

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
ХЕРСОНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ МОРСКАЯ АКАДЕМИЯ**

ЛЕОНОВ В. Е.

ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Херсон -- 2016

ББК 39.48.–1:26.221
УДК

Автор: профессор Леонов В.Е.,

Рецензенты:

В. Б. Сыс – д.т.н., профессор кафедры технической кибернетики
Херсонского национального технического университета

В.Л. Соколов – Заместитель капитана Херсонского морского порта,
Капитан дальнего плавания.

*Учебное пособие рекомендовано к печати Учёным советом
Херсонской государственной морской академии
(протокол №14 от 26.05 2016 г.)*

Л 16 Экология и охрана окружающей среды : учебное пособие/ под ред. профессора
В. Е. Леонова Херсон: ВЦ ХДМА, 2016. – с., ил. – : рус. яз.
ISBN

В учебном пособии изложены основные положения Международных нормативно-правовых и законодательных актов, требования ИМО Model Course 7.01, 7.03, 7.04, 1.38 при подготовке судоводителей, судовых механиков и электромехаников на уровне Эксплуатации и Управления, направленных на защиту морской, окружающей среды при эксплуатации судов.

Охарактеризованы источники загрязнения окружающей среды при эксплуатации судов, дана классификация образующихся отходов.

Дана характеристика традиционных углеводородных энергетических ресурсов Планеты, их запасы и влияние продуктов их переработки на окружающую среду, глобальных экологических проблем современного общества, как результат действия техногенных систем, судоходства.

Предложены пути перехода техногенных систем, судоходства на альтернативные источники энергии, неуглеводородную энергетику.

Описаны факторы повышенной опасности, риск, модель воздействия техногенных систем на деградацию окружающей среды.

Рассмотрены вопросы интенсификации «парникового» эффекта, разрушения озонового слоя Планеты, сформулированы технические предложения и практические рекомендации по снижению и/или прекращению этих негативных проблем.

В разделе «Защита воздушного бассейна» приведены характеристика отходов, пути их очистки, нейтрализации, утилизации теплоты отработанных газов СЭУ, инженерные методы защиты воздушного бассейна при эксплуатации судов, принципы разработки Плана Управления Энергетической Эффективности Судов.

Охарактеризованы методы предотвращения загрязнения морской среды нефтью, нефтепродуктами, балластными водами, сточными водами, мусором.

Учебное пособие предназначено для курсантов (студентов), аспирантов, специалистов, преподавателей ВУЗов морского профиля, будет полезной для научных и практических работников в области безопасного судоходства, природоохранной деятельности, защиты морской, окружающей среды.

УДК 656.61.08:504.054(04)(061)
ББК 39.48.–1:26.221

ISBN

© Леонов В. Е.,
Ходаковский А. В.
© ХГМА, 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	6
Раздел 1 Экология и охрана окружающей среды. Задачи дисциплины.	11
1.1 Понятие об экологии.	
1.2 Окружающая среда, биосфера, человек.	
1.3 Техногенные системы и их взаимодействие с окружающей природной средой.	
1.4 Состояние качества морской среды. Влияние судна на морскую, окружающую среду.	
1.5 Глобальные экологические проблемы современности.	
1.6 Задачи дисциплины «Экология и охрана окружающей среды»	
Вопросы для самоконтроля:	
Раздел 2 Нормативно—правовое и законодательное обеспечение экологической безопасности судоходства.	38
2.1 Морское право.	
2.2 Предотвращение загрязнения морской среды.	
2.3 Обязательные документы на судне, подтверждающие его экологическую безопасность	
2.4 Организационные меры по предупреждению загрязнения морской среды при эксплуатации судна	
2.5 Судовой план управления мусором и Журнал операций с мусором	
Вопросы для самоконтроля.	
Раздел 3 Устойчивое развитие общества.	55
3.1 Концепция устойчивого развития общества	
3.2 Энергетические ресурсы Планеты	
3.3 Неуглеводородная энергетика – путь к устойчивому развитию общества	
3.4Альтернативные источники энергии	
Вопросы для самоконтроля.	
Раздел 4 Законы и категории экологии. Экосистемы. Понятие о риске.	87
4.1 Законы и категории экологии	
4.2 Упрощенная модель воздействия человека на деградацию Окружающей Среды:	
4.3 Круговороты основных веществ.	
4.4 Факторы повышенной опасности. Риск.	
Вопросы для самоконтроля	
Раздел 5 «Парниковый» эффект. Влияние на Мировой Океан и	114

Окружающую среду.

5.1 «Климатический» саммит в Ле-Бурже (Франция)

5.2 Компоненты «парниковых» газов, которые выделяются при эксплуатации судов.

5.3 Влияние судоходства на развитие «парникового» эффекта

5.4 Технические решения по снижению интенсивности «парникового» эффекта.

5.5 Технические решения по проблеме защиты и сохранения озонового слоя Планеты.

Вопросы для самоконтроля.

Раздел 6 Защита воздушного бассейна при эксплуатации судов. 138

6.1 Зоны особого контроля за качеством воздушного бассейна при эксплуатации судов.

6.2 Требования ММО, Европейского Союза к выбросам токсических веществ и соединений с отработанными газами СЭУ.

6.3 Анализ целесообразности бункеровки судов на низкосернистое судовое дизельное топливо в Зонах особого контроля.

6.4 Инженерные методы защиты воздушного бассейна

6.4.1 Сажа, мелкодисперсная пыль.

6.4.2 Диоксид углерода

6.4.3 Углеводороды, органические соединения

6.4.4 Оксиды азота и серы.

Вопросы для самоконтроля.

Раздел 7 Технологические схемы и оборудование защиты воздушного бассейна от токсических соединений, содержащихся в отработанных газах судовых энергетических установок. 176

7.1 Комплексная инновационная технология очистки отработанных газов СЭУ и утилизации теплоты ОГ СЭУ.

7.2 Технология процесса получения инертного газа на борту судна

7.3 Оперативный, конструктивный коэффициенты полезного действия судна/рейса.

Вопросы для самоконтроля.

Раздел 8- Предотвращение загрязнения морской среды нефтью, нефтепродуктами, балластными водами. 202

8.1 Источники образования льяльных вод на судах.

8.2 Способы очистки судовых льяльных, нефтесодержащих вод.

8.3 Предотвращение загрязнения морской среды

нефтью/нефтепродуктами.

8.4 Экономический ущерб от загрязнения морской среды НВ .

8.5 Обезвреживание и очистка балластных вод с целью предотвращения «морской биологической инвазии»

Вопросы для самоконтроля.

Раздел 9 Предотвращение загрязнения морской среды сточными водами , мусором (твердыми отходами).

235

9.1 Источники образования сточных вод на судне

9.2 Методы очистки судовых сточных вод.

9.3 Технология очистки воды для питьевого водоснабжения судов речного и морского флота.

9.4 Классификация методов нейтрализации и утилизации твердых судовых отходов

9.5 Судовые инсинераторы: назначение и целесообразность их использования.

Вопросы для самоконтроля.

Литература

259

Введение

В соответствии с методологической переориентацией процесса обучения на развитие личности курсанта (студента) Международная комиссия Совета Европы, Организация Экономического Сотрудничества и Развития (ОЕ—СД), Международный департамент стандартов (IBSTPI), страны-участники международного проекта «Определение и отбор компетентностей: теоретические и концептуальные мероприятия»(DESECO) провозглашают на необходимость направленности учебных программ на приобретение курсантами ключевых компетентностей. Основными векторами компетентностей, которые необходимо формировать в современных условиях, являются коммуникативные, информационные, социальные, политкультурные, самообучение и саморазвитие, компетентность производительной и творческой деятельности. Одной из составляющих производительной и творческой деятельности курсанта является профессиональная компетентность специалиста морского профиля. Профессиональная компетентность является совокупностью умений, знаний и навыков курсантов, которые особым образом структурируют научные и практические знания с целью повышения качества профессиональных задач безопасного, экономически оправданного, экологически безвредного судоходства.

Одной из составляющих компетентностей является профессиональная компетентность, которая характеризуется способностью преподавателя и курсанта преобразовать специальность, носителем которых они выступают, в способ формирования личности курсанта с учетом ограничений и рекомендаций, которые предусмотрены учебно-тренажерным процессом в соответствии с требованиями IMO-Model Course, Международной Конвенции ПДМНВ—78, стандартом обучения специалистов морского профиля.

В профессиональной компетентности необходимо выделить пять элементов:

- * социально-профессиональная компетентность, которая предусматривает ответственность, как в сфере непосредственно специальности морского профиля, так и в пределах смежных отраслей знаний к ней курсантов;

- * методическая компетентность в части формирования знаний и умений курсантов;

- * социально-психологическая компетентность, которая включает обязанности преподавателя и курсанта дискутировать по усвоению преподаваемых дисциплин;

- * дифференциально-психологическая компетентность, которая интегрируется из знаний преподавателя об индивидуальных особенностях каждого курсанта, его способностей, сильные стороны воли и характера, профессиональная подготовленность и недостатки предварительной подготовки и определяется в

принятии продуктивных стратегий индивидуального подхода в работе с курсантом;

* аутопсихологическая компетентность, которая складывается из обязанностей преподавателя в части способов профессионального самоуправления, а также сильных и слабых сторон деятельности курсанта.

Актуальность находящейся в центре внимания проблемы повышения эффективности процесса развития коммуникативных учебных действий у курсантов при изучении общепрофессиональных и специальных дисциплин обуславливается необходимостью разрешения противоречий между:

- социальным заказом с достаточно развитыми коммуникативными универсальными действиями и недостаточным вниманием к их развитию в процессе освоения дисциплин;

- потребностью практики в теоретическом обосновании и методическом обеспечении процесса развития коммуникативных универсальных учебных действий курсантов в процессе освоения общепрофессиональных и специальных дисциплин.

Приоритетное направление в развитии универсальных учебных действий у курсантов приобретают коммуникативные учебные действия, так как именно межличностное общение является ведущей и прогрессивной деятельностью курсанта.

Одной из ведущих задач для преподавателя в Херсонской Государственной Морской Академии является научить курсанта не просто учиться, что свойственно задачам академии, а научить

учиться в общении. Именно поэтому преподаватели должны уделять особое внимание формированию и развитию у курсантов коммуникативных универсальных учебных действий.

Одна из главных практических задач компетентностного подхода в целостной системе подготовки конкурентноспособных выпускников Высших морских учебных заведений — это обновление учебных планов и программ подготовки по специальностям плавсостава в соответствии с требованиями Международной конвенции о подготовке и дипломировании моряков и несения вахты (ПДМНВ-78).

Основная роль в обновленных учебных планах и программах должна отводиться освоению специальных дисциплин, оказанию первой медицинской помощи, изучению морского английского языка, как способу делового сотрудничества в интернациональных экипажах, с зарубежными организациями, защите морской, окружающей среды, Международного морского права, коммерциализации, логистике морских перевозок.

В соответствии с требованиями Международной конвенции ПДМНВ-78, ИМО — модель курса подготовки судоводителя необходимо увеличить количество учебных часов, которые отводятся на:

- * тренажерную подготовку с радиолокационными системами, автоматизированной радиолокационной прокладки;

- * обучение работе с современными системами управления движением судов, электронной картографической навигационной информационной системе;

* обучение работе с глобальной системой связи во время бедствия;

* обучение работе с системами, которые отвечают за борьбу и живучесть судна, охрану труда экипажа, безопасность жизнедеятельности, сохранение груза, защиту морской, окружающей среды.

Переход на Европейскую систему образования в рамках Болонского процесса связано с увеличением объема самостоятельной работы курсантов при более широком взаимодействии с преподавателем, то есть с персонализацией обучения курсантов.

В современных условиях специализация высшего образования имеет преимущество перед универсальностью. Курсанты специальности «Судовождение» должны быть прежде всего профессионалами своего дела согласно твердому убеждению адмирала С.И. Макарова: «Судовождение—это не ремесло, а искусство».

В IMO- Model Course, ПДМНВ-78, «Требования к капитану и палубной команде» содержатся конкретные положения по структуре специальных дисциплин, включая тренажерные комплексы и симуляционные ком-пьютерные программы.

Программа учебной дисциплины «Экология и охрана окружающей среды» составлена в соответствии с Кодексом подготовки и дипломирования моряков и несения вахты STCW 78/95, Глава II «Требования к капитану и палубной команде», Раздел А-II/1 «Обязательные минимальные требования к

дипломированным вахтенным помощникам капитана судна валовой вместимостью 500 и более» (табл. 1) и IMO Model Course 1.38 «Понятие о морской, окружающей среде», 7.04. 4.1 «Обеспечение выполнения требований по предотвращению загрязнений», 1.21 «Внедрение защитных мероприятий по предотвращению загрязнения морской, окружающей среды».

Таблица 1 – Компетентностные требования к умению специалистов.

№	Компетентность	Объем умений
1	Обеспечение выполнения требований по предотвращению загрязнения	<p><i>Предотвращение загрязнения морской, окружающей среды и процедуры борьбы с загрязнением.</i></p> <p>Знание природоохранных мероприятий, которые необходимо применять для предотвращения загрязнения морской, окружающей среды.</p> <p>Процедуры по борьбе с загрязнением и связанным с ним оборудованием.</p> <p>Важность превентивных мероприятий по защите морской, окружающей среды.</p>

Раздел 1 Экология и охрана окружающей среды. Задачи дисциплины.

План

1.1 Понятие об экологии.

1.2 Окружающая среда, биосфера, человек.

1.3 Техногенные системы и их взаимодействие с окружающей природной средой.

1.4 Состояние качества морской среды. Влияние судна на морскую, окружающую среду.

1.5 Глобальные экологические проблемы современности.

1.6 Задачи дисциплины «Экология и охрана окружающей среды»

Вопросы для самоконтроля:

Рекомендуемая литература: [1-3, 5-12, 43-45]

1.1 Понятие об экологии.

Экология – это наука, которая пытается получить ответы на вопросы взаимодействия живой и неживой природы.

В 1869 году немецкий биолог Эрнст Геккель впервые предложил термин «экология»; составленный из двух греческих слов: ойкос, что значит «дом, жилище», и логос – «слово, учение».

Экология – это изучение живых организмов в их собственном «жилище», или окружающей среде, включающей в себя все действующие на организм внешние условия и факторы, как живые, так и неживые. Иными словами, экология – это изучение взаимодействий между организмами и окружающей их живой (биотической) и неживой (абиотической) средой. Ключевым

словом в этом определении является взаимодействие. Обычно ученые изучают такие взаимодействия, исследуя различные экосистемы: леса, пустыни, степи, реки, озера, океаны или любой другой набор организмов, взаимодействующих друг с другом и с окружающей их абиотической средой.

Подразделения разновидности дисциплины «Основы экологии»:

- динамическая;
- аналитическая;
- космическая;
- биологическая;
- ландшафтная;
- экология человека;
- химическая;
- социальная.

Экологическая система – это система, состоящая из живых и неживых элементов среды, между которыми имеет место обмен веществом, энергией и информацией (экологическая система Европы, страны, области, района, предприятия).

Основополагающим объектом изучения экологии является взаимодействие пяти уровней организации материи [5,16]:

- 1) живые организмы;
- 2) популяции;
- 3) сообщества;
- 4) экосистемы;
- 5) экосфера.

Живой организм – это любая форма жизнедеятельности. Существует от трёх до 20 категорий живых организмов. Для упрощения их подразделяют на три:

1. Растения (размеры от микроскопических одноклеточных плавающих растений до самых больших);
2. Животные (от мельчайшего зоопланктона до 4 м африканского слона, кит);
3. Деструкторы – редуценты (размеры варьируются от микроскопических размеров бактерий до грибов).

Популяция – это группа организмов одного вида (все окуни в пруду, белки обыкновенные, население в отдельной стране или население Земли в целом).

Популяции – это динамичные группы организмов, адаптирующихся к изменениям условий окружающей среды путем изменения своих размеров, распределения возрастных групп, генетического состава.

Сообщества (вид) – это совокупность популяций особей, представители которых фактически или потенциально скрещиваются друг с другом в естественных условиях. В мире существует от 3 до 30 млн. видов живых организмов. Научно описано $\approx 1,7$ млн. видов живых организмов и ежегодно фиксируется еще ≈ 10000 живых видов.

Каждый организм или популяция имеет свое местообитание, местность. Когда несколько популяций различных видов живых организмов живут в одном месте и взаимодействуют друг с другом,

они создают так называемое сообщество, или биологическое сообщество.

Экосистемы – это взаимосвязь сообществ с химическими и физическими факторами, создающими неживую окружающую среду. Это вечно меняющаяся (динамичная) сеть биологических, химических и физических взаимодействий, которые поддерживают жизнеспособность сообществ и помогают им приспосабливаться к изменениям условий окружающей среды. Все экосистемы Земли составляют экосферу.

Планетарная совокупность живых и неживых организмов, взаимодействующих друг с другом и с абиотической средой (энергией и химическими веществами), называется **экосферой**.

Линтон К. Колдуэлл охарактеризовал современное состояние общества следующим образом:

«Экологический кризис есть кризис проявления ума и духа. Не может быть большего заблуждения, чем трактовать его как угрозу дикой природе. Это частности, наиболее же важным является то, что кризис касается нас самих и ставит вопрос, что мы должны изменить в себе, чтобы выжить?»

Возраст планеты – 9–12 млрд. лет.

В развитии жизни на Земле выделяют три основных периода.

Первый – добиологический, который охватывает период от возникновения Земли до появления на ней жизни. Первыми живыми организмами были мельчайшие организмы, существовавшие за счет органического вещества, синтезированного в абиотических условиях. В то время атмосфера

Земли содержала N_2 , NH_3 , CO , H_2O , Cl_2 , H_2S и другие ядовитые газы. Свободный кислород в атмосфере практически отсутствовал. Ультрафиолетовое излучение Солнца беспрепятственно достигало поверхности Земли и губительно действовало на все возможные очаги зарождения живых организмов. Однако благодаря именно этому излучению стали возможны химические реакции, которые привели к образованию сложных органических молекул – аминокислот. Последние в свою очередь послужили материалом для построения простейших живых организмов. Увеличение содержания кислорода за счет абиотических процессов и наличие ультрафиолетового излучения дало толчок к образованию вокруг планеты защитного озонового экрана. Это обеспечило надежную защиту живых организмов от губительного действия ультрафиолетовых лучей Солнца.

Первые многоклеточные организмы появились, когда содержание кислорода в атмосфере Земли достигло 3%. Это произошло приблизительно 600 млн. лет назад. В этот период произошел эволюционный взрыв новых форм жизни, возникли губки, кораллы, черви, моллюски, морские макрофиты и предки семенных растений и позвоночных животных.

В течение последующих периодов – палеозойская эра – живые организмы заполнили все моря и вышли на сушу. Развитие земной растительности обеспечило выделение большого количества кислорода и питательных веществ, что в свою очередь обеспечило эволюцию крупных животных.

Живые организмы в процессе своей жизнедеятельности преобразовали часть недр и поверхностный слой суши, изменили качественный и количественный состав водного и воздушного бассейнов.

В результате на **втором** этапе на планете возникла биосфера – сфера жизни.

За длительный период времени организмы в процессе своей жизнедеятельности значительно изменили круговорот веществ, природные процессы, а также обеспечили появление новых направлений круговорота веществ. Изменилась энергетика планеты, а также состав её околоповерхностной части. Так, атмосферный кислород, каменный уголь и другие горючие полезные ископаемые являются в основном продуктом жизнедеятельности живых организмов.

Процесс эволюции живых организмов привел к появлению высшего биологического вида – человека.

В результате наша планета вступила в качественно новый, **третий** период своего развития, когда идет формирование ноосферы – сферы разума.

В этом периоде развития планеты выделяют ряд этапов, отличающихся характером взаимодействия общества и природы.

На первом этапе продукты, создаваемые природой, присваивались людьми при помощи созданных ими средств труда. Основным источником энергии в этот период – мускульная сила человека. В этот период человек целиком зависел от природы, его поведение и сознание можно характеризовать как единство

общества и природы. Первобытный человек не выделял себя из природы, он считал себя её частью.

На втором этапе основным способом получения средств существования стало земледелие и скотоводство. В качестве орудий производства использовались инструменты, созданные из преобразованного вещества природы. На этом этапе развития общество в значительной степени зависело от климатических и других природных условий. Поэтому и в этот период человек не противопоставлял себя природе, считая себя её неотъемлемой частью, а поведение и сознание людей этого периода можно характеризовать как взаимодействие с природой.

Третий этап характеризуется переходом от аграрной экономики к индустриальной. Отличительной особенностью этого периода является то, что общество и природа представляются как две самостоятельно сосуществующие стороны, противостоящие друг другу и развивающиеся обособленно друг от друга. Основными принципами развития общества были борьба с природой, господство человека над ней, покорение природы и неисчерпаемость её ресурсов.

При переходе общества на индустриальную экономику освоенная часть природной среды по сравнению с неосвоенными человеком природными богатствами Земли представляла незначительную часть. Поэтому человеку казалось, что природные ресурсы безграничны по сравнению с потребностями общества. Развитие науки и техники в значительной степени обеспечило власть человека над природой.

С древнейших времен важным фактором воздействия человека на окружающую среду был огонь, применение которого позволяло уничтожать растительность на больших площадях. Пожары широко использовались первобытными людьми как средство охоты на диких животных. Пожары на больших территориях приводили к хищническому уничтожению диких животных и разрушению природных экологических систем.

В период, когда основной хозяйственной деятельностью человека стало скотоводство и земледелие, выжигание растительности приобрело еще большие масштабы. Это связано с расширением пастбищ и плодородных угодий. Однако, плодородие угодий быстро снижалось и через 2–3 года приходилось вырубать и выжигать новые участки леса. Такой метод используется ещё и сейчас в тропиках ряда развивающихся стран.

Выжигание растительности на значительной территории привело к резким изменениям природных условий: флоры, фауны, состава почв, гидрогеологического режима и климата в целом. Растительный покров не восстанавливался и после прекращения его систематического выжигания. Вся эта антропогенная деятельность приводила к гибели лесов, а чрезмерный выпас скота – к появлению полупустынь и пустынь.

Таким образом, интенсивное ведение аграрного хозяйства, развитие земледелия и скотоводства неизбежно приводило к возникновению локальных и региональных экологических кризисов. В результате значительные территории Ближнего Востока были превращены в каменные и песчаные пустыни.

Нерациональное ведение хозяйства приводило к гибели всего живого на огромных территориях, засолению почв, уничтожению подвижными песками.

История развития общества свидетельствует, что технический прогресс приводит к увеличению интенсивности вредного воздействия на окружающую среду. При этом с переходом на более высокий уровень развития общества всегда создавались предпосылки для возникновения более тяжелых экологических кризисов.

Развитие цивилизации уменьшает зависимость людей от стихийных сил природы. Но, воздействуя на природу, общество создало новую вторичную окружающую среду – техносферу.

В связи с глобальным загрязнением природной среды возникает ещё одна важная проблема – адаптация живых организмов к новым условиям. Эволюция живых организмов и человека – процесс медленный. Скорость его значительно ниже скорости изменений качества природной среды, которое происходит в результате антропогенной деятельности. Поэтому большинство живых организмов не могут быстро приспособиться к новым условиям, в результате возникает угроза их гибели. При этом, чем сложнее организм, тем больший промежуток времени требуется для его адаптации.

Таким образом, два взаимосвязанных процесса – с одной стороны, все большее истощение природных ресурсов, а с другой – загрязнение природной среды отходами производства – приводят к

нарушению естественного экологического развития и возникновению угрозы глобального экологического кризиса.

1.2 Окружающая среда, биосфера, человек.

Понятие «окружающая среда» охватывает широкий круг элементов, связанных с условиями существования человека. Они распределяются по трем группам объектов: объекты естественной (живой) среды (флора, фауна); объекты неживой среды (морские и пресноводные бассейны - гидросфера), воздушный бассейн (атмосфера), почва (литосфера), околоземное космическое пространство; объекты «искусственной» среды, созданной человеком в процессе его взаимодействия с природой. В совокупности все это составляет систему окружающей среды, которая в зависимости от территориальной сферы может быть подразделена на глобальную, региональную и национальную.

Окружающая среда включает в себя две оболочки (рис.1.1):

1. Неживую.
2. Живую.

Под неживой оболочкой подразумевают — Воздушный бассейн. Гидросфера. Литосфера.

Под живой оболочкой подразумевают — Человек. Биосфера.

Между неживыми природными оболочками имеет место постоянный обмен массой и энергией вещества. Между неживыми и живыми оболочками действует равновесный обмен массой и энергией. Классическим примером такового взаимодействия между живой и неживой оболочками следует отнести природный кругооборот основных химических элементов. Такое

взаимодействие гармонично и не наносит ущерба окружающей среде, а напротив, является движущей силой жизнедеятельности и развития окружающей природной среды.

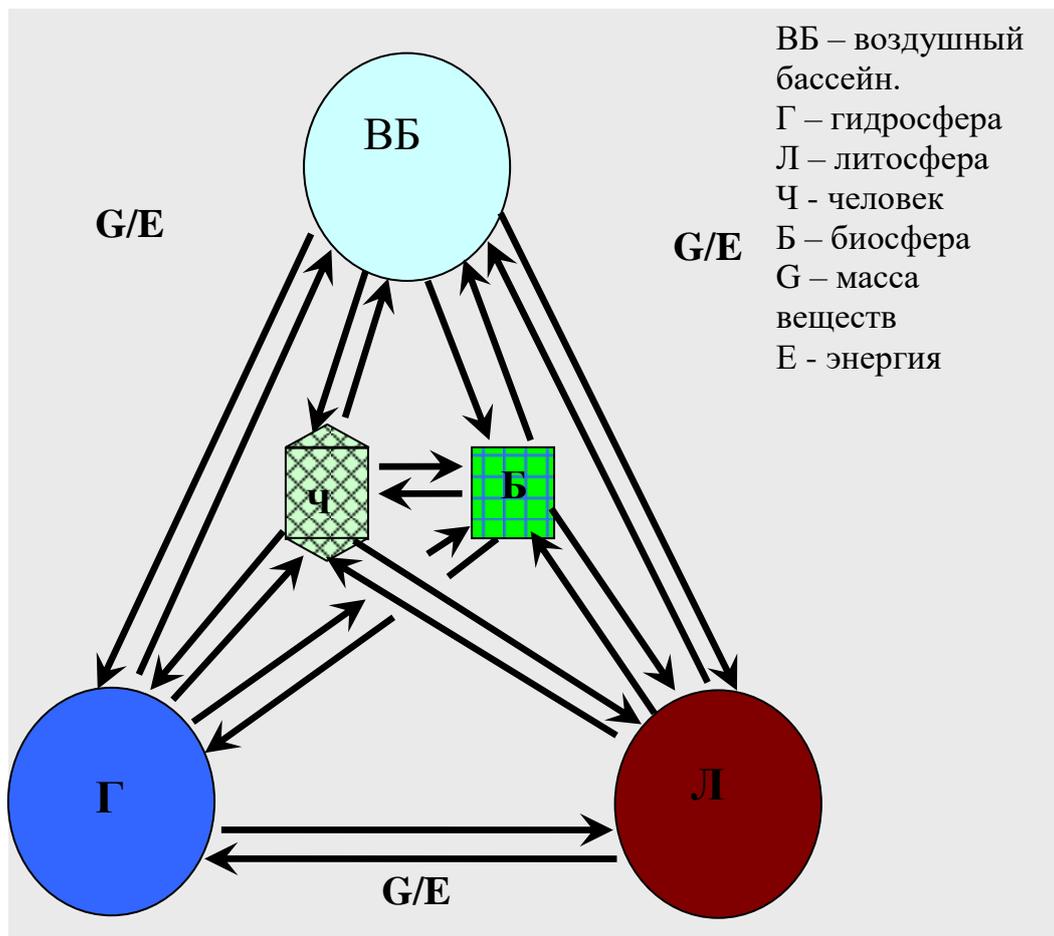


Рисунок 1.1 — Природная окружающая среда.

1.3 Техногенные системы и их взаимодействие с окружающей природной средой.

В XIX веке человеком начала создаваться новая оболочка – техносфера, объединяющая в себе технические системы, такие как [5]:

- 1) промышленность;

- 2) транспорт;
- 3) сельское хозяйство;
- 4) урбанизация территорий;
- 5) военно-промышленный комплекс.

Промышленность – один из видов техногенных систем – является наиболее важным элементом экономического развития. На неё приходится основная доля потребления энерго-материальных ресурсов невозобновимого характера. Промышленной деятельностью обусловлено истощение природно-ресурсного потенциала, загрязнение и деградация окружающей среды, накопление опасных токсичных отходов. Деградация окружающей среды в результате действия техногенных систем стала приобретать планетарный характер, в природе наблюдаются глобальные изменения.

Одновременно с промышленной продукцией образуются материальные и энергетические отходы.

Для оценки эффективности техногенных систем вводится понятие коэффициента полезного действия (КПД), который описывается уравнением:

$$\eta = G_{цп} / G_{цп+0} \cdot 100\%, \quad (1.1)$$

где $G_{цп}$ – масса природно-ресурсного потенциала, превращенного в целевую продукцию, усл.т/т;

$G_{цп+0}$ – масса природно-ресурсного потенциала, превращенного в целевую продукцию и отходы, усл.т/т.

По оценкам экспертов, только 15% исходного природно-ресурсного материала преобразуется в целевую продукцию, а основная доля – 85% в материальные и энергетические отходы, то есть КПД лучших техногенных систем достигает лишь 15%. При этом наносится существенный социально-экологический и экономический ущерб, а также интенсивно расходуется природно-ресурсный материал, что приводит к его истощению и исчерпыванию (нефть, углеводородный газ, уголь). Снижение ущерба окружающей среде и биосфере может быть достигнуто как за счёт малоотходных, ресурсосберегающих и безотходных технологий, так и за счёт разработки эффективных способов очистки, нейтрализации и рециклизации отходов.

На рисунке 1.2 представлена классическая схема взаимодействия техногенных систем с окружающей средой. Техногенные системы созданы человеком с целью получения материальных благ, комфорта и услуг.

На рисунке 1.3 приведена интерпретация малоотходных, ресурсосберегающих и безотходных технологий. Из рисунка 1.3 следует, что КПД малоотходных технологий увеличивается против современных технологий до 45 %, а ресурсосберегающих технологий – до 72 %.

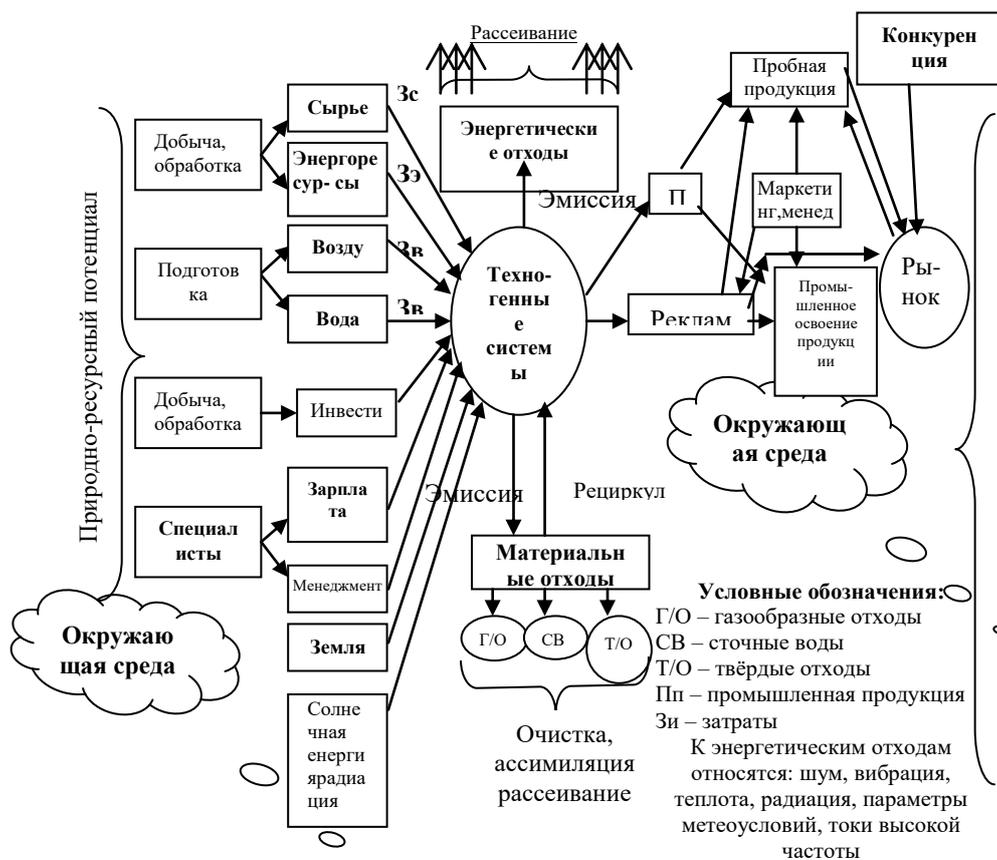
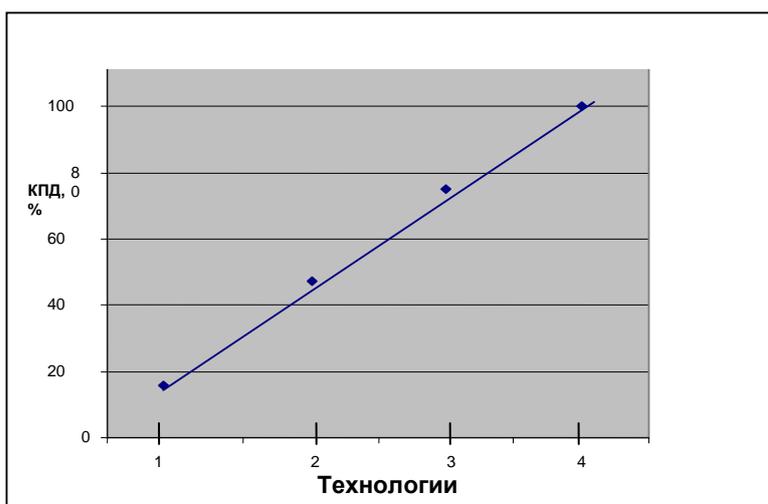


Рисунок 1.2 – Взаимодействие техногенных систем с окружающей средой



Условные обозначения:
 1 – современные технологии;
 2 – малоотходные технологии;
 3 – ресурсосберегающие технологии;
 4 – безотходные технологии.

Рисунок 1.3 – Изменение КПД техногенных систем в зависимости от их вида.

В случае реализации малоотходных и ресурсосберегающих технологий доля отходов техногенных систем, соответственно, уменьшается до 55 % и 28 %, что обеспечивает сокращение расхода природно-ресурсного потенциала невозобновимого характера и позволяет снизить образование материальных и энергетических отходов.

Таким образом, характер взаимодействия человека с окружающей природной средой носит потребительский, разрушительный характер. Антропогенная деятельность связана с такими катастрофическими последствиями, как:

- трагедия Аральского моря, залива Кара-Богаз-Гол;
- отравление самого крупного в мире источника пресной воды – озера Байкал;
- радиоактивное отравление;
- отравление бассейнов Черного и Азовского морей;
- сероводородное ядро в бассейне Черного моря на 50 м приблизилось к морской поверхности.

1.4 Состояние качества морской среды. Влияние судна на морскую, окружающую среду.

Большая часть поверхности Земли покрыта водами Мирового океана.

Мировой океан - это целостная система, которая влияет непосредственным образом на климат планеты, растительный и

животный мир, на процессы жизнедеятельности человека. Но и человек, в свою очередь, активно влияет на экологическое состояние морской среды.

Таким образом, к числу негативных последствий развивающегося технического прогресса мы должны отнести неблагоприятные последствия в экосистеме Мирового океана.

Повышенный интерес международного сообщества и представителей бизнеса к освоению морских пространств, как потенциальному источнику нефти и газа на долгие десятилетия вперед, заставляет задуматься о перспективах охраны природной среды под воздействием таких видов деятельности как рыболовство, разведка, добыча и перевозка углеводородного сырья, интенсивное судоходство.

Морские побережья (материковые и островные) являются критическими участками биосферы, где происходит стык морских, наземных и пресноводных экосистем. На этом стыке наблюдается высокий уровень биоразнообразия и биопродуктивности.

Однако, такие участки наиболее сильно подвержены и воздействию геодинамических процессов, что делает их чрезвычайно уязвимыми для любых форм антропогенного воздействия.

Экологическое давление на бассейн Мирового океана оказывается через интенсификацию судоходства, использование морей и океанов для захоронения промышленных отходов и побочных продуктов иных видов жизнедеятельности человека,

милитаризация и нуклеаризация Мирового океана, загрязнение морской среды речными стоками привели к появлению острых проблем, связанных прежде всего с загрязнением Мирового океана.

Эти проблемы носят ярко выраженный глобальный или региональный характер.

Основными источниками загрязнения атмосферы с судов являются [6, 7]:

- озоноразрушающие и токсичные вещества, применяемые в рефрижераторах;
- газовые выбросы отработанных газов главных и вспомогательных судовых двигателей;
- компоненты “парниковых” газов при выбросе отработанных газов СЭУ;
- сжигание мусора и отходов в инсинераторах;
- пары углеводородов, токсичных соединений попадающие в атмосферу при загрузке-выгрузке нефтяных танкеров и танкеров химо-газовозов;
- пыль, аэрозоль, пары при загрузке-выгрузке, транспортировки грузов на судах.

Непосредственно с судна сбрасываются в воду балластные воды, вода, используемая для мойки грузовых танкеров, очищенные подсланевые воды, содержащие в своем составе нефтепродукты.

Нефтяная пленка задерживает на 35–40% ультрафиолетовое излучение и тем самым снижает интенсивность фотосинтеза и

образование биомассы в океане. Она же затрудняет обмен кислородом между гидросферой и атмосферой. Нефтяная пленка снижает испаряемость воды и, следовательно, уменьшает количество водяных паров в атмосфере, что в свою очередь повышает вероятность засух и других неблагоприятных явлений.

Антропогенный шум, вибрация и электромагнитные воздействия являются энергетическими загрязнителями окружающей среды. Механические вибрации возникают практически во всех механизмах с разными амплитудами и частотами, поэтому они могут быть моно-, би- и полигармонические, случайные с широким диапазоном частот. Вибрация резко влияет на иммунную, сердечно-сосудистую системы, состав крови человека и развитие профзаболевания – вибробольность.

Вибрации, возникающие на судне, подразделяются на общую вибрацию корпуса судна и местные вибрации. Основными источниками местной вибрации являются: гребной винт (механическая и гидродинамическая неуравновешенность, валопровод, главные и вспомогательные силовые установки (дизель, механизмы, компрессоры, насосы, электрические двигатели), волнения моря (при волнении 3 балла периодические силы увеличивались на 30%, при сильном волнении – в 3-5 раз) и мелководье, процесс обтекания потоком воды выступающих частей (возникают вибрации в результате срыва вихрей) и руль.

Интенсивность шума за последние 300 лет в развитых странах удваивалась каждые 5-10 лет, т.е. росла быстрее, чем увеличивалось потребление энергии. Интенсивный шум отрицательно влияет на производительность труда, самочувствие и здоровье человека, а также на животных и даже на растения.

Основными источниками внешнего шума являются транспорт, строительные и производственные процессы. Шум зависит от типа двигателя, скорости движения, режима работы, технического состояния средства и ряда других факторов и его интенсивность может существенно колебаться.

Крупные морские и речные суда во время движения не создают значительного внешнего шума. Источниками внешнего шума на судах являются выпускные тракты, винты, шум воды, обтекающий корпус, а также вспомогательные машины, установленные на открытых палубах и работающие преимущественно в портах при загрузке и разгрузке или при техническом обслуживании и ремонте судов.

Все транспортные средства имеют сигнальные сирены, гудки или свистки, издающие звуки значительной интенсивности. Наиболее мощные сигнальные системы установлены на морских и крупных речных судах, которыми они пользуются в основном при движении в тумане и в других опасных ситуациях, хотя из-за низкого тона звуки от таких сирен воспринимаются с меньшим раздражением, чем от резких гудков локомотивов.

На транспортных средствах генерируются, кроме внешних шумов, внутренние шумы, воздействующие на пассажиров и обслуживающий персонал (механиков судов и др.). В машинных отделениях судов, где работают главные двигатели (обычно дизели) шум достигает 80-100 дБА, а в непосредственной близости от двигателей и выше.

В настоящее время все чаще говорят о новом виде загрязнения планеты – тепловом. Источниками «подогрева» окружающей среды из-за несовершенства методов преобразования энергии служат тепловые потери в различных двигателях и установках.

Таким образом, водный транспорт загрязняет биосферу: химически – отработавшие газы дизелей в атмосферу и гидросферу; физически – мусор, сточные воды, зола., пыль, сажа и др.; энергетически-- шум, вибрация и тепловое загрязнение .

В процессе эксплуатации судов образуются отходы, которые можно разделить на две группы:

- 1) отходы, образующиеся вследствие неполноты выгрузки судов, обработки водой палуб, трюмов и танков;
- 2) отходы, образующиеся в результате жизнедеятельности экипажа и пассажиров (хозяйственно-бытовые, фекальные стоки и бытовой мусор), а также в результате эксплуатации судовых механизмов (подсланевые, нефтесодержащие воды, отработанные газы СЭУ, шум, вибрация, ЭМП, твердые отходы).

Весьма часты случаи аварийных разливов нефтепродуктов при бункеровке судов, различных аварийных ситуациях, военно-промышленных конфликтов, форс-мажорных явлениях.

Нефтесодержащие воды (ляляльные воды) – образуются вследствие течи трубопроводов, арматуры, насосов, через обшивку корпуса и донную арматуру, при ремонте механизмов, топливной и масляной аппаратуры. Нефтесодержащие воды образуются и вследствие попадания под слани воды, использованной при промывке деталей, механизмов, пропарке топливных и масляных цистерн, а также в результате аварийных протечек, конденсации паров воды на внутренней поверхности корпуса судов [5].

Применяют как судовую, так и внесудовую очистку НВ от нефтепродуктов. Передача НВ на плавучие очистные станции осуществляется с помощью судна-сборщика или самим сдающим судном. Плавучие очистные станции обеспечивают очистку НВ до $5\div 15$ мг/л нефтепродуктов. Нефтепродукты в НВ находятся в грубодисперсном состоянии (диаметр капель от 0,01 мм до более крупных размеров) и тонкодисперсном состоянии (диаметр капель нефтепродуктов менее 1 мкм). Это состояние нефтепродуктов в воде называют эмульсией. Частицы, составляющие эмульсию, находятся в воде во взвешенном состоянии и плохо всплывают на поверхность. Эмульсии образуются в процессе обработки водой или паром механизмов и емкостей, при сильно турбулентном движении жидкой фазы в трубопроводах. Стабилизаторами эмульсии служат поверхностно-активные вещества (ПАВ),

механические примеси, находящиеся в подсланевых водах. Содержащиеся в морской воде ионы металлов и солей также могут способствовать образованию эмульсии.

Сточные воды. При использовании воды для производственных, питьевых и хозяйственных нужд на судне образуются сточные воды. До недавнего времени считалось, что сброс сточных вод в водоемы без предварительной их очистки не наносит ущерба, за счет разбавления сточных вод, а также способности водоемов к самоочищению. Особенно неблагоприятное положение наблюдается в местах скопления судов в портах. Поэтому сточные воды, образующиеся на судах, накапливают в специально предназначенных сборниках и далее откачивают их на плавучие очистные станции для очистки и обезвреживания. Объемы среднесуточных накоплений сточных вод можно определить по: грузовому флоту 200-250 л/чел., по пассажирскому флоту 250-300 л/чел.

В настоящее время приняты следующие контрольные показатели, по которым можно прямо или косвенно судить о степени загрязнения сточных вод [13]:

БПК₅ – биохимическое потребление кислорода в течение 5 суток. Определяется количеством кислорода, необходимого для биохимического разложения органических загрязнений, содержащихся в 1 л сточной воды, в течение 5 суток при температуре 20°C без доступа света и воздуха, измеряется в мг/л.

ВВ – количество взвешенных веществ, содержащихся в 1 л сточной воды; определяется в мг/л, путем фильтрации сточной воды и взвешивания задержанных фильтром загрязнений. Повышенное содержание ВВ в сбрасываемых сточных водах приводит к помутнению воды, что нарушает «пищевую цепочку» водоема.

Коли-индекс – количество бактерий группы «коли» (кишечная палочка), содержащихся в сточной воде, измеряется в штуках на 100 мл.

pH – водородный показатель, характеризующий количество ионов водорода в растворе.

прозрачность – позволяет косвенным путем оценивать степень загрязненности сточных вод.

Предельно-допустимый сброс (ПДС) веществ в водный объект – масса вещества в сточных водах, максимально-допустимая к отведению в данном пункте в единицу времени с целью обеспечения норм качества воды в контрольном пункте. Предельно-допустимый сброс определяется выражением [5,13]:

$$ПДС = C_i \cdot V, \text{ мг/час} \quad (1.2)$$

где C_i – концентрация вредного компонента в сточных водах, мг/л;

V – объем образующихся сточных вод на судне, л/час.

Для каждой техногенной системы устанавливается норматив ПДС, выше которого взимается штраф.

Твердые отходы – делятся на бытовые и эксплуатационные.

Бытовой – образуется в результате жизнедеятельности экипажа и пассажиров. К бытовым отходам относятся – бумага, тряпки, упаковочные материалы, пищевые отходы. Бытовые твердые отходы обычно накапливают в специальных контейнерах, установленных на корме судна. Причем для пищевых отходов предназначены отдельные бачки и их не смешивают с бытовым мусором.

Эксплуатационные твердые отходы образуются в процессе обслуживания судовых механизмов. Основную массу этих отходов составляет промасленная ветошь, которую хранят в специальных металлических ящиках, установленных в машинных отделениях судов.

Кроме того на судах накапливаются и жидкие отходы, которые можно разделить на две группы:

1) шлам от установок для очистки сточных вод, а также прошедшие камбузную дробилку пищевые отходы, накапливаемые в специальной судовой цистерне;

2) шлам от сепараторов топлива и масла, представляющий собой обводненные нефтепродукты с содержанием воды 40–60 %.

Существует классификация мусора по степени его взаимодействия с водой:

- плавающий – приводит к загрязнению поверхности воды и береговой полосы;
- тонущий – загрязняет дно водоема, особый вред наносит местам нерестилищ рыб;

- растворяющийся – поглощает для своего окисления кислород из воды водоема, изменяет её окраску, вкус.

Бытовые твердые отходы составляют большую часть скапливающегося бытового мусора. Основные проблемы – неоднородность состава бытового мусора, значительные колебания его объемов.

Объем эксплуатационных твердых отходов зависит, в первую очередь, от мощности судовой энергетической установки и от состояния механизмов.

На судах морского флота количество скапливающейся промасленной ветоши находится обычно в пределах 3–5 кг/сутки.

Среднесуточная норма накопления жидких отходов – шлама, образующихся при обработке сточных вод в специальных судовых установках, находится в пределах 1–2% объема переработанных сточных вод. Исходя из этого накопление жидких отходов – шлама за сутки составляет 0,5–4 л/чел.

Количество накапливаемого нефтяного шлама составляет 1 % от объема прошедших сепарацию топлива и масла от суточного расхода.

Для большинства дизелей на оптимальных эксплуатационных режимах расход топлива составляет 200–230 г/квт, масла 1,7–2,7 г/квт.

Ежесуточно на грузовом судне скапливается около 20 кг всех видов отходов (без учета шлама сточных вод), а на пассажирском –

около 400 кг. Для пассажирских судов основную долю составляют бытовые отходы .

Если судно не укомплектовано очистными сооружениями, то на его борту устанавливают специальные емкости для сбора и хранения отдельно нефтесодержащих (ляльных) и сточных вод.

Помимо материальных отходов с судов выделяются энергетические отходы.

Повышение температуры гидросферы повышает скорость химических и биохимических реакций, что способствует эффективности очистки сточных вод. С другой стороны, с повышением температуры уменьшается растворимость и, следовательно, концентрация кислорода в воде, без которого невозможно самоочищение, сущность которого сводится к окислению органических веществ кислородом в процессе жизнедеятельности аэробных бактерий.

При сбросе же охлажденной воды силовой установки (СЭУ) судна, даже при условии, если вода не загрязнена, имеется ограничение по температуре.

К настоящему времени сложился и продолжает развиваться комплексный международно-правовой механизм защиты и сохранения морской среды, включающий регулирование как по горизонтали (в зависимости от источника загрязнения), так и по вертикали (универсальное и региональное). Важное место в деле защиты и сохранения морской среды принадлежит региональным соглашениям, которые позволяют

более последовательно увязывать природоохранные меры со специфическими особенностями того или иного региона.

На сегодняшний день сложились три *модели регионального правового регулирования* охраны морской среды.

Первая модель была разработана западноевропейскими государствами в отношении региона Северное море — Северная Атлантика и основывалась на предметном подходе.

Вторая модель была избрана государствами, заключившими в 1974 г. Хельсинкскую конвенцию по защите морской района Балтийского моря.

Третья модель явилась результатом реализации Программы защиты региональных морей, принятой ЮНЕП в 1974 г.

1.5 Глобальные экологические проблемы современности.

В результате потребительского характера взаимодействия человека, созданных им техногенных систем с окружающей средой возникают экологические проблемы современного общества.

Техносфера непредсказуема, законы ее действия трудно предсказать, а их последствия носят разрушительный характер для природной окружающей среды, биосферы и человека.

При разработке социально-экономических, технических, экологических и гуманитарных программ необходимо учитывать следующие глобальные проблемы экологии [5]:

1. Проблема недостатка кислорода на Планете;
2. Разрушение озонового слоя Планеты;
3. Создание условий «парникового» эффекта ;

4. Загрязнение окружающей среды химическими, биологическими, радиоактивными соединениями, тяжелыми металлами;

5. Интенсивное истощение невозобновимых источников энергии, что приведет к энергетическому кризису и военно-политическим конфликтам;

6. Сокращение площадей лесных массивов, плодородных земель;

7. «Кислотные дожди» (рис. 1.4);

8. Снижение уровня иммунной системы человека, возникновение новых заболеваний, против которых еще не найдены рациональные пути их локализации, лечения;

9. Проблема запасов природной пресной питьевой воды;

10. Ограниченные ресурсы животного и растительного мира;

11. Демографический взрыв населения планеты .

Для выхода из создавшегося опасного для существования человечества положения на международной конференции ООН по окружающей среде и развитию (Рио-Де-Жанейро, 1992) была предложена модель устойчивого развития общества.

До недавнего времени считалось, что достаточно придумать эффективный способ очистки, нейтрализации токсичных компонентов в отработанных газах и сточных водах, сжечь или захоронить твердые промышленные и бытовые отходы, и проблема решена. Такая идеология получила название «end of pipe» («действия на конце трубы»), то есть попытка решить проблему

уже после того, как отходы образовались. Однако опыт промышленно-развитых стран показал, что поступать таким образом – значит перемещать загрязнитель из одной среды в другую или вообще перекладывать решение вопроса на плечи будущих поколений. Стало абсолютно очевидным, что для того чтобы сохранить окружающую среду, биосферу, отходы не надо производить.

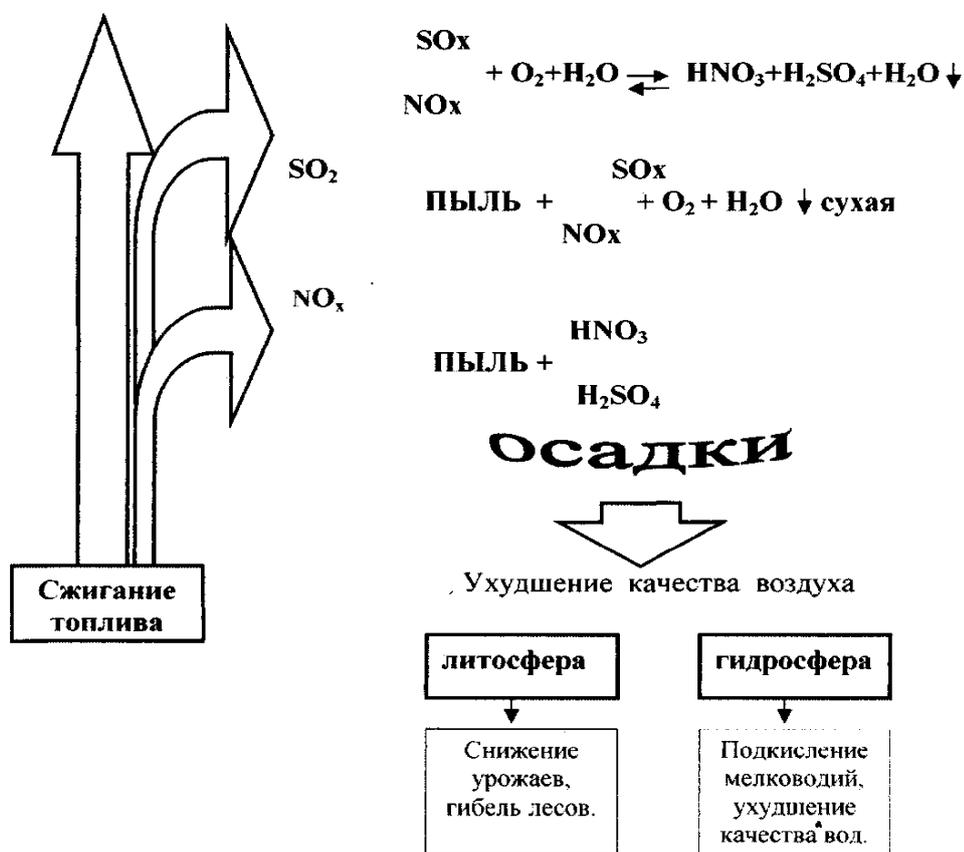


Рисунок 1.4– Схема образования «кислотных» осадков

Основные способы снижения образования «кислотных» дождей приведены ниже [5,7]:

- 1) применение обессеренного топлива;
- 2) снижение температуры сгорания топлива;

- 3) ингибирование процесса образования оксидов азота;
- 4) использование процесса двухстадийного сжигания топлива;
- 5) адсорбционно-каталитическая очистка отработанных газов от токсикантов;
- 6) переход на альтернативные источники энергии;
- 7) очистка отработанного газа от серосоединений методом Claus с одновременным производством серной кислоты, элементарной серы.

В последнее время в промышленно-развитых странах предложена оригинальная концепция трёх «Р» – «Prevention-Pollution-Point» (Предотвращение-Загрязнение-Точка), то есть снижение или ликвидация отходов в точке (узле), где они образуются. Смысл подхода 3Р заключается в системном рассмотрении всего производственного цикла с переносом центра тяжести «борьбы» с газообразными, жидкими и твердыми отходами в места их образования в производственном процессе вплоть до перехода на новые технологии, снижающие или устраняющие образование материальных и энергетических отходов. За 15-летний период экологизации в США в рамках подхода 3Р химическая компания «Chemical Systems» (CS) сократила годовые выбросы загрязнителей в атмосферу на 120 тыс. т. в год, а сбросы токсичных шламов – на 17 тыс. т. в год.

Действительно, первые большие объемы инвестиций в экологический проект не каждой фирме «по карману». При капиталовложениях один млрд. долларов США, срок окупаемости

проекта составил три года. Экономический вектор – снижение затрат на компенсацию ущерба окружающей среде.

В результате инновационного подхода компания «CS» сэкономила более одного млрд. долларов и тем самым доказала, что предотвращение загрязнения окружающей среды действительно окупается.

Химическая компания «Monsanto» (США) сократила выбросы в атмосферу на 80 %. Однако, подход ЗР по возможностям исполнения доступен лишь наиболее продвинутым компаниям, поскольку требуются крупные инвестиции.

Идеальным решением современных эколого-экономических проблем могли бы стать безотходные технологии, КПД которых -- 100 %. Суть безотходных технологий – это концепция трёх Р, а также комплексная переработка полученных отходов, когда отходы первого производства перерабатываются во втором, отходы второго в третьем. Но создать такую уникальную технологию в данное время невозможно из-за недостатка фундаментальных и прикладных знаний. Природа давно решила эту проблему, взять, к примеру, хотя бы круговорот основных химических элементов, взаимодействие продуцентов, консументов и редуцентов, фотосинтез.

При разработке вариантов технического, экономического и социального развития страны, системы образования в XXI веке необходимо учитывать главные особенности предстоящего столетия, которые можно сгруппировать:

- начало глобального энергетического кризиса и активный поиск учеными новых и расширение масштабов использования возобновляемых источников энергии и поиска альтернативных;
- угрожающе быстрое развитие глобального экологического кризиса во всех и особенно в индустриально-развитых странах, обострение проблемы водных ресурсов и особенно питьевой воды;
- сокращение всех ресурсов биосферы, металлических руд, традиционных видов продовольствия, чистого воздуха и воды;
- увеличение минимум в два раза численности населения на Земном шаре, перенаселение ранее освоенных территорий, нехватка продовольствия;
- продолжающийся более остро кризис идеологии непрерывного роста производства и потребления;
- геополитические изменения – центр «мира» переместится из США в Европу;
- понижение под влиянием неблагоприятных факторов окружающей среды общего уровня иммунитета людей, здоровья человека;
- глобальное изменение климата, естественный передел природно-климатических зон, усиление действия стрессовых факторов среды на человека и биоресурсы и, как следствие, расход больших энергетических и материально-технических ресурсов на преодоление отрицательных последствий этих изменений;

- создание и глобальное применение единых систем управления энергоснабжением, связью, транспортом и информационным изменением, надежных методов диагностики, медицинского и морально-психологического состояния людей, коллективов и общества в целом;

- развитие и совершенствование искусственного интеллекта, широкое применение во всех системах производства и жизнеобеспечения людей.

1.6 Задачи дисциплины «Экология и охрана окружающей среды»

Региональная экообразовательная компонента должна включать [10-12]:

- формирование умения понимать, анализировать и действовать в различных экологических системах;

- индивидуальная информированность и на этой основе способность принимать уверенные компетентные решения.

- Целью изучения дисциплины **«Экология и охрана окружающей среды»** являются [1-3] :

- 1 - формирование умения понимать, анализировать и действовать в различных экологических системах;

- 2 – индивидуальная информированность и на этой основе способность принимать уверенные и эффективные решения .

Цель курса:

1. Изучение фундаментальных законов эволюции Вселенной. Понимание жизни как неизбежного следствия глобального эволюционного процесса.

2. Понимание Вселенной (природы) как единого развивающегося организма с тесной взаимообусловленностью составляющих его подсистем и процессов.

3. Изучение вопросов теории глобального эволюционного процесса как в целом, так и в частных аспектах, касающихся самоорганизации материи и эволюции жизни на Земле.

4. Изучение основных законов организации биосистем разного уровня от вирусов до биосферы.

5. Анализ роли человека в жизни планеты и во Вселенной в целом и проблем взаимоотношений человека с окружающей средой, а также путей гармонизации деятельности человека.

6. Понимание причин и возможных последствий экологической катастрофы.

7. Знакомство с вопросами международного сотрудничества в области защиты окружающей среды .

Задачи дисциплины Экология и охрана окружающей среды» - изучить [10-12]:

❖ основные источники загрязнения атмосферного воздуха, водного бассейна и литосферы;

❖ пути совершенствования технологических процессов, оборудования, аппаратов и машин, снижающие отрицательные влияния на окружающую природную среду;

- ❖ технологию и оборудование очистки, утилизации промышленных отходов;

- ❖ принципы предотвращения загрязнения окружающей среды от объектов водного транспорта и судов.

- ❖ круговорот химических веществ в природе;

- ❖ этапы развития жизни на Земле;

- ❖ законы и категории экологии;

- ❖ концепцию устойчивого развития общества

- ❖ анализ роли человека в жизни планеты и во Вселенной в целом и проблем взаимоотношений человека с окружающей средой, а также путей гармонизации деятельности человека.

- ❖ понимание причин и возможных последствий экологической катастрофы.

- ❖ знакомство с вопросами международного сотрудничества в области защиты окружающей среды .

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое экология? Понятие, определение.

2. Что такое популяция, сообщества и биосфера?

3. Понятие об окружающей природной среде. Характеристика, анализ.

4. Влияние техногенных систем на загрязнение морской среды.

5. Охарактеризовать взаимодействие техногенных систем с окружающей природной средой.

6. Характеристика глобальных проблем экологии. Пути решения проблемы.

7. В чем проявляется «парниковый» эффект и каково его влияние на окружающую среду?

8. Источники образования «кислотных» дождей при эксплуатации судов. Мероприятия по снижению интенсивности образования «кислотных» дождей.

9. Характеристика энергетических ресурсов Планеты. Запасы. Использование.

10. Характеристика малоотходных, ресурсосберегающих технологий с позиций экономики и охраны окружающей среды.

11. Характеристика стадий развития общества. Влияние на окружающую среду, биосферу.

Раздел 2 Нормативно-правовое и законодательное обеспечение экологической безопасности судоходства.

План

2.1 Морское право.

2.2 Предотвращение загрязнения морской среды.

2.3 Обязательные документы на судне, подтверждающие его экологическую безопасность

2.4 Организационные меры по предупреждению загрязнения морской среды при эксплуатации судна

2.5 Судовой план управления мусором и Журнал операций с мусором

Вопросы для самоконтроля.

Рекомендуемая литература: [1-3, 6, 7, 9]

2.1 Морское право.

В Международном Экологическом Праве сложились основные принципы, которые можно сформулировать следующим образом:

- всеобщий принцип защиты окружающей среды;
- принцип ненанесения вреда природе другого государства действиями, совершаемыми на собственной территории;
- принцип ответственности за нанесение вреда природе другого государства.

Все эти принципы четко сформулированы в «Конвенции ООН по морскому праву» 1982 г. [9].

«Конвенция ООН по морскому праву» 1982 г. является всеобъемлющим международным договором по морскому праву, определяет основополагающие правовые нормы, регламенти-

рующие режим Мирового океана и регулирующие основные виды деятельности по его использованию, изучению и освоению в современных условиях развития общества. В этой Конвенции дано основополагающее определение экологической опасности загрязнения морской среды: «Под загрязнением морской среды понимается привнесение человеком, прямо и косвенно, веществ или энергии в морскую среду, которые приводят или могут привести к таким пагубным последствиям, как вред живым ресурсам и жизни в море, опасность для здоровья человека, создание помех для деятельности на море, снижения качества используемой воды и ухудшения условий отдыха» (Конвенция ООН по морскому праву 1982 года, пункт 4, ст. 1).

Специальная часть Конвенции посвящена защите морской среды от всех возможных форм загрязнения, возникающих в результате человеческой деятельности. Наибольшее внимание уделено регулированию вопросов по предотвращению загрязнения моря с судов. Основная ответственность за соблюдением судами общепризнанных международных норм и стандартов, содержащихся в специальных Конвенциях, принятых под эгидой Международной Морской Организации или иным образом, возложена на государство флага судна. В этих целях государство должно обеспечивать, чтобы суда под его флагом отвечали применимым к ним международным нормам и стандартам, установленным главным образом ММО. В случае нарушения судном каких-либо международных правил государство флага независимо от места совершения нарушения обязано без-

отлагательно его расследовать и в соответствующих случаях начать в отношении виновных преследование, включая уголовное.

Существенным новшеством, закреплённым в Конвенции, является концепция юрисдикции государства порта. Это право, которое предоставляется любому государству, в порт которого зашло иностранное судно, провести расследование предполагаемого нарушения международных норм и стандартов, совершенного за пределами территориальной юрисдикции такого государства (т.е., в открытом море). А при наличии достаточных доказательств – начать преследование для наказания виновных в соответствии со своим законодательством (Конвенция ООН по морскому праву 1982 г., ст. 218).

В одном правовом документе – Конвенции ООН по морскому праву (1982 г.) невозможно дать правовые нормы по регулированию всех аспектов экологической безопасности при использовании морского транспорта. В тексте данной Конвенции отражены лишь основополагающие правовые нормы, а их детализация и конкретная применимость отражена в ряде других специализированных международных правовых документах.

2.2 Предотвращение загрязнения морской среды.

Впервые специализированная Международная конвенция по Охране Морской Среды была принята на конференции в Лондоне, организованной ООН в 1954 году. Данная Конвенция, получившая название «Международная конвенция по предотвращению загрязнения моря нефтью» (OILPOL – 54), вступила в силу в 1958 году. Главное содержание этой Конвенции заключалось в

установлении запретных зон для любого сброса нефти и нефтесодержащих вод в 50-мильной зоне от ближайшего берега. С 1958 года начала действовать, созданная по инициативе ООН, Международная Морская Организация, которая до 1982 года называлась Межправительственной Морской Консультативной Организацией – ИМКО. На неё и была возложена роль главного координатора и разработчика международных правовых документов по предотвращению загрязнения моря с судов. В составе ММО постоянно действует Комитет по защите Морской Среды – КЗМС, на который и возложена основная координационная работа Международной Морской Организации по защите морской среды от загрязнений.

