - 2012. - №7. - С. 14-17.
7. Хван Т.А. Экология. Основы рационального природопользования: учебное пособие для бакалавров / Т.А. Хван, М.В. Шинкина.– М.: Юрайт, 2013. – 319 с.
8. Химико-технологические системы: синтез, оптимизация и управление/ Под ред. И.П.Мухленова. – Л. : Химия, 1986. – 424 с.
9. Вінклер І.А. Екологічна безпека джерел енергії. Від традиційних до сучасних і перспективних : Навчальний посібник / І.А.Вінклер, Я.Ю.Тевтуль. – Львів : «Новий світ – 2000», 2012. – 277 с.
10. Василенко І.А. Збірка задач та вправ з екології та хімії навколишнього середовища: навчальний посібник / Василенко І.А., О.А.Півоваров, С.О.Куманьов. – Дніпропетровськ : Акцент ПП, 2013. – 194 с.
11. Тимашев С.Ф.. Физико-химия мембранных процесов / С.Ф.Тимашев. – М.: Химия, 1988. – 240 с.
12. Духин С.С. Электрохимия мембран и обратный осмос / С.С.Духин, М.П.Сидорова, А.Э.Ярощук. – Л.: Химия, 1991. – 192 с.
13. Мазанко А.Ф. Промышленный мембранный электролиз / А.Ф.Мазанко, Г.М.Камарьян, О.П.Ромашин. – М.: Химия, 1989. – 240 с.
14. Руководство по обеспечению качества питьевой воды. – Всемирная организация здравоохранения, 2017. – 604 с.
15. Урядникова И.В. Исследование влияния параметров электрохимической обработки на процесс умягчения природных вод/ Вісник НТУ «ХП», Зб. наук. праць. – Харків: НТУ «ХП». – 1999, С. 136 – 144.



РАЗДЕЛ 6. МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ – НЕОБХОДИМОЕ УСЛОВИЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА

*Хорошо организованный контроль является
ценным союзником управления.*

- Анри Файоль

- Как вы можете дышать таким воздухом?

- А мы не затаиваемся...

Из подслушанного

6.1. НЕГАТИВНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВОЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА.

Окружающая природная среда подвержена непрерывным изменениям, которые обусловлены как естественными причинами, так и причинами, вызванными деятельностью человека. Особенностью естественных изменений является практически полное отсутствие каких-либо фиксируемых трендов количественных параметров, которые характеризуют соответствующие процессы. Средние значения могут значительно измениться лишь в течение длительных интервалов времени, измеряемых десятками и сотнями тысяч лет. Лишь локальные проявления природной стихии (землетрясения, тайфуны, извержения вулканов и т.д.) являются

исключением из этого правила. В то же время антропогенные изменения природной среды носят *направленный характер*, который становится особенно заметным в последние десятилетия, что обусловлено качественно новым уровнем энерговооруженности человека. Прежде всего, к таким изменениям можно отнести кислотные дожди, появление «озоновых дыр», потепление климата. Окружающую природную среду можно условно представить в виде сложной системы с огромным количеством подсистем, соединенных друг с другом различного рода связями. Каждую из этих связей можно характеризовать своей энергией, которую необходимо затратить для необратимого разрушения. Диапазон энергетических уровней чрезвычайно широк, поэтому любое антропогенное воздействие может приводить к разрушению этих связей. Если аналогичные связи самопроизвольно не образуются, то при однонаправленности процесса через определенное время наступят необратимые последствия, которые, в свою очередь, приведут к нарушению экологического равновесия.

Особенно опасным является фактор инерционности таких воздействий, их кумулятивный характер. Накопление с малыми скоростями некоторых веществ в зонах, подверженных техногенному влиянию, может нанести существенный урон тому или иному объекту биосферы и сообществу организмов. Так, время диффузии из приземного слоя атмосферы в верхние слои галогенсодержащих веществ и закиси азота чрезвычайно велико и измеряется годами. Не исключено, что уже сегодня в тропосфере находится достаточное количество веществ для значимого разрушения озонового слоя, но в явном виде эффекты дадут о себе знать еще не скоро. В качестве другого примера можно привести миграцию ртути из атмосферы в водные объекты. Попадая в атмосферу при сжигании твердого топлива в виде паров металла, неорганических соединений, ртуть довольно быстро выпадает на поверхность суши. Ее дальнейшее перераспределение между сушей и водными объектами происходит крайне медленно. В водоемах под влиянием микроорганизмов соединения ртути трансформируются в

высокотоксичные органические соединения (метилртуть), что приводит к их накоплению в биоте, а водоем становится непригодным для рыбохозяйственных, хозяйственно-питьевых и даже ирригационных целей. Большой проблемой антропогенного загрязнения является распространение радиоактивных продуктов, хлорсодержащих ядохимикатов и канцерогенных веществ, имеющих способность к накоплению, в некоторых организмах (грибы, рыба) и природных зонах.

К наиболее серьезным проблемам антропогенных воздействий на состояние биосферы относится загрязнение Мирового океана, куда по некоторым оценкам при добыче на шельфе ежегодно поступает около 5 млн. т. нефтепродуктов. Это наносит большой ущерб морским экосистемам, нарушает газовый и энергетический баланс между океаном и атмосферой из-за образования тонкой нефтяной пленки на поверхности океана. Этот эффект сильнее всего проявляется в полярных областях океана, где из-за низких температур скорость разложения органики чрезвычайно низка.

Фактор инерционности со всей очевидностью обуславливает необходимость организации непрерывного мониторинга, оснащенного самыми передовыми средствами прецизионного и надежного контроля широкого спектра вредных для живой природы поллютантов. Регулярные и комплексные наблюдения за состоянием окружающей среды начались еще в первой половине прошлого века. Однако практически все эти наблюдения сводились к изучению характера и динамики изменения метеорологических и некоторых геофизических параметров под влиянием естественных причин. Лишь вторая половина XX века отмечена пристальным вниманием к тенденциям изменения состояния всех элементов биосферы, обусловленным хозяйственной деятельностью человека с бесконтрольным использованием природных ресурсов. Изучение этих тенденций показало, что реализация неэкологических технологий, низкий коэффициент использования сырья, недостаточная переработка отходов производства, приводят к загрязнению почвы, водных объектов и атмосферы, снижают качество окружающей

человека природной среды. Эти факторы, как выяснилось, в конечном счете, приводят к необратимой деградации экосистем, ставят под вопрос существование всего живого в его первоначальном виде. Такие выводы предопределили чрезвычайную важность организации постоянного контроля состояния природной среды и выявления тенденций в ее изменениях.

6. 2. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА.

Термин «мониторинг» впервые появился в рекомендациях специальной комиссии СКОПЕ (научный комитет по проблемам окружающей среды) при ЮНЕСКО в 1971 году. А в 1972 году на Стокгольмской конференции ООН по окружающей среде впервые было официально сформулировано словосочетание «мониторинг окружающей среды», которое вскоре получило международное распространение и признание.

Программа ЮНЕСКО от 1974 г. определяет *мониторинг* как систему регулярных длительных наблюдений в пространстве и во времени, дающую информацию о прошлом и настоящем состояниях окружающей среды, позволяющую прогнозировать на будущее изменение ее параметров, имеющих особенное значение для человечества.

Проведение мониторинга, как многоцелевой информационной системы долгосрочных наблюдений, предполагает следующие взаимосвязанные процедуры:

- 1) наблюдение за состоянием окружающей среды и факторами, воздействующими на нее;
- 2) оценку фактического состояния окружающей среды и уровня ее загрязнения;
- 3) прогноз состояния окружающей среды в результате возможных загрязнений и оценку этого состояния.

В зависимости от объекта наблюдения можно выделить следующие виды мониторинга: атмосферный, воздушный, водный, почвенный, климатический, мониторинг растительности и животного мира, мониторинг здоровья населения и т. д. Кроме того, в зависимости от объекта наблюдения различают мониторинг базовый (фоновый) и импактный.

Базовый мониторинг заключается в слежении за природными явлениями на биосферном уровне без учета антропогенного фактора. Например, базовый мониторинг проводится на особо охраняемых природных территориях, практически не испытывающих локальных воздействий деятельности человека.

Импактный мониторинг - это мониторинг региональных и локальных антропогенных воздействий в особо опасных зонах.

В зависимости от территории, охватываемой наблюдениями, мониторинг подразделяется на три уровня: глобальный, региональный и локальный.

Глобальный мониторинг – это слежение за планетарными процессами, включая процессы антропогенного характера. Разработка и координация глобального мониторинга окружающей природной среды осуществляется в рамках ЮНЕП (орган ООН) и Всемирной метеорологической организации (ВМО). Глобальный мониторинг, осуществляемый в рамках международной программы «Человек и биосфера», имеет целью зафиксировать фоновое состояние окружающей среды, что необходимо для дальнейших оценок уровней антропогенного воздействия. К основным задачам глобального мониторинга относятся:

- организация системы предупреждения об угрозе здоровью человека;
- оценка влияния глобального загрязнения атмосферы на климат;
- оценка количества и распределения загрязнений в биологических системах;
- оценка проблем возникающих при сельскохозяйственной деятельности и землепользовании;

- оценка реакции наземных экосистем на воздействие окружающей среды;

- оценка загрязнения морских экосистем;

- создание системы предупреждений о стихийных бедствиях в международном масштабе.

Региональный мониторинг – это слежение за процессами и явлениями в пределах одного региона, где эти процессы и явления могут отличаться от базового фона, характерного для всей биосферы. На уровне регионального мониторинга ведутся наблюдения за состоянием экосистем крупных природно-территориальных комплексов - бассейнов рек, лесных экосистем, агроэкосистем и др.

Локальный мониторинг - это слежение за естественными природными явлениями и антропогенными воздействиями на небольших территориях.

В зоне влияния источников загрязнения организуется систематическое наблюдение за следующими объектами и параметрами окружающей природной среды

1. Атмосфера: химический и радионуклидный состав газовой и аэрозольной фазы воздушной среды; твердые и жидкие осадки (снег, дождь) и их химический и радионуклидный состав, тепловое и влажное загрязнение атмосферы.

2. Гидросфера: химический и радионуклидный состав среды поверхностных вод (реки, озера, водохранилища и т. д.), грунтовых вод, взвесей в природных водостоках и водоемах; тепловое загрязнение поверхностных и фонтановых вод.

3. Почва: химический и радионуклидный состав деятельного слоя почвы.

4. Биота: химическое и радиоактивное загрязнение сельскохозяйственных угодий, растительного покрова, почвенных зооценозов, наземных сообществ домашних и диких животных, птиц, насекомых, водных растений, планктона и рыб.

5. Урбанизированная среда: химический и радиационный фон воздушной среды населенных пунктов; химический и радионуклидный состав продуктов питания, питьевой воды и т. д.

6. Население: характерные демографические параметры (численность, плотность населения, рождаемость и смертность, возрастной состав, заболеваемость, уровень врожденных уродств и аномалий); социально-экономические факторы.

Основные цели экологического мониторинга (Рис.6.1) состоят в обеспечении системы управления природоохранной деятельности и экологической безопасности современной и достоверной информацией, позволяющей:

Функции мониторинга состояния окружающей среды

Функции					
Задачи				Цели	
Наблюдение	Выявление	Анализ	Моделирование	Оценка	Прогноз
За состоянием окружающей среды	Изменений окружающей среды, связанных с деятельностью человека	Наблюдаемых изменений	Изменений экологической ситуации	Состояния окружающей среды	Предполагаемых изменений состояния окружающей среды

Последовательность стадий мониторинга:

измерение - анализ - описание - моделирование - оптимизация

Рис. 6.1. Задачи, цели и стадии мониторинга состояния окружающей среды.

- оценить показатели состояния и функциональной целостности экосистем и среды обитания человека;

- выявить причины изменения этих показателей и оценить последствия таких изменений, а также определить корректирующие меры в тех случаях, когда целевые показатели экологических условий не достигаются;

- создать предпосылки для определения мер по исправлению возникающих негативных ситуаций до того, как будет нанесен ущерб.

Основные задачи экологического мониторинга:

- наблюдение за источниками антропогенного воздействия;
- наблюдение за факторами антропогенного воздействия;
- наблюдение за состоянием природной среды и происходящими в ней процессами под влиянием факторов антропогенного воздействия;
- оценка фактического состояния природной среды;
- прогноз изменения состояния природной среды под влиянием факторов антропогенного воздействия и оценка прогнозируемого состояния природной среды.

В зоне влияния источников загрязнения целевыми объектами мониторинга могут быть: атмосфера (газовая и аэрозольная фазы, твердые и жидкие осадки), гидросфера (поверхностные и грунтовые воды, взвеси в природных водостоках и водоемах), почва, биота (сельскохозяйственные угодья, растительный покров, почвенные зооценозы, наземные сообщества домашних и диких животных, птиц, насекомых, водных растений, планктона и рыб), урбанизированная среда (воздушная среда населенных пунктов, продукты питания, питьевая вода и т. д.), население.

Таким образом, мониторинг окружающей среды может характеризоваться как одна из мер рационального природопользования, функция государственного управления и правовой институт. Налаженная широкомасштабная и эффективная сеть контроля состояния окружающей среды, особенно в крупных городах и вокруг экологически опасных объектов, является важным элементом обеспечения экологической безопасности и залогом устойчивого развития общества.

6. 3. СРЕДСТВА И МЕТОДЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА.

Средства и методы мониторинга должны обеспечить получение полной и оперативной информации о состоянии экосистемы. На первый план выходят вопросы повышения производительности, оперативности и надежности измерений. Кроме того, необходимо обеспечить непрерывность (в крайнем случае – регулярность), масштабность охвата, автоматизацию технических средств. Перечисленным условиям и требованиям в наибольшей мере отвечают физико-химические методы анализа, основанные на взаимосвязи между природой системы и ее физическими и физико-химическими свойствами. В числе физико-химических методов выделяют хроматографические, оптические и электрохимические методы (Рис.6.2). Среди хроматографических методов анализа наиболее распространены газовая и газожидкостная. Газовая хроматография представляет собой метод разделения летучих соединений, основанный на распределении вещества между двумя фазами, одна из которых неподвижная (стационарная) с большой поверхностью, а другая – газ, протекающий через неподвижную фазу. Если стационарная фаза твердая, речь идет о газоадсорбционной хроматографии. Если стационарная фаза – жидкость, мы говорим о газожидкостной хроматографии. В этом случае основой разделения является процесс распределения вещества пробы между тонкой пленкой жидкости, нанесенной на поверхность инертного твердого носителя, и газовой фазой.



Рис.6.2. Газовый хромато-масс-спектрометр – современный прибор для анализа проб экологического мониторинга.

В группе оптических методов выделяют колориметрический, нефелометрический, турбидиметрический, рефрактометрический и люминесцентный. Колориметрический метод основан на сравнении световых потоков, проходящих через исследуемый и стандартный растворы. Вследствие избирательного поглощения света определяемым веществом наблюдается ослабление светового потока, которое фиксируется специальным устройством. Нефелометрия – это метод исследования и анализа вещества по интенсивности светового потока, рассеиваемого взвешенными частицами данного вещества. Турбидиметрический метод основан на измерении интенсивности света определённой длины волны, прошедшего через кювету, содержащую коллоидный раствор, чаще всего через суспензию, образованную частицами определяемого вещества. Метод похож на метод нефелометрии, однако в отличие от него, аналитическим сигналом служит интенсивность не рассеянного света, а прошедшего. Рефрактометрия – измерение избирательного преломления светового потока, падающего на поверхность пробы исследуемой среды. Преломление света оценивается по показателю преломления, который зависит от состава индивидуальных веществ, а также от того, какие молекулы и в какой концентрации встретит на своем пути световой луч, так как под действием

света молекулы разных веществ поляризуются по-разному. Люминесцентный анализ — совокупность методов анализа, основанных на наблюдении люминесценции, т.е. нетепловом свечении вещества, возникающем после поглощения им энергии возбуждения. Качественный люминесцентный анализ основан на различии цвета люминесценции, производимой веществами разной химической природы; количественный люминесцентный анализ — на измерении интенсивности люминесценции при помощи флюорометров или путем регистрации спектров люминесценции специальными спектрографами.

