

СУМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи
УДК 658.588.004.162:620.193.2:504

Древаль Ольга Юрьевна

**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИ
ОБУСЛОВЛЕННЫХ КОРРОЗИОННЫХ ПОТЕРЬ**

Специальность 08.08.01 - экономика природопользования
и охраны окружающей среды

Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Научный руководитель
Телиженко Александр Михайлович
доктор экономических наук,
профессор

Сумы – 2005

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ		4
РАЗДЕЛ 1	ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КОРРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ	
1.1	Анализ масштабов коррозионных потерь.....	11
1.2	Оценка влияния уровня загрязнения окружающей среды на интенсивность коррозионных процессов.....	24
1.3	Место и роль коррозионного фактора в общей теории эколого-экономического ущерба.....	35
	Выводы по разделу.....	68
РАЗДЕЛ 2	НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОБУСЛОВЛЕННЫХ КОРРОЗИОННЫХ ПОТЕРЬ	
2.1	Методические подходы к выделению классификационных признаков и классификация коррозионных потерь.....	70
2.2	Совершенствование методических подходов к натуральной оценке экологически обусловленных коррозионных потерь элементов основных фондов.....	84
2.3	Научно-методические подходы к экономической оценке экологически обусловленных коррозионных потерь элементов основных фондов.....	92
	Выводы по разделу.....	113
РАЗДЕЛ 3	ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОЦЕНОК КОРРОЗИОННЫХ ПОТЕРЬ	
3.1	Учет показателей уровня загрязнения атмосферного воздуха в системе «износ – ремонт» основных фондов...	116

3.2	Оценка экономического ущерба от сверхнормативного износа основных фондов.....	124
3.3	Научно-методические подходы к компенсации экологически обусловленных коррозионных потерь.....	132
	Выводы по разделу.....	142
	ВЫВОДЫ.....	144
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	150
	ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	167
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	169
	ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	171
	ПРИЛОЖЕНИЕ Д.....	173
	ПРИЛОЖЕНИЕ Ж.....	174

ВВЕДЕНИЕ

По данным научных исследований доля эколого-экономического ущерба от коррозии основных производственных фондов в структуре пореципиентного ущерба промышленности составляет около 50%. Особенно эта проблема актуальна для предприятий основной химической промышленности. Сложность оценки коррозионных потерь заключается в том, что она лежит на стыке разных наук - экономики, экологии, химии. Учитывая, что наибольший экономический ущерб основным фондам наносится атмосферной коррозией, главное внимание должно отводиться исследованию экономических последствий от коррозии тех средств производства, которые находятся на открытых производственных площадках.

Обеспечение эффективного использования производственных фондов промышленных предприятий невозможно без определения экономической сущности коррозионных потерь, их натуральной и стоимостной оценки, усовершенствования нормативной базы по организации и материальному обеспечению ремонтных работ, оптимизации расходов, связанных с внедрением атмосфероохранных технологий и с ремонтом основных фондов.

Значительный вклад в исследование взаимосвязей между социально-экономическим развитием и экологическими процессами, формирование общей теории экономической эффективности функционирования сложных производственных систем, теории экономического убытка внесли украинские ученые О.Ф. Балацкий, Б.М. Данилишин, С. И. Дорогунцов, В.С. Мищенко, Л.Г. Мельник, Е.В. Мишенин, И.В. Недин, И.М. Синякевич, В.Г. Сахаев, В.М. Степанов, В.М. Трегобчук, А.М. Федорищева, С. К. Харичков, В.Я. Шевчук и др. Весомый вклад в развитие теории экономического убытка внесли зарубежные ученые К.Г. Гофман, А.О. Гусев, М.Н. Лукьянчиков, Г.О. Моткин, И. М. Потравный, Р. Коуз, А. Пигу, А. Эндрес, В. Леонтьев и др. Научные основы экономической оценки ущерба

основным средствам производства, в том числе и ущерба связанного с их коррозией, были сформированы в работах О.Ф. Балацького, А.И. Кот, Л.Г. Мельника, В.Л. Маяровского, А.Ю. Жулавского, Б.А. Семененко и др.

Актуальность темы. Научные исследования проблем экономической оценки экологически обусловленных коррозионных потерь не достаточно изучены и должны углубляться в направлении: усовершенствования классификации ущербообразующих факторов и потерь обусловленных коррозией; формирования механизма компенсации коррозионных потерь; усовершенствования научно-методических подходов к определению оптимальных сроков службы оборудования, зданий, и сооружений, которые функционируют в условиях загрязненной окружающей среды.

Актуальность перечисленных проблем, их практическое значение и недостаточное теоретическое исследование, обусловили главную цель и задачи диссертационной работы.

Связь работы с научными программами, планами, темами. Тематика диссертационного исследования входит в государственные, отраслевые и региональные научные программы и темы. Диссертационная работа выполнена в соответствии с приоритетными направлениями развития науки и техники (Закон Украины “Об основах государственной политики в сфере науки и научно-технической деятельности”, Постановление Верховной Рады Украины № 2105-ХІІ от 16.10.1992 г., Постановление Кабинета Министров Украины от 22.06.1994 г.), в частности в соответствии с концепцией приоритетных направлений развития науки и техники: пункт 1 - охрана окружающей среды; тематики научно-исследовательских работ Сумского государственного университета, среди которых: “Теоретические и методические основы экономической оценки ресурсного потенциала территории”, (№ гос. регестр. 0100U003225), где автором были систематизированы теоретические подходы к оценке производственного потенциала, а также усовершенствованы методы определения воспроизведенной стоимости основных фондов; “Эколого-экономические

ограничения развития теплоэнергетического комплекса Украины”, (№ гос. регистр. 0103U000764), где автором предложены научно-методические подходы к оценке атмосфероохранных затрат.

Цель и задачи исследования. Цель диссертационной работы заключается в разработке теоретических и научно-методических подходов к экономической оценке экологически обусловленных коррозионных потерь, как основы принятия управленческих решений относительно повышения эффективности использования основных средств производства.

Соответственно цели диссертационной работы были поставлены такие основные задачи:

- анализ масштабов потерь, обусловленных коррозией основных производственных фондов и исследование методов количественной и качественной оценки коррозионных потерь;

- определение экономической сущности процессов коррозии основных фондов промышленных предприятий и разработки научно-методических подходов к стоимостной оценке коррозионных потерь;

- определение взаимосвязи между коррозионным износом основных производственных фондов, уровнем загрязнения атмосферного воздуха и метео-климатическими условиями;

- усовершенствование научно-методических подходов к оценке натуральных коррозионных потерь как основы экономической оценки потерь от коррозии основных производственных фондов;

- формирование механизма компенсации экологически обусловленных коррозионных потерь на основе оптимизации перераспределения капитальных и текущих расходов.

Объектом исследования являются принципы, методы и инструменты экономической оценки экологически обусловленных коррозионных потерь основных фондов на предприятиях химической промышленности.

Предмет исследования – экономические отношения, которые возникают в процессе учета экологически обусловленных коррозионных потерь в системе финансово-экономической деятельности.

Методы исследования. Теоретической основой диссертационного исследования есть фундаментальные положения экономической теории эффективности, принципы современной теории предельной полезности, общей теории экономического убытка, рационального природопользования и охраны окружающей среды, теории функционирования сложных производственных систем, принципов системного подхода, экономико-математическое моделирование и прогнозирование.

При проведении диссертационного исследования были использованы:

- методы системно-структурного и сравнительного анализов – при классификации и группировании задач исследования, при определении экономической сущности коррозионных потерь, при исследовании потерь ресурсов с продуктами коррозии и вторичного загрязнения окружающей среды, при проведении классификации коррозионных потерь по признакам;

- методы формально-логического анализа – при исследовании взаимосвязи между уровнем загрязнения атмосферного воздуха и интенсивностью коррозии основных фондов;

- экономико-статистические методы – при установлении зависимости атмосфероохранных расходов и коррозии основных фондов от степени подавления выбросов загрязняющих веществ, определение динамики капитальных расходов на предупреждение коррозионных потерь и сокращение текущих расходов на ремонт основных фондов;

- методы моделирования и прогнозирование – при выявлении взаимосвязи между уровнем концентрации вредных веществ и уровнем натуральных коррозионных потерь.

Информационную базу исследования составили: нормативные акты Верховной Рады и Кабинета Министров Украины, Министерства охраны окружающей среды Украины, Министерства промышленной политики

Украины, Государственного комитета Украины по вопросам статистики, научные работы ведущих отечественных и зарубежных ученых в области экономики природопользования и охраны окружающей среды, статистические материалы, собранные непосредственно автором.

Научная новизна полученных результатов заключается в том, что в диссертационной работе усовершенствованы теоретические и научно-методические подходы к оценке экологически обусловленных коррозионных потерь основных производственных фондов, выделена коррозионная составляющая эколого-экономического ущерба и предложены методы его прогнозирования.

Научная новизна полученных результатов заключается в следующем:

впервые:

- определена экономическая сущность понятия “экологически обусловленные коррозионные потери”, как частичную или полную потерю стоимости и потребительской стоимости основных средств производства вследствие их физического, морального и функционального износа и упущенной выгоды от их недоамортизации;

усовершенствовано:

- научно-методические подходы к определению натуральных показателей эколого-экономических ущербов от коррозии основных производственных фондов на основе конкретизации факторов влияния, состояния и восприятия;

- принципы и методы стоимостной оценки эколого-экономического ущерба от коррозии основных производственных фондов, которые базируются на определении прямых и косвенных коррозионных потерь, учете их взаимозависимости и обусловленности;

- теоретические и методические подходы к определению компенсационной составляющей эколого-экономического ущерба от коррозии, на основе оптимизации соотношения атмосфероохранных расходов и расходов на ремонт основных производственных фондов;

получили дальнейшее развитие:

- классификационные признаки и классификация экологически обусловленных коррозионных потерь на основе выделения реципиентной структуры, источников формирования, форм и результатов проявления, определения степени опасности.

Практическое значение полученных результатов заключается в том, что основные положения, изложенные в диссертации, доведено до уровня методических разработок и практических рекомендаций. Они предназначены для использования в практике экономической оценки коррозионных потерь основных средств производства.

Методические положения в части экономической оценки коррозионных потерь сооружений, эстакад, оборудования, которое находится на открытых производственных площадках, были использованы на ОАО „Сумыхимпром”, при обосновании нормативов расходов на текущие и капитальные ремонты основных производственных фондов и определены их оптимальные сроки эксплуатации (справка ОАО „Сумыхимпром” №12754 от 07.12.2005 г.).

Практические рекомендации были использованы в ОАО „Укрхимпроект” при усовершенствовании: принципов и методов технико-экономического обоснования проектных решений; методов разработки раздела проекта „Охрана окружающей среды”; нормативной базы определения нужд в антикоррозионных материалах (справка от 21.11.2005 г.).

Результаты диссертационного исследования введены в учебный процесс в Сумском государственном университете (акт внедрения от 19.09.2005 г.) и были использованы при разработке учебно-методических материалов для обеспечения дисциплин „Управление природоохранной деятельностью”, „Организация, планирование и управление предприятием”, “Планирование деятельности предприятия”.

Личный внос соискателя. Диссертационная работа является самостоятельно выполненной научной работой, в которой изложен авторский подход к усовершенствованию теоретических и разработки научно-

методических положений, экономической оценки коррозионных потерь обусловленных сверхнормативным загрязнением атмосферного воздуха. Научные положения, выводы и рекомендации которые выносятся на защиту, получены автором самостоятельно. Из научных работ опубликованных в соавторстве, в диссертационной работе использованы лишь те идеи и положения, которые предложены автором лично.

Апробация результатов диссертации. Научные и практические положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на профильных научных, научно-практических конференциях и семинарах: первой - пятой ежегодной Всеукраинской научной конференции “Экологический менеджмент в общей системе управления” (Сумы, 2001-2005 гг.); Международной научно-практической конференции "Дни науки 2005" (Днепропетровск, 2005 г.); XI Международной студенческой конференции "Экономика для экологии" (Сумы, 2005 г.); III Международной научно-практической конференции “Экология. Энергосбережение. Экономика” (Сумы, 2005 г.)

Публикации. По результатам диссертационного исследования опубликовано 11 научных работ общим объемом 1,95 п. л., из которых лично автору принадлежит 1,7 п. л., в том числе 5 статей в научных специализированных изданиях (из них 1 – в соавторстве), 6 публикаций в материалах конференций.

РАЗДЕЛ 1

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КОРРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

1.1 Анализ масштабов коррозионных потерь

Огромный ущерб экономике страны наносит коррозия (металлов). В связи с многоаспектностью проблемы оценки потерь от коррозии, и по количеству факторов, которые нужно принимать во внимание, данную проблему относят к глобальным. Сложность оценки коррозионных потерь так же заключается в том, что она лежит на стыке разных наук – экономики, экологии, химии.

Разрушение различных материалов под влиянием внешней среды принято называть коррозией [57, с. 12]. Коррозия (от позднелат. *corrosio* – разъедание) – самопроизвольное разрушение твердых тел, вызванное химическими и электрохимическими процессами, развивающимися на поверхности тела при его взаимодействии с внешней средой [139, с. 633]. Коррозионному разрушению кроме металла подвержены также бетон, строительный камень, дерево, стекло и другие материалы. Но потери от коррозии металлов самые значительные. Трудность предотвращения коррозии в том, что разрушение металлов под влиянием фактора среды – естественный термодинамически выгодный процесс, направленный на сохранение равновесия в природе.

Металлофонд нашей планеты в виде машин, оборудования и сооружений составляет шесть миллиардов тонн. При этом создание его основной части приходится на экстенсивное развитие промышленного производства в последние полвека. И это всего лишь 30% от произведенного за три тысячелетия металла. Остальной металл исчез из обращения, причем основной причиной были процессы коррозии [78, с. 18].

Стремительный рост потребления минерально-сырьевых ресурсов произошел с 1950-х годов, в том числе добыча железной руды увеличилась в 3 раза. Если рассмотреть по периодам, то мировая добыча железной руды соответствовала: в период с 1901 – 1920 гг. – 2,9 млрд. т, 1921 – 1940 гг. – 3,3 млрд. т, 1941 – 1960 гг. – 5,9 млрд. т, 1961 – 1980 гг. – 14,5 млрд. т. [147,с. 107]. Всего было добыто 26,6 млрд. т железной руды, что составляет 12,43 % от мировых запасов (213,97 млрд. т) [95,с. 58].

Ежегодно мировая промышленность в целях удовлетворения материальных потребностей общества извлекает из недр земли 10–11 млрд. т. топлива, руды и других необходимых веществ. Конечная продукция составляет примерно 2 млрд. т. Таким образом, ежегодные отходы, загрязняющие окружающую среду, составляют 8–9 млрд. т. Анализ последствий вызванных этими отходами показывает, что те же самые вредные вещества, которые опасно влияют на экологическое равновесие в природе вызывают коррозию металлов [122].

Согласно [74] в 1962 г. амортизационный лом, включающий и вышедшие из строя вследствие коррозии металлические конструкции, составил в СССР 16,3 млн.т, или примерно 1/5 годового производства стали (см. рис. 1.1).