Конвенция OILPOL – 54 с поправками 1969 и 1971 годов устанавливала основные требования по предотвращению загрязнения моря нефтью, но оставались нерегламентированными другие возможные случаи загрязнения моря иными вредными веществами [7, 9]. Дальнейшее развитие международных норм по экологической безопасности при эксплуатации морского транспорта осуществлялось под руководством и непосредственным участием ММО, ставшей главным координирующим международным органом в вопросах безопасности мореплавания.

В настоящее время главным международным соглашением, определяющим предотвращение загрязнения окружающей среды судами, является Международная конвенция по предотвращению загрязнения моря с судов от 1973 г., изменённая и дополненная в

соответствии с Протоколом от 1978 г., официально именуемая **МАРПОЛ-73**, вступившая в действие 2 октября 1983 года [7].

В этой конвенции предусмотрены меры по сокращению и предотвращению загрязнения окружающей среды вредными веществами, которые перевозятся на судах или образуются в процессе их эксплуатации. Текст конвенции содержит инструкции, направленные на предотвращение и уменьшение загрязнения морской среды с судов, изложенный в виде шести приложений к основному тексту конвенции:

Приложение I. Правила предотвращения загрязнения нефтью. (Введено в действие с 02.10.83 г.)

Приложение II. Правила предотвращения загрязнения вредными жидкими веществами, перевозимыми наливом. (Введено в действие с 02.10.83 г.)

Приложение III. Правила предотвращения загрязнения вредными веществами, перевозимыми морем в упаковке. (Введено в действие с 28.02.94 г.)

Приложение IV. Правила предотвращения загрязнения сточными водами с судов. (Введено в действие с 27.09.03 г. по отношению к новым судам, а ко всем судам с 27.09.09 г.)

Приложение V. Правила предотвращения загрязнения мусором с судов. (Введено в действие 31.12.88 г.). Пересмотренная редакция Приложения V вступила в силу 01.01.2013 г.

Приложение VI. Правила предотвращения загрязнения атмосферы с судов. (Введено в действие с 19.05.05 г.).

К международным документам по экологической безопасности на водном транспорте может быть отнесён и **Международный кодекс морской перевозки опасных грузов – МК МПОГ**. По своей сути этот документ представляет доработанные положения Приложения 3 Конвенции МАРПОЛ-73/78. Отдельным документом МК МПОГ был принят в 1985 году, последние изменения в нем произошли в 1994 году. МК МПОГ закладывает основные принципы классификации и нормативные требования при перевозке вредных веществ.

Нарушение экологического баланса в отдельных районах мирового океана может быть нарушено не только результатами каких-либо техногенных загрязнений, но и привнесением в акваторию судами растительных и животных организмов, не характерных для органического мира данного региона. Это происходит с переносом большого количества балластных вод, которые принимаются в одном районе, а откатываются в другом.

В 1992 году Конференция ООН по окружающей среде признала данную проблему как серьёзную международную проблему и ММО в 1997 году издала циркуляр двух своих комитетов: Комитета по безопасности на море и Комитета по защите морской среды – «Руководство по аспектам безопасности, относящимся к замене водного балласта в море». Циркулярное письмо не является обязательным к исполнению, оно носит скорее информационный характер. Поэтому, в том же 1997 году, была принята **Резолюция ММО А.868(20) «Руководство по контролю и управлению балластными операциями на судах в целях сведения к**

минимуму переноса вредных водных организмов и патогенов», а в 2004 году ММО приняла текст **«Международной Конвенции о контроле водного балласта и осадков судов и управления ими».** Конвенция обязывает все коммерческие суда валовой вместимостью от 400 выполнять определённые базовые требования, которые обеспечивают при сбросе водного балласта минимальную опасность причинения вреда окружающей среде и здоровью человека вследствие переноса вредных водных и патогенных организмов. Правила Конвенции требуют от судов, валовой вместимостью от 400, построенных в 2009 г. или позже, быть оснащёнными судовыми системами обработки балластных вод. Согласно Конвенции на судне должен быть План управления водным балластом, в котором излагаются основные процедуры, связанные с управлением водным балластом, удалением осадков в море, порту или сухом доке; процедуры по координации управления водным балластом с властями прибрежного государства или порта, в водах которого выполняются такие действия. На судне должен вестись Журнал операций с водным балластом, а судно и его соответствующее балластное оборудование подлежит периодическим освидетельствованиям для получения Международного свидетельства об управлении водным балластом.

Важной составляющей обеспечения экологической безопасности при эксплуатации морского транспорта является технологический аспект использования противообрастающих покрытий корпуса судна. Некоторые противообрастающие

покрытия создают значительную опасность токсичности и иного рода воздействия на экологически и экономически важные морские организмы, а так же, как следствие этого воздействия, употребление в пищу морских продуктов может причинить вред здоровью человека. Поэтому в 2001 году была принята **«Международная конвенция о контроле за вредными противообрастающими системами на судах» [6,7].**

Конвенция запрещает применение на судах оловосодержащих органических соединений после 01.01.2003 года, однако устанавливает право государства осуществлять контроль данного положения только для судов, плавающих под его флагом. Конвенция вводит порядок и процедуры получения для судна Международного свидетельства о противообрастающей системе. Освидетельствование судна на получение данного Международного свидетельства необходимо проходить всякий раз, когда противообрастающая система изменяется или заменяется.

В 1997 году ММО был принят **«Технический Кодекс по выбросам окислов азота от судовых дизелей»**. Кодекс регламентирует порядок и процедуры сертификации в процессе производства и освидетельствования главных и вспомогательных судовых дизелей в процессе их эксплуатации на соответствие нормам выбросов NO_x , установленных Правилем 13 Приложения VI к Конвенции МАРПОЛ-73/78.

Организационно-правовые аспекты обеспечения экологической безопасности на море изложены также в следующих

международных соглашениях, разработанных и принятых под руководством ООН:

– **«Международная конвенция относительно вмешательства в открытом море в случае аварий, приводящих к загрязнению нефтью» 1969 года.** Конвенция предусматривает меры по защите интересов народов государств – участников от серьёзных последствий аварий в открытом море, в результате которых возникает опасность загрязнения моря и побережий нефтью. В Конвенции отражены правила, обязанности и ответственность государств, в случаях аварий судов, влекущих за собой причинение или угрозу причинения ущерба прибрежному государству. Стороны Конвенции могут принимать в открытом море меры исключительного характера, которые не будут нарушать принцип свободы открытого моря. Это такие меры, которые необходимы для предотвращения, уменьшения или устранения серьёзно и реально угрожающей их побережью опасности загрязнения нефтью вследствие морской аварии. Такие меры могут включать даже уничтожение судна и груза.

До принятия чрезвычайных мер прибрежное государство должно консультироваться с другими государствами, интересы которых затронуты морской аварией, в частности, с государством флага потерпевших аварию судов. Принимаемые меры должны быть соразмерны причинённому или угрожаемому ущербу. При осуществлении чрезвычайных мер прибрежное государство должно делать все от него зависящее для того, чтобы избежать любого риска для человеческой жизни.

Положения Конвенции могут быть применены только к коммерческим судам, а военные корабли и суда на правительственной службе не попадают под действие данной Конвенции.

– **«Международная конвенция о гражданской ответственности за ущерб от загрязнения нефтью», 1969 года.** Конвенцией установлены международные правила решения вопросов о возмещении лицам, которым причинён ущерб, вследствие загрязнения, вызванного утечкой или сливом нефти из судов. Конвенция устанавливает единые международные правила и процедуры решения вопросов об ответственности судовладельцев за ущерб от загрязнения прибрежных вод, включая экономическую зону. Кроме того, Конвенция устанавливает предел ответственности судовладельца за ущерб от загрязнения нефтью и требует подтверждения гарантии финансового обеспечения от государства флага судна в виде специального свидетельства, если на судне перевозятся более 2000 тонн нефти наливом в качестве груза. Положения Конвенции не применяются к танкерам, следующим в балласте, и к судам, имеющим на борту нефтепродукты не в качестве груза, а в качестве топлива или смазочных материалов для собственных нужд.

– **«Международная конвенция о создании Международного фонда для возмещения ущерба от загрязнения нефтью», 1971 года, изменённая Протоколом 1992 года.** Конвенция определяет порядок отчисления судоходными компаниями, эксплуатирующими нефтеналивные суда, и государствами флага в

Международный фонд для возмещения возможного ущерба от загрязнения нефтью. Конвенция вступила в силу с 1978 года, а в 1992 году в неё были внесены изменения, вступившие в силу одновременно с Протоколом 1992 года к «Международной конвенции о гражданской ответственности за ущерб от загрязнения нефтью». Данная Конвенция является дополнением к Конвенции о гражданской ответственности.

– **«Конвенция по предотвращению загрязнения моря сбросами отходов и других материалов» 1972 года с поправками 1978 года и Протоколом 1996 года.** Конвенция запрещает преднамеренный сброс в море отходов или других материалов, входящих в следующий перечень:

- органогалогенные соединения, содержащие фтор, хлор, йод, бром;
- ртуть и ее соединения;
- кадмий и его соединения;
- устойчивые пластмассы и другие синтетические материалы, сети и тросы, которые могут всплывать и существенно мешать рыболовству, судоходству или другому законному использованию моря;
- сырая и топливная нефть, тяжёлое дизельное топливо, смазочные масла, гидравлические жидкости, погруженные на судно с целью сброса;
- радиоактивные отходы или другие радиоактивные вещества;
- материалы, предназначенные для ведения биологической и химической войны;

- любые сбросы в море с различных морских искусственных сооружений.

Разрешается удаление в море отходов или других материалов, являющихся результатом обычной эксплуатации судна, но не транспортируемых судном.

Приведён перечень отходов и других материалов, которые могут считаться допустимыми для сброса.

Данная Конвенция устанавливает также требования к преднамеренному сжиганию в море отходов или других материалов с целью их термического разрушения. Конвенция содержит перечень отходов и других материалов, на сброс в море которых требуется специальное разрешение, которое выдаётся органом, назначенным правительством государства – участника конвенции.

– «Международная конвенция по обеспечению готовности на случай загрязнения нефтью, борьбе с ним и сотрудничеству», 1990 года.

Конвенция определяет международную систему по совместной готовности государств к возможным аварийным разливам нефти при судоходстве, ее транспортировке трубопроводным транспортом и добыче в прибрежных районах и на акваториях. Конвенция содержит требование, чтобы суда имели на борту судовой план чрезвычайных мер по борьбе с загрязнением нефтью по форме, определяемой данной Конвенцией. В развитие этого требования ММО издала «Руководство по разработке судовых

планов чрезвычайных мер по борьбе с загрязнением нефтью и (или) вредными жидкими веществами».

– **«Международная конвенция об ответственности и компенсации за ущерб, связанный с перевозкой опасных и вредных веществ морем» 1996 года.** Положения Конвенции распространяются на все суда и плавучие сооружения, занятые перевозкой опасных и вредных веществ и применяются:

– когда произошёл инцидент – любое происшествие, повлёкшее за собой загрязнение моря;

– когда в результате загрязнения нанесён ущерб территории государства, включая территориальное море.

Все иски потерпевших сторон должны предъявляться только в полном соответствии с положениями Конвенции.

– **«Международная конвенция о гражданской ответственности за ущерб от загрязнения бункерным топливом» 2001 года.** Конвенция устанавливает ответственность судовладельца за ущерб от загрязнения, причинённого бункером на борту или исходящего от судна, а также ряд других Конвенций.

Большое внимание вопросам экологической безопасности судоходства уделено в **«Международном кодексе по управлению безопасной эксплуатацией судов и предотвращению загрязнения»**. В данном документе изложены организационные мероприятия, обеспечивающие экологическую безопасность эксплуатации морских судов, которые решаются на уровне «судоходная компания – судно». Для повышения значимости данного кодекса его текст был включён главой IX в текст

Международной конвенции СОЛАС-74/95 «Международной конвенции по охране человеческой жизни на море».

Для морских судов и судов смешанного (река – море) плавания, эксплуатирующихся на международных рейсах, требования вышеперечисленных документов по экологической безопасности обязательны к выполнению.

Контроль исполнения основных положений по вопросам экологической безопасности судов, эксплуатирующихся на международных рейсах, осуществляется, начиная от момента их постройки, Морскими Регистрами или иными уполномоченными классификационными обществами стран, где зарегистрированы данные суда, а оперативный контроль по этому направлению проводится соответствующими службами портового контроля практически при каждом заходе судна в любой международный порт-контроль судов государством порта.

2.3 Обязательные документы на судне, подтверждающие его экологическую безопасность

Документы, подтверждающие техническую готовность судна к безопасной экологической эксплуатации, выдаются уполномоченным классификационным органом. Классификационные органы осуществляют надзорную деятельность за проектированием, изготовлением, испытанием и эксплуатацией судового оборудования для предотвращения загрязнения моря, выдачу на это оборудование сертификатов соответствия или свидетельств одобрения, предусмотренных ММО и Комитета защиты морской среды (МЕРС), а также надзор за

строительством и переоборудованием судов в соответствии с требованиями МАРПОЛ – 73/78.

Надзору со стороны классификационного органа на судне подлежат:

- оборудование для сепарации и фильтрации нефтесодержащих вод;
- система автоматического замера концентрации нефтепродуктов, регистрации и управления сбросом балластных и промывочных вод с автоматическим запорным устройством;
- индикаторы поверхности раздела фаз «нефть – вода»;
- стандартное сливное соединение для сдачи нефтесодержащих вод;
- стандартное сливное соединение для сдачи сточных вод;
- стандартное сливное соединение для сдачи остатков и промывочных вод из танков, где перевозились вредные жидкие вещества;
- система мойки танков сырой нефти;
- система перекачки, сдачи и сброса нефтесодержащих вод, включая сборные цистерны и отстойные танки;
- оборудование для вентиляции и мойки танков на танкерах и химовозах;
- установки для обработки и обеззараживания сточных вод, включая сборные цистерны;
- устройства для сбора, обработки и сжигания мусора.

По результатам надзорной деятельности Классификационный орган выдаёт судам Международные свидетельства, предусмотренные МАРПОЛ – 73/78 для всех судов:

– Международное свидетельство о предотвращении загрязнения нефтью (**International Oil Pollution Prevention Certificate – IOPP**);

– Международное свидетельство о предотвращении загрязнения сточными водами (**International Sewage Pollution Prevention Certificate – ISPP**);

– Международное свидетельство о предотвращении загрязнения мусором (**International Garbage Pollution Prevention Certificate – IGPP**);

– Международное свидетельство по предотвращению загрязнения воздуха (**International Air Pollution Prevention Certificate – IAPP**) для судна в целом;

– Международное свидетельство по предотвращению загрязнения воздуха (**Engine International Air Pollution Prevention Certificate – EIAPP**) для каждого дизельного двигателя на судне, подпадающего под требования Приложения VI Конвенции МАРПОЛ–73/78.

Для нефтяных танкеров и танкеров-химовозов дополнительно МАРПОЛ–73/78 обязывает получение для судна Международного свидетельства о предотвращении загрязнения при перевозке вредных веществ наливом (**International Pollution Prevention for the Carriage of Noxious Liquid Substances in Bulk Certificate – NLS**);

Применительно к специализированным судам дополнительно СОЛАС-74/95 обязывает получение следующих Международных свидетельств:

– для газовозов – Международное свидетельство о годности судна для перевозки сжиженных газов наливом (**International Certificate of Fitness for the Carriage of Liquefied Gases in Bulk**);

– для танкеров-химовозов – Международное свидетельство о годности судна для перевозки опасных химических грузов наливом (**International Certificate of Fitness for the Carriage of Dangerous Chemicals in Bulk**).

Все Международные свидетельства выдаются на судно на срок пять лет.

Кроме указанных свидетельств судно должно иметь свидетельства о типовом одобрении на всё судовое оборудование, подлежащее надзору в отношении предотвращения загрязнения окружающей среды, которые оформляются классификационным органом, а шланги в комплекте с соединениями, используемые для перекачки нефти или иных вредных веществ, должны иметь сертификаты завода-изготовителя.

Капитаном порта приписки судна выдаётся Свидетельство о гражданской ответственности за ущерб от загрязнения нефтью, удостоверяющее наличие страхования или иного финансового обеспечения для покрытия ответственности собственника этого судна за ущерб от загрязнения нефтью. Свидетельство выдаётся на каждое судно, перевозящее в виде груза более 2000 тонн нефти наливом.

Обязательная судовая документация по предупреждению загрязнений с судов, совершающих международные плавания, включает в себя:

1) Журнал нефтяных операций, часть 1. Операции машинных отделений.

2) Журнал нефтяных операций, часть 2. Грузовые и балластные операции.

3) Журнал грузовых операций для судов, перевозящих [вредные жидкие

вещества наливом.

4) Журнал грузовых операций для судов, перевозящих вредные вещества

в упаковке, грузовых контейнерах, съёмных танках, навалом, насыпью

или в автодорожных и железнодорожных цистернах.

5) Журнал операций со сточными водами.

6) Журнал операций с мусором.

7) Журнал записей параметров дизельных двигателей.

8) Записи о принятом топливе и соответствующие образцы топлива.

9) Судовой план управления мусором.

10) Судовой план чрезвычайных мер по борьбе с загрязнением нефтью.

2.4 Организационные меры по предупреждению загрязнения морской среды при эксплуатации судна.

Обязательные организационные меры предполагают оформление для судна ряда документов, подтверждающих его техническую готовность к безопасной экологической эксплуатации, разработку для конкретного судна «Судового плана чрезвычайных мер по борьбе с загрязнением нефтью» и ведение на судне обязательной документации, подтверждающей его безопасную эксплуатацию. К обязательным организационным мерам следует также отнести требование о наличии на судне внутренних нормативных документов судоходной компании и Судовой Системы управления безопасной эксплуатацией и предотвращением загрязнения с судна (СУБ).

Судовая СУБ обязывает иметь на борту каждого судна, разработанные применительно к данному судну, следующие документы:

Инструкцию по проведению бункеровочных операций и сдаче нефтесодержащих, сточных и хозяйственных вод с указанием обязанностей, участвующих в операциях членов экипажа;

Инструкцию по мойке топливных цистерн с указанием обязанностей, участвующих в операции членов экипажа;

Для нефтяных танкеров или танкеров-химовозов дополнительно судовая СУБ обязывает иметь следующие документы:

Инструкцию по поведению грузовых операций с нефтью или вредными жидкими веществами с указанием обязанностей, участвующих в операциях членов экипажа/

Инструкцию по балластировке танкера с указанием обязанностей, участвующих в операциях членов экипажа/

Инструкцию по мойке грузовых танков с указанием обязанностей, участвующих в операциях членов экипажа.

2.5 Судовой план управления мусором и Журнал операций с мусором

Каждое судно валовой вместимостью 400 и более и каждое судно, сертифицированное для перевозки 15 человек и более, должно иметь и выполнять план управления мусором. В плане должны в письменном виде содержаться процедуры сбора, хранения, обработки и удаления мусора, включая использование оборудования на борту судна. Он должен также определить лицо ответственное за выполнение плана. Такой план должен соответствовать Руководству по безопасности, разработанному в судоходной компании и быть написан на рабочем языке команды.

Каждое судно валовой вместимостью 400 и более и каждое судно, которое сертифицировано для перевозки 15 человек и более занятое в международных рейсах, должно иметь Журнал операций с мусором, либо как часть официального судового журнала либо отдельным журналом. Журнал операций с мусором должен находиться на борту судна в таком месте, чтобы в разумное время быть доступным для инспекции. Этот документ следует хранить в течение двух лет после последней записи.

Каждую операцию сброса или завершеного сжигания следует записывать в Журнале операций с мусором и подписывать с

указанием даты сжигания или сброса ответственным лицом. Каждая заполненная страница Журнала операций с мусором должна быть подписана капитаном судна. Записи в Журнале операций с мусором должны производиться как на официальном языке государства, под флагом которого плавает судно, так и на английском, испанском или французском языке. Запись на официальном языке государства, под флагом которого плавает судно, следует считать преимущественным в случаях споров и разногласий.

Запись каждого сжигания или сброса должна включать дату и время, местоположение судна, описание мусора и предполагаемое количество сброшенного или сожженного мусора.

В случае сброса, удаления или аварийной потери веществ, указанных в правилах настоящего Приложения, следует делать запись в Журнале операций с мусором с указанием условий и причин потери.

При ведении настоящего журнала мусор группируется по следующим категориям:

1. Пластмассы.
2. Плавающий сепарационный, упаковочный и перевязочный материал.
3. Измельченные бумага, ветошь, металл, стекло, бутылки, посуда (глиняная, фаянсовая).
4. Изделия из бумаги, ветошь, стекло, металл, бутылки, посуда.
5. Пищевые отходы.

6. Зола от инсеператоров.

Записи в Журнале операций с мусором должны производиться в каждом из следующих случаев:

a) Когда мусор сбрасывается в море:

- I) Дата и время сброса.
- II) Место сброса (долгота и широта).
- III) Категория сбрасываемого мусора.
- IV) Оцененный объем сброса для каждой категории, м³.
- V) Подпись лица ответственного за операцию.

b) Когда мусор сдаётся на береговые приемные сооружения

или на

другое судно:

- I) Дата и время сдачи.
- II) Порт или приемные сооружения или наименование судна.
- III) Категория передаваемого мусора.
- IV) Оцененный объем сброса для каждой категории, м³.
- V) Подпись лица ответственного за операцию.

c) Когда мусор сожжен:

- I) Дата и время начала и окончания сжигания.
- II) Местоположение судна (широта и долгота).
- III) Оцененный объем сожженного мусора, м³.
- IV) Подпись лица, ответственного за операцию.

d) Аварийный или другой исключительный сброс мусора:

- I) Время события.
- II) Порт или местоположение судна (широта и долгота).

III) Оцененное количество и категория мусора.

IV) Обстоятельства сброса, выброса или потери, причины этого и общие заметки.

При сдаче мусора на береговые приёмные сооружения или другое судно капитан должен получить от оператора береговых приемных сооружений или от капитана другого судна принявшего мусор квитанцию или сертификат детализирующую оцененное количество переданного мусора. Квитанции или сертификаты должны храниться на борту судна вместе с Журналом операций с мусором в течение двух лет.

Вопросы для самоконтроля.

1. Каковы основные пути перехода к устойчивому развитию общества?
2. Назвать правовые аспекты охраны морской среды от загрязнения. Характеристика.
3. Основные положения Парижского климатического саммита (28.11 -12.12.2015г).
4. Международные нормативно-правовые и законодательные акты охраны морской, окружающей среды при эксплуатации судов.
5. Суть и задачи Международной конвенции МАРПОЛ 73/78.
6. Какие существуют требования ИМО-ModelCourse по предотвращению загрязнения с судов?
7. Суть и назначение Международного кодекса – МКУБ.
8. Кто несет ответственность за защиту морской, окружающей среды на судне в соответствии с требованиями Международного

кодекса

ПДМНВ-78?

9. Перечислить основные документы, которые ведутся на судне по вопросам экологической безопасности. Дать характеристику этих документов.

10. Как организована природоохранная служба на морском транспорте?

Раздел 3 Устойчивое развитие общества.

План

3.1 Концепция устойчивого развития общества

3.2 Энергетические ресурсы Планеты

3.3 Неуглеводородная энергетика – путь к устойчивому развитию общества

3.4 Альтернативные источники энергии

Вопросы для самоконтроля.

Рекомендуемая литература: [5, 16, 22, 23 31-36, 49-51]

3.1 Концепция устойчивого развития общества

На всех этапах развития общества деятельность человека являлась ущербной для окружающей среды, но только в XX столетии результаты антропогенной деятельности стали трансформироваться в глобальные экологические кризисы.

Эволюция развития общества с позиции его устойчивости представлена на рисунке 3.1.

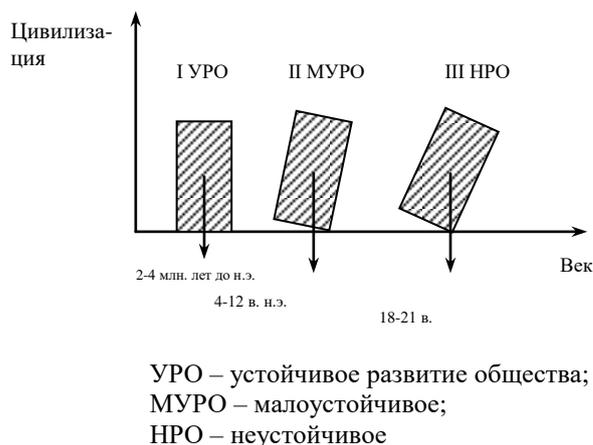


Рисунок 3.1 – Эволюция развития общества

Математическая модель устойчивости общества [5].

Планета получает энергию двух видов:

1. Прямую и преобразованную энергию Солнца – вечная энергия (\mathcal{E}_c);
2. Энергию природно-ресурсных потенциалов – возобновимых и невозобновимых источников энергии ($\mathcal{E}_{прп}$).

Суммарное значение поступающей на планету энергии составляет:

$$\mathcal{E}_{пост} = \mathcal{E}_c + \mathcal{E}_{прп}. \quad (3.1)$$

В результате природных биогеохимических процессов, протекающих в естественных условиях планеты, выделяется энергия $\mathcal{E}_{бгхп}$. В процессе антропогенной деятельности техногенные системы выделяют энергию $\mathcal{E}_{техн}$. Суммарное значение выделяемой планетой в окружающую среду энергии составляет:

$$\mathcal{E}_{выд} = \mathcal{E}_{бгхп} + \mathcal{E}_{техн}. \quad (3.2)$$

Баланс поступающей на планету энергии и выделяемой планетой энергии можно определить по уравнению:

$$d\mathcal{E}_{выд} / d\tau - d\mathcal{E}_{пост} / d\tau = \kappa, \quad (3.3)$$

где τ – время, с, час.

κ – значение остаточной энергии, МДж/с.

В зависимости от значения остаточной энергии (κ) можно характеризовать фазу устойчивости общества.

Если:

$\kappa > 0$ – общество устойчивого развития;

$\kappa = 0$ – общество малоустойчивого развития;

$\kappa < 0$ – общество неустойчивого развития.

В целом планета характеризуется третьим неравенством, как неустойчивое развитие. Отдельные экологически благополучные конкурентоспособные промышленно-развитые страны характеризуются вторым равенством, как малоустойчивое развитие.

Концепция устойчивого развития общества сформировалась 17 лет тому назад и является в настоящее время наиболее распространенной моделью перспективного развития мирового сообщества. Идея устойчивого развития, как единственная реальная альтернатива нарастанию кризисных явлений, начинает приобретать официальный статус. Создана комиссия ООН по устойчивому развитию (ЮНКУР) (24-26 февраля 1993 г.).

Из учения академика Вернадского следует, что для выживания человечества и устойчивого развития биосфера должна трансформироваться в ноосферу – энергию разума человечества.

Биосфера – представляет собой оболочку жизни – область существования живого вещества, включает как область распространения живого вещества, так и само это вещество. Биосфера – результат развития живого вещества как планетарного явления.

Комиссия ООН по окружающей среде характеризует устойчивое общество как общество, отвечающее следующим основным критериям:

- 1) рациональное удовлетворение потребностей современного общества, основанное на концепции сохранения природных

ресурсов и экосистем для удовлетворения насущных потребностей будущих поколений;

- 2) экологизация техногенных систем;
- 3) практическая реализация малоотходных, ресурсосберегающих технологий;
- 4) снижение уровня загрязнения окружающей среды с целью сохранения природной очистительной способности экосистем, нейтрализация отходов антропогенной деятельности;
- 5) ноосферный подход к проблеме демографического взрыва популяции Земли;
- 6) неформальное сплошное экологическое образование в системе семья – школа – техникум, колледж – институт, академия – университет.

Сама постановка вопроса об устойчивом развитии появилась в результате осознания мировым сообществом ограниченности ресурсов Земли и слишком высоких темпов их расходования. Стал виден край обрыва, к которому стремительно приближается человеческая цивилизация.

Проблема устойчивого развития имеет, несомненно, экологические корни, но в её рамках предусматривается широкий круг вопросов социально-экономического, политического, правового и нравственного порядка. Экология предъявляет свои законные требования не только к производительным технологиям, но и к основам социального устройства, стилю жизни и поведения, ценностям и мировоззренческим установкам. Экологизация

материального производства невозможна без экологизации духовного производства. Экологические требования вынуждают нас перестроить всю систему жизнеобеспечения, а также науку, образование и воспитание. Появляются высшие учебные заведения, ориентированные на подготовку специалистов экологического профиля. Формируются такие дисциплины, как экономика природопользования и социальная экология, экологическое право и экологическая этика, политическая экология и экологическая философия.

Концепция устойчивого развития должна создаваться как некая социально-философская система, уходящая своими корнями в экологическое мировоззрение. Это, в частности, означает, что требование социальной справедливости как фактора устойчивости, на котором часто сосредотачивают свое внимание политические лидеры, ничего не стоит, если оно не покоится на фундаментальных положениях экологической этики. Попытка вывести бедные страны на уровень развитых стран мировым сообществом признана неприемлемой именно по экологическим соображениям.

Наступающая экологическая катастрофа диктует необходимость сближения интересов народов мира и сотрудничества их правительств по всем политическим, экономическим, культурным и военным вопросам. «Спасти мир в рамках существующей капиталистической модели развития невозможно», считает академик Коптюг В.А. Страны Запада

стремятся все более повышать уровень потребления населения, следовательно, наращивать промышленное производство, что влечет за собой дальнейшее загрязнение водного и воздушного бассейнов, почвы. В то же время страны «третьего мира» не стоят на месте. Они также стремятся к росту потребления товаров, соответственно, к увеличению выбросов отходов антропогенной деятельности, хотя и в меньших количествах, чем страны Запада. Эта бесконечная гонка будет вестись до тех пор, пока не будут приняты кардинальные меры, революционно преобразующие мир. Ждать решения задачи массового переселения на другие планеты, даже если это реально по техническим возможностям, нам не позволяет время. Ведь каждый день погибает до 100 разновидностей растительного и животного мира. Каждый день создаётся 200 новых неизвестных органических и неорганических соединений. Если учесть, что растениями поглощается только 10 % диоксида углерода (CO_2), выбрасываемого в атмосферу, а каждую минуту бесследно исчезают от вырубки 20 га лесов, то эти данные могут стать роковыми для человеческой цивилизации («парниковый» эффект, кислородный дефицит, деградация озонового слоя).

Наука сильна, но не всемогуща, особенно в борьбе за общепланетарную экологию.

Основные пути перехода к устойчивому развитию общества [5]:

- 1) разработка альтернативных источников энергии, топлива, материалов, сырья;
- 2) разработка малоотходных, ресурсосберегающих технологий;
- 3) разработка безотходных технологий;
- 4) утилизация и рециклизация отходов промышленности;
- 5) разработка нормативно-правовых актов на международном уровне о регулировании социально-экономических и экологических проблем;
- 6) экологизация техногенных систем;
- 7) увеличение доли использования сырья возобновимого характера в сравнении с невозобновимым;
- 8) стабилизация численности населения планеты;
- 9) постоянный мониторинг окружающей среды;
- 10) международное и государственное стимулирование экологически безопасных техногенных систем, утилизация отходов;
- 11) непрерывное экологическое образование.

Снижение ущерба окружающей среде может быть достигнуто как за счет ресурсосберегающих, мало- и безотходных технологий, так и за счет эффективных способов очистки, утилизации и рециклизации отходов антропогенной деятельности.

Предотвращенный ущерб, грн./год, (рис. 3.2) определяется по формулам:

$$\frac{\tau_2}{\tau_1} = Y_1 - Y_2; \quad \frac{\tau_3}{\tau_2} = Y_2 - Y_3. \quad (3.4)$$

$$\lim_{\tau \rightarrow \infty} \Pi_i \rightarrow \Pi_{\max}. \quad (3.5)$$

$$\lim_{\tau \rightarrow \infty} Y_i \rightarrow 0, \quad (3.6)$$

где Y_1, Y_2, Y_3 – соответственно, абсолютный ущерб за разные периоды времени, грн./год.

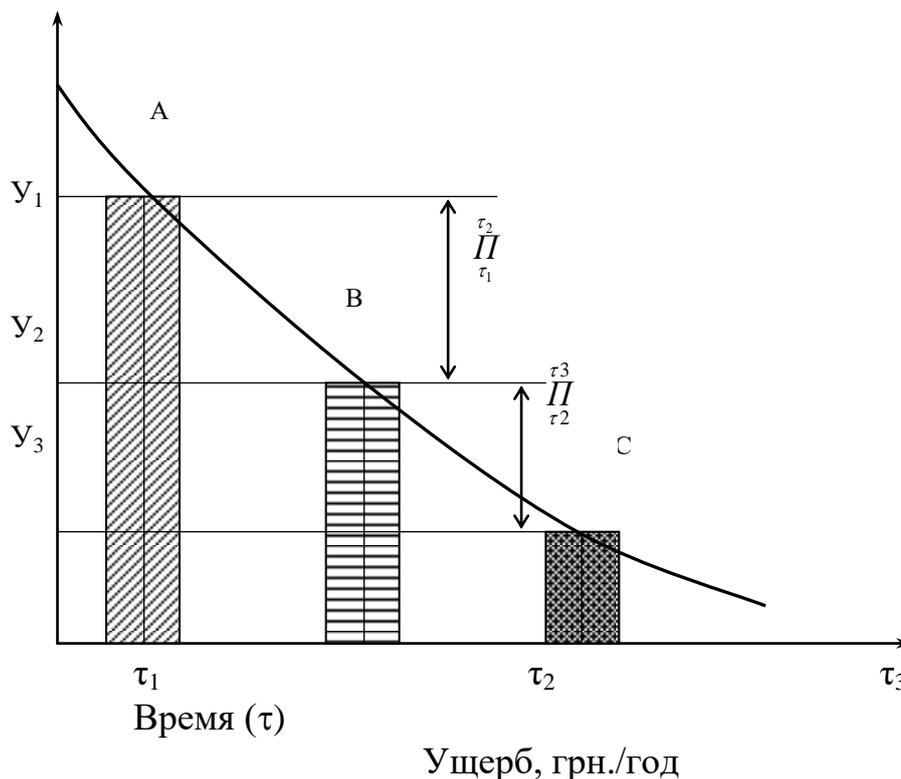


Рисунок 3.2 – Изменение предотвращенного ущерба от времени
Безотходные технологические процессы.

Основу безотходного производства составляют организованный и сознательно регулируемый человеком кругооборот сырья, продукции, вторичных материальных ресурсов и отходов. Безотходным производством является такое производство, в котором все исходное сырье полностью перерабатывается в целевую продукцию, либо отходы предшествующего производства перерабатываются в целевую продукцию во втором (рис. 3.3).

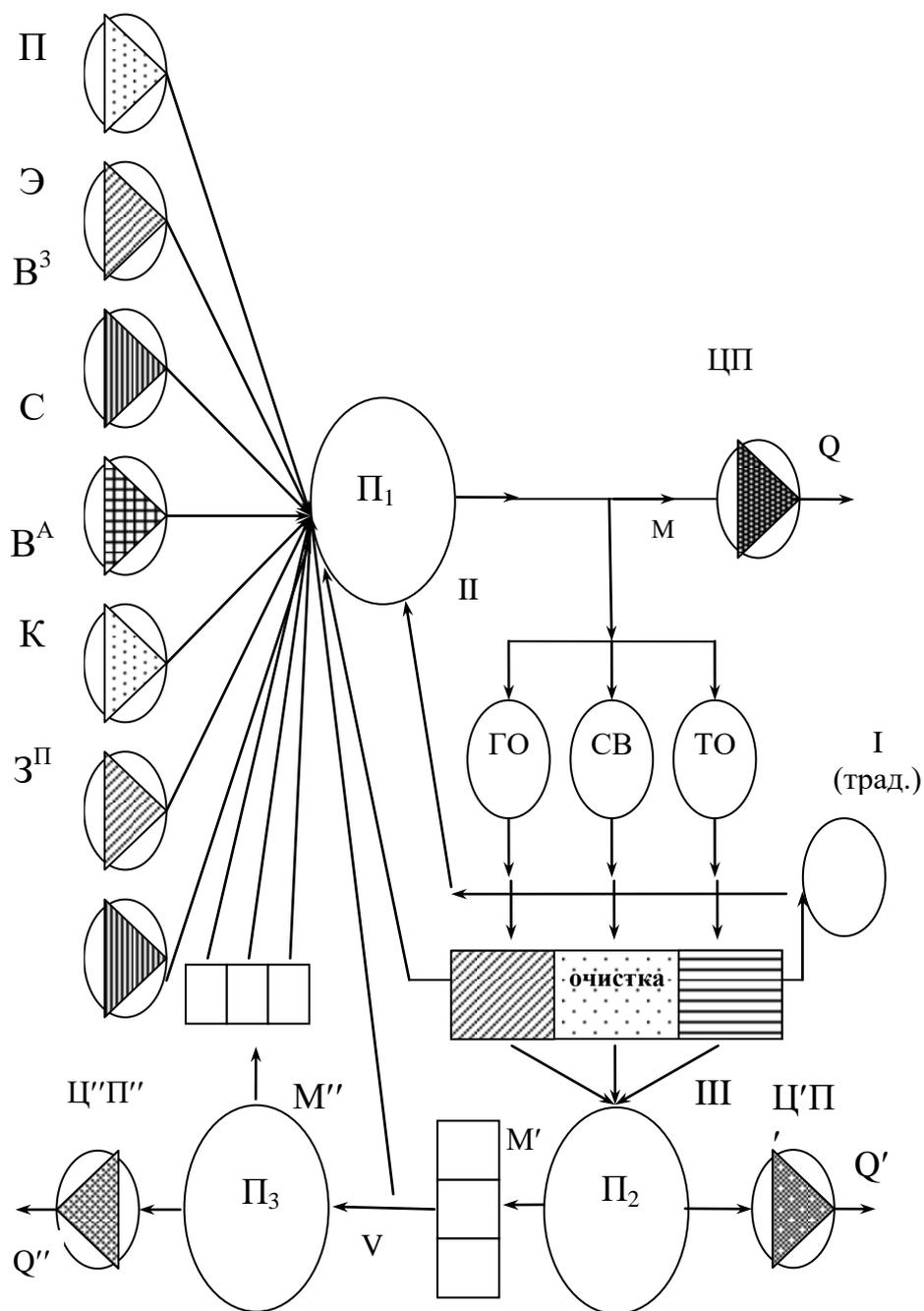


Рисунок 3.3 – Принципиальная схема безотходной технологической линии

Оптимизация ресурсосберегающей химико-технологической схемы:

$$1. \lim_{\tau \rightarrow \infty} \int_0^{\tau} \frac{dQ}{d\tau} \rightarrow Q_{\max}, \quad (3.7)$$

$$2. \lim_{\tau \rightarrow \infty} \int_0^{\tau} \frac{d\mathcal{E}}{d\tau} \rightarrow \mathcal{E}_{\min}, \quad (3.8)$$

$$3. \lim_{\tau \rightarrow \infty} \int_0^{\tau} \frac{dM}{d\tau} \rightarrow 0, \quad (3.9)$$

где
 Q – произведенная продукция, т/год;
 M – отходы, усл. т/год;
 Э – удельный расход электроэнергии, МДж/т.

Оптимальная область техногенных систем может быть интерпретирована следующим образом (рис.3. 4)

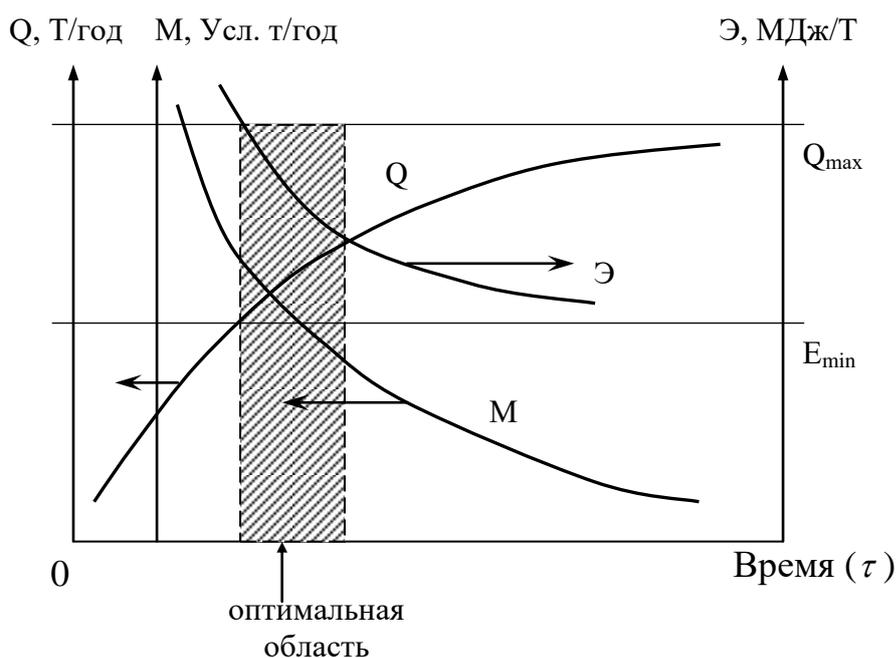


Рисунок 3.4 – Оптимизация техногенных систем.

3.2 Энергетические ресурсы Планеты

Ресурсы Планеты могут быть классифицированы следующим образом:

1. Вечные (солнечная энергия, ветер, приливы, течение рек)	
2. Возобновимые (чистый воздух, природная вода, плодородная почва, растительный, животный мир)	при чрезмерном расходовании возобновимых ресурсов они могут перейти в невозобновимые.
3. Невозобновимые (Cu, Al, уголь, природный газ, нефть, сланцы, торф, глина)	
4. Эстетические (заповедники, пейзажи, парки)	в последнее время

Структура потребления мировых ресурсов приведена на рисунке 3.5.

Интенсивно эксплуатируются месторождения полезных ископаемых невозобновимого характера, растет потребление нефти, угля, газа, железа, марганца, никеля, алюминия, молибдена и других минеральных ресурсов. В производство вовлекаются все новые виды полезных ископаемых.

Весьма интенсивно растет потребление энергоресурсов. С начала своего существования человечество израсходовало 90 млрд. т. условного топлива, причем половина из этого количества была израсходована за последние 25-30 лет. В настоящее время ежегодно сжигается 7 млрд. т. условного топлива.

Основные источники энергии (по данным 2014 г.) – нефть (42 %), уголь (30 %), природный газ (18 %), а остальное (10 %) – атомная энергия и возобновляемые источники энергии. Причем доля атомной энергии, нефти и природного газа имеет тенденцию к

повышению, а угля – к снижению. Необходимо отметить на крайне ограниченные запасы нефти, природного газа и угля.

Возрос расход воздуха в современных технологических процессах и энергетике, его используют также в качестве теплоносителя, для получения кислорода, азота, редких элементов (аргон, ксенон, гелий и т. д.). В настоящее время в процессах сжигания и технологических процессах расходуется 30 % природного естественного кислорода, а к 2010 году на эти нужды ожидается 35 % расхода произведенного кислорода.

Существенную роль в ухудшении качества окружающей среды играет загрязнение оболочек Земли нефтепродуктами. Во всем мире при добыче, транспортировании, переработке и использовании теряется $\approx 2\%$ ежегодно добываемой нефти, при этом 7 млн. т. – только при её добыче. Из 50 млн. т. в год потерь нефти на суше теряется 25 млн. т., на водной поверхности – 8 млн. т. и выбрасывается в атмосферу – 17 млн. т. Для сравнения, поступление нефти в океан по разломам земной коры не превышает 0,5 млн. т/год. Одна тонна сырой нефти покрывает тонкой пленкой около 6 км² акватории. Длительное воздействие нефти и её продуктов приводит к гибели $\approx 1/3$ молодых морских организмов, особенно в прибрежной зоне. Многие морские организмы, аккумулируя углеводороды, становятся опасными для человека.

Наряду с местным и региональным загрязнением природной среды существует её глобальное загрязнение. Так, например, за

последние 25 лет применение ДДТ и его производных в качестве основного пестицида привело к его рассеиванию по всей поверхности планеты. Период естественного распада препаратов ДДТ составляет 49 лет.

В результате использования свинца (тетраэтилсвинец) в качестве антидетонационной присадки к бензинам ежегодно в природную среду поступает свыше 2 млн. т. оксида и диоксида свинца от ДВС. За последние 100 лет концентрация соединений свинца в толще Гренландского ледника возросла в 5 раз, достигнув 2 мг/кг льда. За последние 20 лет концентрация свинца в воде возросла в 10 раз.

Аналогичное положение с ртутью, 8 тыс. т. которой ежегодно поступает в окружающую среду, из них 40 % при выветривании горных пород и 60 % техногенным путем, главным образом за счет отходов целлюлозно-бумажного, содового производства и рассеивания содержащих ртуть пестицидов.

С каждым годом растет численность городского населения. Все города мира ежегодно выбрасывают в окружающую среду до 3 млн. т. твердых промышленных и бытовых отходов, свыше 500 км³ промышленных и бытовых стоков и \approx 1 млрд. т различных аэрозолей.

Энергетические ресурсы расходуются для производства продуктов питания, необходимых для жизнедеятельности человека и животных, поддержания оптимальной температуры тела и обогрева зданий и сооружений. Энергия позволяет

трансформировать вещества из одного состояния в другое, перемещать объекты и людей, создавать необходимые условия для жизнедеятельности, сервиса и комфорта людей, улучшить бытовые и коммунально-хозяйственные условия.

Требуемая для обеспечения вышеуказанных функций энергия получается в результате сжигания нефти, бензина, дизельного топлива, угля, дров, при расщеплении ядер урана. Наряду с пользой наносится непоправимый ущерб окружающей среде вследствие истощения невозобновимых ресурсов и загрязнения окружающей среды.

В то же время 99 % энергии, идущей на нагревание земли и всех зданий, приходится на бесплатную и фактически неисчерпаемую прямую солнечную энергию. Если бы не эта энергия, средняя температура на Земле составляла бы минус 270°C и жизнедеятельность сведена к нулю.

Солнечная энергия обуславливает круговорот важных химических элементов, необходимых всем живым организмам для жизни, здоровья и воспроизводства.

Под солнечной энергией часто ошибочно понимают лишь энергию прямого поступления солнечных лучей. Однако в широком понимании к солнечной энергии относится не только солнечное излучение, но и несколько форм вторичной энергии, возникающей под воздействием первичного излучения Солнца. К основным формам вторичной солнечной энергии относятся энергия ветра, падающей и текущей воды, а также энергия биомассы.

Человечество использует около 1 % от общего количества поступающей солнечной энергии различными способами переработки возобновимых и невозобновимых ресурсов.

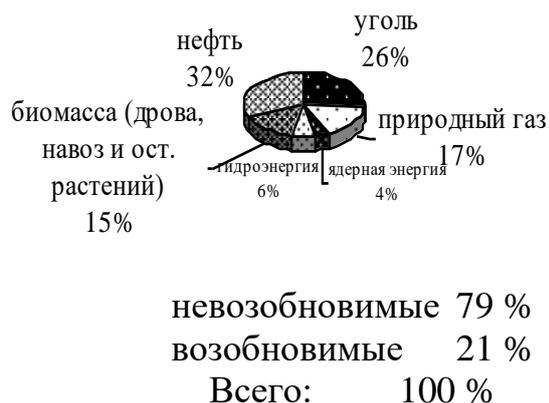


Рисунок 3.5 – Мировое потребление невозобновимой и возобновимой энергии

Таким образом, во всем мире $\frac{3}{4}$ энергии, потребляемой в дополнение к первичной солнечной энергии, поступает от сжигания невозобновимого ископаемого топлива при получении тепла и электроэнергии, от сжигания в двигателях внутреннего сгорания бензина, дизельного топлива и керосина, извлекаемых из сырой нефти, а остальные $\frac{1}{4}$ энергии получается при сжигании возобновимой биомассы.

Небольшое количество электроэнергии получается при использовании падающей или текущей воды и управляемой реакции ядерного деления.

Менее 1 % энергии дает использование внутреннего тепла Земли (геотермальная энергия).

Экономия всех видов энергии и повышение эффективности её использования способствует сбережению денежных средств, сохранению невозобновимых энергетических ресурсов – нефть, уголь, природный газ, торф, сланцы, уран, а также ослаблению негативных последствий использования энергии для окружающей среды.

Распределение энергоресурсов в мире крайне нерегулярное: один полюс энергопотребления – США население 4,8 % от мирового населения расходует 25 % производимой в мире энергии. Другой полюс – Индия, где проживает 16 % всего населения Земли, а используется только 1,5 % производимой энергии.

Потенциально возобновимая биомасса, особенно дрова – важнейший дополнительный источник энергии в развивающихся странах. Примерно $\frac{1}{2}$ населения мира использует дрова для отопления и приготовления пищи.

Четверть мирового населения, проживающая в странах со средним уровнем экономического развития, вскоре будет испытывать дефицит нефти, половина же населения планеты, живущая в развивающихся странах, уже столкнулась с нехваткой дров.

Парадоксально, что запасы невозобновимых ресурсов ограничены в сравнении с вечными и возобновимыми, а расход их значительно превосходит возобновимые. Отсюда следует два отрицательных для жизнедеятельности последствия:

- истощение природных невозобновимых ресурсов;

загрязнение окружающей среды вредными компонентами, образующимися при сжигании ресурсов. США являются крупнейшим в мире потребителем и растратчиком энергии и больше, чем любая другая страна влияют на истощение запасов ископаемого топлива, на глобальное потепление климата и на объемы осадков «кислотных» дождей.

На 4,8 % населения земного шара США располагают 35 % имеющегося на планете парка легковых и грузовых машин. Ежегодный пробег этих машин практически равен пробегу всех остальных автомобилей мира.

В настоящее время на транспорт приходится 63 % всей потребляемой в США нефти, в Японии – 39 % нефти, в Западной Европе – 44 % и в развивающихся странах – 49 %.

Лучшим способом сократить мировое потребление нефти и замедлить глобальное потепление является совершенствование двигателей транспортных средств, увеличение доли общественного транспорта и более экономные перевозки грузов.

Возобновимые источники энергии.

«В долгосрочной перспективе человечество не имеет иного выбора, кроме использования возобновимых источников энергии. Независимо от того, насколько богатыми кажутся сегодня запасы угля и урана, рано или поздно они исчерпаются. Мы просто не можем позволить себе больше, чем одну смену энергетической стратегии на протяжении жизни следующего поколения» (Даниэль Додни и Кристофер Флавин).

Крупнейшими источниками энергии для Земли является неисчерпаемая и возобновимая энергия солнца, ветра, текущей воды и биомассы. Прямая солнечная энергия может быть сконцентрирована для выработки высокопотенциального тепла для промышленных процессов, для выработки электроэнергии, низкопотенциального тепла для отопления помещений и нагревания воды на гелиоустановках.

Новые гидроэнергетические установки могут существенно повысить выработку электричества во многих развивающихся странах и в ряде промышленно-развитых стран. Затраты при этом могут быть довольно большими, а последствия для окружающей среды не внушают опасений.

Выработка электричества за счет энергии полусуточных морских приливов и океанических волн по прогнозам не сможет существенно повлиять на мировую энергетику из-за ограниченности необходимых мест для строительства электростанций и высокой стоимости.

Источником электричества может служить солнечная энергия, накопленная в виде тепла в морской воде в тропических океанических установках или в солнечных прудах на суше. Количество подходящих мест в океане для создания больших плавучих океанских гидротермальных станций ограничено в связи с техническими сложностями, а высокая стоимость может серьезно лимитировать использование этого энергетического ресурса.

Солнечные соленые пруды вблизи внутренних морей и соленых озер могут использоваться для выработки электроэнергии, но стоимость ее будет слишком высокой. Сооружение пресноводных солнечных прудов может оказаться достаточно быстрым, дешевым и эффективным способом получения низкопотенциального тепла для отопления и горячего водоснабжения.

Ветровые турбины способны вырабатывать электричество по конкурентоспособным ценам в первую очередь для местных коммунальных служб. Экологические последствия в этом случае незначительны, а установка ветровых турбин занимает от трех до пяти месяцев.

Энергия может быть получена при сжигании различных видов биологического топлива. Широко распространенное топливо – дрова. Однако, запасы древесины быстро убывают, т.к. леса вырубаются без должных восстановительных работ. Сжигание дров позволяет дешево вырабатывать одновременно пар и электричество, кроме этого – дешевый способ отопления частных домов. Однако без жестких мер по контролю загрязнения атмосферы сжигание дров приводит к существенному загрязнению окружающей среды.

Сельскохозяйственные отходы и бытовой мусор могут сжигаться с выработкой пара и электричества. Другая точка зрения – можно сэкономить больше энергии, рециркулируя или компостируя эти отходы. Здесь другая проблема – сортировка отходов на горючие и негорючие.

Обогащенный метаном биогаз может быть получен в процессе бактериального разложения растений и органических отходов, на больших свалках и осадков микробиологических очистных сооружений.

Этанол, вырабатываемый из сахара и зерновых культур, в Бразилии используется как топливо для автомобилей, а в США на его основе получают неэтилированный бензин высокого качества. Однако без правительственных налоговых скидок цены на него оказываются довольно высокими.

Другое жидкое биотопливо – метанол – может вырабатываться из древесины, сельскохозяйственных отходов, мусора, активного отработанного ила после очистных сооружений, угля и природного газа. Но при современных технологиях и установившихся ценах на мировом рынке на нефть метанол дорог и годится только в модифицированных автомобильных двигателях.

В качестве автомобильного топлива, для отопления домов и выработки электроэнергии можно использовать водород, когда в XXI веке исчерпаются запасы нефти и природного газа. Водород является экологически чистым топливом, однако в свободном виде он редко встречается в природе. Перспективно получение водорода из воды, поскольку велики запасы последней. Однако при разложении воды выход чистой энергии получается отрицательным. Это означает, что использование «вода → водород» в качестве энергоносителя зависит от наличия дешевого,

мощного и доступного источника энергии, например, специальных солнечных батарей.

Лучшим решением энергетических проблем является повышение эффективности энергетики и интенсивное использование возобновимых и вечных источников. Основное внимание следует уделять небольшим децентрализованным системам на основе вечных и возобновимых источников энергии.

Правительства могут стимулировать или препятствовать использованию определенных видов энергетических ресурсов, искусственно поддерживая высокие или низкие цены.

Самый дешевый и легкий способ получить больше энергии и уменьшить современные нагрузки на окружающую среду состоит в повышении энергоэффективности промышленности, транспорта, зданий и сооружений, сельскохозяйственных ферм и ВПК. Этого можно достичь, изменив привычку расточительства энергии, повысив КПД энергоустановок и снизив удельные расходы энергоресурсов.

Повышение эффективности энергетики позволит продлить срок использования невозобновимого минерального углеродсодержащего сырья, уменьшить зависимость от стран-импортеров энергоносителей и укрепить глобальную и национальную экономическую и экологическую безопасность.

Невозобновимые источники энергии.

Оценка существующего запаса конкретного невозобновимого минерального ресурса, которое можно обнаружить и извлечь по

доступной цене, является сложным и противоречивым процессом. Запасы минеральных ресурсов подразделяются на выявленные и необнаруженные ресурсы. В свою очередь каждая из этих категорий подразделяется на резервы, т.е. выявленные ресурсы, которые можно извлечь с получением прибыли по существующим ценам при существующей технологии добычи и ресурсы, т.е. все обнаруженные и необнаруженные ресурсы, включая те, что не могут быть извлечены с получением прибыли.

Когда 80 % резервов минерального сырья оказываются извлеченными и использованными, ресурс считается исчерпанным, так как извлечение оставшихся 20 % не приносит прибыли. Количество доступного ресурса и тем самым время исчерпания можно увеличить путем разработки новых технологий добычи, увеличения доли рециркуляции и вторичного использования. Для некоторых экономически исчерпанных ресурсов удастся найти замену.

Российская Федерация располагает богатыми запасами невозобновимого минерального сырья, 1/3 добываемой нефти в настоящее время экспортируется.

В то же время США зависят от импорта из 25 других стран по 24-м из 42 наиболее жизненно важных и стратегических негорючих минералов. Для увеличения запасов сторонники защиты окружающей среды предлагают увеличить долю рециркуляции и повторного использования невозобновимых минеральных ресурсов и снизить неоправданные потери их.

В США в настоящее время рециркулируется только около 10 % муниципальных твердых отходов по сравнению с 50 % в Японии и промышленно развитых европейских странах. Большая часть отходов (твердых) в США закапывается в землю или сжигается в мусоросжигательных печах.

Сторонники защиты окружающей среды призывают промышленно-развитые страны перейти от общества одноразового использования с большим количеством отходов к устойчивому обществу, производящему незначительное количество отходов. Это потребует значительного увеличения доли компостирования, рециркуляции, вторичного использования. Это потребует также привлечения экономических стимулов, определенных действий правительств, а также изменения в поведении и образе жизни людей.

Дополнительные энергетические ресурсы составляют 1 %, и к ним относятся главным образом нефть, уголь и природный газ, которые стали основным источником развития мировой экономики, особенно с 1950 г. Использование этих ресурсов послужило основной причиной загрязнения окружающей среды и ухудшения её качества. Большинство аналитиков сходятся на том, что эпоха дешевой нефти заканчивается. Это означает, что надлежит найти замену нефти, на долю которой в настоящее время приходится 1/3 мировой дополнительной энергии (40 % в США и 55 % в Японии) и 90 % энергии используется на автотранспорте.

Некоторые ученые полагают, что следует сжигать больше угля для производства энергии и получать на основе угля синтетическое жидкое и газообразное топливо. Другие видят решение проблемы в более широком использовании природного газа. Третьи полагаются на ядерную энергию. Другие настаивают на экономии энергии (получаемой из невозобновимого сырья) с увеличением доли потребления энергии Солнца, ветра, воды, биомассы и тепла земной коры (геотермальная энергия).

Каждая из перечисленных энергетических альтернатив имеет свои преимущества и недостатки.

Для этого необходимо ответить на следующие вопросы:

- какое количество энергии будет доступно за краткосрочный, среднесрочный и долгосрочный периоды;
- какой выход полезной энергии (КПД);
- какова стоимость разработки, внедрения и использования энергии;
- каковы возможные отрицательные последствия для окружающей среды и общества в целом, а также для военной и экономической безопасности государства.

Экономический анализ поможет решить, какие из принятых источников энергии отвечают наилучшим значениям критерия «эффективность \uparrow – стоимость \downarrow », это в свою очередь поможет наилучшим образом использовать наш ограниченный финансовый капитал.

Специалисты в области экологии и охраны окружающей среды оценят последствия для окружающей среды использования каждого альтернативного источника энергии. Это жизненно важно, поскольку загрязнение воздуха и воды, разрушение почвенного покрова происходят в процессе добычи, обработки и использования ископаемого топлива. Так, в США 80 % загрязнения воздуха вызывается сжиганием ископаемых видов топлива в автомобилях, котельных, на предприятиях и электростанциях.

Важную роль при выборе источников энергии играет политика. Выбор, который мы совершаем как личности в отношении видов и количества потребляемой энергии, является политическим и экономическим актом, который формулирует как национальную энергетическую политику, так и наше собственное экономическое благополучие.

Поскольку мы имеем в распоряжении ограниченные денежные средства и мало времени для разработки и внедрения заменителей нефти, неправильный выбор может привести к экономическому хаосу и деградации окружающей среды, увеличить угрозу обычной и ядерной войн.

Самый важный вопрос, какой должны задавать себе лица, обладающие правом принимать решения в области энергетики – какие источники энергии будут в наибольшей мере способствовать устойчивому развитию Земли в наших интересах, интересах будущих поколений и других живых существ, обитающих на ней.

- **Нефть** – при добыче нефти выкачивается только 1/3 всей сырой нефти, содержащейся в месторождении. Повысить выход тяжелой нефти возможно с помощью пара или закачки в пласт диоксида углерода. Однако, из-за больших энергетических затрат этот способ, названный расширенным методом извлечения нефти, оказался экономически и экологически нецелесообразным.

Почти 2/3 всех разведанных мировых запасов нефти находятся всего в пяти странах: Саудовской Аравии, Кувейте, Иране, Ираке и ОАЭ. Странам ОПЭК принадлежит 67 % этих запасов, а Саудовской Аравии – 25 %.

США обладают всего 3 % мировых резервов нефти, а используют 30 % ежегодно добываемого её количества. Структура использования нефти в США приведена на рисунке 3.6.

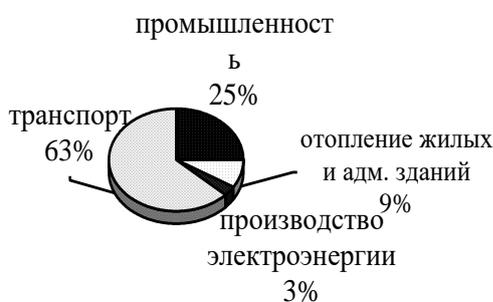


Рисунок 3.6 – Использование нефти в США

По объему добычи нефти Российская Федерация занимает лидирующее место в мире.

Доступные мировые запасы могут быть исчерпаны через 40-80 лет, при сжигании нефтепродуктов в атмосферу выделяется

большое количество диоксида углерода – компонент «парникового» эффекта.

Нетрадиционная тяжелая нефть – является остатком обычной нефти или добывается из нефтеносных сланцев и песка, может рассматриваться дополнительным источником нефти. Но эта нефть является дорогостоящей, имеет низкий выход, требует для своей переработки больших количеств воды и оказывает более вредное воздействие на окружающую среду, чем обычная нефть.

- **Природный газ**

Более 1/3 разведанных запасов природного газа в мире приходится на РФ, принадлежит первое место в мире по добыче. Другими странами с большими разведанными запасами являются Иран (14 %), США (6 %), Катар (4 %), Алжир (4 %), Саудовская Аравия и Нигерия по 3 %.

95 % природного газа в США поступает из внутренних источников и только 5 % импортируется из Канады. Российская Федерация и Алжир через трубопроводную систему снабжают природным газом Европу. Структура использования природного газа в США приведена на рисунке 3.7.

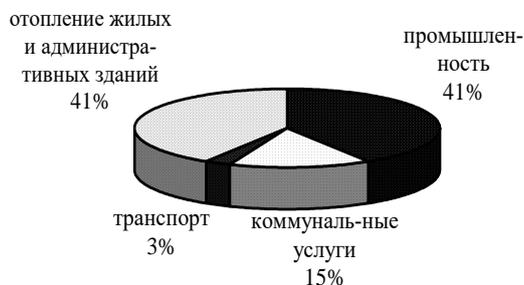


Рисунок 3.7 – Использование природного газа в США

Природный газ дает больше тепла и сгорает более полно, чем другие ископаемые топлива, является многофункциональным и относительно дешевым, имеет высокий КПД выхода чистой энергии.

Запасы могут быть исчерпаны через 40–100 лет. Вследствие чистого выхлопа в сравнении с бензином и дизельным топливом автотранспорт постепенно переводят на природный газ.

• **Уголь** – на различных этапах в естественных условиях в пластах формируются четыре вида углей:

- торф;
- бурый уголь;
- битумный уголь;
- антрацит.

Около 60 % добываемого в мире угля сжигается в бойлерах для получения пара с последующим преобразованием в электроэнергию. Остальная часть угля превращается в кокс, используемый для производства стали и пара.

Около 68 % всех мировых разведанных резервов угля и около 85 % его оцененных необнаруженных месторождений находятся на территории трех стран: РФ, США, Китай.

Структура производства электроэнергии в США приведена на рисунке 3.8.

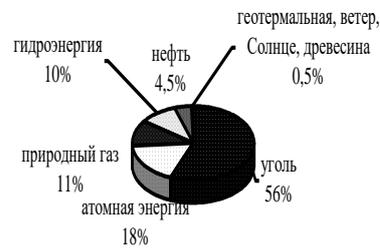


Рисунок 3.8 – Производство электроэнергии в США

Выявленных мировых ресурсов угля хватит на 220 лет при современном уровне его потребления и на 65 лет при ежегодном возрастании этого уровня на 2 %. Невыявленных ресурсов угля во всем мире должно хватить на 900 лет при неизменном (современном) уровне его потребления, и на 150 лет при ежегодном повышении этого уровня на 2 %.

Недостатки угля:

- чрезвычайно грязен, его добыча опасна и наносит вред окружающей среде, при сжигании образуется большое количество вредных токсичных компонентов;
- выделяет больше CO_2 на единицу выработанной энергии, чем другие ископаемые топлива;
- неудобство и опасность самовозгорания при транспортировке.