6.4. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА.

Электрохимические методы мониторинга относятся к самым универсальным, способным обеспечить всестороннее решение проблем, связанных с рациональным использованием и охраной аэро-, гидро- и литосферы, проблем ресурса технологического оборудования и уменьшения риска аварий и катастроф вследствие коррозионного разрушения конструкционных материалов. В принципе, электроаналитические приемы представляют собой наиболее мощный арсенал средств, удовлетворяющих самым жестким требованиям оперативного контроля и анализа любых природных и техногенных сред. Многие задачи мониторинга связаны с определением следов органических и неорганических веществ. В этом случае высокая чувствительность должна сочетаться с достаточной селективностью и надежностью полученных результатов. При этом желательно, чтобы предварительная обработка пробы была несложной и длительность выполнения единичного определения была минимальной. Естественно, что предпочтение отдается тем методикам, которые легко поддаются автоматизации, начиная от отбора проб и кончая выдачей результата. При выборе метода анализа желательно, чтобы стоимость

оборудования была доступной для большинства лабораторий. Практически всегда экологический мониторинг предполагает работу в полевых условиях, что исключает работу с крупногабаритными приборами. Аналитическая микроаппаратура должна быть приспособлена для контроля широкой номенклатуры веществ и для определения по возможности одновременно нескольких компонентов. Электроаналитические методы практически полностью удовлетворяют всем сформулированным выше требованиям.

Основными электроаналитическими методами являются вольтамперометрия (включая полярографию), потенциометрия, кулонометрия и кондуктометрия.

В вольтамперометрических методах присутствующие в растворе вещества окисляются или восстанавливаются на поляризуемом электроде. Качественный и количественный состав раствора может быть установлен из получаемой в результате анализа зависимости тока от напряжения, приложенного извне к электродной системе. К вольтамперометрии относят различные варианты полярографии. Полярография – это электрохимический метод анализа, предложенный Я. Гейровским и затем развитый А.Н. Фрумкиным и другими учеными.



Ярослав Гейровский (чеш. Jaroslav Heyrovský, 1890 – 1967) — чешский химик. В начале 1920-х годов Я.Гейровский создал и развил новый метод химического анализа растворов с капельным ртутным электродом. Этот метод он назвал полярографией. Лауреат Нобелевской премии по химии (1959).

Метод основан на расшифровке вольтамперных кривых – полярограмм, получаемых при электролизе исследуемых растворов и выражающих зависимость силы тока от приложенного к электролитической ячейке напряжения. Полярограммы регистрируются с помощью специальных приборов – полярографов. В 1925 году Я.Гейровский и М.Шиката разработали и создали первый полярограф. Этот прибор, усовершенствованный в дальнейшем, оказался весьма эффективным инструментом для решения задач мониторинга окружающей среды (Рис.6.3).

Для определения микросодержания ионов тяжелых металлов широко используются методы инверсионного электрохимического анализа, в которых определяемые металлы предварительно осаждают на электроде и затем растворяют при полярографическом контроле. Существенным преимуществом этого метода (по сравнению, например, с методом атомно-адсорбционной спектроскопии) является способность отдельного определения свободных и связанных в химические соединения ионов, что важно и для оценки физико-химических свойств, и с точки зрения биологического контроля. Полярографическими методами можно также определять аэрозоли различных металлов в атмосфере после их улавливания на соответствующих фильтрах с последующим переводением концентратов в раствор. Все полярографические измерения могут быть полностью автоматизированы, что существенно при выполнении серийных анализов.

Одной из важнейших областей применения полярографии является определение кислорода в питьевой воде. Для этого наиболее часто используют амперометрические детекторы типа сенсора Кларка (Рис.6.4), генерирующие ток, пропорциональный концентрации кислорода в растворе. Для получения сенсорного сигнала отклика на платиновом электроде поддерживается потенциал – 0,7 В относительно хлоридсеребряного электрода сравнения. При этом на поверхности платинового электрода кислород восстанавливается до воды, и ток, текущий в цепи, оказывается пропорциональным концентрации кислорода в растворе. Мембрана

предохраняет электрод от отравления. Перемешивание раствора в определенном режиме обеспечивает непрерывный подвод кислорода в зону реакции.

Вольтамперометрические полярографические детекторы находят применение в высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).



Рис. 6.3. Современная полярографическая установка Гейровского.

В этом случае сочетание высокоселективного способа разделения с чувствительным способом детектирования заметно расширяет номенклатуру веществ, определяемых хроматографическим методом.

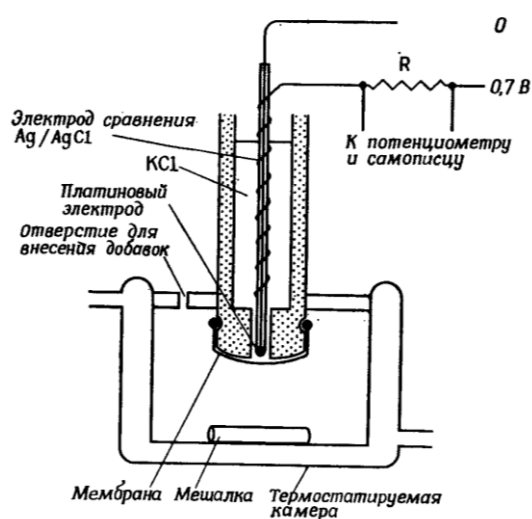


Рис. 6.4. Принципиальное устройство сенсора Кларка.

Если измерить электродвижущую силу гальванической ячейки, состоящей из индикаторного электрода и электрода сравнения, погруженных в контролируемый раствор, то измеренное значение можно использовать для расчета активности определяемого вещества в растворе. Одним из преимуществ потенциометрических сенсоров является возможность непрерывного контроля активности ионов в растворах.

Важнейшим показателем состояния жидкой среды является значение рН. Определение этого показателя обычно производится с помощью стеклянных электродов (Рис.6.5). Стеклянный электрод представляет собой шарик из специального стекла (72% SiO₂, 8% CaO, 20%Na₂O), припаянный к стеклянной трубке. В шарик налит раствор HCl (0,1 моль/дм³), в который погружен хлоридсеребряный электрод. Перед работой электрод следует выдержать в солянокислом растворе в течение суток.

Для долговременных измерений разработаны специальные конструкции стеклянных электродов с дополнительными устройствами, обеспечивающими очистку стеклянной мембраны. Стеклянные электроды, покрытые полупроницаемой мембраной с пленкой электролита, служат также основой различных типов зондов, применяемых в анализе вод и атмосферы на ряд загрязнений (NH₃, SO₂, NO_x, CO₂, H₂S и т.д.). Разработаны и широко применяются ионоселективные электроды (ИСЭ) для определения ионов F⁻, Г⁻, Br⁻, Cl⁻, CN⁻, SCN⁻, NO³⁻, NO²⁻, ClO₄⁻, S²⁻, Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Ag⁺, Cu²⁺, Cd²⁺, Pb²⁺, позволяющие определять перечисленные ионы в интервалах концентраций от 10⁻¹ до 10⁻⁷ моль/дм³. Существуют носители, селективные для практически любого типа органических соединений. Кроме того, известны ИСЭ, проявляющие чувствительность к поверхностно-активным и моющим веществам. Контроль с помощью ИСЭ при своей простоте обеспечивает оперативность и непрерывность измерений – характеристики, необходимые для мониторинга. Широко

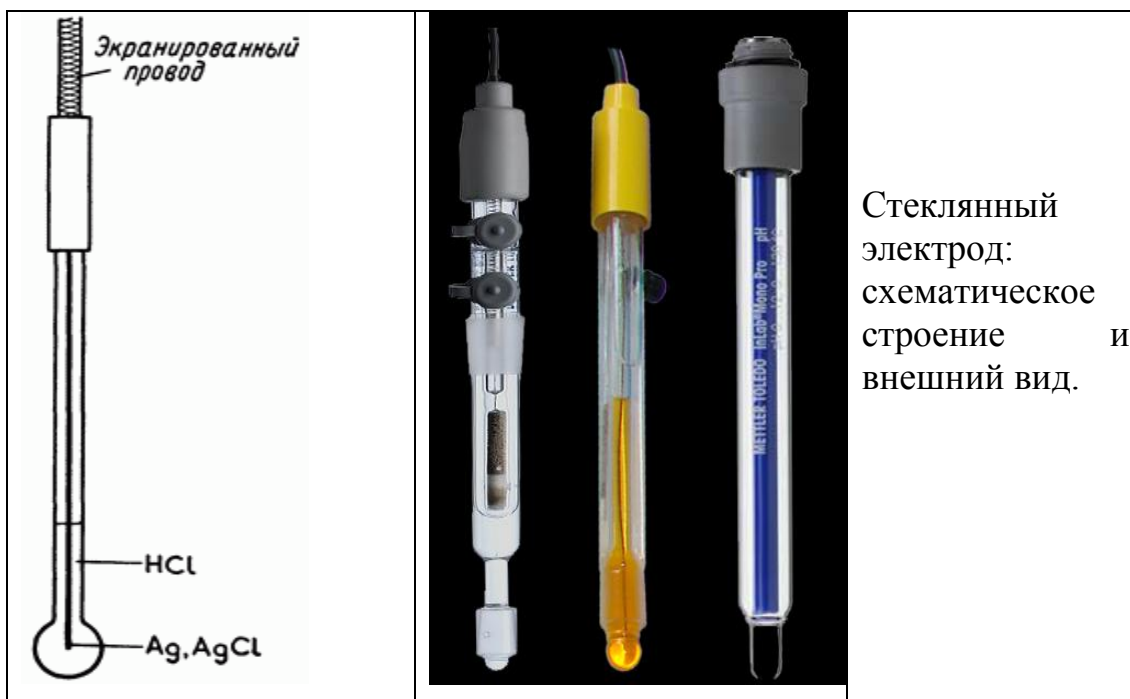


Рис. 6.5. Схематическое устройство и внешний вид стеклянного электрода.

используют потенциометрию при измерениях окислительно-восстановительных потенциалов систем в воде. Это один из наиболее важных интегральных показателей качества. Развитие микроэлектроники делает возможным создание компактных анализаторов типа зондов с использованием современных ИСЭ (Рис.6.6). Весьма перспективны селективные детекторы органических веществ с использованием принципа «замок-ключ». В этих детекторах сенсорная матрица связывает единственный компонент анализируемой пробы, пространственно соответствующий определенному строению. Такие сенсоры позволяют исключить операцию разделения компонентов и существенно ускоряют проведение анализа в полевых условиях. Одним из старейших электроаналитических методов является *кулонометрия*. В основе кулонометрии лежит зависимость количества преобразованного вещества от количества электричества. Промышленные кулонометрические сенсоры имеют электроды с достаточно большой поверхностью и используются в виде проточных систем. Концентрация определяемого вещества зависит от тока электролиза и скорости потока пробы. Для реализации метода

определяемое вещество осаждают (или переводят в другую степень окисления) на поверхности твердой фазы электрода при заданном потенциале. Используют прямую зависимость между затраченным количеством электричества и количеством прореагировавшего вещества. В другой модификации, называемой кулонометрическим титрованием, титрант генерируют электрохимически в анализируемом растворе. Потребление титранта в аналитической реакции



Рис. 6.6. Ионоселективные электроды для определения анионов Cl^- , NO_3^- и катионов NH_4^+ , Ca^{2+} .

восполняют зарядом, протекающим через раствор при генерировании титранта вплоть до достижения точки эквивалентности. Данную модификацию выгодно отличает то, что на выходе получаем количество вещества, т.е. абсолютную величину.

При анализе многокомпонентных проб часто используют сканирующую кулонометрию, в которой потенциал электролиза изменяют непрерывно или ступенчато. В полевых условиях хорошо себя зарекомендовали автоматические кулонометрические анализаторы для определения газообразных загрязнений в атмосфере (SO_2 , O_3 , H_2S , NO_x и

т.д.). Кулонометрия используется также как средство электрохимического детектирования в жидкостной хроматографии.

Весьма эффективным средством мониторинга является *кондуктометрический* метод. Кондуктометрия основана на измерении удельной электропроводности анализируемого раствора. Электропроводность измеряют с помощью мостов переменного тока. Промышленные кондуктометрические ячейки содержат кольцевые коаксиальные или плоскопараллельные электроды. Материал электродов – нержавеющая сталь либо графит. Для агрессивных растворов используют золото, платину или палладий. Из-за крайне низкой электропроводности воды чаще всего достаточно оценить общее содержание загрязнений, что и обеспечивает кондуктометрия. Типичные примеры использования кондуктометров в промышленности - анализаторы детергентов в сточных водах, концентрации синтетических удобрений в оросительных системах, датчики качества питьевой воды, анализаторы непрерывного контроля атмосферных загрязнений. Наряду с классическими вариантами кондуктометрии применяется ее высокочастотный вариант (осциллометрия), в котором электродная система не контактирует с пробой. Этот вариант часто используется в анализаторах непрерывного действия.

Большой вклад в фундаментальные представления об электроанализе и возможности его использования для практических целей внес выдающийся физико-химик середины прошлого века Александр Наумович Фрумкин. Основная область интересов А. Н. Фрумкина — поверхностные явления и теория электрохимических процессов. Он разработал термодинамическую теорию поверхностных явлений на электродах, и сформулировал понятие о заряде электрода, развил представление о строении двойного электрического слоя на границе металл—раствор. Благодаря его работам была установлена фундаментальная связь между строением двойного электрического слоя и скоростью электродной реакции, на основе чего сложился новый раздел теоретической электрохимии —

кинетика электродных процессов. Работы А. Н. Фрумкина оказали значительное влияние на разработку электрохимической теории коррозии металлов, теории флотации, полярографии, гетерогенного катализа, коллоидной химии.



Алекса́ндр Нау́мович Фру́мкин (1895 – 1976) — выдающийся советский физико-химик, организатор науки, автор основополагающих работ в области электрохимии; один из основоположников учения об электрохимической кинетике, создатель советской электрохимической научной школы.

Описанные методы электроанализа во многих случаях служили отправной точкой для разработки серийно выпускаемых устройств непрерывного контроля состояния окружающей среды. К таким наиболее широко известным средствам электрохимического мониторинга относятся серии созданных в Украине электрохимических газовых сенсоров, которые широко применяются для оперативного контроля различных техногенных сред. В их числе потенциметрические, кондуктометрические, кулонометрические, вольтамперометрические сенсоры, электрохимические газовые сенсоры амперометрического типа, в том числе – на основе твердотельных систем с протонпроводящими и матричными электролитами.

В сенсорах потенциметрического типа определяют электродвижущую силу электродной системы. Распространенным типом потенциметрических сенсоров являются устройства, включающие ионселективные электроды. Потенциалы таких сенсоров линейно зависят от логарифма активности определяемого иона, находящегося в растворе. По типу ионообменной мембраны ионселективные электроды можно разделить

на электроды с жесткой матрицей, с кристаллическими мембранами, мембранами с подвижным носителем, с сенсibilизированными мембранами и ионселективные полевые транзисторы.