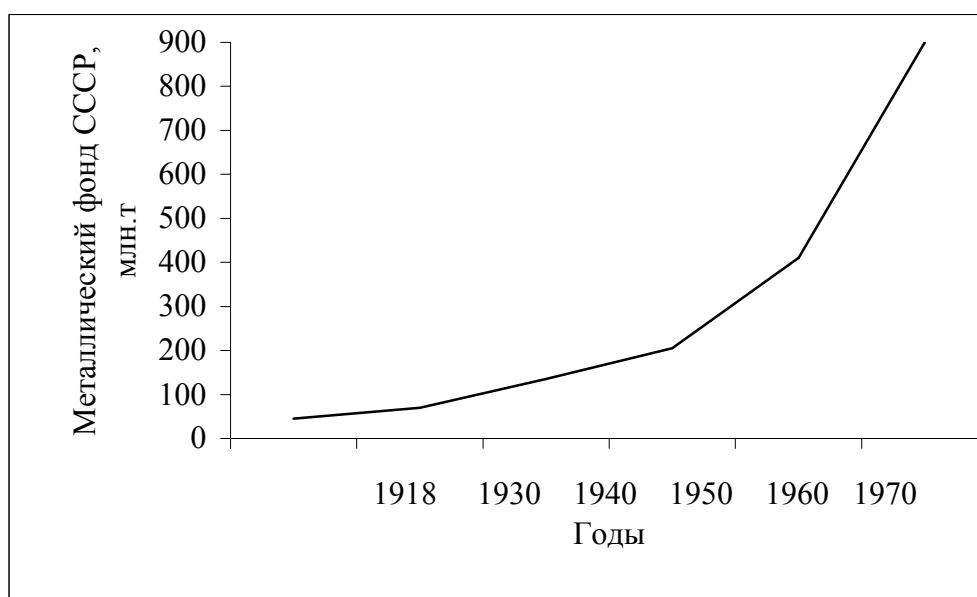


Рис. 1.1. Динамика роста металлического фонда СССР [74, с. 9].

Безвозвратные потери металла от коррозии в виде продуктов коррозии в 1962 г. в СССР составили 1,6 млн. т., т.е. 8% от начальной массы металла. Таким образом, значительная часть производственной мощности металлургической промышленности шла на компенсацию коррозионных потерь металла. В 1965 г. ежегодные потери из-за коррозии металлов в СССР оценивались примерно в 2,5 млрд. руб., при чем не учитывались стоимость ремонтных работ и потери, связанные с простоем производства. В связи с непрерывно увеличивающимся металлическим фондом, находящимся в эксплуатации (рис. 1), усложнением условий эксплуатации металлических конструкций общие потери от коррозии металлов имеют тенденцию год от года возрастать [74, с. 9-10].

Исследование коррозионных потерь проводятся в ведущих странах мира, в различных направлениях. По данным на 1991 год потери от коррозии в автомобильной промышленности США составляют 20 млрд. долларов, Германии – 2 млрд. марок, Великобритании – 250 млн. фунтов стерлингов, СССР – 2,5 млрд. рублей (примерно 1,5 млрд. долларов).

Подсчитано, что применение соли для борьбы с обледенением дорог и мостов приводит к прямым коррозионным потерям на сумму около 2 млрд. долларов в год в связи с коррозией автомобильных двигателей, а так же днища транспортного средства и около 0,5 млн. долларов в год на дополнительный ремонт дорог и мостов.

Железнодорожный транспорт является одной из наиболее металлоемких отраслей, с количеством металла вложенного в его основные средства превышающим 150 млн. тонн. И это в основном углеродистые и низколегированные стали, для которых темп обновления составляет в среднем 3,3% в год. 80% металла это подвижной состав, контактная сеть и т.п., а 20% – сооружения из железобетона. Несмотря на принимаемые меры противокоррозионной защиты железнодорожной техники, коррозионные повреждения являются одной из основных причин капитальных ремонтов вагонов и снятия их с эксплуатации. Так кузова пассажирских вагонов

проходят заводской ремонт связанный со вскрытием пола и нижнего пояса боковины для замены металла и возобновления защитного покрытия один раз в пять лет при нормативном сроке службы – 28 лет. Через десять лет площадь вскрываемой поверхности возрастает, а через 20 лет следует производить вскрытие пола и нижнего пояса боковины по всей длине вагона. Стоимость такого ремонта сопоставима со стоимостью вагона.

Среди наиболее быстро повреждаемых сооружений можно выделить мосты и путепроводы; подземные переходы и переходы над железнодорожными путями; дорожные покрытия, коммунальные тоннели и каналы, коллекторы сточных вод, проходные тоннели с линиями электроснабжения, связи, сетями холодного и горячего водоснабжения, каналы трубопроводов горячей воды и пара; подземные сооружения типа подвалов; фундаментные сооружения и т.п. В подавляющем большинстве случаев основными причинами повреждений являются коррозионные процессы, развивающиеся в результате неблагоприятного воздействия окружающей среды. Так, большинство путепроводов и мостов города, дорожных покрытий разрушаются от применения противогололедных реагентов, выделения в атмосферу окислов азота, сернистого и других газов, выбрасываемых двигателями автотранспорта, промышленными предприятиями, от размораживания бетона. Ежегодные аварийные обрушения коммунальных тоннелей, особенно коллекторов сточных вод, происходят в первую очередь в результате газовой коррозии металлических и железобетонных элементов.

По данным натуральных обследований, анализа проектных материалов и экспертной оценки специалистов, агрессивному воздействию подвергаются от 15 до 75% строительных конструкций зданий и сооружений не только промышленных и сельскохозяйственных, энергетических и транспортных объектов, но и жилых и общественных зданий.

При обследовании Нью-Йорка были выявлены потери от разрушения материалов, зданий и оборудования в расчете на 1 жителя в сумме 16

долларов, Чикаго – 20, Милуоки – 17, Индианаполиса – 14 долларов. Каждый год на дополнительный ремонт зданий, восстановление металлических конструкций и изделий расходуется в Чикаго 50 млн. долларов, Питсбурге – 10, Кливленде – 6 млн. долларов. Расходы 20 универсальных магазинов 12 городов составляют 20–50 тыс. долларов, 10 больниц – 4-20, 30 гостиниц – 9-25, 35 госучреждений – 11-35 тыс. долларов в год в расчете на каждый объект [13, с. 50].

Лабораторией экономики Сумского филиала Харьковского политехнического института были собраны данные по количеству покрасок автобусов в ряде городов Украины. Так, в Волынской обл. покраска машин производится 1 раз в 3 года, транспортные средства общественного пользования в Сумах красятся 1 раз в 2 года, в Мариуполе, Макеевке и ряде других городов Донбасса 2 раза в год [13, с. 50].

Фасады дворцов, музеев, памятников выполненные из кирпича, камня, мрамора также находятся под воздействием коррозии, которой подвергаются не только металлические элементы сооружений [163, с. 62].

Экспертами посчитаны затраты необходимые для восстановления таких архитектурных сооружений и памятников как статуя Свободы (США) – 200 млн. долл., статуя Д. Микеланджело – 500 тыс. долл., золотая статуя Мальчика в Канаде (г. Виннипег) – 6 млн. долл., статуи острова Пасхи – 10 млн. долл., Эйфелева башня – 200 млн. фунтов (при чем каждые 7 лет на покраску израсходуется 50-60 тонн краски) [186]. Необходимо учесть еще тот факт, что перечисленные объекты являться национальной достопримечательностью и приносят доход в туристическом бизнесе.

В сельском хозяйстве России ежегодные потери металла от коррозии и износа оцениваются в 2 млн. тонн. При этом четверть этого металла теряется безвозвратно. В стоимостном выражении это 4% всех выделяемых по бюджету финансовых средств для аграрно-промышленного комплекса. Еще больший ущерб вызывает коррозионно-механический износ, коррозионная усталость деталей и сопряжений машин, работающих в коррозионных

средах, к которым могут быть отнесены многие виды удобрений и химикатов. Из 6 трлн. рублей израсходованных на ремонт сельхозтехники в 1995 году одна четверть составила затраты на ремонт подверженных коррозии узлов и деталей машин. Показатели готовности парка не поднимаются выше 70%, при этом неисправные машины, как правило, хранятся в открытой атмосфере и подвергаются усиленной коррозии. Годовой ущерб от коррозии и нарушении правил хранения сельхозтехники составляет около 2 трлн. рублей в ценах 1995 года.

Весьма актуальны вопросы защиты от коррозии для нефтяной, нефтегазодобывающей, перерабатывающей и транспортирующей отраслей, вследствие металлоемкости резервуаров хранения нефтепродуктов и прочих сооружений, наличие здесь агрессивных сред и жестких условий эксплуатации металлоконструкций. Убытки, вызываемые коррозионными разрушениями резервуаров, составляли для Минтопэнерго бывшего СССР несколько сотен миллиардов долларов и около 50 тыс. т черных металлов в год. Анализ причин отказов нефтегазовых сооружений свидетельствует о преобладающем влиянии коррозионного фактора. Например, для трубопроводных систем коррозия является причиной аварийности в 25-50% случаев.

По информационным источникам GreenPeace, в России аварии на нефтепроводах происходят, в основном, по причине износа труб (более 1/3 нефтепроводов имеют возраст более 30 лет), из-за внутренней коррозии (внутрипромысловые нефтепроводы) и из-за внешней коррозии (магистральные нефтепроводы).

Затраты на возмещение коррозионных потерь в военной технике, коммунальном хозяйстве исчисляются миллиардами долларов в год.

Технический прогресс во многих отраслях промышленности тормозится из-за ряда нерешенных проблем борьбы с коррозией. Это является наиболее актуальным в промышленно развитых странах с большим металлофондом (особенно в последние годы) в связи с все более широким

использованием в промышленности не только высокопрочных материалов, но и особо агрессивных сред, высоких температур и давлений. При росте производства металла с 600 млн. т. в 1980 г. до 780 млн. т. в 2010 г. (прогноз) ежегодно 30% машин и конструкций выходят из строя, в том числе 10% составляют безвозвратные потери. В этих условиях значительно возрос удельный вес потерь, вызываемых коррозией.

Исследования коррозионных потерь проводятся в ведущих странах мира. Экономические убытки от коррозии металлов огромны. В целом, по оценкам специалистов различных стран, эти потери в промышленно развитых странах составляют от 1,5 до 5,2% валового внутреннего продукта (см. табл. 1.1). При этом потери металла, включающие массу вышедших из строя металлических конструкций, изделий, оборудования, составляют от 10 до 20% годового производства стали.

Таблица 1.1

Ежегодные коррозионные потери [180,181,182,183,184,185]

Страна	Суммарные ежегодные коррозионные потери	Доля потерь в ВВП	Год
США	5,5 млрд. долл.	2,1	1949
Великобритания	1,365 млрд. фунтов стерлингов	3,5	1970
Япония	9,2 млрд. долл.	1,8	1974
США	70 млрд. долл.	4,2	1975
Австралия	2 млрд. долл.	1,5	1982
Кувейт	1 млрд. долл.	5,2	1987
Западная Германия	6 млрд. долл.	3,0	1967
Финляндия	54 млн. долл.	-	1965
Индия	320 млн. долл.	-	1960

В 1949 г. в США по методу *H.H. Uhlig* общие коррозионные потери определили как сумму затрат на материалы, которые подверглись коррозии, и затраты на противокоррозионную защиту. При этом общие коррозионные потери были разделены на: потери предприятий (прямые) и те потери, которые несут пользователи, т.е. конечные потребители (косвенные). К прямым потерям при данном подходе отнесли затраты на: покраску, защитные покрытия, коррозионно-устойчивые материалы, ремонт и замену нагревателей и очистителей воды, ремонт и замену подземных трубопроводов. К косвенным потерям отнесли: затраты на замену нагревателей воды, ремонт автомобильных запчастей и двигателей и т.д. Общие коррозионные затраты США были оценены как 5,5 млрд. долл. [183].

В Великобритании в 1970 г. Комитетом по коррозионной защите во главе с *T.P. Hoar* были рассмотрены только прямые коррозионные потери, которые несут предприятия различных отраслей. Информация была собрана путем интервьюирования экспертов, которые работали в соответствующих компаниях и занимались проблемами коррозии. По методу *T.P. Hoar* общие коррозионные потери делились на две части: коррозионные потери, которые можно избежать, если использовать противокоррозионные методы защиты и непреодолимые коррозионные потери, которые при существующей технологии предотвратить невозможно. При этом преодолимые коррозионные потери оценивались в пределах 10–40% общих издержек. Коррозионные потери Великобритании в 1970 г. составили 1,365 млрд. фунтов стерлингов. Сектора экономики, которые понесли самые большие коррозионные потери, по отчету *T.P. Hoar* это – строительство (18%), судостроение (21%) и транспорт (26%) [184].

В 1974 г. в Японии для определения коррозионных потерь использовались *Uhlig* и *Hoar* методы. По первому методу коррозионные потери составили 2,551 млрд. йен, а по второму методу 1,043 млрд. йен. Это различие объяснили сложностью сбора информации по различным отраслям. Затраты на покраску и защитные покрытия, по этим расчетам,

составляют 63% общих коррозионных потерь (метод *Uhlig*). По отраслям коррозионные потери составили: машиностроение – 42%, транспорт – 19%, строительство – 17%, химическая промышленность – 15%, энергетика – 6%, металлургия – 3% от общих коррозионных потерь страны [185].

В 1978 г. в США для оценки общих коррозионных потерь использовалась модель «затраты – выпуск» Леонтьева (input/output). Эта модель количественно определяет экономическое воздействие коррозии на основные ресурсы (материалы, энергию, труд). Модель «затраты – выпуск» способна определить прямой коррозионный эффект индивидуальным хозяйствам и различным секторам экономики. Данный механизм предполагает разделение экономики на 130 индустриальных секторов (отраслей промышленности). Взаимосвязь секторов можно представить в виде таблицы или баланса. Используя данную модель, например, можно определить, сколько должен затратить каждый из секторов, чтобы увеличить выпуск краски на сумму 1млн. долл. для защиты от коррозии. В основе данной матрицы положено разделение совокупного продукта на две части: конечный и промежуточный продукт; вся экономика представлена в виде совокупности отраслей, при этом каждая отрасль фигурирует в балансе как производящая и как потребляющая. Например, в колонке «Металлургия» для производства стали на 1 долл. требуется 0,15 долл. угля, 0,1 долл. железной руды и т.д. В строке рассматривается же сталь как продукт, который потребляется другими отраслями – 0,13 долл. потребляется автомобильной промышленностью и т.д. Общие коррозионные потери в США были оценены в размере 70 млрд. долл., при чем потери равные 15% или 10 млрд. долл. Считались преодолимыми [181].

Модель «затраты – выпуск» впоследствии использовалась для оценки коррозионных потерь в Австралии в 1983 г. и в Кувейте в 1995 г. Исследования показали, что ежегодные потери, связанные с коррозией для Австралии – 2 млрд. долл., для Кувейта – 1 млрд. долл. [180,182].