Уголь может быть превращен в газообразное и жидкое топливо за счет организации термохимических реакций окисления, гидрирования. Газообразное и жидкое топливо из угля сгорает

более полно, имеет более широкий спектр применения и удобно при транспортировке. Однако, КПД преобразования угля в газообразное и жидкое топливо низкий, требуется кислород, много воды для переработки, выделяется много CO_2 .

- **Геотермальная энергия** – преобразуется в невозобновимые подземные месторождения сухого пара, водяного пара и горячей воды. Их энергию используют для отопления помещений и выработки электроэнергии, они обладают средним значением КПД выхода энергии, не выделяют CO_2 . Однако, легкодоступных месторождений этого вида ресурса немного, их энергию нельзя использовать для транспорта. Существуют такие огромные, практически вечные источники геотермальной энергии в виде расплавленных горных пород, однако эти месторождения залегают глубоко под землей, использование их экономически неоправдано.

- **Энергия реакции ядерного деления.**

В 2005 году атомная энергетика производила всего лишь 5,3 % всей мировой энергии. Опасность эксплуатации АЭС, высокие и все возрастающие расходы заставили многие страны отказаться от планов расширения атомной энергетике.

Основные преимущества атомной энергии:

1. Ядерные реакторы не выделяют веществ, загрязняющих атмосферный воздух (CO_2 , пыль, SO_x , NO_x);

2. Степень загрязнения воды и нарушения почвенного покрова находятся в допустимых пределах, если цикл ядерного превращения протекает нормально.

Наиболее значимыми недостатками являются:

1. Затраты на строительство и эксплуатационные расходы оказались гораздо выше первоначально запланированных;

2. Обычные АЭС могут использоваться только для производства электроэнергии;

3. Хотя крупномасштабные аварии обладают чрезвычайно низкой вероятностью, они уже происходили в результате сбоев в работе оборудования и ошибок человека и подорвали доверие общественности к атомной энергетике;

4. Чистый выход полезной энергии низок;

5. Не разработаны методы надежного хранения высокорadioактивных отходов на протяжении десятков и сотен тысяч лет;

6. Использование атомной энергии приводит к распространению знаний и материалов, которые могут быть использованы для производства атомного оружия.

В условиях энергетического кризиса, обусловленного ограниченными запасами энергосистемы невозобновимого характера с одной стороны, и значительной долей их использования с другой, необходимо использовать следующие направления:

- 1) создание инновационных технологий, позволяющих резко снизить удельный расход энергоносителей невозобновимого характера, замена устаревших техногенных систем на ресурсосберегающие технологии;
- 2) отказ от импорта энергоносителей невозобновимого характера за счет увеличения доли использования энергоносителей, которыми располагает данная страна;
- 3) увеличение доли использования энергоносителей возобновимого и вечного характера.

По второму направлению успешно продвигается Дания, в которой отсутствуют ресурсы нефти, а имеются собственные запасы угля. За последние 20 лет доля использования импортной нефти снизилась с 88% до 5%, а доля использования угля увеличилась с 3% до 45% .

В значительной мере Дания продвинулась и по первому направлению: в 1980 г. на отопление коммунального жилья расходовалось 685 МДж/м², а в 2000 г. – 360 МДж/м². Цель – уменьшение зависимости от импорта нефти и оздоровление окружающей среды.

3.3 Неуглеводородная энергетика – путь к устойчивому развитию общества

На Генеральной Ассамблее Организации Объединенных Наций (29.IX. 2015г.) в выступлениях глав государств ведущих стран Планеты был выдвинут тезис о безальтернативном переходе на

неуглеводородное сырье для обеспечения растущих потребностей техногенных систем.

Критерии устойчивого развития современного общества сформулированы в работе [5]. Основными критериями развитого устойчивого общества являются:

- реализация ресурсосберегающих, безотходных технологий;
- использование энергетического потенциала, получаемого на основе возобновляемых и вечных естественных природных ресурсов.

Естественно эта реальная насущность перехода на неуглеводородное сырье не может быть воплощена в жизнь и практику эксплуатации техногенных систем немедленно, сиюминутно.

Для реализации этого перехода с углеводородного сырья (УС) на неуглеводородное сырье (НУС) потребуются десятилетия на разработку инновационных проектов.

Необходимо отметить, что эпоха углеводородного сырья невозобновимого характера еще в 70—ых годах XX столетия прошла свой «пик», максимум и идет неуклонно на завершение этой эпохи [5].

В таблице 3.1 приведены разведанные запасы нефти, природного газа и время их коммерческой реализации [22].

Таблица 3.1 — Мировые запасы нефти и природного газа

Крупнейшие запасы нефти				Крупнейшие запасы газа			
Страна		Разведанные запасы, тыс. млн. баррелей	Период добычи, лет	Страна		Разведанные запасы, трлн. м ³	Период добычи, лет
1	Сауд. Аравия	264,5	72	1	Россия	44,8	76
2	Венесуэла	211	>100	2	Иран	29,6	>100
3	Иран	137,0	88	3	Катар	25,3	>100
4	Ирак	115,0	>100	4	Туркмения	8,0	>100
5	Кувейт	101,5	>100	5	Сауд. Аравия	8,0	96
6	ОАЭ	97,8	94	6	США	7,7	13
7	Россия	77,4	21	7	ОАЭ	6,0	>100
8	Ливия	46,4	77	8	Венесуэла	5,5	>100
9	Казахстан	39,8	62	9	Нигерия	5,3	>100
10	Нигерия	37,2	42	10	Алжир	4,5	56
Весь мир		1383,2	46	Весь мир		187,1	59

Из приведенных данных следует, что мировые запасы нефти обеспечат техногенные системы Планеты еще в течение 46 лет, а запасы природного газа — в течение 59 лет [22]. Эти ресурсы меньше продолжительности жизни одного поколения. А что делать далее с учетом демографического роста населения Планеты???

Для перехода на неуглеводородное сырье необходимо подготовить научно-исследовательскую, опытно-промышленную и промышленную базы, а на это требуется целенаправленное

финансирование, время, воля и желание правительств, населения Планеты.

Исходя из реального положения дел с запасами УС, времени их исчерпания, можно предложить три стадии перехода с УС на НУС :

1) оставшееся время действия и эксплуатации УС для обеспечения техногенных систем;

2) переходной период, когда доля НУС в общем энергетическом балансе будет составлять 50% и более, вплоть до полного замещения УС—на 100% НУС;

3) установившийся период реализации углеводородного сырья для функционирования техногенных систем.

Эпоха углеводородного сырья характеризуется существенным «сдвигом» цивилизации в сторону неустойчивости [5]. Эта неустойчивость характеризуется существенным влиянием «парникового» эффекта, разрушением озонового слоя Планеты и экосистем, интенсивным истощением невозобновимых и возобновимых источников энергии.

В качестве рекомендаций можно предложить следующие основные направления деятельности в рамках первой стадии — УС [22]:

1) «законсервировать» дальнейшую разведку, разработку и добычу углеводородного сырья, оставить оставшееся УС будущим поколениям в качестве резерва;

2) перевести техногенные системы на ресурсосберегающие, экологически безопасные технологии;

3) снизить влияние «парникового» эффекта.

3.4Альтернативные источники энергии

Под руководством профессора Леонова В.Е. проводятся научно-исследовательские, опытные и опытно-промышленные работы по разработке и использованию углеводородного сырья для обеспечения функционирования техногенных систем [22, 23,31-34].

Бассейн Черного моря является мощным источником нетрадиционных энергоресурсов-сероводород и донные кристаллогидраты.

Донные кристаллогидраты представляют собой твёрдофазный сплав льда и растворенных (адсорбированных) углеводородов C_1 - C_{5+} . Техническая проблема в использовании кристаллогидратов состоит в их добычи, транспортировки на поверхность морской среды [49], а регазификация и переработка кристаллогидратов в химические соединения и моторное топливо не представляют промышленных осложнений и может быть реализована в существующих нефтехимических комплексах.

Сероводород, содержащийся в бассейне Черного моря, представляет огромную потенциальную опасность для стран Причерноморья.

Научно-технические проблемы широкого использования сероводорода для производства моторных топлив и химических соединений включают следующие стадии:

- глубоководная добыча сероводорода;

- эффективная переработка сероводорода в моторное топливо и химические соединения.

Нами разработано оригинальное техническое решение по глубоководной морской добыче сероводорода ($\approx 10\ 000$ м), решение защищено патентом Украины [50].

Техническим решением [50] предусмотрена стационарная морская платформа, на которой осуществляется сбор, хранение и подготовка добытого сероводорода к последующей комплексной переработке. Последняя осуществляется также на морской платформе.

В работах [22,23,31,33] предложены способы переработки сероводорода, серосодержащих соединений в топливо для СЭУ. Способ [51] отличается высокими технико-экономическими показателями, эмиссия вредных токсичных компонентов с отработанными газами в атмосферу полностью отсутствует.

При комплексной добыче и переработки сероводорода Черного моря решаются три основные проблемы:

1. снижается потенциальная опасность «прорыва» через толщу морской воды токсичного, взрыво-пжароопасного сероводорода;
2. снижается зависимость стран от импорта углеводородных энергоносителей;
3. резко снижается социально-экономический и экологический ущерб окружающей среде стран Причерноморья.

Комплексная переработка сероводорода представлена ниже (рис.3.9).

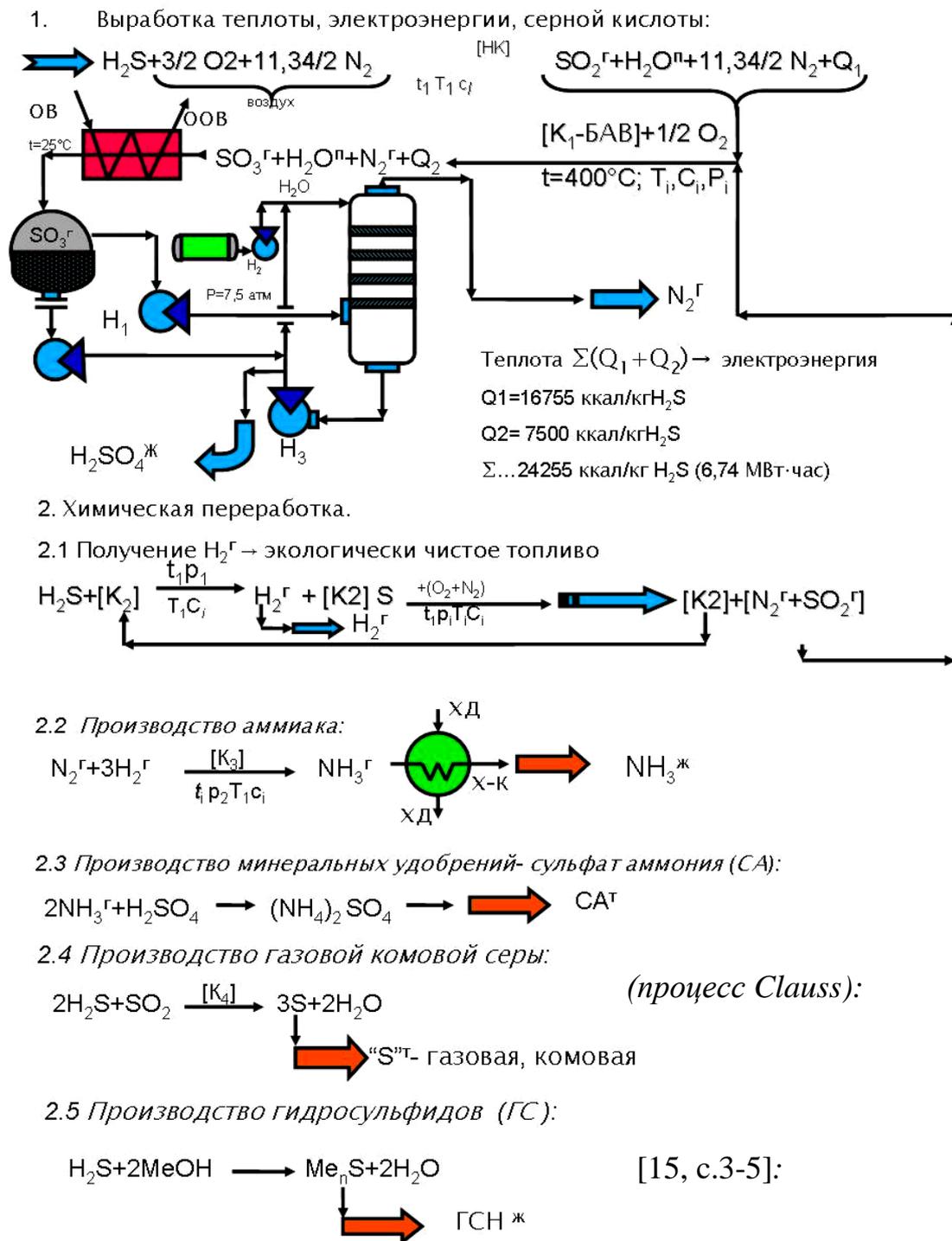


Рисунок 3.9 – Рациональные пути переработки сероводорода, добытого из глубин Черного моря.

Очевидны экономические преимущества использования сероводорода Черного моря в сравнении с традиционными углеводородными энергоносителями – расчётная стоимость 1000 м³ сероводорода составляет 30 долл. США в сравнении с 300 долл. США за 1000 м³ природного газа, т.е. стоимость сероводорода в 10 раз ниже стоимости природного газа и, соответственно, значительно ниже стоимость топлива и химических соединений, полученных из сероводорода.

В качестве альтернативных неуглеводородных ресурсов могут быть рассмотрены вечные энергоносители первого и второго рода, а именно—прямая солнечная, ветросиловая [36], гидро-, геотермальная, морская приливо-отливная энергия, атомная, однако их вклад в общем балансе энергоносителей в настоящее время крайне мал (не более 9 %). Анализ эффективности этих источников энергии — отдельная тема.

Основная база для неуглеводородной энергетики на наш взгляд должна опираться на неисчерпываемые ресурсы для их получения с большой кратностью запаса и воспроизводством. По нашему мнению, неисчерпаемая, воспроизводимая база может быть сосредоточена на двух веществах, полученных в результате глубокого окисления органических соединений:

- вода;
- диоксид углерода.

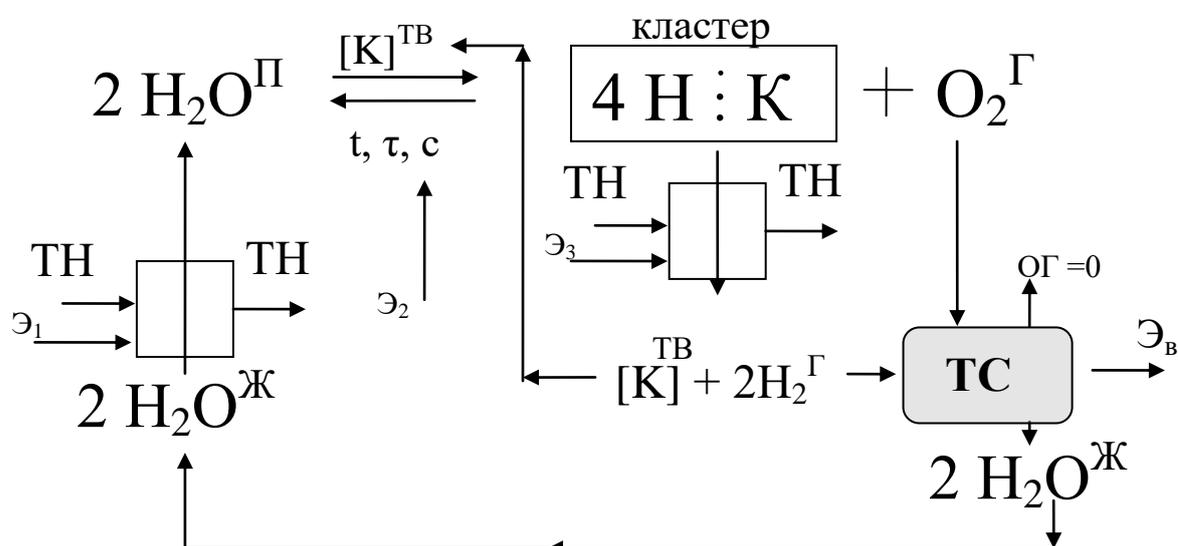
Заманчивым представляется получение водорода из воды.

В настоящее время водород из воды может быть получен по двум схемам:

- 1) электрохимическим — разложением воды;
- 2) каталитическим — «железо-паровым» способом, где в качестве катализатора применяются соединения железа и никеля с переменной валентностью.

Необходимо отметить, что эти процессы неэкономичны, неэффективны и не могут претендовать на промышленную реализацию.

В порядке обсуждения, возможной дискуссии предлагается инновационная технология получения водорода из воды, которая лишена недостатков предыдущих двух процессов и может рассматриваться, как коммерческая (рис.3.10).



$\mathcal{E}_1, \mathcal{E}_2, \mathcal{E}_3$ – затрачиваемая энергия; $\mathcal{E}_в$ – получаемая энергия; ТН – теплоноситель; К – катализатор; ТС – техногенные системы; Г, П, Ж, ТВ – соответственно, газообразная, парообразная, жидкая, твёрдая

Рисунок 3.10 – Получение водорода из воды.

Процесс может быть рекомендован к промышленной реализации, если энергия переработки, сжигания водорода будет намного превышать энергию, используемую для разложения воды на водород и кислород $\mathcal{E}_в \gg \sum \mathcal{E}_{1+2+3}$. Вода, полученная в результате переработки, сжигания водорода, как неуглеводородный ресурс, возобновима. Сырьевые ресурсы диоксида углерода достаточно разнообразны и обладают большой кратностью запаса:

- 1) атмосферный воздух;
- 2) морская , океаническая среда , минералы;
- 3) природные карбонаты;
- 4) биосфера.

Метанол получается методом каталитического гидрирования диоксида углерода по реакции [35]:



Метанол можно использовать для нефтехимического синтеза, а вода, полученная в качестве побочного продукта реакции, будет использоваться для получения водорода по приведенной схеме (рис.3.10).

Таким образом, на стадии неуглеводородной энергетики планируется:

- 1) базовое сырье неуглеводородного происхождения – вода и диоксид углерода;
- 2) водород, полученный из воды, используется в качестве энергоносителя и для производства метанола (реакция 3.10).

Создание крупнотоннажных производств водорода и метанола, базирующихся на неуглеводородном сырье, требует значительных

капитальных вложений, связаны с техническими рисками, просчетами. Поэтому до практической реализации производств, основанных на использовании неуглеводородного сырья, должны быть проведены серьезные технико—экономические расчеты и обоснования их создания, оценка воздействия этих производств на окружающую среду и биосферу. Необходимо отметить, что при разложении воды одновременно с получением водорода выделяется эквимолярное количество кислорода, что позволит использовать его в качестве окислителя. Замена воздуха на кислород в качестве окислителя позволит снизить токсичность отработанных газов техногенных систем – эмиссия оксидов азота будет исключена.

Таким образом, можно подвести следующие итоги:

1. Исчерпывание ресурсов невозобновимого углеводородного сырья и отрицательное влияние последствий его переработки на окружающую среду привели к необходимости поиска неуглеводородных источников.
2. Обоснованы этапы перехода техногенных систем на неуглеводородное сырье.
3. Даны технические предложения по альтернативному неуглеводородному сырью для обеспечения техногенных систем в направлении производства энергии, теплоты, моторного топлива, продуктов органического, неорганического синтеза.

Вопросы для самоконтроля.

1. Причины разрушения (истощения) «озонового слоя» Планеты. Пути решения проблемы.

2. Влияние «кислотных» дождей на качество морской среды, морские экосистемы.

3. Влияние «кислотных» дождей на окружающую среду и биосферу.

4. Как решить проблему сероводорода для стран Причерноморья с целью обеспечения экологической их безопасности.

5. Дать характеристику невозобновимым источникам энергии. Анализ.

6. Дать характеристику возобновимых источников энергии. Анализ.

7. Дать схему вечным источникам энергии первого и второго родов. Анализ.

8. Характеристика малоотходных, ресурсосберегающих технологий с позиций экономики и охраны окружающей среды.

9. Характеристика безотходных технологий: утопия или реальность.

10. Дать характеристику альтернативных чистых топлив для судовых энергетических установок.

11. Характеристика устойчивого развития общества согласно концепции ООН.

12. Каковы основные пути перехода к устойчивому развитию общества?

Раздел 4 Законы и категории экологии. Экосистемы.

Понятие о риске.

План

4.1 Законы и категории экологии

4.2 Упрощенная модель воздействия человека на деградацию

Окружающей Среды:

4.3 Круговороты основных веществ.

4.4 Факторы повышенной опасности. Риск.

Вопросы для самоконтроля

Рекомендуемая литература: [5-12, 16, 47, 48]

4.1 Законы и категории экологии

Законы и категории экологии могут быть сгруппированы следующим образом [5]:

1. *Первый закон экологии* – принцип экологических сопутствующих последствий;
2. *Второй закон экологии* – принцип взаимосвязанности;
3. *Третий закон экологии* – принцип химического невмешательства (любое химическое вещество, которое мы производим, не должно вызывать нарушений в естественных биогеохимических циклах, приводящих к деградации систем жизнеобеспечения Земли);
4. *Четвертый закон экологии* – закон предела (системы жизнеобеспечения Земли могут выдержать значительное давление и грубые вмешательства, однако всему есть предел);

5. *Пятый закон экологии* – принцип диапазона толерантности (каждый вид и каждый организм в отдельности могут существовать только в определенном диапазоне экологических условий);

6. *Шестой закон экологии* – принцип емкости (никакая популяция не может расти беспредельно);

7. *Седьмой закон экологии* – принцип сложности (природа не только более сложна, чем мы о ней думаем, она гораздо сложнее, чем мы можем себе это представить).

Нарушение законов экологии хотя бы по одному из них неизбежно приводит к неустойчивости развития общества, чему мы являемся прямыми свидетелями и о чем было заключение на Международном конгрессе по устойчивому развитию общества в 1992 году (Рио-де-Жанейро, Бразилия).

4.2 Упрощенная модель воздействия человека на деградацию Окружающей Среды[5]:

$$\text{P} = \text{N} \times \text{R}_{\text{уд}} \times \text{Д} \quad 4.1,$$

где N – численность населения Земного шара, чел.;

$\text{R}_{\text{уд}}$ – удельный расход природных ресурсов, усл. т/чел.;

Д – деградация ОС и загрязнение на единицу использованных ресурсов, грн./усл. т;

P – антропогенное воздействие на окружающую среду, грн.

В связи с этой упрощенной моделью рыночная цена продукта должна включать в себя все существующие и будущие издержки на устранение ущерба от любых видов загрязнений, деградации окружающей среды, а также других негативных воздействий на общество и природу, связанных с производством этого продукта.

Уместно дать некоторые категории экологии:

- не может быть «здоровой» экономики при «больной» ОС;
- нельзя субсидировать и снижать налогообложение при производстве вредной продукции и при неоправданных ресурсозатратах;
- нельзя растворять, рассеивать или смешивать те вещества в отходах, которые могут быть рециркулированы;
- категории экологии в части производства энергии и её превращения в другие формы должны строго следовать, соответственно, первому и второму закону термодинамики.

Организмы каждого вида характеризуются определенным диапазоном толерантности к колебаниям физических, химических и биологических факторов среды. Существование, обилие и распределение организмов зависит от того, не превышены ли предельные значения одного или нескольких факторов среды, при которых большинство особей данной популяции могут существовать (закон толерантности экологии).

Теперь, когда люди живут в больших городах, окруженные современными технологиями, и покупают необходимые товары и продукты в магазинах, наша связь с естественной биотой кажется делом прошлым и несущественным, можно констатировать, что

тенденция жертвовать естественной биотой во имя потребительских целей продолжается и в настоящее время («кладбище» вымерших видов в Бронкском зоопарке Нью-Йорка). Все возрастающее разрушение природной биоты ослабляет устойчивость современной цивилизации, чему мы являемся свидетелями (изменение природно-климатических условий, вымирание организмов растительного и животного происхождения, снижение иммунной системы человека, радиоактивное загрязнение планеты).

Ценность естественной биоты для человека можно рассмотреть по пяти направлениям:

- 1) основа сельского и лесного хозяйства;
- 2) ресурсы для медицины;
- 3) прямая польза – природная биота защищает болота от наносов, эрозии почв, смягчает климат, биота почвы сохраняет пахотный слой;
- 4) возможности для отдыха, удовлетворения эстетических и научных потребностей;
- 5) коммерческие возможности.

Несмотря на всю ценность естественной биоты, на неё ведется стремительное наступление – разрушение. Это может привести к почти полному её уничтожению еще при жизни нашего поколения.

Главные удары здесь следующие:

- 1) разрушение местообитаний в результате отчуждения земель человеком;
- 2) загрязнение;

- 3) чрезмерная эксплуатация;
- 4) введение новых видов (гибель живых организмов под действием новых видов);
- 5) сочетание вредных факторов и деградация среды.

Наибольший вред причиняет естественным биотам разрушение местообитаний при изменении землепользования – уничтожение лесов, осушка и засыпка болот под сельскохозяйственные угодья или застройку.

Главная причина разрушения природных экосистем и отчуждения Земли человеком – рост народонаселения и вытекающая из этого потребность во все больших площадях для застройки, ведения сельского хозяйства, животноводства, промышленности.

Экологическая ниша – описывает физические, химические и биологические факторы, необходимые виду для выживания, роста и размножения в экосистеме.

Здесь ярко проявляется роль организма в экосистеме.

Межвидовая конкуренция, хищничество, паразитизм, мутуализм и комменсализм – основные способы взаимодействия видов в экосистеме, являющиеся элементами их экологических ниш. Прямая или косвенная зависимость всех форм жизни на Земле друг от друга и от окружающей их неживой среды является коренным постулатом экологии.

В современном представлении биосфера – это сложная динамическая большая система, состоящая из многих компонентов

живой и неживой природы, целостность которой поддерживается в результате постоянно действующего биологического круговорота веществ.

В основе учения В.И. Вернадского лежат представления о планетарной геохимической роли живого вещества в образовании биосферы как продукта длительного превращения вещества и энергии в ходе геологического развития Земли. Через живое вещество многократно проходят атомы почти всех химических элементов. В конечном итоге живое вещество определило состав атмосферы, гидросферы и в значительной степени осадочных пород.

Живое вещество аккумулирует энергию космоса, трансформирует её в химическую, механическую, тепловую, электрическую и в непрерывном обмене веществ с материей планеты обеспечивает образование нового живого вещества.

Биоценоз – организованная группа популяций растений, животных и микроорганизмов, живущих во взаимодействии в одних и тех же условиях среды.

Иногда для упрощения изучения биоценоза его условно подразделяют на отдельные составляющие: фитоценоз – растительность, зооценоз – животный мир, микробиоценоз – микроорганизмы. Однако необходимо подчеркнуть, что не может быть устойчивой система, которая состояла бы только из растений или только животных.

Биоценоз не может развиваться сам по себе и независимо от среды неорганического мира.

Пространство с однородными условиями, заселенное биоценозом, называют биотопом.

Биогеоценоз – элемент биосферы, в котором биоценоз (сообщество живых организмов) и соответствующий ему биотоп (часть атмосферы, литосферы, гидросферы) остаются однородными и взаимосвязанными в единый комплекс.

Таким образом, биосфера включает в себя следующие этапы жизни – сообщества (популяции), биоценоз, биогеоценоз.

В современных условиях деятельность человека преобразует ландшафт Земли: возделывание земли, сельскохозяйственные угодья, животноводческие фермы. Так формируются новые экологические системы – агробиогеоценозы, агроценозы. К агроценозам относятся – сельскохозяйственные поля, лесозащитные посадки, пастбища, лесопосадки, пруды, водохранилища, каналы и осушенные болота. В структуре и энергетике естественных и указанных выше искусственных биоценозов много отличительных характеристик, однако принципиальных отличий между ними не существует.

Значительно сложнее обстоит вопрос с искусственными экологическими системами, возникающими в промышленных зонах – предприятия, мегаполисы, плотины. Формируются качественно новые экологические системы, работа которых обеспечивается естественными природными ресурсами и за счет

постоянного воздействия промышленного предприятия на абиотическую и биотическую среды. Создание искусственных экосистем связано с интенсивным расходом природных ресурсов, значительным загрязнением окружающей среды, сокращением растительного покрова и животного мира и предопределяет переход современного общества к неустойчивому состоянию развития.

В таблице 4.1 приведено сравнение природной и антропогенной систем.

Таблица 4.1 – Сравнение природной и упрощенной антропогенной систем

Природная система (болото, луг, лес)	Упрощенная антропогенная система (поле, завод, дом)
Получает, преобразует и накапливает солнечную энергию	Потребляет энергию ископаемого и ядерного топлива
Продуцирует O ₂ и потребляет CO ₂	Потребляет O ₂ и продуцирует CO ₂ при сжигании топлива
Формирует плодородную почву	Истощает или представляет угрозу для плодородных почв
Накапливает, очищает и постепенно расходует воду	Расходует много воды, загрязняя её
Создает местообитания различным видам дикой природы	Разрушает местообитания многих видов дикой природы
Бесплатно фильтрует и обеззараживает загрязнители и отходы	Производит загрязнители и отходы, которые должны обезвреживаться
Обладает способностью самосохранения и самовосстановления	Требует больших затрат для постоянного поддержания и восстановления

Из анализа таблицы 4.1 следует, что антропогенные системы характеризуются как потребительские, разрушительные и опасные для окружающей среды, биосферы и человека, природные системы – созидательные, самоочищающиеся и накопительные.

Система жизнеобеспечения Земли включает несколько важных сфер[5]:

- 1) земная кора;
- 2) атмосфера;
- 3) биосфера (живые и неживые организмы);
- 4) литосфера (земная кора, верхняя мантия);
- 5) гидросфера.

Неживые или абиотические компоненты экосистемы включают физические и химические факторы.

К физическим факторам относятся солнечный свет, тень, испарение, ветер, температура и водные течения.

К химическим факторам – питательные элементы и их соединения в атмосфере, гидросфере и земной коре, необходимые для существования, роста и размножения организмов.

Основные типы организмов, которые формируют живые или биотические компоненты экосистемы, подразделяют на продуценты, консументы и редуценты. Это разделение базируется на преобладающем способе питания организмов.

Продуценты иногда называют автотрофами, самопитающиеся – это организмы, производящие органические соединения, используемые ими как источник энергии и питательных веществ.

Большинство продуцентов – зеленые растения и водоросли создают необходимые органические питательные вещества в процессе фотосинтеза:



Солнечная энергия преобразуется в химическую энергию, хранящуюся в сложных молекулярных структурах глюкозы и других углеводов.

Организмы, получающие питательные вещества и необходимую энергию, питаясь напрямую или косвенно продуцентами, называются *консументами*, или *гетеротрофами* (питающиеся другими).

Некоторые из консументов потребляют живые растения и животных, а остальные используют в качестве пищи мертвых животных и растения, называются редуцентами (детритами).

В зависимости от источников питания консументы, питающиеся живыми организмами, подразделяются на четыре основных класса:

1. Фитофаги (растительноядные) – консументы первого порядка, питающиеся исключительно живыми растениями;
2. Хищники (плотоядные) – консументы второго порядка, которые питаются исключительно растительноядными животными фитофагами;
3. Консументы третьего порядка, питающиеся только плотоядными животными;

4. Эврифаги (всеядные), которые могут потреблять как растительную, так и животную пищу.

Редуценты делятся на два класса:

1) детритофаги напрямую потребляют мертвые организмы или органические остатки;

2) деструкторы – к ним относятся грибы и микроскопические одноклеточные бактерии.

4.3 Круговороты основных веществ.

Жизнь на Земле зависит в основном от двух процессов:

- однонаправленного потока высококачественной энергии, исходящей от Солнца, проходящей через вещества и живые организмы, обитающие на земной поверхности или около неё, затем передаваемой в атмосферу и излучаемой обратно в космическое пространство в виде низкокачественного тепла;

- круговорота в экосфере химических веществ, необходимых для живых организмов (рис. 4.1).

Общее количество солнечной энергии, ежегодно получаемой Землей, составляет примерно $2 \cdot 10^{24}$ Дж. В процессе фотосинтеза образуется 100 млрд. т/год органических веществ и аккумулируется $1,9 \cdot 10^{21}$ Дж энергии Солнца. Для процессов фотосинтеза ежегодно вовлекается из атмосферы 170 млрд. т диоксида углерода, разлагается фотохимическим путем ≈ 130 млрд. т воды.

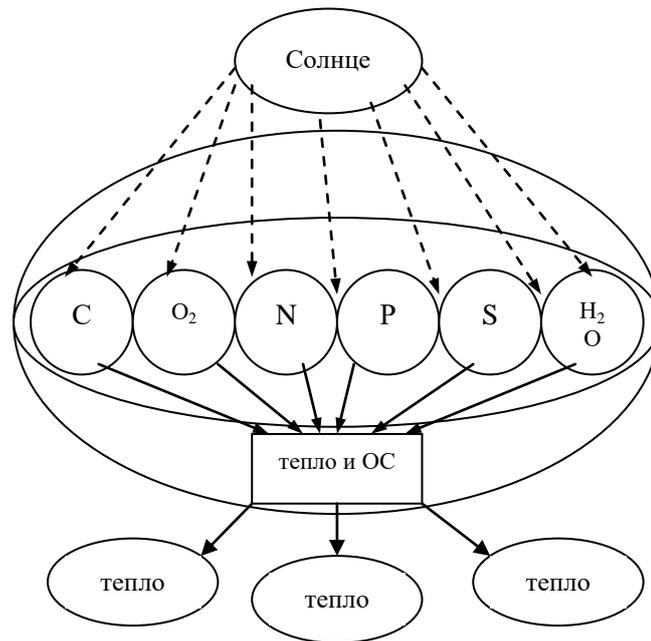


Рисунок 4.1 – Круговороты важнейших веществ

Кроме этого, в круговорот веществ вовлекается 2 млрд. т азота, кремния, аммония, железа, кальция и многих других веществ. Всего в биологическом круговороте участвует более 60 элементов.

Солнце – источник энергии для жизни.

Солнце представляет собой гигантский огненный шар, состоящий в основном из газообразных водорода (72 %) и гелия (28 %). Температура и давление в центральной части Солнца столь велики, что там происходят ядерные превращения водорода в гелий ($H_2 + Q \rightarrow He$). Энергия Солнца излучается в космос в виде спектра ультрафиолетовых (УФ) лучей, видимого и инфракрасного излучения и других форм лучистой и электромагнитной энергии. Распространяясь в космическом пространстве во всех направлениях, лучи примерно за 8 минут преодолевают расстояние в 150 млн. км и достигают нашей планеты. Около 34 % энергии

Солнца сразу же отражается назад в космос облаками, пылью, а также собственно поверхностью Земли. Подавляющая часть 65,99 % идет на нагревание атмосферы, суши, испарение и кругооборот воды в экосфере, преобразуется в энергию ветров. И лишь незначительная часть 0,023 % улавливается зелеными растениями и используется в процессе фотосинтеза для образования органических соединений, необходимых для поддержания жизнедеятельности организмов. Основная часть вредного ионизирующего излучения Солнца, особенно ультрафиолетовой радиации, поглощается молекулами озона в верхней части атмосферы и водяным паром в нижней части атмосферы. Без этого экранирующего эффекта большинство современных форм жизни на Земле не могло бы существовать. Большая часть не отраженной земной поверхностью поступающей солнечной радиации в соответствии со вторым началом термодинамики преобразуется в низкокачественную тепловую энергию и излучается обратно в космическое пространство.

Биогеохимические круговороты.

Питательные вещества, необходимые для жизнедеятельности организмов, их роста и размножения, включают как органические вещества – сахар, протеины, углеводы, так и неорганические – вода, CO_2 , кислород, нитраты, фосфаты, железо, медь. К макроэлементам относятся – углерод, кислород, водород, азот, фосфор, сера, кальций, магний, калий. Они составляют 97 % массы

человеческого тела и > 95 % массы всех живых организмов. К микроэлементам относятся – железо, медь, цинк, хлор, йод.

В результате целого комплекса биологических, геологических и химических процессов эти вещества преобразуются в усваиваемые живыми организмами формы.

Такой переход питательных элементов от неживой природы к живым организмам и обратно в неживую среду происходит в биогеохимических круговоротах. Эти круговороты включают круговороты углерода, кислорода, азота, фосфора, серы и воды.

Существуют два основных типа биогеохимических круговоротов: круговороты газообразных веществ и осадочные циклы.

Круговороты веществ в экосистеме.

Круговорот углерода.

Углерод является основным «строительным материалом» молекул углеводов, жиров, белков, нуклеиновых кислот (ДНК, РНК) и других важных для жизни органических соединений.

Большинство наземных растений получают необходимый им углерод, поглощая через поры в своих листьях диоксид углерода из атмосферы. Фитопланктон (микроскопические растения, плавающие в водных экосистемах) получают углерод из CO_2 , растворенного в воде. Продуценты осуществляют фотосинтез, в результате которого углерод CO_2 преобразуется в сложные органические соединения (например, глюкоза), которые затем в клетках растений расщепляются и преобразуют

углеродсодержащие соединения в диоксид углерода для повторного использования продуцентами:

аэробное дыхание



Такая связь между фотосинтезом и аэробным дыханием заставляет углерод циркулировать внутри экосистемы, что составляет важнейшее звено круговорота углерода. Ниже приведена диаграмма части углеродного цикла, из которой очевидна жизненно важная взаимозависимость продуцентов, животных и редуцентов. Одновременно с углеродом в экосистемах циркулируют и две другие составляющие глюкозы и других углеводов – кислород и водород (рис.4.2).

Углерод быстро циркулирует между атмосферой, гидросферой и живыми организмами. Некоторая часть планетарного углерода связывается в форме ископаемых видов топлив – каменного и бурого угля, нефти, природного газа, торфа, битуминозных песков и сланцев, процесс образования которых в литосфере длится миллионы лет. В процессе последующих добычи и сжигания минерального топлива углерод возвращается в атмосферу в виде CO_2 .

В водных экосистемах углерод и кислород, соединяясь с кальцием, образуют нерастворимый карбонат кальция, из которого состоят раковины моллюсков и минералы.

Другой важной частью круговорота углерода является анаэробное дыхание, происходящее без доступа кислорода. В ходе

этого процесса различные виды анаэробных бактерий преобразуют органические соединения в метан. Такой тип дыхания встречается в основном в болотных экосистемах, а также на свалках, где происходит захоронение промышленных и бытовых отходов.

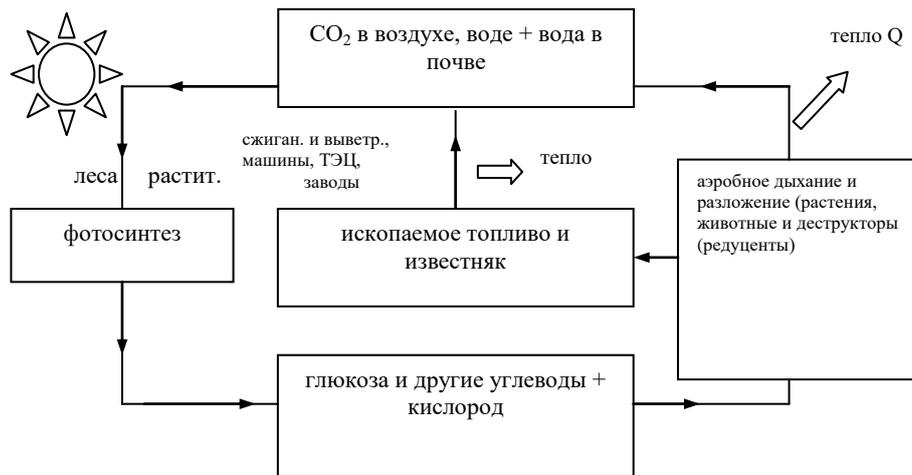


Рисунок 4.2 – Круговорот углерода

Вмешательство человека в круговорот углерода резко возрастает, особенно с 1950-х годов из-за быстрого роста населения и использования ресурсов. Интенсивное расходование ресурсов происходит по двум направлениям:

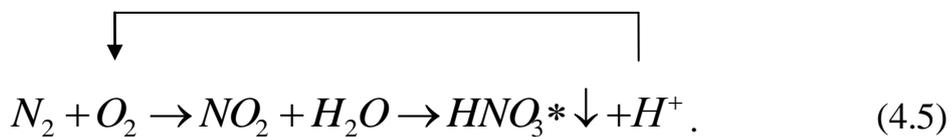
1. Сведение лесов и другой растительности, в связи с чем снижается объем поглощаемого диоксида углерода и повышается его доля в атмосфере;
2. Сжигание углеродсодержащих ископаемых видов топлив, образующийся при этом CO₂ попадает в атмосферу.

Ученые предсказывают, что CO₂ вместе с другими техногенными выбросами в ближайшее десятилетие может вызвать

потепление земной атмосферы и тем самым нарушить процесс производства продуктов питания на планете.

Круговорот азота.

Организм нуждается в различных химических формах азота для образования белков и генетически важных нуклеиновых кислот. Большинству растений требуется азот в форме нитрат-ионов (NO_3^-) и ионов аммония (NH_4^+). Газообразный азот атмосферы не усваивается ни растениями, ни людьми. Преобразование атмосферного азота в усваиваемые растениями химические формы называется фиксацией азота. Фиксация азота осуществляется сине-зелеными водорослями и некоторыми видами бактерий в почве и воде, либо бактериями, обитающими в корнях люцерны, гороха, клевера, фасоли и др. бобовых. Определенный вклад в фиксацию азота вносят грозовые разряды молний по схеме:



молния из атмосферы «кислотные осадки»

Неорганические нитратионы и ионы аммония, поглощаемые растениями, преобразуются ими в белки, ДНК. Особые бактерии – редуценты превращают азотсодержащие органические соединения биологических отходов в неорганические вещества – аммиак, соли, содержащие ионы аммония. Другие бактерии затем преобразуют эти неорганические формы азота в нитрат-ионы в почве и в газообразный азот, который, попадая в атмосферу, замыкает цикл.

Вмешательство человека в круговорот азота состоит в следующем:

- сжигание древесины или минерального топлива с выделением в атмосферу больших количеств оксидов азота, которые при взаимодействии с водяным паром могут образовать азотную кислоту. Эта кислота становится компонентом кислотных осадков, наносящих ущерб лесам, уничтожает рыбу в водоемах;
- воздействие некоторых бактерий на удобрения и отходы животноводства приводит к выделению в атмосферу «парникового» газа закиси азота;
- добыча полезных ископаемых, содержащих азот, для производства минеральных удобрений;
- вынос из почвы азотных соединений при сборе урожая сельскохозяйственных культур;
- увеличение количества азотных соединений в водных экосистемах при попадании в них загрязненных сточных вод с животноводческих ферм, полей, коммунально-бытовых канализационных стоков. Создаваемый при этом избыток питательных веществ способствует быстрому росту водорослей. Для разложения отмерших водорослей аэробными редуцентами расходуется растворенный в воде кислород, что приводит к массовым потерям рыб.

Круговорот фосфора (рис.4.3).

Фосфор в виде фосфат-ионов (PO_4^{3-} , HPO_4^{2-}) является важным питательным элементом как для растений, так и для животных. Он входит в состав молекул ДНК, молекул жиров, образующих

клеточные мембраны в растительных и животных клетках, а также веществ, входящих в состав костей и зубов животных. Круговорот фосфора относится к осадочному типу. Бактерии здесь играют менее важную роль, чем в круговороте азота. Во многих почвах и водных экосистемах содержание фосфора является лимитирующим фактором роста растений.

Большое количество фосфатов ежегодно смывается с поверхности суши в океан в результате природных процессов и антропогенной деятельности. Выветривание горных пород приводит к высвобождению новых количеств фосфора и продолжению его круговорота.

Вмешательство человека в круговорот фосфора сводится к двум направлениям:

- 1) добыча больших количеств фосфатных руд для производства минеральных удобрений и моющих средств;
- 2) увеличение избытка фосфат-ионов в водных экосистемах при попадании в них загрязненных сточных вод с животноводческих ферм, полей, а также хозяйственно-фекальных стоков. Избыток фосфора в водных экосистемах приводит к «взрывному» росту сине-зеленых водорослей и других водных растений, что нарушает жизненное равновесие в водных экосистемах.

Круговорот серы (рис.4.4).

Из природных источников сера попадает в атмосферу в следующем виде:

- сероводород – бесцветный, сильноядовитый газ при извержении вулканов, при разложении органических веществ в болотах и затапливаемых приливами низинах;
- диоксид серы – бесцветный удушливый газ при извержении вулканов;
- частицы сульфатных солей из брызг океанической воды.

Около трети всех соединений серы и 99 % диоксида серы, попадающих в атмосферу, имеют антропогенное происхождение. Сжигание серосодержащих углей, нефтепродуктов, природного газа для производства электроэнергии дает примерно 2/3 всех антропогенных выбросов диоксида серы в атмосферу. Оставшаяся 1/3 выделяется при переработке нефти, выплавке металлов из серосодержащих медных, свинцовых и цинковых руд.

В атмосфере диоксид серы окисляется кислородом до серного ангидрида, а последний при взаимодействии с водой образует серную кислоту, что приводит к кислотным осадкам, нарушающим жизнедеятельность наземных и водных экосистем.

Круговорот воды (рис.4.5).

Солнечная энергия и земное притяжение непрерывно перемещают воду между океанами, атмосферой, сушей и живыми организмами. Важнейшими процессами этого круговорота являются испарение и конденсация, осадки и сток воды в море для возобновления цикла.

Под воздействием поступающей солнечной энергии вода испаряется с поверхности океанов, рек, озер, почв и растений и

поступает в атмосферу. Ветры и воздушные массы переносят водяной пар в различные районы Земли. Понижение температуры приводит к выпадению осадков на поверхность суши или водоема. В среднем молекула воды находится в воздухе примерно 10 суток, прежде чем попадет с осадками на землю. Примерно половина всех осадков на планете выпадает в зоне тропических лесов. Пресная дождевая вода просачивается сквозь почву и пополняет водоносные горизонты. Однако, циркуляция подземных вод происходит несравнимо медленнее, чем циркуляция поверхностных и атмосферных вод.

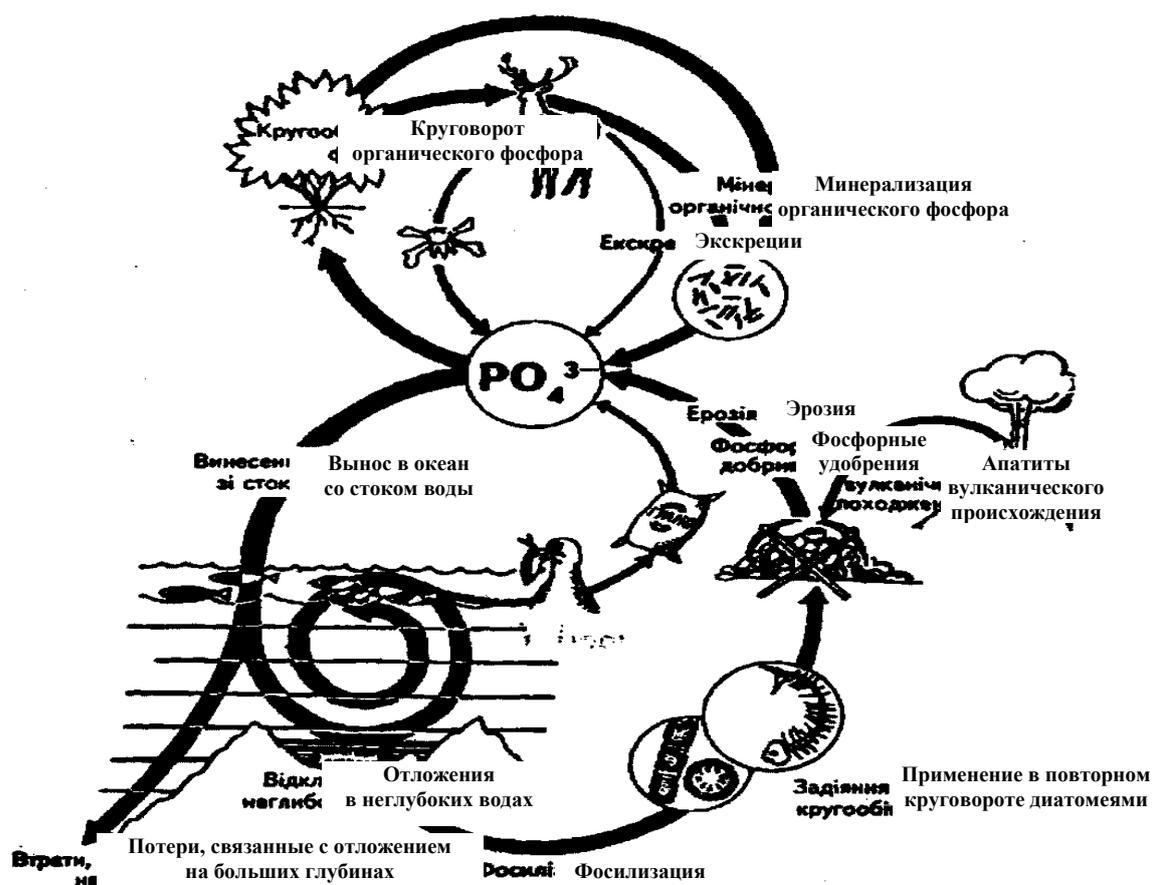


Рисунок 4.3 – Круговорот фосфора в природі

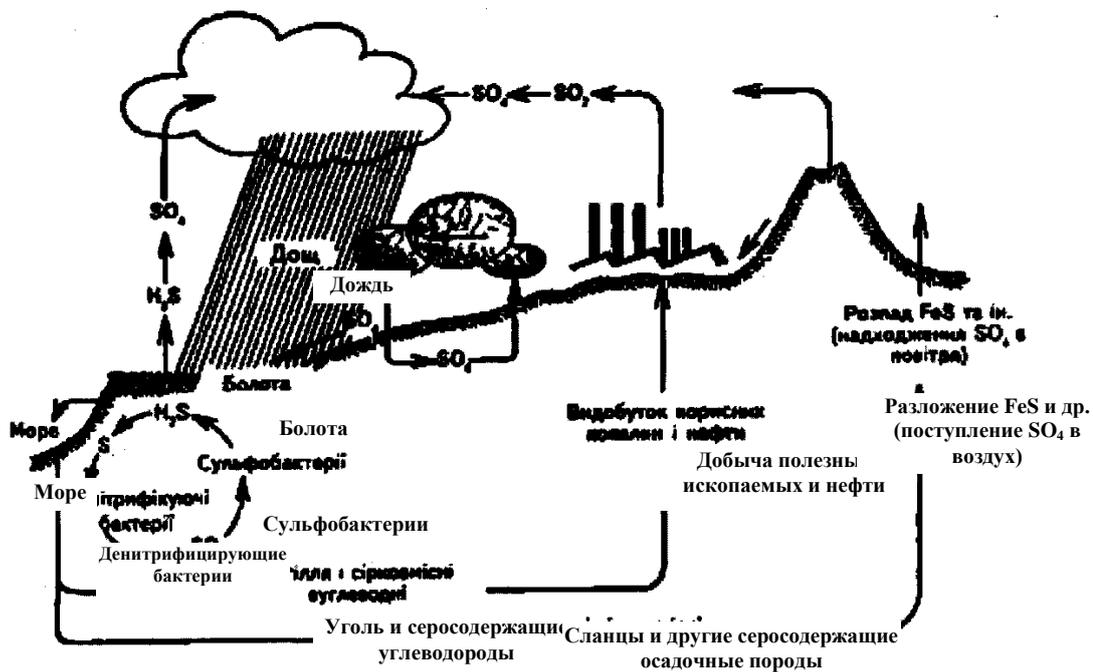


Рисунок 4.4 – Круговорот серы в природе

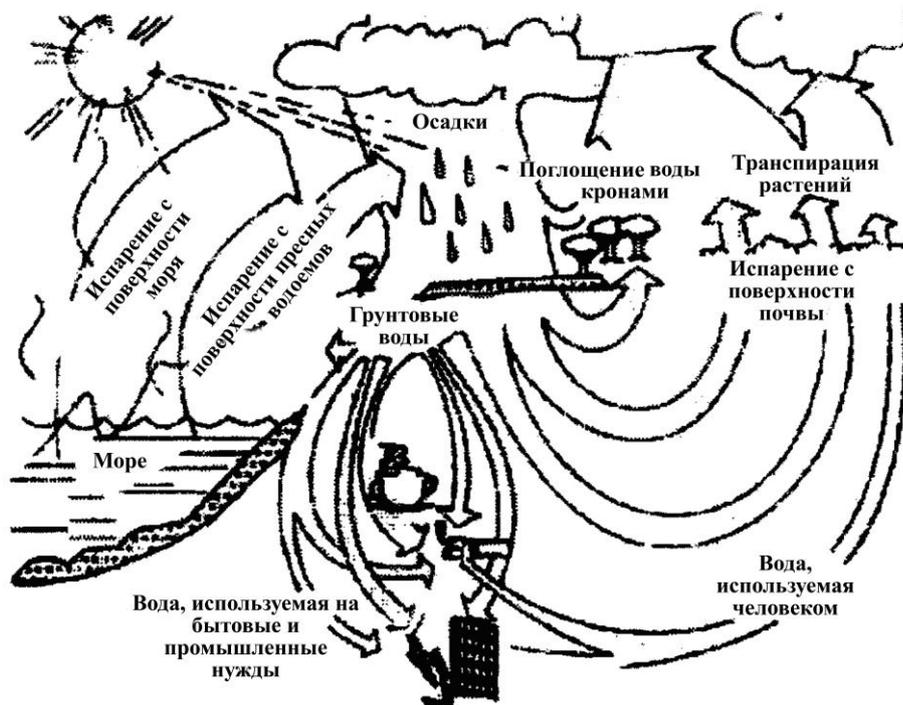


Рисунок 4.5 – Круговорот воды в природе

Человек вмешивается в круговорот воды двумя способами:

Забор больших количеств пресной воды из рек, озер и водоносных горизонтов. В густонаселенных или интенсивно орошаемых районах водозабор привел к истощению запасов грунтовых вод или к вторжению океанической соленой воды в подземные водоносные горизонты.

Сведение растительного покрова суши в интересах развития сельского хозяйства, при добыче полезных ископаемых, строительстве дорог, автостоянок, жилья и других видов деятельности.

4.4 Факторы повышенной опасности. Риск.

Факторы повышенной опасности – это опасность травмы, заболеваний, экономического ущерба или ухудшения качества окружающей среды.

Физические факторы повышенной опасности: ионизирующее излучение, шум, землетрясения, ураганы, торнадо, пожары, наводнения, засухи, ЭМП (электромагнитные поля).

Химические факторы повышенной опасности: вредные химические вещества в воздухе, воде, почве, продуктах питания. Последствия действия токсичных веществ – острые и хронические.

Биологические факторы повышенной опасности: болезнетворные бактерии и вирусы, пыльца растений, паразиты и нападения хищников.

Факторы повышенной опасности как *следствие культурной деятельности человека*: условия труда и быта, курение, питание,

наркотики, алкоголь, вождение автомобиля, криминальные нападения.

Анализ «риск-прибыль» включает в себя оценку и сравнение кратко- и долгосрочной прибыли и факторов риска, которым подвергается общество и отдельные лица в результате использования той или иной технологии или продукта (ядерные реакторы, внешние противостояния, тепловые электростанции, нефтехимические заводы, пищевые добавки, консерванты).

Риск – частота факторов повышенной опасности антропогенного, природного характеров, приводящая к летальному исходу (ЛИ). Риск определяется по формуле:

$$R = n / N, \quad (4.6)$$

где: n – число факторов повышенной опасности, приводящее к летальному исходу; N – население страны.

При угрозе собственности ущерб и риск чаще всего измеряют в денежном выражении. Однако, если можно принять, что ущерб при авариях будет одним и тем же, то определение рисков и дальнейшее их сравнение можно проводить, пользуясь вероятностями. В частности, если ущерб трудно рассчитать, то за величину риска принимают вероятность превышения предела.

При угрозе здоровью ущерб в денежном выражении можно оценить только частично в виде расходов на оплату листов нетрудоспособности и подмену персонала. Еще труднее в денежном виде оценить ущерб от летальных исходов. Поэтому риск, связанный с несчастными случаями, оценивают

вероятностями. Таким образом, единицы измерения риска могут быть различными в том случае, когда существует угроза здоровью и угроза собственности, что позволяет сравнивать риски (рис. 4.6).

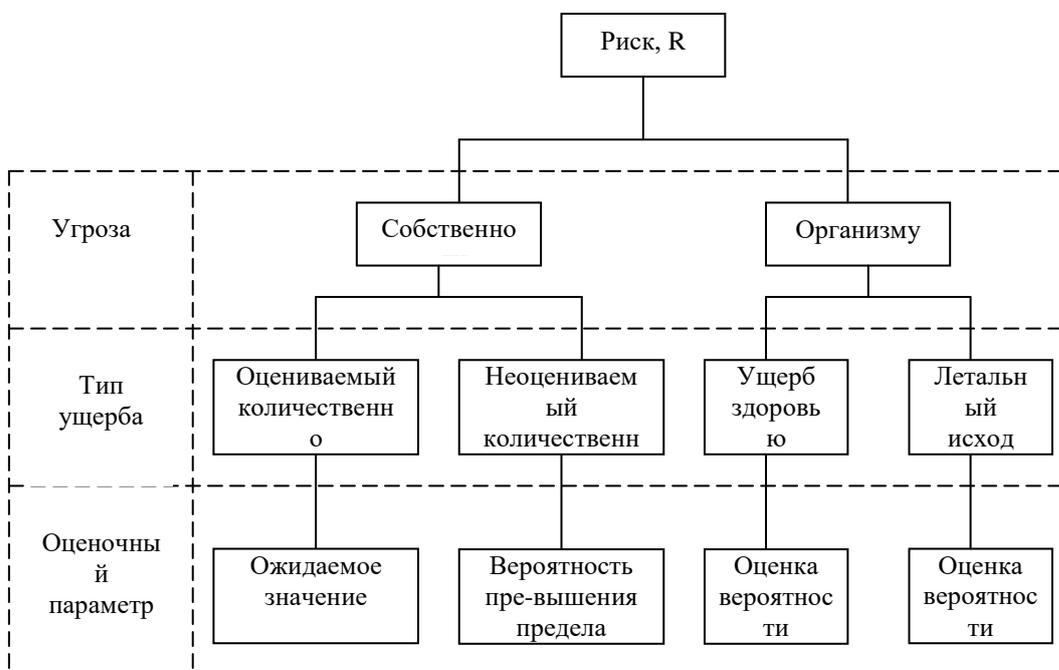


Рисунок 4.6 – Риск и его оценка

Принято различать риск индивидуальный и общий. **Индивидуальный риск** можно определить, как ожидаемое значение ущерба, причиненного за интервал времени и отнесенное к группе людей.

Общий риск для группы людей – коллективный риск.

Каждый человек почти всегда подвергается в различных ситуациях определенному риску. Ниже приведены некоторые значения риска (R):

Курение (пачка в день)	$3,6 \cdot 10^{-3}$
Рак (все виды)	$2,8 \cdot 10^{-3}$
Загрязнение атмосферы	$1,1 \cdot 10^{-4}$

Алкоголь (малые дозы)	$2,0 \cdot 10^{-5}$
Фоновая радиация	$2,0 \cdot 10^{-5}$

На рисунках 4.7 и 4.8 показана связь между частотой и числом несчастных случаев с летальным исходом. Частота и величина риска, обусловленного природными катаклизмами, обычно существенно превосходят угрозы, сопутствующие эксплуатации техники. На рисунке 4.9 сопоставлены экономические последствия (ущерб), наносимые природными катаклизмами и техногенными катастрофами. При частоте менее 10^{-3} ущерб, причиняемый природными катастрофами, в 5–10 раз выше ущерба вследствие техногенных аварий.

При определении социально приемлемого риска обычно используют данные о естественной смертности людей, которая в индустриально-развитых странах практически одинакова и изменяется с течением времени, отражая научно-технический прогресс. Однако, риск естественной смерти зависит от возрастной группы людей: в возрасте 5–15 лет он имеет минимум и равен $2 \cdot 10^{-4}$ случаев / (чел.год), при этом на каждый такой случай приходится

20 несчастных случаев постоянной нетрудоспособности (нс, пн) и 200 несчастных случаев временной нетрудоспособности (нс, вн).

При определении реперного значения допустимого риска, при наличии отдельного источника опасности (технической установки) следует иметь в виду, что человеку обычно угрожает несколько источников опасности.

Условие безопасности можно сформулировать следующим образом: величина дополнительного риска, вызванного техническими причинами, для подавляющего большинства людей не должна превосходить реперное значение абсолютного риска R_A (рис. 4.10).

$$R \leq R_A$$

Среднегодовое значение риска для конкретного человека зависит от источников опасностей и времени их воздействия.

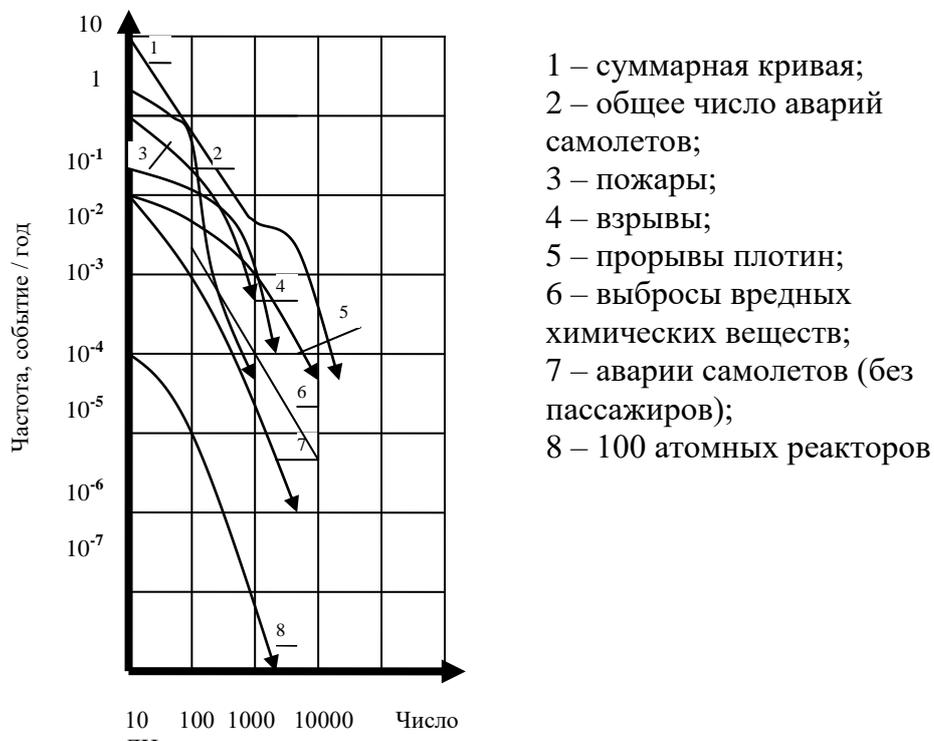


Рисунок 4.7 – Частота и число связанных с техникой несчастных случаев

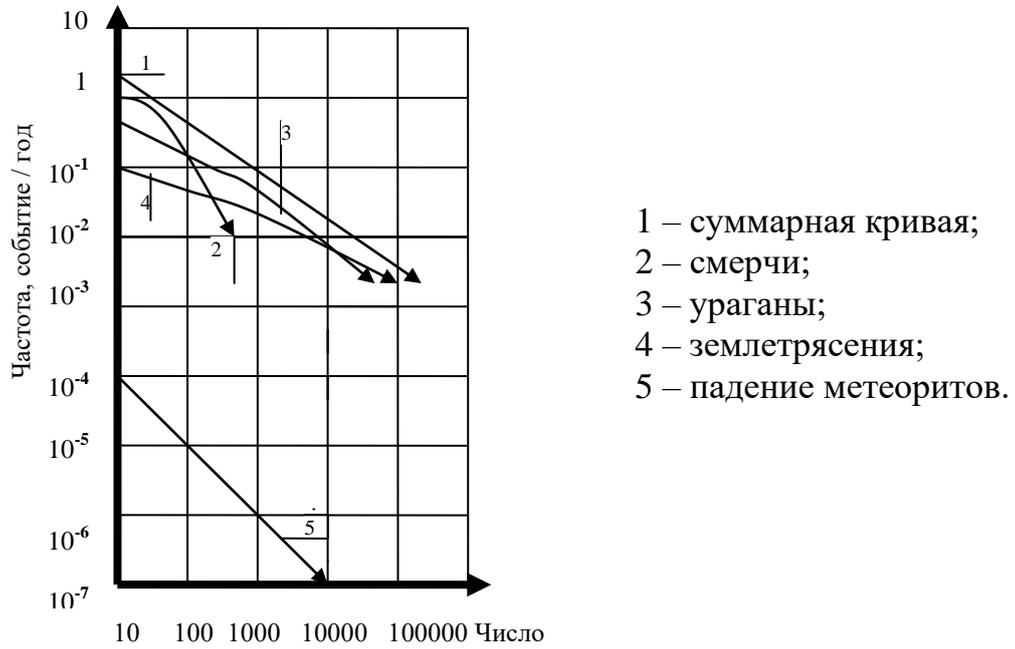


Рисунок 4.8 – Частота и число природных катастрофических событий.