Вольтамперометрические сенсоры, которые используют в промышленности, генерируют токовые сигналы при постоянном потенциале рабочего электрода. Выходным сигналом таких сенсоров является зависимость тока электрохимического преобразования от времени электролиза. Вольтамперометрия при постоянном потенциале представлена сенсорами амперометрического типа. В отличие от потенциометрических сенсоров, в которых определяемая концентрация компонента является экспонентой потенциала рабочего электрода, в амперометрических сенсорах эта концентрация прямо пропорциональна току сенсора, что существенно повышает точность измерений.

Общим свойством всех типов твердых протонпроводящих электролитов (ТПЭ) является униполярная проводимость по протонам. Проблема создания как потенциометрических, так и амперометрических газовых сенсоров водорода на основе ТПЭ связана с выбором электродов. Рабочими электродами обычно служат напыленные или напрессованные пленки платины. В качестве вспомогательных электродов используют гидриды переходных металлов (палладия, титана, циркония), гидратированные оксиды металлов PbO_2 , MnO_2 , йодидно-серебряный или сульфатно-серебряный электроды. На основе электрохимических систем с твердым протонпроводящим и матричным электролитами создана унифицированная серия газовых сенсоров нового поколения. Унификация позволяет без конструктивных изменений использовать одни и те же типы газоанализаторов для определения разных газов. Сенсоры унифицированы по габаритным размерам, контактными разъемам, размерам диффузионных окон и по ряду эксплуатационных характеристик. Освоен выпуск унифицированной серии сенсоров для определения в атмосферном воздухе аммиака, хлора, озона, оксидов азота, сероводорода, диоксида серы, окиси

углерода, хлоро-, фторо- и бромоводородов, водорода, кислорода. По специальному требованию можно наладить выпуск сенсоров двуокиси хлора, гидразина, фосфина, силанов, арсина, диборана, формальдегида, окиси этилена и др.

На основе унифицированной серии амперометрических сенсоров выпускаются портативные и стационарные газоанализаторы, позволяющие определять содержание в воздухе таких газов как O_2 , H_2S , CO , CO_2 , NH_3 , NO_2 , SO_2 , Cl_2 (Рис.6.7). Разработки базируются на концепции универсальной модульной структуры.

 <p>ФГУП ИНИИ АМБАРА ГАЗОСИГНАЛИЗАТОР серии ИГС-98 Выносной ДАТЧИК Сероводород H_2S</p>	<p>Стационарный датчик сероводорода</p>
 <p>ФГУП ИНИИ АМБАРА ГАЗОСИГНАЛИЗАТОР серии ИГС-98 Выносной ДАТЧИК Аммиак NH_3</p>	<p>Стационарный датчик аммиака</p>
	<p>Анализатор кислорода и окиси углерода в воздухе</p>

Рис. 6.7. Средства контроля состава атмосферного воздуха.

Рассматривая средства и методы электрохимического мониторинга, направленного на решение проблемы рационального природопользования, нельзя обойти вниманием коррозионный мониторинг. Это обусловлено, прежде всего, двумя обстоятельствами. Первое из них заключается в том, что наиболее распространенными конструкционными материалами, в значительной мере определяющими хозяйственную деятельность человека,

являются металлические сплавы, которые в контакте с атмосферным воздухом подвергаются коррозионному разрушению. Второе обстоятельство – наиболее адекватная модель коррозионного поведения металлических материалов базируется на электрохимических принципах и приемах описания физико-химических систем. Учитывая существенные потери от коррозии, которые достигают размеров, сравнимых с вложением средств в отдельные отрасли экономики, очень важно, чтобы слежение за коррозионным состоянием оборудования стало неотъемлемой частью технологического контроля. Наиболее известны следующие электрохимические методы коррозионного мониторинга:

- амперометрия нулевого сопротивления;
- метод линейного поляризационного сопротивления;
- метод контроля потенциала коррозии;
- метод импедансной спектроскопии;
- метод измерения электрохимического шума потенциала и тока.

При выборе методики коррозионного мониторинга приоритет отдается экономическим параметрам и степени эффективности. Один метод не может обеспечить полной картины коррозионного состояния, поэтому, как правило, применяется их комбинация. Но даже использование комплексной методики коррозионного мониторинга не позволяет полностью проанализировать причины возникновения и динамику развития коррозионного процесса, а также его влияние на оборудование. Для этого необходима дополнительная информация о состоянии контролируемой системы. Такую информацию можно получить с помощью датчиков технологических параметров (давление, температура, pH и E_h растворов, концентрация растворенного кислорода и др.), при этом принцип действия многих датчиков базируется на закономерностях электродных процессов. Обычно за тщательным изучением коррозионной системы следует организация ее автоматического контроля. Многолетняя практика показала, что такой подход обеспечивает решение комплексной задачи коррозионного

промышленного мониторинга, заключающегося в органичном триединстве принципов безопасности, экологии и экономии.

Следует особо отметить, что работы по созданию научных основ электрохимических методов мониторинга удостоены Государственной премии Украины в области науки и техники.

6.5. НЕЦЕЛЕВОЙ МОНИТОРИНГ И ЕГО ПЕРСПЕКТИВЫ.

Как правило, оценка состояния атмосферы, сводится к определению не более, чем двух десятков неорганических и органических веществ стационарными лабораториями. Однако все, что выходит за рамки этого короткого списка, в итоге остается вне наблюдения экологических лабораторий. Состав органических загрязнений воздуха непостоянен, поэтому важно проводить регулярный мониторинг с целью своевременного выявления новых угроз как для экосистемы города, так и для здоровья граждан. В мониторинге различают целевой и нецелевой анализ. И если целевой анализ — это целенаправленное детектирование заранее известных соединений, то нецелевой анализ подразумевает под собой поиск как можно большего количества веществ. Выявление новых веществ, оказывающих вредное воздействие на живые организмы, существенно повышает надежность и достоверность прогнозных оценок экологического мониторинга. Основной путь расширения списка контролируемых поллютантов — использование современных аналитических приемов. Так, хорошие результаты можно получить, используя газовую хроматографию в сочетании с масс-спектрометрией (ГХ-МС), или хромато-масс-спектрометрию. Существуют приборы, созданные в результате комбинации этих двух аналитических методов. Газовая хроматография служит для разделения смеси органических соединений, которые после этого по очереди попадают в масс-спектрометр, где происходит их ионизация и фрагментация. В итоге каждое индивидуальное вещество характеризуется

масс-спектром, по которому можно установить его структуру. Масс-спектр любого вещества индивидуален, что позволяет использовать компьютерные библиотеки. В качестве результата хромато-масс-спектрометрического анализа в целом получается график зависимости интенсивности сигнала от времени (хроматограмма), где каждое идентифицированное вещество представлено отдельным пиком, площадь которого пропорциональна его количеству в смеси. То есть после применения данного метода неизвестная смесь из сотен соединений превращается в полную информацию по качественному и количественному составу. Масс-спектрометрия зарекомендовала себя как наиболее информативный, чувствительный, надежный и быстрый аналитический метод, в том числе для изучения окружающей среды. Современная масс-спектрометрия способна среди широчайшего круга других соединений устанавливать природу неизвестных экотоксикантов, находящихся при этом в следовых количествах. Сегодня это основной метод экологического контроля любых объектов окружающей среды.

Среди известных опасных классов экотоксикантов химики могут определять фенолы, фталаты, хлорорганические соединения, пестициды, полициклические ароматические углеводороды. При этом аналитики не занимаются установлением токсичности соединений. Это прерогатива токсикологов. Любое вещество токсично, вопрос только в дозе. В зависимости от структуры соединений их токсичность варьируется в широчайшем диапазоне: от граммов до фемтограммов. Наиболее опасными на сегодняшний день являются полихлорированные дибензодиоксины и дибензофураны, полихлорированные бифенилы, бенз(а)пирен, некоторые пестициды. Однако с ростом количества новых веществ в объектах окружающей среды список наиболее опасных может расширяться. Выявление новых потенциально опасных веществ в окружающей среде носит исключительно важный характер

для сохранения природных экосистем и заботы о здоровье граждан. Обмен этими данными позволяет более глубоко понимать природу загрязнения и оперативно устанавливать источники. Научная ценность таких работ заключается в расширении границ использования масс-спектрометрии и выработке протоколов для идентификации органических веществ в сложных, многокомпонентных смесях, состав которых мало изучен. К объектам, содержащим такие смеси, можно отнести пробы снега, льда, воды, образцы экстрактов растительного происхождения, пробы жидкой и твердой пищи, косметику, промышленные товары.

6.6. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ.

Для оценки параметров, элементов и компонентов среды используют различные качественные и количественные величины, которые условно можно отнести к одному из следующих типов данных:

- первичные данные, которые являются характеристикой физического, химического, биологического, географического др. состояния природной среды. Эти характеристики получают непосредственно с помощью различных измерительных приборов (температура, скорость, концентрация, масса т.д.);

- параметры абсолютного состояния среды, которые характеризуют непосредственное состояние элементов природной среды. В зависимости от количества учитываемых параметров и пространственного распределения можно выделить: *дифференциальные показатели*, отражающие уровень загрязнения конкретным веществом определенного объекта окружающей среды; *интегральные показатели*, представляющие собой синтез дифференциальных показателей как характеристику состояния отдельного компонента среды (показатели загрязнения; антропогенной нагрузки на атмосферу, водные объекты, грунт, климат и т.д.); *комплексные показатели*,

в виде суммарных оценок состояния окружающей среды в целом (с учетом оценок его отдельных компонентов).

- показатели изменения состояния объектов природы, которые характеризуют степень качественного изменения среды относительно его первичного, среднего, базового, абсолютного или регламентированного состояния (кратность превышения фактического уровня концентрации вещества к его предельно-допустимой концентрации (ПДК); отношение фактического уровня к фоновому, среднему; абсолютная разница между этими уровнями и т.д.).

- показатели влияния изменения абсолютного состояния природной среды на реципиентов или смежные компоненты среды (оценка зависимости заболеваемости населения от уровня загрязнения окружающей среды; снижение урожайности сельскохозяйственных угодий от загрязнения грунта; нарушение стойкости водных экосистем при вырубке лесов и др.).

Оценка состояния окружающей среды предполагает сравнение ее состояния с определенными нормами. Нормативные показатели учитывают эволюционные процессы и устанавливаются путем специальных исследований или на основе экспертных оценок. Все существующие нормы представляют собой компромисс между допустимым и реально существующим уровнем загрязнения окружающей среды. В практике мониторинговых наблюдений используются две основные группы нормативных показателей: санитарно-гигиенические и экологические.

Санитарно-гигиенические показатели устанавливаются исходя из требований экологической безопасности населения. Гигиенический норматив – это максимальный физиологически безопасный количественный уровень, устанавливаемый для вредных факторов. Он гарантирует сохранение здоровья в широком смысле этого слова, включая генетическое и репродуктивное здоровье, как отдельной личности, так и всей человеческой популяции. Нормативы в области охраны окружающей среды – это установленные нормативы качества окружающей среды и нормативы

допустимого воздействия на нее, при соблюдении которых обеспечивается устойчивое функционирование естественных экологических систем и сохраняется биологическое разнообразие.

Теоретическую основу гигиенического нормирования составляет положение о пороговости действия на организм факторов окружающей среды и принципиальной возможности воспроизведения в экспериментальных условиях патологических реакций человека с экстраполяцией результатов лабораторных исследований на человека. К ним в первую очередь относятся ПДК загрязняющих веществ в воздухе, воде, почвах и продуктах питания, а также нормы предельно допустимых выбросов и сбросов (ПДВ, ПДС) загрязняющих веществ в воздух и водоемы. Насчитывается большое число нормативов допустимого содержания веществ различного происхождения. Только для ПДК химических веществ установлено в воде водоемов около 1500, в атмосферном воздухе – более 450, в почве – более 100. Степень загрязнения окружающей среды принято оценивать по кратности превышения ПДК и ПДВ, классу опасности (токсичности) веществ, допустимой повторяемости концентраций заданного уровня, количеству химических элементов и соединений. В случае одновременного присутствия нескольких загрязняющих веществ используются суммарные показатели. Следует иметь в виду, что санитарно-гигиенические показатели лишь частично отвечают своему назначению. Поскольку ПДК территориально не дифференцированы, они не учитывают влияния реальной ландшафтной ситуации. Например, ртуть, попадая в воздух и почву в виде неорганических соединений, при небольших концентрациях может не представлять большой опасности. Однако в воде она переходит в высокотоксичную метилированную форму, ядовитость которой в 30 – 100 раз выше. Санитарно-гигиенические нормы, как правило, не учитывают реакции других организмов. Допустимое для человека загрязнение может быть губительным для многих видов растений, животных и экосистемы в целом. Поэтому для оценки состояния природной

среды, наряду с ПДК, необходимо использовать и экологические критерии. Экологические критерии рассматриваются как мера антропогенного воздействия на экосистемы и ландшафты, при которой их основные функционально-структурные характеристики (продуктивность, интенсивность биотического круговорота, видовое разнообразие, устойчивость и др.) не выходят за пределы естественных изменений. Выделяются две основные группы экологических показателей: покомпонентные и комплексные. К покомпонентным относятся индикаторы состояния воздуха, вод, почв и биогеоценологического покрова в целом. Особое место в этом ряду занимают биоиндикаторы, по которым можно судить о состоянии окружающей среды. В качестве экологических показателей выступают жизнеспособность и продуктивность вида или сообщества, видовое разнообразие, присутствие или отсутствие характерных видов и др. По их колебанию можно с большой достоверностью установить изменения природных комплексов под влиянием естественных и антропогенных факторов. К комплексным показателям относятся интегральные показатели, характеризующие природные системы в целом. Они могут быть получены на основе интеграции покомпонентных нормативов или путем нахождения интегральных индикаторов. Один из суммарных показателей (X_S) можно получить по формуле:

$$X_S = (1/n) \sum_{i=1}^n x_i k_i \quad (6.1)$$

где n – число покомпонентных нормативов; x_i – норматив состояния компонента (в относительных величинах); k_i – весовой коэффициент норматива.

Важным показателем состояния среды является здоровье населения, основными показателями которого считаются: динамика младенческой смертности, врожденные аномалии развития новорожденных, заболеваемость детей и взрослых.

Применение рассмотренных критериев позволяет оценить степень и направление изменения окружающей среды во времени и в пространстве. *Временные* (динамические) показатели характеризуют скорость нарастания неблагоприятных изменений. Выделяют четыре динамических класса природных систем: 1) стабильные – скорость увеличения площадей нарушенных земель менее 0,5 % в год; 2) умеренно динамичные – площади увеличиваются до 2 % в год (возможна полная смена биогеоценотического покрова за 50 – 100 лет); 3) среднединамичные – до 2 – 3 % в год (возможна полная смена экосистем в течение 30 – 50 лет); 4) сильнодинамичные – более 4 % в год (полная смена экосистем возможна за 25 лет). *Пространственные* показатели характеризуют размеры ареалов, в пределах которых проявляются антропогенные нарушения природных комплексов. Вводится понятие предельно допустимой площади нарушения экосистемы, т.е. того предела, до которого еще возможна регенерация природной системы; превышение допустимой площади нарушения ведет к разрушению структурно-функциональной целостности и преобразованию природной системы в новое состояние. Для разных ландшафтов и природных систем этот показатель существенно меняется.

Характеристика процессов экологической дестабилизации природной среды предполагает ранжирование нарушения экосистем по глубине и необратимости:

- Зона экологического риска (Р) включает территории с заметным снижением продуктивности и устойчивости экосистем, максимумом нестабильности, ведущим в дальнейшем к спонтанной деградации экосистем, но еще с обратимыми нарушениями экосистем,

предполагающими сокращение хозяйственного использования и планирование поверхностного улучшения. Деграция земель наблюдается на 5 – 20 % площади.