В 1997 году в США ежегодные коррозионные затраты химической промышленности, для 11021 предприятий, с численностью работающих около 655 тыс человек и объемом производства в размере 287,9 млрд. дол. были оценены в пределах от 604 – 1807 млн. дол. В год [179]. При чем данная оценка проводилась на основе общих годовых капитальных затрат, определялась сумма материальных затрат, в диапазоне от 20 до 40% от капитальных затрат, а затем в данной же пропорции (20 –40%) находились коррозионные затраты от общих материальных затрат (см. Приложение А).

В 1950-х годах коррозионные издержки в нашей стране оценивались как 1% от валового национального дохода, в 1970-х вышло не менее 4%, в стоимостном выражении ежегодные потери от коррозии оценивались в 13 - 15 млрд. руб. [88, с. 189] В наше время, если бы не нарушились технологические циклы восстановления в промышленности, этот процент мог бы оказаться около 10%.

Предотвращение коррозионных потерь может решить сразу ряд задач, которые можно отнести к экономическим, экологическим, социальным, ресурсным в т.ч. и энергетическим (см. табл. 1.2).

Такая систематизация разрешает определить экономическую сущность понятия „экологически обусловленные коррозионные потери” и очертить направления усовершенствования научно-методических подходов к оценкам натуральных и стоимостных показателей эколого-экономического ущерба промышленности, обусловленного коррозией основных производственных фондов.

Экономический эффект от предотвращения коррозионных потерь – это главная движущая сила. Экономический эффект в первую очередь заключается в уменьшении материальных затрат. Это – уменьшение эксплуатационных расходов, увеличение срока службы основных фондов промышленных предприятий, уменьшение числа ремонтов, уменьшение простоев оборудования в связи с заменой прокорродированных деталей, предупреждение загрязнения готовой продукции и ее недовыработки и др.

При чем экономический эффект от уменьшения косвенных коррозионных потерь подсчитать гораздо труднее (даже по приблизительным оценкам они превышают прямые).

Таблица 1.2

Эффекты от предотвращения коррозионных потерь основных средств производства

Эффект	Сущность эффекта
Экономический эффект	Уменьшение материальных потерь связанных с коррозией
Экологический эффект	Предотвращение аварий и техногенных катастроф, которые связаны с разрушением оборудования в связи с коррозией, а также загрязнение окружающей среды продуктами коррозии
Ресурсный эффект	Уменьшение продуктов коррозии, как безвозвратно потерянного металла, который является ограниченным и невозпроизводимым ресурсом, дополнительных расходов металла на строительство промышленных объектов, сооружений, оборудования с необоснованными допусками на коррозию
Энергетический эффект	Уменьшение потерь энергии для дополнительного производства металла и переплавки металлолома, в результате коррозии
Социальный эффект	Уменьшение затрат непроизводительного труда, уменьшение несчастных случаев, связанных с коррозией, которые приводят к потере здоровья или гибели людей.

Так, например, замена прокорродировавшей трубы нефтеперегонной установки стоит несколько сотен долларов, но невыработка продукции за время простоя может принести убыток до 20 000 долларов в час. Замена поврежденного коррозией котла или конденсатора на крупной электростанции мощностью 300 МВт может привести к невыработке электроэнергии на 60 000 долларов в день. Общая стоимость невыработки

электроэнергии и тепла из-за коррозионных простоев составляет десятки миллионов долларов в год [161, с. 18].

Экологический эффект предполагает предотвращение загрязнения окружающей среды в результате коррозионных аварий. Оборудование, сооружения, емкости для хранения опасных химических или токсичных веществ могут разрушаться с катастрофическими последствиями. Особенно это необходимо учитывать при разработке оборудования для энергетических объектов, ТЭС, АЭС и систем погребения радиоактивных отходов. Кроме того сами продукты коррозии являются загрязняющими веществами, которые катастрофически накапливаются.

В работе [102, с. 196] представлена укрупненная оценка экономического ущерба разных видов экодеструктивной деятельности по стадиям производства и потребления металлопродукции (в %, всего 100%): геологоразведка – 2%, добыча руд – 20%, металлургическая обработка сырья – 50%, обработка металлов с получением конечной металлопродукции – 5%, использование металлопродукции в отраслях народного хозяйства – 1%, использование металлов в сфере потребления – 2%. Удельный выброс агрессивных веществ при производстве дополнительной тонны стали равен: пыль – 6–10 кг/т, окись углерода – 0,5–2,0 кг/т, сернистый газ – 0,5–1,0 кг/т, окислы азота – 1–2 кг/т, что в приведенном выражении соответствует 7,83–14,32 усл.т/1 тыс. т стали. Подсчитано, что ущербоемкость 1 т стали составляет от 5,0 до 19,0 дол. США [102, с. 198].

Ресурсный эффект связан с сохранением металлического фонда. Мировые ресурсы металла ограничены. Если рассмотреть жизненный цикл металла, то коррозионные потери будут заключаться в потери металла как невозобновляемого, ограниченного ресурса в виде продуктов коррозии (см. рис. 1.2). Помимо глобального ресурсного эффекта необходимо акцентировать внимание на применении в проектировании и строительстве промышленных объектов научно–обоснованных допусков на коррозию.

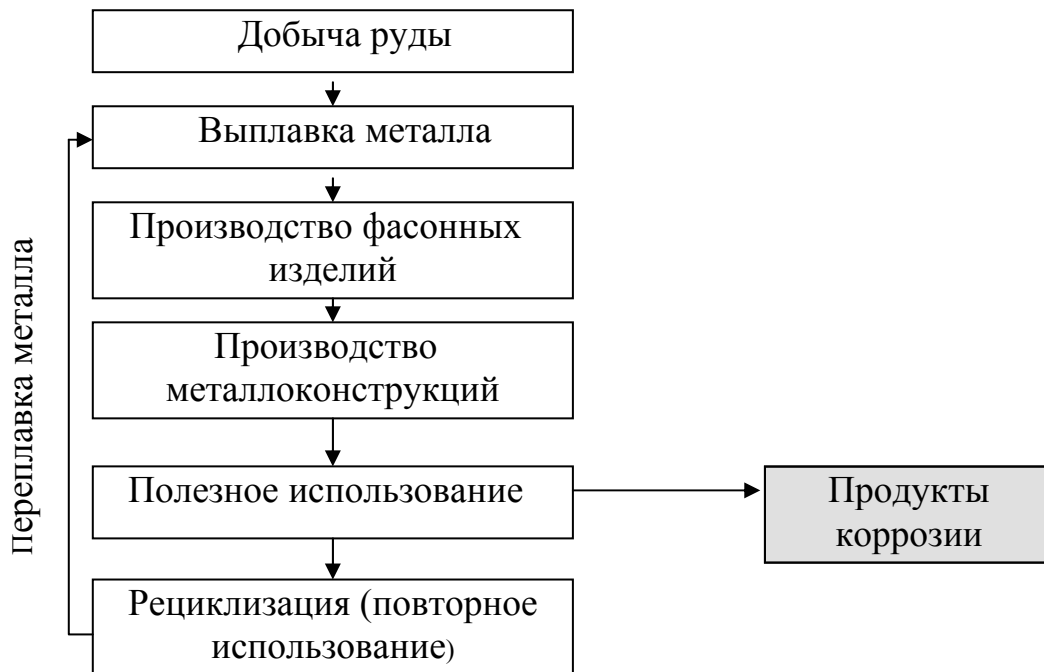


Рис. 1.2. Жизненный цикл металла

Энергетический эффект является разновидностью ресурсного. Коррозийные потери металла т.е. продукты коррозии составляют 1/3 выплавленного металла, а для замены прокорродированных деталей необходимо интенсифицировать весь процесс производства металлоконструкций, который приводит к дополнительным расходам энергии.

Социальный эффект заключается в уменьшении непроизводительного труда, который затрачивается на проектирование и реконструкцию металлического оборудования, которое пострадало от коррозии и мог быть направлен на решение других общественно полезных задач. Так же к социальному эффекту можно отнести обеспечение безопасности эксплуатации для людей обслуживающих технологический процесс. Возможность внезапного обрушения любой конструкции, в том числе и по причине коррозионного износа должна исключаться.

1.2 Оценка влияния уровня загрязнения окружающей среды на интенсивность коррозионных процессов

При функционировании промышленных предприятий в условиях повышенного уровня загрязненности атмосферного воздуха вредными выбросами происходит ускорение коррозии строительных конструкций.

Атмосферная коррозия – наиболее распространенный вид разрушения материалов в конструкциях. Происходит она при воздействии на металлы, бетон, железобетон и другие материалы влажной атмосферы и усиливается при наличии в воздухе агрессивных паров, газов и пыли [57, с. 7].

О влиянии характера атмосферы на коррозию металлов можно судить по следующему примеру: провода связи в сельской местности служат 50–60 лет, а в районах промышленных предприятий (металлургических и химических заводов, электростанций и др.) – 4–5 лет (см. табл. 1.3).

Таблица 1.3

Зависимость скорости изменения толщины цинкового покрытия от типа атмосферы [17, с. 52]

Тип атмосферы	Скорость изменения толщины цинкового покрытия, мкм/год
Сельская	2,2
Городская	3,5
Промышленная	11,4
Морская	8,7

Атмосфера промышленного города значительно отличается от сельской. В городах выпадает ежегодно на 5 – 10 % больше осадков, в 5 – 10 раз увеличивается содержание пыли и газов. Все это способствует ускорению коррозии строительных конструкций. Потери металла составляют: в Москве – 241, Звенигороде – 140, Билибине – 5 г/м² в год. В условиях

сильноагрессивной атмосферы химических предприятий потери достигают 4000 – 5000 г/м² в год [171, с. 153].

Главным показателем, определяющим степень агрессивности среды, является влажностное состояние материала конструкций. В сухой атмосфере ни один из агрессивных газов не вызывает коррозии строительных материалов. Даже емкости для хлора (одного из наиболее агрессивных газов) выполняют из углеродистой стали без дополнительной защиты [13, с. 53].

Определенное влияние оказывает климатическая зона, в которой расположен промышленный объект. Общая продолжительность времени нахождения влажностной пленки на поверхности конструкции определяется как суммарная продолжительность различных атмосферных факторов: дождя, тумана, росы, высыхания поверхности металла после выпадения осадков, оттепелей в зимний период.

Конструкции под навесом изолированы от контакта с атмосферными осадками, однако действие туманов, росы, оттепелей остается. Внутри неотапливаемых зданий в результате экранирования стенами и кровлей влияние атмосферы будет несколько уменьшено. Для отапливаемых зданий температурно-влажностной режим зависит в основном от характера технологического режима помещения, так как поддерживается он искусственным путем за счет отопления или теплоизбытков. Продолжительность увлажнения всеми видами атмосферных осадков наибольшая для открытых конструкций зданий и сооружений: эстакад, этажеров, площадок вокруг технологического оборудования, наружных поверхностей газгольдеров, резервуаров и т.д. Для отапливаемых зданий увлажнение зависит, главным образом, от микроклимата помещений. В особых условиях находятся наружные ограждающие конструкции отапливаемых зданий в связи с тем, что они изолируют два различных по своим параметрам режима: наружную атмосферу и атмосферу помещения [171, с. 16].

Необходимо указать еще на один важный момент: на химических заводах эксплуатируются многочисленные сооружения являющиеся источниками повышенной влажности окружающего воздуха (создается искусственный микроклимат). металлоконструкции, расположенные в зоне влияния таких сооружений, подвергаются интенсивной атмосферной коррозии (см. рис. 1.3.).

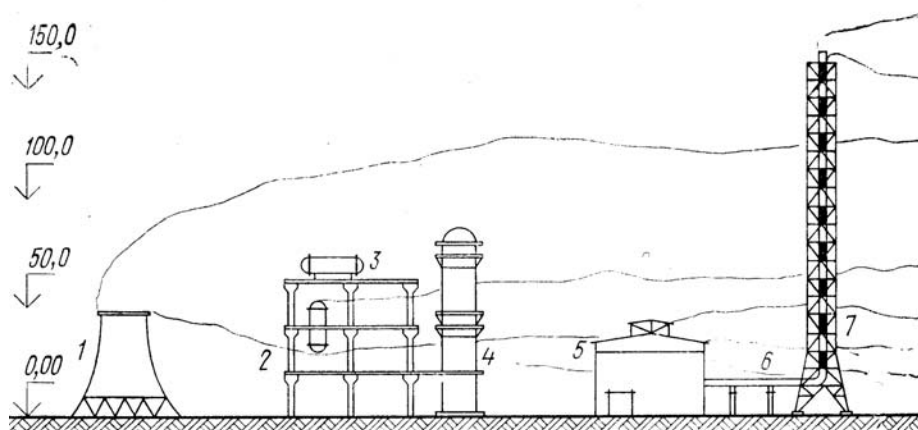


Рис. 1.3. Источники выделений в атмосферу агрессивных продуктов и влаги, характерные для химических предприятий

1 – градирня; 2 – открытая этажерка; 3 – технологическое оборудование; 4 – аппарат колонного типа; 5 – промышленное здание; 6 – газоотход; 7 – вытяжная газоотводящая труба [171,с. 154]

Агрессивные компоненты в атмосфере и их концентрация. Химические предприятия выделяют в атмосферу разнообразные продукты, которые имеют более 100 наименований. Если в чистом воздухе содержится в основном (по объему) кислород – 21, азот– 78. Углекислый газ – 0,02 – 0,04%, то в атмосфере цехов могут присутствовать такие газы, как хлор, хлористый водород, сернистый ангидрид, фтор, различные аэрозоли [171, с. 19].

Среды, под воздействием которых происходит коррозия материалов, приводящая к преждевременному износу или разрушению конструкций и частей зданий, называются агрессивными. Степень агрессивного воздействия газовых сред определяется их видом, концентрацией газов, температурой и

относительной влажностью воздуха. С повышением активности газов повышается степень агрессивности среды. В сухой газовой среде и при низких температурах процессы коррозии, как правило замедляются, а во влажной газовой среде резко возрастают.

Наибольшую коррозионную опасность представляет сернистый (SO_2) и серный ангидрид (SO_3) – постоянные спутники сернокислотных производств, металлургических предприятий и ТЭЦ. Наиболее активен SO_3 (особенно при безветренной погоде), тем устойчивее идет образование агрессивных туманов [171, с. 20; 163, с. 58].

Сернистый газ является одним из наиболее распространенных в атмосфере промышленных площадок. При растворении он образует сернистую кислоту, которая малоустойчива и распадается. В воздухе под действием кислорода SO_2 может переходить в SO_3 . При солнечном освещении процесс ускоряется. Чистый и влажный воздух даже при относительной влажности 100% весьма слабо действует на железо и медь, а при наличии в атмосфере всего 0,01% SO_2 скорость коррозии возрастает в 100 раз [13, с. 53].