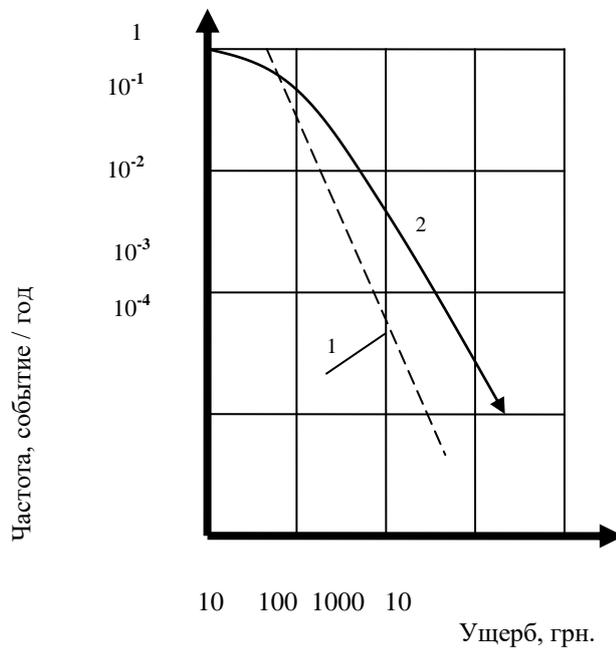
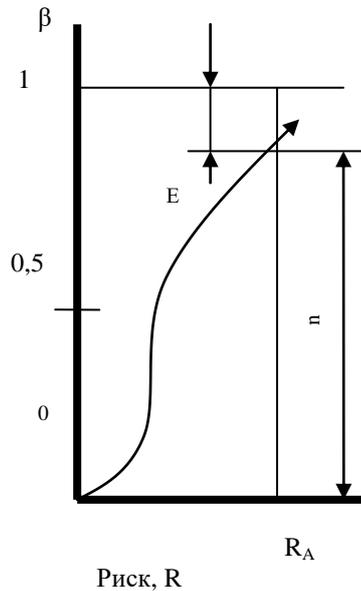


Рисунок 4.9 – Ущерб, наносимый источниками техногенного (1) и природного происхождения (2).



β – доля людей с индивидуальным риском меньшим R ; E – доля людей с чрезмерно высоким риском; n – доля людей с приемлемым риском.

Рисунок 4.10 – Характер функции распределения среднегодового риска

При принятии решений следует иметь в виду, что для ряда источников невозможно достичь уровня «нулевой» опасности. На рисунке 4.11 кривая 1 соответствует случаю, когда можно достичь абсолютной безопасности, или нулевой опасности. Кривая 2 соответствует случаю, когда достичь абсолютной безопасности принципиально невозможно. Такое поведение эффективности затрат на защиту характерно, например, для радиационно опасных производств, транспорта, промышленных предприятий. Если придерживаться принципа абсолютной безопасности, то необходимо применить все меры защиты, которые практически можно осуществить. Однако, при этом помимо прямого риска $R_{пр}$, создаваемого данной технологией, и на уменьшение которого

направлены усилия (меры безопасности), существует еще и косвенный риск $R_{кc}$. Он обусловлен, например, строительными работами, изготовлением оборудования и материалов для защиты сооружений, их эксплуатации. С ростом расходов Z на безопасность $R_{пр}$ уменьшается, а риск $R_{кc}$ растет. Уменьшается также эффективность затрат на защиту. Начиная с некоторого уровня этих расходов, при дальнейшем росте Z будет происходить возрастание полного риска $R_{п} = R_{пр} + R_{кc}$. Поэтому при наличии источников, которые не позволяют достичь уровня нулевой опасности, следует принимать вариант решения с оптимизацией риска.

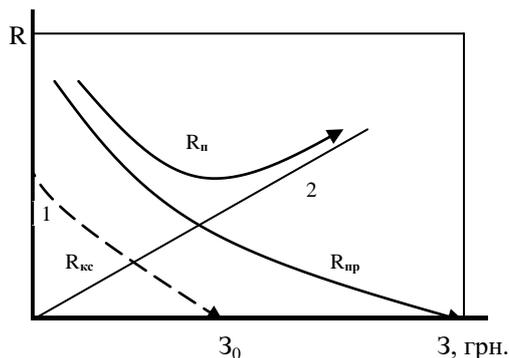


Рисунок 4.11 – Зависимость риска (R) от расходов на защиту (Z, грн.)

Для выполнения условий безопасности может потребоваться внесение изменений в следующие компоненты, управляющие риском: конструкторские решения, аварийные методики, учебные, тренировочные программы, программы по переподготовке, руководство по эксплуатации, нормативные документы, программы по безопасности.

Анализ риска, обусловленного наличием источника опасного и/или вредного действия, состоит из этапа оценки риска, сопровождаемого исследованиями, и этапа управления риском. На этапе оценки устанавливают, какие последствия вызывают разные дозы и в разных условиях в данном коллективе. На этапе управления риском анализируют разные альтернативы и выбирают наиболее подходящие управления безопасным режимом техногенных систем.

Масштабы неблагоприятного воздействия токсических выбросов и отходов промышленного производства на ОС в настоящее время достигли таких критических значений, что приходится констатировать наличие трудно устранимых неблагоприятных изменений фактически всех компонентов гео- и биосферы Земли: атмосферного воздуха, поверхностных и грунтовых вод, почвы, растительного и животного мира. В сложившихся условиях организм человека, с одной стороны, являясь носителем этих преобразований, а с другой стороны, будучи тесно связанным с биосферой посредством обменно-трофических и рекреационных связей, сам подвергается воздействию вредных факторов окружающей среды и вынужден постоянно мобилизовывать свои компенсаторно-приспособительные механизмы, резервы которых ограничены и со временем истощаются. В итоге интенсивное и длительное воздействие экологически неблагоприятных факторов окружающей среды может вызвать перенапряжение и деструкцию

адаптационных механизмов организма и способствовать развитию предболезненных и различных патологических состояний человека, которые, вследствие этого, несут все более выраженные черты экологической зависимости (рис. 4.12).

Чтобы яснее представить масштабы поступления вредных химических веществ в ОС, действию которых подвергается организм современного человека, достаточно заметить, что только за период цивилизации в биосферу было внесено более 1 млн. новых химических веществ, синтез которых интенсивно осуществляется человеком и сегодня, достигая десятков тысяч наименований в год. Причем с точки зрения охраны чистоты и постоянства внутренней среды организма большую опасность представляют чужеродные вещества, которые не только попадают в организм по пищевым цепям, но и кумулируются во внутренних органах и тканях в течение длительного времени (рис. 4.13).

Таким образом, исходя из представлений о существовании относительно прямой и тесной связи между состоянием ОС и показателями здоровья населения, одним из важных составляющих экологической экспертизы (ЭЭ) и экологического мониторинга должны стать указанные выше показатели здоровья различных групп населения в тех регионах, где предполагается реализация проектов. Это приходится лишний раз подчеркивать, потому, что если регистрируемые изменения в индикаторных растениях и животных организмах считаются маркерами неблагоприятного действия загрязнения ОС, то не менее (а может быть и более)

значимые для прогноза последствий экологически опасных проектов показатели состояния здоровья человека и экологически зависимой патологии до сих пор не находят должного применения в ЭЭ.

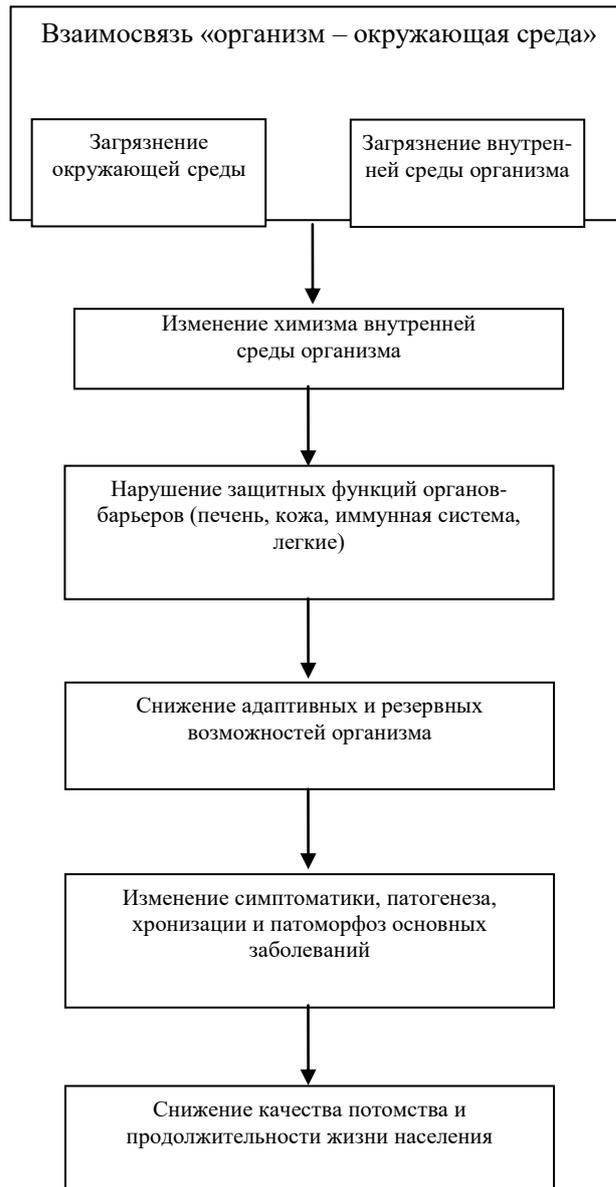


Рисунок 4.12– Схематическое представление о последствиях загрязнения внутренней среды организма человека.

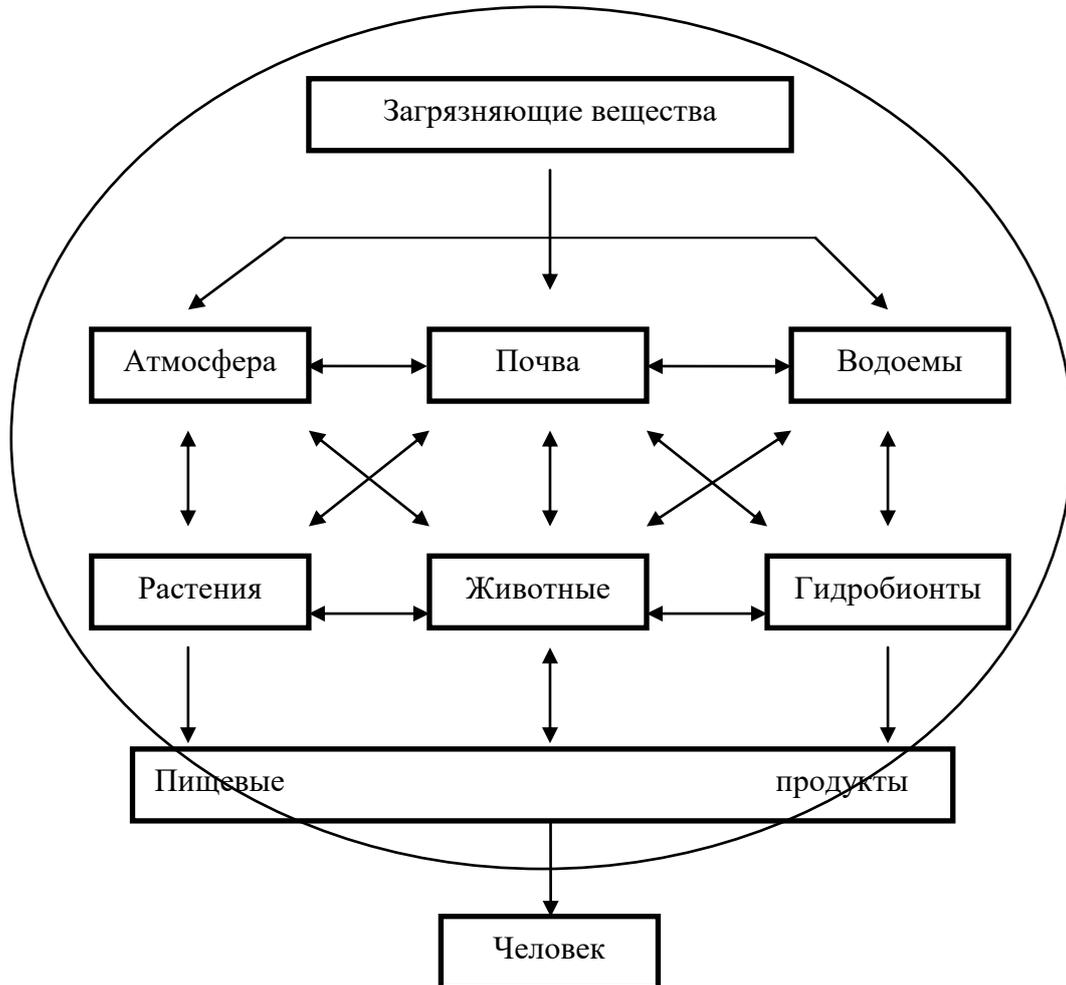


Рисунок 4.13 – Пути распространения загрязняющих веществ по пищевым цепочкам

Вопросы для самоконтроля.

1. Законы и категории экологии.
2. Дать понятие и определение Закона экологии – Предел экосистем и биосферы.
3. Дать понятие и определение Закона экологии – Принцип диапазона толерантности.
4. Дать понятие и определение Закона экологии – Принцип емкости экосистем и биосферы.

5. Модель воздействия человека на окружающую среду.
6. Кругообороты основных веществ в окружающей среде.
7. Понятие о фотосинтезе. Роль его на Планете.
8. Характеристика факторов повышенной опасности природного и антропогенного характера.
9. Понятие о риске природного и антропогенного характера.

Определение риска.

10. Дать трактовку уровня допустимого риска.
11. Каким образом можно снизить риск в судоходстве.

Раздел 5 «Парниковый» эффект. Влияние на Мировой Океан и Окружающую среду.

План

5.1 «Климатический» саммит в Ле-Бурже (Франция)

5.2 Компоненты «парниковых» газов, которые выделяются при эксплуатации судов.

5.3 Влияние судоходства на развитие «парникового» эффекта

5.4 Технические решения по снижению интенсивности «парникового» эффекта.

5.5 Технические решения по проблеме защиты и сохранения озонового слоя Планеты.

Вопросы для самоконтроля.

Рекомендуемая литература: [5–12, 22, 23, 25, 31–35, 49–53, 56]

5.1 «Климатический» саммит в Ле-Бурже (Франция)

Международная «климатическая» конференция COP 21 проходила в пригороде Парижа Ле-Бурже с 30 сентября по 12 октября 2015 г., задачей которой была разработка, Соглашения «Двух градусов Цельсия», которое позволит замедлить рост средней температуры воздуха на Планете. По мнению экспертов современная температура воздуха на Планете не должна превышать температуру воздуха доиндустриального периода больше, чем на Два градуса Цельсия, в противном случае человечество столкнется с экологическими проблемами катастрофического характера. Если не принять конкретных мер прямо сейчас, то к концу XXI века температура воздуха может

быть повышена на четыре градуса Цельсия, а это – катастрофа. Парижское Соглашение заменило Киотский Протокол, принятый ООН в 1997 году. Цель Соглашения СОР 21—замедлить Глобальное потепление путем сокращения выбросов в атмосферу компонентов «парниковых» газов.

На протяжении последних ста лет наблюдается интенсивный и устойчивый рост концентрации диоксида углерода, углеводородов, минеральной пыли в атмосферном воздухе и, соответственно, этому конгруэнтно повышается средняя температура воздуха на Планете. Причем средняя температура воздуха достигла уже максимальнодопустимых значений.

На «климатических» саммитах в Киото (Япония, 1997 г.), Париже (Франция, 2015г.) констатировалось динамическое развитие «парникового» эффекта и его отрицательное влияние на качество биосферы, жизнь, жизнедеятельность человека, мировых природных экосистем.

Основные предложения по снижению динамики интенсивности развития «парникового» эффекта сводились к следующему:

- *снижение выбросов компонентов «парниковых» газов в атмосферу (?);

- *введение квот на выбросы диоксида углерода (?);

- *ограничение повышения средней температуры воздуха на Планете не более двух градусов Цельсия на определенные сроки (до 2020года и до конца XXI столетия) (?).

По всем вышеприведенным предложениям снижения интенсивности развития «парникового» эффекта возникают вопросы и не очень ясно, неочевидно, как этого достичь при существующей «ставке» на преобладающее использование углеводородного сырья невозобновимого характера и действующих малоэффективных технологиях. По любому из приведенных предложений возникает естественно вопрос – КАК ЭТО СДЕЛАТЬ ?

Очевидно, что эмиссия основных компонентов, ответственных за развитие «парникового» эффекта – диоксид углерода, углеводороды, минеральная пыль, пары воды – не может быть снижена во времени при использовании в качестве основного ресурса углеводородного сырья [22].

Исключить эмиссию компонентов «парниковых» газов и, соответственно, снизить динамику дальнейшего потепления на Земле невозможно при использовании на современном уровне углеводородного сырья. Под эгидой ООН необходимо разработать законодательный механизм стимулирования и/или принуждения перехода с углеводородных энергоресурсов на неуглеводородные. Переход от углеводородных энергоресурсов к неуглеводородным должен быть плавным, целенаправленным и рассчитан на долгосрочную перспективу — переходный период. На этом этапе финансовое предпочтение должно быть отдано научно—исследовательским, конструкторским и предпроектным

разработкам, направленным на снижение роста глобального потепления Планеты.

В работе [22] сформулированы технические решения, которые позволят снизить эмиссию диоксида углерода и, соответственно, снизить действие «парникового» эффекта:

1) ожижение и закачка сжиженного диоксида углерода на дно Мирового океана;

2) сбор, концентрирование и химическая переработка диоксида углерода в органические вещества и соединения, пластические массы, удобрения, экологически чистое топливо, фармакопейную продукцию, ингибиторы гидратообразования при добыче и транспортировке природного, попутного и нефтяного газов.

Международная Морская Организация (ММО) проводит существенную работу в области экологической безопасности судоходства, защиты морской, окружающей среды. Этим вопросам посвящены Международная Морская Конвенция МАРПОЛ 73/78 и шесть Приложений к ней, Международная Конвенция ПДМНВ-78, включая Манильские Поправки (июнь 2010 г.), Требования ИМО MODEL COURSE – 7.01,7.03,7.04, 1.38 к компетентности и качеству подготовки специалистов морского профиля на уровне Эксплуатации и Управления. К этим насущным вопросам следует отнести Резолюции ММО о внедрении Плана Управления Энергетической Эффективностью Судна, обосновании Оперативного и Конструктивного Коэффициента Полезного Действия Судна, Рейса, переход на низкосернистое судовое

дизельное топливо (???) в зонах особого контроля SECA, ECA, ужесточение условий сбора, хранения и переработки судовых твердых отходов [7,8].

5.2 Компоненты «парниковых» газов, которые выделяются при эксплуатации судов.

С отработанными газами СЭУ выделяется более 250 вредных токсичных веществ и соединений. В числе последних содержатся компоненты «парниковых» газов, а именно – диоксид углерода, пары воды, минеральная пыль, углеводороды, закись азота. Прямая солнечная энергия поступает на поверхность Земли, отражается в космос, при этом около 20% от общего количества Солнечной энергии аккумулируется компонентами «парниковых» газов и возвращается на поверхность Земли (рис.5,1). Остальные 80% рассеиваются в космосе.

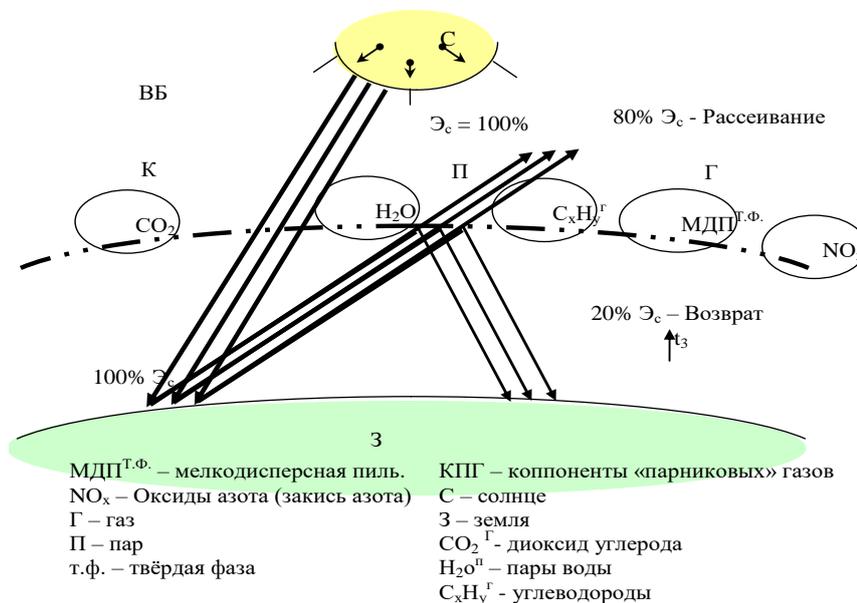


Рисунок 5.1 – Схема реализации «парникового» эффекта

Вклад компонентов «парниковых» газов в создание условий и развитие «парникового» эффекта приведен на рисунке 5.2, а динамика изменения концентрации компонентов «парниковых» газов приведена в таблице 5.1.

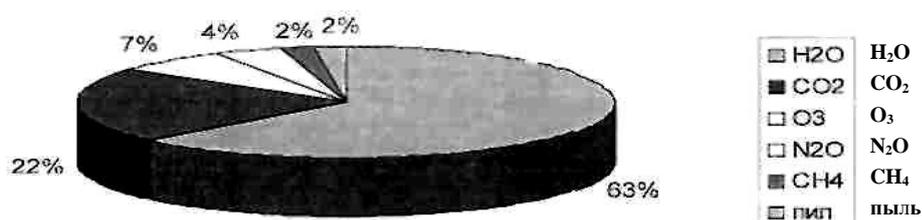


Рисунок 5.2 – Вклад отдельных компонентов в создание условий для «парникового» эффекта

Таблица 5.1 – Динамика изменения концентрации компонентов «парниковых» газов в атмосфере

Наименование	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	ХФСН*	O ₃
Время жизни в атмосфере, лет	50-200	10	10	50-150	Несколько дней
Увеличение концентрации в атмосфере с 1750 г., %	27	115	7	-	130
Увеличение концентрации, %/год (2000-2010)	0,5	0,75	0,25	5	1-1,5

Примечание: * ХФСН – хлор-фтор-углеводороды.

5.3 Влияние судоходства на развитие «парникового» эффекта

В Киотском Протоколе по проблеме «парникового» эффекта на Планете Судоходство и Авиация не были включены в окончательную редакцию Соглашения.

Международная Морская Организация, Международная Организация Гражданской Авиации приложили достаточно усилий, чтобы эта ошибка в дальнейшем не повторилась. Обе эти Международные организации проводят линию на изменение экологического законодательства в части ужесточения требований к эмитантам техногенных систем, включая судоходство и авиацию, по основным компонентам «парниковых» газов. Необходимо отметить, что некоторые судоходные и авиационные Компании вполне удовлетворены тем, что Соглашение «обошло их стороной», поскольку они опасаются дополнительных материальных и финансовых расходов на внедрение мероприятий с целью обеспечения экологической безопасности, связанной с риском интенсификации «парникового» эффекта.

«Судоходству необходимо какое-то прогрессивное экологическое законодательство, считает Дж. Карнерап Бэнг, старший эксперт по климату в датской компании Maersk Group. Оно должно быть всеобщим, независимым от флага и контролируемым Международной Морской Организацией. Концепция СОР 21 должна была стать отправной точкой для его выработки. В предварительном варианте Парижского Соглашения

СОР 21, над которым работали 200 стран — участниц, вначале были упомянуты судоходство и авиация, но впоследствии этот раздел Соглашения был упразднен. Необходимо отметить, что этот раздел не содержал конкретных предписаний, всего лишь призыв – обратить внимание на выбросы с морских и авиационных судов, но даже в таком виде мог оказать влияние на обе отрасли»[23].

Действительно, это справедливое мнение специалиста, отвечающее концепции экологической безопасности в целом, поскольку судоходство и авиация занимают места в первой десятке по вкладу в «парниковый» эффект и интегральное загрязнение Планеты, как результат функционирования техногенных систем.

С 1990 по 2010 г.г. масса эмиссии вредных токсичных компонентов и соединений в авиации возросла на 80%, а в судоходстве – на 40%.

Однако, бурное развитие этих отраслей техногенной системы может увеличить этот вклад в «парниковый» эффект до 40% уже к 2050 году.

Поэтому очевидна несостоятельность игнорирования (неучета) авиации и судоходства в потеплении климата на Земле.

Помимо материальных отходов авиация и судоходство выделяют значительный уровень энергетических отходов – тепловые, шум, вибрация, электромагнитные поля, ультразвуковое, инфразвуковое излучения, радиочастоты всех уровней и спектров, спутниковые навигационные системы, радары, радиоактивное загрязнение.

«Парижское Соглашение еще будет уточняться и дорабатываться,—считает П. Хинчлифф – Генеральный секретарь Международной Палаты Судоходства – (ICS).—Я совершенно уверен, что на каком –то этапе мы донесем свое мнение до стран-учредителей и впишем нужный нам параграф в документ»[23].

В соответствии с проведенным анализом морских грузоперевозок и расчетами современный морской транспорт расходует около 1 млрд. т в год углеводородного судового топлива, что соответствует эмиссии порядка 3,2 млрд. т в год диоксида углерода.

Необходимо отметить, что в 2015 году суммарный выброс диоксида углерода – результат действия техногенных систем – составил 40 млрд. тонн. В тоже время только от судоходства, включая порты и портовые сооружения, выброс диоксида углерода составил около 4,5 млрд тонн в год.

Таким образом, вклад в целом отрасли техногенной системы—судоходства – в общий «парниковый» эффект (по диоксиду углерода) составил 11.3 %. Можно допустить, что в авиации примерно такая же величина по вкладу в «парниковый» эффект. В итоге на долю судоходства и авиации в общий «парниковый» эффект приходится более 22 %, а с этим необходимо считаться при прогнозировании развития интенсивности «парникового» эффекта на Планете.

Исключить эмиссию компонентов «парниковых» газов — диоксида углерода, углеводородов, минеральной пыли при использовании углеводородного сырья невозможно.

На основании выполненных расчетных исследований можно констатировать, что эмиссия диоксида углерода является следствием переработки углеводородного сырья. Эмиссия диоксида углерода при переработке УС рассчитывалась, как общая:

$$e^{\Sigma}_{\text{CO}_2} = e^{\text{доб}}_{\text{CO}_2} + e^{\text{тр.}}_{\text{CO}_2} + e^{\text{пер.}}_{\text{CO}_2} + e^{\text{сж}}_{\text{CO}_2} \quad (5.1)$$

где $e^{\text{доб}}_{\text{CO}_2}$, $e^{\text{тр.}}_{\text{CO}_2}$, $e^{\text{пер.}}_{\text{CO}_2}$, $e^{\text{сж}}_{\text{CO}_2}$ – соответственно, эмиссия диоксида углерода при добыче УС, его транспортировке, переработке и сжигании, г CO_2 — экв./кг усл. топл.,

так и в результате только сжигания – $e^{\text{сж}}_{\text{CO}_2}$.

Результаты расчетов приведены на рисунке 5.3.

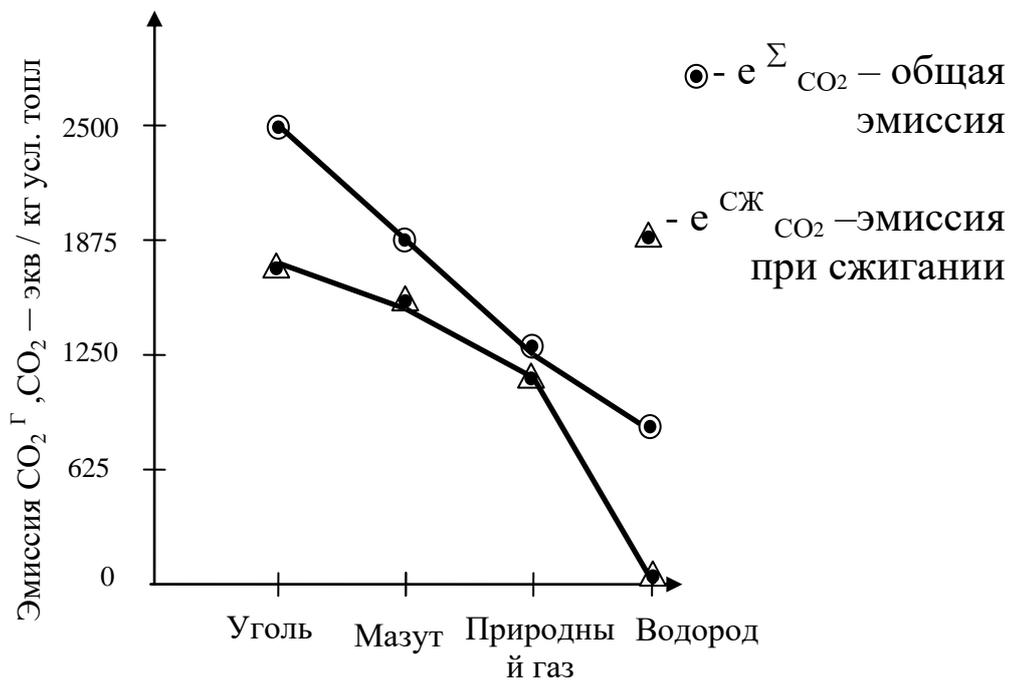


Рисунок 5.3 – Эмиссия диоксида углерода

Из рисунка 5.3 следует, что эмиссия диоксида углерода, как общая, так и только в результате сжигания снижается в ряду «уголь → мазут → природный газ → водород». В качестве окислителя при сжигании УС использовался воздух.

В случае сжигания водорода в потоке кислорода эмиссия диоксида углерода при сжигании равна нулю, а общая эмиссия диоксида углерода равна 833 г CO_2 —экв./кг усл.топл.(рис.5.3).

Ресурсосберегающие технологии позволяют, с одной стороны, снизить удельный расход УС на условную тонну целевой продукции, а с другой — снизить выброс материальных и энергетических отходов техногенных систем.

Ниже приведены технические предложения, которые позволят снизить эмиссию диоксида углерода и, соответственно, снизить действие «парникового» эффекта:

1) Разработка и реализация малоотходных, ресурсосберегающих технологий, позволяющих снизить образование материальных отходов и, как следствие, выход диоксида углерода.

2) Извлечение, концентрирование, сбор, перевод в жидкое агрегатное состояние, хранение и транспортировка сжиженного диоксида углерода.

3) Химическая переработка диоксида углерода методом каталитического гидрирования в метанол [35] и на основе метанола—производство пластических масс, карбамидоформальдегидных смол, карбоновых кислот, удобрений, фармацевтической продукции, высокооктанового моторного

топлива, водорода, этилена, белкововитаминного концентрата, ингибитора гидратообразования при добыче углеводородных газов.

Под руководством автора настоящей работы проводятся научно—исследовательские, опытные и опытно-промышленные работы по разработке и использованию углеводородного сырья для обеспечения функционирования техногенных систем [31, 33,34,49-51].

Бассейн Черного моря является мощным источником нетрадиционных энергоресурсов-сероводород и донные кристаллогидраты. Донные кристаллогидраты представляют собой твёрдофазный сплав льда и растворенных (адсорбированных) углеводородов C_1-C_{5+} . Техническая проблема в использовании кристаллогидратов состоит в их добычи, транспортировки на поверхность морской среды [49,], а регазификация и переработка кристаллогидратов в химические соединения и моторное топливо не представляет промышленных осложнений и может быть реализована в существующих нефтехимических комплексах.

Сероводород, содержащийся в бассейне Черного моря, представляет огромную потенциальную опасность для стран Причерноморья .

Научно-технические проблемы широкого использования сероводорода для производства моторных топлив и химических соединений включают следующие стадии:

- глубоководная добыча сероводорода;

- эффективная переработка сероводорода в моторное топливо и химические соединения.

Нами разработано оригинальное техническое решение по глубоководной морской добыче сероводорода ($\approx 10\ 000$ м), решение защищено патентом Украины [50].

Техническим решением [50] предусмотрена стационарная морская платформа, на которой осуществляется сбор, хранение и подготовка добытого сероводорода к последующей комплексной переработке. Последняя осуществляется также на морской платформе.

В патенте [51] предложены способы переработки сероводорода, серосодержащих соединений в топливо для СЭУ. Способ [51] отличается высокими техноэкономическими показателями, эмиссия вредных токсичных компонентов с отработанными газами в атмосферу полностью отсутствует.

При комплексной добыче и переработки сероводорода Черного моря решаются три основные проблемы [7,8]:

1. снижается потенциальная опасность «прорыва» через толщу морской воды токсичного, взрывоопасного сероводорода;
2. снижается зависимость стран от импорта углеводородных энергоносителей;
3. резко снижается социально-экономический и экологический ущерб окружающей среде стран Причерноморья.

5.4 Технические решения по снижению интенсивности «парникового» эффекта.

Исходя из реального положения дел с запасами УС, времени их исчерпания, можно предложить три стадии перехода с УС на НУС :

- 1) оставшееся время действия и эксплуатации УС для обеспечения техногенных систем;
- 2) переходной период, когда доля НУС в общем энергетическом балансе будет составлять 50% и более, вплоть до полного замещения УС—на 100% НУС;
- 3) установившийся период реализации углеводородного сырья для функционирования техногенных систем.

Эпоха углеводородного сырья характеризуется существенным «сдвигом» цивилизации в сторону неустойчивости [5,]. Эта неустойчивость характеризуется существенным влиянием «парникового» эффекта, разрушением озонового «слоя» Планеты и экосистем, интенсивным исчерпыванием невозобновимых и возобновимых источников энергии.

В качестве рекомендаций можно предложить следующие основные направления деятельности в рамках первой стадии—УС [22]:

- 1) «законсервировать» дальнейшую разведку, разработку и добычу углеводородного сырья, оставить оставшееся УС будущим поколениям в качестве резерва;
- 2) перевести техногенные системы на ресурсосберегающие, экологически безопасные технологии;

3) снизить влияние «парникового» эффекта.

При добыче, хранении, транспортировке нефти, а также при ее переработке в бензин, дизельное, котельное топливо, мазут помимо случайных и аварийных потерь имеют место систематические потери углеводородов (УВ), обусловленные испарением жидких УВ с поверхности при «больших» и «малых» дыханиях в ёмкостной аппаратуре. «Большие» дыхания – это выделение воздуха с парами углеводородов из резервуаров при закачке в последние нефти и светлых нефтепродуктов, «малые» дыхания резервуаров обусловлены разностью температур воздуха днём и ночью. Общие потери углеводородов достигают десятки миллионов тонн в год. При этом наносится прямой экономический ущерб за счёт потерь нефти и нефтепродуктов и эколого-экономический ущерб вследствие загрязнения воздушного бассейна углеводородами – компонентами «парниковых» газов.

Потери УВ только при заправках и хранении нефти и нефтепродуктов составляют 1100 г УВ/м³ воздушно-углеводородной смеси. Согласно, действующим директивам Европейского союза концентрация УВ в парообразном состоянии не должна превышать 35 г УВ/м³, т.е. потери УВ необходимо снизить более чем в 30 раз по требованиям Евросоюза [5].

Для исключения эмиссии углеводородов в атмосферу в процессе эксплуатации танкеров, газозовов, химовозов, метановозов разработаны к практической реализации на морском транспорте инновационные технические решения [25,26].

Промышленные схемы адсорбции.

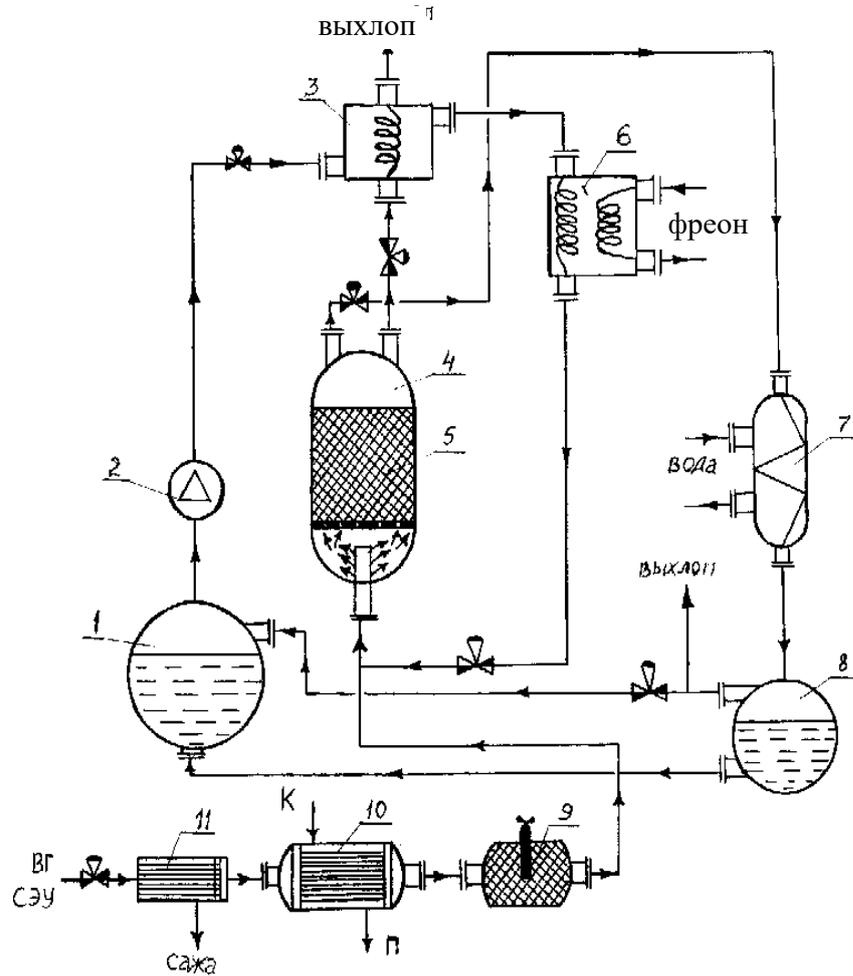
Для обеспечения непрерывного процесса адсорбции устанавливают как минимум два адсорбера – один в режиме адсорбции, второй – в режиме регенерации.

В промышленности широко используют адсорбционные процессы:

- поглощение паров бензина;
- адсорбция паров органических растворителей;
- адсорбция фтористых соединений;
- адсорбция йода и его соединений;
- адсорбция пентакарбонила железа $\text{Fe}(\text{CO})_5$ активированным углем из синтезгаза производства метанола, аммиака;
- адсорбция паров масла из компремированного газа после компрессора;
- глубокая осушка воздуха на силикагеле для использования его в контрольно-измерительных приборах;
- адсорбция паров ртути на волокнистом углероде.

Процессы адсорбции по экономическим соображениям превосходят абсорбционные процессы, не требуют большого расходования энергии и материальных ресурсов, обеспечивают необходимую глубину очистки и просты в конструктивном оформлении. Скорость процесса адсорбции выше скорости процесса абсорбции.

На рисунке 5.4 приведена принципиальная схема адсорбции паров углеводородов из хранилищ нефтеналивного танкера.



- 1 – резервуар; 2 – компрессор; 3, 6, 10 – рекуперативный теплообменник;
 4 – адсорбер; 5 – адсорбент; 7 – холодильник-конденсатор; 8 – сепаратор;
 9 – каталитический реактор; 11 – рукавный фильтр.
 П – пар; К – конденсат;
 ♣ – запорно-регулирующая арматура;
 ОГ – отработанные газы; СЭУ – судовая энергетическая установка.

Рисунок 5.4 – Технологическая схема адсорбции паров углеводородов

Пары углеводородов из резервуара 1 поступают на всас компрессора 2, где компримируются до 0,3МПа. В рекуперативном теплообменнике 3 углеводородовоздушная смесь (УВС) охлаждается до минус 3⁰С, далее в теплообменнике 6, фреоном охлаждается до температуры минус 5⁰С и поступает в нижнюю часть адсорбера 4, в порах адсорбента 5 поглощаются пары углеводородов. По мере поглощения углеводородов сорбционная ёмкость адсорбента 5 снижается и доходит до насыщения (рабочая ёмкость).

Для восстановления поглотительной способности сорбента проводят его регенерацию следующим образом: отработанные газы СЭУ при температуре 450-500⁰С поступают в рукавный фильтр 11, где выделяется сажа, вместо рукавного фильтра может быть использован электрофильтр.

Очищенные от сажи ОГ поступают, при температуре 350⁰С, в рекуперативный теплообменник 10, в котором теплота ОГ утилизируется с выработкой пара (0,4 МПа, 140⁰С). В каталитическом реакторе 9 при температуре 250-300⁰С, давлении 0,3 МПа на оксидном катализаторе окисляются монооксид углерода и углеводороды. Очищенные ОГ при температуре 250⁰С поступают в нижнюю часть адсорбера 4, при этом из внутренней поверхности адсорбента 5 удаляются углеводороды, которые с ОГ, при температуре 120⁰С, поступают в холодильник-конденсатор 7, в котором ОГ+углеводороды охлаждаются до 25⁰С. В сепараторе 8 проходит разделение фаз – газовая, представляющая очищенные

отработанные газы, подаётся в резервуар 1 в качестве защитной «подушки» для предотвращения взрыва, а жидкая фаза, представляющая жидкие углеводороды, возвращается в хранилище 1. Избыток ОГ после сепаратора 8 выбрасывается в атмосферу.

Представленная технологическая схема является ресурсосберегающей, экологически безопасной, позволяет решить вопросы экономии топлива и защиты окружающей среды.

При добыче, хранении, транспортировке нефти, а также при ее переработке в бензин, дизельное, котельное топливо, мазут помимо случайных и аварийных потерь имеют место систематические потери углеводородов (УВ), обусловленные испарением жидких УВ с поверхности при «больших» и «малых» дыханиях в емкостной аппаратуре. «Большие» дыхания – это выделение воздуха с парами углеводородов из резервуаров при закачке в последние нефти и светлых нефтепродуктов, «малые» дыхания резервуаров обусловлены разностью температур воздуха днем и ночью. Общие потери углеводородов достигают десятки миллионов тонн в год. При этом наносится прямой экономический ущерб за счет потерь нефти и нефтепродуктов и эколого-экономический ущерб вследствие загрязнения воздушного бассейна углеводородами – компонентами «парниковых» газов (рис.5.5)..

Разработаны три варианта технологии поглощения углеводородов из газовой воздушной среды при «больших» и «малых» дыханиях резервуаров. Выбор той или иной технологии зависит от

объемов поставляемой нефти и светлых нефтепродуктов, конструктивных особенностей и аппаратурного оформления конкретного объекта. Технологии отработаны в опытно-промышленных условиях. Разработана технология поглощения УВ адсорбционным методом (рис.5.6).

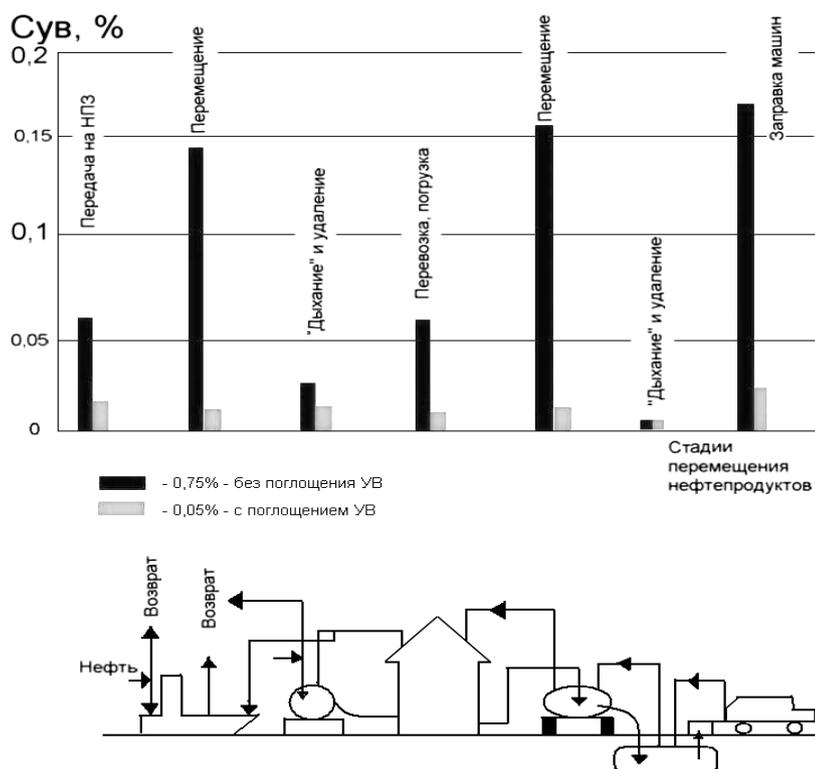


Рисунок 5.5 – Возврат паров УВ при хранении и транспортировке нефтепродуктов

Технология включает следующие основные стадии:

1. Сбор и компримирование воздушно-углеводородной смеси, выходящей из хранилища поз. 2;
2. Адсорбция паров УВ в адсорбере поз. 7;
3. Регенерация насыщенного адсорбента в адсорбере поз. 17 в потоке инертного газа при повышенной температуре;
4. Охлаждение паров УВ в холодильнике-конденсаторе поз. 18;

5. Разделение инертного газа и жидких УВ в сепараторе поз. 22;
 6. Возврат инертного газа после сепаратора поз. 22 в цикл регенерации;

7. Возврат бензина (жидких углеводородов) в хранилище поз. 2.

Разработанная схема поглощения УВ является ресурсосберегающей и экологически безопасной для окружающей среды. Особенно становится это актуальным в настоящее время, поскольку мировые запасы невозобновимого углеводородного сырья интенсивно истощаются и ограничены.

Пары УВ, выделяемые из хранилища 2, поглощаются адсорбентом в адсорбере 7. Насыщенный УВ адсорбент регенерируется в адсорбере 17 в потоке инертного газа (ИГ) при температуре 65 °С. В результате регенерации выделенные из адсорбера 17 УВ конденсируются при охлаждении в холодильнике-конденсаторе 18, собираются в сепараторе 22, в котором разделяются на жидкую Б и газообразную ИГ фазы. Далее адсорбер 7 работает в режиме регенерации, а адсорбер 17 – в режиме поглощения УВ.

Характеристика процесса заправки

При вытеснении 1 м³ воздуха теряется 1 кг паров бензина.

Примем объем хранилища 1000 м³, тогда потери бензина при одной заправке-выдаче составят:

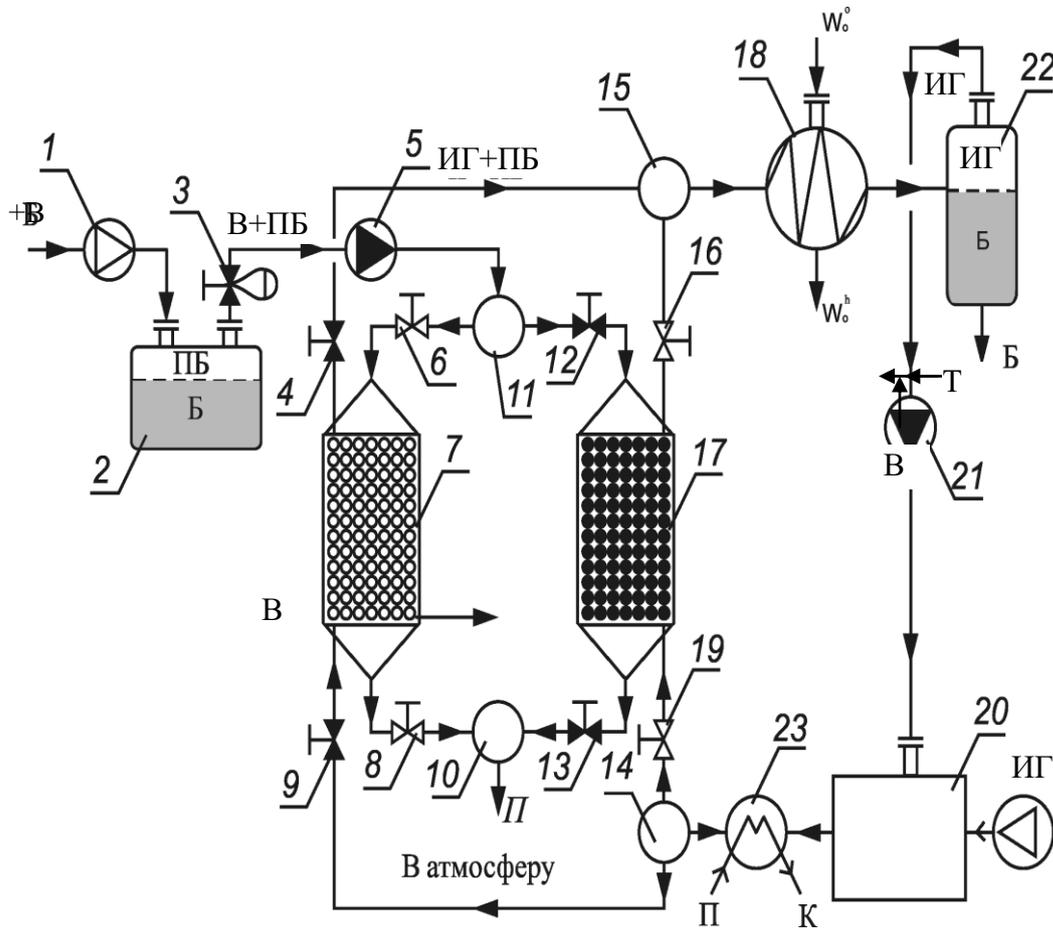
$$1 \text{ кг} * 1000 * 2 = 2000 \text{ кг} = 2 \text{ т бензина}$$

При 100 заправках-выдачах потери бензина составят:

$$1,19 * 200000 / 0,743 = 320323 \text{ долл. USD}$$

где $0,743$ – плотность бензина, кг/л;

$1,19$ – стоимость 1 л бензина АИ-95, долл. USD.



1 – насос; 2 – хранилище; 3 – редуктор; 4, 9, 12, 13 – запорная арматура в закрытом положении; 5, 21 – компрессор; 6, 8, 16, 19 – запорная арматура в открытом положении; 7 – адсорбер в режиме поглощения; 10, 11, 14, 15 – смеситель-распределитель; 17 – адсорбер в режиме регенерации; 18 – холодильник-конденсатор; 20 – установка для получения ИГ; 22 – сепаратор; Б – бензин; ПБ – пары бензина; В – воздух; ИГ – инертный газ; Т – топливо; W_o^o , W_o^h – соответственно, охлаждающая и нагретая вода; о – исходный адсорбент для поглощения ПБ; • – адсорбент, насыщенный ПБ; П – пар; К – конденсат.

Рисунок 5.6. – Принципиальная схема улавливания паров углеводородов[25].

Экономическая эффективность от реализации установки по улавливанию паров бензина при степени улавливания 95 %:

$$320323 * 0,95 = 304307 \text{ долл. USD.}$$

Технология улавливания паров углеводородов соответствует Киотскому протоколу 1997 года (Япония), Парижскому Соглашению COP-21(2015г.) о сокращении эмиссии компонентов «парниковых» газов.

Срок окупаемости установки улавливания паров углеводородов составляет 2-5 лет в зависимости от производительности установки и стоимости нефти на Мировом рынке.

Область применения разработки – малые, средние, крупные автозаправочные станции, терминалы, железнодорожный, водный, морской, речной, автомобильный, авиационный транспорт.

Технология процесса улавливания паров УВ защищена патентом Украины – Патент Украины на полезную модель № 20680 от 15.02.2007 – «Утилизация паров углеводородов»[25].

Таким образом, в результате выполненной работы можно сделать следующие выводы:

1. Потери УВ при транспортировке и хранении нефтепродуктов имеют два отрицательных вектора – экономический и экологический;
2. Проведены исследования по поглощению паров углеводородов в статических и динамических условиях;
3. Разработаны ресурсосберегающие технологии поглощения УВ из паро-воздушных сред;

4. Проведены опытно-промышленные испытания процесса поглощения УВ;

5. Разработаны технико-экономические соображения целесообразности внедрения технологии утилизации паров углеводородов.

5.5 Технические решения по проблеме защиты и сохранения озонового слоя Планеты.

Антропогенная деятельность приводит к разрушению стратосферного озонового слоя. Основными озоноразрушающими веществами (ОРВ) признаны хлорфторуглероды (ХФУ), гидрохлорфторуглероды, метилбромид, метилхлороформ и четыреххлористый углерод. Основными секторами промышленности, потребляющими ОРВ являются производства аэрозольных упаковок (46%), холодильной техники и кондиционеров (27%), пенопластов (11%), средств пожаротушения (14%), а также используемые ХФУ в качестве растворителя (2%). Фреоны также используются в тепловых насосах в качестве теплоносителя.

Анализ исследований и публикаций.

Один атом хлора может разрушить 150000 молекул озона, т.е. атомы хлора выступают в качестве катализатора разложения озона. К другим газам, разрушающим озон, относятся углеводороды и монооксид азота (II).

На снижение общего содержания стратосферного озона (ОСО) обратили внимание в начале 80-х годов. В весенние периоды 1986-1991 г. г. ОСО над Антарктидой было ниже его весенних значений в 1967-1971 г. г. на 30-40%, а в 1993 г. ОСО снизилось более, чем на 60%. В 1997 г. над Арктикой и значительной частью Восточной Сибири уже с конца марта до середины мая отмечалось аномально низкое (на 30% меньше обычного) содержание озона. «Озоновая дыра» имела диаметр около 3000 км [53].

Необходимость вывода из потребления ОРВ-хладоагентов, пропеллентов, вспенивателей и огнегасителей в сроки, установленные Монреальским Протоколом, вызвала интенсивные поиски приемлемых альтернатив. Так, для аэрозольного производства предложены углеводородные пропелленты: пропан-бутановая фракция попутного газа и газового конденсата. В настоящее время около 80% производимых в мире аэрозолей базируется на использовании углеводородных пропеллентов.

Нерешенные проблемы

Широкое распространение в качестве вспенивателя получил циклопентан. В холодильной технике внедрение озонобезопасных веществ сопровождается наибольшими трудностями. Это обусловлено очень высокими термодинамическими и технико-эксплуатационными характеристиками хладоагентов в диапазоне температур от минус 46°С до 24°С. Однако, перевод аэрозольной продукции и технологии вспенивания на углеводороды не решают,

а только смягчают проблему деградации озонового слоя, по аналогии углеводороды также разрушают озоновый слой.

Изложение основного материала

Есть ли альтернатива ОРВ и углеводородам? На наш взгляд- это диметиловый эфир (ДМЭ). Структурная формула ДМЭ:



где озонобезопасность обусловлена симметрично расположенными равноценными по энергии связи группами «СН₃» относительно атома кислорода. ДМЭ довольно химически стабильное соединение, при обычных условиях- газ, сжижается при давлении 12 атм. и выше. По своим физико-химическим свойствам ДМЭ близок к пропан-бутановой фракции. Класс опасности- четвертый. Даже, если стабильная молекула ДМЭ потеряет оба радикала (СН₃), то останется атомарный кислород, который будет источником озона. Таким образом, как с технической, так и экологической точек зрения, особенно как донор озона, ДМЭ может в ближайшей перспективе эффективно заменить ОРВ и углеводороды.

Физико-химические свойства ДМЭ:

- молекулярная масса 46,07;
- бесцветный газ;
- температура плавления минус 138,5 °С;
- температура кипения минус 23,65 °С;
- плотность при 20 °С – 2,091 г/л;

- растворимость – в одном объеме воды при 18 °С растворяется 37 объемов ДМЭ;

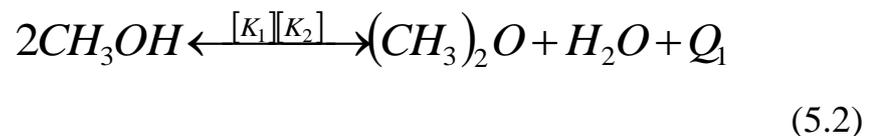
- температура воспламенения минус 41,1 °С (в закрытом сосуде).

ДМЭ сравнительно инертен и разлагается только при "красном калении" (температура 700-900 ° С), не реагирует с металлическим натрием, сильными кислотами и щелочами при умеренной температуре.

Сырьевая база для получения ДМЭ довольно широкая, с большой кратностью запаса -уголь, природный и попутный газы, газообразные отходы металлургических предприятий, отходы нефтехимии, газовый конденсат, шахтный метан, биогаз [5].

ДМЭ может быть получен из отходов производства синтетического метанола, формалина, из диметилсульфата при повышенной температуре (250-300°С) с использованием в качестве катализатора оксида меди, реакцией этерификации метанола в присутствии серной кислоты.

Основная реакция образования ДМЭ:



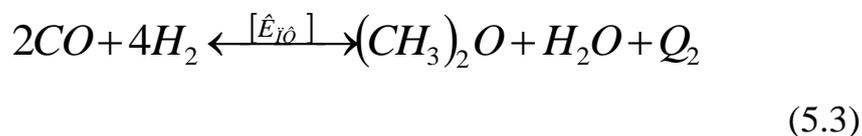
где [K₁] и [K₂] - соответственно, полифункциональный оксидный катализатор шпинельного типа и оксидный.

В результате комплекса проведенных нами научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ предложены технические решения реализации технологии получения ДМЭ.

Технических затруднений в реализации предложенной схемы получения ДМЭ не имеется.

В дополнение к основной технологии в последнее время нами разработана новая технология получения ДМЭ методом гетерогенно—каталитического гидрирования монооксида углерода на специально разработанном полифункциональном катализаторе (К_{пф}) третьего поколения.

Процесс получения ДМЭ протекает по следующей реакции:



Сырьевая база нового направления получения ДМЭ имеет довольно широкий спектр с большой кратностью запаса, а именно:

отходы коксохимических, нефтехимических, химических, металлургических предприятий, содержащих в своем составе одно-, двух-, трех и более C₃₊ углеродные вещества и соединения органического и неорганического происхождения, диоксид углерода, вода [22].

Образующиеся в процессе получения ДМЭ отходы легко подвергаются нейтрализации, либо утилизации. Так, сточные воды, содержащие органические вещества легко подвергаются биохимическому окислению, а отработавшие газы сжигаются в котельной для получения теплоты и пара.

Рассмотрим кратко экономические и экологические аспекты производства и применения ДМЭ в указанных выше направлениях:

1. Экономическая целесообразность – поскольку исходное сырье – отходы крупнотоннажных производств, то цена этих отходов в несколько раз ниже стоимости природного углеводородного сырья. Уместно подчеркнуть, что в себестоимости получения ДМЭ 80–85 % издержек приходится на используемое сырье, то есть – экономическая целесообразность получения ДМЭ по указанным выше технологиям – очевидна.

2. Экологическая целесообразность – поскольку молекула ДМЭ химически стабильное соединение, то оно не вступает во взаимодействие со стратосферным озоном, соответственно, не приводит к его разрушению, в случае же деструкции молекулы ДМЭ последний становится источником атомарного кислорода, что приводит к образованию дополнительного количества озона в стратосферном ярусе по реакции :



где O_2 – атмосферный кислород;

O^* -- атомарный кислород «in statu nascenci» из ДМЭ;

E_c – энергия солнца.

Освободившиеся два радикала $-(CH_3)-$ в результате реакции димеризации превращаются в этан – довольно стабильное химическое соединение.

В результате выполненных комплексных научно—исследовательских и конструкторских работ можно констатировать, что экономическая и экологическая целесообразность получения ДМЭ по предложенным выше технологиям—очевидны.

Предложенные технологии отличаются новизной технических решений, имеются авторские свидетельства, патенты.

Разработанные технологии отвечают современным требованиям ресурсосбережения, малоотходности и отвечают Международным экологическим требованиям ISO 14001, а производимая продукция – диметиловый эфир не приводит к деградации озонового слоя.

Выводы и предложения, рекомендации.

Таким образом, выполнен анализ влияния ОРВ, фреонов на разрушение озонового слоя Планеты.

На основании научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ разработаны технические предложения по технологии получения озонобезопасного хладагента – диметиловый эфир — двумя способами: 1. Каталитической дегидратацией алифатических спиртов. 2. Каталитическим гидрированием монооксида углерода.

В результате выполненного анализа определено, что предложенные технологии получения диметилового эфира и его применения экологически безопасны для озонового слоя и экономически целесообразны, рекомендуются к внедрению на рефрижераторных морских судах.

Вопросы для самоконтроля.

1. Что такое экосистемы и экосфера?
2. Понятие об техногенных системах. Характеристика, анализ.
3. Характеристика глобальных проблем экологии. Пути

решения проблемы.

4. Источники загрязнения морской среды и их влияние на окружающую среду и биосферу.

5. Дать анализ источников загрязнения морской, окружающей среды при эксплуатации судов.

6. В чем проявляется «парниковый» эффект и каково его влияние на окружающую среду?

7. Назовите основные компоненты, «ответственные» за создание «парникового» эффекта, образующиеся при эксплуатации судов.

8. Распределите компоненты «парниковых» газов по степени увеличения интенсивности действия «парникового» эффекта.

9. Как снизить развитие «парникового» эффекта на Планете?

10. Характеристика безотходных технологий: утопия или реальность.

11. Дать характеристику альтернативных чистых топлив для судовых энергетических установок.

12. Основные положения Парижского климатического саммита (28.11 -12.12.2015г).

Раздел 6 Защита воздушного бассейна при эксплуатации судов.

План

6.1 Зоны особого контроля за качеством воздушного бассейна при эксплуатации судов.

6.2 Требования ММО, Европейского Союза к выбросам токсических веществ и соединений с отработанными газами СЭУ.

6.3 Анализ целесообразности бункеровки судов на низкосернистое судовое дизельное топливо в Зонах особого контроля.

6.4 Инженерные методы защиты воздушного бассейна

6.4.1 Сажа, мелкодисперсная пыль.

6.4.2 Диоксид углерода

6.4.3 Углеводороды, органические соединения

6.4.4 Оксиды азота и серы.

Вопросы для самоконтроля.

Рекомендуемая литература: [1, 2, 5-12, 14, 30, 32, 34, 51, 52, 56]

6.1 Зоны особого контроля за качеством воздушного бассейна при эксплуатации судов.

С 1 января 2015 года вступило в силу дополнение к Приложению VI MARPOL 73/78 по вопросу ограничения выбросов продуктов сгорания в атмосферу, которое определяет предел содержания серы в судовом топливе на уровне 0,1% масс.- В данном приложении, в частности, перечислены морские бассейны и так называемые районы SECA (Sox Emission Control

Areas) – зоны контроля за выбросами соединений серы, где, в первую очередь, контролируются выбросы оксидов серы и где установлены ограничения на ее содержание в судовом топливе.

В зону SECA входят акватории Северного и Балтийского морей, пролива Ла-Манш (рис.6.1), в зону ECA входят прилегающие к Западному и Восточному побережьям Северной Америки, а также к Карибским островам (рис. 6.2).



Рисунок 6.1 – Зона особого контроля SECA

В Приложении VI MARPOL-73/78 (Правило 13 «Окислы азота») району Балтийского моря придаётся статус «района контроля

выбросов окислов азота с судов» (NO_x Emission Control Area – NECA).

Уровень выбросов окислов азота с судов, построенных 1 января 2016 года или после этой даты и эксплуатирующихся в пределах районов контроля выбросов NO_x, должен соответствовать стандартам Уровня 3, установленным указанным приложением к Конвенции.

В силу дополнения к Конвенции MARPOL, в соответствии с которыми создается Североамериканская зона особого контроля' вредных выбросов с судов ECA (Emissions Control Area), а также запрет на использование тяжелых видов топлив в Антарктике. Требования в рамках Североамериканской зоны вступили в силу с 1 августа 2012 года.