- Зона экологического кризиса (К) включает территории с сильным снижением продуктивности и потерей устойчивости, труднообратимыми нарушениями экосистем, предполагающими лишь выборочное их хозяйственное использование и планирование глубокого улучшения. Деграция земель наблюдается на 20 – 50 % площади.

- Зона экологического бедствия (Б) включает территории с полной потерей продуктивности, практически необратимыми нарушениями экосистем, полностью исключающими территорию из хозяйственного использования и требующими коренного улучшения. Деграция земель превышает 50 % площади.

Названные уровни экологического нарушения определяются с помощью ботанических, зоологических и почвенных критериев. Сочетание разнообразных критериев дает возможность получить комплексную оценку экологической ситуации. Одним из способов является выделение комбинаций, показывающих преобладание одних видов загрязнений над другими и степень нарушенности воздуха, почвы и воды.

Следует отметить, что использование нормативного подхода, основанного на содержании определенных химических веществ в различных средах, имеет как свои преимущества, так и недостатки. Преимуществами являются, прежде всего, наличие уже разработанной нормативной базы и относительная простота измерений и категорирования. С другой стороны, санитарные нормы предъявляют требования именно к текущему состоянию природных комплексов, не учитывают пути воздействия загрязняющих веществ, число лиц под воздействием и возможные последствия воздействия. С целью решения данной задачи в современном мире уже несколько десятилетий развивается новое направление, основанное на принципе *теории рисков*, начало которой было

положено в США. Эта теория в широком смысле представляет собой междисциплинарную область современной науки и основана на сотрудничестве специалистов различных профилей: экономистов, социологов, психологов, биологов, физиков, химиков, практических работников, занимающихся управленческой деятельностью. Основная цель этих исследований – выработка точных и эффективных средств контроля; оценок степени и характера отрицательного влияния техногенных факторов на организм человека, состояние окружающей среды; прогнозирование возможных альтернатив; анализ экономических, социальных, юридических, политических, психологических и других оценок, как сегодняшних, так и перспективных научно-технических достижений. Оценка риска – это процесс, при котором осуществляется прогнозирование ущерба для здоровья – это оценка вида и степени выраженности опасности, создаваемой агентом в результате существующего или возможного воздействия на определенную группу людей, а также существующий или потенциальный риск для здоровья, связанный с данным агентом. В настоящее время существуют довольно четкие методологические основы управления рисками, которые являются одним из новых разделов гигиенической науки. Эта сравнительно молодая дисциплина занимается двумя основными группами вопросов: анализом рисконасыщенности конкретных технологий и вопросами управления рисками. Методология оценки риска основана на выявлении или прогнозировании вероятности развития неблагоприятных эффектов связанной с действием факторов среды обитания человека. Базируясь на этой методологии, возможно идентифицировать и количественно оценивать уровни риска, а также планировать меры по организации мониторинга окружающей среды и снижению риска в экологически неблагополучных районах. Основной проблемой при анализе рисков является оценка и количественное выражение степени воздействия, опасности определенного негативного фактора для организма и вероятности возникновения или не возникновения отрицательного эффекта с учетом

большого количества неопределенностей. Поскольку экологический риск вызывается хозяйственной деятельностью человека, то он непосредственно обусловлен условиями функционирования и состоянием техногенных объектов. Принципиальное значение имеет этап жизненного цикла, на котором находится этот объект: проектирование, регламентная эксплуатация, аварийная ситуация, утилизация. При формировании количественных оценок экологических рисков необходимо выделять следующие этапы: определение структуры экологического риска; формирование эталонов состояния природной среды; составление системы количественных; разработка формы интегральной информации для принятия управленческих решений; формирование алгоритмов перевода полученной количественной оценки в другие системы показателей. Для решения рассматриваемых проблем используются методы математической статистики, теории вероятности, экспертные системы, индексные показатели, методы и модели искусственного интеллекта. Одним из наиболее перспективных подходов является использование индексных методов, базирующихся на применении безразмерных оценок, что упрощает вычисления и существенно облегчает сравнительный анализ принимаемых решений. Наиболее приемлемой стратегией создания нового производства является оценка экологического риска на этапе проектирования объекта хозяйственной деятельности. При этом оценивается риск планируемой деятельности относительно природной среды, риск для здоровья человека, социальный риск. Направленность компетенций настоящего пособия определяет выделение в этом ряду риска планируемой деятельности (Рис.6.8).

Оценка риска планируемой деятельности относительно природной среды предполагает использование принципа формирования эталонов состояния в соответствии с действующими нормативами. На практике для оценки влияния техногенного объекта на окружающую среду определяют интегральные показатели, в числе которых кратность превышения

показателя загрязнения атмосферы относительно нормативного значения; индекс загрязнения вод; суммарный показатель загрязнения почвы. По этим показателям определяется экологическая опасность объекта, но уровень экологического риска остается неопределенным. Обобщенным критерием, позволяющим оценить степень риска, является т.н. функция желательности. Назначение этой функции – установление соответствия субъективных оценок некоторым уровням единой шкалы желательности, которая имеет интервал безразмерных значений от нуля до единицы. Функция желательности (d_j) определяется по следующей формуле:

$$d_j = \exp(-e^{-y_j}), \quad (6.2)$$

где y_j – некоторая безразмерная величина, которая связана с особенностями техногенного объекта и определяется по формуле:

$$y_j = \{2 I_j - [\max(P_{fi}/P_{ni}) + \min(P_{fi}/P_{ni})]\} / [\max(P_{fi}/P_{ni}) - \min(P_{fi}/P_{ni})], \quad (6.3)$$

где $I_j = F_j(P_{fi}/P_{ni})$ – значение индекса загрязнения j -го компонента окружающей природной среды, который определяется как функция F_j отношения фактического значения P_{fi} показателя i -го загрязняющего вещества к нормативному значению P_{ni} (предельно допустимой концентрации).

Для установления связи индексов с уровнем экологического риска в вероятностном измерении использовался регрессионный анализ, на основе которого фактические значения рассчитывались по формуле:

$$risk_i = a \exp(b d_i), \quad (6.4)$$

где $a = 4,99 \cdot 10^{-6}$, $b = -7,557$.

На основе полученного значения принимают решение о приемлемости рассматриваемой проектной разработки по данному компоненту окружающей природной среды.

Законодательство ряда экономически развитых стран использует нацеленные на охрану здоровья людей и среды обитания стандарты и нормативы, основанные не только на ПДК веществ, но и на рисках с ними связанных. Широкое распространение получила методология оценки риска для здоровья населения, разработанная Агентством по охране окружающей среды (АОС), США. На Украине использование гигиенических нормативов является единственным инструментом управления качеством окружающей среды. Использование методологии оценки риска является перспективной, но не имеет правового статуса и носит научно-исследовательский и рекомендательный характер. Важно отметить, что автоматический перенос

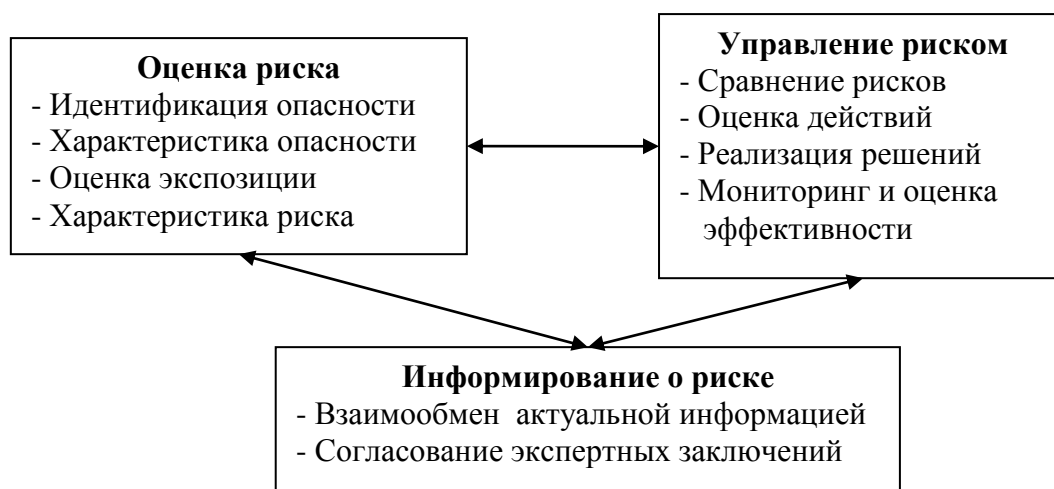


Рис. 6.8. Элементы теории рисков, основанной на приемах прогнозирования и выявления вероятности развития неблагоприятных эффектов связанной с действием факторов среды обитания человека.

принятых в западных странах методов оценки риска в украинские условия некорректен, а иногда и невозможен (например, из-за климатогеографических различий, несоответствия способов и методов сбора информации, принципиальных различий в методах установления

нормативов и вытекающих отсюда несовпадений допустимых уровней воздействия и т.д.). Эти обстоятельства требуют проведения специальных научных и практических исследований в нашей стране, для разработки соответствующих методик и их унификации. Ключевым звеном методологии оценки риска является здоровье человека и его охрана от риска, связанного с воздействием токсических веществ, где бы они ни находились: в воде, в воздухе или в почве. В отличие от традиционного подхода, где упор делается на обеспечение стандарта качества по отдельным компонентам природной среды, в основе разработки отечественных методик должен лежать комплексный подход при оценке риска, независимо от его источника. При этом следует учитывать прогнозные оценки, основанные на вероятности возникновения и развития неблагоприятных эффектов в среде обитания человека.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные негативные последствия хозяйственной деятельности человека.
2. Какой фактор последствий хозяйственной деятельности человека является наиболее опасным? Ответ поясните на конкретных примерах.
3. Виды экологического мониторинга, его цели и задачи.
4. Какие объекты и параметры окружающей природной среды, находящиеся в зоне влияния источников загрязнения, должны контролироваться в рамках мероприятий экологического мониторинга?
5. Перечислите основные требования, которые предъявляются к средствам и методам экологического мониторинга.

6. Назовите физико-химические методы анализа, которые можно использовать для организации непрерывного контроля состояния окружающей природной среды.
7. Роль потенциометрических и амперометрических датчиков в экологическом мониторинге. Принцип работы этих приборов.
8. Кулонометрические и кондуктометрические сенсоры для контроля параметров окружающей природной среды.
9. Цели и задачи коррозионного мониторинга.
10. Методологические принципы и методические приемы оценки состояния объектов окружающей природной среды.

Литература

1. Гершензон В. Е. Информационные технологии в управлении качеством среды обитания: Учеб. пос. для вузов / В. Е. Гершензон и др. – М. : Академический Проект: Гаудеамус, 2007. – 384 с.
2. Клименко М. О. Моніторинг довкілля: підручник / М. О. Клименко, А. М. Прищепа, Н. М. Вознюк. — К. : Академія, 2006. — 360 с.
3. Моніторинг довкілля : підручник / В. М. Боголюбов, Т. А. Сафранов, М. О. Клименко та ін. ; за ред. В. М. Боголюбова, Т. А. Сафранова ; — Херсон : Грінь Д. С., 2013. — 529 с.
4. Новицкий В.С., Писчик Л.М. Коррозионный контроль технологического оборудования. – Киев: Наукова Думка, 2001. – 172 с.
5. Погребенник В.Д. Комп'ютерні вимірювально-інформаційні системи для оперативного екологічного моніторингу водного середовища. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. – 159 с.
6. Полетаєва Л. М. Моніторинг навколишнього природного середовища : навч. посіб. / Л. М. Полетаєва, Т. А. Сафранов ;— К. : КНТ, 2007. — 172 с.
7. Сахненко М.Д., Ведь М.В., Ярошок Т.П. Основы теории коррозии та захисту металів: Навч. посібник. – Харків: НТУ «ХП», 2005. – 240 с.
8. Сорокин Н.Д. Пособие по организации мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды на объекте размещения отходов. – М.: Фирма «Интеграл», 2015. – 178 с.

9. Чвірук В.П., Поляков С.Г., Герасименко Ю.С. Електрохімічний моніторинг техногенних середовищ. – Київ: Академперіодика, 2007. – 322 с.
10. Сахненко Н.Д. Мониторинг и прогнозирование защитных свойств органических покрытий : монография / Н.Д.Сахненко, М.В.Ведь. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2012. – 288 с.
11. Плембек Дж. Электрохимические методы анализа. Основы теории и применение / Дж. Плембек. – М. : Мир, 1985. – 496 с.
12. Будников Г.К. Основы современного электрохимического анализа / Г.К.Будников, В.Н.Майстренко, М.Р.Вяселев.– М.: Мир Бином ЛЗ, 2003. – 592 с.
13. Электроаналитические методы. Теория и практика / Под ред. Ф. Штольца; Пер. с англ. под ред. В.Н.Майстренко. – М. : Бином ЛЗ, 2006. – 326 с.
14. Гнедая И.Л., Диордица В.А., Кожевникова М.Ф., Левенец В.В. Анализ современных методов оценки состояния окружающей среды при воздействии негативных факторов элементов ЯТЦ / Сборник научных трудов "Вестник НТУ "ХПИ" : Хімія, хімічна технологія та екологія» №9 - Вестник НТУ "ХПИ", 2007, С. 17 – 31.
15. Бойко Т.В. Оценка экологического риска на основе индексных показателей / Сборник научных трудов "Вестник НТУ "ХПИ" : Хімія, хімічна технологія та екологія» №10 - Вестник НТУ "ХПИ", 2010, С. 103 – 108.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Среди обобщенных критериев надвигающейся экологической катастрофы наиболее интенсивно изучаются загрязнения атмосферы, открытых и подземных вод, почвенного покрова Земли. Уже в XX веке пришло осознание того, что хозяйственная деятельность человека нарушила саморегуляцию природы, поэтому необходимо сделать все возможное для ее восстановления. При всех сложностях, связанных с загрязнением атмосферы, воды и почвенного покрова наиболее критична набирающая темпы роста проблема ликвидации промышленных и бытовых отходов. Ввиду прогрессирующего роста скорости накопления отходов за последние 100 лет, вопросы их переработки в настоящее время выросли в первоочередную социальную проблему. Объемы образования отходов ставят перед наукой и инженерной общественностью задачу принципиального пересмотра идеологии товарного производства с ориентацией на минимизацию, а в перспективе — исключение понятия «отходы производства» с заменой его на «техногенное сырье», т.е. материал, пригодный для дальнейшего использования во внутреннем собственном производстве или иных отраслях производственной и непромышленной сфер. Уничтожение отходов сжиганием или захоронением следует рассматривать как временное и вынужденное ввиду отсутствия необходимой технологии для дальнейшего использования и переработки отходов и чрезвычайно высокой стоимости электроэнергии. «Технологические отходы» в терминологии первой половины XX в. — это миллиарды тонн выведенных из хозяйственного оборота природных ресурсов, многие из которых полностью отсутствуют в границах Украины. Часто содержание ценных компонентов в отходах близко к добываемому в первичном сырье, а иногда даже выше. Их обездвиженность приводит к фактическому изъятию из хозяйственной деятельности огромных площадей плодородной земли. Удельная величина образования отходов —

интегральный показатель реальной технологии и отсталости техники, крайне неудовлетворительной хозяйственной деятельности человека, прежде всего, в течение XX в. Роль инженерных решений, включая логистические и рециклинговые, в хозяйственной деятельности становится все более важной. Понять это должны не только инженеры, но и политики, экономисты, юристы. Задача инженера довести до неподготовленного сознания заказчика работ значимость и возможность инженерного труда как творческого в решении практически всех экологических направлений жизнедеятельности страны.