Целый ряд изделий из неорганических и органических материалов подвергается разрушительному воздействию кислотообразующих газов. К ним относятся не только машины и другие технические изделия, а также строения и произведения искусства. Ускоряющееся разрушение подобных объектов требует больших затрат на обеспечение их сохранности. Строения с известковой кладкой разрушаются естественным путем под действием дождей. Если имеет место подкисление осадков кислыми продуктами антропогенного происхождения, процессы разрушения значительно ускоряются. Известным примером быстро прогрессирующего разрушения строений, в которых использовались известковая кладка, являются Кёльнский собор и Ульмский собор. Из-за присутствия в пыли сульфатов и других солей, обладающих гигроскопическими свойствами, на поверхности камней образуется влажный налет кислотного характера, что непрерывно

разрушает материал. Такие памятники зодчества, как, например, Акрополь в Афинах, многие здания в Риме, Венеции и других городах с ростом загрязненности воздуха в течении нескольких последних десятилетий получили значительно большие повреждения, чем за предыдущее время.

Кислотные осадки могут разрушать древние оконные стекла. Старинное стекло из-за повышенного содержания оксидов щелочных и щелочноземельных металлов более подвержено действию кислот, чем современное. При сравнении старинных церковных стекол, которые в начале этого столетия были помещены в музеи, с теми, которые оставались на своем прежнем месте, видно, что за последние десятилетия неблагоприятные атмосферные воздействия на эти объекты вызвали значительно большие разрушения, чем за предшествующие 900 лет [163, с. 63].

Для защиты старинных стекол, имеющих большую историческую ценность, с обеих сторон или хотя бы с одной внешней стороны устанавливают кислотостойкие стеклянные покрытия, предохраняющие оконное стекло от воздействия внешнего воздуха.

Оксиды азота при обычных условиях довольно устойчивы и лишь при непосредственном соединении с кислородом воздуха переходят в NO_2 . При адсорбции NO_2 парами воды образуется азотистая и азотная кислота. Применительно к атмосферным воздействиям, когда концентрации невелики, оксиды азота не влияют существенным образом на коррозионные процессы. Сероводород (H_2S) является неустойчивым газом, под действием кислорода может превращаться в SO_2 . Хлор (Cl_2) при соединении с влагой воздуха образует хлорную воду, обладающую окислительным действием, а также хлористый водород (HCl). Хлористый водород является одним из наиболее коррозионно-опасных газов. Ввиду высокой активности он энергично адсорбируется влагой воздуха и способен выпадать на конструкции в виде конденсата – растворов соляной кислоты. Газовая среда с хлористым водородом сильно агрессивна к бетону. Этот газ энергично реагирует с основными компонентами цементного камня, превращая бетон в аморфную

массу. Развитие коррозии арматуры зависит от состояния бетона и активизируется с увеличением пористости бетона и степени его разрушения под действием агрессивных сред. Образующиеся в результате реакции с сернистым ангидридом сернокислые соли кальция разрушают структуру бетона.

По степени агрессивности воздействия на строительные конструкции предприятия различных отраслей промышленности можно подразделить на пять групп: 1) химия и цветная металлургия; 2) черная металлургия; 3) предприятия строй индустрии; 4) стальные конструкции эксплуатируемые на открытом воздухе; 5) машиностроение.

В неблагоприятных условиях эксплуатации находятся строительные конструкции зданий агломерационных фабрик, так как технологические операции в их производственных помещениях сопровождаются выделением большого количества влаги, пыли, сернистого и углекислого газов. Эти здания требуют частого ремонта, а следовательно, расхода больших средств.

Установлено, что здания с размещенными в них производствами, которые выделяют агрессивные вещества, разрушаются в 5-6 раз быстрее, чем в обычных условиях. Межремонтные сроки службы оцинкованных крыш сокращаются в 6-7 раз. В некоторых случаях, затраты на восстановление зданий в течение 3-5 лет достигают первоначальной стоимости строительства [168, с. 3]. Интенсивно разрушаются под воздействием агрессивной среды конструкции цехов титаномагниевого производства, где срок службы даже самых устойчивых материалов сокращается в 2-3 раза против нормального.

Выбросы сернокислотных цехов – H_2SO_4 , SO_2 , SO_3 , NO_2 – представляют серьезную опасность для железных конструкций, вызывая интенсивную коррозию. Так, на одном из химических заводов металлические вентиляционные воздуховоды, предназначенные для отсоса из цеха производственных газов, были разрушены этими же газами через 2 месяца после начала эксплуатации.

Одной из проблем, требующих решения в условиях производства фосфорных удобрений, является выбор эффективной системы естественного освещения, так как обычное силикатное стекло разрушается четырехфтористым кремнием особенно быстро при повышенных значениях относительной влажности воздуха.

Опыт эксплуатации ограждающих конструкций из стали, железобетона, асбоцемента на предприятиях черной металлургии показывает, что срок их службы между капитальными ремонтами в ряде случаев недопустимо низок и составляет 3–5 лет, а полная или частичная замена отдельных элементов этих конструкций происходит каждые 8 – 10 лет.

Существенную роль на металлургических предприятиях играет агрессивная по отношению к металлу газовлажностная общезаводская и внутрицеховая среда с большим количеством в атмосфере и внутри зданий пылевидных выносов. Поэтому и наиболее интенсивному воздействию коррозии подвергаются элементы, форма сечений которых способствует отложению пыли.

Исследования стальных кровель металлургических цехов показывают, что металлические кровли из волнистой стали выводятся из строя коррозией уже в первые 2–3 года.

Анализируя вышеизложенное, приходим к выводу, что на коррозию основных фондов наибольшее влияние оказывают сернистый газ (SO_2) и ионы хлора (Cl). Поэтому в дальнейшем будем рассматривать только эти вещества как агрессивные компоненты в атмосфере.

В обычных условиях фоновая концентрация агрессивных газов является незначительной. Однако, в условиях действующих предприятий имеются отдельные зоны, где при аварийных выбросах их содержание может значительно превышать предельно допустимую концентрацию (ПДК). Наиболее часто это происходит над зданиями и сооружениями, в которых вытяжка воздуха осуществляется через дефлекторы, аэрационные фонари или низкие вентиляционные выбросы над кровлей. Выделяющиеся вредные

продукты попадают в зону аэродинамической тени, в которой создают повышенные концентрации (рис. 1.4.)

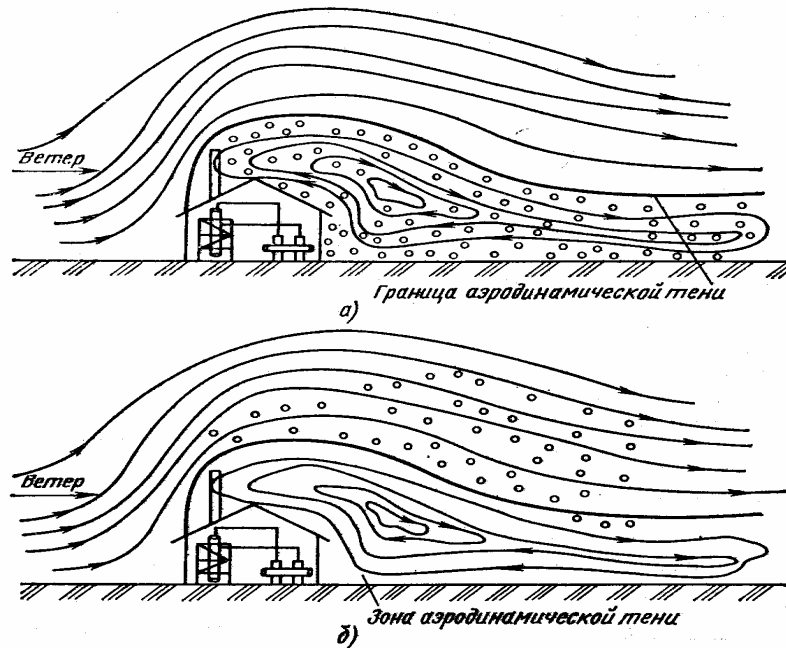


Рис. 1.4. Распространение агрессивных газов при выбросах воздуха: а – в пределах зоны аэродинамической тени; б – выше зоны аэродинамической тени [78].

Агрессивные газы и пыль, выделяющиеся при работе предприятий, создают над ними своеобразные облака, проходя через которые, атмосферные осадки превращаются в жидкие среды, близкие по составу к растворам кислот.

Газы и влага не являются единственными компонентами атмосферы, оказывающими коррозионное воздействие. В воздухе постоянно присутствуют также частицы твердых веществ. Их источниками являются процессы выветривания горных пород, выделения при сгорании различных типов топлива, а также пыль твердых технологических продуктов: минеральных удобрений, поваренной соли и др. При попадании в атмосферу значительная часть пыли длительное время находится во взвешенном состоянии. Мелкие частицы являются теми центрами, с которых начинается конденсация влаги из воздуха – так называемые “ядра концентрации”.

Поднятые турбулентными потоками воздуха твердые частицы “плавают” в атмосфере. На высоте 1000 м над крупными промышленными объектами количество ядер концентрации может составлять несколько миллионов в 1 м^3 . В сельской местности – около 10000. Твердые частицы, находящиеся во взвешенном состоянии, постепенно оседают на горизонтальные элементы или как бы прилипают к вертикальным поверхностям. Происходит это под действием сил адгезии (взаимодействие частиц с твердой поверхностью) и аутогезии (взаимодействие частиц между собой). Таким образом, твердые частицы являются с одной стороны, “ядрами концентрации” и способствуют образованию на поверхности конструкции капиллярной влаги, а с другой стороны, увеличение влажности способствует возрастанию сил адгезии и соответственно количества частиц, оседающих на поверхности строительных конструкций. Наибольшую коррозионную опасность представляют частицы, обладающие высокой гигроскопичностью, при растворении которых образуются агрессивные жидкие среды [171, с. 22; 163, с. 18-22].

Нередко химические заводы расположены на территории металлургических или горно-металлургических предприятий, где ежегодно выпадает около 1000 т пыли на 1 км^2 , а агрессивные воздействия настолько велики, что для их оценки на наиболее крупных объектах проводятся специальные исследования [171, стр. 154].

Однако, существуют определенные трудности в определении взаимосвязи потерь от коррозии и вредными выбросами предприятий, так как концентрация агрессивных веществ над территорией обследуемого предприятия образуется не только своими выбросами, но и выбросами соседних предприятий, других отраслей хозяйствования, а так же естественных выбросов самой природы (см. табл. 1.4, 1.5). Если проанализировать таблицу 1.4 мы можем определить, что наибольшая доля антропогенных примесей в общем объеме поступлений соответствует SO_2 – это 88,2 %. Однако возникновение твердых частиц объясняется

естественными выбросами, когда их антропогенная доля составляет всего лишь 21,2%.

Таблица 1.4

Количество ежегодно выбрасываемых в атмосферу вредных веществ [163, стр. 45]

Вещество	Выбросы, млн.т.		Доля антропогенных примесей от общих поступлений, %
	естественные	антропогенные	
CO_2	600000	Около 22000	3,5
Твердые частицы	3700	1000	21,2
CO	3800	500	11,6
Углеводороды	2600	90	3,3
NH_3	1200	7	0,08
NO_x	700	53	7
SO_2	20	150	88,2
N_2O	145	4	2,7

Таблица 1.5

Загрязнение атмосферы и их источники [125, с. 43]

Загрязнения	Основные источники		Среднегодовая концентрация в воздухе мг/м ³
	естественные	антропогенные	
1	2	3	4
Твердые частицы (зола, пыль и др.)	Вулканические извержения, пылевые бури, лесные пожары и пр.	Сжигание топлива в промышленных и бытовых установках, промышленность строительных материалов	В городах 0,04-0,4
SO_2	Вулканические извержения, окисление серы и сульфатов, рассеянных в море	То же	В городах до 1,0
NO_x	Лесные пожары	Промышленность, автотранспорт, теплоэлектростанции	В районах с развитой промышленностью до 0,2
CO	Лесные пожары, выделение океанов, окисление терпенов	Автотранспорт, дожигание отходов, испарение нефтепродуктов, холодильная техника	В городах от 1,0 до 50,0

Продолж. табл. 1.5

1	2	3	4
Летучие углеводороды, галогеноуглероды	Лесные пожары, природный метан, природные терпены	Автотранспорт, промышленные энергоустановки, черная металлургия	В районах с развитой промышленностью до 3,0
CO_2	Вулканические извержения, распад органических соединений	При полном окислении углеродосодержащего топлива, разрушение слоя гумуса в почве, вырубка лесов	

В табл. 1.6 представлены данные атмосферных выбросов от стационарных источников по секторам экономики Украины. При чем, исходя из предшествующего анализа о загрязнении атмосферы и негативного воздействия на основные фонды, наибольшие коррозионные потери должны наблюдаться на предприятиях в секторе производства электроэнергии, газа и перерабатывающем секторе, так как в данных отраслях наблюдаются самые значительные выбросы SO_2 и пыли.

Таблица 1.6

Атмосферные выбросы от стационарных источников по основным секторам национальной экономики Украины, тыс. т в год [102, с. 47]

Сектор национальной экономики	Ингредиенты					Всего выбросов	Доля, %
	пыль	SO_2	NO_x	CH_x	CO		
Все сектора национальной экономики	749	1023	333	427	1279	4156	100
Сельское и лесное хозяйство	3	2	1	1	4	11	<1
Горнодобывающая промышленность	91	66	15	314	258	1047	25
Переработка	225	189	100	65	890	1488	36
Производство электроэнергии, газа, водообеспечения	386	718	188	2	79	1376	33
Строительство	8	15	5	11	7	47	1
Другие виды экономической деятельности	36	33	25	34	41	188	>4

1.3 Место и роль коррозионного фактора в общей теории эколого-экономического ущерба

В общем виде эколого-экономический ущерб представляет собой общественно необходимые издержки, возникающие в результате экодеструктивного воздействия [102, с. 165]. Эколого-экономический ущерб трактуется большинством авторов [4,12,25,35,53,102,119,165] как совокупность понесенных потерь выраженных в стоимостной форме и дополнительных затрат на компенсацию понесенных потерь.

Анализ существующих методических подходов к оценке экологического ущерба позволяет выделить два подхода к определению величины ущерба: прямой счет и косвенная оценка.

Основная особенность прямого счета заключается в том, что величина экономического ущерба определяется непосредственно для конкретного объекта исследования путем калькулирования различных составляющих потерь, выраженных в стоимостной форме, на основе объективных методов их выявления. Прямой счет на практике реализуется тремя методами: контрольных районов, аналитических зависимостей и комбинированным.

Метод контрольных районов основан на сопоставлении показателей состояния реципиентов в загрязненной зоне с соответствующими показателями контрольного (условно чистого) района. В основу метода заложена гипотеза, согласно которой показатели состояния реципиентов, непосредственно влияющие на величину экономического ущерба, в исследуемом и контрольном районах при прочих равных условиях зависят от уровня загрязнения окружающей среды. Выбор контрольного района осуществляется таким образом, чтобы показатели состояния реципиентов, не относящиеся к загрязнению, были равными или близкими по значению с аналогичными показателями в исследуемом районе. Тогда в общем виде величина экономического ущерба от загрязнения атмосферы рассчитывается:

$$Y = \sum_{i=1}^m P_i \cdot N_i \cdot (F_i - F_{ki}), \quad (1.1)$$

где P_i – показатель, служащий для перевода величины натуральных потерь в стоимостном выражении;

N_i – численность реципиентов i -го вида, подверженных непосредственному воздействию загрязнителей;

F_i – численное значение единичного показателя состояния i -го реципиента в исследуемом (загрязненном) районе;

F_{ki} – то же в контрольном (условно чистом) районе;

n – количество видов реципиентов.