Дополнения к Приложению VI МАРПОЛ официально учреждают Североамериканскую Зону Контроля за Выбросами (North American Emission Control Area), в которой более строгому контролю будут подвергаться выбросы оксидов серы (SO_x), оксиды азота (NO_x) и твердых частиц. К Приложению I МАРПОЛ добавилась новая 9-я глава со специальными требованиями в отношении использования в качестве топлива или транспортировки тяжелых масел в области Антарктики. Правило 43 запрещает использование в качестве топлива и транспортировку сырой нефти с плотностью выше 900 кг/ м³ при температуре 15°C; масел, кроме сырой нефти, с плотностью при температуре 15°C выше 900 кг/ м³ или кинематической вязкостью выше 180 мм²/с при 50°C; битума, гудрона и их эмульсий.

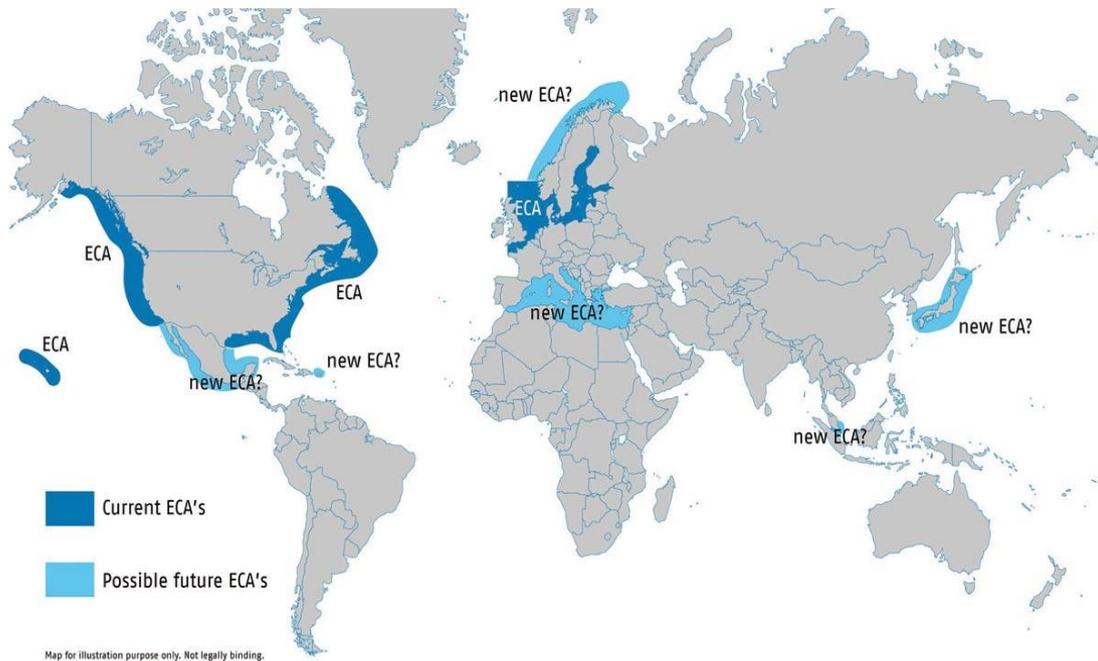


Рисунок 6.2 — Зона особого контроля ЕСА

6.2 Требования ММО, Европейского Союза к выбросам токсических веществ и соединений с отработанными газами СЭУ.

В соответствии с Приложением VI "Правил предотвращения загрязнения атмосферы с судов" Международной конвенции по предотвращению загрязнения с судов от 1973 г., изменённой Протоколом от 1978 г. к ней (Конвенция МАРПОЛ-73/78) и Технического Кодекса NO_x, предусматриваются более жёсткие требования к содержанию соединений серы в судовом топливе во всём мире (вне зон ЕСА «Emission Control Area»):

- 4,50 % масс до 1 января 2012 года;
- 3,50 % масс с 1 января 2012 года;
- 0,50 % масс с 1 января 2020 года (2015 года).

Содержание соединений серы в топливе, используемом в районах ЕСА, не должно превышать:

- 1.00 % масс с 1 июня 2010 года;
- 0,10 % масс с 1 января 2015 года.

Зона SECA (Зоны особого контроля выбросов соединений серы) включает Балтийское и Северное моря, Английский канал).

С ноября 2012 года к ЕСА присоединяется Североамериканская 200-мильная зона у побережья США и Канады.

С 1 января 2014 года к ЕСА присоединяется район Карибского моря: США, Пуэрто-Рико и Виргинские острова США.

Согласно новым положениям, проводится деление судовых двигателей на три уровня. Уровень первый соответствует положениям Правила 13 действующего Приложения VI к Конвенции МАРПОЛ, при этом добавлены ещё два уровня. Третий уровень является более жёстким, и будет применяться к существующим судам с определённой даты.

Основными источниками загрязнения атмосферы с судов являются:

- озоноразрушающие и токсичные вещества;
- газовые выбросы главных и вспомогательных двигателей;
- сжигание мусора и отходов в инсинераторах;
- летучие пары углеводородов, попадающие в атмосферу при загрузке нефтяных танкеров и танкеров-газовозов.

Приложение VI Конвенции МАРПОЛ – 73/78 вступило в силу 19 мая 2005 года и в настоящее время является обязательным для выполнения на всех судах валовой вместимостью 400 и более,

совершающих международные рейсы, а также для стационарных и плавучих буровых и добывающих платформ, установленных за границей территориальных вод прибрежных государств. Для подтверждения соответствия данных судов и платформ требованиям Конвенции МАРПОЛ – 73/78 по вопросам предотвращения загрязнения атмосферы они должны не позднее 19 мая 2008 года получить «Международное свидетельство о предупреждении загрязнения атмосферы».

В Приложении VI выдвинут ряд требований по ограничению выбросов в атмосферу с судов:

а) озоноразрушающие вещества:

на судах запрещено использование установок, работающих с использованием озоноразрушающих веществ, а именно: галон 1211, галон 1301, галон 2402 (галон 114B2), ХФУ – 11, ХФУ – 12, ХФУ – 113, ХФУ – 114, ХФУ – 115, если эти установки смонтированы на судне после 19.05.2005.

Эксплуатация на судах установок, в которых используются гидро-хлор-фторуглероды, смонтированных до вступления в силу Приложения VI Конвенции МАРПОЛ – 73/78, разрешено до 01.01.2020г. После этой даты наступает полное запрещение использования озоноразрушающих веществ на судах;

б) оксиды азота и серы:

требования по ограничению выбросов оксидов азота (NO_x), изложенные в Приложении VI МАРПОЛ–73/78, относятся к дизелям, мощностью более 130 кВт, установленным на судах после 1 января 2000г.

В соответствии с этими правилами эксплуатация дизеля запрещается, если выбросы оксидов азота, рассчитанные как полный взвешенный выброс NO_x , превышают следующие значения:

$17\text{г}/(\text{кВт} \times \text{ч})$ при $n < 130$ об/мин;

$45 \times n^{-0.2}\text{г}/(\text{кВт} \times \text{ч})$ при $n > 130$ об/мин, но $n < 2000$ об/мин;

$9,8\text{г}/(\text{кВт} \times \text{ч})$ при $n > 2000$ об/мин,

где n – номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин.

Требования по ограничению выбросов оксидов серы (SO_x) увязаны с районами контроля выбросов SO_x и состоят в следующем:

– содержание соединений серы в любом жидком топливе, используемом на судне, не должно превышать 3,5% масс, а для районов контроля за выбросами SO_x – SECA, ECA не должно превышать 0,1% масс;

– выброс соединений серы с судна (главные и вспомогательные двигатели) не должен превышать $6\text{г}/(\text{кВт} \times \text{час})$, если это не обеспечивается техническими характеристиками СЭУ, то на судне должна применяться система очистки отработанных газов от серосоединений;

в) сжигание мусора и дымовые отходы инсинераторов:

на судах, совершающих международные рейсы, разрешено использовать только инсинераторы, имеющие Свидетельство ММО об одобрении типа, периодически проводится проверка судового инсинератора на соответствие безопасности. Инсинератор

одобренного типа способен утилизировать методом сжигания твёрдые отходы, состоящие из, % масс.,:

- 50 – пищевые отходы,
- 50 – мусор; или 30 – бумага,
- 40– картон, 10 – ветошь, 20 – пластмассы;
- жидкие отходы: 75 – нефтесодержащие осадки,
- 5 – отработанные смазочные масла,
- 20 – эмульгированная вода.

Если на судне не установлен инсинератор одобренного типа, **запрещается** сжигание на борту следующих веществ:

- очищенных нефтепродуктов, содержащих галогенные соединения;
- мусора, содержащего тяжёлые металлы;
- остатков груза и связанных с ним загрязнённых упаковочных матери-алов, в соответствии с Приложениями I, II, III Конвенции МАРПОЛ – 73/78;
- полихлорированных бифенилов (ПХВ),
что должно быть отражено в судовом Плане операций с мусором.

г) ограничение выбросов паров углеводородов с танкеров и газовозов:

для исключения выбросов паров углеводородов с танкеров при их загрузке в порту, танкер должен быть оборудован системой фильтрации воздуха, вытесняемого из грузовых танков при из загрузке, если танкер не имеет такой системы фильтрации, подобная система должна быть на нефтепогрузочном терминале и

подключаться к системе вентиляции грузовых танков обслуживаемого танкера.

Требования Приложения VI по предупреждению загрязнения атмосферы не применяются:

- к любому выбросу, необходимому для обеспечения безопасности судна или охраны человеческой жизни на море;
- к любому выбросу, являющемуся результатом повреждения судна или его оборудования, при условии, что приняты все разумные меры предосторожности после возникновения повреждения или обнаружения выброса с целью предотвращения или сведения к минимуму выброса;
- к двигателям спасательных шлюпок или к двигателям, используемым в составе аварийного оборудования.

15 мая 2015 года Комитет по защите Морской Среды Международной Морской Организации Резолюцией МЕРС.259(68) обновил Руководство 2009 года по системам очистки отработавших газов (ООГ), которое было принято Резолюцией МЕРС. 184(59).

Система ООГ укомплектована приборами постоянного мониторинга. В качестве критерия при проведении мониторинга принято отношение— SO_2 (млн.⁻¹)/ CO_2 (% объмн.) , которое принимается в зависимости от концентрации серосоединений в судовом топливе (СТ) согласно Правил 14.1, 14.4 Приложения VI к Конвенции МАРПОЛ 73/78 (табл. 6.2)

Таблица 6.2 – Изменение критерия токсичности ОГ СЭУ от концентрации сернистых соединений в СТ

<u>№</u>	<u>Концентрация сернистых соединений в СТ, % масс</u>	<u>Отношение SO₂ (млн¹)/CO₂(% объемн) в выбросах ОГ СЭУ</u>
<u>1</u>	<u>4,5</u>	<u>195</u>
<u>2</u>	<u>3,5</u>	<u>151,7</u>
<u>3</u>	<u>1,5</u>	<u>65</u>
<u>4</u>	<u>1,0</u>	<u>43,3</u>
<u>5</u>	<u>0,5</u>	<u>21,7</u>
<u>6</u>	<u>0,1</u>	<u>4,3</u>

6.3 Анализ целесообразности бункеровки судов на низкосернистое судовое дизельное топливо в Зонах особого контроля.

В отработанных газах двигателей транспортных средств, судовых энергетических установках (СЭУ) содержится более 250 вредных токсичных компонентов, которые по классу опасности можно ранжировать на четыре группы [5]. В общем объеме отработанных газов 1% приходится на токсичные компоненты, а 99% – на инертные газы и пары. Известно негативное влияние токсичных компонентов отработанных газов СЭУ(ОГ СЭУ) на окружающую среду, биоту и человека [5,7]. Основной вклад в загрязнение воздушного бассейна при эксплуатации судов вносят следующие вещества и соединения:

*компоненты «парниковых» газов, озоноразрушающие и токсичные вещества;

*выбросы ОГ СЭУ главных и вспомогательных двигателей;

*сжигание мусора и твердых отходов в инсинераторах;

*пары углеводородов и химических соединений, попадающих в атмосферу при загрузке-выгрузке нефтяных танкеров, химо-

газовозов, и при транспортировке;

*минеральная и органическая пыль перевозимых грузов.

Известно, что со снижением концентрации сернистых соединений в дизельном топливе резко возрастает его стоимость. А поскольку в себестоимости морских грузоперевозок 75 – 80% затрат приходится на расходуемое топливо, то технико-экономические показатели рейса снижаются.

Резонно поставить вопрос, в чем выгода от перехода на низкосернистое топливо: с одной стороны снижается экологический ущерб воздушному бассейну при эксплуатации судов, а с другой – увеличиваются экономические затраты на закупку низкосернистого топлива. В работе [52] впервые на основании выполненных исследований и расчетов было показано, что затраты на приобретение низкосернистого топлива значительно превышают предотвращенный ущерб воздушному бассейну [5] за счет перевода СЭУ с высокосернистого на низкосернистое топливо.

Необходимо отметить, что при переходе на низкосернистое топливо снижается эмиссия только сернистого ангидрида, содержащегося в ОГ СЭУ, а эмиссия более 249 вредных токсичных компонентов остается при этом без изменений.

Перевод СЭУ на низкосернистое топливо имеет основной недостаток — высокая его стоимость.

В тоже время, как показали наши исследования перевод морского транспорта с высокосернистого (3,5% масс серосоединений) IFO-380 на низкосернистое (0,1 % масс.

серосоединений) дизельное топливо MGO LS-180 не обеспечивает санитарных норм и действующих Европейских стандартов по выбросам сернистого ангидрида, не говоря уже об остальных более 249 токсичных компонентов, выбросы которых значительно превышают Европейские нормативы и требования ISO 14001 (табл.6.1).

Таблица 6.1 – Изменение индекса опасности(η), абсолютного, предотвращенного ущерба воздушному бассейну, стоимости ДТ от концентрации «S» – соединений в ДТ и соответствия выбросов Директивам EURO – III при эксплуатации судов.

№	Токсичные компоненты	Концентрация, C_i , мг/м ³				Индекс опасности, ⁷⁾ $\eta_i = C_p^i / C_{пдк}^i$		
		Директивы EURO – III	Тяжелое ДТ ¹⁾ IFO – 380 (3,5% S) без очистки	Тяжелое ДТ IFO – 380 (3,5% S) + ИТУТС O ²⁾	Легкое ДТ LSMGO (0,1% S) без очистки	IFO – 380 (3,5% S)	IFO – 380 (3,5% S) + ИТУТС CO	LSMGO (0,1% S)
1	Сажа	0,025	99,0	0,0099	75,0	3960	0,4	3000
2	SO ₂	0,125	350,0	0,07	10,0	2800	0,56	80
3	NO ₂	0,2	2385	0,2	1850	11925	1,0	9250
4	CO	10	1500	1,5	1500	150	0,01	150
5	Стоимость ДТ, USD/mt USD/год		315 ³⁾ 31,5×10 ⁶		610 ³⁾ 61×10 ⁶			
6	Дополнительные расходы				29,5×10 ⁶			

	ДТ, USD/год ⁴⁾							
7	Ущерб ВБ, USD/год ⁵⁾		$53,5 \times 10^6$	$18,5 \times 10^6$	$41,5 \times 10^6$			
8	Предотв ращен ный ущерб ВБ, USD/год ⁶⁾			35×10^6	12×10^6			

Примечание:

1 – ДТ-дизельное топливо.

2 – ИТУТСО –Иновационная технология утилизации теплоты ОГ СЭУ и системы очистки ОГ СЭУ

3 – Bunker index. Com – 05.02.2015: Хьюстон, Новый Орлеан (США).

4 – Разница в стоимости ДТ LSMGO (0,1% S) и тяжелого IFO – 380 (3,5% S)

5 – ВБ – воздушный бассейн.

6 – расход ДТ принят во всех случаях, равным 100.000т/год.

7 – C_p^i , $C_{пдк}^i$ –соответственно, реальная концентрация и предельно-допустимая концентрация по i -тому веществу, мг/м.³

Проведем анализ расчетных исследований, представленных в таблице 6.1: согласно дополнений к Приложению VI МАРПОЛ 73/78 в Зонах особого контроля обязательна перебункеровка судов с высокосернистого на низкосернистое судовое топливо с целью снижения токсичности отработанных газов СЭУ и величины абсолютного ущерба воздушному бассейну. Необходимо отметить,

что при снижении концентрации сернистых соединений в судовом топливе существенно снижается выброс сернистого ангидрида (SO_2), а выбросы остальных токсических соединений остаются в пределах незначительных флуктуаций. В качестве эталона сравнения приняты требования к токсичности отработанных газов энергосиловых установок, действующие в Европейском Союзе EURO – III. При использовании высокосернистого судового топлива выброс сернистого ангидрида с отработанными газами СЭУ превышает в 2800 раз, при использовании низкосернистого судового топлива выброс сернистого ангидрида превышает в **80 раз по сравнению с Директивой EURO – III**. При этих же условиях выбросы сажи превышают в 3000-3960 раз, выбросы оксидов азота в 9250-11925 раз, выбросы монооксида углерода превышают в 150 раз в сравнении с Директивами EURO – III.

Таким образом, снижение сернистых соединений в судовом дизельном топливе до 0,1 % масс. в Зонах особого контроля превышает выбросы токсичных компонентов в отработанных газах СЭУ по сравнению с требованиями Директив EURO – III.

Для решения вопросов экологической безопасности и экономической целесообразности представляется следующее техническое решение :

- использовать на борту судна дешевое высокосернистое судовое топливо;
- укомплектовать новую технологию оборудованием для утилизации теплоты и очистки отработанных газов судовых энергетических установок от токсических веществ и соединений.

Только при реализации этой технологии токсичность отработанных газов СЭУ отвечает требованиям Директив **EURO – III**.

Ниже представлены результаты расчетных исследований эффективности перевода СЭУ на низкосернистое топливо в сравнении с затратами на его приобретение, а именно сравнивали величину предотвращенного ущерба (П) воздушному бассейну при переходе с высокосернистого (3,5% масс.S) на низкосернистое топливо (0,1% масс. S) с финансовыми затратами на разницу в стоимости низкосернистого и высокосернистого топлив. Расчеты выполнены по специально разработанной программе с использованием Персонального Компьютера.

Принятые для расчетов исходные данные—расход судового дизельного топлива 10 000 т/год, порт бункеровки – Сингапур, дата – 10.04.2016г., стоимость судового топлива (долл. США/т): низкосернистое – 342, высокосернистое – 193, курс доллара по НБУ – 25,8 грн./долл.США. В результате расчетов определено, что стоимость затрат на топливо: $(342-193) \times 10\,000 \times 25,8 = 38\,443\,937$ грн/год выше величины предотвращенного ущерба $\Pi = 952\,705,85$ грн/год в 40,25 раз. Отсюда следует вывод, что перебункеровка с высокосернистого топлива на низкосернистое топливо не решает проблемы защиты воздушного бассейна от отработанных газов СЭУ, приводит к необоснованным финансовым затратам на судовое топливо и, соответственно, нецелесообразна. На рисунке 6.3 представлена экспериментальная и теоретическая линии. Определена погрешность исследований,

которая составила минус 2,85 % относит. при 3,5 % масс.S и 3,34 % относит. .при 0,1 % масс.S, что ниже допустимого предела – 5 % относит.

Исходные данные

№ в-та	Вид топлива	Масса используемого топлива, Q, т/год	Геометрическая высота выхлопной трубы от выхода из СЭУ до устья выхлопа, h, м	T – температура отработанных газов СЭУ на выходе из СЭУ, °С	t – максимальная температура воздуха в 13 ⁰⁰ наиболее жаркого месяца года данного региона, °С	v – среднее годовое значение модуля скорости ветра на уровне флюгера, м/с	σ – показатель относительной опасности загрязнения атмосферного воздуха на разных территориях	γ – константа, грн./усл.т	α - степени очистки, %
22.	ДТ+3,5 % МК	10000	15	500	35	3	4	48	95

Выбросы вредных компонентов отработанных газов

Компоненты	Сідт – выброс вредных компонентов отработанных газов дизельного топлива, кг/т	Ai – показатель относительной опасности вредного компонента i-го вида, усл.т/т	Сік - выброс вредных компонентов отработанных газов дизельного топлива после каталитического нейтрализатора, кг/т
Монооксид углерода (CO)	23	1	10
Оксид азота (NO _x)	41	41	15
Оксид серы (SO ₂)	Из расчета	22,8	Из расчета
Углеводороды (CH _x)	11	3,16	3
Твёрдые частицы (сажа)	8	250	1

Расчетные величины	Вид топлива				
	ДТ+0,1% МК	ДТ+1% МК	ДТ+3,5% МК	ДТ+3,5%МК +К	ДТ+4,5% МК
$m_{МК}$	10,00	100,00	350,00		450,00
$V_{МК}$	4666,67	46666,67	163333,33		210000,00
m_{SO_2}	13,33	133,33	466,67	23,33	600,00
CSO_2	1,33	13,33	46,67	2,33	60,00
M_{CO}	230,00	230,00	230,00	100,00	230,00
M_{NOx}	16810,00	16810,00	16810,00	6150,00	16810,00
M_{SO_2}	303,24	3039,24	10640,76	531,24	13680,00
M_{CHx}	347,60	347,60	347,60	94,80	347,60
$M_{сажа}$	20000,00	20000,00	20000,00	2500,00	20000,00
ΣM	37690,84	40426,84	48028,36	9376,04	51067,60
Y	3473587,81	3725737,57	4426293,66	864095,85	4706390,02
Π	1232802,21	980652,45	280096,36	3562197,81	
$\Pi_{3,5-0,1}$	952705,85				
$\Pi_{пит}$	123,28	98,07	28,01	356,22	
$\Pi_{пит3,5-0,1}$	95,27				
	Ц0,1% (порт Сингапур, на 10.04.2016), \$		Ц3,5% (порт Сингапур, на 10.04.2016), \$		
	342		193		
$\Pi_{\Delta T}$	1490000	38443937			

$M_{МК}$	CH_3SH	48
ΔT	465	

φ	7,20	
f	0,48	

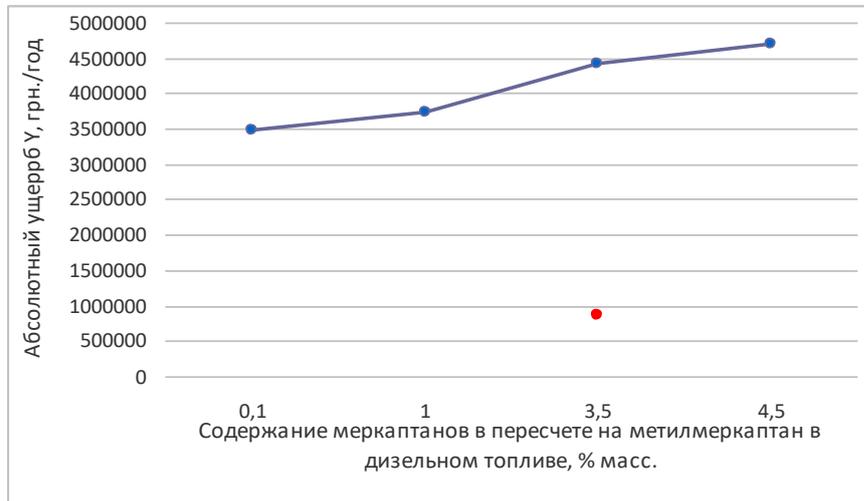


Рисунок 6.3 – Зависимость абсолютного ущерба воздушному бассейну от отработанных газов СЭУ от концентрации сернистых соединений в судовом дизельном топливе.

a	b	c	d	
4300000	4426293,66	3725737,57	3850000	
	δ3,5%, %	δ1%, %		
	2,85	3,34		
МК, % масс.	0,1	1	3,5	4,5
Y, грн./год	3473587,81	3725737,57	4426293,66	4706390,02
Y_{3,5k}			864095,85	

6.4 Инженерные методы защиты воздушного бассейна[5,6,14].

6.4.1 Сажа, мелкодисперсная пыль.

Основными источниками выделения пыли антропогенного характера является разработка и добыча полезных ископаемых, переработка, транспортировка, хранение. Пыль природного

характера – это вулканическая деятельность, пыльные бури, ураганы, шторм, лесные пожары.

Физиологические свойства пыли: обладает высокой химической и биологической активностью. В результате длительного воздействия поражаются такие органы человека, как верхние дыхательные пути, легкие. Профессиональное заболевание от пыли – пневмокониоз. По характеру действия на человека пыль подразделяют на два класса:

- раздражающая;
- токсичная пыль.

К раздражающей пыли относят угольную, асбестовую, меловую и металлическую пыль, наждачную, древесную и хлопковую.

К токсичным относят аэрозоли на основе щелочей, солей, кислот, радиоактивных изотопов.

Для снижения отрицательного воздействия пыли на человека разработаны санитарно-гигиенические нормы (ПДК) пыли в рабочей зоне и в населенной местности. ПДК в населенной местности подразделяют на среднесуточную, максимально разовую ($\tau \leq 20$ мин.). ОБУВ – ориентировочно безопасный уровень воздействия.

В процессе эксплуатации судов выделяется мелкодисперсная пыль—сажа, имеющая высокую развитую поверхность. Сама по себе сажа не обладает токсичностью, а вред представляют

адсорбированные на поверхности сажи токсичные органические соединения, в частности бенз(альфа)пирен.

Физико-химические свойства пыли – требуются для того, чтобы грамотно выбрать метод очистки газовой среды от пыли, а также провести расчёты и проектирование очистных сооружений.

Пыль в воздушный бассейн поступает в виде аэрозолей. Ниже приведены свойства пылей:

Плотность, ρ_n , кг/л, кг/м³.

По плотности пыль разделяют на следующие:

- насыпная;
- кажущаяся;
- истинная;

Насыпная плотность ρ_n^H , кг/м³ определяется по формуле:

$$\rho_n^H = \frac{Gn}{V_\Sigma} \quad (6.1)$$

где Gn – масса пыли, кг, V_Σ – совокупный объём, занимаемый пылью V_{Π} , объём пустот между частицами и внутренней поверхностью частиц пыли, м³;

Кажущаяся плотность ρ_n^K кг/м³ – отношение массы пыли к объёму, занимаемому ею без пустот между частицами:

$$\rho_n^K = \frac{Gn}{V_\Sigma - V_{пуст}} \quad (6.2)$$

где $V_{пуст}$ – объём между частицами, м³;

Истинная плотность $\rho_n^И$, кг/м³ – это отношение массы пыли к объёму монолита пыли:

$$\rho_n^u = \frac{Gn}{V_M} \text{ кг/м}^3; \quad V_\Sigma > V_M, \text{ поэтому } \rho_n^u > \rho_n^k > \rho_n^H. \quad (6.3)$$

Вид, форма:

- чешуйчатая;
- структурированная;
- сегментная.

Дисперсность пыли равна величине обратно пропорциональной диаметру пыли, Dn :

$$Dn = \frac{1}{dn}, \text{ м}^{-1}, \quad (6.4)$$

где dn – условный диаметр пыли, м.

Седиментационный диаметр пыли – это свойство вводят для того, чтобы упростить расчёты. При этом реальную форму пыли преобразуют в шар. Седиментационный диаметр пыли – это такой диаметр шара, когда скорость его осаждения V , м/с, и насыпная плотность ρ_n^H , кг/м³ равны – реальной скорости осаждения частицы пыли V_p м/с, и её плотности, ρ_n^H , кг/м³.

Адгезия – способность пыли к слипанию и чем выше дисперсность пыли, тем больше её склонность к налипанию; по адгезии пыль делится на 4 группы:

- неслипающаяся (стеклянная, песчаная);
- слабослипающаяся пыль (кокс, зола, магнезитовая пыль);
- среднеслипающаяся пыль (торфяная пыль, сажа);
- сильнослипающаяся пыль (цементная, асбестовая, мучная).

Абразивность пыли – это способность пыли за счёт механического трения уменьшать толщину аппарата и коммуникаций.

Смачиваемость пыли:

– гидрофильные пыли (хорошосмачиваемые пыли) – мучная, цементная, меловая.

– гидрофобные (пыли, которые плохо смачиваются водой) – угольная, коксовая;

– абсолютно гидрофобные пыли, которые не смачиваются водой (жирная, парафиновая, битумная пыль).

Гигроскопичность пыли – это свойство пыли впитывать влагу, зависит от вида, дисперсности, физико-химических свойств.

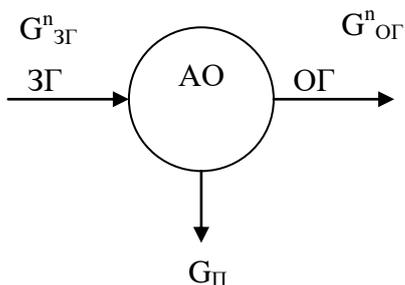
Электропроводность пыли – способность пыли приобретать положительный или отрицательный заряд под действием электрического поля; приобретаемый заряд пылью зависит от формы пыли, диаметра частицы пыли и свойств пыли.

Способность пыли к возгоранию, воспламенению и взрыву – это способность пыли при определенных концентрациях с воздухом и под действием теплового импульса возгораться и взрываться; это свойство характеризуется нижним пределом взрываемости пыли, минимальный нижний предел находится в пределах 20-200 г/м³, максимальный – 200-500 г/м³.

На токсичные пыли вводят такие ограничения, как ПДК, мг/м³, ПДВ, г/с;

В случае установки одного аппарата степень очистки α , %; определяется по формуле:

$$\alpha = \frac{G_{зг}^n - G_{ог}^n}{G_{зг}^n} \cdot 100\% \quad (6.5)$$

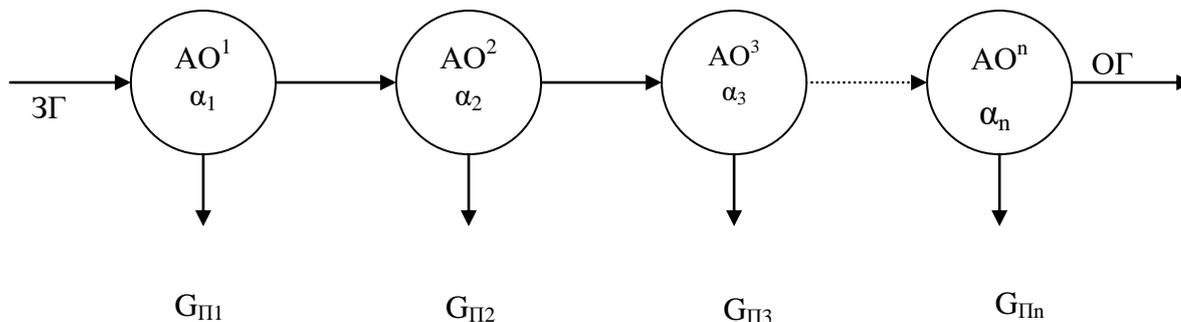


где $G_{ЗГ}^n$ – масса пыли в запыленном газе, кг/час;
 АО – аппарат очистки;
 $G_{ОГ}^n$ – масса пыли в очищенном газе, кг/час;
 $G_{П}$ – масса пыли, кг/час, выведенная из контура
 очистки АО.

Если установлено несколько последовательно камер очистки,
 то общая степень очистки, α_{Σ} , доли, определяется по формуле:

$$\alpha_{\Sigma} = 1 - [(1 - \alpha_1) \cdot (1 - \alpha_2) \cdot (1 - \alpha_3) \cdot \dots \cdot (1 - \alpha_n)] \quad (6.6)$$

где α_i – i -ая степень очистки в АО ^{i} , доли.



Вышеперечисленные свойства пыли необходимы для грамотного выбора метода очистки, аппаратного оформления и определения экономически и технически оправданных конструкционных материалов, средств контроля и управления.

Аппараты для очистки газоздушных сред (ГВС) от пыли классифицируются на следующие виды:

- А. Пылеосадительные камеры;
- Б. Диффузионные;
- В. «Мокрая» очистка;
- Г. Электрофильтры.

Очистка ГВС от пыли в пылеосадительных камерах основана на использовании сил гравитации, ударно-инерционных, центробежных.

А. Пылеосадительные камеры

Очистка ГВС от пыли, основанная на использовании сил гравитации (рис. 6.4).

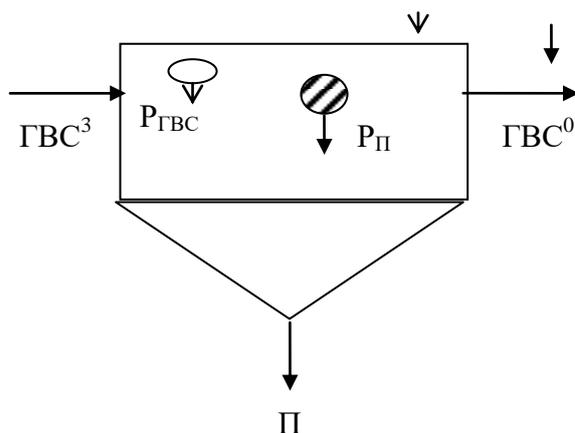


Рисунок 6.4 – Схема очистки ГВС³

При поступлении ГВС³ в полость аппарата на молекулы ГВС и частицы пыли действуют силы гравитации, кгм/с²:

$$P_{ГВС} = m_{ГВС} \cdot g \quad (6.7)$$

$$P_{П} = m_{П} \cdot g \quad (6.8)$$

Соответственно, массы ГВС и пыли, кг, определяются по формулам:

$$m_{ГВС} = V_{ГВС} \cdot \rho_{ГВС} \quad (6.9)$$

$$m_{П} = V_{П} \cdot \rho_{П} \quad (6.10)$$

где $m_{ГВС}$, $m_{П}$ – соответственно, масса ГВС и пыли, кг, $\rho_{ГВС}$, $\rho_{П}$ – плотность ГВС и пыли, кг/м³, $V_{ГВС}$, $V_{П}$ – соответственно, объём ГВС и пыли, м³; g – ускорение свободного падения, м/с².

Поскольку $\rho_{\text{п}} \gg \rho_{\text{ГВС}}$, то $R_{\text{п}} \gg R_{\text{ГВС}}$ и, соответственно, пыль преимущественно оседает в аппарате. Эффективность осаждения пыли в пустотелых аппаратах зависит от скорости осаждения пыли, свойств пыли и ГВС. Скорость осаждения пыли, $V_{\text{ос}}$, м/с, в пустотелом аппарате определяется по формуле:

$$V_{\text{ос}} = 2 \sqrt{\frac{d_{\text{п}}(\rho_{\text{п}} - \rho_{\text{ГВС}}) \cdot g}{3\xi_{\text{п}} \cdot \rho_{\text{ГВС}}}} \quad (6.11)$$

$d_{\text{п}}$ – седиментационный диаметр пыли, м;

$\rho_{\text{п}}$ – насыпная плотность пыли, кг/м³;

$\rho_{\text{ГВС}}$ – удельный вес ГВС, кг/м³;

$\xi_{\text{п}}$ – коэффициент сопротивления движению частицы пыли, оказываемое ГВС.

Время пребывания ГВС в пылеосадительной камере τ , с, определяется по уравнению:

$$\tau = \frac{V_{\text{ПК}}}{V_{\text{ГВС}}} \quad (6.12)$$

где $V_{\text{ПК}}$ – объем пылеосадительной камеры, м³; $V_{\text{ГВС}}$ – расход ГВС, м³/с.

Эффективность очистки в пустотелых аппаратах не превышает 40% при седиментационном диаметре частицы пыли не меньше 40 мкм. Пустотелые камеры, работающие на использовании сил гравитации, в промышленности применяют в качестве предварительной очистки ГВС от пыли.

Недостатки пустотелых камер:

– низкие линейные скорости ГВС в камере;

- низкая эффективность очистки;
- неэффективность использования камер для очистки ГВС, содержащих пыль, дисперсность которой больше $25 \times 10^3 \text{ м}^{-1}$;
- высокие капиталовложения.

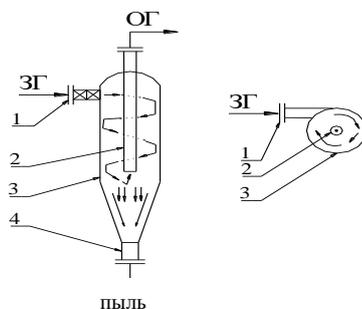
Очистка ГВС от пыли, основанная на использовании ударно-инерционного механизма.

Процесс основан на резком изменении направления движения ГВС, при этом за счёт значительно больших сил гравитации, действующих на пыль по сравнению с ГВС, частица пыли продолжает первоначальное направление движения.

Степень очистки в камерах не превышает 50%, а дисперсность частиц пыли не должна быть более $30 \times 10^3 \text{ м}^{-1}$. Камеры с использованием ударно-инерционного механизма имеют такие же недостатки, что и камеры, использующие при очистке силы гравитации.

Очистка ГВС от пыли, основанная на использовании центробежных сил.

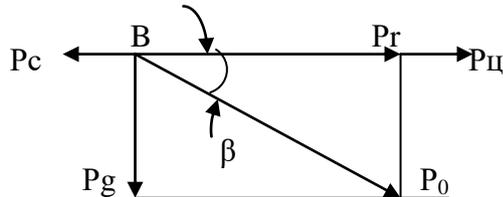
Принцип очистки – запыленный газ поступает тангенциально по отношению к корпусу циклона, ГВС закручивается, центробежная сила отбрасывает частицу пыли к периферии и последняя оседает (рис. 6.5).



1 – тангенциальный ввод ГВС; 2 – центральная труба; 3 – корпус; 4 – выход пыли

Рисунок 6.5 – Циклон

Построим эпюру сил, действующих на частицу пыли В, находящуюся в полости циклона:



$$P_r = P_{\text{ц}} - P_c, \text{ Па} \quad (6.13)$$

На частицу пыли действуют силы, Па:

- центробежная сила, $P_{\text{ц}}$;
- сила сопротивления движению частицы в радиальном направлении, P_c ;
- сила гравитации, P_g .

Результирующая сила P_0 , действующая на частицу пыли под углом β , приводит к оседанию частицы вдоль корпуса циклона. Силы, действующие на частицу пыли В, описываются следующими уравнениями:

$$P_{\text{ц}} = \frac{mW_T^2}{R} \quad (6.14)$$

$$P_c = 3\pi w_c \cdot d_r \cdot \mu \quad (6.15)$$

$$P_g = m \cdot g \quad (6.16)$$

где m – масса частицы пыли, кг;

W_T – тангенциальная составляющая скорости частицы пыли, м/с;

R – радиус от центра циклона до частицы, м;

w_c – радиальная составляющая скорости частицы, м/с.

d_r – диаметр частицы, м;

μ – вязкость среды, $\frac{Н \cdot с}{м^2}$

Гидравлическое сопротивление циклона, ΔP , Па, определяется по уравнению:

$$\Delta P = 0,5\xi \cdot \rho_{ГВС} \cdot W_T^2 \quad (6.17)$$

где ξ – коэффициент гидравлического сопротивления циклона.

Для оценки эффективности работы циклона используют критерий, Fr , Фруда (фактор разделения), определяемый по уравнению:

$$F_r = \frac{W_T^2}{Rg} \quad (6.18)$$

Диффузионные методы очистки ГВС от пыли

В зависимости от степени очистки α и назначения фильтры подразделяются на 3 класса:

1) фильтры тонкой очистки, $\alpha > 99\%$, их применяют для улавливания токсичной пыли, аэрозоли, радиоактивных элементов; материал фильтров: асбест, металлокерамика, углеродная нить, фильтры регенерации не подвергаются;

2) фильтры, применяемые в системах приточно-вытяжной вентиляции, $\alpha = 75 \div 90\%$

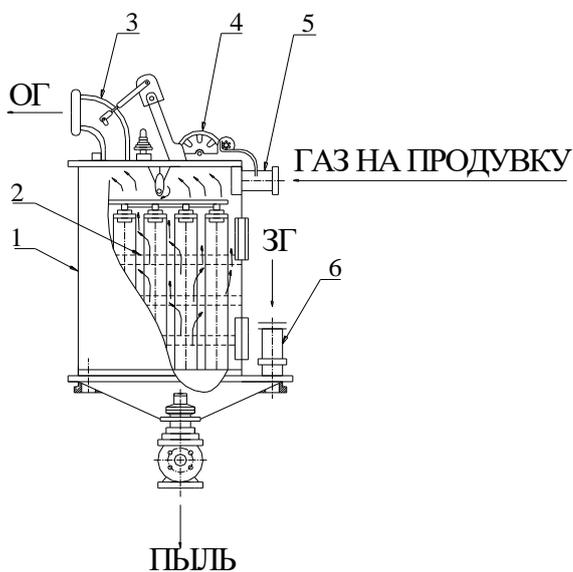
3) промышленные фильтры для грубой очистки газовоздушных сред, $\alpha = 55 \div 75\%$, промышленное применение для очистки газа и сточных вод от пыли, взвешенных веществ.

Конструкция рукавного фильтра приведена на рисунке 6.6.

Мокрая очистка ГВС от пыли

Пыль может быть очищена мокрым способом, если она обладает свойствами гидрофильности и гигроскопичности. В зависимости от контактных устройств мокрые аппараты подразделяются на следующие виды:

- полые газопромыватели;
- насадочные скрубберы;
- тарельчатые;
- с подвижной насадкой;
- ударно-инерционного действия или ротоклон;
- центробежные;
- механические;
- с использованием трубы Вентури, скоростные.



- 1 – корпус;
 2 – элемент рукавного фильтра;
 3 – коллектор очищенного газа;

- 4 – встряхиватель;
- 5 – коллектор продувочного газа;
- 6 – коллектор ввода запыленного газа

Рисунок 6.6 – Рукавный фильтр

По гидродинамическому режиму полые газопромыватели подразделяются на:

- противоточный;
- прямоточный;
- перекрестный.

Преимущества «мокрого» метода:

Высокая эффективность очистки от пыли ГВС – 99,99%.

Недостатки «мокрого» метода:

- пыль переводится из газообразной в жидкую фазу, требует затрат, как на очистку воды от пыли, так и на привод рамных фильтров;
- очистке подвергаются только те пыли, которые обладают свойствами гигроскопичности, гидрофильности и смачиваемости.

Электрофильтры

Метод применяется для очистки газа от пыли, которая обладает свойством электропроводности.

Стадии процесса очистки:

- транспорт запыленного газоздушного потока в электромагнитное поле, создаваемое высоким напряжением постоянного тока (10-12 тыс. В);
- ионизация частиц пыли, под действием электрического и магнитного полей, частицы пыли приобретают положительный или

отрицательный заряд в зависимости от вида и размера частиц пыли;

- транспорт положительно ионизированных частиц пыли к отрицательно заряженному электроду, а отрицательно заряженных к положительному;

- осаждение ионизированных частиц пыли на соответствующих электродах;

- удаление осевшей пыли с электродов в бункер;

- удаление очищенного газоздушного потока в атмосферу или последующую переработку.

Фильтры требуют больших затрат энергии $R_{\Sigma}=0,4\div 1,8$ мДж/10³м³ ГВС, обеспечивают высокую степень очистки $\alpha=99,99\%$, примеси аммиака и сернистого ангидрида повышают степень очистки. Диапазон диаметра частиц широкий $d_r=0,01\div 100$ мкм, температура 400÷500 °С. При температуре выше 500 °С повышается вязкость газа и снижается эффективность процесса очистки.

Недостатки электрофильтров: повышенный расход электроэнергии, ограничение применения электрофильтров по свойству пыли «электропроводность».

Величина заряда частиц пыли, q^{\pm} , ЭВ, определяется по формуле:

$$q^{\pm} = 3\pi d_r^2 \cdot \xi_0 \cdot E \quad (6.19)$$

где d_r – седиментационный диаметр пыли, м;

ξ_0 – диэлектрическая проницаемость частицы пыли, Ф/м;

E – напряженность электрического поля, В/м;

Сопротивление электрофильтра небольшое и составляет 150

Па.

6.4.2 Диоксид углерода

Абсорбционная очистка ОГ СЭУ от диоксида углерода.

Абсорбция – процесс селективного поглощения токсичных компонентов газа жидкими средами.

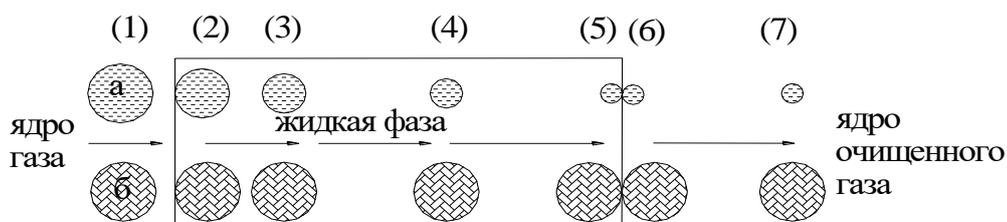
Абсорбция классифицируется на две группы:

- физическая;
- химическая.

При физической абсорбции протекают процессы растворения вредных компонентов в жидкой фазе, при химической абсорбции, действуют силы химического взаимодействия полярных и неполярных молекул. Компонент газовой смеси, который поглощается жидкой фазой, называется *абсорбтивом*. Жидкая фаза, которая селективно поглощает компоненты, называется *абсорбентом*. Газовый компонент, не поглощаемый жидкой фазой, называется *инертным газом (газ-носитель)*.

Аппараты, в которых протекают процессы абсорбции, называются *абсорберами*.

Стадии процесса абсорбции:



- 1) диффузия (транспорт), компонентов ГВС (а) и (б) к границе раздела фаз «газ-жидкость»;
- 2) диффузия газовых компонентов (а) и (б) через жидкую фазу;
- 3) диффузия компонентов газа в абсорбенте;
- 4) растворение компонента (а) в абсорбенте;
- 5) молекулярная диффузия компонентов газа (а, б) в слое жидкости к границе раздела фаз «жидкость – газ»;
- 6) диффузия компонентов ГВС через жидкую фазу;
- 7) диффузия компонентов ГВС (а) и (б) в ядро очищенного газа.

Общая скорость процесса абсорбции зависит от лимитирующей стадии (1-7).

Та стадия, которая наиболее медленная из семи вышеприведенных, и определяет общую скорость процесса абсорбции. Чаще всего наиболее медленными стадиями являются: 2, 3, 4, 5, то есть, процессы, протекающие в жидкой фазе. На основании научно-исследовательских работ для конкретной системы определяют лимитирующую стадию и разрабатывают кинетическое уравнение, которое описывает скорость процесса абсорбции.

Скорость процесса абсорбции определяется движущей силой, которая определяется по формуле:

$$D_a = P_a - P_a^P \quad (6.20)$$

где P_a – парциальное давление компонента (а) в газовой фазе, Па, определяемое по формуле:

$$P_a = \frac{C_a}{100} \cdot P_0 \quad (6.21)$$

где C_a – концентрация абсорбтива в газовой фазе, %
объемн. г

P_0 – общее давление в ядре ГВС, Па.

$$P_0 = P_a + P_6, \text{ Па} \quad (6.22)$$

где P_6 – парциальное давление инертного газа, Па;

P_a^P – равновесное парциальное давление абсорбтива над поверхностью абсорбента, Па.

Равновесное давление находят в зависимости от свойств поглощаемого компонента, абсорбента, температуры, давления и концентрации поглощаемого компонента.

С увеличением движущей силы абсорбции Da повышается скорость абсорбции. Из анализа уравнения (6.20) следует, что чем выше P_a и ниже P_a^P , тем выше значение Da .

Движущую силу абсорбции можно увеличить за счёт повышения общего давления P_0 . Поэтому скорость процесса абсорбции повышается с увеличением давления газа.

При сравнимых условиях процесса движущая сила химической абсорбции выше физической $Da^{\phi} < Da^x$, это объясняется тем, что $P_a^P(x) < P_a^P(\phi)$. То есть, в промышленных условиях выгоднее проводить процесс химической абсорбции.

Процесс абсорбции описывается законом Генри:

$$a_a^* = K_t \cdot P_a \quad (6.23)$$

где a_a^* – объем поглощенного компонента (а) абсорбентом,

$$\text{см}^3/\text{см}^3 \cdot \text{°C}; \frac{\text{см}^3(a)\text{Па}}{\text{см}^3 \cdot \text{°C}}$$

K_t – константа Генри, зависящая от температуры;

P_a – парциальное давление абсорбтива, Па.

Процесс физической абсорбции может быть описан уравнением Фрейндлиха:

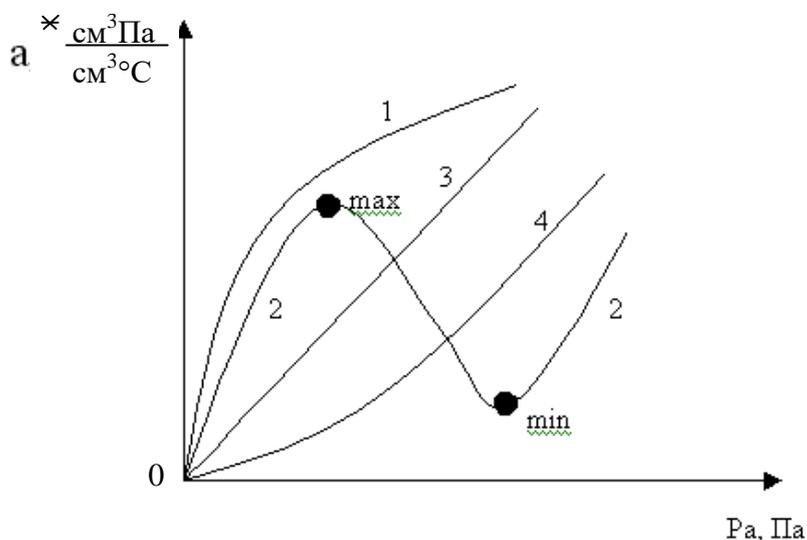
$$a_a^{**} = \frac{a_a^P \cdot m \cdot P_a}{(1 + m \cdot P_a)}, \frac{\text{см}^3(a)\text{Па}}{\text{см}^3 \cdot \text{°C}} \quad (6.24)$$

где a_a^P – количество поглощенного абсорбтива в условиях

равновесия, $\frac{\text{см}^3(a)}{\text{см}^3}$;

m – константа, зависящая от температуры процесса абсорбции.

Графическая зависимость процесса абсорбции по уравнению Фрейндлиха представлена на рисунке 6.7:



1 – выпуклая; 2 – экстремальная; 3 – линейная; 4 – вогнутая.

Рисунок 6.7 – Изменение количества абсорбированного вещества от парциального давления.

Влияние температуры на процесс абсорбции может быть описано следующим дифференциальным уравнением:

$$\frac{d \ln C_a}{d\left(\frac{1}{T}\right)} = \frac{\Delta H}{R} \quad (6.25)$$

где C_a – концентрация абсорбтива в газовой фазе, % объемн.;

T – температура процесса абсорбции, К;

ΔH – энтальпия абсорбции, МДж/кг;

R – универсальная газовая постоянная.

Процессу абсорбции благоприятствуют повышенные давления и пониженные температуры. Поскольку соблюдение этих условий экономически неоправданно, поэтому на практике проводят оптимизацию параметров технологического процесса.

Процесс абсорбции протекает с выделением теплоты. Поэтому при проведении процесса в абсорбере необходимо отводить избыточную теплоту с помощью хладагентов – сжиженный аммиак, галоген-содержащие соединения, охлаждающая вода.

6.4.3 Углеводороды, органические соединения

Адсорбционная очистка ОГ СЭУ от паров углеводородов и органических соединений.

Адсорбция – процесс избирательного поглощения токсичных компонентов, находящихся в жидкой или газообразных средах с помощью твердых материалов.

Адсорбент – твёрдое вещество, которое поглощает вредные компоненты.

Адсорбтив – вредное вещество, содержащееся в газовой или жидкой фазе.

Адсорбат – вещество, которое находится на поверхности адсорбента и в порах.

Инертный газ – компоненты, которые не поглощаются адсорбентом.

Виды адсорбции:

- физическая;
- химическая (хемосорбция).

При физической адсорбции действуют силы Ван-дер-Ваальса (силы слипания).

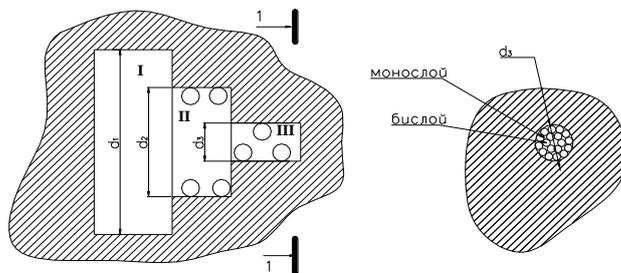
При химической адсорбции действуют ковалентные или химические связи.

Адсорбенты пронизаны порами:

- сквозная;
- тупиковая;
- перекрестная.

На практике, кроме указанных выше видов пор, преобладают комбинированные поры.

Назначение пор.



I – область называется макропора $d_1=10^{-7}$ м, макропора выполняет функцию транспорта газовой среды;

II – мезопора $d_2=10^{-8}$ м, мезопора выполняет две функции – функцию транспорта газа и частично адсорбцию;

III – микропора $d_3=10^{-9}-10^{-10}$ м, в микропорах поглощаются вредные компоненты.

Диаметр микропоры сопоставим с длиной свободного пробега молекулы вредного компонента.

Адсорбция происходит за счёт Кнудсеновской диффузии, при которой протекает капиллярная конденсация вредных примесей в микропорах.

Энергия связи бислоя с поверхностью микропоры меньше, чем энергия связи монослоя адсорбата с поверхностью адсорбента.

По мере накопления адсорбата в микро- и мезопорах полость их насыщается, адсорбент уже не поглощает и требуется его регенерация при повышенной температуре, пониженном давлении вплоть до вакуума, подаче инертного газа.

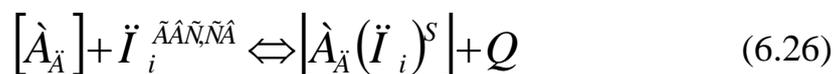
На практике для выбора обоснованных параметров проводят оптимизацию процесса.

Виды адсорбентов:

- активированный уголь – АУ, БАУ, АР-3;6, сульфоугли;
- силикагель $\text{SiO}_2 \times n\text{H}_2\text{O}$ – служит для поглощения влаги;
- цеолит $\eta\text{SiO}_2 \times m\text{Al}_2\text{O}_3 \times \text{Me}_2\text{O}_n \times \text{ZH}_2\text{O}$ (молекулярные сита), служит для осушки спиртов и катализа;
- иониты-катиониты и аниониты – для очистки сточных вод от катионов тяжелых металлов и анионов;

– алюмогель $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$.

Процесс адсорбции протекает с выделением теплоты – по схеме:



где A_d – адсорбент;

$\Pi_i^{ГВС, СВ}$ – адсорбтив в ГВС и сточной воде;

$(\Pi_i)^S$ – адсорбтив на поверхности адсорбента (адсорбат).

По принципу Ле-Шателье для ускорения процесса адсорбции необходимо обеспечить низкие температуры и высокое давление.

Равновесие процесса адсорбции описывается уравнениями Ленгмюра и Фрейндлиха.

Стадии процесса адсорбции:

- транспорт газа к внешней поверхности адсорбента;
- транспорт адсорбтива от внешней поверхности к внутренней поверхности адсорбента, соответственно, через макро-, мезо- и микропоры;
- физическая или химическая адсорбция адсорбтива в мезопорах и микропорах;
- диффузия инертного газа из внутренней поверхности к внешней;
- транспорт инертного газа от внешней поверхности адсорбента к ядру газового потока;
- регенерация насыщенного адсорбента.

Кинетика процесса адсорбции описывается уравнением:

$$W_0 \frac{dc}{dl} = \beta(C_0 - C_x) \quad (6.27)$$

где W_0 – линейная скорость ГВС, м/с;

$\frac{dc}{dl}$ – изменение концентрации адсорбтива (мг/м^3) по длине слоя

адсорбента, (м);

β – константа скорости реакции, зависящая от температуры:

C_0, C_x – соответственно, начальная и текущая концентрации адсорбтива в слое адсорбента, мг/м^3 .

6.4.4 Оксиды азота и серы.

Каталитическая очистка ОГ СЭУ от оксидов азота и серы.

Активность катализатора (A) определяется как отношение скорости реакции с катализатором по отношению к скорости реакции без катализатора и может быть описана уравнением:

$$A = \frac{r_k}{r_{\delta/\kappa}} \quad (6.28)$$

Выразив скорости реакций через уравнение (6.28), получим следующее:

$$A = \frac{r_k}{r_{\delta/\kappa}} = \frac{K_0^K \cdot e^{-E_k/RT}}{K_0^{\delta/\kappa} \cdot e^{-E_{\delta/\kappa}/RT}} = K_0^g \cdot e^{\frac{E_k}{RT} + \frac{E_{\delta/\kappa}}{RT}} = K_0^g \cdot e^{\frac{1}{RT}(E_{\delta/\kappa} - E_k)} \quad (6.29)$$

где $K_0^g = K_0^k / K_0^{\delta/\kappa}$

Очевидно в логарифмической зависимости выражение (6.29) примет следующий вид:

$$\ln A = \ln K_0^g + \frac{1}{RT}(E_{\delta/\kappa} - E_k) \quad (6.30)$$

В координатах « $A - T$ » зависимость (6.30) имеет линейный характер.

Отсюда вытекает, чем больше отношение $\frac{E_b/k}{E_k}$, тем выше каталитическая активность катализатора. Каталитическая активность бывает двух видов:

- общая и выражается в кг/м³ к-ра час, моль/см³ к-ра·с,
- удельная и выражается в кг/м² к-ра час, моль/см² к-ра·с,

Типы каталитических реакций нейтрализации загрязнителей:

- каталитическое окисление;
- каталитическое восстановление.

В процессе каталитической санитарной очистки газов вредные токсичные компоненты преобразуются в малотоксичные или нейтральные.

Стадии процесса каталитической очистки:

- диффузия компонентов газа к внешней поверхности катализатора;
- молекулярная диффузия компонентов газа во внутреннюю поверхность катализатора;
- химическая адсорбция компонентов газа во внутренней поверхности катализатора;
- химическая реакция;
- диффузия продуктов реакции и компонентов непрореагировавшего газа к внешней поверхности катализатора;
- десорбция компонентов газа от внешней поверхности катализатора в газовое ядро.

Типы промышленных каталитических реакторов (рис. 6.8-6.12).

Каталитические реакторы служат для проведения химических реакций в оптимальных условиях (температурный профиль, давление, время контакта).

τ , с – время контакта определяется по формуле:

$$\tau = \frac{V_K}{V_G} \quad (6.31)$$

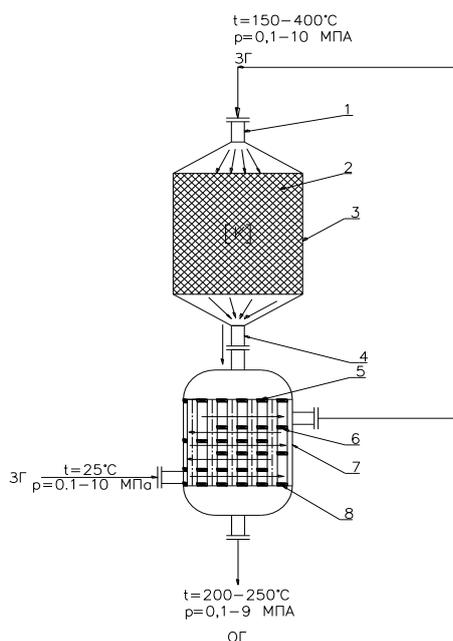
где V_K – объём катализатора в реакционном аппарате, м³;

V_G – объемный расход газа, м³/с.

Объемная скорость газа определяется по формуле:

$$W = \frac{V_G}{V_K}, \text{ с}^{-1} \quad (6.32)$$

Реактор шахтного типа (рис. 6.8):



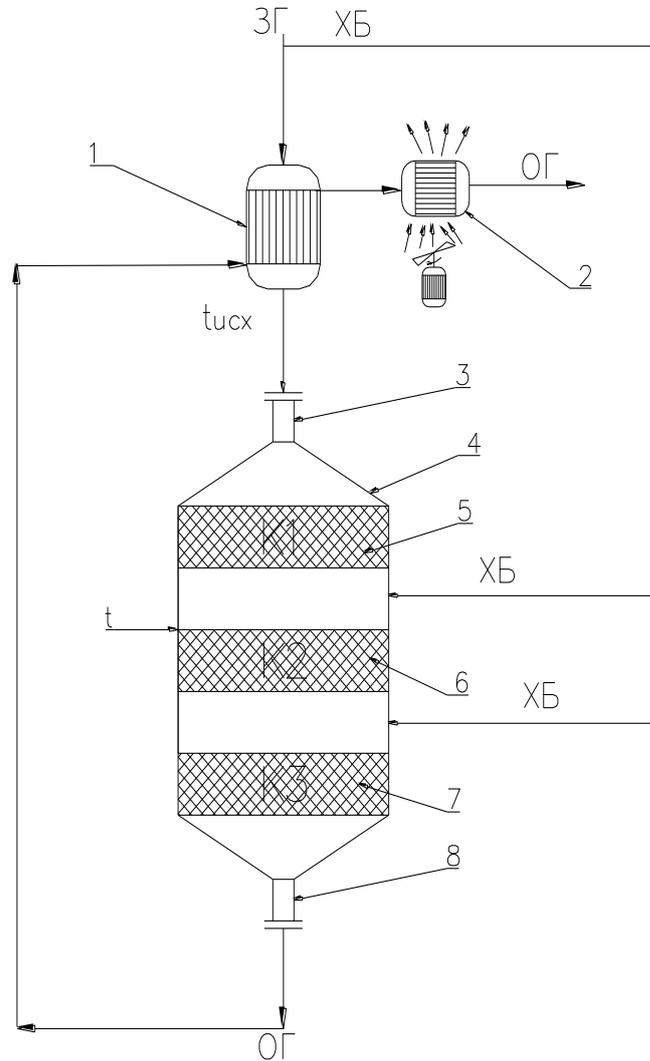
1, 4 – коллектор ввода и вывода газа; 2 – катализатор; 3 – реактор;

5, 8 – верхняя и нижняя трубные доски; 6 – трубы;

7 – рекуперационный теплообменник.

Рисунок 6.8 – Реактор шахтного типа

Реактор полочного типа (рис. 6.9):



1 – рекуперационный теплообменник; 2 – холодильник-конденсатор воздушного охлаждения; 3, 8 – коллекторы ввода и вывода газа;

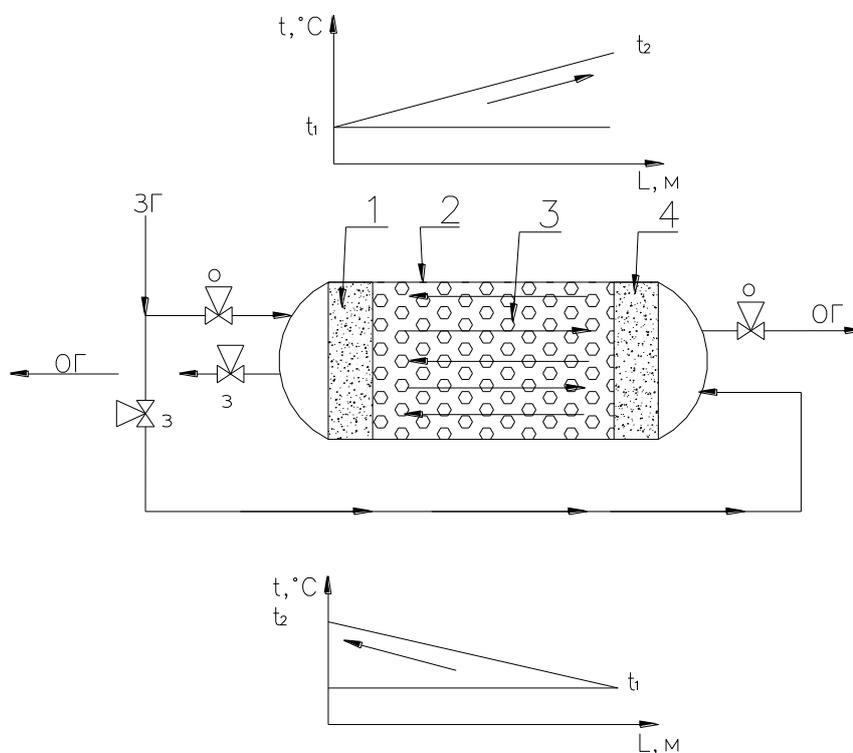
4 – реактор; 5, 6, 7 – полки с катализатором; ХБ – холодный байпас газа.

Рисунок 6.9 – Реактор полочного типа

3 – коллектор выдачи пара; 4 – коллектор подачи конденсата;
 5 – реактор; 8, 11 – верхняя и нижняя трубные доски; 9 – труба;
 10 – рекуперационный теплообменник; 12 – трубы с катализатором.