Переход общественных формаций от потребления и улучшения качества собственной жизни к высокой нравственности во избежание надвигающейся экологической катастрофы требует, прежде всего, при экологическом приоритете общего над частным, гуманитаризации всего хозяйствующего управленческого сообщества в науке, промышленности, строительстве, на транспорте. Реализация новых форм товарного производства, наносящих минимальный ущерб природе, формирование новой культуры отношения к сырьевой базе и новая философия использования вторичного сырья в значительной степени ложатся на исполнителя нововведений и на современного инженера как творческого строителя и создателя нового.

ГЛОССАРИЙ

Антропогенный (греч. anthropos — человек, genesisum — происхождение) - обусловленный различными формами влияния деятельности человека.

Алармистский – порождающий ложную тревогу.

Аутентичность - подлинность, идентичность заявленному.

Апперцепция - (от лат. ad — к, на и perceptio — восприятие), понятие философии и психологии, обозначающее воздействие общего содержания психической деятельности, всего предыдущего опыта человека на его восприятие предметов и явлений, при этом элементы сознания становятся ясными и отчетливыми.

Активный хлор – наиболее эффективное средство для обеззараживания воды. Основными обеззараживающими веществами при хлорировании являются Cl_2 , HClO , ClO^- (свободный активный хлор) и NH_2Cl , NHCl_2 (связанный активный хлор). Бактерицидные свойства хлораминов значительно ниже, чем у хлора, но их действие более продолжительно. Избыток активного хлора, который остался в воде после его взаимодействия с органическими и неорганическими веществами, называют остаточным активным хлором.

Биотоп - участок суши или водоёма, занятый определённым биоценозом, видовой состав которого определяется комплексом абиотических факторов (условиями рельефа, климата и др.). В более узком смысле биотоп - среда существования комплекса животных и растений, входящих в биоценоз.

Биоценоз - это исторически сложившаяся совокупность животных, растений, грибов и микроорганизмов, населяющих относительно однородное жизненное пространство и связанных между собой окружающей их средой.

Бустер (англ. booster от boost — повышать давление, напряжение) — вспомогательное устройство для увеличения силы и скорости действия основного механизма (агрегата). В технике — гидравлическое, электрическое или пневматическое вспомогательное устройство в цепи управления различными исполнительными механизмами.

Волюнтаристический – субъективистский.

Герменевтика - направление в философии, которое исследует теорию и практику истолкования, интерпретации, понимания. Свое название герменевтика получила от имени древнегреческого бога Гермеса, который был посредником между богами и людьми - истолковывал волю богов людям и доносил пожелания людей богам.

Декаданс – безнадежность, упадок, потеря сил и энергии, характерные для периода кризиса.

Деконструкция — понятие современной философии и искусства, которое призвано демонстрировать, что любой текст не является целым, а состоит из нескольких непримиримых и противоречивых смыслов, и потому интерпретация текста не может двигаться дальше определенной точки.

Дзета-потенциал (электрокинетический потенциал) - потенциал плоскости скольжения подвижной частицы. Является частью потенциала диффузного слоя. Плоскость скольжения образуется в результате того, что при движении дисперсных частиц наиболее удаленная часть диффузного слоя не участвует в движении, а остается неподвижной, поэтому поверхностный заряд частицы оказывается нескомпенсированным, и становятся возможными электрокинетические явления.

Двойной электрический слой (ДЭС) - возникает при контакте двух фаз. Стремление системы понизить поверхностную энергию приводит к тому, что частицы на поверхности раздела фаз ориентируются особым образом, вследствие чего контактирующие фазы приобретают заряды противоположного знака, но равной величины.

Диполь(от греч. *di* — приставка, означающая дважды, двойной, и *polos* — полюс) — совокупность двух равных по абсолютной величине разноимённых зарядов, находящихся на некотором расстоянии друг от друга.

Дискурс (от фр. *discours* — речь, выступление) в общем смысле — речь, процессы языковой деятельности и предполагающие их системы понятий.

Зеленое движение - общее название групп, течений, неправительственных и политических организаций, занимающихся борьбой с разрушением окружающей среды и добивающихся большей гармонии во взаимоотношениях между человеком и природой. Зеленый цвет, который используется участниками движения в качестве общей эмблемы, служит символом природы, надежды и обновления.

Инвариантность - (от лат. *invarians*, род. п. *invariantis* неизменяющийся), неизменность, независимость от некоторых физических условий.

Ионитовая мембрана - хорошо набухающая пленка, несущая на полимерной матрице фиксированные положительные (катионитовая мембрана) или отрицательные (анионитовая мембрана) заряды.

Квазистатический процесс - бесконечно медленный переход термодинамической системы из одного равновесного состояния в другое, при котором в любой момент времени физическое состояние системы бесконечно мало отличается от равновесного.

Кластер - объединение нескольких однородных элементов, которое может рассматриваться как самостоятельная единица, обладающая определёнными свойствами.

Коллоидные системы, коллоиды (др.-греч. κόλλα — клей + εἶδος — вид; «клеевидные») — дисперсные системы, промежуточные между истинными растворами и грубодисперсными системами — взвесьями, в которых дискретные частицы, капли или пузырьки дисперсной фазы, имеющие размер хотя бы в одном из измерений от 1 до 100 нм, распределены в дисперсионной среде, обычно непрерывной, отличающейся от первой по составу или агрегатному состоянию. В свободнодисперсных коллоидных системах (дымы, золи) частицы не выпадают в осадок.

Конституирование (нем. Konstitution) — широкий спектр проблем и методов анализа, которые позволяют ухватить многомерные процессы формирования человеческим сознанием его предметных целостностей.

Мантра - священный текст, слово или слог в индуизме, буддизме и джайнизме, как правило требующий точного воспроизведения звуков, его составляющих.

Нарратив (англ. и фр. — narrative) — изложение взаимосвязанных событий, представленных читателю или слушателю в виде последовательности слов или образов.

Онтология (образовано от греческих слов: ὄν, род. падеж: ὄντος — сущее; λόγος — слово, учение) — это учение о бытии, выступающее в системе философии одним из базисных её компонентов; раздел философии, изучающий фундаментальные принципы устройства бытия, его начала, сущностные формы, свойства и категориальные распределения.

Органолептические показатели воды — свойства воды, которые воспринимаются органами чувств человека и оцениваются по интенсивности их восприятия. К ним относятся вкус и привкус, запах, окраска, мутность и др.

Паллиатив (фр. palliatif от лат. pallium — паллий, покрывало, греческий плащ, верхнее платье) — не исчерпывающее, временное решение, полумера.

Пермеат – поток жидкости, которая проходит через мембрану в мембранных процессах разделения, которые основываются на различной проницаемости того или иного компонента газообразной или же жидкой среды.

Позитивизм (от лат. positivus — положительный) — философское учение и направление в методологии науки, определяющее единственным источником истинного, действительного знания эмпирические исследования (посредством основных эмпирических методов: наблюдение, соопросы и. т. п.) и отрицающее познавательную ценность философского исследования.

Полярграфия – предложенный в 1922 году чешским ученым Ярославом Гейровским электрохимический метод качественного и количественного анализа веществ, а также изучения кинетики электродных процессов. Метод основан на измерении предельного диффузионного тока, протекающего между исследуемым и вспомогательным электродами.

Постэкология – система представлений об экологии в период постмодерна.

Постмодерн - (лат. post — после, modernus — современный) — одно из основных понятий современной социологической теории, обозначающее отрезок исторического времени, хронологически начинающийся с периода подрыва основ индустриального строя и простирающийся в будущее.

Пресс-фильтр - аппарат периодического действия для разделения под давлением жидких неоднородных систем (суспензий, пульп) на жидкую фазу (фильтрат) и твердую фазу (осадок, кек).

Рекуперация (от лат. recuperatio — «обратное получение») — возвращение части материалов или энергии для повторного использования в том же технологическом процессе.

Релевантность (лат. relevo — поднимать, облегчать) - существенность, важность, уместность, адекватность.

Ретентат (концентрат) - задержанная мембраной в мембранных процессах разделения жидкая или газообразная фаза.

Рециклинг - процесс возвращения отходов, сбросов и выбросов в процессы техногенеза.

Симулякр (франц. simulacre, от лат. simulacrum — образ, подобие) — псевдовещь, замещающая реальность, образ отсутствующей, действительности, правдоподобное подобие.

Скрап - вторичный металл, металлический лом и металлические отходы производства, предназначенные для переплавки с целью получения годного металла.

Сотериология (греч. σωτηρία «спасение» + греч. λόγος — учение, слово) — богословское учение об искуплении и спасении человека, является частью догматического богословия.

Стерический – связанный с пространственным расположением.

Техногенез – это процесс трансформации окружающей среды под воздействием различных видов технической деятельности человека.

Титрант — реагент с точно известной концентрацией, добавляемый к исследуемому раствору для количественного анализа содержащихся в нем веществ или их элементов.

Трансцендентность (лат. transcendens — «переступающий», «превосходящий», «выходящий за пределы») – философская категория, обозначающая то, что принципиально недоступно для эмпирического познания или не основано на опыте.

Тяжелые металлы - термин, характеризующий широкую группу загрязняющих веществ. В различных научных и прикладных работах авторы по-разному трактуют значение этого понятия, в связи с чем количество элементов, относимых к группе тяжелых металлов, изменяется в широких пределах. В работах, посвященных проблемам загрязнения окружающей природной среды и экологического мониторинга, на сегодняшний день к тяжелым металлам относят более 40 металлов периодической системы Д.И. Менделеева с атомной массой свыше 50 атомных единиц: V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Mo, Cd, Sn, Hg, Pb, Bi и др. Практически все металлы, попадающие под это определение, за исключением свинца, ртути, кадмия и висмута, активно участвуют в биологических процессах, входят в состав многих ферментов. По классификации Н.Реймерса, тяжелыми следует считать металлы с плотностью более 8 г/см³. Таким образом, к тяжелым металлам относятся Pb, Cu, Zn, Ni, Cd, Co, Sb, Sn, Bi, Hg. В прикладных работах к числу тяжелых металлов чаще всего добавляют Pt, Ag, W, Fe, Au, Mn.

Урбоэкология (от лат. urbs — поселение)— наука о взаимосвязи и взаимодействии во времени и пространстве двух систем — городской (её

социальной, технической, энергетической, информационной, административной подсистем) и естественной, а также о ноосферном управлении экосистемой.

Флотация (фр. *flottation*, от *flotter* — плавать) — один из методов обогащения полезных ископаемых, который основан на различии способностей минералов удерживаться на межфазовой поверхности, обусловленный различием в удельных поверхностных энергиях.

Френизия - бешенство, помешательство, воспаление мозга.

Холизм (от др.-греч. ὅλος — целый, цельный) — в широком смысле — позиция в философии и науке по проблеме соотношения части и целого, исходящая из качественного своеобразия и приоритета целого по отношению к его частям.

Шлам (от нем. *Schlamm* — грязь) — отходы продукта, составляющие пылевые и мельчайшие его части, получаемые в виде осадка при промывке какого-либо рудного материала. Также: Порошкообразная субстанция, обычно содержащая благородные металлы, выпадающие в осадок при электролизе меди, цинка и других металлов.

Экзистенциализм (от латинского *existentia* — существование) крупнейшее течение в мировой философии XX в. Сторонники экзистенциализма стремились отыскать новые пути реализации человеческой свободы, способы преодоления страха и одиночества.

Эксергия - предельное (наибольшее или наименьшее) значение энергии, которое может быть полезным образом использовано (получено или затрачено) в термодинамическом процессе с учётом ограничений, накладываемых законами термодинамики; та максимальная работа, которую может совершить макроскопическая система при квазистатическом переходе из заданного состояния в состояние равновесия с окружающей средой.

Эпистема - совокупность объективных категорий, неких историко-познавательных априори, которые, в свою очередь, определяют возможности мнений, теорий, наук в различные исторические периоды.

post factum (лат. после свершившегося) - после того, как что-либо уже сделано, произошло, совершилось.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Понятие предельно допустимой концентрации

Предельно допустимая концентрация (ПДК) – максимальное количество вредного вещества в единице объёма (воздуха, воды или др. жидкостей) или веса (например, пищевых продуктов), которое при ежедневном воздействии в течение неограниченно продолжительного времени не вызывает в организме каких-либо патологических отклонений, а также неблагоприятных наследственных изменений у потомства. Для установления ПДК используют расчётные методы, результаты биологических экспериментов, а также материалы динамических наблюдений за состоянием здоровья лиц, подвергшихся воздействию вредных веществ. В реальных условиях многокомпонентного загрязнения окружающей среды возникает проблема учета различных синергических эффектов: *комбинированного* (одновременное или последовательное действие нескольких веществ при одном и том же пути поступления), *комплексного* (поступления одного вредного вещества в организм различными путями и с различными средами — с воздухом, водой, пищей, через кожные покровы) и *сочетанного* воздействия всего многообразия физических, химических и биологических факторов окружающей среды. ПДК представляют собой принципиально индивидуальные стандарты, регламентирующие изолированное действие нормируемого вредного агента и не предполагающие количественной корректировки в случае совместного присутствия нескольких компонентов. На уровне нормативов представлены достаточно ограниченные перечни веществ, обладающих эффектом суммации при их одновременном содержании в атмосферном воздухе. Санитарно-гигиенические и экологические нормативы определяют качество окружающей среды по

отношению к здоровью человека и состоянию экосистем, но не указывают на источник воздействия и не регулируют его деятельность. Требования, предъявляемые собственно к источникам воздействия, отражают *научно-технические нормативы*. К научно-техническим нормативам относятся нормативы предельно допустимых выбросов и сбросов вредных веществ (ПДВ и ПДС), а также технологические, строительные, градостроительные нормы и правила, содержащие требования по охране окружающей природной среды. В основу установления научно-технических нормативов положен следующий принцип: при условии соблюдения этих нормативов предприятиями региона содержание любой примеси в воде, воздухе и почве должно удовлетворять требованиям санитарно-гигиенического нормирования.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе

Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать предельно допустимых концентраций (ПДК).

ПДК - это государственный гигиенический норматив для использования при проектировании производственных зданий, технологических процессов, оборудования, вентиляции, для контроля качества производственной среды и профилактики неблагоприятного воздействия на здоровье работающих.

ПДК - это концентрации веществ, которые, воздействуя на людей при их ежедневной, кроме выходных дней, работе продолжительностью 8 ч (или другой продолжительностью, но не более 41 ч в неделю) в течение всего рабочего стажа, не могут вызвать обнаруживаемые современными методами исследований заболевания или отклонения в состоянии здоровья. Причем, отклонений не должно наблюдаться как у самих работников в процессе трудовой деятельности и в дальнейший период жизни, так и у последующих поколений.

ПДК для большинства веществ являются максимально разовыми, т. е. содержание вещества в зоне дыхания работающих усреднено периодом кратковременного отбора проб воздуха: 15 мин для токсичных веществ и 30 мин для веществ преимущественно фиброгенного действия (вызывающих фибрилляцию сердца). Для высококумулятивных веществ наряду с максимальной разовой установлена среднесменная ПДК. Среднесменная ПДК это средняя концентрация вещества, полученная при непрерывном или

прерывистом отборе проб воздуха и суммарном времени не менее 75 % продолжительности рабочей смены.