Теоретическому обоснованию метода контрольных районов применительно к загрязнению воздушного бассейна посвящены работы [34,35,12]. Здесь подробно описаны принципы подбора контрольного района, сбора информации, последовательности расчета и выделения доли ущерба, приходящейся на конкретное предприятие. Детальная иллюстрация прикладных аспектов оценки экономического ущерба от загрязнения атмосферы методом контрольных районов представлена в отчете [13].

Пореципиентная оценка экономического ущерба от загрязнения атмосферы по некоторым городам Украины с доминирующей химической промышленностью согласно [84] представлена в таблице 1.7.

Метод аналитических зависимостей основан на статистической обработке фактических данных о влиянии различных факторных признаков (включая факторы загрязнения атмосферы) на изучаемый показатель состояния реципиента. Полученные таким образом уравнения регрессии характеризуют закон изменения исследуемого ущербобразующего признака в зависимости от значения факторов, определяющих его величину (включая уровень загрязнения). Исследования по оценке экономического ущерба методом аналитических моделей представлены в публикациях [35,12,13].

Следует отметить, что по сравнению с методом контрольных районов, метод аналитических зависимостей на практике используется значительно реже.

Таблица 1.7

Пореципиентный состав ущерба от загрязнения атмосферы (1999 г)

(тыс. дол. США/год) [84, с. 104]

Населенный пункт	Реципиенты					Суммарный ущерб
	Население	Жилищно-коммунальное хозяйство	Сельское хозяйство	Лесное хозяйство	Основные фонды	
Лисичанск	1045,6	254	254,5	28,4	817	2399,5
Северодонецк	224,3	64,5	52	6,3	205,5	552,8
Сумы	424,9	159,3	120	21,2	513,5	1238,9
Ровно	270,6	113,8	61,9	31,3	217,7	695,3
Черкассы	1492,7	381,3	494,3	39,5	963,1	3371,1
Горловка	2730,8	409,5	506,1	15,6	1246,3	4908,3

Комбинированный метод основан на сочетании методов контрольных районов и аналитических зависимостей. Это наиболее точный и объективный метод количественной оценки экономического ущерба, поскольку выбрать два совершенно одинаковых района, отличающихся только уровнем загрязнения атмосферы, практически невозможно, для сравнения может быть использован условно чистый район, имеющий сходные с исследуемой территорией показатели состояния реципиентов. Учитывая, что зависимость между факторами влияния и факторами состояния, как правило, носит нелинейный характер, привести их к виду, достаточному для оценки ущерба, можно посредством регрессионно-корреляционного анализа.

Исключив таким образом влияние факторов, не относящихся к загрязнению, определяется величина натуральных потерь вследствие загрязнения окружающей среды и стоимостная оценка ущерба. В практике эколого-экономических расчетов комбинированный метод используется

крайне редко в связи с недостаточной разработанностью природоохранного моделирования и отсутствием репрезентативных аналитических зависимостей, характеризующих влияние ущербобразующих факторов на величину натуральных или стоимостных потерь.

Не трудно заметить, что характерной особенностью методов прямого счета является двухэтапная схема определения ущерба. На первом этапе рассчитывается величина натуральных потерь или негативных изменений. После этого натуральный ущерб переводится в стоимостное выражение. Вторая отличительная особенность прямого счета заключается в интегральной оценке экономического ущерба в целом по группе загрязняемых территорий, что не позволяет непосредственно выделить долю ущерба, причиняемого выбросами конкретного предприятия. Для решения этой задачи необходимы специальные методы исследования видовой структуры экономического ущерба, которые позволяют определить вклад каждого предприятия или точечного источника, а также конкретного вредного вещества, в суммарный экономический ущерб [165].

В настоящее время в сфере природопользования, в основном, используются методы косвенной (эмпирической) оценки экономического ущерба. Они основаны на перенесении на частный исследуемый объект общих закономерностей взаимодействия ущербобразующих факторов, которые определяют негативные изменения в окружающей среде под действием загрязнения. Другими словами, косвенная оценка экономического ущерба предполагает использование системы нормативных показателей, фиксирующих зависимость негативных последствий загрязнения от основных ущербобразующих факторов. В качестве таковых обычно используются показатели удельного экономического ущерба в расчете на единичную численность реципиентов при фиксированном уровне загрязнения, единицу выброса вредных веществ, единицу концентрации примесей, которые рассчитываются на базе методов прямого счета.

В таблице 1.8 приведены некоторые наиболее распространенные в практических расчетах показатели удельного экономического ущерба от загрязнения атмосферы.

Таблица 1.8

Показатели удельного экономического ущерба от загрязнения атмосферы в расчете на единицу выброса, руб./усл. тонну [13]

Реципиент	Удельный ущерб
Население, на 1 тыс. чел.	0,68
Жилищно-коммунальное хозяйство, на 1 тыс. чел.	0,27
Сельское хозяйство, на 1 тыс. га	5,3
Лесное хозяйство, на 1 тыс. га	2,1
Основные фонды промышленности, на 1 млн. руб.	0,15
Трудовые ресурсы, на 1 тыс. чел. промпersonала	2,5
Особо охраняемые территории, на 1 тыс. га	200

Практика показывает, что наиболее удобными в применении являются показатели удельного ущерба в расчете на единицу валовых выбросов и единицу концентрации вредных веществ. Все разработанные в настоящее время методики косвенной оценки ущерба, в основном, построены на одном из указанных принципов. Следует учитывать, что в зависимости от конкретных условий поставленной задачи, требуемой точности расчета, наличия исходной информации формулы для оценки ущерба по валовым выбросам или приземным концентрациям могут иметь определенные специфические отличия. Однако во всех случаях основные принципы расчета остаются неизменными. Так, согласно [155], расчетную формулу для определения ущерба по методу "валовых выбросов" в общем виде можно записать:

$$Y_i = \sum_{z=1}^k M_{iz} \sum_{j=1}^n Y_{ijz} \cdot R_{ijz} , \quad (1.2)$$

где Y_{ijz} – удельный экономический ущерб от единичного выброса i -го загрязнителя на z -м предприятии, причиняемый единичной численности j -го реципиента, грн.;

R_{ijz} – количество единиц j -го реципиента в зоне загрязнения i -й примесью, выбрасываемой на z -м предприятии, усл.ед.;

M_{iz} – масса выброса i -го вредного вещества на z -м предприятии.

Расчетный принцип оценки комплексного ущерба по методу "приземных концентраций" выражается формулой:

$$Y_i = \sum_{z=1}^k \sum_{j=1}^n \sum_{t=1}^n Y_{ijz} \cdot R_{ijz}, \quad (1.3)$$

где Y_{jtz} – удельный экономический ущерб, причиняемый j -му реципиенту в t -й зоне загрязнения z -м вредным веществом при единичной численности факторов восприятия, грн.;

R_{jtz} – численность единиц j -го реципиента в t -й зоне загрязнения z -й примесью, усл.ед.

С точки зрения объективности получаемых результатов более точным считается метод "приземных концентраций". Это объясняется тем, что размер натуральных потерь и негативных изменений, строго говоря, определяется не массой валовых выбросов, а уровнем загрязнения атмосферы, т.е. концентрацией вредных веществ. При достаточно благоприятных условиях рассеивания примесей (например, большой высоте источника загрязнения, высокой ассимилирующей способности атмосферы и др.) даже значительные по абсолютной массе выбросы могут не создавать опасных концентраций.

В полной мере вышеизложенное характерно для расчетов ущерба в связи с загрязнением атмосферы и лишь в определенной степени – для случаев оценки потерь в результате загрязнения прочих компонентов природной среды. Это объясняется некоторым отставанием

естественнонаучной базы, необходимой для проведения соответствующих расчетов применительно к водным и земельным ресурсам, а также некоторыми специфическими свойствами этих компонентов природной среды.

Комплексный экономический ущерб от загрязнения атмосферы складывается из суммы реципиентных ущербов, составной частью которых являются потери в результате коррозии и ускоренного износа основных промышленно-производственных фондов.

В работе [13, с. 108] ущерб промышленности определяется как сумма дополнительных капитальных вложений и эксплуатационных затрат, связанных с повышенным износом основных производственных фондов, находящихся в условиях загрязненной среды, потерь ценных компонентов с атмосферными выбросами и экономических последствий повышенной текучести кадров и повышенной заболеваемости промышленно-производственного персонала вследствие загрязнения воздушного бассейна.

В общем виде ущерб промышленности Y можно определить как функцию от следующих переменных [14, с. 58]

$$Y = f(m, k, A, s, \rho, \alpha), \quad (1.4)$$

где m – масса выбросов;

k – концентрация вредных веществ в атмосфере;

A – токсичность (агрессивность);

s – структура выбросов;

ρ – плотность реципиентов;

α – структура реципиентов.

Обычно переменные m , k , A , s классифицируют как факторы влияния, которые характеризуют степень загрязнения того или иного элемента окружающей среды. Факторы восприятия (ρ, α), такие как плотность населения, количество объектов жилищно-коммунального

хозяйства, размер сельскохозяйственных площадей, лесных угодий, стоимость основных фондов и т.д., воспринимающие негативное воздействие загрязнения. Вследствие этого образуется народнохозяйственный ущерб, в связи с загрязнением окружающей среды, который выражается в факторах состояния, непосредственно определяющих величину потерь (экономические показатели, переводящие натуральные показатели в стоимостные), таких например, как затраты на лечение населения, объем производимой чистой продукции, стоимость ремонта и обслуживания основных производственных фондов и т.д. (см. рис. 1.5)

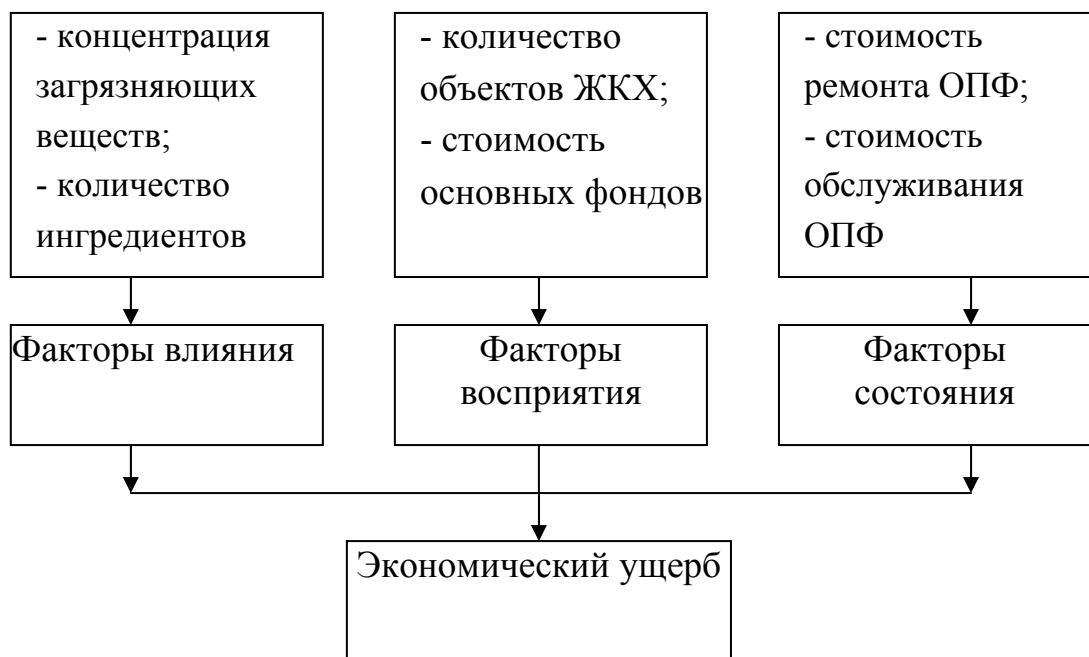


Рис. 1.5. Механизм формирования экономического ущерба

Балацкий О.Ф. определил эколого-экономический ущерб как фактические или возможные потери, вред, отрицательные изменения природы, живых существ, которые возникают вследствие каких-либо действий, удержания от них, наступление событий и их комбинаций выраженные в стоимостной форме.

Экономический ущерб определяется по формуле:

$$Y = Y_c + Y_k + Y_n + Y_z, \quad (1.5)$$

где U_c – ущерб сельскому и лесному хозяйству;
 U_k – ущерб жилищно-коммунальному хозяйству;
 U_n – ущерб промышленности;
 U_z – ущерб, причиняемый повышенной заболеваемостью населения, или иначе он назван ущербом здравоохранению.

Экономический ущерб, связанный с повышенным износом основных фондов, вследствие коррозии, является одним из составляющих элементов ущерба промышленности от загрязнения окружающей среды. В работе [104] автор определил, что ориентировочная доля ущерба от повышенной коррозии основных фондов составляет 50% всего ущерба промышленности. В табл. 1.9 согласно [104, с. 77–78] показаны составляющие экономического ущерба по таким реципиентам как жилищно-коммунальному хозяйству и промышленности.

При чем отдельно рассмотрен только ущерб от повышенной коррозии основных производственных фондов, а другие потери (ущербы), в том числе связанные с ускоренной коррозией такие как: дополнительные затраты на содержание элементов жилищного фонда, городской инфраструктуры и общественного транспорта, не выделены.

Рассмотрев существующие подходы к определению ущерба экономике страны от загрязнения атмосферного воздуха, можно сказать, что прямо или косвенно ученые все-таки касались определения затрат, связанных с повышенной коррозией.

Так например, в работе [13, с. 103-108] автор кроме затрат связанных с повышенной коррозией в составе ущерба промышленности выделял так же и данные затраты в ущербе наносимым жилищно-коммунальному хозяйству.

Автор обосновывал, что объекты коммунального хозяйства наряду с естественным износом в результате своей работы, бездействия, воздействия солнца, ветра и дождей подвергаются также дополнительному износу от загрязнения атмосферного воздуха городов вредными технологическими выбросами предприятий.

**Особенности расчета составляющих экономического ущерба от
загрязнения атмосферы по жилищно-коммунальному хозяйству и
промышленности**

Вид пореципиентного ущерба и его ориентировочная доля в усредненной структуре комплексного ущерба	Составляющие пореципиентного ущерба и их ориентировочная доля в усредненной структуре этого ущерба	Основные натуральные показатели при определении ущерба сравнением загрязненного и контрольного районов
По жилищно-коммунальному хозяйству, 33-34%	Дополнительные затраты на содержание: элементов жилищного фонда, 35% Городской инфраструктуры и уборки городской территории, 54% Общественного транспорта, 8% Ущерб наносимый зеленым насаждениям города, 1% Затраты на дополнительные бытовые услуги, 2%	Межремонтные периоды элементов жилищно-коммунального хозяйства. Количество работ по содержанию элементов жилищно-коммунального хозяйства, время простоя общественного транспорта из-за ремонта и обслуживания, периодичность стирки и химчистки одежды, количество работ по содержанию зеленых насаждений
По промышленности, 10-12%	Ущерб от повышенной коррозии основных фондов, 50% Потеря ценного сырья с отходящими газами, 40% Ущерб от усиленной текучести кадров, 10%	Скорость износа основных фондов, количество теряемого ценного сырья, показатель текучести кадров

В работе [13] сказано, что имеется большое количество таких элементов, как покрытия зданий, облицовка стен, контактные сети, с которых регулярно удалять загрязнения невозможно, что приводит к снижению срока их службы. Поэтому приходится производить дополнительные капитальные вложения.