Рисунок 6.10 – Реактор трубчатого типа

Реакторный аппарат нестационарного типа (рис. 6.11)



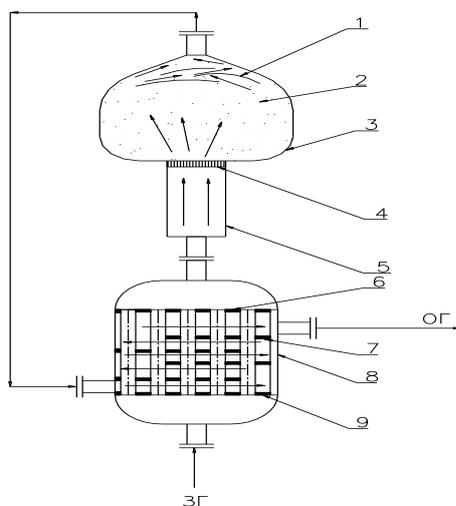
1, 4 – инертная насадка; 2 – реактор; 3 – катализатор;
 ЗГ и ОГ – соответственно, загрязненный и очищенный газ;
 – запорно-регулирующий вентиль: О – открыто, З- закрыто.

Рисунок 6.11 – Реактор нестационарного типа

Сущность работы реакторного аппарата нестационарного типа: меняются потоки вход – выход через определенные интервалы времени.

Процесс получил название «реверс-процесс». Процесс каталитического окисления метанола и формальдегида кислородом – экзотермический. В нагретую зону катализатора при температуре t_2 поступает холодный газ с температурой t_1 , который по мере прохождения слоя катализатора за счёт экзотермических реакций окисления нагревается и достигает температуры t_2 (описан процесс слева – направо). Далее потоки меняются наоборот. Приведенная конструкция позволяет исключить из схемы рекуперативный теплообменник (РТ), и это является одним из наиболее важных преимуществ. Конструкция такого реактора очистки газовоздушной смеси от метанола и формальдегида реализована на ОАО «Химпласт» (г. Новосибирск, РФ).

Реакторный аппарат с «кипящим» слоем катализатора (рис. 6.12)



1 – жалюзи; 2 – мелкодисперсный катализатор в «кипящем» состоянии;

3 – реактор; 4 – распределительная решетка; 5 – диффузор;

6, 9 – верхняя и нижняя трубные доски; 7 – трубы;

8 – рекуперативный теплообменник.

Рисунок 6.12 – Реактор с «кипящим» слоем

Под действием кинетической энергии ГВС мелкодисперсный пылевидный катализатор поднимается вверх и начинает «витать». Распределительная решетка (4) служит для равномерного распределения ГВС по сечению реактора, жалюзи (1) – для снижения степени потерь пылевидного катализатора.

Преимущества реактора с «кипящим» слоем катализатора:

– использование мелкодисперсного пылевидного катализатора обуславливает его высокую каталитическую активность и, соответственно, высокую степень нейтрализации токсикантов;

– возможность регулирования температуры реакции по слою катализатора.

Недостатки:

– в процессе катализа происходит истирание катализатора, что обуславливает его унос, потери и загрязнение окружающей среды;

– большой расход электроэнергии на компримирование газа.

Вопросы для самоконтроля.

1. Характеристика атмосферного воздуха: состав, физические свойства.
2. Распределение атмосферного воздуха слоями. Анализ и характеристика.
3. Воздействие судов на загрязнение атмосферного воздуха. Пути решения проблемы.
4. Понятие о зонах особого контроля воздушной среды при эксплуатации судов (SECA и ECA). Где эти зоны находятся, назвать координаты.
5. Каким образом можно снизить эмиссию диоксида серы в отработанных газах судовых энергетических установок?
6. Методы защиты воздушного бассейна от пыли (сажи). Характеристика.
7. Методы очистки отработанных газов СЭУ от сажистых соединений.
8. Принципы и методы очистки отработанных газов СЭУ от оксидов азота. Анализ.
9. Методы очистки отработанных газов СЭУ от углеводородов.
10. Обосновать практическую целесообразность перевода судов с высокосернистого на низкосернистое топливо.
11. В чем заключается опасность фреонов, используемых в рефрижераторных установках на судах. Пути решения проблемы.
12. Дать определение Приложения VI МАРПОЛ 73/78.

Раздел 7 Технологические схемы и оборудование защиты воздушного бассейна от токсических соединений, содержащихся в отработанных газах судовых энергетических установок

План

7.1 Комплексная инновационная технология очистки отработанных газов СЭУ и утилизации теплоты ОГ СЭУ.

7.2 Технология процесса получения инертного газа на борту судна

7.3 Оперативный, конструктивный коэффициенты полезного действия судна/рейса.

Вопросы для самоконтроля.

Рекомендуемая литература: [5, 8, 14, 20, 28-30, 32, 34, 37-40, 52, 54]

7.1 Комплексная инновационная технология очистки отработанных газов СЭУ и утилизации теплоты ОГ СЭУ.

Перед судоходными компаниями ставится вопрос внедрения энерго-ресурсосберегающих технологий с целью сокращения расхода дизельного топлива при выполнении штатного рейса [37-40].

Комитет по защите Морской среды Международной Морской Организации (КЗМС ММО) Резолюциями МЕРС.203(62), 213(63) от 02 марта 2012г., принял Руководство по разработке Плана Управления Энергетической Эффективности Судна (ПУЭЭС), одобрил поправки к Протоколу 1997г. об изменении

Международной Конвенции по предотвращению загрязнения моря с судов с включением правил энергоэффективности для судов к Приложению VI Конвенции МАРПОЛ 73/78, которые вступили в силу с 01.01.2013г. Согласно указанных выше руководящих материалов для каждого судна должен быть разработан конкретный ПУЭЭС, который оценивается Конструктивным и Операционным коэффициентами энергоэффективности (К/ОКЭЭ).

В данном разделе рассмотрим вопрос утилизации теплоты и очистки ОГ СЭУ- наиболее важных составляющих повышения энергоэффективности судна, рейса.[29, 30].

На отдельных современных судах используют избыточную теплоту отработанных газов СЭУ для получения теплой воды или пара.

Анализ работы машинно-котельного отделения (МКО) действующих судов показал, что процесс имеет ряд недостатков:

- 1) периодичность процесса;
- 2) низкий коэффициент использования теплоты ОГ СЭУ (не более 20%);
- 3) трудоемкий и опасный для здоровья экипажа процесс удаления отложений сажи с поверхности теплообменной аппаратуры, котла-утилизатора, экономайзера;
- 4) при очистке теплообменной поверхности от сажи используют обратную продувку «острым» паром, а «сдувку» острым паром с сажой выбрасывают в атмосферу, что приводит к непроизводительным затратам энергоносителей (для производства

пара) с одной стороны, а с другой-к загрязнению воздушного бассейна.

Причем процесс утилизации протекает по схеме: одни сутки – утилизация, далее «сдувка» отложений сажи и вновь – утилизация.....

Небходимо отметить, что по своей природе образования, свойствам и структуре сажистые отложения неоднородны.

Они условно подразделяются по температуре кипения на следующие фракции:

1. Низкотемпературные отложения-это «рыхлая» сажа, которая сдувается «острым» паром.

2. Среднетемпературные отложения сажи, которые трудно сдуваются «острым» паром (только 20 % от общей массы сажи).

3. Высокотемпературные отложения сажи, которые вообще не сдуваются с теплообменной повехности «острым» паром.

По мере эксплуатации теплообменной аппаратуры в процессе утилизации теплоты ОГ СЭУ увеличивается масса среднетемпературной и высокотемпературной фракций сажистых отложений на теплообменных поверхностях котла-утилизатора, что приводит к снижению значений коэффициентов теплопроводности, теплопередачи, эффективности процесса утилизации и операционного коэффициента полезного действия. Интервалы рабочего цикла сокращаются, а интервалы и время регенерации увеличиваются, что приводит к загрязнению воздушного бассейна углеродистыми отложениями сажи – одного их основных

компонентов «парниковых» газов.

ММО ставится задача создать высокоэффективные, экологически безопасные, безаварийные суда, отвечающие высокому уровню Конструктивного и Операционного коэффициентов полезного действия в сроки 2020–2025 г.г.

Для реализации этого Генерального направления должно быть предложено комплексное решение технологической задачи очистки ОГ СЭУ и утилизации теплоты отработанных газов СЭУ.

Основные стадии комплексного процесса:

1. Количественная высокотемпературная очистка ОГ СЭУ от сажистых отложений.

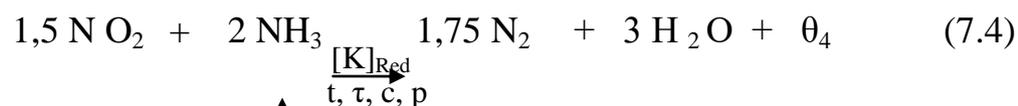
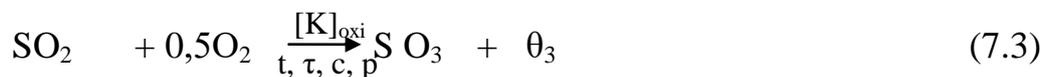
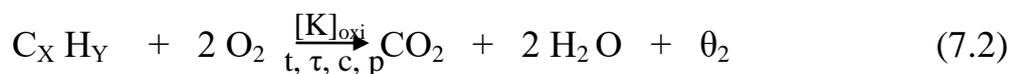
2. Утилизация теплоты ОГ СЭУ

3. Каталитическая очистка ОГ СЭУ [20]:

3.1 Методом окисления

3.2 Методом восстановления

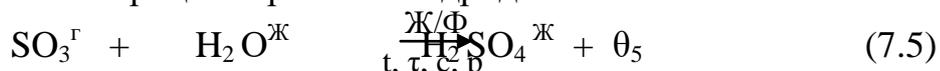
4. Утилизация теплоты ОГ СЭУ



разложение ↑

15%-ный раствор карбамида

5. Абсорбция серного ангидрида:



с получением серной кислоты

В работе [34] разработана инновационная технология утилизации теплоты ОГ СЭУ, которая выгодно отличается от известных технических решений в этом направлении, а именно, обеспечивает:

- *непрерывность процесса утилизации теплоты ОГ СЭУ;
- *повышение эффективного коэффициента полезного действия СЭУ, рейса К/ОКЭЭ;
- *получение дополнительной целевой продукции.

Основные технологические стадии процесса представлены ниже (рис.7.1):.

1. ОГ СЭУ – из главного судового двигателя (1) при температуре 400°С поступают в турбину и далее в электрофильтр (3), каталитический реакторный аппарат (4), который укомплектован катализаторами окисления и восстановления (рис.7.2, 7.3, 7.4). При температуре 363,6°С отработанные газы СЭУ поступают в экономайзер (7), где происходит теплообмен с водными контурами, далее при температуре 54°С поступают в холодильник-конденсатор (19), в котором температура снижается до 25°С, в скруббер (17), где образуется серная кислота [5], последняя собирается в емкости (18).

2. Контур конденсата – из емкости (12) при температуре 25 – 45°С, насосом (6) конденсат подается в первичный контур теплообмена, где нагревается до 100°С и подается в основную

распределительную емкость (9), откуда автоматически подается во вторичный контур экономайзера (7), в котором вырабатывается пар давлением 14 кгс/см²., используемый для привода паротурбинной установки(16) и/или производства электроэнергии с помощью генератора(15), или пар подается в паротурбинную установку(11), где используется в качестве дополнительной мощности для пропульсивной системы судна. После передачи энергии на турбину (16 или 11) отработанный пар в виде конденсата возвращается в емкость (12).

3. Контур воздуха – проходит через нагнетающую часть сдвоенной турбины, теплообменник для охлаждения двигателя и в составе топливо-воздушной среды поступает в судовой двигатель.

Для охлаждения обработанного ОГ СЭУ до 15–25°С в холодильнике-конденсаторе 19 и получения дополнительной экономии энергии предложено использовать в качестве хладоносителя исходное дизельное топливо.

Разработанная технология предназначена непосредственно на борту судна и позволяет в сравнении с известными предложениями решить следующие основные актуальные вопросы судоходства в рамках SEEMP и EEOI:

1) использовать на борту судна дешевое тяжелое топливо IFO 380 (3,5% масс. «S»);

2) повысить экономические показатели судна, рейса за счет утилизации теплоты ОГ СЭУ и получения целевой продукции;

3) обеспечить экологическую безопасность морской,

окружающей среды при эксплуатации судов, независимо от их проекта, типа, груза и маршрута.

Выполнены расчеты материально-тепловых балансов процесса утилизации теплоты отработанных газов СЭУ одновременно с очисткой ОГ СЭУ от токсичных компонентов до уровня предельно-допустимых концентраций и выбросов по токсичным веществам и соединениям согласно требований Европейских Директив EURO—3,4. При выполнении расчетов принято, что количество дизельного топлива составляет—100.000 т/год.

В случае реализации инновационной технологии [34, 52] при использовании дешевого высокосернистого тяжелого дизельного топлива IFO 380 (3,5% масс «S») предотвращенный ущерб воздушному бассейну от отработанных газов СЭУ [] составит $33,9 * 10^6$ долл. США / год, а затраты на закупку тяжелого топлива IFO 380 – $29,7 * 10^6$ долл. США / год, т. е., впервые получено, что предотвращенный ущерб воздушному бассейну превышает материальные затраты на топливо (рис.7.5). Одновременно с этим получается прямая экономическая эффективность в размере $1,62 * 10^6$ долл. США / год за счет получения целевой продукции непосредственно на борту судна и утилизации избыточной теплоты ОГ СЭУ с получением пара и нагретой технологической воды.

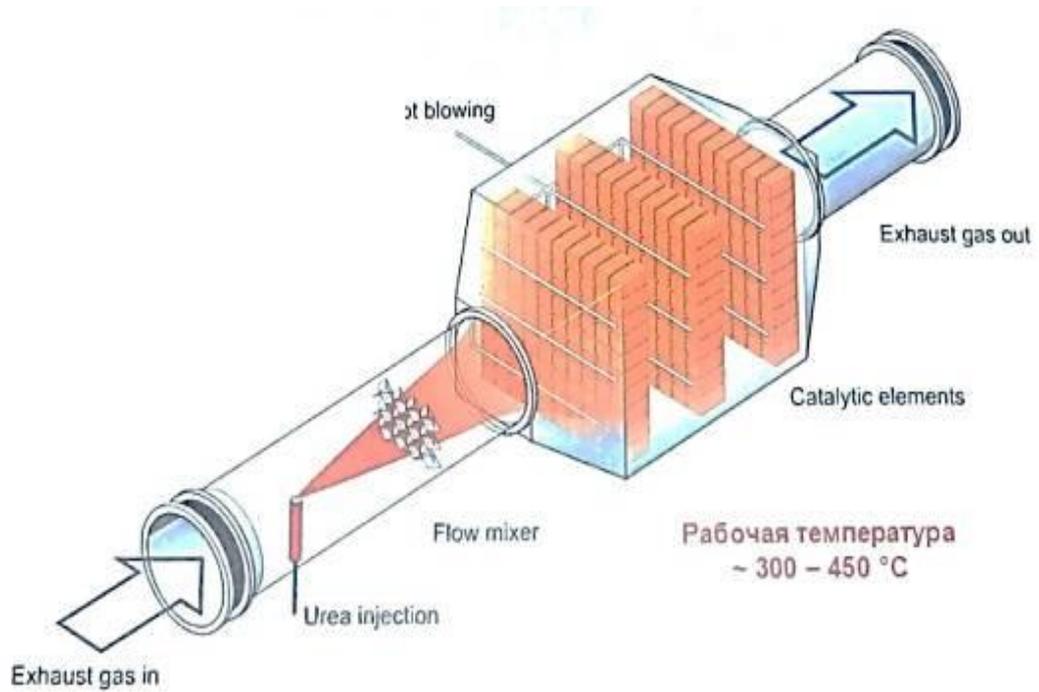
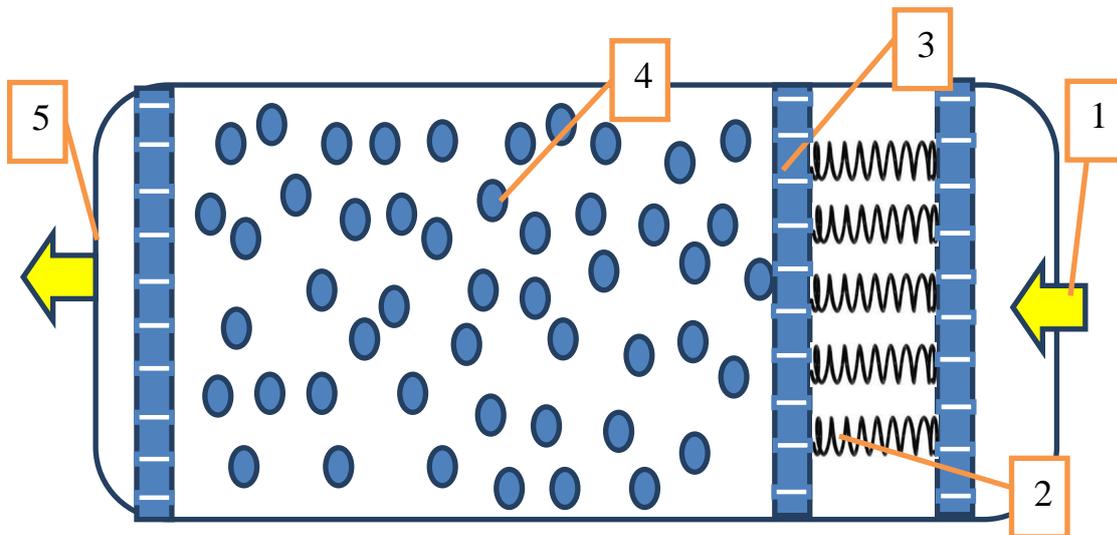


Рисунок 7.2.- Катализатор восстановления блочного типа [7]



- 1 Коллектор входа ОГ.
- 2 Пружины.
- 3 Колосниковая решетка.
- 4 Гранулы катализатора.
- 5 Коллектор выхода ОГ.

Рисунок 7.3 – Реакторный аппарат с катализатором окисления. .

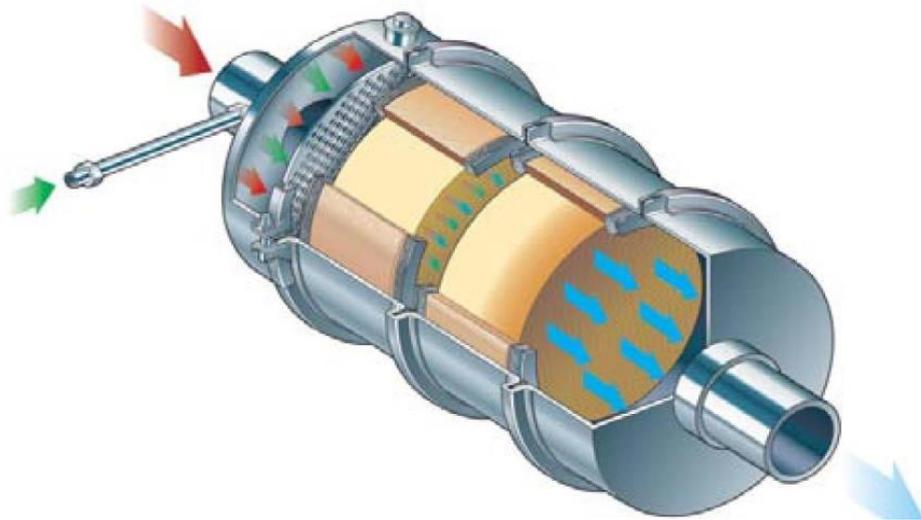
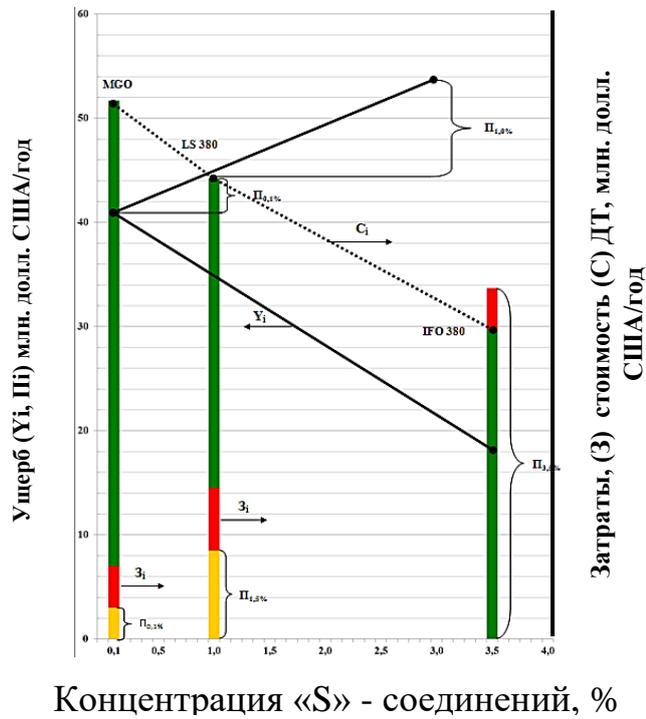


Рисунок 7.4 – Конструкция реакторного аппарата модификации SCR.



Концентрация «S» - соединений, %

Рисунок 7.5 – Зависимость ущерба воздушному бассейну, финансовых затрат на судовое дизельное топливо (СДТ) в зависимости от концентрации сернистых соединений в СДТ.

Структура распределения рекуперированной теплоты ОГ СЭУ представлена на рисунке 7.6.



Рисунок 7.6 – Степень использования теплоты ОГ СЭУ.

Большая часть рекуперированной теплоты (60%) преобразуется в технологический пар высоких параметров, 30% – на подогрев воды, потери теплоты составили –10%.

На основании выполненных исследований, расчетов разработаны компоновочные решения по размещению комплексной установки «очистки-- утилизации теплоты –очистки» ОГ СЭУ в машинно-котельном отделении применительно к реальному теплоходу «OXL SAMURAI» (рис.7.7, 7.8).

На рисунке 7.9 приведена схема получения дополнительной мощности на валу основной СЭУ, либо дополнительной энергии в результате рекуперации избыточной теплоты отработанных газов СЭУ.

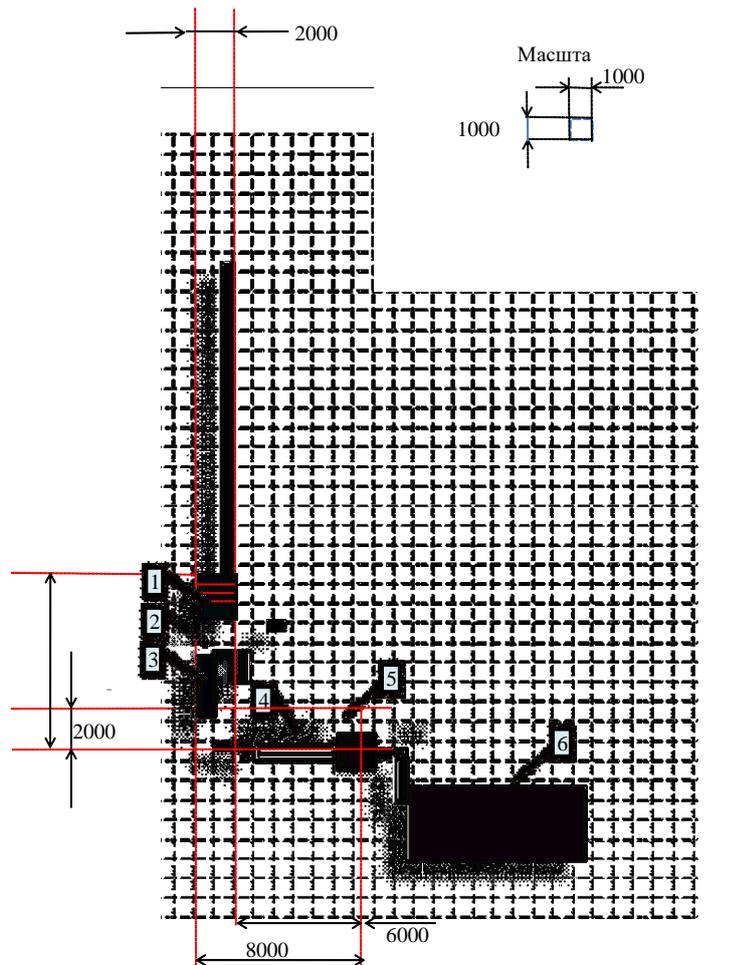
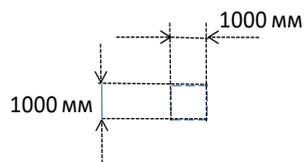
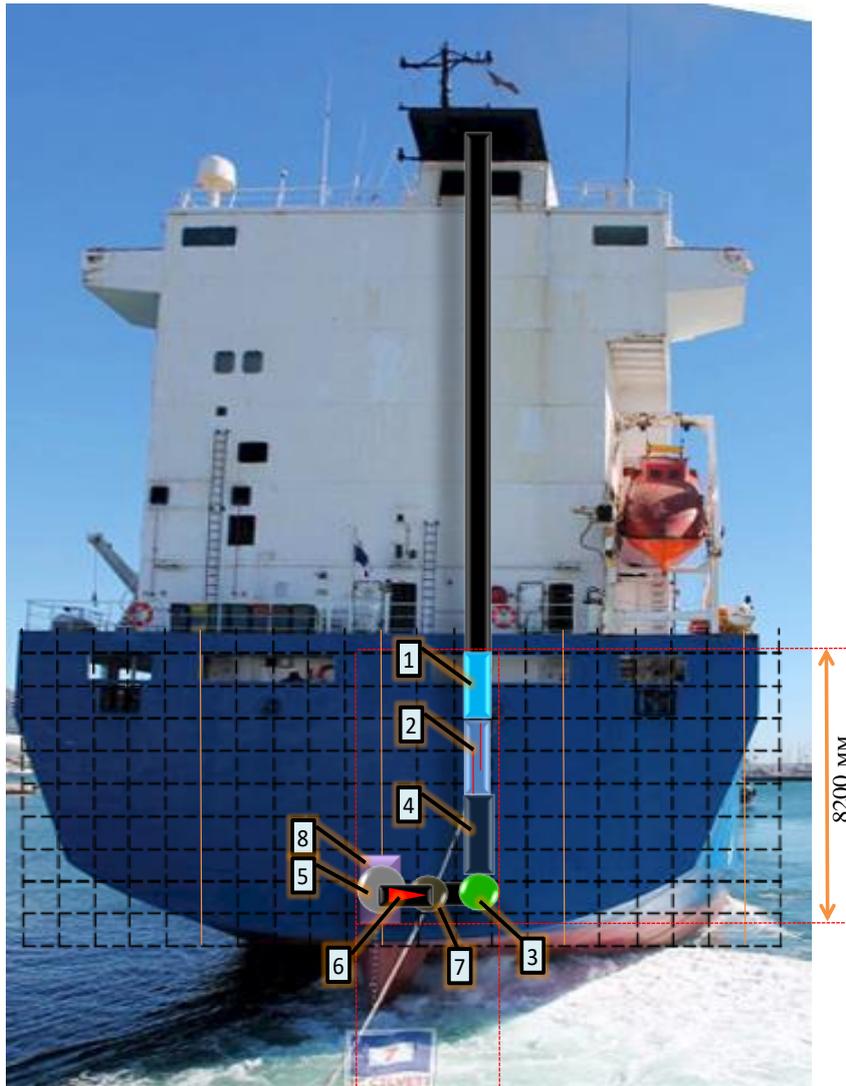


Рисунок 7.7 – План размещения основных конструктивных узлов системы очистки и утилизации теплоты ОГ СЭУ т/х «OXL SAMURAI»



- 1 Скрубер.
- 2 Охолоджувач ВГ.
- 3 Теплообмінник 1-й контур.
- 4 Теплообмінник 2-й контур.
- 5 Каталітичний реактор окислення.
- 6 Місце подача розчину карбаміду.
- 7 Каталітичний реактор відновлення.
- 8 Електрофільтр.

Рисунок 7.8 – Компоновка розміщення основного обладнання системи очистки и утилизации теплоты ОГ СЭУ т/х «OXO SAMURAI»

$$\eta = P^*/42700000 * 0.324 = 58\%$$

Приріст ККД становить 2%.

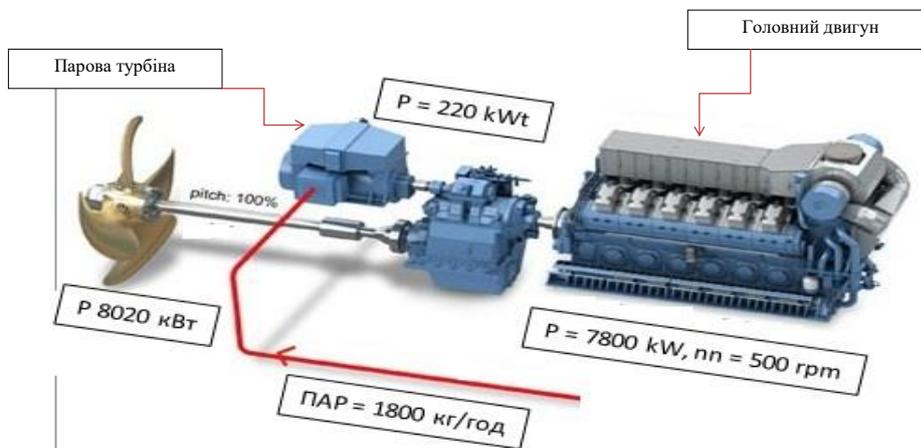


Рисунок 7.9 – Использование теплоты ОГ СЭУ для получения дополнительной мощности на валу основного двигателя и/или получения электрической энергии.

Таким образом, в результате выполненной комплексной инновационной технологии очистки и утилизации теплоты отработанных газов СЭУ решаются следующие эколого—экономические проблемы судоходства:

1. Применение на борту судна при морских грузоперевозках дешевого высокосернистого дизельного топлива в зонах особого контроля SECA, ECA.

2. Обеспечивается санитарная очистка ОГ СЭУ до безопасного уровня по всем токсическим компонентам и, в частности, по серосоединениям;

3. Осуществить глубокую утилизацию теплоты отработанных газов СЭУ и их очистку;

4. Получить из ОГ СЭУ после их последовательной обработки

непосредственно на борту судна целевую товарную продукцию.

5. Повысить экономическую эффективность морских грузоперевозок, коэффициент полезного действия рейса, обеспечить защиту морской , окружающей среды.

7.2 Технология процесса получения инертного газа на борту судна

При транспортировке нефти/ нефтепродуктов танкерным флотом , при погрузочно-разгрузочных операциях возникает необходимость в использовании инертного газа для обеспечения пожаро-взрывобезопасности. В качестве инертного газа на флоте используют азот, диоксид углерода или их смеси. На отдельных танкерах реализована технология получения инертного газа, включающая следующие стадии (рис.7.10) :

1. Сжигание легкого судового дизельного портового топлива в отдельной высокотемпературной камере (поз. 2) при недостатке кислорода, при температуре 1500-1800°C.

2. Резкое охлаждение, «закалка» отработанных газов от 1500-1800°C до 20-25°C в камере «закалки» (поз.3) с помощью обессоленной химически очищенной воды.

3. Поглощение сажистых отложений и «кислых» компонентов в скруббере (поз. 6) забортной морской водой.

4. Сбор инертного газа в газгольдере (поз.12).

5. Сбор и сброс отработанной морской воды , содержащей сажистые отложения ,вредные токсические вещества и соединения, после скруббера (поз.6) насосом (поз.10) в морскую среду.

Описанная схема получения инертного газа имеет следующие недостатки:

1. Нерациональный расход углеводородного дизельного судового топлива.

2. Сброс отработанной морской воды, содержащей вредные токсические вещества и соединения, канцерогенные вещества в морскую среду.

3. Качество полученного инертного газа не соответствует требованиям пожаро-взрывобезопасности на танкерах, поскольку в составе инертного газа содержание кислорода находится в пределах 5-8%объемн., что превышает значение нижнего предела взрываемости паров (газов) углеводородов в смеси с кислородом.

В результате анализа действующей на морском флоте технологии получения инертного газа можно сделать конкретные выводы о том, что данная технология не отвечает требованиям ресурсосбережения, эффективности и экономичности морских грузоперевозок, безопасности жизнедеятельности экипажа,

В разработанной в Херсонской Государственной Морской Академии под руководством профессора Леонова В.Е. технологии получения инертного газа из отработанных газов СЭУ [28, 30, 32] получают инертный газ с минимальной концентрацией кислорода не более 0,3 % объемн., что обеспечивает полную пожаро-взрывобезопасность при транспортировке, хранении и перевозках нефти//нефтепродуктов в танкерах (рис. 7.11).

Стадии процесса получения инертного газа на борту танкера :

1. Очистка отработанного газа СЭУ от токсических соединений с помощью физических и гетерогенно—каталитических процессов.

2. Утилизация избыточной теплоты отработанных газов СЭУ с получением технологического пара и нагретой воды.

3. Активированное физико-химическое разделение отработанного, очищенного газа на две фракции—кислород (99,99% объемн.) и инертный газ состава (% объемн.):

Азот – 85-90.

Диоксид углерода – 9-15.

Кислород – не более 0,3.

Преимущества разработанной технологии получения инертного газа:

1. Ресурсосбережение – не требует расходования углеводородного топлива, непрерывность технологического процесса.

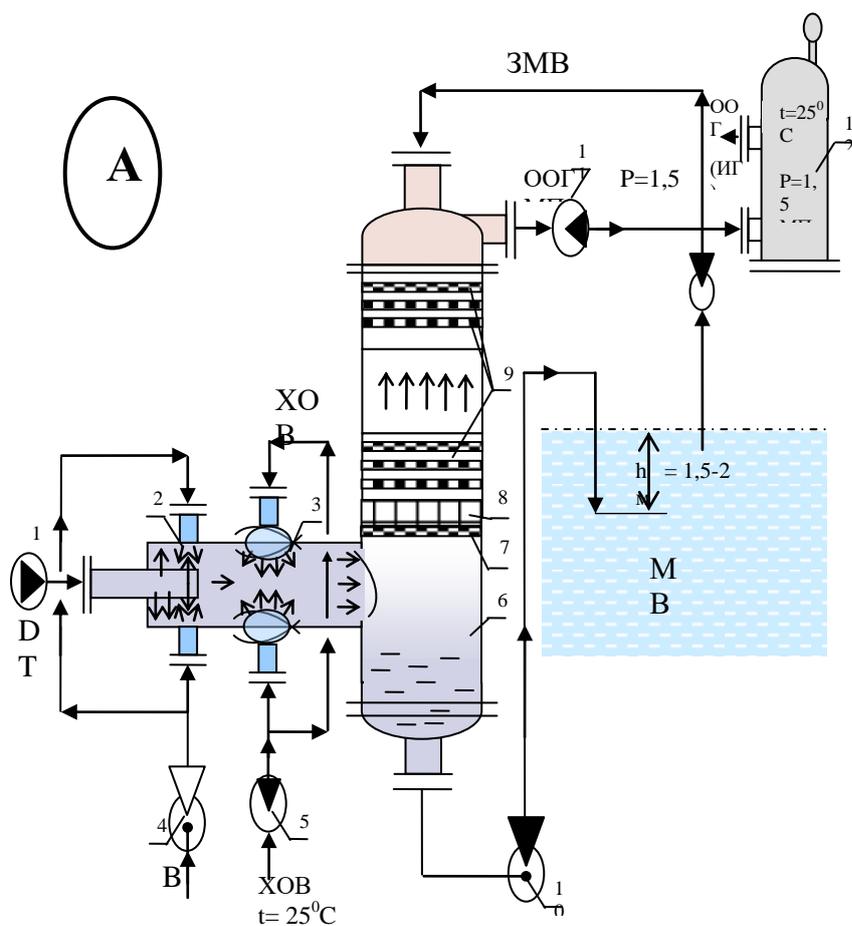
2. Экономичность – утилизация теплоты отработанных газов СЭУ позволяет получить дополнительные энергоресурсы – пар и нагретую воду.

3. Экологическая безопасность – отсутствуют сбросы и выбросы вредных токсических соединений в атмосферный воздух и морскую среду.

4. Пожаро—взрывобезопасность при процедурах загрузки, выгрузки и транспортировки нефти/нефтепродуктов танкерным флотом.

экологической безопасности морской среды.

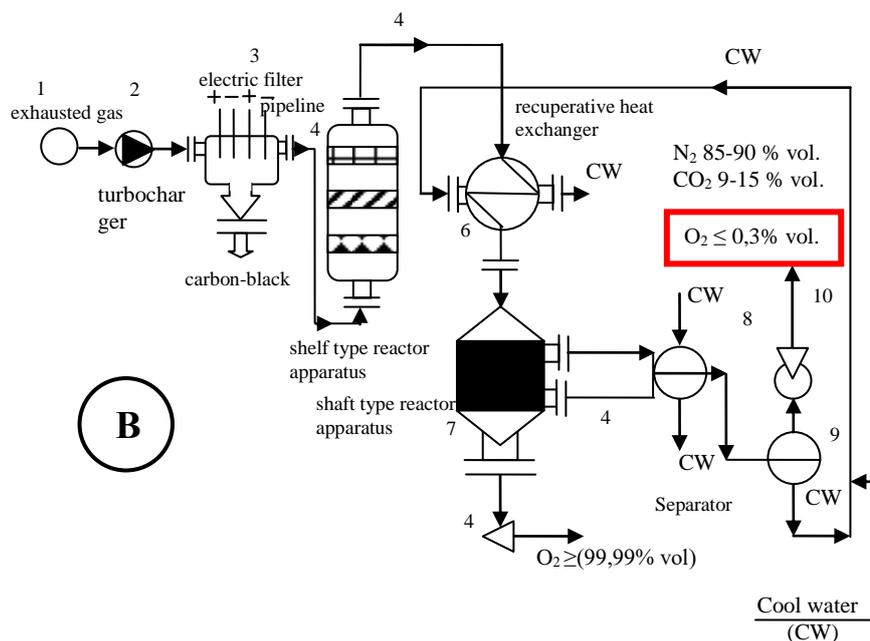
5. Получение на борту судна товарной продукции –кислород.



- 1, 5, 10 – Насос
 2 – камера сгорания
 3 – камера «закалки»
 4, 11 – компрессор
 6 – скруббер
 7 – колосниковая решётка
 8 – керамическая насадка
 9 – перфорированные тарелки
 12 - газгольдер

- ДТ – дизельное топливо
 В - воздух
 ОГ, ООГ – соответственно, отработанный газ, отработанный очищенный газ
 ИГ – инертный газ
 ХОВ – химически очищенная вода
 ЗМВ – забортная морская вода

Рисунок 7.10- Технология получения инертного газа на борту судна танкера

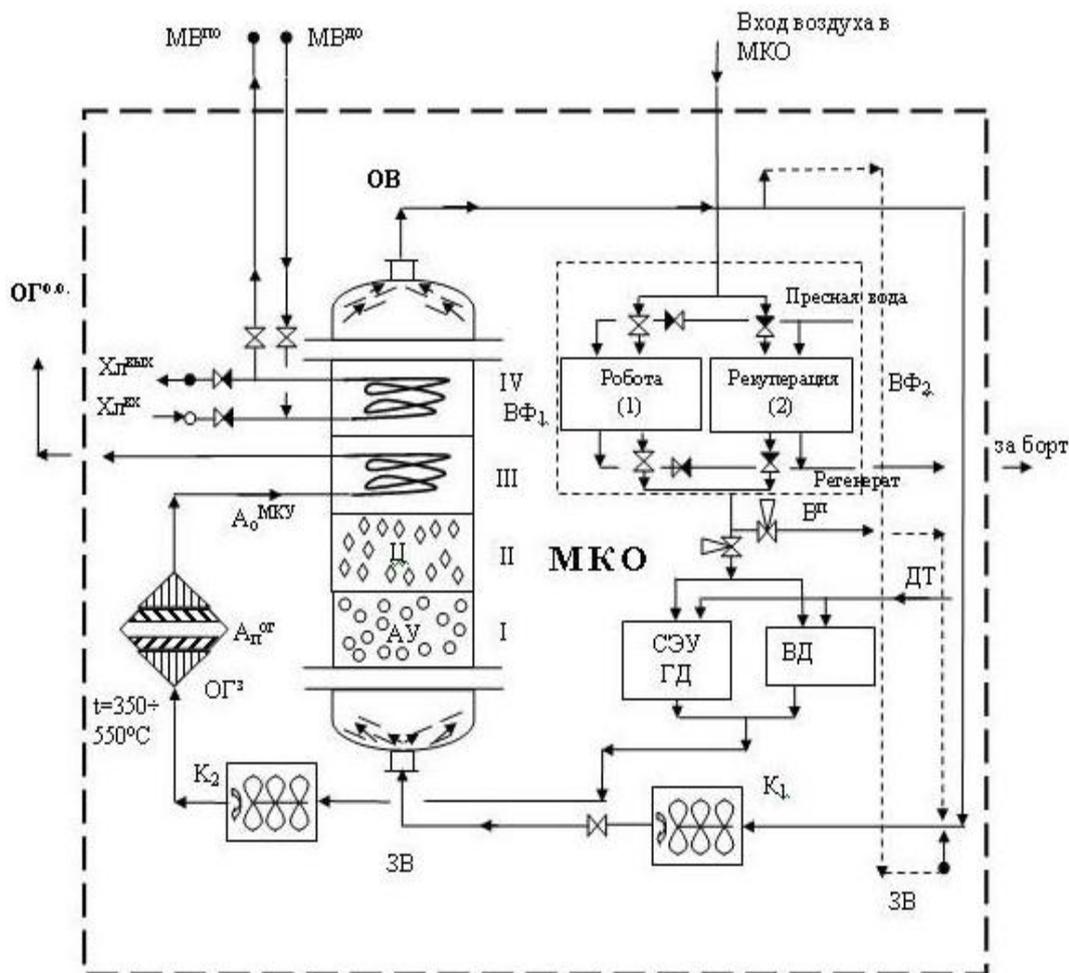


А – традиционная схема; В – инновационная технология по патентам Украины [28, 29]

Рисунок 7.11 – Получение инертного газа на борту судна [8, 28, 30, 32].

Обеспечение санитарно-гигиенических условий в машинно-котельном отделении.

С целью обеспечения допустимых параметров метеоусловий в машинно-котельном отделении, снижения энергозатрат на приточно-вытяжную вентиляцию разработана инновационная технология стабилизации и нормирования параметров метеоусловий [54]. В технологии используются эффективные адсорбенты, катализаторы, предложена эффективная технология утилизации теплоты отработанных газов СЭУ (рис. 7.12).



Условные обозначения

K_1, K_2 – компрессор;
 A_o^{MKY} – аппарат стабилизации параметров микроклимата, очистки воздушной среды МКО;
 $B\Phi_1, B\Phi_2$ – воздушный фильтр;
 $A_{п}^{от}$ – аппарат подготовки отработанного газа;
 ГД, ВД – главный и вспомогательный двигатель соответственно;
 СЭУ – судовая энергетическая установка;
 ЗВ, ОВ – загрязненный и очищенный воздух, соответственно;
 $ОГ^з$ – отработанный газ загрязнённый;
 $ОГ^{о.о.}$ – отработанный газ очищенный, охлажденный;
 $ХЛ^{ВХ}, ХЛ^{ВЫХ}$ – хладагент, соответственно, на входе и выходе;

МКО – машинно-котельное отделение;
 $B^п$ – воздух на подпитку в МКО;
 ДТ – дизельное топливо;
 $МВ^{до}, МВ^{по}$ – морская вода до и после охлаждения, соответственно;
 I – блок осушки и очистки от паров углеводородов;
 II – блок очистки от токсичных компонентов;
 III – блок нагрева очищенного воздуха;
 IV – блок охлаждения очищенного воздуха;
 А – адсорбент;
 Ц – цеолитный катализатор;
 – запорно-регулирующий вентиль, соответственно, открыт – закрыт

Рисунок 7.12 – Инновационная технология стабилизации и нормирования параметров метеоусловий, очистки воздушной среды МКО от токсичных соединений.

7.3 Оперативный, конструктивный коэффициент полезного действия судна/рейса.

Резолюцией МЕРС 213(63) предписано производство расчета Конструктивного Коэффициента Энергоэффективности Судна .

При этом необходимо выполнить два основных требования:

1. Для каждого нового судна валовой вместимостью 400 и более должны быть определены Требуемый и Достигнутый Конструктивные коэффициенты энергоэффективности.

2. На каждом новом или существующем судне валовой вместимостью 400 и более должен быть разработан и выполняться План Управления Энергоэффективностью Судна.

Правило 2 Приложения VI: «Новое судно» – судно, контракт на по-стройку которого подписан 1 января 2013 года или после этой даты; или киль которого заложен не ранее 1 июля 2013 года; или поставка которого осуществ-лена на или после 1 июля 2015 года.

Правило 20 Приложения VI: требования по Достигнутому Конструк-тивному коэффициенту энергоэффективности (EEDI) применяются к «новым судам».

Достигнутый Конструктивный коэффициент энерго-эффективности (EEDI) – величина Конструктивного коэффициента энергоэффективности, фактически достигнутая на отдельном судне в соответствии с правилом 20 Приложения VI.

Основное требование для новых судов: Правило 21 Приложения VI: основное требование для новых судов валовой вместимостью 400

и более – Достигнутый EEDI должен быть меньше Требуемого EEDI или равен ему.

Требуемый Конструктивный Коэффициент Энергоэффективности – это максимальная величина Достигнутого Конструктивного коэффициента энерго-эффективности, допускаемая правилом 21 Приложения VI в зависимости от типа и размерений судна.

Достигнутый EEDI должен определяться в соответствии с пересмотренным «Руководством ИМО по методу расчета Конструктивного коэффициента энергетической эффективности для новых судов, 2012», приведённом в Резолюции МЕРС.212(63) по уравнению [8,37]:

$$\left(\prod_{j=1}^n f_j \right) \left(\sum_{i=1}^{ME} P_{ME(i)} \cdot C_{FME(i)} \cdot SFC_{ME(i)} \right) + (P_{AE} \cdot C_{FAE} \cdot SFC_{FAE}^*) + \left(\prod_{j=1}^n f_j \cdot \sum_{i=1}^{nPT} P_{PT(i)} - \sum_{i=1}^{nPT} f_{g(i)} \cdot P_{AEg(i)} \right) C_{FAE} \cdot SFC_{FAE} - \left(\sum_{i=1}^{nPT} f_{g(i)} \cdot P_{AEg(i)} \right) C_{FME} \cdot SFC_{ME}^{**} \quad (7.6)$$

где: SFC – удельный расход топлива двигателя [г/кВт час];

C_F – безразмерный переводной коэффициент между расходом топлива в двигателе (г) и выбросами CO_2 (г), определёнными по содержанию углерода С в конкретном топливе [г CO_2 ./ г топлива];

P_{Mei} – показатель мощности каждого главного двигателя, равный 75 % от его номинальной мощности за вычетом мощности, потребляемой валогенератором (в случае его наличия);

P_{AE} – показатель требуемой мощности вспомогательных двигателей для обеспечения электроэнергией при максимальной загрузке судна;

P_{PT} – показатель, равный 75 % номинальной мощности, потребляемой каждым гребным электромотором с учётом механических потерь в электромоторе и без учёта потерь в генераторе;

P_{AEff} – показатель снижения расхода электрической энергии за счёт использования энергоэффективных технологий (использование отходящего тепла главного двигателя);

P_{eff} – показатель сокращения мощности главного двигателя за счёт применения эффективных инновационных технологий в пропульсивной установке при 75 % мощности главного двигателя;

f_i – фактор вместимости судна, учитывающий необходимость выполнения требований по ограничению вместимости судна, требований которые применяются к судам ледового класса.

f_j – корректирующий фактор, учитывающий специфическую конструкцию элементов судов, например, судов ледового класса.

f_w – безразмерный коэффициент, учитывающий снижение скорости судна при определённом неблагоприятном состоянии моря в зависимости от высоты и частоты волны, а также от скорости ветра.

f_{eff} – коэффициент доступности каждой инновационной технологии.

V_{ref} – скорость судна, измеренная на глубокой воде с учётом соответствующей вместимости (дедвейт DWT/валовая вместимость

GT в зависимости от типа судна) в соответствии с вышеуказанным Руководством [узлы].

Методика расчёта EEDI в разных системах, в Комитете по защите Морской Среды ИМО претерпела ряд изменений и базируется на практическом использовании следующих моделей:

Современная методика расчета EEDI включает в себя следующие модели:

$$\text{The principle } \frac{\text{Environmental cost}}{\text{Benefit for society}} \quad (7.7)$$

$$\text{Japan: MEPC 57/4/12} \quad \frac{C_F SFCP}{\text{Capacity } V_{uf}} \quad (7.8)$$

Denmark: GHG-WG 1/2/1

$$\frac{\prod_{j=1}^M f_j \sum_{i=1}^{NME} C_{FMEi} SFC_{MEi} P_{MEi} + \prod_{k=1}^L f_k \sum_{i=1}^{NAE} C_{FAEi} P_{AEi}}{\tilde{N} \text{capacity } V_{uf}} \quad (7.9)$$

MEPC 58/4

$$\frac{\left(\prod_{j=1}^M f_j \right) \left(\sum_{i=1}^{NME} C_{FMEi} SFC_{MEi} P_{MEi} \right) + \left(\prod_{k=1}^L f_k \right) \left(\sum_{i=1}^{NAE} C_{FAEi} SFC_{AEi} P_{AEi} \right)}{\text{Capacity} \times V_{ref} \times f_w} \quad (7.10)$$

USA:MEPC 58/4/35

$$\frac{\left(\sum_{i=1}^{NME} C_{FMEi} SFC_{MEi} P_{MEi} \right) + \left(\sum_{i=1}^{NAE} C_{FAEi} SFC_{AEi} P_{AEi} \right) - \left(\sum_{eff=1}^{Neff} f_{eff} C_{Feff} SFC_{eff} P_{eff} \right)}{\text{Capacity} \times V_{ref} \times f_w} \quad (7.11)$$

$$\frac{\text{MEPC 58/23}}{\left(\prod_{j=1}^M f_j \right) \left(\sum_{i=1}^{kME} C_{FMEi} SFC_{MEi} P_{MEi} \right) + P_{AE} C_{FAE} SFC_{AE} + \left(\sum_{i=1}^{nPT} P_{PTi} - \sum_{j=1}^{nWHR} P_{WHRj} \right) C_{FAE} SFC_{AE} - \left(\sum_{i=1}^{neff} f_{eff} P_{eff} C_{FMEi} SFC_{MEi} \right)}{\text{Capacity} \times V_{ref} \times f_w} \quad (7.12)$$

$$\frac{\text{MEPC.1/Circ.681}}{\left(\prod_{j=1}^M f_j \right) \left(\sum_{i=1}^{nME} P_{MEi} C_{FMEi} SFC_{MEi} \right) + \left(P_{AE} C_{FAE} SFC_{AE} \right) + \left(\left(\prod_{j=1}^M f_j \cdot \sum_{i=1}^{nPT} P_{PTi} - \sum_{i=1}^{neff} f_{eff} P_{Aeff} \right) C_{FAE} SFC_{AE} \right) - \sum_{i=1}^{neff} f_{eff} P_{eff} C_{FMEi} SFC_{MEi}}{f_i \cdot \text{Capacity} \times V_{ref} \times f_w} \quad (7.13)$$

Требуемый EEDI определяется произведением величины базовой линии для конкретного типа судна на множитель «(1-X/100)», в котором учитывается величина уменьшающего фактора X, зависящего от типа судна, его размерений и четырёх временных фаз применения этого фактора (табл. 7.1) по уравнению:

$$\text{Требуемый EEDI} = (1-X/100) \cdot \text{величина Базовой линии} \quad (7.14).$$

Таблица 7.1 –Изменение уменьшающего фактора (X) в зависимости от типа, дедвейта судна и временного фактора

Тип судна	Дедвейт (DWT)	Фаза 0 1 янв 2013– 31 дек 2014	Фаза 1 1 янв 2015– 31 дек 2019	Фаза 2 1 янв 2020– 31 дек 2024	Фаза 3 1 янв 2025 и далее
Балкер	20,000 DWT и выше	0	10	20	30
	10,000– 20,000 DWT	n/a	0–10*	0–20*	0–30*
Газовоз	10,000 DWT и выше	0	10	20	30
	2,000– 10,000	n/a	0–10*	0–20*	0–30*

	DWT				
Танкер	20,000 DWT и выше	0	10	20	30
	4,000–20,000 DWT	n/a	0–10*	0–20*	0–30*
Контейнеровоз	15,000 DWT и выше	0	10	20	30
	10,000–15,000 DWT	n/a	0–10*	0–20*	0–30*
Генеральный груз	15,000 DWT и выше	0	10	15	30
	3,000–15,000 DWT	n/a	0–10*	0–15*	0–30*
Рефрижератор	5,000 DWT и выше	0	10	15	30
	3,000–5,000 DWT	n/a	0–10*	0–15*	0–30*
Комбинированное судно	20,000 DWT и выше	0	10	20	30
	4,000–20,000 DWT	n/a	0–10*	0–20*	0–30*

Required EEDI is determined by the product of the magnitude of the baseline for a particular type of ship on a factor "(1-X / 100)", which takes into account the value of reducing factor X, which depends on the type of vessel, its measured and four temporal phases of application of this factor (Table. 7.1) according to the equation:

$$\text{Required EEDI} = (1-x / 100) \cdot \text{of the base line} \quad (7.14).$$

Table 7.1 Changing reducing factor (X), depending on the type, the deadweight of the ship and the time factor

Базовая линия

Величина значения базовой линии (L) является функцией от дедвейта судна и определяется по уравнению:

$$L = a \times b^c, \quad (7.15)$$

где a и c – константы, определяемые в соответствии с данными, приведенными в таблице 7.2;

b – дедвейт судна, т.

Таблица 7.2 – Значения констант «а» и «с» в зависимости от типа судна

Тип судна	а	с
Балкер	961.79	0.477
Газовоз	1120.00	0.456
Танкер	1218.80	0.488
Контейнеровоз	174.22	0.201
Генеральный груз	107.48	0.216
Рефрижераторное судно	227.01	0.244
Комбинированное судно	1219.00	0.488

Базовая линия (L) для танкеров валовой вместимостью более 400, построенных за период с 1998 по 2012 гг., на основе базы данных Lloyd's Register IMO, определяется в соответствии с примером, приведенном на рисунке 7.13.

Данная Базовая линия получена от усреднения значений EEDI, вычисленных для танкеров по расчётной формуле EEDI на основе данных, полученных из базы данных Lloyd's Register по существующим танкерам за период с 1998 по 2013 гг.

Правило 5.4.4 Приложения VI: подтверждение выполнения на существующем судне требований в части Плана SEEMP должно производиться при первом промежуточном или возобновляющем освидетельствовании судна для подтверждения или выдачи Международного свидетельства по предотвращению загрязнения атмосферы (IAPP), которое проводится на или после 1 января 2013 года (что произойдёт раньше).

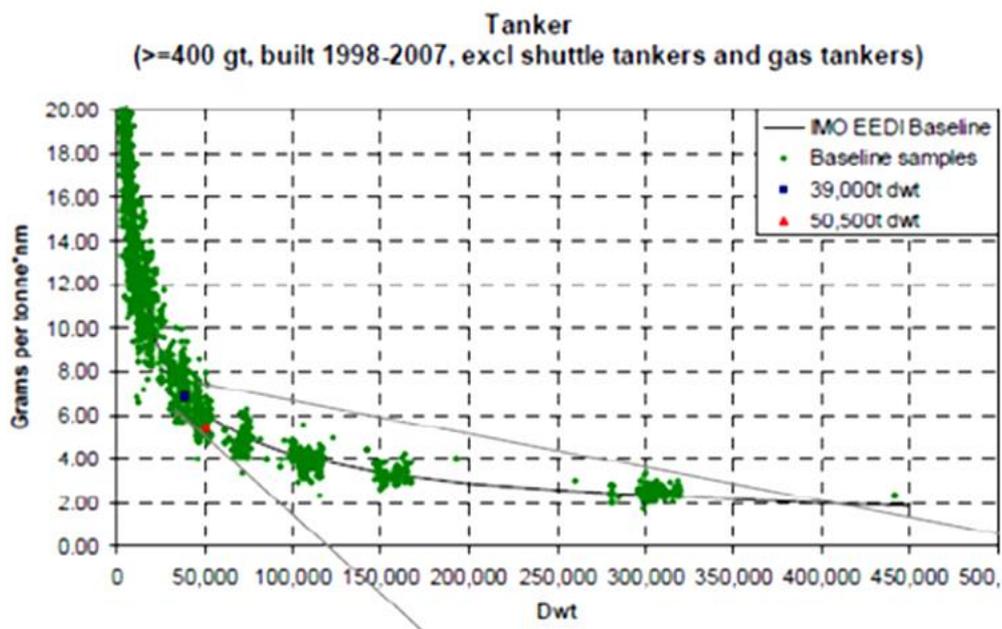


Рисунок 7.13 – Базовая линия для танкеров

Для обеспечения безопасности плавания судов при прокладке Passage Planning необходимо выполнить предварительный расчет безопасной осадки судна под килём по методике УКС, как в портах (отход-приход), узкостях, каналах, так и в процессе всего перехода морского маршрута в соответствии с требованиями ИМО.

В работе [8] выполнен расчет Конструктивного Коэффициента Энергоэффективности Судна «RIJN Trader» и безопасная осадка под килём в реальном рейсе «Houston – port Kelang» .

Very import calculation of Under-keel clearance (UKC) formula (7.16) means the minimum clearance available between the deepest point on the vessel and the bottom in still water.

$$\text{UKC} = ((\text{Charted Depth of Water}) + (\pm\text{Height of Tide})) - (\text{Static Deepest Draft})$$

(7.16)

The ratio of the vessel's draft to the minimum UKC recommended by IMO is shown in the Table 7.3.

Table 7.3 – The ratio of the Static Deepest Draft to Minimum UKC recommended by IMO

Location	Static Deepest Draft	Minimum calculated depth	Vessel's UKC, calculated by formula (1)	Minimum UKC recommended by IMO	Conclusion
Houston Harbor	7.0 m	9.0 m	2.0 m	0.7 m	Vessel's UKC > Min UKC by IMO; 1.3 m
Houston River Passage	7.0 m	11.5 m	4.5 m	0.7 m	Vessel's UKC > Min UKC by IMO; 3.8 m
Open Ocean	7.0 m	100 m	93 m	3.5 m	Vessel's UKC > Min UKC by IMO
Suez Canal	6.9 m	17.0 m	10.1 m	0.69 m	Vessel's UKC > Min UKC by IMO; 9.41 m
Sunda Strait	6.9 m	15.0 m	8.1 m	3.45 m	Vessel's UKC > Min UKC by IMO; 4.65 m
Gelasa Strait	6.9 m	12.0 m	5.1 m	3.45 m	Vessel's UKC > Min UKC by IMO; 1.65 m

Singapore Strait	7.0 m	24.0 m	17.0 m	3.5 m	Vessel's UKC > Min UKC by IMO; 13.5 m
Malacca Strait	7.0 m	14.0 m	7.0 m	3.5 m	Vessel's UKC > Min UKC by IMO; 3.5 m
Port Kelang Channel	7.0 m	15.0 m	8.0 m	0.7 m	Vessel's UKC > Min UKC by IMO; 7.1 m
Port Kelang	7.0 m	13.0 m	6.0 m	0.7 m	Vessel's UKC > Min UKC by IMO; 5.9 m

Вопросы для самоконтроля.

1. Какие существуют пути снижения уровня загрязнения атмосферного воздуха при эксплуатации судов?
2. Охарактеризуйте зоны особого контроля за качеством воздушного бассейна - SECA, ECA – при эксплуатации судов.
3. Что такое абсолютный ущерб и предотвращенный ущерб воздушной среде? Характеристика.
4. Пути снижения концентрации эмиссионных оксидов с отработанными газами СЭУ при эксплуатации судов.
5. Принцип работы электрофильтров для очистки газовоздушных сред от сажи?
6. Методика определения эколого-экономического ущерба воздушному бассейну?
7. Методы очистки отработанных газов СЭУ от монооксида углерода.

8. Провести анализ и определить, какое из приведенных веществ: моно оксид углерода, оксиды азота, сернистый ангидрид – наиболее опасно для человека и биосферы.

9. Какими способами можно снизить выделение пыли при погрузочно-разгрузочных операциях на судах пылеобразующими материалами.

10. Как снизить эмиссию углеводородов при транспортировке нефти/нефтепродуктов танкерным флотом. Пути решения проблем.

11. Какие проблемы защиты морской, окружающей среды решает План управления энергоэффективностью судна (ПУЭС/SEEMP).

12. Характеристика операционного конструктивного Коэффициента полезного действия судов. Влияние на защиту окружающей среды.

Раздел 8- Предотвращение загрязнения морской среды нефтью, нефтепродуктами, балластными водами.

План

8.1 Источники образования льяльных вод на судах.

8.2 Способы очистки судовых льяльных, нефтесодержащих вод.

8.3 Предотвращение загрязнения морской среды нефтью/нефтепродуктами.

8.4 Экономический ущерб от загрязнения морской среды НВ .

8.5 Обезвреживание и очистка балластных вод с целью предотвращения «морской биологической инвазии»

Вопросы для самоконтроля.

Рекомендуемая литература: [4-19, 21, 24, 55]

8.1 Источники образования льяльных вод на судах.

В процессе эксплуатации судовых механизмов образуются льяльные, подсланевые нефтесодержащие воды (НВ), которые накапливаются под настилом машинно-котельных отделений. Подсланевые НВ классифицируются как воды, которые образовались в результате работы судовых энергетических установок, их обслуживания и ремонта, промывные охлаждающие воды, которые используются при охлаждении продуктов и аппаратуры, вода, которая поступает от насосов, дизелей.

Автономность плавания судов по нефтесодержащим подсланевым водам может быть рассчитана по формуле:

$$T_{HB} = K \cdot V_{HB}, \quad (8.1)$$

где V_{HB} – объем сборной цистерны, m^3 , выбирается в зависимости от типа, проекта судна и мощности главных СЭУ;

K – коэффициент, который зависит от мощности главных СЭУ[1]

Скорость образования подсланевых вод $V_{пв}$, $m^3/сут$, при нормальной эксплуатации судна может быть описана уравнением [5]:

$$V_{i\hat{A}} = \left(\frac{G_M}{20,836} \right)^{0,36} + 0,16 \left(\frac{T_H}{T_P} \right)^{2,7} - 0,33 \quad (8.2)$$

где G_M – расхода топлива, т/сут;

T_H – время работы судна после заводского ремонта, сутки;

T_P – периодичность заводского ремонта, сутки.

Нефтепродукты, попадающие в морскую среду, угнетают жизнедеятельность, загрязняют морскую, окружающую среду:

- снижается концентрация растворенного кислорода в морской воде;
- уменьшается интенсивность проникновения УФ лучей в слой морской воды;
- снижается интенсивность испарения воды, которая может привести к нарушению природного круговорота воды;

- от испарения нефтепродуктов с морской поверхности загрязняется воздушный бассейн;
- в морской воде образуются тонущие, плавающие и эмульгированные нефтепродукты.

8.2 Способы очистки судовых льяльных, нефтесодержащих вод.

Технология очистки НВ от углеводородов (УВ) определяется требованиями, предъявляемыми к глубине очистки НВ. Существующие международные и национальные правила допускают наличие специальных устройств, которые обеспечивают очистку до 100,15 и 5 мг УВ /л.

Способы очистки НВ:

- а) отстаивание, сепарация;
- б) флотация:
 - пневматическая;
 - напорная;
- в) электрохимическая очистка;
- г) адсорбция;
- д) озонирование;
- е) биохимическая очистка;

Известны такие способы очистки НВ, как обработка в электрическом, магнитном, ультразвуковом полях.

Разработан эффективный адсорбент нефтепродуктов – Униполимер-М—НГАВТ, который представляет собой термореактивный пористый материал – поропласт бело-розового

цвета с открытой ячеистой структурой. Свойства адсорбента приведены ниже:

- нефтеемкость – 45 г нефтепродуктов/г адсорбента;
- насыпная плотность в воздушно-сухом состоянии – 14 кг/м³;
- влажность адсорбента – не более 2 %;
- плавучесть – 100%;
- нетоксичный;
- негорючий, при температуре выше 160 °С частично обугливается;
- коэффициент теплопроводности – 0,06 Вт/(м·°С);
- пористость – 98%.

Исследованиями установлено, что кроме нефтепродуктов адсорбент эффективно поглощает соединения тяжелых металлов.