Все вредные вещества по степени воздействия на организм человека подразделяют на четыре класса опасности:

первый - чрезвычайно опасные - ПДК менее 0,1 мг/м³ (свинец, ртуть - 0,001 мг/м³);

второй - высокоопасные - ПДК от 0,1 до 1 мг/м³ (хлор - 0,1 мг/м³; серная кислота - 1 мг/м³);

третий - умеренно опасные - ПДК от 1,1 до 10 мг/м³ (спирт метиловый - 5 мг/м³; дихлорэтан - 10 мг/м³);

четвертый - малоопасные - ПДК более 10 мг/м³ (аммиак - 20 мг/м³; ацетон - 200 мг/м³; бензин, керосин - 300 мг/м³; спирт этиловый - 1000 мг/м³).

По характеру воздействия на организм человека вредные вещества можно разделить: на раздражающие (хлор, аммиак, хлористый водород и др.); удушающие (оксид углерода, сероводород и др.); наркотические (азот под давлением, ацетилен, ацетон, четыреххлористый углерод и др.); соматические, вызывающие нарушения деятельности организма (свинец, бензол, метиловый спирт, мышьяк).

Согласно требованиям санитарных норм, на предприятиях должен осуществляться контроль содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Там, где применяются высокоопасные вредные вещества первого класса, - непрерывный контроль с помощью автоматических самопишущих приборов, выдающих сигнал при превышении ПДК, а там, где применяются вредные вещества второго, третьего и четвертого классов, - периодический контроль путем отбора и анализа проб воздуха. Отбор проб производят в зоне пребывания в радиусе до 0,5 м от лица работающего; берутся не менее пяти проб в течение смены.

К вредным веществам однонаправленного действия относят вредные вещества, близкие по химическому строению и характеру биологического воздействия на организм человека. Примерами сочетаний веществ однонаправленного действия являются: фтористый водород и соли фтористоводородной кислоты; сернистый и серный ангидриды; формальдегид и соляная кислота; различные хлорированные углеводороды (предельные и непредельные); различные бромированные углеводороды (предельные и непредельные); различные спирты; различные кислоты; различные щелочи; различные ароматические углеводороды (толуол и ксилол, бензол и толуол); различные аминокислоты; различные нитросоединения; амино- и нитросоединения; тиофос и карбофос; сероводород и сероуглерод; окись углерода и аминокислоты; окись углерода и нитросоединения; бромистый метил и сероуглерод.

При одновременном содержании в воздухе рабочей зоны нескольких вредных веществ однонаправленного действия сумма отношений фактических концентраций каждого из них в воздухе ($C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$) к их ПДК ($ПДК_1, ПДК_2, ПДК_3, \dots, ПДК_n$) не должна превышать единицы:

$$\frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \frac{C_3}{ПДК_3} + \dots + \frac{C_n}{ПДК_n} \leq 1$$

В списке ПДК используют следующие обозначения: п - пары и (или) газы; а - аэрозоль, п + а - смесь паров и аэрозоля; + - требуется специальная защита кожи и глаз; О - вещества с остронаправленным механизмом действия, требующие автоматического контроля за их содержанием в воздухе; А - вещества, способные вызвать аллергические заболевания в производственных условиях; К - канцерогены; Ф - аэрозоли преимущественно фиброгенного действия. При одновременном выделении в воздух рабочей зоны помещений нескольких вредных веществ, не обладающих однонаправленным характером действия, количество воздуха при расчете общеобменной вентиляции следует принимать по тому

вредному веществу, для которого требуется подача наибольшего объема чистого воздуха.

Периодически, в соответствии с уровнем развития медицинских знаний, предельно допустимые концентрации пересматривают, как правило, в сторону ужесточения. Например, до 1968 г. действовали нормы, предусматривающие ПДК бензола 20 мг/м³. Клинико-гигиенические исследования выявили случаи неблагоприятного воздействия таких его концентраций на организм человека. Это послужило основанием к снижению ПДК бензола до 5 мг/м³.

Все предельно допустимые концентрации стремятся к некоторым пределам, называемым обычно предельно допустимыми экологическими концентрациями (ПДЭК), под которыми имеются в виду концентрации вредных веществ, не оказывающие вредного влияния (ближайшего или отдаленного) на экологические системы, т. е. на совокупность живых организмов, среду обитания и их взаимосвязь.

В настоящее время установлены предельно допустимые концентрации в воздухе рабочей зоны более чем для 850 веществ. ПДК некоторых вредных веществ в воздухе рабочей зоны приведены в табл. П 2.1.

Таблица П 2.1

Предельно допустимые концентрации некоторых вредных веществ в воздухе производственных помещений (мг/м³).

Загрязняющее вещество			
	максимальн.	разовая	среднесуточная
Азота диоксид	5,0	0,085	0,085
Аммиак	20	0,20	0,20
Ацетон	200	0,35	0,35
Сероводород	10	0,008	0,008
Фенол	5	0,01	0,01

			Продолжение таблицы П 2.1
Формальдегид	0,5	0,035	0,012
Хлор	1,0	0,10	0,03
Бензол	5,0	1,50	0,80
Дихлорэтан	10	3,0	1,0
Серы диоксид	10	0,5	0,05
Метанол	5,0	1,0	0,5
Фтористые соединения (в пересчете на фтор)	0,5	0,02	0,005
Пыль нетоксичная (известняк)	6	0,5	0,05
Этанол	1000	5	5

Другим важнейшим показателем, характеризующим уровень загрязнения атмосферного воздуха, является предельно допустимый выброс (ПДВ). В отличие от ПДК, ПДВ является научно-техническим нормативом. Его измеряют во времени и устанавливают для каждого источника организованного выброса исходя из условия, что выброс вредных веществ данным источником и совокупностью источников района (с учетом перспективы развития промышленных предприятий и рассеивания вредных веществ в атмосфере) не создает приземной концентрации, превышающей ПДК для атмосферного воздуха. Предельно допустимые концентрации можно получать за счет разбавления отходящих газов путем увеличения мощности вентиляционных систем или строительства более высоких труб. На предприятиях, где применяют вредные вещества, должны разрабатываться и внедряться мероприятия по улучшению санитарно-технического состояния, новые прогрессивные технологии, исключаящие контакт человека с вредными веществами.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Критерии качества воды

Качество вод – характеристика состава и свойств воды, определяющая пригодность её для конкретного вида водопользования.

Критерий качества воды – признак или комплекс признаков, по которым производится оценка качества воды.

Нормы качества воды – установленные значения показателей качества воды для конкретного вида водопользования.

Нормирование качества воды состоит в установлении для воды водного объекта совокупности допустимых значений показателей ее состава и свойств, в пределах которых надежно обеспечиваются здоровье населения, благоприятные условия водопользования и экологическое благополучие водного объекта.

Виды водопользования

Водопользование – использование водных объектов для удовлетворения любых нужд населения и народного хозяйства.

Водопользование классифицируется по следующим признакам: по целям использования вод, по объектам водопользования, по техническим условиям водопользования, по условиям предоставления водных объектов в пользование, по характеру использования воды, по способу использования водных объектов.

Водные объекты используются *для целей* питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, сброса сточных вод и (или) дренажных вод, производства электрической энергии, водного и воздушного транспорта, сплава древесины и других целей.

К *хозяйственно-питьевому* водопользованию относится использование водных объектов или их участков в качестве источников хозяйственно-питьевого водоснабжения, а также для снабжения предприятий пищевой промышленности.

К *культурно-бытовому* водопользованию относится использование водных объектов для купания, занятия спортом и отдыха населения. Требования к качеству воды, установленные для культурно-бытового водопользования, распространяются на все участки водных объектов, находящихся в черте населенных мест, независимо от вида их использования объектами для обитания, размножения и миграции рыб и других водных организмов.

К *первой категории водопользования* относится использование водных объектов или их участков в качестве источника питьевого и хозяйственно-бытового водопользования, а также для водоснабжения предприятий пищевой промышленности.

К *второй категории водопользования* относится использование водных объектов или их участков для рекреационного водопользования. Требования к качеству воды, установленные для второй категории водопользования, распространяются также на все участки водных объектов, находящихся в черте населенных мест.

Содержание химических веществ не должно превышать предельно допустимые концентрации веществ в воде водных объектов «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования». Есть также другая категория водных объектов – рыбохозяйственная. К *водным объектам рыбохозяйственного значения* относятся водные объекты, которые используются или могут быть использованы для добычи (вылова) водных биоресурсов.

Таблица П 3.1

Общие требования к составу и свойствам воды водных объектов в контрольных створах и местах питьевого, хозяйственно-бытового и рекреационного водопользования

№	Показатели	Категории водопользования	
		Для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, а также для водоснабжения пищевых предприятий	Для рекреационного водопользования, а также в черте населенных мест
1	1	2	3
1	Взвешенные вещества*	При сбросе сточных вод, производстве работ на водном объекте и в прибрежной зоне содержание взвешенных веществ в контрольном створе (пункте) не должно увеличиваться по сравнению с естественными условиями более чем на	
		0,25 мг/дм ³	0,75 мг/дм ³
		Для водных объектов, содержащих в межень более 30 мг/дм ³ природных взвешенных веществ, допускается увеличение их содержания в воде в пределах 5 %. Взвеси со скоростью выпадения более 0,4 мм/с для проточных водоемов и более 0,2 мм/с для водохранилищ к спуску запрещаются	
2	Плавающие примеси	На поверхности воды не должны обнаруживаться пленки нефтепродуктов, масел, жиров и скопление других примесей	
3	Окраска	Не должна обнаруживаться в столбике	
		20 см	10 см
4	Запахи	Вода не должна приобретать запахи интенсивностью более 2 баллов, обнаруживаемые:	
		непосредственно или при последующем хлорировании или других способах обработки	непосредственно
5	Температура	Летняя температура воды в результате сброса сточных вод не должна повышаться более чем на 3°С по сравнению со среднемесячной температурой воды самого жаркого месяца года за последние 10 лет	
6	Водородный показатель (рН)	Не должен выходить за пределы 6,5—8,5	
7	Минерализация воды	Не более 1000 мг/дм ³ , в т. ч.: хлоридов - 350; сульфатов - 500 мг/дм ³	

Продолжение таблицы П 3.1		
8	Растворенный кислород	Не должен быть менее 4 мг/дм ³ в любой период года, в пробе, отобранной до 12 часов дня.
9	Биохимическое потребление кислорода (БПК ₅)	Не должно превышать при температуре 20 °С
		2 мг O ₂ /дм ³ 4 мг O ₂ /дм ³
10	Химическое потребление кислорода (бихроматная окисляемость), ХПК	Не должно превышать:
		15 мг O ₂ /дм ³ 30 мг O ₂ /дм ³
11	Химические вещества	Не должны содержаться в воде водных объектов в концентрациях, превышающих ПДК или ОДУ
12	Возбудители кишечных инфекций	Вода не должна содержать возбудителей кишечных инфекций
13	Жизнеспособные яйца, онкосферы тениид и жизнеспособные цисты патогенных кишечных простейших	Не должны содержаться в 25 л воды
14	Термотолерантные колиформные бактерии**	Не более 100 КОЕ/100 мл **
		Не более 100 КОЕ/100 мл
15	Общие колиформные бактерии **	Не более
		1000 КОЕ/100 мл** 500 КОЕ/100 мл
16	Колифаги **	Не более
		10 БОЕ/100 мл** 10 БОЕ/100 мл
17	Суммарная объемная активность радионуклидов при совместном присутствии***	$\Sigma (A_i / Y_{Vi}) \leq 1$

Примечания:

* Содержание в воде взвешенных веществ неприродного происхождения (хлопья гидроксидов металлов, образующихся при обработке сточных вод, частички асбеста, стекловолокна, базальта, капрона, лавсана и т. д.) не допускается.

** Для централизованного водоснабжения; при нецентрализованном

питьевом водоснабжении вода подлежит обеззараживанию.

*** В случае превышения указанных уровней радиоактивного загрязнения контролируемой воды проводится дополнительный контроль радионуклидного загрязнения в соответствии с действующими нормами радиационной безопасности;

A_i - удельная активность i -го радионуклида в воде;

Y_{Vi} - соответствующий уровень вмешательства для i -го радионуклида.

Предусматриваются следующие виды нормативов:

- предельно допустимые концентрации (ПДК); различают ПДК для водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (ПДК_в) и рыбохозяйственного назначения (ПДК_{вр});
- ориентировочные допустимые уровни (ОДУ).

Предельно допустимая концентрация вещества в воде водоема хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (ПДК_в, мг/л) – это концентрация вредного вещества в воде, которая не должна оказывать прямого или косвенного влияния на организм человека в течение всей его жизни и на здоровье последующих поколений, и не должна ухудшать гигиенические условия водопользования.

Предельно допустимая концентрация вещества в воде водоема, используемого для рыбохозяйственных целей (ПДК_{вр}, мг/л) – это концентрация вредного вещества в воде, которая не должна оказывать вредного влияния на популяции рыб, в первую очередь промысловых.

Ориентировочный допустимый уровень химического вещества в воде (ОДУ) – временный гигиенический норматив, разрабатываемый на основе расчетных и экспресс-экспериментальных методов прогноза токсичности и применяемый только на стадии предупредительного санитарного надзора за проектируемыми или строящимися предприятиями, реконструируемыми очистными сооружениями

Предельно допустимая концентрация вещества в воде устанавливается:

- для *хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (ПДК_в)* с учетом трех показателей вредности:
 - органолептического;

- общесанитарного;
- санитарно-токсикологического.
- для *рыбохозяйственного водопользования* (ПДК_{вр}) с учетом пяти

показателей вредности:

- органолептического;
- санитарного;
- санитарно-токсикологического;
- токсикологического;
- рыбохозяйственного.

Органолептический показатель вредности характеризует способность вещества изменять органолептические свойства воды.

Общесанитарный показатель определяет влияние вещества на процессы естественного самоочищения вод за счет биохимических и химических реакций с участием естественной микрофлоры.

Санитарно-токсикологический показатель характеризует вредное воздействие на организм человека.

Токсикологический показатель показывает токсичность вещества для живых организмов, населяющих водный объект.

Рыбохозяйственный показатель вредности определяет порчу качеств промысловых рыб.

Наименьшая из безвредных концентраций по трем (пяти) показателям вредности принимается за ПДК с указанием лимитирующего показателя вредности.

Рыбохозяйственные ПДК должны удовлетворять ряду условий, при которых не должны наблюдаться:

- гибель рыб и кормовых организмов для рыб;
- постепенное исчезновение видов рыб и кормовых организмов;
- ухудшение товарных качеств обитающей в водном объекте рыбы;
- замена ценных видов рыб на малоценные.

Методы оценки качества вод

Различают дифференциальные, комплексные и интегральные методы оценки качества вод.

Дифференциальный метод оценки качества продукции – метод оценки качества продукции, основанный на использовании единичных показателей её качества.

Единичный показатель качества продукции – показатель качества продукции, характеризующий одно из её свойств.

Комплексный метод оценки качества продукции – метод оценки качества продукции, основанный на использовании комплексных показателей её качества.

Комплексный показатель качества продукции – показатель качества продукции, характеризующий несколько её свойств.

Интегральный метод оценки качества продукции – метод оценки качества продукции, основанный на использовании суммы показателей её качества.

Таким образом, критерий качества воды может быть задан различным способом:

1. одним признаком (показателем), – *дифференциальный метод* оценки качества воды, например: минерализация или бальнеологически активный компонент воды при оценке минеральных вод;
2. несколькими признаками (несколькими показателями), *комплексный метод* оценки качества воды. Например, рН, мутность, общая жёсткость, железо, марганец, перманганатная окисляемость, микробиологические показатели воды;
3. формулой, связывающей содержание компонента в воде с его нормой – *интегральный метод* оценки качества воды, например, $\sum C_i / ПДК_i$.