Таким образом, Балацкий О.Ф. рассматривал ущерб жилищно-коммунальному хозяйству из следующих составляющих: сокращения срока службы основных фондов, подвергающихся воздушным загрязнениям, и увеличения эксплуатационных расходов, связанных с устранением

последствий загрязнений и необходимых для обеспечения запланированных сроков службы этих фондов.

Размер ущерба, причиняемого жилищно-коммунальному хозяйству загрязняемого района на протяжении одного года, можно определить по следующей формуле:

$$Y_k = M_y + E_n M_m + M_m' + M_c + M_b + M_z, \quad (1.6)$$

где Y_k – ущерб коммунальному хозяйству;

M_y – затраты на дополнительную уборку территории города от пыли;

E_n – нормативный коэффициент эффективности;

M_m – дополнительные капитальные вложения в уборочную технику;

M_m' – дополнительные эксплуатационные затраты городского общественного и уборочного транспорта;

M_c – затраты на дополнительный ремонт жилищного фонда и других элементов города;

M_b – дополнительные бытовые услуги, связанные с загрязнением атмосферы;

M_z – ущерб, наносимый зеленым насаждениям города.

Уборочная техника в данном случае – это подметально-уборочные, поливо-мочные машины, а так же машины-пылесосы.

В M_m' учитывается количество дополнительных ремонтов i -й транспортной единицы j -й группы, а так же себестоимость одного мелкого ремонта i -й транспортной единицы j -й группы.

В M_c учитывается стоимость одного мелкого ремонта i -го объекта j -й группы, а так же количество ремонтов по объектам.

Что касается ущерба промышленности, Балацкий его определил следующим образом:

$$Y_n = Y_{mc} + Y_n' + Y_y, \quad (1.7)$$

где Y_{mc} – ущерб, причиняемый транспорту, связи, линиям электропередач;

Y_n' – ущерб собственно промышленным предприятиям;

Y_y – ущерб, слагающийся из потерь сырья с отходящими газами.

К стационарным объектам транспорта, связи и линиям электропередачи относятся полотна дорог, искусственные сооружения, подвеска проводов, сами провода, опоры и различные наземные сооружения (понижающие подстанции, компрессорные и т.д.) Средства передвижения (локомотивы, автомобили, корабли, самолеты) также подвергаются влиянию вредных технологических отходов. Транспорт и связь под воздействием загрязнений требуют больших текущих затрат и более быстро изнашиваются.

Ущерб, причиняемый транспорту и связи будет:

$$Y_{mc} = Z_k + Z_l + Z_c + \sum_{s=1}^n \frac{Z_{ks}(T'_{2i} - T''_{2i})}{T'_{2i} T''_{2i} (1 + E_n)^{T'_{2i}}} + \sum_{s=1}^n \frac{Z_{ls}(T'_{3i} - T''_{3i})}{T'_{3i} T''_{3i} (1 + E_n)^{T'_{3i}}} + \sum_{s=1}^n \frac{Z_{cs}(T'_{4i} - T''_{4i})}{T'_{4i} T''_{4i} (1 + E_n)^{T'_{4i}}}, \quad (1.8)$$

где Z_k – увеличение текущих затрат на ремонт стационарных объектов транспорта;

Z_l – увеличение текущих затрат на ремонт средств передвижения;

Z_c – увеличение текущих затрат на ремонт объектов связи и линий электропередачи;

Z'_{ki} – капитальные затраты по каждой группе стационарных объектов транспорта;

Z'_{ci} – капитальные затраты по каждой группе средств передвижения;

Z'_{li} – капитальные затраты по каждой группе объектов связи и линий электропередачи;

T'_{2i} – срок службы в годах i -й группы стационарных объектов транспорта без учета воздействия вредных промышленных отходов;

T''_{2i} – срок службы в годах i -й группы стационарных объектов транспорта при воздействии вредных промышленных отходов;

T'_{3i} – срок службы в годах i -й группы средств передвижения без учета воздействия вредных промышленных отходов;

T''_{3i} – срок службы в годах i -й группы средств передвижения при воздействии вредных промышленных отходов;

T'_{4i} – срок службы i -й группы объектов связи и линий электропередачи без учета воздействия вредных промышленных отходов;

T''_{4i} – срок службы i -й группы объектов связи и линий электропередачи при воздействии вредных промышленных отходов.

Ущерб причиняемый промышленным предприятиям будет равен:

$$Y'_n = Z'_e + Z'_m + \sum_{i=1}^n \frac{Z'_n (T'_{5i} - T''_{5i})}{T'_{5i} T''_{5i} (1 + E_n)^{T'_{5i}}}, \quad (1.9)$$

где Z'_e – увеличение затрат на очистку воды и воздуха от вредных промышленных выбросов или удаление места их забора от промышленных предприятий;

Z'_m – увеличение текущих затрат на ремонт и содержание производственных фондов в связи с вредным воздействием отходов производства;

Z'_n – капитальные затраты по каждой i -й группе объектов;

$T_{si}^/$ – срок службы в годах i -й группы промышленных объектов без учета воздействия вредных технологических выбросов;

$T_{si}^{//}$ – срок службы в годах i -й группы промышленных объектов при воздействии вредных технологических выбросов.

Воздействию атмосферного загрязнения подвергаются не все конструктивные элементы промышленных объектов, объектов транспорта, связи, линий электропередач. Поэтому при определении ущерба коммунальному хозяйству и промышленности надо специально выделить элементы, подвергающиеся вредному влиянию загрязнения. Такими элементами, например, являются: колонны и наружные стены, покрытия и кровля, фонари и т.д. Их удельный вес в стоимости жилых и промышленных зданий может быть найден по справочным материалам. Например, удельный вес конструктивных элементов в стоимости одноэтажного промышленного здания, согласно [159, с. 4] представлен в табл. 1.10.

Таблица 1.10

**Удельный вес конструктивных элементов в стоимости
одноэтажного промышленного здания**

Конструктивный элемент	Удельный вес
Фундаменты и фундаментные балки	6,7
Колонны и наружные стены	17,3
Подкрановые балки	9,5
Перегородки	3,7
Полы	11,7
Заполнение проемов	4,8
Покрытия и кровля	35,1
Фонари	6,7
Прочие конструкции	4,5
ИТОГО	100%

В работе [111, с. 8, 143] авторы при определении экономической эффективности в отраслях народного хозяйства рассчитывают величину ущерба, который возникает в результате дополнительного износа машин, оборудования и, как следствие этого, потери металла, товарно-материальных ценностей, находящихся на складе, дополнительные затраты по ремонту и эксплуатации производственных фондов, потери от повышенной текучести кадров, потери сырья, уносимого выбросами в атмосферу и в воду, потери от снижения производительности труда в результате повышенной утомляемости рабочих и т.п.

В данной работе [111] авторы уже выделяют в расчете ущерба промышленности затраты связанные с коррозией, такие как :

- ущерб в виде потерь металла в результате дополнительного износа металлических деталей и механизмов;
- ущерб от потерь товарно-материальных ценностей на складах;
- ущерб от дополнительных затрат на ремонт и содержание производственных фондов;
- ущерб от недополучения продукции и снижения качества в том числе и от повышенной коррозии.

Расчет ущерба в промышленности авторами определяется по формуле:

$$Y_n(t) = \int_{t_1}^{t_2} Y_i dt, \quad (1.10)$$

где Y_i – ущерб на i -м объекте, который равен:

$$Y_i = Y_M + Y_C + Y_{ПЭ} + Y_{ВП} + Y_P + Y_{ТК} + Y_{ПТ} + Y_{НК} + Y_{ПС}, \quad (1.11)$$

где Y_M, Y_C – ущерб в виде потерь металла в результате дополнительного износа металлических деталей и механизмов и от потерь товарно-материальных ценностей на складах соответственно;

$Y_{ПЭ}, Y_{ВП}, Y_P$ – ущерб от дополнительных затрат на электроэнергию, на очистку воды и воздуха в производственном потреблении, на ремонт и содержание производственных фондов соответственно;

$Y_{ТК}, Y_{ПТ}$ – ущерб от текучести кадров, от снижения производительности труда соответственно;

$Y_{НК}$ – ущерб от недополучения продукции, снижения качества и вследствие низкого качества воды;

$Y_{ПС}$ – ущерб от потерь сырья с выбросами в атмосферу, воду.

Ущерб в виде потерь металла в результате дополнительного износа металлических деталей и механизмов рассчитаем по формуле:

$$Y_M(t) = b_j \int_{t_1}^{t_2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m K_M^{ij} Q_M^{ij} dt + a_j \int_{t_1}^{t_2} b_j \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m K_M^{ij} Q_M^{ij} q_M^{ij} B_Q^{ij} dt, \quad (1.12)$$

где K_M^{ij} – коэффициент, учитывающий потери металла j -го типа оборудования от загрязнения среды на i -м объекте;

Q_M^{ij} – стоимость металлических изделий и конструкций j -й группы оборудования на i -м объекте;

q_M^{ij} – объем продукции с 1 руб. стоимости металла j -й группы оборудования на i -м объекте;

B_Q^{ij} – удельный вес чистой продукции в общей стоимости продукции с j -й группы оборудования на i -м объекте;

a_j, b_j – коэффициенты корреляционных взаимосвязей, определяемые статистико-вероятностными методами.

Коэффициент, учитывающий потери металла от коррозии в результате загрязнения среды K_M^{ij} , определяется на основе как прямых, так и экспертных оценок.

Потери товарно-материальных ценностей на складах в результате загрязнения среды равны:

$$Y_C(t) = \int_{t_1}^{t_2} b_j^I \sum_j^m K_C^{ij} Q_C^{ij} dt + \int_{t_1}^{t_2} b_j^{II} \sum_i^n \sum_j^m K_C^{ij} Q_C^{ij} q_C^{ij} B_q^{ij} dt, \quad (1.13)$$

где K_C^{ij} – коэффициент, учитывающий потери j -го вида товарно-материальных ценностей на i -м объекте;

q_C^{ij} – выход продукции с 1 руб. стоимости j -го вида товарно-материальных ценностей на i -м объекте;

B_q^{ij} – удельный вес чистой продукции в стоимости продукции, получаемой из j -го вида товарно-материальных ценностей на i -м объекте.

Коэффициент потерь товарно-материальных ценностей на складах может быть установлен на основе прямых наблюдений, а также косвенно – по отклонению от норм естественной убыли.

Воздействию атмосферного воздуха и водного загрязнения подвергаются производственные фонды предприятия. Ущерб, причиняемый этими факторами, складывается из дополнительных текущих затрат на ремонт и содержание производственных фондов и сокращения сроков службы объектов производственных фондов:

$$Y_P(t) = \int_{t_1}^{t_2} \epsilon_j \sum_j^n \sum_j^m \left(Z_p + \frac{K_P^{ij} (T_P^{ij} - T_{PY}^{ij})}{T_P^{ij} + T_{PY}^{ij}} e^{0,5t} \right) dt, \quad (1.14)$$

где Z_p – увеличение текущих затрат на ремонт и содержание j -й группы производственных фондов на i -м объекте, обусловленное воздействием загрязненной атмосферы и воды;

K_P^{ij} – капитальные затраты по j -й группы основных фондов на i -м объекте;

T_{P}^{ij} , T_{PV}^{ij} – срок службы j -й группы промышленных фондов на i -м объекте соответственно без учета и с учетом воздействия вредных технологических выбросов.

Нестеров П.М. и Нестеров А.П. выделяют также ущерб от коррозии в транспорте и в системах связи, при чем здесь нет прямого указания на фактор коррозии, но в таких элементах он явно прослеживается:

- увеличение текущих затрат на ремонт стационарного объекта транспорта, объекта связи и электропередачи, связанных с повышенным загрязнением атмосферы;
- капитальные затраты стационарного объекта транспорта, средства передвижения, объекта связи и электропередачи.

На транспорте, в системах связи и электропередачи, а также в сооружениях, ущерб возникает в связи с быстрым изнашиванием стационарных объектов (полотно дорог, искусственные сооружения, опоры, подвески проводов, подстанции, компрессорные и другие наземные сооружения) и средств передвижения.

Величину ущерба можно определить так:

$$\begin{aligned}
 Y_T(t) = & \int_{t_1}^{t_2} b_j^I \sum_i^m \left(Z_S^i + \frac{K_S^i (T_S^i - \bar{T}_S^i)}{T_S^i - \bar{T}_S^i} e^{0,3t} \right) dt + \int_{t_1}^{t_2} b_j^{II} \sum_i^m \left(Z_M^i + \frac{K_M^i (T_V^i - \bar{T}_M^i)}{T_M^i - \bar{T}_M^i} e^{0,4t} \right) dt + \\
 & + \int_{t_1}^{t_2} b_j^{III} \sum_j^m \left(Z_{CB}^j + \frac{K_{CB}^j (T_{CB}^j - \bar{T}_{CB}^j)}{T_{CB}^j - \bar{T}_{CB}^j} e^{0,45t} \right) dt +, \quad (1.15)
 \end{aligned}$$

где Z_S^i , Z_M^i , Z_{CB}^j – увеличение текущих затрат на ремонт соответственно j -го стационарного объекта транспорта, j -го объекта связи и электропередачи;

K_S^i , K_M^i , K_{CB}^j – капитальные затраты соответственно по i -му стационарному объекту транспорта, j -му средству передвижения, по i -му объекту связи и электропередачи;

T_S^i, \bar{T}_S^i – срок службы соответственно j -го стационарного объекта транспорта, соответственно без учета и с учетом воздействия вредных промышленных отходов;

T_{CB}^i, \bar{T}_{CB}^i – срок службы i -го объекта и электропередачи без учета воздействия вредных промышленных отходов

Что касается ущерба, наносимого жилищно-коммунальному хозяйству авторы определяют его следующим образом:

$$Y_X(t) = \int_{t_1}^{t_2} \epsilon_j [(Z_Y + Z_T + Z_C + Z_B + Z_P + Z_B + Z_{TP}) e^{0,15t}] dt, \quad (1.16)$$

где Z_Y – дополнительные затраты на уборку территории от пыли;

Z_T – дополнительные затраты на содержание городского общественного транспорта;

Z_C – дополнительные затраты на содержание зданий и сооружений;

Z_B – дополнительные затраты на проведение бытовых мероприятий;

Z_3 – дополнительные затраты на посадку зеленых насаждений и уход за ними;

Z_B – дополнительные затраты на очистку питьевой воды;

Z_{TP} – дополнительные затраты на содержание речного транспорта.

При чем такие составляющие как дополнительные затраты на содержание городского общественного транспорта; дополнительные затраты на содержание зданий и сооружений; дополнительные затраты на содержание речного транспорта можно непосредственно отнести к затратам связанным в том числе и к ускоренной коррозии в результате загрязнения атмосферы.