Флотация

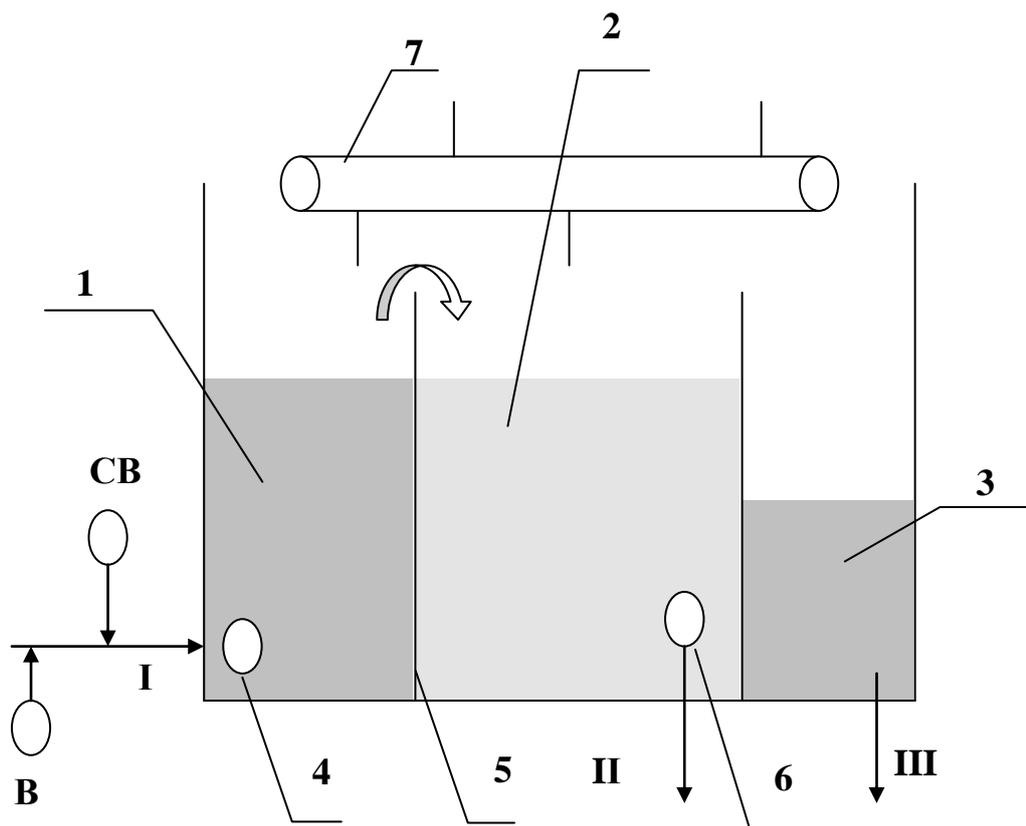
Процесс очистки сточных вод от грубо- и мелкодисперсных частиц флотацией заключается в образовании комплексов «частица-пузырьки», транспортировки, всплытии этих комплексов и удалении пенного слоя, который образуется на поверхности воды.

Известны следующие способы флотационной очистки нефтесодержащих вод:

- флотация пузырьками, которые образуются путем механического дробления воздуха;

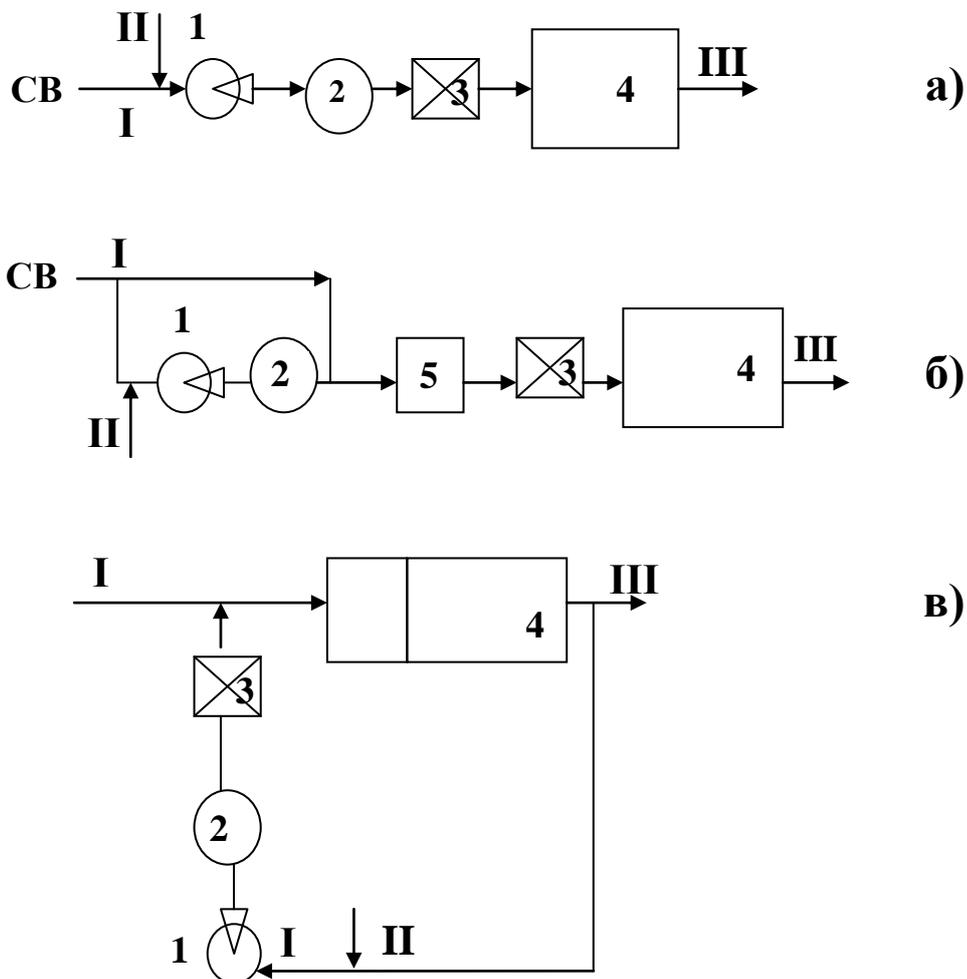
- флотация пузырьками, которые образуются из пересыщенных растворов воздуха в воде (вакуумная, напорная);
- электрофлотация.

Схемы процесса флотации приведены на рисунках 8.1, 8.2.



1 – приемная камера; 2 – отстойная камера; 3 – камера пены;
 4 – распределительная перфорированная труба; 5 – струегасящая перегородка; 6 – отводная перфорированная труба; 7 – конвейерное устройство; I – смесь сточной воды и воздуха; II – осветленная вода; III – пена; СВ – сточная вода; В – воздух.

Рисунок 8.1 – Горизонтальный флотоотстойник



1 – насос; 2 – накопительный резервуар; 3 – камера смешения;
 4 – флотоотстойник; 5 – камера смешения. I – СВ; II – воздух;
 III – очищенная СВ. а) с насыщением всего потока сточной
 воды воздухом; б) с насыщением части потока сточной воды
 воздухом; в) с рециркуляцией части очищенной воды

Рисунок 8.2 – Принципиальная схема флотации

Процесс образования комплекса «частицы-пузырьки» протекает на границе раздела трех фаз «частица – воздух – вода» и состоит из следующих этапов:

- сближение частицы с пузырьком воздуха (при всплытии пузырьков);
- контакт частицы с пузырьком;
- закрепление пузырька на частице (прилипание).

Основные параметры процесса флотации:

Давление в напорном резервуаре 0,17-0,4 атм.

Время пребывания, мин.:

- в напорном резервуаре 1-4 ;
- в флотоотстойнике 10-20 .

Количество подсасываемого эжектором воздуха, % от объема НВ 5,5. Одновременно с очисткой флотацией протекают процессы окисления и дегазации, при этом снижаются показатели ХПК и БПК ,содержание сульфидов, фенолов.

Электрофлотация

Сущность процесса заключается в переносе вещества из жидкости на ее поверхность с помощью пузырьков газа, которые образуются при электролизе воды (водород + кислород).

Эффективность процесса флотационной очистки СВ зависит от количества и диаметра пузырьков.

Недостатком процесса является большое потребление электроэнергии и возможность образования взрывоопасного, «гремучего» газа (65 % об. H_2 и 35 % об. O_2).

В зависимости от характера сорбционного взаимодействия адсорбата и адсорбента различают физическую, активированную и химическую адсорбцию.

Физическая адсорбция – обусловлена силами межмолекулярного взаимодействия Ван-Дер-Ваальса, протекает с высокой скоростью и имеет низкую теплоту адсорбции. Адсорбция протекает мономолекулярно. Физическая адсорбция характерна для веществ, адсорбируемых из парогазовой фазы, а при адсорбции в растворе осложнена физико-химическим взаимодействием адсорбата, адсорбтива и адсорбента.

Активированная адсорбция – обусловлена взаимодействием адсорбата и адсорбента с образованием поверхностного соединения. Активированная адсорбция избирательная, необратимая реакция, с повышением температуры скорость адсорбции увеличивается, характеризуется высокой теплотой адсорбции.

Хемосорбция – химическая реакция, которая протекает на поверхности адсорбента.

Одним из основных критериев оценки адсорбционных свойств адсорбента является изотерма адсорбции – зависимость активности адсорбента от концентрации адсорбата в условиях равновесия. Для описания изотермы адсорбции наибольшее применение получили уравнения Ленгмюра (8.3) и Фрейндлиха (8.4):

$$a = \frac{ABC_{\delta\lambda\hat{a}i}}{1 + BC_{\delta\lambda\hat{a}i}}, \quad (8.3)$$

где A – максимальная адсорбция;

B – константа равновесия, зависящая от температуры;

$C_{\text{равн}}$ – равновесная концентрация адсорбата, мг/л;

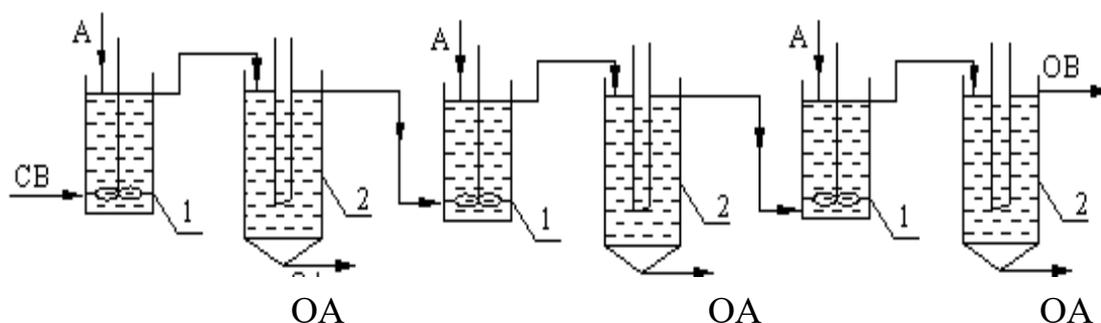
$$a = \beta \cdot C_{\text{адс}}^{\mu}, \quad (8.4)$$

где β и μ – эмпирические константы, зависящие от температуры.

Скорость процесса адсорбции определяется внешней (перенос вещества из газового ядра к поверхности адсорбента) и внутренней диффузией в порах адсорбента.

Для удаления углеводородов с поверхности адсорбента-активированного угля – используют динамическую десорбцию, смещение равновесного состояния системы осуществляется с изменением концентрации адсорбата и температуры. При деструктивной регенерации применяют процессы окисления хлором, озоном, кислородом и термическую.

Схема адсорбционной очистки НВ от углеводородов представлена на рисунке 8.3.



А – адсорбент; ОА – отработанный адсорбент; СВ и ОВ – сточная и очищенная вода; 1 – аппарат с мешалкой; 2 – отстойник

Рисунок 8.3 – Технологическая схема адсорбционной очистки СВ

Перспективным считается использование процесса адсорбции в «кипящем» слое активированного угля (рис. 8.4).

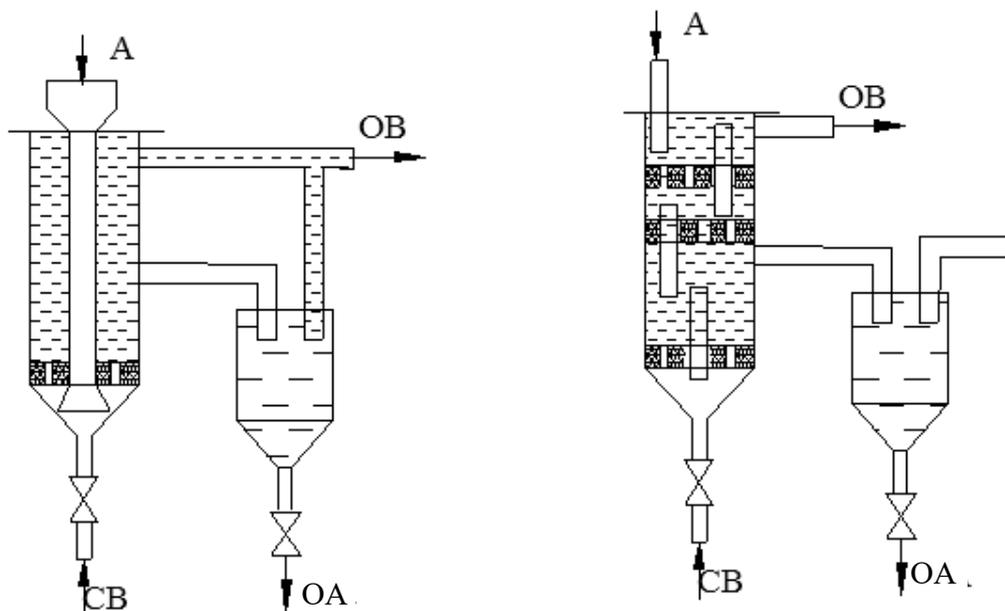


Рисунок 8.4 – Аппараты с «кипящим» слоем активированного угля с одной (слева) и несколькими перегородками (справа)

8.3 Предотвращение загрязнения морской среды нефтью/нефтепродуктами.

Нефть, которая попала на поверхность воды, начинает быстро растекаться, высококипящие фракции оседают, загрязняя не только береговую зону, но и дно водоемов. Нефтяные загрязнения на море и внутренних водоемах имеют много общего, однако, как и в характере загрязнения, так и в условиях их ликвидации имеются различия. К чистоте внутренних водоемов предъявляются более высокие требования, чем к морской среде.

Многолетний опыт эксплуатации судов и перевозка нефтепродуктов водными путями позволил разработать ряд мероприятий, которые предотвращают разлив нефтепродуктов.

Во избежание стока нефтепродуктов через пробоины, многие современные танкера и речные суда, которые перевозят нефтепродукты, оборудуют двойным дном и двойными бортами. Палубы судов наращивают вертикальными стальными листами высотой 100-200 мм, что позволяет предотвратить сток нефтепродуктов в случае попадания их на палубу. Такая мера более эффективна для устранения случаев разлива.

На палубах плавучих нефтепричалов для стока нефти, которая попала на палубу, и дождевой воды предусмотрены специальные сточные карманы, из которых сток поступает в специальную цистерну.

В тех случаях, когда размеры повреждения судна большие и нет возможности быстрого ремонта, площадь аварийного разлива нефти ограждают бонами. Ими можно ограждать не только участки аварийных разливов нефти, но и места, где возможны стоки нефти. Боновые ограждения содержат в себе следующие элементы: надводную часть – препятствует переливу нефти через бонны; устройство, которое обеспечивает плавучесть бона; подводную часть – препятствует перетоку нефти через ограждение.

В некоторых случаях целесообразно применять легкие бонны адсорбирующего типа одноразового использования.

Экологическая безопасность морского транспорта обеспечивается не только предотвращением загрязнения моря с судов в процессе их нормальной эксплуатации, но и готовностью экипажей судов к действию в чрезвычайных ситуациях, связанных с угрозой разлива нефти и ликвидации последствий подобного

разлива. Разливы нефти могут быть связаны не только с эксплуатацией судов, но и происходить по вине предприятий, расположенных в прибрежной зоне акватории, при авариях подводных нефтяных трубопроводов, при авариях наземных транспортных средств вблизи побережья .

Для ликвидации аварийных разливов нефти в настоящее время используются следующие методы:

- локализация разлива нефти с помощью боновых ограждений;
- сбор разлитой нефти с помощью различных механических устройств и сорбентов;
- рассеивание нефтяной плёнки с помощью диспергентов;
- сжигание на месте нефти.

Нефтезаградительные боны представляют собой плавучее заграждение, которым охватывают локальный район акватории, препятствуя растеканию разлитой нефти тонкой плёнкой на большую площадь. Использование бонового заграждения эффективно лишь в условиях незначительного волнения моря и закрытых акваторий, а вот использование в условиях открытого моря, малоэффективно. Постановка бонового заграждения предполагает использование судовых плавсредств или специальных судов, могут в качестве постановщиков использоваться буксиры и другие суда. Огражденное боновым заграждением нефтяное пятно не смещается под действием ветра и течения и его легче убирать с использованием механических средств.

Механический сбор разлитой нефти осуществляется специальными судами (нефтемусоросборщиками, плавзачистные станции) или специально дооборудованными судами (сборщики различных типов, плавбункеровщики, танкера), на которые устанавливаются приспособления для сбора нефти с поверхности воды, ее хранения на судне и последующей передачи нефтеводяной смеси. Приём такой смеси может осуществляться специальными приёмотранспортными судами, которые доставляют ее на береговые очистные сооружения или несамоходными плавсредствами, которые затем буксируются к береговым приёмным сооружениям (рис. 8.5).

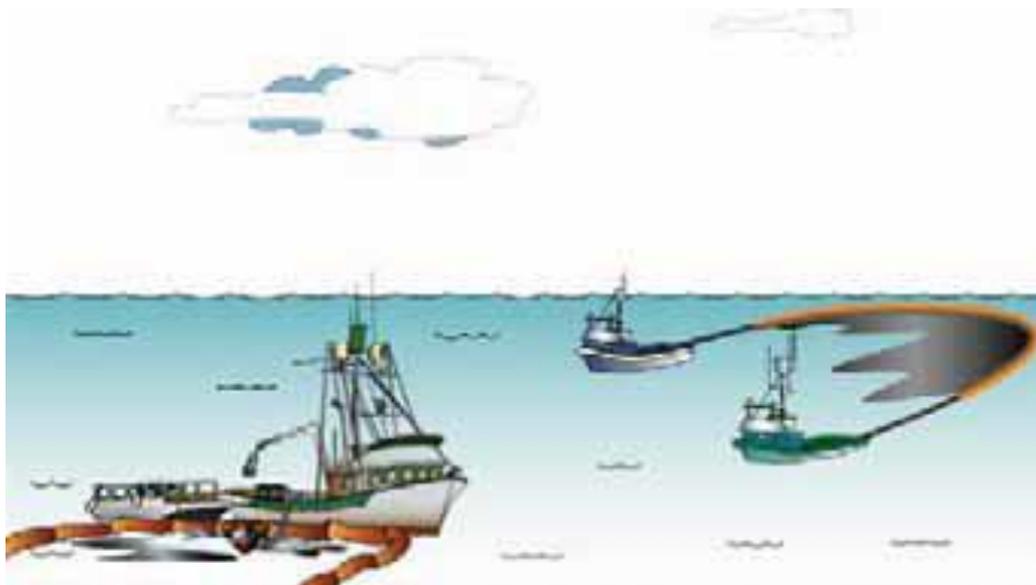


Рисунок 8.5 – Типовая надводная система механической ликвидации нефтяных разливов

Сбор тонкой нефтяной плёнки чисто механическим путем малоэффективен, в этом случае могут применяться сорбенты – специальные вещества, впитывающие или аккумулирующие на

своей поверхности частицы нефти, которые затем собираются с поверхности воды механическим способом (рис.8.6).



Рисунок 8.6– Типовая надводная диспергирующая система ликвидации нефтяных разливов (в виде плёнки)

В качестве высокоэффективного адсорбента для поглощения углеводородов (нефтепродуктов) с морской поверхности рекомендуется применять Униполимер-НГАВТ-М [5].

Остатки нефти удаляют с помощью диспергентов – химических веществ, которые эмульгируют нефтяную плёнку в виде мелких

капель в большом объёме воды. По сути воздействия диспергенты не уничтожают нефть в воде, а только способствуют ее рассеиванию, увеличивая площадь и ускоряя разложение под воздействием естественных факторов. При небольших разливах нефти хорошие результаты могут быть получены при диспергировании ее винтами судов, так как в мелкодисперсном состоянии нефтепродукты являются пищей для микроорганизмов, населяющих морскую воду. К использованию химпрепаратов при ликвидации разливов нефти следует подходить с осторожностью, так как некоторые из них являются более токсичными для морской экосистемы, чем сама нефть. Их применение допускается только с разрешения соответствующих организаций, при обоснованной необходимости их применения.

Сжигание на месте нефти, разлитой на поверхности воды, предусматривает контролируемое сжигание плавающей на поверхности нефти, что возможно до определённой минимальной толщины плёнки (рис. 8.7). Воспламенение нефти осуществляется путём выброса на поверхность нефти, с вертолётa с помощью желатинообразного топлива или выброса запального устройства с судна или с другой точки. В случае успешного воспламенения некоторая часть или вся нефть выгорает с поверхности воды или льда. Но некоторое количество остаточных после горения нефтепродуктов остаётся в любом случае. Эти остаточные продукты могут оставаться на плаву или осесть на дно, или обладать нейтральной плавучестью (в зависимости от типа разлитой нефти и условий горения).

Для успешного воспламенения и горения требуется соответствующая толщина нефтяного пятна в момент воспламенения, минимальные скорость ветра и волнение моря, а также не слишком сильно эмульгированная (смешанная с водой) нефть. В случае неэффективного горения образуется смесь из несгоревшей нефти, оставшихся после сгорания смолистых веществ и сажи [7]. Как и при механическом извлечении разлитой нефти, локализация нефти для воспламенения может осуществляться как с использованием естественных преград, так и с помощью развёртывания боновых заграждений, которые при этом должны быть одновременно и несгораемыми, и иметь способность противостоять морскому льду.

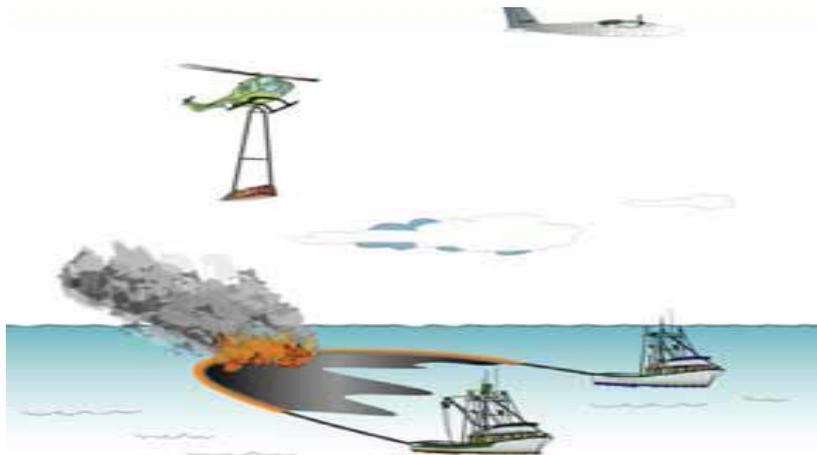


Рисунок 8.7 – Типовая надводная система сжигания нефти на месте нефтяных разливов

К ликвидации аварийного разлива привлекаются: экипаж аварийного судна; представители компании судовладельца; служба портового надзора; дежурный диспетчер порта; дежурный диспетчер флота компании; экипажи судов, участвующих в

операции; береговая станция очистки нефтесодержащих вод и другие лица и организации по необходимости.

Сплошное ледовое покрытие в общем облегчает выполнение операций по реагированию на разливы нефти: имеется твёрдая поверхность для работы, уменьшается подвижность нефти, естественным путём образуются скопления нефти на льду и под ним. Однако экстремальные погодные условия северных районов и продолжительные полярные ночи вызывают необходимость соблюдения множества требований по безопасности работ.

Дизельное, котельное топливо и сырая нефть не выветриваются при отрицательных температурах и могут быть сожжены через несколько месяцев после разлива.

Для задержания нефти можно сооружать заграждения из льдин.

Сдерживание распространения и сбор нефти

Лёд является эффективным барьером, а снег – эффективным сорбентом для разлившейся нефти. Для перемешивания и удаления больших количеств снега и нефти могут быть использованы, как механическое оборудование, так и ручные методы, хотя и подобная смесь обычно имеет низкое содержание нефти.

Непроницаемые для нефти заграждения образуются, если к естественному снежному барьеру добавить ещё снега и облить водой для его обледенения.

Для задержания дизельного топлива и других лёгких нефтей, которые могут проникать сквозь снег при сооружении

заградительной стенки или дамбы, должны использоваться непроницаемые обкладки, например, пластиковая плёнка.

Подлёдные скопления нефти обычно образуются в естественных углублениях нижней поверхности льда.

Для доступа к нефти, скопившейся подо льдом, могут быть сделаны траншеи и шурфы буром, цепной пилой, бульдозером или экскаватором.

Для сбора нефти могут быть использованы насосы или скиммеры.

Во многих случаях можно произвести сжигание нефти.

Аналогично бонам на открытой воде, для изменения направления движения растекающейся нефти и ее задержания можно использовать вырезы во льду.

Для задержания/отведения нефти (не для сжигания) боны могут быть установлены в вырезы во льду и оставлены для вмёрзания.

Сжигание нефти на месте

Сжигание нефти на сплошном льду или снегу возможно:

- в течении 2 – 5 суток с момента разлива;
- в течении нескольких месяцев, если нефть вмёрзла в лёд или ушла под него;
- при толщине плёнки более 2 – 3 мм.

Необходим план безопасности персонала, в котором указываются места поджигания, направление движения нефти, районы горения и область распространения дыма.

В сырой нефти высокое содержание серы, поэтому она опасна и в процессе зажигания и в не горящем состоянии.

Десятикилометровая (шестимильная) зона безопасности с подветренной стороны обеспечивает соответствующую защиту для персонала, населения и дикой природы.

Необходимо обеспечить минимизацию риска вторичного возгорания и иметь средства пожаротушения.

Необходимо предусматривать аварийные пути отхода из опасных зон людей и техники.

При сжигании нефти на льду необходимо иметь одно или несколько поджигательных устройств:

- для поджигания нефти на большой территории могут быть использованы пропановые горелки;

- установка для поджигания (гелиточ -- Heli-Torch) может быть использована при поджигании нефти на льду или ее скоплений, доступных только с воздуха, в качестве альтернативы могут быть применены ручные поджигатели;

- могут быть подождены скопления нефти в лунках на льду или в траншеях, прорезанных во льду, для разжигания нефти и поддержания ее горения возможно добавление лёгкого топлива (бензина, дизельного топлива);

- при сжигании нефти на льду необходимо сделать траншеи для ее задержания, так как при горении образуется много талой воды.

Если затруднена или невозможна доставка необходимого оборудования, нефть можно быстро огородить или отвести, создавая быстровозводимые барьеры из снега или льда.

Для перемещения снега и создания барьеров могут быть использованы как грейдеры и бульдозеры, так и лопаты.

Непроницаемые для нефти заграждения образуются, если к естественному снежному барьеру добавить ещё снега и облить водой для его обледенения.

Для задержания дизельного топлива и других лёгких нефтей, которые могут проникать сквозь снег, должны использоваться, при сооружении заградительной стенки или дамбы непроницаемые обкладки, например, пластиковая плёнка.

Очистка берегов

Нефть на поверхности льда или проникшая в припай или под него может быть удалена с использованием технологии задержания и удаления.

Технологии первоочередного реагирования включают ручное удаление, сбор вакуумными установками, механическое удаление или сжигание. Главными соображениями при выборе технологий являются объем и тип нефти и характер загрязнённой ледяной поверхности.

Зона трещин с береговой стороны припая является важным фактором с точки зрения, как проведения операций, так и безопасности в местностях с высотой прилива более 1 м. Лёд в трещинах

поднимается и опускается вместе с приливом. Трещины также имеют важное значение в районах, где в прибрежной полосе действуют штормовые волны, изменяющие уровень воды у побережья.

8.4 Экономический ущерб от загрязнения морской среды НВ.

Экономический ущерб, Y_{MC} , грн./год, от загрязнения морской среды рассчитывается по формуле:

$$Y_B = \gamma \cdot \sigma \cdot M, \quad (8.5)$$

где γ – численное значение – 144 грн./усл.т, оценка ущерба от годового сброса в водоём с корректировкой на назначение водоёма;

σ – степень использования хозяйственных водоёмов, величина задаётся в отраслевом плане – (0,1-0,2) и (2,6-3,79);

M – приведённая общая масса годового сброса НВ в морскую среду, усл.т/год.

$$M = A_i \cdot m_i, \quad (8.6)$$

где A_i – показатель относительной опасности сброса i -того вещества в морскую среду, усл.т/т УВ, равен величине обратной ПДК по i -му загрязнителю (в данном случае - углеводороды);

m_i – масса годового сброса i -той примеси, (в данном случае - углеводороды) т/год.

Если в морскую среду сбрасывается несколько видов токсичных веществ однонаправленного действия, то величина ущерба определяется аддитивно.

8.5 Обезвреживание и очистка балластных вод с целью предотвращения «морской биологической инвазии».

На долю морского транспорта приходится более 80 % всех мировых транспортных перевозок, при которых ежегодно по всей Планете переносится водяной балласт.

Водяной балласт является незаменимым для безопасной и эффективной эксплуатации современного морского транспорта, обеспечивая остойчивость судов, совершающих плавание порожнем и в грузу.

Однако, балластные воды представляют серьёзную угрозу, как для окружающей среды и экономики, так и для здоровья людей, морской флоры и фауны [4].

Впервые понятие «биологическая, морская инвазия» возникло, когда в 1988 г. Канада проинформировала Комитет по защите Морской Среды ММО о том, что в Великих озёрах обнаружены морские организмы, несвойственные данной экосистеме.

Перенос чужеродных морских организмов в новые для них природные условия с балластными водами судов определён Глобальным Экологическим Фондом, как один из наиболее существенных угроз Мировому океану.

За последние десятилетия в связи с бурным развитием судоходства участились случаи расселения живых организмов с

помощью судов в самые различные районы Мирового океана. Перенос чужеродных организмов судами может осуществляться с его балластными водами и осадками.

По оценкам Международной Морской Организации ежегодный мировой оборот балластных вод составляет около 12 млрд. тонн.

Число видов, ежесуточно перемещаемых с водяным балластом, превышает 7000. Многие из гидробионтов не только выживают в балластных водах, но и успешно адаптируются к новым условиям в портах и прилегающих акваториях при сбросе балласта.

Число натурализовавшихся видов катастрофически увеличивается, что приводит к необратимым последствиям. Каждое судно, перевозящее и сбрасывающее балластные воды, может рассматриваться как **источник потенциальной опасности: 90% холерных заболеваний обусловлены именно переносом балластных вод.**

Инвазия чужеродных организмов морскими судами уже привела к многочисленным экономическим убыткам и пагубным воздействиям на природную среду и на здоровье населения прибрежных районов.

Вселение североамериканского гребневика *Mnemiopsis leidyi* в Черное море в начале 80-х годов XX столетия привело к снижению запасов хамсы, экономическому ущербу.

Вселение моллюска *Dreissena polymorpha* из Днепро-Бугского лимана в Великие Озера США в начале 90-х годов привело к

экономическим потерям из-за обрастания систем охлаждения промышленных предприятий.

Вся отрасль марикультуры Новой Зеландии, занятая разведением моллюсков и ракообразных, была закрыта из-за потребляемых ими и вызывающих у людей отравление вселившихся токсичных микроводорослей-динофлагеллят.

В 1992 году Конференция ООН по окружающей среде признала данную проблему как серьёзную международную проблему и ММО в 1997 году издала Резолюцию двух своих комитетов: Комитета по Безопасности на Море и Комитета по защите Морской Среды – «Руководство по аспектам безопасности, относящимся к замене водного балласта в море». Циркулярное письмо не является обязательным к исполнению, оно носит скорее информационный характер. Поэтому в том же 1997 году была принята Резолюция ММО А.868(20) «Руководство по контролю и управлению балластными операциями на судах в целях сведения к минимуму переноса вредных водных организмов и патогенов», а в 2004 году ММО приняла текст «Международной Конвенции о контроле водного балласта и осадков судов и управления ими». Конвенция обязывает все коммерческие суда валовой вместимостью от 400 и выше выполнять определённые базовые требования, которые обеспечивают при сбросе водного балласта минимальную опасность причинения вреда окружающей среде и здоровью человека вследствие переноса вредных фито- и биоорганизмов. Согласно Конвенции на судне должен быть План управления водным балластом, в котором излагаются основные

процедуры, связанные с управлением, удалением осадков в море, порту или сухом доке, процедуры по координации управления водным балластом с властями прибрежного государства или порта, в водах которого выполняются такие действия. На судне должен вестись Журнал операций с водным балластом, а судно и его соответствующее балластное оборудование подлежит периодическим освидетельствованиям для получения Международного свидетельства об управлении водным балластом.

Согласно требований Международной конвенции по борьбе с загрязнением с судов MARPOL-73/78 [1, 7] в части контроля и управления балластными водами и седиментами каждое судно должно иметь на борту подготовленный «План по управлению балластными водами» (Ballast Water Management Plan), а также иметь и вести журнал регистрации балластных вод. Положение В-4 в MARPOL-73/78 рекомендует замену балластных вод производить не ближе 200 морских миль до берега на глубине не менее 200 м, США и Канада – требуют на глубину не менее 2000 м. Бразилия предписывает перед сбросом производить обработку балластных вод на судне химическими препаратами на основе хлора.

В настоящее время Международной Морской Организацией подготовлено Приложение VII к MARPOL-73/78, которое относится к вопросу безопасного управления водным балластом на борту судна.

Предложен новый стандарт для безопасного управления водным балластом.

Стандарт D-2 Международной Морской Организации предусматривает сброс балластной воды, которая должна соответствовать следующим требованиям:

< 10 жизнеспособных организмов размером ≥ 50 мкм в 1 м^3 ;

< 10 жизнеспособных организмов размером < 50 мкм и ≥ 10 мкм в 1 мл;

Индикаторные микробы:

– Холерный вибрион – < 1 кое (колониеобразующая единица) в 100 мл или в 1 г зоопланктона;

– Кишечная палочка – < 250 кое в 100 мл;

– Пневматоз кишечника – < 100 кое в 100 мл.

Существующие в настоящее время методы управления балластом можно условно разделить на три категории:

1) последовательный и проточный способы замены;

2) обработка на борту судна: механическая, физическая, химическая, комбинированная [13-15];

3) изоляция.

Каждый из этих методов имеет свои положительные и отрицательные стороны, и в будущем эксперты предполагают обеспечивать сброс балласта в береговые или плавучие ёмкости с последующей их обработкой.

При замене балласта в море возможно возникновение опасных ситуаций, связанных с нарушением остойчивости судна или возникновением чрезмерных напряжений в конструктивных элементах корпуса. Поэтому такие операции должны проводиться только в соответствии с рекомендациями соответствующего

классификационного общества при соблюдении определённых условий в отношении погоды, глубины моря, солёности.

Сброс балластных вод в морскую среду является потенциально опасным и острота данной проблемой отражена в Конвенции ООН по морскому праву 1982 года, статья 196 которой рекомендует «принять меры для предотвращения и сохранения под контролем загрязнения морской среды в результате преднамеренного или случайного введения организмов, чуждых или новых для морской среды, которые могут вызвать в ней значительные и вредные изменения».

В результате анализа и обобщения научно—технических и патентных материалов можно выделить следующие способы обработки балластных вод – Ballast Water Treatment (BWT) – и их нейтрализации :

1. Высокотемпературная деструкция.
2. Ультрафиолетовая обработка BWT.
3. Обработка хлор—содержащими соединениями.
4. Ультразвуковая обработка BWT.
5. Биологическая обработка BWT.
6. Физико—химическая обработка BWT.
7. Комбинированная обработка BWT.
8. Использование инертных газов при обработке BWT.

Однако перечисленные способы имеют существенные недостатки:

* Низкая эффективность, высокие капиталовложения и затраты энергоресурсов (п.п. 1,8).

- * Повторное загрязнение балластных вод (п.п. 3,5).
- * Отрицательное воздействие на экипаж судна (п.п. 2,4).
- * Низкая удельная производительность способов (п.п. 1-5, 8)
- * Требование больших размеров рабочих производственных площадей и образование побочных соединений (п.п. 3,5, 8).

В настоящее время предложены технологии обработки и нейтрализации балластных вод [7] .

Фирмой «Auramarine Crystal Ballast» (Великобритания) разработан процесс очистки и обезвреживания балластных вод, включающий две стадии (рис. 8.8, 8.9):

- 1) очистка от взвешенных веществ (седимент);
- 2) ультрафиолетовое обеззараживание (УФО).

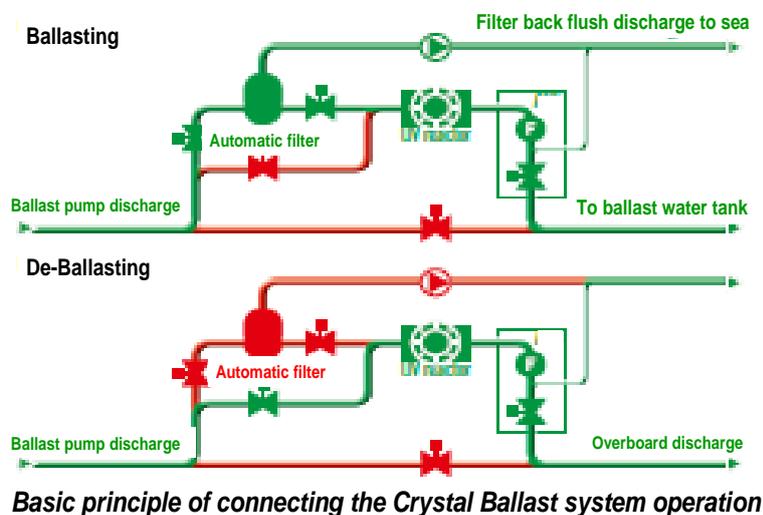
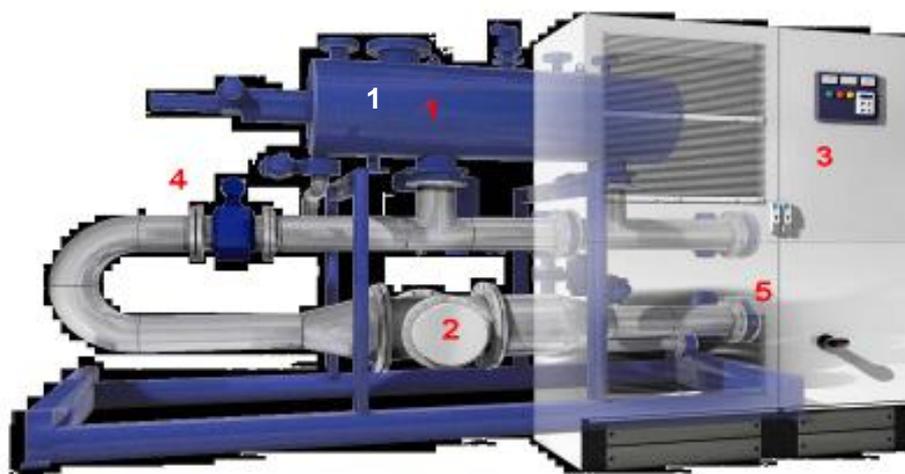


Рисунок 8.8 – Схема очистки и обеззараживания балластной ВОДЫ



1 – автоматический фильтр; 2 – УФ-реактор; 3 – панель контроля за ходом процесса;

4 – AFC – расходомер; 5 – AFC – контроль длины волны

Рисунок 8.9 – Оборудование «Auramarine Crystal Ballast»

Производительность установки по балластной воде – $250 \div 3000$ м³/час, потребляемая мощность, min/max, – $20/38 \div 240/462$ (kW).

В таблице 8.1 приведены характеристики различных методов обезвреживания балластных вод.

Таблица 8.1 Характеристика методов обезвреживания балластных вод

DISINFECTION METHOD COMPARISON	Ultraviolet radiation	Chlorine generation	Ozone generation	Oxygen removal	Advanced Oxidation	Chemical apply
Method	Physical	Chemical	Chemical	Suffocation	Chemical	Chemical
Pretreatment	Yes	Yes/No	No	No	Yes	Yes/No
Operation cost	Medium	Low	High	High	High	High
Maintenance cost	Low	Medium	High	Low	High	Low
Maintenance frequency	Low	Medium	High	Low	Medium	Low
Disinfection performance	Excellent	Good	Unpredictable	Unpredictable	Excellent	Good
Contact time	1–5 seconds	15–45 min.	5–10 min.	48–96 hours	1–5 seconds	15–180 min.
Toxic chemicals	No	Yes	Yes	No	Yes	Yes
Water chemistry changes	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Immediate discharge	Yes	No	No	No	No	No

Из приведённых данных в таблице 8.1 следует, что большей эффективностью, низкими экономическими издержками и высоким индексом экологической безопасности обладает процесс ультрафиолетовой обработки.

Ниже приведена принципиальная схема работы установки УФО (рис. 8.10) и принципиальная схема очистки и обезвреживания балластной воды (рис. 8.11).



Рисунок 8.10 – Установка УФО-обработки балластной воды

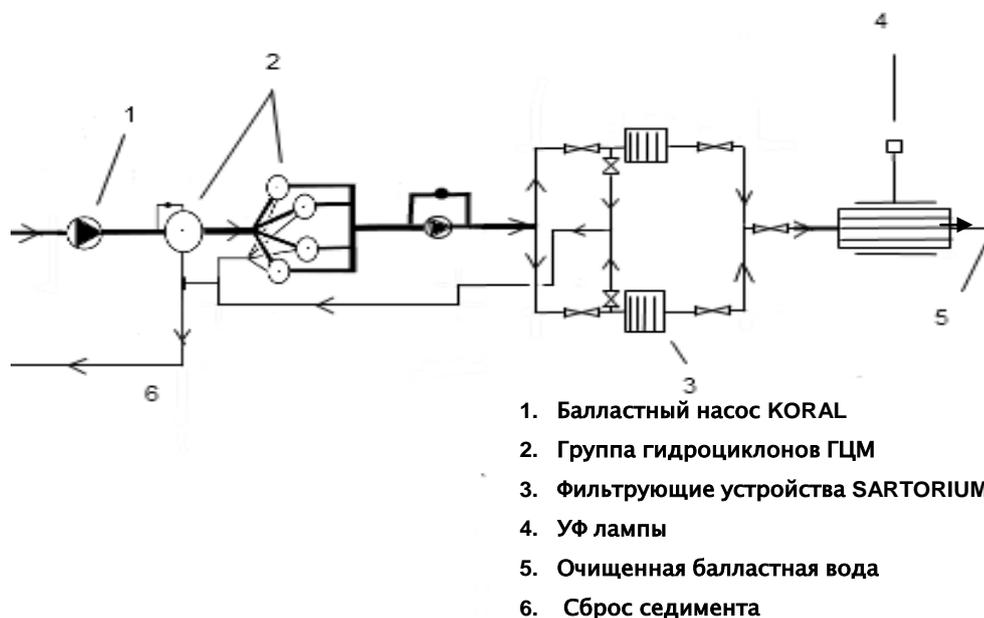


Рисунок 8.11 – Схема очистки и обезвреживания балластной воды

Схема балластировки – дебалластировки в процессе очистки и обезвреживания балластной воды приведена на рисунке 8.12.

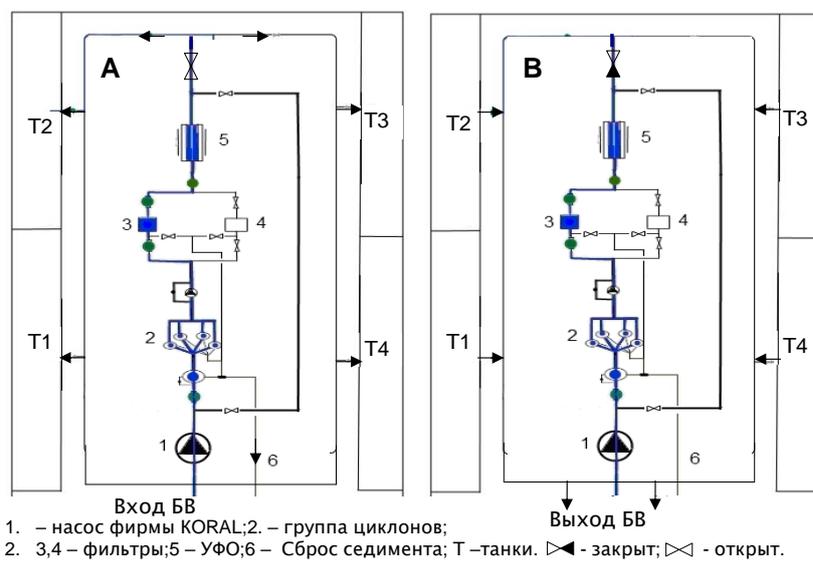


Рисунок 8.12 – Схема балластировки (А), дебалластировки (В) и очистки балластной воды.

На основании выполненного анализа технической и патентной литературы по вопросу обработки балластных вод – BWT – необходимо выделить следующие нерешенные проблемы:

1. Низкая селективность обезвреживания балластных вод используемыми физическими инициаторами и химическими реагентами.

2. Низкая производительность обезвреживания балластных вод.

3. Высокие затраты условно-переменных и условно-постоянных составляющих экономических показателей предлагаемых технологий обезвреживания.

4. Высокие капиталовложения, себестоимость, низкая рентабельность процесса обезвреживания балластных вод.

5. Отсутствуют технические решения по оптимальному осуществлению процесса обезвреживания балластных вод непосредственно на борту судна.

В исследованиях, проведенных под руководством профессора Леонова В.Е., была поставлена задача -- разработать и рекомендовать к практической реализации на морских судах способ обработки балластных вод BWT, позволяющий решить следующие основные проблемы:

1. Снизить и/или исключить "морскую биологическую инвазию" с судовыми балластными водами.

2. Создать экономически обоснованную и экологически безопасную технологию BWT на морских судах.

3. Снизить энергоматериальные затраты при обработке балластных вод BWT.

4. Разработать простую и безопасную технологию обработки балластных вод ВВТ применительно к условиям морских грузоперевозок при выполнении штатного рейса.

5. Предложить разработанные способы обработки балластных вод для практической реализации ВВТ Комитету Защиты Морской Среды (МЕРС), Комитету по Международному Научно—Техническому Сотрудничеству Международной Морской Организации.

Научно—исследовательские, опытно—конструкторские работы, проводимые нами, включают три основные направления, отличные от известных научно—технических и патентных материалов, а именно [24, 55]:

1. Реализация безбалластных морских логистических перевозок, что позволит исключить процедуры морских систем балластировки—дебалластировки и, соответственно, исключить "морскую инвазию".

2. Разработка технологии обезвреживания балластных вод непосредственно на борту судна, отвечающей требованиям ресурсосбережения, экономической эффективности и экологической безопасности.

3. Разработка эффективных нейтрализаторов чужеродных организмов в балластных водах, не приводящих к повторному загрязнению морской воды и не представляющих опасность для экипажа судна.

В настоящее время большое количество балласта перевозится танкерами из портов Европы в Персидский залив, где имеет место

значительный дефицит пресной воды. В Саудовской Аравии используются опреснители, разрабатываются проекты буксировки в этот район айсбергов из Антарктиды, а в это время значительная провозная способность танкеров, приходящих в этот район не используется.

Технически вполне осуществимо заполнить балластные танки пресной водой и доставить ее как коммерческий груз, а после ее выгрузки принимать на борт нефть. Для накопления пресной воды в портах погрузки и выгрузки целесообразно использовать плавучие емкости, которые обладают высокой мобильностью.

Запасы природной пресной воды (ППВ) характеризуются индексом дефицита ППВ, который определяется по формуле:

$$\ddot{A} = \frac{\hat{A} \hat{i} \hat{i} \hat{i} \hat{o} \hat{d} \hat{a} \hat{a} \hat{e} \hat{a} \hat{i} \hat{e} \hat{a}}{\hat{A} \hat{n} \hat{o} \hat{a} \hat{n} \hat{o} \hat{a} \hat{i} \hat{i} \hat{i} \hat{a} \hat{I} \hat{i} \hat{i} \hat{e} \hat{i} \hat{a} \hat{i} \hat{e} \hat{a}}, \quad (8.7)$$

По отдельным странам Персидского залива индекс дефицита «Д» ППВ имеет следующие показатели :

Саудовская Аравия – 7

ОАЭ – 15

Кувейт – 20, из которых следует, что наибольший

дефицит ППВ приходится на Кувейт и ОАЭ.

Дефицит пресной воды пополняется ресурсами воды, полученной в результате сложной и дорогостоящей технологии опреснения морской воды Персидского залива.

По качеству получаемая таким образом пресная вода отвечает требованиям на техническую воду.

Район Персидского залива является мировым лидером по добыче и экспорту нефти, млн. баррелей в сутки:

Саудовская Аравия*	– 8,19
Иран	– 3,70
Ирак	– 2,40
ОАЭ	– 2,31
Кувейт	– 2,30

*)Примечание: приведены данные за 2014 г.

Из африканских стран в Нигерии наблюдается острый дефицит ПШВ: $D > 10$.

Добыча нефти в Нигерии – 2,06 млн. баррелей в сутки.

Применительно к танкерному флоту разработана технология загрузки грузовых танков ПШВ, грузовая система которого приведена на рисунке 8.13.

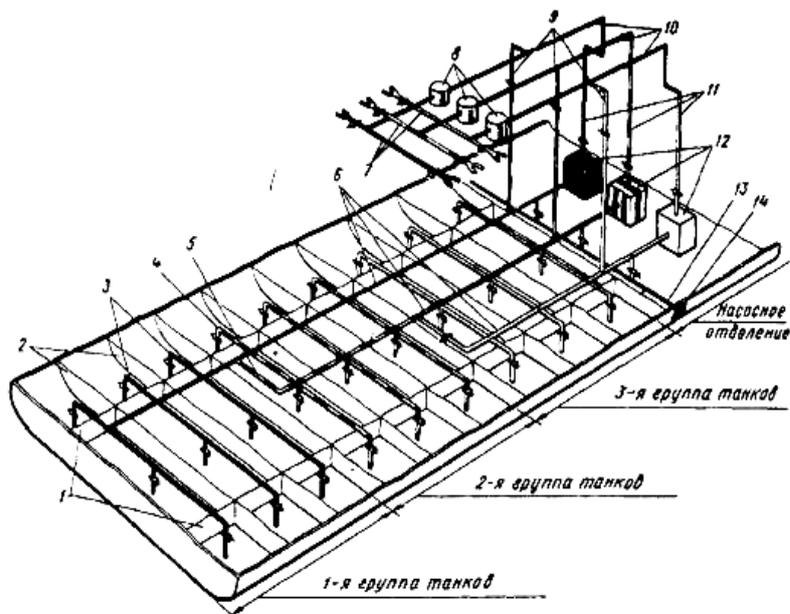


Рисунок 8.13 – Грузовая система танкера [24]:

С целью повышения коэффициента полезного действия, энергетической эффективности судна в работе предложено проводить практически безбалластные рейсы. В качестве примера: из ОАЕ в танкере перевозится нефть в Европу, США, Японию, Китай а в обратный рейс в ОАЕ танкер загружается природной пресной водой. По технологиям, приведённым в работах нефтесодержащая вода очищается от углеводородов, в результате чего получается вода – хозяйственно-бытового (рис.8.14) или питьевого назначения (рис.8.15) .

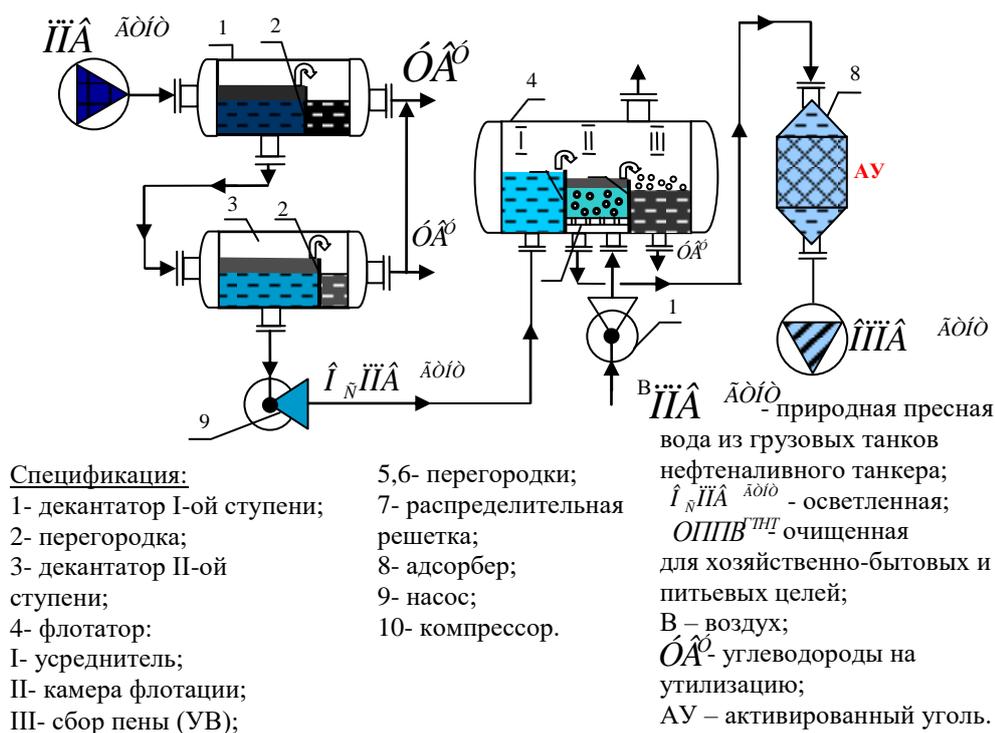
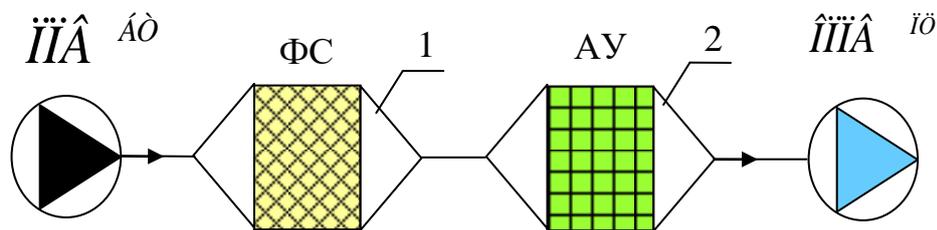


Рисунок 8.14 – Очистка ППВ из грузовых танков нефтеналивного танкера для хозяйственно-бытовых и питьевых целей.



$\hat{ИИА} \text{ АД}$ - природная пресная вода из балластных танков;
 ФС – фильтр специальный;
 АУ – активированный уголь;
 $\hat{ИИА} \text{ ИО}$ - очищенная природная пресная вода для
 питьевых целей;
 1 – контактный аппарат;
 2 – адсорбер.

Рисунок 8.15 – Очистка ППВ из изолированных балластных танков для получения воды питьевого назначения.

На основании выполненных научно-исследовательских и опытных работ предлагается к практической реализации технология очистки и обработки балластных вод BWT, включающая следующие стадии обработки балластных вод [19-21]:

1. Физическая очистка балластных вод от взвешенных веществ в порту выгрузки, достигаемая степень очистки от взвешенных веществ (ВВ) $\alpha \geq 99,99 \%$, седиментационный диаметр оставшихся взвешенных веществ $d_c \leq 5$ мкм.

2. Приготовление эффективного реактанта обезвреживания балластных вод с помощью гетерогенно – каталитических «red-oxi» – процессов газообразных сред.

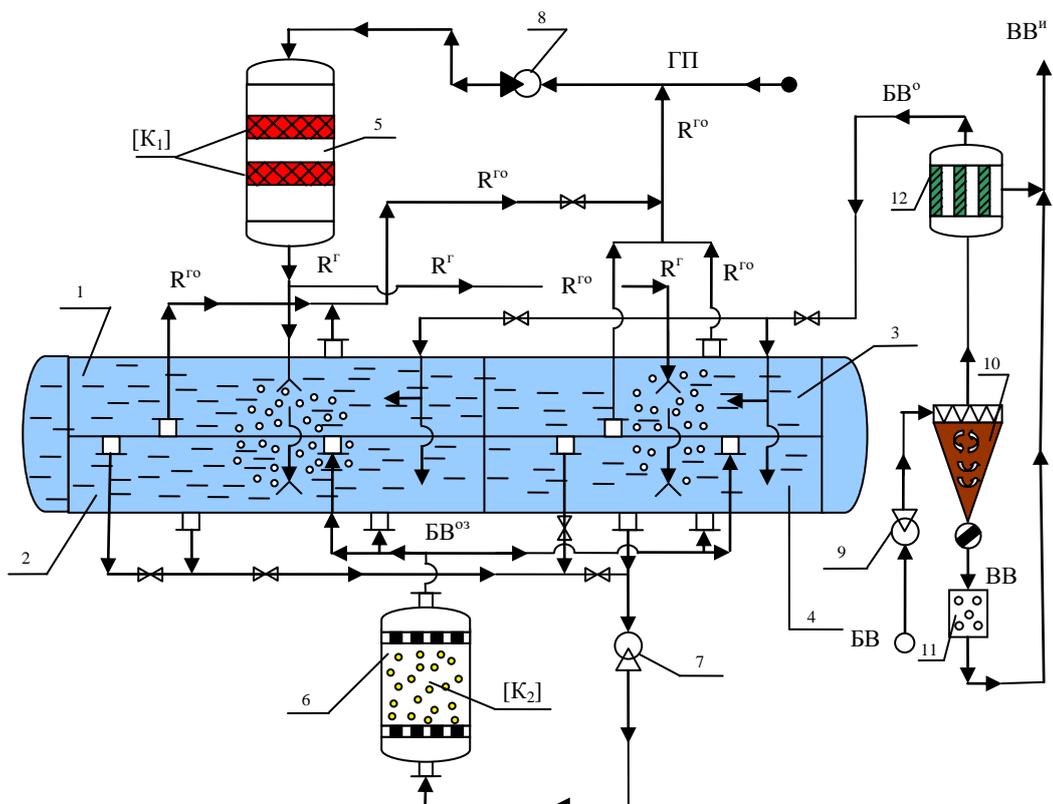
3. Гетерогенно – каталитическая обработка балластных вод в «мягких» температурных режимах.

4. Финишная ультрафиолетовая обработка балластных вод с обез-печением необходимого уровня безопасного качества балластных вод по показателям – химическое поглощение кислорода (ХПК), биологическое потребление кислорода (БПК₅), коли-индекс.

5. Тонкая фильтрация обезвреженных балластных вод.

Стадия (1) выполняется на береговых очистных сооружениях в процессе выгрузки судна, стадии (2-5) – непосредственно на борту судна в процессе штатного рейса. Принципиальная схема очистки и обезвреживания балластных вод приведена на рисунке 8.16.

В работе сформулированы требования к катализаторам [K_{1,2}], используемым в реакторных аппаратах (5, 6). Взвешенные вещества после первой стадии очистки (10) поступают на шаровую мельницу (11), после которой измельченные взвешенные вещества передают в качестве питательной среды на поля для преобразования в гуммус (рис. 9). Балластную воду обрабатывают непосредственно на борту судна согласно стадий (2-5) и получают очищенную обеззараженную балластную воду, которая по прибытии судна в порт направляется в береговую или плавучую емкость (6) для последующей коммерческой реализации в качестве балластных вод для порожних судов или других целей.

Экспликация:

- 1, 2, 3, 4 – балластные танки;
 5 – каталитический реактор полочного типа;
 6 – реактор с «кипящим» слоем катализатора;
 7, 9 – насос; 8 – компрессор;
 10 – аппарат I-ой стадии очистки от ВВ;
 11 – шаровая мельница;
 12 – фильтр II-ой стадии очистки от ВВ*.

Условные обозначения:

- BB – исходная балластная вода;
 ВВ – взвешенные вещества;
 ВВ^{II} – взвешенные вещества измельчённые;
 BB^o – балластная вода очищенная от ВВ;
 ГП – газовый поток; R^Γ – реактант;
 R^{Γo} – реактант отработанный;
 [K_{1,2}] – катализаторы;
 BB^{o3} – балластная вода очищенная обеззараженная;
 ∇ – запорная арматура в положении «открыто».

Рисунок 8.16 – Принципиальная схема очистки и обезвреживания балластных вод .

В патенте [21] предложен эффективный деструктор чужеродных организмов, содержащихся в судовых балластных водах. Степень обезвреживания балластных вод составляет 99,99 %. Высокие избирательность процесса, скорость обезвреживания в совокупности с низкой ценой нового деструктора и его

доступность создают достаточно высокую основу для его практического внедрения на судах морского флота.

Таким образом, выполнен анализ влияния балластных вод на изменение состояния качества морской среды, нарушение экологического равновесия и, как следствие, изменение качества и состава био-фито планктона. На основании научно-исследовательских и опытных работ разработаны технические предложения по очистке и обезвреживанию балластных вод, удовлетворяющих требованиям качества Международной Морской Организации.

В результате с целью реализации на судах морского флота способов обезвреживания балластных вод предлагается следующее:

1. Под эгидой ММО провести испытания процессов обезвреживания балластных вод на выделенном для этих целей судне.

2. Экспертной группе ММО выбрать наиболее эффективные, простые, стабильные и дешевые способы обезвреживания балластных вод на судах.

3. Разработать Технико—Экономический Доклад выбранных по п.2 способов обезвреживания балластных вод с целью выбора наиболее оптимального, экономически эффективного и экологически безопасного.

4. Разработать проектную документацию на технологию обезвреживания балластных вод применительно к условиям

морского транспорта, согласовать и утвердить ее специальными Комитетами ММО.

5. Укомплектовать судно необходимым оборудованием, средствами контроля и управления, провести испытания и отработку технологии обезвреживания балластных вод в реальных условиях морского транспорта.

Вопросы для самоконтроля.

1. Что означает ОДИН (1) ppm. Перевести ОДИН (1) ppm в % масс, % объём.

2. Охарактеризовать современные способы обработки «балластных» вод с целью предотвращения морской инвазии.

3. Методика определения эколого-экономического ущерба от загрязнения морской среды углеводородами.

4. Нефть, нефтепродукты, их влияние на морскую и окружающую среду.

5. Охрана морской среды от загрязнения нефтепродуктами, образующимися при эксплуатации судов.

6. Методы очистки нефтесодержащих вод на судне.
Характеристика. Анализ.

7. Автономность плавания судов по условиям экологической безопасности по льяльным водам. Определение.

8. Источники загрязнения морской среды нефтью / нефтепродуктами.

9. Источники загрязнения морской среды соединениями

тяжелых металлов. Анализ, характеристика.

10. Что такое суммационный эффект действия токсичных веществ в морской среде? Анализ.

11. Дать определение предельно-допустимого сброса льяльных вод, образующихся на судах.

Раздел 9 Предотвращение загрязнения морской среды сточными водами, мусором (твердыми отходами).

План

9.1 Источники образования сточных вод на судне

9.2 Методы очистки судовых сточных вод.

9.3 Технология очистки воды для питьевого водоснабжения судов речного и морского флота.

9.4 Классификация методов нейтрализации и утилизации твердых судовых отходов

9.5 Судовые инсинераторы: назначение и целесообразность их использования.

Вопросы для самоконтроля.

Рекомендуемая литература: [1, 2, 5-15]

9.1 Источники образования сточных вод на судне

Потребность в воде огромна и ежегодно возрастает. Ежегодно расход воды на земном шаре по всем видам водоснабжения составляет 3300-3500 км³. При этом 70 % всего водоснабжения используется в сельском хозяйстве.

Современные производственные технологии приводят к образованию значительного количества сточных вод. Изменение экологической обстановки требует все более глубокой очистки сточных вод для снижения уровня загрязнения гидросферы и

определяет поиск новых источников технической воды, а также повторное использование очищенных вод.

Дефицит пресной воды уже сейчас становится мировой проблемой. Все более возрастающие потребности промышленности и сельского хозяйства в воде заставляют все страны, ученых мира искать разнообразные способы для решения этой проблемы.

На современном этапе определяются такие направления рационального использования водных ресурсов: более полное использование и расширение воспроизводства ресурсов пресных вод; разработка новых технологических процессов, которые позволяют предотвратить загрязнение гидросферы и свести к минимуму потребление свежей воды.