Контроль качества воды – проверка соответствия показателей качества воды установленным нормам и требованиям (ГОСТ 27065-86).

Контроль проводится сравнением показателей качества воды с нормами качества воды для различных целей водопотребления. Например, нормами качества питьевой воды являются предельно допустимые концентрации компонентов в воде.

Для характеристики самого качества воды используют индексы качества воды. Индексы качества воды устанавливаются на основе экспериментальных исследований, теоретических расчётов или специальной экспертизы.

Индекс качества воды – обобщённая числовая оценка качества воды по совокупности основных показателей для конкретных видов водопользования.

Алгоритм методик оценки качества воды для различных целей её назначения

1. Фактор (для каких целей устанавливается качество воды).
2. Номенклатура (для каких вод устанавливается качество).
3. Критерий качества.
4. Норматив качества.
5. Качество воды.

Критерии качества природных вод

По многочисленным методикам оценку качества воды проводят не только для целей водопользования, но и для характеристики состояния окружающей среды.

В зависимости от целей назначения воды формируются различные критерии качества вод: гигиенический, экологический, экономический, рыбохозяйственный.

Гигиенический критерий качества воды – критерий качества воды, учитывающий токсикологическую, эпидемиологическую и радиоактивную

безопасность воды и наличие благоприятных свойств для здоровья живущих и последующих поколений людей.

При обнаружении в питьевой воде нескольких химических веществ, относящихся к 1 и 2 классам опасности и нормируемых по санитарно-токсикологическому признаку вредности, сумма отношений обнаруженных концентраций каждого из них в воде к величине его ПДК не должна быть больше

1. Расчет ведётся по формуле:

$$\frac{C_{1,\text{факт}}}{C_{1,\text{доп.}}} + \frac{C_{2,\text{факт}}}{C_{2,\text{доп.}}} + \dots + \frac{C_{n,\text{факт}}}{C_{n,\text{доп.}}} \leq 1, \quad (1)$$

где C_1, C_2, C_n – концентрация индивидуальных химических веществ 1 и 2 класса опасности: факт. (фактическая) и доп. (допустимая).

Экологический критерий – критерий, учитывающий условия нормального функционирования водно-экологической системы.

Для оценки эколого-геохимического состояния поверхностных вод используется критерий $K_{\text{ПДК}}$.

$K_{\text{ПДК}}$ – коэффициент концентрации по ПДК – это отношение содержания элемента в исследуемом объекте (в воде) (C_i) к величине его ПДК в соответствующем компоненте окружающей среды (в воде) (ПДК_i), т.е. для i -го элемента

$$K_{\text{ПДК}_i} = \frac{C_i}{\text{ПДК}_i}. \quad (2)$$

Для оценки загрязнения поверхностных вод используют показатель K_c .

K_c – коэффициент концентрации – отношение содержания элемента в исследуемом объекте (C_i) к его фоновому содержанию в соответствующем компоненте окружающей среды (ПДК_i), т.е.

$$Kc_i = \frac{C_i}{C\phi_i}. \quad (3)$$

Таблица П 3.2

Критерии оценки загрязнения поверхностных вод питьевого назначения

Экологическая обстановка	Уровень загрязнения природных сред	Уровень загрязнения	Токсичные элементы			
			Кс	К _{ПДК}		
				Класс опасности		
1,2	3	3,4				
Относительно удовлетворительная	Допустимый	Минимальный	< 4	< 1	< 1	< 1
Напряженная	Умеренно опасный	Низкий (слабый)	4–8	1–1,5	1–2,5	1–5
Критическая	Опасный	Средний	8–16	1,5–2	2,5–5	5–10
Чрезвычайная	Высоко опасный	Высокий (сильный)	16–32	2–3	5–10	10–15
Экологического бедствия	Чрезвычайно опасный	Очень высокий (очень сильный)	> 32	> 3	>10	> 15

Таблица П 3.3

Критерии оценки загрязнения поверхностных вод хозяйственно-бытового назначения

Экологическая обстановка	Уровень загрязнения природных сред	Уровень Загрязнения	Токсичные элементы			Нитриты, соли аммония К _{ПДК}	Нитраты К _{ПДК}	Фосфаты, мг/л
			Кс	К _{ПДК}				
				Класс опасности и				
				1, 2	3, 4			
Относительно удовлетворит.	Допустимый	Минимальный	< 4	< 1	< 1	< 1	< 0,05	
Напряженная	Умеренно опасный	Низкий (слабый)	4–8	1–2,5	1–25	1–2,5	1–5	0,05–0,15
Критическая	Опасный	Средний	8–16	2,5–5	25–50	2,5–5	5–10	0,15–0,3
Чрезвычайная	Высоко опасный	Высокий (сильный)	16–32	5–10	50–100	5–10	10–20	0,3–0,6
Экологического бедствия	Чрезвычайно опасный	Очень высокий (очень сильный)	> 32	> 10	> 100	> 10	> 20	> 0,6

Экономический критерий – критерий, учитывающий рентабельность использования водного объекта.

Рентабельность (P) характеризует относительную величину прибыли, т.е. отношение абсолютной суммы прибыли (*П*) к затратам (*З*):

$$P = П/З. \quad (1.5)$$

Затраты формируются из экономических показателей, идущих: на создание зоны санитарной охраны; на обустройство; на обслуживание скважины (подземный водный объект) или насосной станции (поверхностный водный объект); на водоподготовку, в которой затраты изменяются в зависимости от качественных показателей воды; на транспортировку воды к потребителю и т.д.

Рыбохозяйственный критерий – критерии качества, учитывающие пригодность воды для обитания и развития промысловых рыб и промысловых водных организмов.

Растворенные и эмульгированные нефтепродукты в концентрациях выше 0,05 мг/л прежде всего воздействуют на товарные и вкусовые качества рыбы, т.е. лимитирующий показатель вредности является *рыбохозяйственный*. Поэтому ПДК нефтепродуктов для рыбохозяйственных водоёмов установлена равной 0,05 мг/л. По другим показателям вредности (санитарному, органолептическому, токсикологическому) безвредная концентрация находится на данном уровне или выше его, но не ниже. Этим создается запас надежности для предотвращения отрицательного воздействия на водоем и водные организмы по всем показателям вредности.

Индекс загрязнения, степень загрязнения

При критериях и их индексах, назначенных для водного объекта, само качество воды характеризуют различными определениями, понятиями: «индекс загрязнения», «степень загрязнения» (табл.4); «класс качества» (табл. 5); «категория качества» (табл. 6) и др.

1. *Фактором* является установление *загрязнения вод*;
2. *Номенклатура* представлена *поверхностными водами*;
3. *Критериями* является комплекс из трёх признаков вод, характеризующих органолептический, токсикологический состав вод и санитарный режим.

4. *Индекс качества* поверхностных вод для каждого критерия представлен отдельными числами, а для санитарного режима число лактоположительных кишечных палочек задано интервалом чисел.

5. Само *качество вод* оценивается как *индекс загрязнения* от 0 до 3 и как *степень загрязнения* «допустимая», «умеренная», «высокая», «чрезвычайно высокая». Т.е. каждому индексу загрязнения дана словесная оценка степени загрязнения (допустимая, умеренная, высокая, чрезвычайно высокая).

Таблица П 3.4

Гигиеническая классификация водных объектов по степени загрязнения

Оценочные показатели для водных объектов I и II категории								
Степень загрязнения	Органолептический		Токсикологический	Санитарный режим			Индекс загрязнения	
	Запах, привкус (баллы)	ПДК _{орг.} (степень превышения)	ПДК _{токс.} (степень превышения)	БПК ₂₀ мг О ₂ /дм ³				Число лактозоположительных кишечных палочек в 1 дм ^{3*}
				I	III	О ₂		
Допустимая	2	1	1	3	6	4	<10 ⁴	0
Умеренная	3	4	3	6	8	3	10 ⁴ – 10 ⁵	1
Высокая	4	8	10	8	10	2	>10 ⁵ – 10 ⁶	2
Чрезвычайно высокая	>4	>8	100	>8	>10	1	>10 ⁶	3

Примечания: ПДК_{орг.} – предельно допустимые концентрации веществ, установленные по органолептическому признаку вредности;

ПДК_{токс.} – предельно допустимые концентрации веществ, установленные по токсикологическому признаку вредности;

БПК₂₀ – биологическое потребление кислорода, которое достигается за 20 суток; приведены уровни для водоёмов I и III категории водопользования;

Допустимая степень загрязнения – определяет пригодность водного объекта для всех видов водопользования населения практически без каких-либо ограничений.

Умеренная степень загрязнения – свидетельствует об известной опасности для населения культурно-бытового водопользования на водном объекте. Его использование как источника хозяйственно-питьевого водоснабжения без снижения уровня химического загрязнения на очистных водопроводных сооружениях может привести к появлению начальных симптомов интоксикации у части населения, особенно при наличии в воде веществ 1 и 2 классов опасности.

Высокая степень загрязнения – указывает на безусловную опасность культурно-бытового водопользования на водном объекте. Недопустимо использование такого водного объекта как источника хозяйственно-питьевого водоснабжения из-за сложности удаления токсических веществ в процессе водоподготовки на водопроводных сооружениях. Употребление для питья воды, имеющей высокую степень загрязнения, может привести к появлению у населения симптомов интоксикации и развитию отдаленных эффектов, особенно в случае присутствия в воде веществ 1 и 2 классов опасности.

Чрезвычайно высокая степень загрязнения водного объекта определяет его абсолютную непригодность для всех видов водопользования. С гигиенической точки зрения загрязнение является экстремально высоким и даже кратковременное использование водного объекта опасно для здоровья населения.

Классы качества воды

Класс качества воды – уровень качества воды, устанавливаемый в интервале числовых значений свойств и состава, характеризующий её пригодность для конкретного вида водопользования.

Подземные и поверхностные воды по качеству делятся на три класса, показатели которых приведены в табл. 5.

Нормативы показателей классов качества вод

№ п/п	Показатели	Классы		
		1	2	3
Подземные воды				
1	Мутность, мг/л (не более)	1,5	1,5	10
2	Цветность, градусы (не более)	20	20	50
3	pH, ед. pH	6,0–9,0	6,0–9,0	6,0–9,0
4	Fe _{общ.} , мг/л	0,3	10	20
5	Mn ²⁺ , мг/л	0,1	1	2
6	H ₂ S, мг/л	Отсутств ие	3	10
7	F ⁻ , мг/л	1,5–0,7	1,5–0,7	5
8	Перманганатная окисляемость, мгO ₂ /л	2	5	15
9	Число бактерий группы кишечных палочек в литре (БГКП)	3	100	1000
Поверхностные воды				
1	Мутность, мг/л (не более)	20	1 500	10 000
2	Цветность, градусы (не более)	35	120	200
3	Запах, (балл)	2	3	4
4	pH, ед. pH	6,5–8,5	6,5–8,5	6,5–8,5
5	Fe _{общ.} , мг/л	1	3	5
6	Mn ²⁺ , мг/л	0,1	1	2
7	Фитопланктон, мг/л	1	5	50
8	Фитопланктон, кл/см ³	1 000	10 000	50 000
9	Перманганатная окисляемость, мг O ₂ /л	7	15	20
10	БПК, мг O ₂ /л	3	5	7
11	Число лактоположительных кишечных палочек в литре (ЛПКП)	1 000	10 000	50 000

Для каждого класса вод рекомендуются следующие методы обработки вод.

Подземные источники водоснабжения:

1-й класс – качество воды соответствует всем показателям.

2-й класс – качество воды имеет отклонения по отдельным показателям, которые могут быть устранены аэрированием, фильтрованием, обеззараживанием; или источники с непостоянным качеством воды, которое

проявляется в сезонных колебаниях сухого остатка, требующие профилактического обеззараживания;

3-й класс – доведение качества воды до соответствующих требований методами обработки, предусмотренными во 2-ом классе, с применением дополнительных – фильтрование с предварительным отстаиванием, использование реагентов и т.д.

Поверхностные источники водоснабжения:

1-й класс – для получения кондиционной воды требуется обеззараживание, фильтрование с коагулированием или без него;

2-й класс – для получения кондиционной воды, требуется коагулирование, отстаивание, фильтрование, обеззараживание; при наличии фитопланктона – микрофильтрование;

3-й класс – доведение качества воды до кондиции методами обработки, предусмотренными во 2-м классе с применением дополнительных – дополнительной ступени осветления, применение окислительных и сорбционных методов, а также более эффективных методов обеззараживания и т. д.

Категории качества воды

Улучшение качества воды перечисленными и специальными методами зачастую необходимо не только для получения питьевой воды, но и вод различного назначения.

Таблица П 3.6

Характеристика природных (поверхностных и подземных) вод, предназначенных для получения питьевой воды

Параметры	Единица измерения	Категория А1	Категория А2	Категория А3
Температура	градус, С	25	25	25
Содержание нитратов	мг/л NO ₃ ⁻	50	50	50
Содержание фторидов	мг/л F ⁻			5
Содержание растворенного железа	мг/л Fe	0,3	2	Более 2
Содержание меди	мг/л Cu	0,05		
Содержание цинка	мг/л Zn	3	5	5

		Продолжение таблицы П 3.6		
Содержание мышьяка	мг/л As	0,05	0,05	0,1
Содержание кадмия	мг/л Cd	0,005	0,005	0,005
Общее содержание хрома	мг/л Cr	0,05	0,05	0,05
Содержание свинца	мг/л Pb	0,05	0,05	0,05
Содержание селена	мг/л Se	0,01	0,01	0,01
Содержание ртути	мг/л Hg	0,001	0,001	0,001
Содержание бария	мг/л Ba	0,1	1	1
Содержание сульфатов	мг/л SO ₄ ²⁻	250,0	250,0	250,0
Содержание аммиака	мг/л NH ₄ ⁺	0,05	1,0	2,0

Таблица П 3.7

Выбор стандартных методов очистки и преобразования природных вод категорий А1, А2, А3 в питьевую воду

Категория А1	Категория А2	Категория А3
Простая физическая очистка и дезинфекция. Например, быстрое фильтрование и дезинфекция	Стандартная физическая очистка, химическая очистка и дезинфекция. Например, предварительное хлорирование, коагуляция, флокуляция, декантация, фильтрование, дезинфекция (окончат. хлорирование)	Интенсивная физическая и химическая очистка, усиленная очистка и дезинфекция. Например, хлорирование до точки расслоения эмульсии, коагуляция, флокуляция, декантация, фильтрование, адсорбция (активный уголь), дезинфекция (озонирование, окончат. хлорирование)

Качество воды питьевого и хозяйственного назначения

Показатели качества и нормы качества воды не являются жестко установленными и неизменными. Например, номенклатура показателей качества и нормы качества питьевой воды периодически изменяются. В основе этих изменений лежат значительные изменения качества водных источников в результате их загрязнения. С ухудшением состояния окружающей среды в результате ее загрязнения, установлением причинно-следственной связи между количественной и качественной характеристиками загрязнения и негативными изменениями изменяются показатели и нормы качества. Как правило, они становятся более жесткими. В то же время основное требование к качеству питьевой воды остается

неизменным: питьевая вода должна быть безопасной для здоровья независимо от степени загрязнения источников водоснабжения сбросными водами.

Показатели качества воды подразделяются на:

1. эпидемические (микробиологические и паразитологические);
2. химические (обобщённые, вредные неорганические и органические, поступающие и образующиеся в процессе обработки воды);
3. органолептические;
4. радиационной безопасности.