Дополнительные затраты на содержание городского общественного транспорта в условиях загрязнения:

$$Z_T(t) = \int_{t_1}^{t_2} \epsilon_j \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (S_M^{ij} Q_M^{ij} + S_P^{ij} Q_P^{ij} e^{0.3t}) + \frac{K_M}{T} \right] dt, \quad (1.17)$$

где S_M^{ij} – себестоимость одной мойки i -й транспортной единицы j -й группы;

S_P^{ij} – дополнительное количество моек i -й транспортной единицы j -й группы;

Q_M^{ij} – себестоимость покраски и мелкого ремонта i -й транспортной единицы j -й группы;

Q_P^{ij} – дополнительное количество мелких ремонтов i -й транспортной единицы j -й группы;

K_M – дополнительные капитальные вложения в связи сокращением сроков службы основных фондов при воздействии загрязнения;

T – срок службы основных фондов при воздействии загрязнения, лет.

Дополнительные затраты на содержание зданий и сооружений Z_C :

$$Z_C(t) = \int_{t_1}^{t_2} \epsilon_j \sum_j^n \Pi_i P_i \frac{t - t_1}{t + t_1} dt, \quad (1.18)$$

где Π_i – общий объем i -го вида работы по текущему ремонту зданий;

P_i – расценка за единицу i -го вида работы;

t – срок между ремонтами в незагрязненном районе, лет;

t_1 – срок между ремонтами в загрязненном районе, лет.

Дополнительные затраты на содержание речного транспорта Z_p рассчитывается по формуле, аналогичной формуле для расчета затрат на содержание городского транспорта.

Однако авторы рассматривают только лишь ущерб промышленности, жилищно-коммунальному хозяйству – как составным элементам государственной собственности при плановой экономике, а ущерб частным лицам (домовладельцам, автовладельцам) не учитывается.

Авторы работы [84, с. 74] выделили внутренний экономический ущерб – ущерб, наносимый загрязнением окружающей среды самому предприятию, т.е. ущерб, который возникает вследствие загрязнения территории и цехов предприятия собственными отходами производства и поступающими от смежных источников (автотранспорта, промышленных предприятий и т.д.).

В данной работе отмечается, что загрязнение территории предприятия и производственных помещений отходами собственного производства происходит вследствие наличия организованных и неорганизованных источников вредных выбросов и сбросов, а так же при складировании твердых отходов. Таким образом, более 30% выбросов вредных веществ в атмосферу (организованных и неорганизованных) остается на территории предприятия.

Что касается затрат связанных с повышенной коррозией, то в работе отмечено, что загрязненная окружающая среда воздействует и на элементы основных фондов, а так же на материальную составляющую оборотных средств, вызывая их ускоренную коррозию и повышенный износ. В свою очередь, ускорение коррозионных процессов, повышение износа приводит к следующим последствиям:

- увеличению числа незапланированных простоев машин и оборудования из-за непредусмотренных отказов;
- сокращению длительности межремонтных, межосмотровых периодов и ремонтного цикла или увеличению количества осмотров, текущих ремонтов по отношению к их нормативному значению;

- увеличению материалоемкости и трудоемкости осмотровых и ремонтных работ, что в свою очередь, увеличивает продолжительность простоя оборудования в ремонте;
- сокращению срока службы машин и оборудования по сравнению с нормативным, что приводит к преждевременному его списанию;
- появлению сверхнормативных потерь товарно-материальных ценностей в производственных запасах и запасах готовой продукции в результате воздействия на них загрязнения.

Обобщающей характеристикой последствий воздействия загрязнения на производственные фонды являются потери эффективного фонда времени работы оборудования и дополнительные расходы на предотвращение и устранение этих последствий.

Экономический ущерб предприятию в связи с повышенным износом основных производственных фондов вследствие загрязнения производственной среды, по мнению авторов [84], включает следующие слагаемые:

1) потери прибыли вследствие недополучения продукции при внеплановых простоях оборудования, а также вследствие связанного с этим увеличения условно-постоянных расходов на единицу продукции;

2) дополнительные расходы на проведение текущих и капитальных ремонтов, вызванные сокращением межремонтных периодов и увеличением трудоемкости и материалоемкости ремонтов по отношению к нормативам системы планово-предупредительных ремонтов;

3) потери предприятия от недоамортизации оборудования в связи с сокращением сроков их службы и преждевременным списанием;

4) сопутствующие дополнительные расходы, обусловленные предупреждением повышенного износа основных фондов или компенсацией возникающих при этом последствий:

- дополнительные расходы на очистку воды для технологических целей;

- расходы на нанесение антикоррозионных покрытий;
- расходы на выплату заработной платы производственным рабочим за время внеплановых простоев оборудования.

Перечисленные виды дополнительных расходов на содержание и эксплуатацию оборудования в загрязненной производственной среде повышают себестоимость выпускаемой продукции и снижают прибыль предприятия. Расчет потерь прибыли авторы [84] предлагают осуществляться по следующей методике.

Потери прибыли из-за внеплановых простоев оборудования в ремонте определяются по формуле:

$$Y_{no} = \sum_{i=1}^n b_i t_i \gamma_i C_i k_{n_i} + \sum_{i=1}^n C_{m_i} \cdot \alpha_{np_i} \cdot \frac{t_i \cdot \gamma_i}{F_{\partial_i}}, \quad (1.19)$$

где b_i – часовая производительность i -го оборудования, выпускающего товарную продукцию, ед. продукции/час. ;

t_i – внеплановые простои оборудования в течении года, час. ;

γ_i – удельный вес внеплановых простоев i -го оборудования, обусловленных фактором загрязнения производственной среды, определяется исходя из анализа причин простоя и или методом экспертных оценок;

C_i – оптовая цена единицы продукции, получаемой на i -м оборудовании, грн./ед. продукции;

k_{n_i} – прибыль, приходящаяся на 1 грн. товарной продукции, получаемой на i -м оборудовании, тыс. грн.;

C_{m_i} – себестоимость товарной продукции, получаемой на i -м оборудовании, тыс. грн.;

α_{np_i} – доля условно-постоянных расходов в себестоимости товарной продукции, получаемой на i -м оборудовании;

F_{∂_i} – годовой действительный фонд времени i -го оборудования, час.

В рекомендациях [128] для производственных цехов, выпускающих однородную продукцию, потери от простоя технологического оборудования и связанного с этим снижения объема выпускаемой продукции рассчитываются по формуле

$$C_{к1} = \sum_{i=1}^n (Ц - C) B \cdot t_{n.об} \quad , \quad (1.20)$$

где $Ц$ – оптовая цена выпускаемой продукции, грн;

C – себестоимость единицы продукции, грн;

B – годовой объем (мощность) выпуска продукции, шт;

$t_{n.об}$ – время простоя размещенного в здании технологического оборудования и машин в период проведения ремонтно-строительных работ, доля года.

Потери прибыли, обусловленные дополнительными расходами на проведение текущих и капитальных ремонтов основных производственных фондов, работающих в условиях загрязнения производственной среды, определяются по формулам:

а) на проведение текущих ремонтов:

$$Y_{mp}^T = \sum_{i=1}^n (3_{\Phi_i}^T - 3_{H_i}^T) k_3^T \quad , \quad (1.21)$$

б) на проведение капитальных ремонтов:

$$Y_{кр}^K = \sum_{i=1}^n (3_{\Phi_i}^K - 3_{H_i}^K) k_3^K \quad , \quad (1.22)$$

где n – число наименований основных производственных фондов, подверженных воздействию загрязнения;

$Z_{\phi_i}^K, Z_{\phi_i}^T$ – фактические затраты на проведение текущих и капитальных ремонтов в течении года по i -му виду основных производственных фондов (определяют по фактическим расходам предприятия в отчетном году), тыс. грн.;

$Z_{H_i}^K, Z_{H_i}^T$ – нормативные затраты на проведение текущих и капитальных ремонтов, рассчитанные согласно нормативам принятой на предприятии системы технического обслуживания и ремонта оборудования, тыс.

k_3^K, k_3^T – коэффициенты, учитывающие влияние загрязнения атмосферы на величину превышения расходов соответственно на текущие и капитальные ремонты.

Значения k_3^K, k_3^T определяются по формулам:

$$k_3^T = \frac{(L_T^3 - L_T^4)}{L_T^4}; \quad (1.23)$$

$$k_3^K = \frac{(L_K^3 - L_K^4)}{L_K^4}, \quad (1.24)$$

где $L_T^3, L_K^3, L_T^4, L_K^4$ – соответственно удельный вес затрат на текущий и капитальный ремонты к балансовой стоимости основных производственных фондов, функционирующих в условиях загрязненной и условно-чистой (на уровне ПДК рабочей зоны) атмосферы.

Потери предприятия от недоамортизации основных производственных фондов в связи с сокращением их срока службы в результате повышенного износа определяются по формуле:

$$Y_{на} = \sum_{i=1}^n \frac{\Phi_{\sigma_i} \cdot H_{A_i} \cdot T_{H_i}}{100} - A_{\Phi_i} - L_i, \quad (1.25)$$

где Φ_{σ_i} – балансовая стоимость i -го вида основных производственных фондов, тыс. грн.;

H_{A_i} – норма амортизации, %;

A_{Φ_i} – фактически начисленные амортизационные отчисления по i -му виду основных фондов до момента их списания, тыс. грн.;

L_i – ликвидационная стоимость списанного оборудования, тыс. грн.;

T_{H_i} – нормативный срок службы i -го вида основных производственных фондов, год.

Потери прибыли, обусловленные оплатой внеплановых простоев производственными рабочими вследствие нахождения оборудования в ремонте:

$$Y_{сп} = \sum_{i=1}^n t_i \cdot \gamma_i \cdot f_i \cdot R_i \cdot d, \quad (1.26)$$

где f_i – часовая тарифная ставка производственных рабочих, обслуживающих i -й вид оборудования, грн./нормо-час. ;

R_i – число основных рабочих, обслуживающих i -й вид оборудования, чел;

d – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату и отчисления на социальные меры.

В работе [6] для расчета среднегодовых затрат на капитальные ремонты основных фондов по причине коррозии предложена следующая формула:

$$Z_{к.р} = \frac{\sum_{i=1}^{n_{кр}} Z_{к.рi}}{t_c}, \quad (1.27)$$

где $Z_{к.рi}$ – затраты на один капитальный ремонт основных фондов по причине коррозии, грн.;

$n_{к.р.}$ – количество капитальных ремонтов по причине коррозии за весь срок службы средств труда;

t_c – срок службы основных фондов, годы.

Увеличение эксплуатационных расходов обусловленных коррозией можно определить по формуле:

$$\mathcal{E}_з = \sum_{i=1}^n (\mathcal{E}_{pi}^{\phi} - \mathcal{E}_{pi}^{\sigma}) k_{к}, \quad (1.28)$$

где \mathcal{E}_{pi}^{ϕ} , $\mathcal{E}_{pi}^{\sigma}$ – эксплуатационные расходы i -го объекта за год эксплуатации фактические и базовые при условиях эксплуатации в агрессивной среде;

n – количество производственных объектов, подверженных коррозионному влиянию;

$k_{к}$ – коэффициент, учитывающий увеличение эксплуатационных затрат в связи с коррозией.

Дополнительные капитальные вложения на восстановление разрушенных элементов основных фондов можно определить по формуле:

$$K_{вз} = \frac{\sum_{i=1}^n (\mathcal{E}_i \cdot C_i + Z_i^м)}{t_n - t_{\phi}} - Л, \quad (1.29)$$

где \mathcal{E}_i – количество разрушенных конструктивных элементов i -го объекта в текущем году, по причине коррозии;

C_i – стоимость конструктивного элемента основных фондов, грн;

$Z_i^м$ – расценки за демонтаж разрушенного конструктивного элемента и монтаж нового, грн;

t_n , t_f – нормативный и фактический сроки службы конструктивных элементов основных фондов, лет;

L_3 – ликвидационная стоимость разрушенных конструктивных элементов основных фондов, вследствие коррозии.

Дополнительные расходы, связанные с антикоррозионной защитой металла можно рассчитать по формуле:

$$Z_{an} = \frac{\sum_{i=1}^n V_p (P_{an} \cdot C_{an} + Z_{an})}{t_{an}}, \quad (1.30)$$

где V_p – объем работ по антикоррозионной защите, м²;

P_{an} – расход антикоррозионного материала, кг/м²;

C_{an} – цена антикоррозионного материала, кг;

Z_{an} – расценки за нанесение антикоррозионного материала, грн/м²;

t_a – срок службы антикоррозионной защиты, лет (можно определить в соответствии с приложением Д).

Потери материалов, полуфабрикатов и готовой продукции от сквозной коррозии трубопроводов, резервуаров, хранилищ, складов и др. можно рассчитать согласно формуле

$$\Pi_{zn} = \sum_{i=1}^n C_m \cdot B_{\delta}, \quad (1.31)$$

где C_m – себестоимость материалов, полуфабрикатов или технологическая себестоимость готовой продукции, потерянной в результате коррозии в текущем году, грн/кг, грн/шт;

B_{δ} – натуральные потери материалов, полуфабрикатов, готовой продукции, обусловленной коррозией основных фондов.

В общем виде дополнительные расходы на строительство промышленных объектов, сооружений, оборудования с необоснованными допусками на коррозию можно определить исходя из сметной документации,

как разность между капитальными затратами на строительство объектов по базовым расчетам (с большей степенью надежности) и новым облегченным сооружениям, в соответствии с зарубежными аналогами, отнесенные на год эксплуатации

$$K_c = K_{cmp}^{\delta} - K_{cmp}^{\eta} \quad (1.32)$$

В работе [13] при расчете удельного ущерба промышленности предлагается выделить элементы промышленных объектов, объектов транспорта, связи, линий электропередач, которые подвергаются влиянию загрязнения. Такими элементами, например, являются колонны и наружные стены, покрытие и кровля, фонари, эстакады, различные металлические сооружения. Удельный вес их в стоимости промышленных зданий может быть найден по справочным материалам. Значительный удельный вес составляют элементы основных фондов, на которые загрязнение воздушного бассейна не может оказывать никакого влияния. В результате расчетов было установлено, что величина основных фондов, на которые действует внешнее загрязнение, составляет по элементам: здания – 25%, сооружения – 20%, силовые машины и оборудование – 5%, рабочие машины и оборудование – 2%, передаточные устройства – 5%, транспортные средства – 12%. [13, с. 174]. Согласно [116] коррозионные потери по промышленным предприятиям металлургического района определялись исходя из стоимости основных фондов этих предприятий, при чем учитывалась только та часть, которая подвержена атмосферной коррозии коррозионным потерям в размере 1,8% от предыдущего показателя. В данном случае процент коррозионных потерь определялся из следующих предположений: потери от коррозии по стране оценивались в размере 10%, потери от атмосферной коррозии составляют 80% от всей коррозии, а в их числе вызванные загрязнением атмосферы 20–25%, или в общем счете 1,8 [116, с. 70].