Принципы рационального использования природных пресных вод требуют решать проблему как единую задачу, комплексное решение которой согласно современной концепции исчерпаемости природных ресурсов, заключается в том, чтобы рассматривать сточные воды в качестве одного из наиболее доступных ресурсов пресной воды. Повторное использование сточных вод обеспечивает не только высокую степень использования пресной воды, но и предотвращает загрязнение вод Мирового океана и снижает дефицит пресной воды.

На судах образуются сточные воды (СВ) в результате жизнедеятельности экипажа – бытовые, камбузные, мочные, хозяйственно--фекальные, фановые. Автономность плавания, $T_{св}$,

сут, по сточным водам для всех типов судов с экипажем на борту 10 и более по условиям экологической безопасности рассчитывается по формуле:

$$T_{\text{нв}} = 0,9 \cdot \frac{V_{\text{св}}}{q_{\text{св}} \cdot n}, \quad (9.1)$$

где $V_{\text{св}}$ – объем сборной цистерны со сточной водой, м^3 – выбирается в зависимости от типа, проекта судна и количества людей на борту;

$q_{\text{св}}$ – удельное значение накопления сточных вод для разных типов судов, $\text{м}^3/\text{чел. сут.}$ [5];

n – количество людей на борту судна.

Накопление судовых СВ в сборной цистерне непостоянно, поскольку соотношение сточных и бытовых вод изменяется на протяжении суток и зависит от режима работы судна. Очевидна зависимость накопления СВ от класса судна и его комфортности.

9.2 Методы очистки судовых сточных вод.

Методы очистки СВ -- физические, химические, физико-химические и биологические.

Физический метод заключается в том, что из сточных вод путем отстаивания и фильтрации удаляются грубодисперсные частицы, взвешенные вещества. Используют флотационный метод очистки СВ. Одновременно с очисткой флотацией наблюдается протекание процессов окисления органических примесей СВ

кислородом воздуха. При этом происходит снижение в СВ концентрации ХПК, БПК, сульфидов и фенолов.

Химический метод заключается в том, что в сточные воды добавляют химические реагенты, которые вступают в реакцию с загрязнителями и осаждают их в виде нерастворимых соединений. Химическая очистка позволяет уменьшить количество нерастворимых примесей до 95% и растворимых до 25%.

При *физико-химическом* методе обработки из СВ выделяются мелкодисперсные и растворенные неорганические примеси, разрушаются трудноокисляемые органические вещества. Физико-химические методы – коагуляция, окисление, сорбция, экстракция. Широкое применение находит также электродиализ.

Коагуляция. Для очистки СВ от мелкодисперсных и коллоидных частиц применяют коагуляцию и флокуляцию. Суть процесса заключается в «слипании» мелких частиц в крупные агрегаты с последующей обработкой СВ механическими способами.

Основные методы коагуляции:

- электролитами (солями);
- термокоагуляция;
- под действием физических и химических факторов.

Представляет интерес коагуляционная обработка СВ с предварительным озонированием. Метод окисления используется для разрушения повехностно-активных веществ (ПАВ), содержащихся в СВ.

Деструктивные методы очистки применяются в случае невозможности или экономической нецелесообразности удаления из СВ загрязнителей другими методами.

Термоокисление – это парофазный или «огневой» метод, жидкофазное, каталитическое парофазное окисление. Сущность этих методов заключается в окислении органических соединений при высоких температурах, в присутствии кислорода, воздуха.

Парофазное окисление – СВ вводят в высокотемпературную область 900-1000 °С и продукты горения топлива смешиваются с парами СВ, вследствие чего органические вещества окисляются. Минеральные примеси при этом выводят из рабочей камеры в расплавленном виде или с дымовыми газами.

Жидкофазное окисление. Суть процесса – в окислении органических веществ кислородом воздуха при $t=350^{\circ}\text{C}$.

Термокаталитическое парофазное окисление – протекает в условиях гетерогенного каталитического окисления в парогазовой фазе. Параметры процесса: $t=200-300^{\circ}\text{C}$, избыточное давление $P=0,1-0,5$ кгс/см², время контакта газа с катализатором 0,01-0,5 с, концентрация кислорода в парогазовой фазе $\leq 3\%$ объемн. Катализаторы – Cr-Cu, Ni-Al₂O₃, Zn-Cr-Co, Zn-Cu-Fe, а кроме того применяют марганцовистые естественные руды. Процесс применяется в том случае, если СВ по условиям технологического процесса находятся в паровой фазе, $\alpha_{\text{орг}}= 92-98 \%$.

Термическое обезвреживание. Этот метод применяют с целью выделения из СВ ценных соединений, а также – как первую стадию

перед термоокислительным высокотемпературным обезвреживанием СВ. Различают две стадии обезвреживания:

- 1) концентрирование без перехода СВ в другое фазовое состояние;
- 2) получение сухого остатка.

Концентрирование осуществляется в испарительных аппаратах поверхностного типа. В этих аппаратах концентрируют сульфатные щелока и радиоактивные СВ.

Озонирование. При озонировании протекает одновременное окисление примесей, дезодорация, обесцвечивание, обеззараживание СВ. При этом СВ насыщаются растворенным кислородом. По своим физиологическим свойствам озон очень токсичный, $\text{ПДК}^{\text{рз}} \leq 0,1 \text{ мг/м}^3$. После озонирования в отработанном газе содержится до 30% от первоначального объема O_3 , что отрицательно влияет на ОС и потому перед выбросом в ОС озон должен быть нейтрализован.

Хлорирование – наиболее распространенный метод обеззараживания СВ. Хлор – сильный окислитель и очень агрессивный. Пары хлора, поражающие дыхательные пути, могут привести к заболеванию при вдыхании больших количеств этого газа.

Наиболее приемлемым для судовых условий из хлоросодержащих обеззараживающих реагентов следует считать гипохлориты натрия и кальция, менее надежными – хлорную известь.

Определить оптимальную дозу обеззараживающего раствора, подаваемого в СВ, можно только по количеству остаточного хлора в отработанной воде, содержание которого при сбросе в водоем не должно превышать 5 мг/л. В то же время надежное обеззараживание обеспечивается обычно при содержании остаточного хлора в обеззараженной воде не ниже 1,5 мг/л. Очищенная вода не должна нести остаточных загрязнений хлором.

Анализ способов очистки сточных вод приведен в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Характеристика способов очистки СВ

Вид обработки	Преимущества	Недостатки
Физическая (отстаивание и фильтрация)	Из СВ удаляются взвешенные частицы $d > 10$ мкм. Позволяет выделить из бытовых сточных вод 60-75% нерастворимых примесей	В судовой СВ до 60% органических загрязнителей находятся в коллоидном состоянии, которые невозможно удалить механической обработкой
Флотация. Электрофлотация	Высокая эффективность извлечения примесей из воды	Большое потребление электроэнергии, возможность образования горючей взрывоопасной смеси
Коагуляция	Возможность укрупнения коллоидных частиц для дальнейшей очистки	Применение специальных солей, возможно повторное загрязнение СВ
Электрохимическая коагуляция	Компактность установки, отпадает	Повышенные затраты металла и

	необходимость дозирования реагентов, простота обслуживания	электроэнергии, подогрев воды
Флокуляция	Позволяет расширить диапазон рН-среды, снизить затраты реагентов, повысить плотность и прочность агрегатов, повысить производительность очистных установок	Важное значение имеет концентрация частиц и свойства их поверхности, растворенные в воде ПАВ
Парофазное окисление	Используется при извлечении из СВ ценных примесей; при наличии на промплощадке бросового горючего газа.	Большие затраты топлива, перегрев водяных паров до 1000°C
Жидкофазное окисление	Отпадает необходимость в высоких температурах процесса	Высокая металлоемкость
Термокаталитическое парофазное окисление	Эффективность очистки от органики $\alpha_{\text{орг}} = 92-98\%$	Процесс применяется, если СВ по условиям технологического процесса находится в паровой фазе.
Термическое обезвреживание	Высокая эффективность КПД=95%	Большие затраты топлива, поверхности теплообменной аппаратуры
Озонирование	Не используются реагенты. Озон не образует	Метод довольно дорогой, высокий расход электроэнергии

	<p>токсичных соединений, превращаясь в растворенный кислород. Одновременно протекает окисление примесей, дезодорация, обесцвечивание, обеззараживание СВ, уничтожаются вирусы</p>	
Хлорирование	<p>Дезинфицирует воду, уменьшает объем нерастворенных загрязняющих веществ до 95% и растворенных до 25%</p>	<p>Хлор – сильный окислитель и очень агрессивный. Возможно загрязнение СВ остаточным хлором</p>
Биологическая	<p>Основанная на биохимических процессах, сопровождающих жизнедеятельность определенного набора микроорганизмов – биомассы</p>	<p>Не обеспечивает полного уничтожения всех бактерий в СВ, чувствительна к содержанию тяжелых металлов в СВ</p>

Физико—термический метод очистки (ФТО) – это комплексный технологический процесс последовательной обработки СВ (рис. 9.1). На первом этапе путем физической очистки (ФО) способом безреагентной напорной флотации из СВ удаляются грубодисперсные примеси, нефтепродукты и жиры, которые находятся в виде пленок и эмульсий, ПАВ. На втором этапе термической очистки (ТО) при температуре 150-200°С,

давлении 1,2–2,5 МПа органические вещества в коллоидном и растворенном виде подвергаются окислению кислородом воздуха, подаваемого в реактор.

Концентрация ПАВ, нефтепродуктов и ХПК описывается экспоненциальной зависимостью :

$$C_{СПАВ} / C^{\circ}_{СПАВ} = \exp(-K_c \tau), \quad (9.2)$$

где $C_{СПАВ}$, $C^{\circ}_{СПАВ}$ – соответственно, текущая и начальная концентрации ПАВ, мг/л;

τ – время термической обработки СВ, мин.;

K_c – константа скорости реакции окисления ПАВ, мин.⁻¹.

Зависимость константы скорости реакции от температуры аппроксимируется уравнением:

$$K_c = \exp(-7,018 + 0,0107 \cdot t), \quad (9.3)$$

где t – температура реакции, °С.

Зависимости показателей коли-индекса ($K_{И}$) и общего микробного числа (ОМЧ) описываются уравнениями:

$$\lg_{K_{И}} = 10,156 - 0,058 \cdot t. \quad (9.4)$$

$$\lg_{ОМЧ} = 8,867 - 0,06 \cdot t. \quad (9.5)$$

В процессе жидкофазного окисления органические вещества в коллоидном и растворенном состоянии подвергаются окислению кислородом воздуха. Загрязненные вещества, извлеченные при флотации, подаются на огневое обезвреживание, а очищенная вода может быть использована повторно. В результате жидкофазного окисления вода полностью дезодорирована и обеззаражена.

Результаты очистки сточной воды приведены в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Физико-термическая очистка сточных вод

Показатели	Исходная СВ	Степень очистки, %		
		ФО	ТО	ФТО
Взвешенные вещества, мг/кг	101,4	30,3	43,9	60,1
БПК ₅ , мгО ₂ /кг	87	39,5	33,9	60
Нефтепродукты, мг/кг	21,3	61,2	43,8	78,2
СПАВ, мг/кг	1,38	54,3	44,8	74,8
Общее микробное число	$50 \cdot 10^6$	0	100	100
Коли-индекс	$240 \cdot 10^6$	0	100	100

Сточная вода из сборника 1 насосом 2 подается во флотатор 5, в котором интенсивно в нижней камере флотатора смешивается с воздухом.

После флотатора 5 осветленная СВ насосом 6 при давлении 2 МПа последовательно проходит теплообменники 7 и 9, в которых нагревается до 200°С. Далее вода поступает в реактор 10, смешивается с воздухом, который нагнетается компрессором 12 до

давления 2 МПа. В реакторе 10 протекают реакции окисления органических веществ в коллоидном и растворенном состоянии. После реактора 10 давление очищенной СВ снижается до 0,5 МПа. Далее вода поступает в дегазатор 11, где выделяется воздух, а очищенная СВ отдает свое физическое тепло ($t=200^{\circ}\text{C}$) в теплообменнике 7 исходной СВ. Очищенная СВ охлаждается в холодильнике-конденсаторе до 35°C , поступает в сборник 8 и используется для повторного водоснабжения или может быть сброшена за борт.

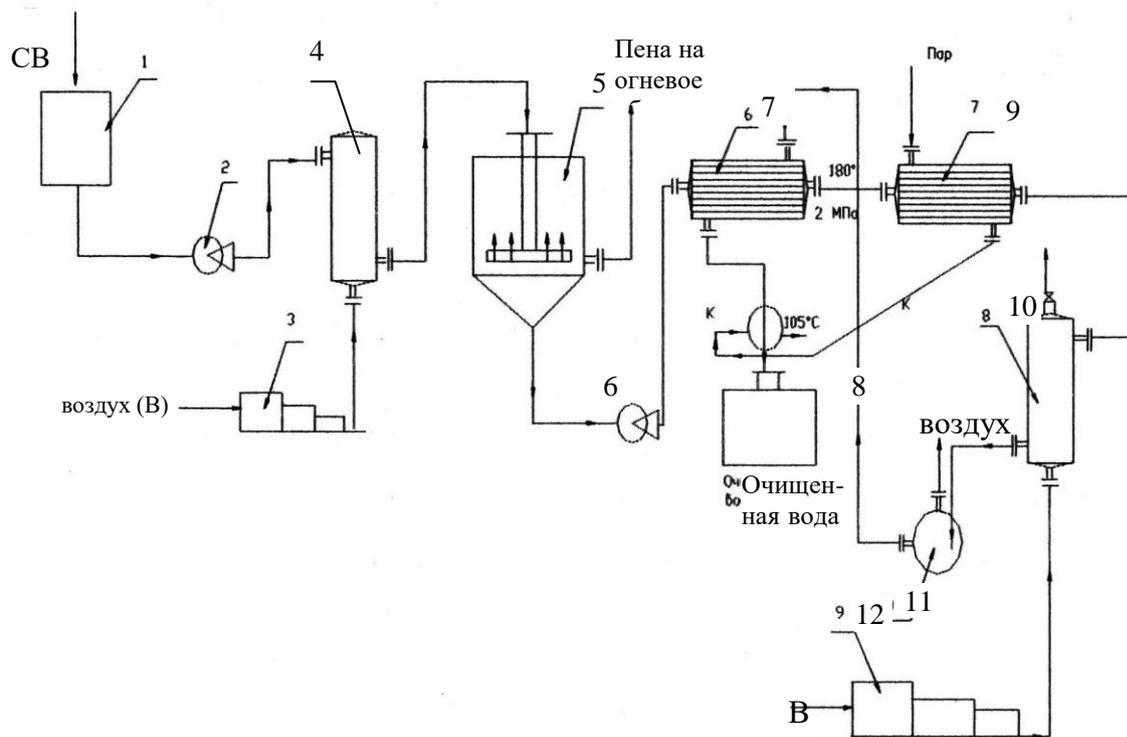


Рисунок 9.1 – Схема установки физико-термической очистки
СТОЧНЫХ ВОД

9.3 Технология очистки воды для питьевого водоснабжения судов речного и морского флота.

На кафедре «Инженерная экология» НГАВТ проведены научно-исследовательские работы по комплексной очистке речной воды:

- фильтрование через фильтр Шотта для удаления взвешенных веществ;
- вода помещалась в специальную кювету, в которую компрессором подавался воздух, одновременно вода подвергалась ультрафиолетовому облучению (УФО), при этом в слое воды образовывался озон; в качестве источника ультрафиолетового излучения использовалась ртутно-кварцевая лампа высокого давления мощностью 1000 Вт, напряжением 220 В, ток – переменный;
- адсорбция на активированном угле.

Результаты исследований приведены в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Очистка речной воды *

Показатели	Исходная речная вода, мг/л	После очистки, мг/л		ПДК, мг/л
		УФО	адсорбция	
Взвешенные вещества	17,5	5,5	2,0	1000

Нефтепродукты	0,15	0,1	менее 0,05	0,05
Фенолы	0,001	0,001	менее 0,0005	0,001
Азот аммонийный	0,16	0,12	0,015	0,5

* **Примечание:** в экспериментальной работе принимал участие дипломник А. П. Киреев, выпускник кафедры «Инженерная экология» НГАВТ.

Поток бактерицидной энергии при УФО, F, Вт, определяется по формуле:

$$F_p = (g \cdot \alpha \cdot K \cdot \ln(p/p_0)) / 15634 \cdot \eta_0 \cdot \eta_n, \quad (9.6)$$

где g – производительность установки по питьевой воде, м³/час;

α – коэффициент поглощения, см⁻¹;

K – коэффициент сопротивляемости бактерий, мкВт с/см²;

α – коли-индекс воды к облучению, мг/л; для поверхностных источников по-хозяйски-питьевого назначения $\alpha = 10000$ шт/л;

ρ_0 – когда-индекс воды после УФО, мг/л; $\rho_0 = 3$ шт/л;

η_0 – коэффициент, который учитывает поглощение УФ в пласте воды;

η_n – коэффициент, который учитывает поглощение УФ кварцевым чехлом.

Производительность установки, g , $\text{м}^3/\text{час}$, определяется по формуле:

$$g = (Q_{\text{П}} + Q_{\text{ПР}}) / \tau \quad (9.7)$$

где $Q_{\text{П}}$ и $Q_{\text{ПР}}$ – соответственно, необходимый суточный объем питьевой воды и объем питьевой воды, которая тратится на промывание напорного фильтра, $\text{м}^3/\text{пор}$.

Суточный объем питьевой воды определяется по формуле:

$$Q_{\text{П}} = q_{\text{Н}} \cdot n, \quad (9.8)$$

где $q_{\text{Н}}$ – норма водопотребления, $\text{м}^3/\text{пор чел.}$;

n – экипаж судна.

Процесс отмирания бактерий, P , шт/л, под действием УФО описывается уравнением:

$$P_0 = P e^{-E\tau/K}, \quad (9.9)$$

где E – интенсивность потока бактерицидных лучей, $\text{мкВт}/\text{см}^2$;

τ – время облучения, с.

Время УФО, с, определяется по формуле:

$$\tau = \ln(P/P_0)K/(-E). \quad (9.10)$$

Интенсивность потока бактерицидного излучения, E , $\text{мкВт}/\text{см}^2$, определяется по формуле:

$$E = E_0 \cdot e^{-ax}, \quad (9.11)$$

где E_0 – интенсивность потока бактерицидного излучения, которое попадает на поверхность воды, $\text{мкВт}/\text{см}^2$;

x – толщина пласта воды, см.

Производительность узла бактерицидной обработки по озону, m_{o_3} , г/час, определяется по формуле:

$$m_{o_3} = Q_b \cdot q_{o_2} \cdot q_{o_3} \cdot \rho_{o_3}, \quad (9.12)$$

где Q_b – объем атмосферного воздуха, подаваемого в кювет, $m^3/\text{час}$;

q_{o_2} – частица кислорода в атмосферном воздухе;

q_{o_3} – частица озона, который генерируется в кювете;

ρ_{o_3} – плотность озона, $г/м^3$.

В результате проведенных исследований, технологических и конструкторских расчетов разработана технология подготовки

питьево where - the amount of air supplied to the cuvette, m^3 / hr ;

- A particle of oxygen in the ambient air;

- A particle of ozone, which is generated in the cell;

- Ozone density, g / m^3 .

As a result of the research, technology and design calculations developed the technology of preparation of potable water on board (Fig. 9.2). й воды на борту судна (рис. 9.2).

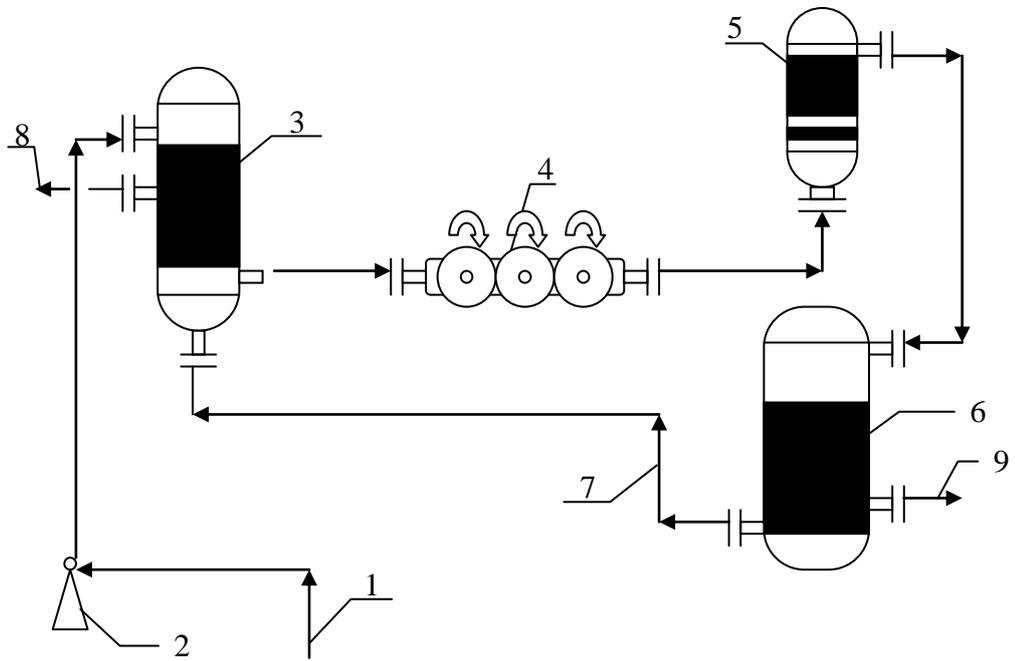


Рисунок 9.2 – Экологически безопасная установка для очистки речной воды с целью получения воды питьевого назначения

Забортная вода 1 насосом 2 поступает в верхнюю часть напорного песчаного фильтра 3, дальше для обеззараживания проходит бактерицидную установку 4. Обеззараживание бактерицидными лучами имеет преимущества в сравнении с хлорированием и озонированием. Бактерицидное действие УФО протекает в 7-9 раз быстрее, чем хлором. УФО уничтожает не только вегетативные виды бактерий, но и споросодержащие. Для тонкой очистки речной воды от нефтепродуктов и фенолов используется адсорбционный метод. В адсорбер 5 загружается активированный уголь АР-3. Подготовленная питьевая вода собирается в цистерне 6 и дальше направляется потребителю 9 или на промывание песчаного фильтра 7. После промывки песчаного фильтра, отработанная промывная вода удаляется по коллектору 8.

9.4 Классификация методов нейтрализации и утилизации твердых судовых отходов

Твёрдые отходы, образующиеся на судах, подразделяются на две группы:

- эксплуатационные отходы (ЭО);
- бытовые отходы (БО).

Автономность плавания по твердым отходам, T_m , сут, определяется по формуле:

$$\dot{Q}_1 = \frac{0,9 \cdot V_i}{q_i \cdot n}, \quad (9.13)$$

где V_M – объем бункера для сбора твердых отходов, пищевых, m^3 ;

q_M – интенсивность накопления $m^3/чел.сут.$ – для мусора принимается равным $0,002 m^3/чел.сут.$, для пищевых отходов – $0,0003 m^3/чел.сут.$

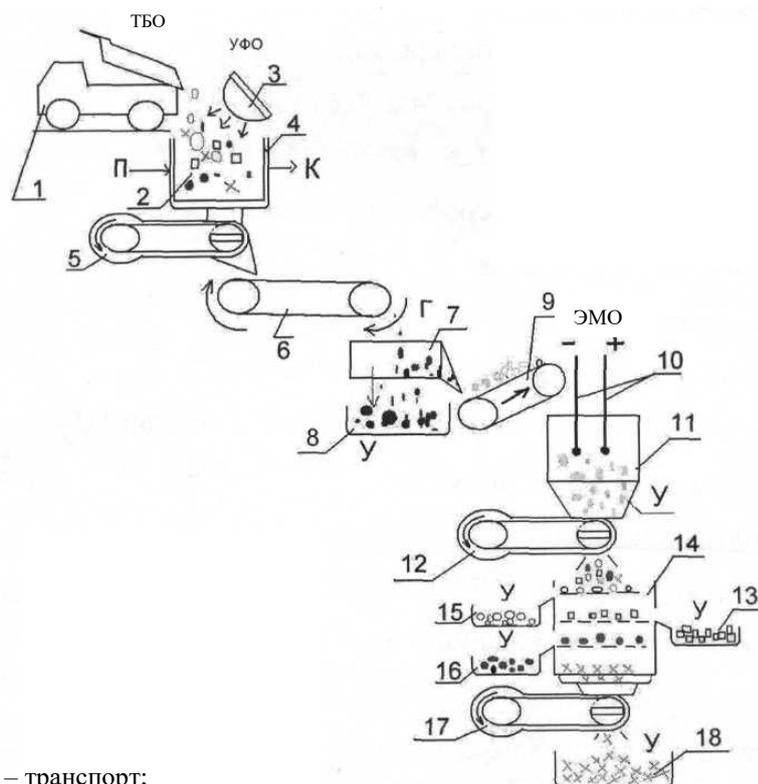
Основные методы обезвреживания твердых отходов:

- захоронение на организованных полигонах;
- уничтожение;
- термическое (пиролиз);
- термоокислительное;
- рециркуляция;
- разработка малоотходных, ресурсосберегающих, безотходных технологий.

На судах принят отдельный сбор и хранение мусора по фракциям: горючее; негорючее; пищевые; пластмассы.

При фракционировании твердых отходов применяются приборы и аппараты, действие которых основано на использовании гравитационных, центробежных сил, электромагнитных полей, ультразвука, бактерицидной обработки.

Принципиальная схема фракционирования представлена на рисунке 9.3 [5].



- | | |
|--|------------------------------------|
| 1 – транспорт; | ТБО – Твердые бытовые отходы; |
| 2 – твердые бытовые, промышленные отходы; | ТПО – Твердые промышленные отходы; |
| 3 – бактерицидная установка; | ЭМО – Электромагнитная обработка; |
| 4 – сушка ТБО, ТПО | УФО – Ультрафиолетовая обработка; |
| 5, 12, 17 – запорная арматура; | Г – гравитация; |
| 6, 9 – конвейер; | П – пар; |
| 7 – сепарационные емкости; | К – конденсат; |
| 8 – приемная емкость; | У – утилизация; |
| 10 – выдвижные электроды; | |
| 11 – установка электромагнитной обработки; | |
| 13, 15, 16, 18 – емкость для выделенных фракций отходов; | |
| 14 – вибрационно-ситовая установка; | |

Рисунок 9.3 – Принципиальная схема переработки твердых ОТХОДОВ.

В результате обработки твердых отходов получают:

- 1) горючие фрагменты, не содержащие соединений хлора и фтора – основных компонентов, ответственных за образование диоксинов;
- 2) негорючие – стекло, керамика, металл, камни;
- 3) пищевые отходы.

Горючие сжигают без образования диоксинов с выработкой пара и электроэнергии, негорючие поступают на утилизацию в качестве вторичного сырья, пищевые отходы – на получение гумуса – органической питательной среды почвы.

Экономика складывается из трёх составляющих – электроэнергия, теплота, вторичное материальное сырьё и питательная среда почвы (гумус), позволяющая повысить урожайность культур на 35–40%.

Срок окупаемости установки утилизации твердых отходов находится в пределах 3–5 лет.

Рециклизация отработанных экологически опасных ртуть-содержащих ламп дневного освещения

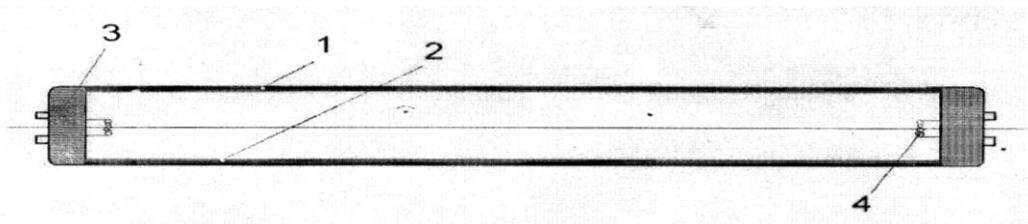
Одним из основных источников загрязнения окружающей среды ртутью являются люминесцентные лампы (ЛЛ). Ртуть относится к первому классу опасности – чрезвычайно опасному. С точки зрения патологии человека ртуть отличается широким спектром и большим разнообразием клинических проявлений токсического действия в зависимости от путей поступления и дозы. Каждое из физико-химических состояний ртути имеет свои присущие ему свойства, которые требуют необходимости токсикологической оценки.

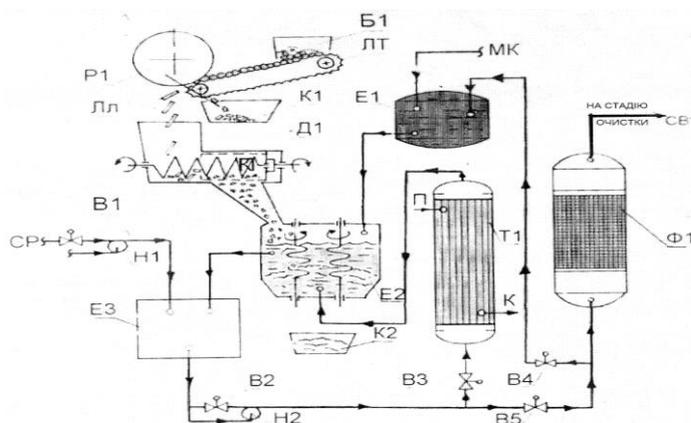
Для производства ЛЛ используется люминофор ГФК – сложное химическое вещество, содержащее в себе фосфат кальция, фтор, хлор, сурьму и марганец (рис. 9.4).

В зависимости от технологии и типа в лампе обычно содержится от 20 до 30 мг ртути, в наиболее распространенных

типах ламп – от 60 до 120 мг. Кроме ртути, в лампах присутствует вольфрам (спиральные электроды), алюминий, а в состав различных используемых люминофоров входят кадмий, стронций, бериллий, цинк, фтор, барий, талий, редкоземельные элементы, марганец, олово, свинец, серебро. При выборе амальгамы часто применяют такие токсичные металлы, как кадмий, свинец, висмут.

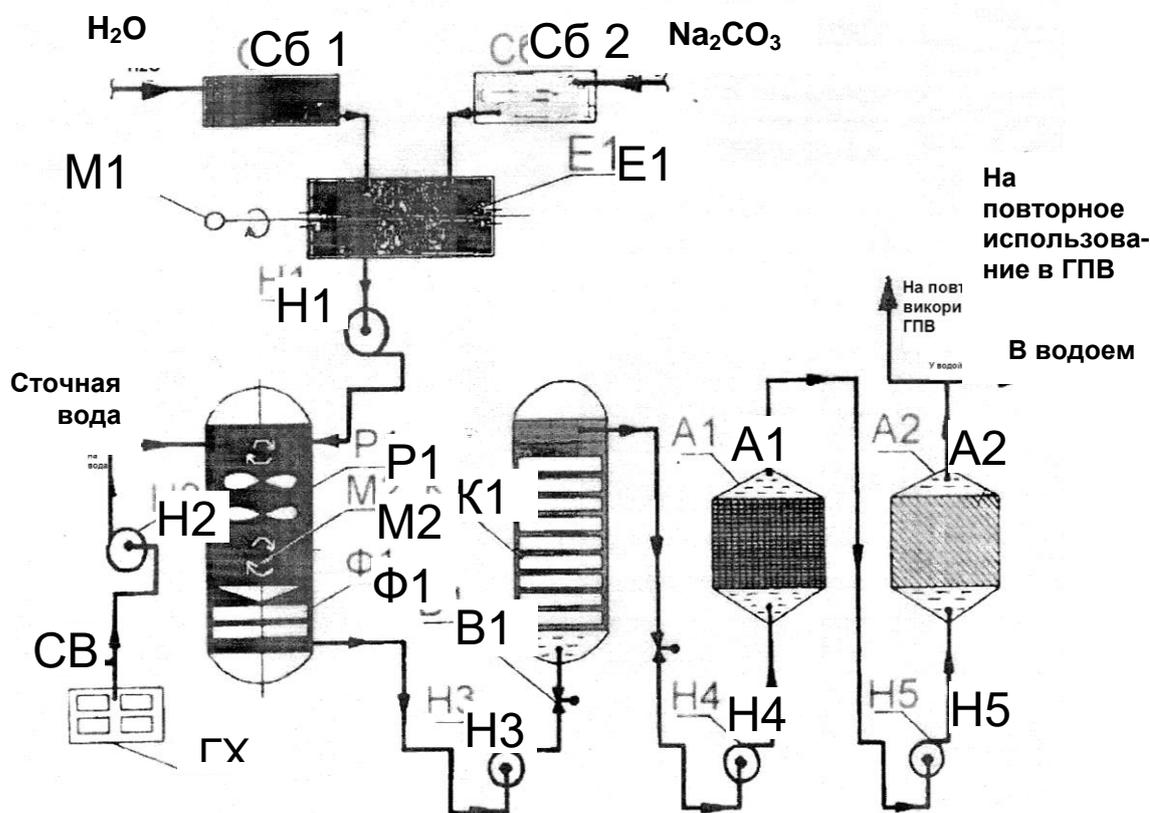
Одним из путей решения проблемы может быть законодательное закрепление положения о том, чтобы для промышленных предприятий и различных организаций плата за безлимитный вывоз одной лампы на свалку была соизмерима со стоимостью новой ртутной лампы.





- | | |
|---|---------------------------|
| Б1 – бункер; | МК – минеральная кислота; |
| ЛТ – резак; | СР – специальный раствор; |
| К1 – контейнер для цоколей; | П – пар; |
| К2 – контейнер для открытого стеклобоя; | К – конденсат; |
| Д1 – измельчитель; | СВ – сточная вода; |
| Е1 – емкость для раствора кислоты; | ТМ – тяжелые металлы; |
| Е2 – емкость для раствора тяжелых металлов; | |
| Е3 – емкость для специального раствора; | |
| Ф1 – фильтр; | |
| Т1 – теплообменник; | |
| Н1, Н5 – насос; | |

Рисунок 9.5 – Принципиальная схема утилизации отработанных ртуть-содержащих ламп дневного освещения



- Сб₁, Сб₂ – соответственно, сборник для пресной воды и соды;
 М₁, М₂ – электродвигатель;
 Е₁ – пропеллерная мешалка;
 Н₁, Н₂, Н₃, Н₄, Н₅ – насос;
 Р₁ – реактор-смеситель;
 Φ₁ – фильтр;
 ГХП – гальванно-химическое производство;
 К₁ – колонна для удаления мелкодисперсных примесей;
 В₁ – регулирующий вентиль;
 А₁, А₂ – адсорбер;

Рисунок 9.6 – Принципиальная схема очистки сточных вод от тяжелых металлов

В результате представленной технологии обработки отработанных люминесцентных ламп получают :

- * компоненты люминофорного слоя, которые после кондиционирования могут быть использованы при повторном производстве люминесцентных ламп;

- * безвредное стекло для повторного использования или безопасного захоронения;

- * металлические обезвреженные цоколи для повторного использования.

Таким образом, можно сделать выводы, что разработанная схема утилизации отработанных люминесцентных ламп отвечает требованиям ресурсосбережения, исключает и/или снижает масштабы разработки, добычи и производства опасных и токсичных компонентов люминофорного слоя. Проведенная оценка воздействия на окружающую среду показала, что предложенная технология неопасна для окружающей среды, биосферы и человека.

На основании научно-исследовательских разработок нами предложена принципиальная схема утилизации отработанных люминесцентных ламп для условий г. Нерюнгри, республика Саха-Якутия, РФ.

9.5. Судовые инсинераторы: назначение и целесообразность их использования.

Сжигание мусора и паро-газообразных отходов в инсинераторах: на судах, совершающих международные рейсы, разрешено использовать только инсинераторы, имеющие Свидетельство ММО об одобрении типа, периодически проводится

проверка судового инсинератора на соответствие. Инсинератор одобренного типа способен утилизировать методом сжигания твёрдые и жидкие отходы состава (% масс.): 50 – пищевые отходы, 50 – мусор, в том числе: 30 – бумага, 40 – картон, 10 – ветошь, 20 – пластмассы; жидкие отходы: 75 – нефтесодержащие осадки, 5 – отработанные смазочные масла, 20 – эмульгированная вода.

Если на судне не установлен инсинератор одобренного типа, запрещается сжигание на борту следующих веществ:

- очищенные нефтепродукты, содержащие галогенные соединения;
- мусор, содержащий соединения тяжёлых металлов;
- остатки груза и связанные с ним загрязнённые упаковочные материалы, в соответствии с Приложениями I, II, III Конвенции МАРПОЛ-73/78;
- полихлорированные бифенилы (ПХВ), что должно быть отражено в судовом Плане операций с мусором.

К недостаткам инсинераторов следует отнести: токсичность образующихся при сгорании золы и паров; низкие санитарные условия эксплуатации; использование ручного труда, связанного с загрузкой отходов, удалением золы и розжигом; несоответствие требованиям защиты от загрязнений атмосферы, действующие в некоторых странах и портах. При большом разнообразии типов и моделей серийные судовые инсинераторы предназначены для периодического режима работы.

Отсутствие четких критериев оценки характеристик инсинераторов привело к тому, что на судах установлены инсинераторы различных конструкций. Очевидно, что в большинстве случаев определяющими критериями выбора того или иного типа инсинератора являются его производительность и стоимость. Ниже представлена конструкция судового инсинератора (рис.9.7).



Рисунок 9.7 – Инсинератор судовой

Судовые инсинераторы предназначены для сжигания жидких и твёрдых отходов, образующихся на борту судна. Инсинераторы имеют широкий ассортимент моделей и модификаций с производительностью от 190000 ккал/час. до 1290000 ккал/час. Все

модели работают при высокой температуре, что позволяет достичь высокой мощности для сжигания отходов, в том числе и шлама, с содержанием воды 20% (в соответствии с IMO), и при этом имеют небольшие габаритные размеры. Инсинератор состоит из камеры сгорания с топочным устройством, шламовым оборудованием и электрической панели, собранных в единый агрегат, установленный на 4-х лапах или опорах, которые крепятся сваркой или болтами к палубе или фундаменту. Заслонка дымовых газов и вентилятор охлаждения поставляются как отдельные агрегаты для последующего монтажа в канале дымовых газов или газоходе. Технические показатели отдельных типов инсинераторов приведены в таблице 9.4

Таблица 9.4--Технические показатели инсинераторов.

Тип	Модель	Производительность, ккал/ч	Производительность по шламу, л/ч (шлам в соотв. с IMO, с содержанием воды 20%)	Производительность по твёрдым отходам (порционная загрузка), л/загрузку	Производительность по твёрдым отходам (непрерывная загрузка), кг/ч	Рабочая температура, °С	Общая потребляемая мощность, кВт	Габариты, мм (Д*Ш*В)	Вес, кг
OG120C	C	190000	29	200	-	850-1150	11	1033* 1445* 1836	1450
	CW		-	200	-		7	1013* 1445* 1834	1350
OG20	C**	400	53 (70**)	400	-		15	1350	3

		(77500 0**)						1902 * 2117	5
	C**		100 (120**)	400	135	27		2300 * 1902 * 1994	4 45 0
	CS W		-	400	150	27		2457 * 1902 * 2117	4 64 0
	CG SW		-	400 или 700	Auto	35		2937 * 1902 * 2167	4 80 0
	CF GS W		-	700 или 1100	135	55		4587 * 2869 * 2172	6 73 0
GS500 С увели ченна я произ води тельн ость	CIC S	800 000	105	400	-	31		2457 * 1902 * 2117	4 60 0
	CIC				-			2300 * 1902 * 1994	4 45 0
GS900 С	CX	1 177 300	162	600	-	45		2926 * 1807 * 2140	4 40 0
	CR SX				150			2926 * 1914	4 89 0

								*	2583	
GS100 0C	CX	1 290 000	171	600	-	45	2926 * 1807 * 2140	4 45 0	2926 * 1914 * 2583	4 95 0
	CR SX				150					

Примечание

** - с дополнительной подачей льяльных вод (л)

C – стандартная установка с автоматическим управлением

F – установка с автоматической подачей твёрдых отходов (воронка, измельчитель, шнековая подача)

I – установка с впрыском воды

IC – установка с увеличенной производительностью

G – установка с мешалкой для твёрдых отходов

S/RS – установка со "шлюзом" для твёрдых отходов

W – установка только для твёрдых отходов.

В основе работы судовых инсинераторов положен процесс высокотемпературного окисления органических токсических соединений, содержащихся в жидких и твердых судовых отходах. Цель судовых инсинераторов преобразовать токсические соединения в нейтральные – диоксид углерода и пары воды. Однако, в процессе высокотемпературного окисления наряду с процессами глубокого окисления протекают процессы неполного окисления, сопровождающиеся образованием более токсичных соединений, чем сжигаемые первоначально. В частности, образуются бенз (альфа) пирен, диоксины, высокоуглеродистые смолистые соединения, альдегиды, карбоновые кислоты. Помимо экологических недостатков инсинераторы имеют низкие экономические показа-

тели – затраты на судовое топливо, обслуживающий персонал, ремонт оборудования.

Поэтому назрел вопрос сравнить затраты на эксплуатацию судовых инсинераторов с получаемыми экономическими, экологическими результатами и сделать вывод о целесообразности эксплуатации судовых инсинераторов. В случае отрицательного результата предлагается фракционирование жидких и твердых отходов с последующей их утилизацией на стационарных береговых установках.

Вопросы для самоконтроля.

1. Автономность плавания судов по условиям экологической безопасности: сточные воды.

2. Автономность плавания судов по условиям экологической безопасности: твердые отходы.

3. Классификация твердых отходов, образующихся на судах.

4. Сбор и хранение твердых отходов, образующихся на судах.

5. Классификация методов нейтрализации и утилизации твердых отходов на судне:

✓ эксплуатационные;

✓ бытовые.

6. Каковы санитарные, экономические и экологические аспекты термического обезвреживания твердых отходов?

7. Что представляет собою утилизация, нейтрализация твердых отходов на судах?

8. Что такое судовые инсинераторы? Принципы работы. Назначение.

9. Причины образования судовых сточных вод. Характеристика.

10. Международные требования к степени очистки сточных вод, образующихся на судах.

11. Автономность плавания судов по условиям экологической безопасности по сточным водам. Определение.

12. Автономность плавания судов по условиям экологической безопасности по твердым отходам. Определение.

13. Дать определение понятия предельно-допустимой концентрации по вредным токсичным веществам, содержащихся в судовых сточных водах.

14. Что такое предельно-допустимый сброс вредных компонентов, содержащихся в сточных водах?

15. Основные способы очистки сточных вод на судне. Характеристика. Анализ.

16. Приложение IV Международной конвенции МАРПОЛ 73/78. Определение и требования.

17. Привести способы очистки сточных вод, образующихся на судах. Анализ. Характеристика.

1. MARPOL Consolidated edition 2011: Articles, Protocols, Annexes and Unified Interpretations of the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973 as modified by the 1978 and 1997 Protocols. – London: CPI Group, 2011. – 447 p. – ISBN 978-92-801-1532-1.

2. IMO – MODEL – COURSE 1.38 – MARINE ENVIRONMENTAL AWARENESS. LONDON : IMO , MEPC .—2010, 37 p.

3. Международный кодекс по управлению безопасной эксплуатацией судов и предотвращению загрязнения. МКУБ. С-Пб.:ЦНИИМФ. – 2010, 137 с.

4. Аладдин Н.В., Плотников И.С., Смуров А.О. Балластная вода – это требующая решения серьезная проблема. Материалы тезисов докладов Clean Baltic Sea Shipping Russian Seminar I, 17-18 октября 2012., Мальме, Троллеборг, Швеция

5. Леонов В.Е. Основы экологии и охрана окружающей среды: Монография. / В.Е.Леонов, В.Ф.Ходаковский, Л.Б.Куликова – Херсон: Видавництво Херсонського державного морського інституту, 2010. – 352 с.: рос. мовою.

6. Обеспечение безопасности плавания судов и предотвращение загрязнения окружающей среды: Монография / В.И. Дмитриев, В.Е. Леонов, П.Г.Химич и др – Херсон—С-Пб: Видавництво Херсонського державного морського інституту , 2012. – 397 с.: рос. мовою.

7. Обеспечение экологической безопасности судоходства. Монография. / Леонов В.Е., Соляков О.В., Химич П.Г.,

Ходаковский В.Ф. – Херсон –С-Пб: Видавництво Херсонського державного морського інституту, 2014. – 188 с.: рос. мовою.

8. Современные информационные технологии обеспечения безопасности судоходства и их комплексное использование. Монография / В.Е.Леонов, В.И Дмитриев., О.М.Безбах и др. – Херсон. – С-Пб: Видавництво Херсонського державного морського інституту. – 2014. – 324 с.: рос. мовою.

9. Основы обеспечения безопасности плавания судов и предотвращение загрязнения окружающей среды. Монография./[В.И Дмитриев, В.Е. Леонов., П.Г. Химич и др..] – М: МОРКНИГА. – 2014. – 407 с.

10. Леонов В.Є. Конспект лекцій з дисципліни «Єкологія та охорона навколишнього середовища» / В.Є Леонов. – Херсон: ВЦ ХДМА.—2012, 87 с.

11. Леонов В.Є. Конспект лекцій з дисципліни «Проблеми безпеки судноводіння та охорони навколишнього середовища». Магістри на базі ОКР «бакалавр», «спеціаліст»/ В.Є. Леонов.– Херсон: ВЦ ХДМА.—2012, 103 с.

12. Леонов В.Є.Конспект лекцій з дисципліни «Запобігання забрудненню морського середовища»./ В.Є. Леонов – Херсон: ВЦ ХДМА, 2011. – 74 с.

13. Леонов В.Є. Технологія очищення стічних вод з метою захисту гідросфери. Монографія. / В.Є Леонов, В.Г Шерстюк., А.П Бень. – Херсон: ПП Вишемирський В.С., 2008. – 175 с.

14. Леонов В.Е. Теоретические основы защиты окружающей среды: Учебное пособие. /В.Е. Леонов.-- Новосибирск: ИЦ НГАВТ, 2003. – 178 с.

15. Леонов В.Е. Технология очистки сточных вод: Учебное пособие./В.Е. Леонов. – Новосибирск: ИЦ НГАВТ, 2001, – 116 с.

16. Леонов В.Е. Экология: Учебное пособие./В.Е.Леонов – Новосибирск: ИЦ НГАВТ, 1999, – 133 с.

17. Леонов В.Е. Эффективная эколого-экономическая технология доставки природной пресной воды вместо балласта морским транспортом./ В.Е Леонов, А.Г Лошкарев. //Збірка наук. праць міжн. науково-практич. конф. МІНТТ – 2012. Херсон: ВЦ ХДМІ. 2012. – Том II. С. 169-171.

18. Леонов В.Е. Проблемы безопасного судовождения и охраны морской среды: балластные воды и их обработка. Современные проблемы гидробиологии. Перспективы, пути и методы решений./ В.Е. Леонов //Материалы III Международной научной конференции. Херсон: ПП Вишемирський В.С. 2012. – с. 16-22.

19. Леонов В.Є. «Спосіб знешкодження баластних вод». Патент України на корисну модель №85579./ В.Є Леонов., Я.В Єрмоленко 25.11.2013. Бюл. №22.

20. IMO – MODEL – COURSE 1.38 – MARINE INVIROMENTAL AWARENESS. LONDON : IMO , MEPC .—2010, 37 p.

21. Международный кодекс по управлению безопасной эксплуатацией судов и предотвращению загрязнения. МКУБ. С-Пб.:ЦНИИМФ. – 2010, 137 с.

22. Аладдин Н.В., Плотников И.С., Смуров А.О. Балластная вода – это требующая решения серьезная проблема. Материалы тезисов докладов Clean Baltic Sea Shipping Russian Seminar I, 17-18 октября 2012., Мальме, Троллеборг, Швеция

23. Леонов В.Е. Основы экологии и охрана окружающей среды: Монография. / В.Е.Леонов, В.Ф.Ходаковский, Л.Б.Куликова – Херсон: Издавництво Херсонського державного морського інституту, 2010. – 352 с.: рос. мовою.

24. Обеспечение безопасности плавания судов и предотвращение загрязнения окружающей среды: Монография / В.И. Дмитриев, В.Е. Леонов, П.Г.Химич и др – Херсон—С-Пб: Издавництво Херсонського державного морського інституту , 2012. – 397 с.: рос. мовою.

25. Обеспечение экологической безопасности судоходства. Монография. / Леонов В.Е., Соляков О.В., Химич П.Г., Ходаковский В.Ф. – Херсон –С-Пб: Издавництво Херсонського державного морського інституту , 2014. – 188 с.: рос. мовою.

26. Современные информационные технологии обеспечения безопасности судоходства и их комплексное использование. Монография / В.Е.Леонов, В.И Дмитриев., О.М.Безбах и др. – Херсон. – С-Пб: Издавництво Херсонського державного морського інституту. – 2014. – 324 с.: рос. мовою.

27. Основы обеспечения безопасности плавания судов и предотвращение загрязнения окружающей среды. Монография./[В.И Дмитриев, В.Е. Леонов., П.Г. Химич и др..] – М: МОРКНИГА. – 2014. – 407 с.

28. Леонов В.Є. Конспект лекцій з дисципліни «Єкологія та охорона навколишнього середовища» / В.Є Леонов. – Херсон: ВЦ ХДМА.—2012, 87 с.

29. Леонов В.Є. Конспект лекцій з дисципліни «Проблеми безпеки судноводіння та охорони навколишнього середовища». Магістри на базі ОКР «бакалавр», «спеціаліст»/ В.Є. Леонов.– Херсон: ВЦ ХДМА.—2012, 103 с.

30. Леонов В.Є. Конспект лекцій з дисципліни «Запобігання забрудненню морського середовища»./ В.Є. Леонов – Херсон: ВЦ ХДМА, 2011. – 74 с.

31. Леонов В.Є. Технологія очищення стічних вод з метою захисту гідросфери. Монографія. / В.Є Леонов, В.Г Шерстюк., А.П Бень. – Херсон: ПП Вишемирський В.С., 2008. – 175 с.

32. Леонов В.Е. Теоретические основы защиты окружающей среды: Учебное пособие. /В.Е. Леонов.-- Новосибирск: ИЦ НГАВТ, 2003. – 178 с.

33. Леонов В.Е. Технология очистки сточных вод: Учебное пособие./В.Е. Леонов. – Новосибирск: ИЦ НГАВТ, 2001, – 116 с.

34. Леонов В.Е. Экология: Учебное пособие./В.Е.Леонов – Новосибирск: ИЦ НГАВТ, 1999, – 133 с.

35. Леонов В.Е. Эффективная эколого-экономическая технология доставки природной пресной воды вместо балласта морским транспортом./ В.Е Леонов, А.Г Лошкарев. //Збірка наук. праць міжн. науково-практич. конф. MINTT – 2012. Херсон: ВЦ ХДМІ. 2012. – Том II. С. 169-171.

36. Леонов В.Е. Проблемы безопасного судовождения и охраны морской среды: балластные воды и их обработка. Современные проблемы гидробиологии. Перспективы, пути и методы решений./ В.Е. Леонов //Материалы III Международной научной конференции. Херсон: ПП Вишемирський В.С. 2012. – с. 16-22.

37. Леонов В.Є. «Спосіб знешкодження баластних вод». Патент України на корисну модель №85579./ В.Є Леонов., Я.В Єрмоленко 25.11.2013. Бюл. №22.

38. Леонов В.Е. Санитарная очистка отработавших газов судовых энергетических установок. /В.Е. Леонов. // Науковий Вісник ХДМІ. Науковий журнал. – Херсон: ВЦ ХДМА. 2014 – с.119-123.

39. Леонов В.Є.. «Спосіб знешкодження суднових баластних вод». Патент України на корисну модель №99354./ В.Є Леонов , Я.В. Єрмоленко. 25.05.2015. Бюл. №10.

40. Leonov V.Ye. Non-Hydrocarbon Energy—a Path Sustainable Development of Society. East European Scientific Journal: Warszawa, Polska.—2015, Vol. 1, № 2(2), p. 107—112.

41. Леонов В.Е. Ресурсосберегающая технология снижения эмиссии компонентов «парниковых» газов на морском транспорте. /В.Е. Леонов. //Сб. статей VI Межд. НП конф. «Актуальные проблемы науки XXI века». М.: USR --COGNITIO. –2016, Часть 3. с. 57-63.

42. Leonov V.Ye., Yermolenko Ya. V. Ballast Water in Shipping: Global Ecological Problem. Journal -- Sciences of Europe: Praha, Czech -- 2016, Vol. 1, №1(1), p. 80—88.

43. Леонов В.Є. «Утилізація парів вуглеводнів». Патент України на корисну модель № 20680./ В.Є Леонов, І.А Кареев, Г.А Рогожа , В.І Корсунський В.І. 15.02.2007. Бюл. №15.

44. Леонов В.Є. Патент на корисну модель «Спосіб сорбційного очищення гідросфери від нафтопродуктів». Патент України на корисну модель № 37417./ В.Є Леонов. 25.11.2008. Бюл.№17.

45. Леонов В.Є.Методичні рекомендації щодо виконання випускної роботи освітньо-кваліфікаційного рівня «магістр». / В.Є. Леонов, В.Ф. Ходаковський. – Херсон: Видавництво ХДМА, 2014. – 76 с.

46. Леонов В.Є.—Патент України №53121 на корисну модель «Пристрій для отримання інертного газу». /В.Є. Леонов ., А.П Бень. 27. 09. 2010. Бюл. №18.

47. Леонов В.Є.-- Патент України №32822 на корисну модель «Спосіб утилізації теплоти відпрацьованих газів суднових

энергетических установок». /В.С. Леонов., В.Г. Шерстюк, А.П. Бень . 26.05.2008. Бюл.№17.

48. Леонов В.Е. Очистка отработавших газов энергосиловых установок. / В.Е .Леонов В.Е., Н.В.Усова, А.П Данилов //Ж-л «Экотехнологии и ресурсосбережение», К.: Академперіодика. 2007, №1 , с. 77–79.

49. Леонов В.Е. Энергетическая стабильность стран Причерноморья./ В.Е. Леонов. //Материалы VI Международной Конф. «Стратегия качества в промышленности и образовании», Варна, Болгария : Технич. Университет – 2010, с. 308-311.

50. Леонов В.Е. Санитарная очистка отработавших газов судовых энергетических установок./ В.Е. Леонов. // Науковий Вісник ХДМІ.—2010, с. 119–123.

51. Леонов В.Е. Альтернативные топлива для судовых энергетических установок (СЭУ)/ В.Е. Леонов. // Збірка наук. Праць V Міжнародной н-п конф. MINTT. Херсон: ВЦ ХДМІ. – 2013, с.100–103.

52. Леонов В.Е. Пути повышения энергетической эффективности и экологической безопасности морских грузоперевозок./ В.Е Леонов., М.В Чепок, Р.А Дробитко. // XI Международная конференция: «Стратегия качества в промышленности и образовании». Болгария, Варна: Technical University. – 2015, Vol.2 , р. 87–93.

53. Технология синтетического метанола. Монография. // М.М. Караваев, В.Е. Леонов, И.Г. Попов, Е.Т. Шепелев. М.: Химия – 1984, 240 с.
54. Леонов В.Е. Перспективы использования ветросиловой энергии в Украине. / В.Е. Леонов. // VIII Международная конференция: «Стратегия качества в промышленности и образовании». Болгария, Варна: Technical University. – 2012, Vol.2, р. 92-95.
55. Пивоваров Л.А. Разработка плана управления энергоэффективностью судна (ПУЭЭС) для танкеров. / Л.А. Пивоваров. – // Науковий Вісник . – Херсон: ВЦ ХДМА. 2013. – 7-10 с.
56. MEPC 65/INF.17 IMO Model Course on Energy-Efficient Operation of Ships. – London: World Maritime University, 2013. – 61 p.
57. Ship Energy Efficiency Management Plan (SEEMP): SEEMP template for owners and operators. – London: Lloyd's Register, 2012. – 12 p.
58. Guidelines for voluntary use of the ship energy efficiency Operational indicator (EEOI). – London: IMO, 2009. – 75 p.
59. Пипченко А.Д. Теоретические аспекты судовождения / А.Д. Пипченко. – Одесса: ОНМА-- 2013. – 144 с.
60. Брюм А.И. Об оптимальном плане обработки группы морских судов. / А.И Брюм ., П.А Шварцман. // Сб. науч. тр. Одесса : ОНМА, 2010. – с. 322-328.

61. Бедрий Я.Л.. Основи екології та охорона навколишнього природного середовища: Навч. посібник./ Я.Л. Бедрий – Львів: Видавництво Національного Університету. 1999. – 238 с.

62. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища: Навч. посібник./ В.С. Джигирей . – К.: Т-во «Знання», КОО, 2000. – 203 с.

63. Новиков Ю.В. Экология, окружающая среда и человек: Учеб. пособие для вузов. /Новиков Ю.В / – М.: Агенство «Фаир», 1998. – 320 с.

64. Топалов В.П. Забезпечення безпечної експлуатації балкірів : Навч. посібник ./ В.П.Топалов , В.Г Торский Одеса: ОНМА.-- 2002. – 224 с.

65. Бездух М.О. Методика визначення ризиків та їх прийнятних рівнів для декларування об'єктів підвищеної небезпеки. /М.О. Бездух – К.: Основа, 2003. – 191 с.

66. Яким Р.С. Безпека життєдіяльності людини : Навчальний посібник. /Р.С. Яким – Львів: «Бескид Біт», 2005. – 304 с.

67. Леонов В.Є., Гацан В.А, Гацан О.А. Патент України на корисну модель №57831, «Спосіб видобутку вуглеводневих газів з твердих газогідратів в донних відкладах морів і океанів» від 10.03.2011, Опубл. 10.03.2011, Бюл. № 5

68. Леонов В.Є., Гацан В.А, Гацан О.А. Патент України на винахід №92422, «Плавучий комплекс для глибоководного видобутку сірководню із морської води і спосіб запуску плавучого комплексу» від 25.10.10.

69. Леонов В.Є. Патент України на корисну модель № 66509, “Спосіб переробки сірководню на паливо для суднових енергетичних установок” від 10.01.2012, Опубл. 10.01.2012, Бюл. № 1.

70. Zhmur V. N., Leonov V. Ye. The squat-effect and environmental problems at reduction ship's speed in shallow water and harmful emissions. Вестник Государственного Университета Морского и Речного Флота имени адмирала С. О. Макарова С-Пб. – 2014,. выпуск 4 (26)– с. 176-184.

71. Леонов В.Е., Лезин Д.Л. Технология получения озонобезопасного хладагента. Труды международного форума по проблемам науки, техники и образования. М: Академия наук о земле. 2004, с. 66 – 67.

72. Леонов В.Е., Чабан В.А. Охрана труда экипажа судна при выполнении штатного рейса. Науковий Вісник ХДМІ: Науковий журнал – Херсон: Видавництво ВНЗ «ХДМІ». 2011. – №2 (5), с.116-120.

73. Leonov V.. Ye., Yermolenko Ya. V. Research and Development Effective Methods of Cleaning and Disinfection of Ballast Water. American Scientific Journal. – 2016. №1(1), p. 44–50.

74. Леонов В.Є. Патент на корисну модель «Спосіб захисту повітряного басейну від сірчистих сполук» Патент України на корисну модель №100295 від 27.07.2015 Опубліковано 27.07.2015. Бюл. №14

ЛЕОНОВ
Валерий Евгеньевич



Доктор технических наук, профессор, действительный член Международной академии «Экоэнергетика», академик Академии наук технологической кибернетики Украины.

Профессор кафедры «Управление судном» Херсонской государственной морской академии. Автор 342 научно-технических публикаций, в том числе 25 учебников, учебных пособий, монографий, 65 патентов, авторских свидетельств, 45 выступлений на Международных конгрессах, симпозиумах, конференциях.

Является научным руководителем научной школы «Экотехнологии и ресурсосбережение». Под его руководством защищено 10 кандидатских диссертаций.

Область научных интересов – ресурсосберегающие технологии, охрана окружающей среды, утилизация теплоты отработанных газов судовых энергетических установок (СЭУ), разработка селективных катализаторов очистки отработанных газов СЭУ, сорбентов для поглощения нефти с морской поверхности, безопасность судоходства, профессиональная подготовка судоводителей.

В последнее время под его руководством проводятся научно-исследовательские работы по добыче глубинного сероводорода Чёрного моря и его переработке в экологически чистое топливо – водород, минеральные удобрения и продукты органического синтеза, получению теплоты и

электроэнергии. Новизна разрабатываемых процессов подтверждена патентами.

Является председателем Научного Совета Херсонской областной организации Всеукраинской экологической лиги.

Возглавляет секцию Научного Совета при Председателе Херсонского Областного Совета «Промышленность, альтернативные источники энергии и трансфер технологий».

ХОДАКОВСКИЙ
Алексей Владимирович



В 1999 году окончил ХГПУ по специальности «Физика и основы информатики и безопасности жизнедеятельности» (специалист). В 2003 году – Херсонский морской колледж по специальности «Судовождение» (бакалавр). В 2009 году – Херсонский государственный морской институт по специальности «Судовождение» (специалист).

В 2015 году защитил кандидатскую диссертацию «Модели и методы повышения эффективности системы управления технологией магнитной обработки топлива»

В 1998–2000 гг. работал инженером вычислительного центра Херсонского морского колледжа. В 2000–2003 занимал должность заместителя директора Херсонского морского тренажерного центра филиала ОМТЦ. 2003–2004 гг. работал в Херсонском морском колледже на должности заместителя начальника колледжа по учебно-производственной работе. 2004–2006 гг. – и.о. начальника Херсонского морского колледжа. В 2006–2007 гг. работал проректором по учебно-производственной работе в Херсонском государственном морском институте. В 2007–2008 гг. занимал должность начальника заочного отделения ХМК ХГМИ. В 2008–2013 работал начальником информационно-вычислительного центра Херсонского государственного морского института, затем – начальником информационно-вычислительного центра Херсонской государственной морской академии. С 03.01.2016 года – проректор ХГМА по учебно-воспитательной работе

С 2007 года и по сегодняшний день является доцентом кафедр Херсонского государственного морского института и Херсонской

государственной морской академии. Имеет 28 публикаций, из них 20 научного та 4 научно-методического характера, соавтор 4 монографий и 3 патентов.

У навчальному посібнику викладено основні положення Міжнародних нормативно-правових та законодавчих актів, вимоги ІМО Model Course 7.01, 7.03, 7.04, 1.38 при підготовці судноводіїв, суднових механіків і електромеханіків на рівні Експлуатації та Управління, спрямованих на захист морської, навколишнього середовища при експлуатації судів.

Охарактеризовані джерела забруднення навколишнього середовища при експлуатації суден, дана класифікація відходів, що утворюються.

Дана характеристика традиційних вуглеводневих енергетичних ресурсів Планети, їх запаси і вплив продуктів їх переробки на навколишнє середовище, глобальних екологічних проблем сучасного суспільства, як результат дії техногенних систем, судноплавства.

Запропоновано шляхи переходу техногенних систем, судноплавства на альтернативні джерела енергії, не вуглеводневого енергетику.

Описано чинники підвищеної небезпеки, ризик, модель впливу техногенних систем на деградацію навколишнього середовища.

Розглянуто питання інтенсифікації «парникового» ефекту, руйнування озонового шару Планети, сформульовані технічні пропозиції та практичні рекомендації щодо зниження і / або припинення цих негативних проблем.

У розділі «Захист повітряного басейну» наведені характеристика відходів, шляхи їх очищення, нейтралізації, утилізації теплоти відпрацьованих газів СЕУ, інженерні методи захисту повітряного басейну при експлуатації суден, принципи розробки Плану Управління Енергетичної Ефективності Судів.

Охарактеризовано методи запобігання забруднення морського середовища нафтою, нафтопродуктами, баластними водами, стічними водами, сміттям.

Навчальний посібник призначений для курсантів (студентів), аспірантів, фахівців, викладачів ВНЗ морського профілю, буде корисною для наукових і практичних працівників в області безпечного судноводіння, природоохоронної діяльності, захисту морського, навколишнього середовища.

Наукове видання

Леонов В. Є.

Екологія та охорона навколишнього середовища

Навчальний посібник

Відповідальний за випуск *Р. Є. Врублевський*
Технічний редактор *Т. О. Радул*,

Дизайнер обкладинки *О. С. Максимова*
Друк, фальцювальню-палітурні роботи *В. Г. Удов*

Формат 60x84/12 Папір офсетний.

Ум. друк. арк.

Підписано до друку року

Тираж /// прим.

Видавництво

Херсонська державна морська академія,
просп. Ушакова, 20, м. Херсон, 73000

Тел.: 49-20-20

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої
справи до Державного реєстру
ДК № 4319 від 10.05.2012