Современные ученые совершенствуют нормативы качества вод с учетом экологии. Например, в экологической системе вода – человек с медико-биологической позиции ученые установили величины нижних пределов биологически значимых концентраций (*НПБЗК*) компонентов в питьевой воде (табл. П 3.8).

НПБЗК – нижний предел биологически значимой концентрации компонента в воде (с медико-биологической точки зрения) – такая концентрация, при которой поступление элемента в организм с водой может сказаться на общем микроэлементном балансе человека.

Таблица П 3.8

Среднесуточное потребление человеком элементов и *НПБЗК*
для воды в сравнении с *ПДК_n*

Элемент	<i>ПДК_n</i> , мг/л	Среднее потребление, мг/сут	<i>НПБЗК</i> , мг/л
1	3	4	5
Алюминий, Al	0,5	15	0,375
Барий, Ba	0,1	0,8	0,02
Бериллий, Be	0,0002	0,01	0,00025
Бор, B	0,5	1,3	0,0325
Бром, Br	0,2	7,5	0,1875
Ваданий, V	0,1	1	0,025
Висмут, Bi	0,1	0,01	0,00025
Вольфрам, W	0,05	0,01	0,00025
Германий, Ge		1	0,025

	Продолжение таблицы П 3.8		
Железо, Fe	0,3	15	0,375
Йод, I		0,15	0,00375
Иттрий, Y		0,016	0,0004
Кадмий, Cd	0,001	0,1	0,0025
Калий, K		3000	75
Кальций, Ca		1100	27,5
Кобальт, Co	0,1	0,3	0,0075
Кремний, Si	10	10	0,25
Литий, Li	0,03	1	0,025
Магний, Mg		300	7,5
Марганец, Mn	0,1	3,7	0,0925
Медь, Cu	1	3,5	0,0875
Молибден, Mo	0,25	0,25	0,00625
Мышьяк, As	0,05	0,05	0,00125
Натрий, Na	200	4500	112,5
Никель, Ni	0,1	0,3	0,0075
Ниобий, Nb	0,01	0,25	0,0065
Олово, Sn		3	0,075
Радий, ^{226}Ra	$2,3 \cdot 10^{-9}$	$2 \cdot 10^{-9}$	$5,0 \cdot 10^{-10}$
Ртуть, Hg	0,0005	0,015	0,00037
Рубидий, Rb	0,1	2,2	0,055
Свинец, Pb	0,03	0,4	0,01
Селен, Se	0,01	0,15	0,00375
Сера, S		850	21,25
Серебро, Ag	0,05	0,05	0,00125
Скандий, Sc		0,00005	0,000001
Стронций, Sr	7	2	0,05
Продолжение Таблицы П 3.8			
Сурьма, Sb	0,05	0,05	0,00125
Тантал, Ta		0,001	0,000025
Титан, Ti		0,8	0,02
Торий, Th		0,0003	0,000007
Углерод, C		300000	7500
Уран, U	0,322	0,0015	0,000037
Фтор, F	1,5	2	0,05
Хлор, Cl	350	4000	100
Хром, Cr	0,05	0,15	0,00375
Цезий, Cs		0,01	0,00025
Цинк, Zn	5	13	0,325
Цирконий, Zr		2	0,05
Полоний		$7 \cdot 10^{-12}$	$1,75 \cdot 10^{-13}$

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения.

ПДК - максимальная концентрация вещества в воде, которая при поступлении в организм в течение всей жизни не должна оказывать прямого или опосредованного влияния на здоровье населения в настоящем и последующих поколениях, в том числе в отдаленные сроки жизни, а также не ухудшать гигиенические условия водопользования.

Ввод в эксплуатацию предприятий, цехов и технологий возможен только при наличии утвержденных в установленном порядке ПДК и методов определения веществ в воде.

Величины ПДК приведены в мг вещества на 1 л воды (мг/л).

Наряду с величинами ПДК указан класс опасности и лимитирующий показатель вредности, по которому установлено значение ПДК:

с.-т. - санитарно-токсикологический; общ. - общесанитарный;

орг. - органолептический с расшифровкой характера изменения органолептических свойств воды (зап. - изменяет запах воды, мутн. - увеличивает мутность воды, окр. - придает воде окраску, пен. - вызывает образование пены, пл. - образует пленку на поверхности воды, привк. - придает воде привкус, оп. - вызывает опалесценцию).

Лимитирующий показатель вредности учитывается при одновременном содержании нескольких веществ в воде. В случае присутствия в воде нескольких веществ 1-2 классов опасности сумма отношений фактических концентраций каждого из них ($C_1, C_2, C_3 \dots C_n$) к их ПДК не должна превышать единицы:

$$\frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \frac{C_3}{ПДК_3} + \dots + \frac{C_n}{ПДК_n} \leq 1$$

Вещества разделены на четыре класса опасности:

1 класс - чрезвычайно опасные, 2 класс - высокоопасные, 3 класс - опасные, 4 класс - умеренно опасные. В основу классификации положены показатели, характеризующие различную степень опасности для человека химических соединений, загрязняющих воду, в зависимости от токсичности, кумулятивности, способности вызывать отдаленные эффекты, лимитирующего показателя вредности.

Таблица П 4.1

Предельно допустимые концентрации (мг/л) содержания основных веществ в воде водоемов, принятые в Украине и рекомендованные международными организациями

Химические вещества и показатели качества воды	Украина		Источник	Норматив	ЛПВ	Класс опасности
	ВОЗ	ЕС				
Алюминий (Al)	0.2	0.2	ВНИРО	0.5	сан.-токс.	2
				0.04	токс.	4
Азот аммонийный (NH ₄ ⁺)	1.5	0.5	ВНИРО	2.0	сан.-токс.	3
				0.39	токс.	4
Аммиак (NH ₃)	1.5	0.5	ВНИРО	2.0	сан.-токс.	3
				0.05	токс.	4
Бензпирен	0.7	0.01	ВНИРО	0.005	сан.-токс.	1
БПК _{полн}				3	общие требования	
Водородный показатель рН		6.5– 8.5	ВНИРО	6.5 – 9	общие требования	
				6.5 – 8.5		
Гексахлорциклопексан	0.02	0.002	ВНИРО	0.02	сан.-токс.	2
				0.00001	токс.	1

Продолжение таблицы П 4.1

ДДТ	0.0002		ВНИРО	0.0002	сан.-токс.	1
				0.00001	токс.	
Железо общее	0.3	0.2	ВНИРО	0.3	орган.	4
Железо-ион (Fe^{2+})			ВНИРО	0.1	токс.	4
Жесткость общая		1.2		0.005	токс.	4
				7		
Кадмий (Cd^{2+})	0.003	0.005	ВНИРО	0.001	сан.-токс.	2
				0.005	токс.	
Медь (Cu^{2+})	0.002	0.002	ВНИРО	1	орган.	3
				0.001	токс.	
Минерализация общая	1000	1500	ВНИРО	1000	общие требования	
				1000		
Нитрат-анион (NO_3^-)	50	50	ВНИРО	45	орган.	2
				40	сан.-токс.	
Нитрит-анион (NO_2^-)	3	0.5	ВНИРО	3	орган.	2
				0.08	токс.	
Нефтепродукты (раст. и эмульс.)			ВНИРО	0.1	орган.	
				0.05	рыб-хоз.	
Никель (Ni)	0.02	0.02	ВНИРО	0.1	сан.-токс.	3
				0.01	токс.	
Окисляемость перманганатная		5		5	общие требования	
Растворенный кислород			ВНИРО	не менее 6	общие требования	
□ -Радиоактивность общая, Бк/л	0.1			0.1		
□ -Радиоактивность общая, Бк/л	1			1		
Ртуть (Hg)	0.001	0.001	ВНИРО	0.0005	сан.-токс.	1
				0.00001	токс.	

Продолжение таблицы П 4.1

Свинец (Pb)	0.01	0.01	ВНИРО	0.03	сан.-токс.	2
				0.006	токс.	
				500	орган.	
Сульфат-анион (SO ₄ ²⁻)	250	250	ВНИРО	100	сан.-токс.	4
				От 0.05	санитар.	4
Фосфаты (PO ₄ ³⁻)			ВНИРО	до 0.2		
				0.001	орган.	4
Фенол			ВНИРО			
				0.001	рыб-хоз.	3
				1.5	сан.-токс.	2
Фторид-анион (F ⁻)	1.5	1.5	ВНИРО			
				0.05	токс.	3
				350	орган.	
Хлорид-анион (Cl ⁻)	250	250	ВНИРО			4
				300	сан.-токс.	
				0.3	орган.	
Хлор свободный	0.5		ВНИРО			1
				0.00001	токс.	
				0.05	сан.-токс.	
Хром (Cr ⁶⁺)	0.05	0.05	ВНИРО			3
				0.02	токс.	
				5	орган.	
Цинк (Zn)	3	5	ВНИРО			3
				0.01	токс.	

Использованные условные обозначения: ВОЗ – рекомендуются Всемирной Организацией Здравоохранения при ООН; ЕС – директива Совета Европейского Союза от 3 ноября 1998 г.; ВНИРО – ПДК для воды объектов, имеющих рыбохозяйственное назначение; ЛПВ – лимитирующий показатель вредности.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Нормативы распространяются на почвы населенных пунктов, сельскохозяйственных угодий, зон санитарной охраны источников водоснабжения, территории курортных зон и отдельных учреждений. Нормативы разработаны на основе комплексных экспериментальных исследований опасности опосредованного воздействия вещества - загрязнителя почвы на здоровье человека, а также с учетом его токсичности, эпидемиологических исследований и международного опыта нормирования. Соблюдение гигиенических нормативов является обязательным для граждан, индивидуальных предпринимателей и юридических лиц.

Таблица П 5.1

Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве

№№ п/п	Наименование вещества	N CAS	Формула	Величина ПДК (мг/кг) с учетом фона (кларка)	Лимитирующий показатель вредности
1	2	3	4	5	6
Валовое содержание					
1.	Бенз/а/пирен	50-32-8	$C_{20}H_{12}$	0,02	Общесанитарный
2.	Бензин	8032-32-4		0,1	Воздушно-миграционный
3.	Бензол	71-43-2	C_6H_6	0,3	Воздушно-миграционный
4.	Ванадий	7440-62-2	V	150,0	Общесанитарный
5.	Ванадий+марганец	7440-62-2+7439-96-5	V+Mn	100+1000	Общесанитарный

Продолжение таблицы П 5.1					
6.	Диметилбензолы (1,2-диметилбензол; 1,3-диметилбензол; 1,4-диметилбензол)	1330-20-7	C ₈ H ₁₀	0,3	Транслокационный
7.	Комплексные гранулированные удобрения (КГУ) ¹			120,0	Водно-миграционный
8.	Комплексные жидкие удобрения (КЖУ) ¹			80,0	Водно-миграционный
9.	Марганец	7439-96-5	Мп	1500	Общесанитарный
10.	Метаналь	50-00-0	CH ₂ O	7,0	Воздушно-миграционный
11.	Метилбензол	108-88-3	C ₇ H ₈	0,3	Воздушно-миграционный
12.	(1-метилэтил)бензол	25013-15-4	C ₉ H ₁₀	0,5	Воздушно-миграционный
13.	(1-метилэтил)бензол	98-82-8	C ₉ H ₁₂	0,5	Воздушно-миграционный
14.	(1-метилэтил)бензол + (1-метилэтил)бензол	98-82-8 + 25013-15-4	C ₉ H ₁₂ + C ₉ H ₁₀	0,5	Воздушно-миграционный
15.	Мышьяк ²	7440-32-2	As	2,0	Транслокационный
16.	Нитраты (по NO ₃)	14797-55-8	NO ₃	130,0	Водно-миграционный
17.	Отходы флотации угля (ОФУ) ³			3000,0	Водно-миграционный
					Общесанитарный
18.	Ртуть	7439-97-6	Hg	2,1	Транслокационный
19.	Свинец ²	7439-92-1	Pb	32,0	Общесанитарный
20.	Свинец + ртуть	7439-92-1 + 7439-97-6	Pb+Hg	20,0+1,0	Транслокационный
21.	Сера	7704-34-9	S	160,0	Общесанитарный

Продолжение таблицы П 5.1					
22.	Серная кислота (по S)	7664-93-9	H ₂ SO ₄	160,0	Общесанитарный
23.	Сероводород (по S)	7783-06-4	H ₂ S	0,4	Воздушно-миграционный
24.	Суперфосфат (по P ₂ O ₅)			200,0	Транслокационный
25.	Сурьма	7440-36-0	Sb	4,5	Водно-миграционный
26.	Фуран-2-карбальдегид	39276-09-0	C ₅ H ₄ O ₂	3,0	Общесанитарный
27.	Хлорид калия (по K ₂ O)	7447-40-7	KCl	360,0	Водно-миграционный
28.	Хром шестивалентный	18540-29-9	Cr(+6)	0,05	Общесанитарный
29.	Этаналь	75-07-0	C ₂ H ₄ O	10	Воздушно-миграционны
30.	Этенилбензол	100-42-5	C ₈ H ₈	0,1	Воздушно-миграционны
Подвижная форма					
31	Кобальт ⁴	7440-48-4	Co	5,0	Общесанитарный
32.	Марганец, извлекаемый 0,1 н H ₂ SO ₄ :				
	Чернозем			700,0	
	Дерново-подзолистая:				
	pH 4,0			300,0	
	pH 5,1 - 6,0			400,0	
	pH ³ 6,0			500,0	
	Извлекаемый ацетатно-аммонийным буфером с pH 4,8:	7439-96-5	Mn		Общесанитарный
	Чернозем			140,0	
	Дерново-подзолистая:				

Продолжение таблицы П 5.1					
	рН 4,0			60,0	
	рН 5,1 - 6,0			80,0	
	рН ³ 6,0			100,0	
33.	Медь ⁵	7440-50-8	Cu	3,0	Общесанитарный
34.	Никель ⁵	7440-02-0	Ni	4,0	Общесанитарный
35.	Свинец ⁵	7439-92-1	Pb	6,0	Общесанитарный
36.	Фтор ⁶	16984-48-8	F	2,8	Транслокационный
37.	Хром трехвалентный ⁵	16065-83-1	Cr(+3)	6,0	Общесанитарный
38.	Цинк ⁵	7440-66-6	Zn	23,0	Транслокационный
Водорастворимая форма					
39.	Фтор	16984-48-8	F	10,0	Транслокационный

Примечания.

1. КГУ - комплексные гранулированные удобрения состава N:P:K=64:0:15. ПДК КГУ контролируется по содержанию нитратов в почве, которое не должно превышать 76,8 мг/кг абсолютно сухой почвы.

КЖУ - комплексные жидкие удобрения состава N:P:K=10:34:0 ТУ 6-08-290-74 с добавками марганца не более 0,6% от общей массы. ПДК КЖУ контролируется по содержанию подвижных фосфатов в почве, которое не должно превышать 27,2 мг/кг абсолютно сухой почвы.

2. Нормативы мышьяка и свинца для разных типов почв представлены как ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) в другом документе.

3. ПДК ОФУ контролируется по содержанию бенз/а/пирена в почве, которое не должно превышать ПДК бенз/а/пирена.

4. Подвижная форма кобальта извлекается из почвы ацетатно-натриевым буферным раствором с рН 3,5 и рН 4,7 для сероземов и ацетатно-аммонийным буферным раствором с рН 4,8 для остальных типов почв.

5. Подвижная форма элемента извлекается из почвы ацетатно-аммонийным буферным раствором с рН 4,8.

Учебное издание

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ИМПЕРАТИВ
СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Учебное пособие

Работу к печати рекомендовал

Редактор

План 2018 г., поз. ...