Так же для расчета экономического ущерба применяются методы эмпирических зависимостей, которые основываются на статистической обработке фактических данных о влиянии на состояние реципиентов

различных факторов, в том числе и загрязнение окружающей природной среды. Применение методов регрессионного анализа позволяет получить приближенные зависимости между изучаемыми показателями и состоянием реципиентов. В результате статистической обработки информации отсеиваются несущественные факторы и формируется функциональная модель изменения результирующего фактора в зависимости от изменения существенно влияющих факторов, в том числе показателей концентрации вредных веществ, соответствующих данному и нормативному уровням загрязнения.

Ряд авторов приводит эмпирические зависимости определения не натуральных, а сразу экономических ущербов в зависимости от загрязнения атмосферы. Так разработанные в [2] эмпирические зависимости описывают связь между удельным весом затрат на текущие и капитальные ремонты в стоимости основных производственных фондов и уровнем загрязнения атмосферы:

$$L_m = 1,70359 + 0,02341X_1 + 0,09609X_2 + 0,80746X_3 + 0,16638X_4, \quad (1.33)$$

$$L_k = 0,62152 + 0,01829X_1 + 0,03277X_2 + 0,63605X_3 + 0,11635X_4, \quad (1.34)$$

где L_m , L_k – соответственно удельный вес затрат на текущие и капитальные ремонты в балансовой стоимости основных производственных фондов;

X_1, X_2, X_3, X_4 – соответственно концентрация промышленной пыли, окиси углерода, сернистого ангидрида, аммиака в атмосферном воздухе на территории предприятия.

Разность между расчетами и нормативными затратами на текущий и капитальный ремонт оборудования дает величину экономических потерь, причиняемых предприятию загрязнением атмосферного воздуха на его территории.

В работе [104, с. 87] автор рассматривает удельный экономический ущерб жилищно-коммунальному хозяйству и ущерб основным фондам промышленности в зависимости от загрязняющих веществ и их концентраций (см. табл. 1.11, 1.12).

В основу анализа положены данные трех коксохимических, пяти металлургических и двух машиностроительных заводов Донбасса. При помощи регрессивного анализа получены зависимости, на основании которых сделан вывод о влиянии на ущерб от преждевременного износа оборудования различных загрязняющих веществ: промышленной пыли, окиси углерода, сернистого ангидрида, аммиака. Однако эти исследования не смогли решить проблемы комплексной оценки ущерба промышленности. Во-первых из всех элементов основных фондов рассматривалось только оборудование, т.е. менее 50% основных фондов. Во-вторых, математические зависимости получены для условий промышленного загрязнения атмосферы в цехах предприятий, где трудно исключить износ оборудования непосредственно от технологических процессов. Поэтому формулы имеют узкую область применения.

Таблица 1.11

Удельный экономический ущерб жилищно-коммунальному и бытовому хозяйству в расчете на 1 человека [104,с. 87]

Ингредиент	Концентрация, мг/м ³							
	ущерб, р./год							
Пыль	0,05	0,10	0,15	0,25	0,35	0,45	0,60	0,75
	3	5	9	13	17	21	25	30
Сернистый газ	0,05	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60
	5	7	9	13	17	21	25	29
Окислы азота	0,04	0,08	0,12	0,16	0,20	0,25	0,30	0,35
	9	10	12	14	17	20	23	26
Фтористые соединения (газообразные)	0,005	0,010	0,015	0,025	0,035	0,050		
	7	9	11	16	21	30		

**Удельный экономический ущерб основным фондам
промышленности в расчете на 1000 р стоимости основных фондов [104,с.
87]**

Ингредиент	Концентрация, мг/м ³							
	ущерб, р./год							
Пыль	0,1	0,5	1,0	1,2	1,5	1,8	2,1	2,7
	0,14	1,23	2,6	3,14	3,96	4,78	5,6	7,2
Газ сернистый	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
	0,007	0,20	0,33	0,46	0,60	0,73	0,86	1,0
Окислы азота	0,08	0,25	0,5	0,7	0,7	0,8	0,9	1,0
	0,13	0,20	0,84	1,54	2,16	2,70	3,24	4,1

Непрямая оценка эколого-экономического ущерба предусматривает использование системы нормативных показателей, которые фиксируют зависимость негативных последствий загрязнения от основных факторов, формирующих ущерб. Отличием методов не прямой оценки является то, что эколого-экономический ущерб определяется не в целом по региону, а для конкретного предприятия или объекта.

Средние значения удельных ущербов, в расчете на единицу выбросов отдельного загрязняющего ингредиента, используются для определения общего размера ущерба от текущих процессов загрязнения окружающей среды. Для увеличения точности оценок и учета различия в условиях, определяющих величину факторов, формирующих ущерб и, в конечном счете, влияющих на значение ущерба, авторы [84] рекомендуют использовать определенную дифференциацию рассматриваемых удельных ущербов, посредством установления различных оценок ущерба отдельно для выбросов промышленных предприятий.

Различие в технических условиях исследуемых источников загрязнения (высота выбросов, расположение источников, мобильность, температурный режим и др.) приводит к тому, что одинаковые выбрасываемые объемы

одного и того же ингредиента (например, окиси углерода) обуславливают его разные приземные концентрации.

Авторы [84] предлагают учитывать три фактора. Во-первых, в отличие от удельных ущербов на единицу выбросов, показатели удельных потерь на единицу загрязнения имеют строго индивидуальную локализацию, ограниченную территорией конкретного населенного пункта. Это связано с тем, что показатели загрязнения окружающей среды, как правило, не определяются в среднем по районам, областям или государству [84, с. 103]. Во-вторых, удельные ущербы на базе усредненных показателей загрязнения по регионам не будут иметь практической значимости, т.к. при одинаковом уровне загрязнения величины ущербов в городах с различной численностью населения могут отличаться на несколько порядков [84, с. 103]. В-третьих, имеются объективные трудности, связанные со спецификой информационно-методического обеспечения расчетов. Показатели удельных ущербов могут оцениваться только после определения абсолютного размера потерь, который определяется по массе выброса, а для расчета удельных ущербов на единицу загрязнения должно соблюдаться соответствие между ингредиентной структурой выброса и перечнем вредных веществ, концентрация которых контролируется на стационарных постах. Кроме того, необходимо соблюдать условия сопоставимости вариантов по фактору времени.

Данные оценки могут применяться для решения конкретных хозяйственных задач, таких как выбор оптимального экологически безопасного варианта развития производства; выбор оптимальных природоохранных мероприятий в условиях предприятия; выбор путей оптимизации капитальных вложений и т.д.

Авторами [84] были произведены расчеты удельных ущербов от загрязнения окружающей среды на предприятии химической промышленности ОАО «Сумыхимпром» (г. Сумы), результаты расчетов представлены в табл. 1.13

**Удельные ущербы наносимые предприятию вследствие
загрязнения окружающей среды на ОАО «Сумыхимпром» (грн./т
выброса) [84, с. 102]**

Виды ущерба	Величина ущерба
От загрязнения атмосферы выбросами:	
соединений фтора	627
сернистого ангидрида	16,5
аммиака	6,0
тумана серной кислоты	63,5
пыли	67,0
окислов азота	68,0

Выводы по разделу

1. Проблема определения потерь от коррозии приобретает все большую актуальность. Это вызвано рядом причин. Во-первых, вследствие экстенсивного развития промышленного производства в последние полвека существенно возрос металлофонд и соответственно увеличились потери металла по причине коррозии и коррозионно-механического разрушения. Во-вторых произошли качественные изменения в характере производственных процессов: увеличились механические и тепловые нагрузки, ужесточились технологические условия. В-третьих, в силу повышения уровня загрязненности окружающей среды повысилась ее коррозионная агрессивность.

2. Ущерб от коррозии пореципиентно можно представить как ущерб промышленности, ущерб сельскому хозяйству, ущерб жилищно-коммунальному хозяйству, ущерб транспорту, а также ущерб памятникам архитектуры и произведениям искусства и ущерб домохозяйствам.

3. Анализ литературных источников показал, что на практике существуют три основных метода оценки коррозионных потерь: метод *H.H. Uhlig* (учитывается сумма расходов на замещение материалов и на противокоррозионную защиту); метод *T.P. Hoar* (учитываются прямые потери предприятий); метод “затраты – выпуск”. Оценки, проведенные в разных странах, по указанным методикам свидетельствуют, что коррозионные потери в зависимости от уровня загрязнения окружающей среды, метеоклиматических условий и структуры экономики представляют от 1,5 до 5,2% ВВП за год, потери металла составляют от 10 до 20% годового производства стали.

4. Определены основные эффекты от предотвращения коррозионных потерь основных фондов, такие как: экономический, экологический, ресурсный, энергетический, социальный.

5. В разделе определена эколого-экономическая сущность коррозии. Ускорение коррозионных процессов происходит под влиянием определенных факторов, в которые в первую очередь входит уровень загрязнения атмосферы и метео–климатические условия. Проанализировав действие агрессивных веществ на ускоренный износ основных фондов, в работе выделены элементы которые оказывают наибольшее коррозионное влияние. Это – сернистый газ (SO_2), ионы хлора (Cl^-), твердые частицы и влажностное состояние объекта.

6. Рассмотрены основные положения теории эколого-экономического ущерба. На основании анализа механизмов формирования, структуры и форм проявления потерь, выделена коррозионная составляющая в пореципиентном эколого-экономическом ущербе промышленности. Удельный вес последней некоторыми авторами определяется как 50% ущерба промышленности от загрязнения окружающей среды.

РАЗДЕЛ 2

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОБУСЛОВЛЕННЫХ КОРРОЗИОННЫХ ПОТЕРЬ

2.1 Методические подходы к выделению классификационных признаков и к классификации коррозионных потерь

Впервые определения и системная классификация ущербобразующих факторов приведены в работах [13,14]. Здесь выделяются три группы факторов: влияния, восприятия, состояния. Первые определяют уровень антропогенной нагрузки на компоненты природной среды и выражаются в виде показателей загрязнения атмосферного воздуха, водных и земельных ресурсов. Вторые – характеризуются структурой и численностью реципиентов, воспринимающих техногенную нагрузку. Факторы состояния характеризуют интенсивность различных показателей и определяют удельную величину потерь, связанных с загрязнением окружающей среды. В работах, наряду с рассмотренными выше, вводятся понятия: внутрипроизводственных факторов; внешних (региональных) факторов и фактор времени. Причем, первые определяют характер диффузии загрязнителей в атмосфере и зависит от технического уровня конкретного производства, характера техпроцесса, качества перерабатываемого сырья, геометрических и технологических характеристик источника выброса. Внешние факторы определяются природными, метео-климатическими, топографическими и другими региональными факторами. Фактор времени в работах [104] вводится исходя из той методологической посылки, что для определения величины годового прироста экономического ущерба необходимо использовать специальные методики, основанные на прогностических принципах. В самом первом приближении время будет оказывать влияние на рост стоимостного выражения экономического ущерба

(при прочих равных условиях) исходя, например, из имеющих место инфляционных процессов.

Вместе с тем, при строгом определении понятия «фактор», как причины, находящейся в определенной логической связи со следствием, можно утверждать, что факторы влияния, восприятия, состояния, внутрипроизводственные и внешние по своей сути не являются ущербобразующими. По этому поводу в работах справедливо отмечается, что более корректно рассматривать факторы определяющие состояние источника, среды и коммуникаций. При этом под факторами источника понимаются состояния отрасли, ее технологический уровень, наличие очистных установок и т.п. Под факторами объекта понимаются демографические, социальные, экономические и культурные характеристики развития объекта. Факторы коммуникаций – топология, почвенный покров, погодные условия и пр. Данные факторы, несомненно, оказывают влияние на величину экономического ущерба от загрязнения природной среды. Однако сама причина, определяющая формирование ущерба как вполне конкретной экономической категории, лежит, очевидно, в плоскости экономических отношений, возникающих по поводу распределения ограниченных ресурсов. Таким образом, факторы состояния, восприятия и пр. оказывают непосредственное влияние на количественную определенность экономического ущерба, однако не являются причиной его возникновения.

Отдельного рассмотрения требует фактор времени, наведенный, в работе [104] как ущербобразующий. В экономической науке и практике в понятие фактор времени проявляется в необходимости дисконтирования разновременных затрат и эффектов. С этой точки зрения, фактор времени никакого отношения к ущербобразующим причинам не имеет. Однако, с течением времени, имеют место кумулятивные процессы как по натуральным так и по стоимостным показателям, характеризующим экономический ущерб. Принятие (непринятие) организационно-технических, технологических и прочих управленческих решений в сфере регулирования

природопользования, имеет временный аспект и влияет на возникновение и величину экономического ущерба. С этих позиций фактор времени можно рассматривать как ущербобразующий.

Как отмечает О.Ф. Балацкий [13], методология определения экономического ущерба должна основываться на четком терминологическом определении собственно понятия ущерба. На основании тщательного анализа различных терминов, применяемых в научной литературе при характеристике данной экономической категории, автор приходит к выводу что понятия «вред», «ущерб», «убытки», «урон», «потери» трактуются в отечественной лингвистической литературе как тождественные, однопорядковые. Поэтому ссылки на более или менее широкие трактовки названных понятий, существующие якобы вследствие этого различия в методологических и методических подходах к оценке экономического ущерба, безосновательны.

Наиболее подробный, из известных нам, анализ теоретических аспектов определения экономического ущерба от загрязнения воздушного бассейна, представлен в работе [13]. В заключении данной работы в частности отмечается, что, основополагающие принципы формирования ущерба и механизм опосредования, вещественное и стоимостное содержание слагаемых потерь, в основном, известны. Это создает предпосылки для дальнейшего развития прикладных исследований с целью разработки пакета методических рекомендаций по определению экономического ущерба, предназначенных для решения задач с различными требованиями к степени точности оценок. Однако, при достаточно глубокой проработке методических подходов к определению экономического ущерба, имеют место определенные расхождения в его классификации, трактовке определений.

Наиболее подробная и полная разработка классификационных признаков и собственно классификация содержится в работе [13]. Вместе с тем, после ее публикации появился ряд других, в которых предпринята

попытка дополнения и уточнения признанной классификации. В таблице 2.1 представлена классификация и сравнительный анализ по работам трех авторов, у которых данной проблеме уделяется особое внимание.

Таблица 2.1

Классификация экономического ущерба

Классификационный признак	По О.Ф. Балацкому [13]	По П.Ф. Тархову [148]	По Б.А. Семенову [131]
Расчетно-методический	Потенциальный	Потенциальный	–
	Фактический (расчетный)	Фактический	Фактический (расчетный)
	Возможный	Возможный	Возможный
	Предотвращенный	Предотвращенный	Предотвращенный
	Ликвидационный	Ликвидационный	Ликвидационный
	–	Расчетный	–
Уровень локализации	Глобальный	Общий расчетный	Совокупный
	Континентальный		
	Региональный	Локальный	Реципиентный (секторный)
Уровень охвата элементов среды	–	Аутоущерб	–
	Локальный	Локальный	Базовый
	Комплексный	Комплексный	Комплексный
Иерархический уровень	–	Порциальный	–
	Народнохозяйственный	Народнохозяйственный	Народнохозяйственный
	Хозрасчетный	Хозрасчетный	Хозрасчетный
По времени действия	Субъективно-индивидуальный: Физическому лицу; Юридическому лицу	Субъективно-индивидуальный: Физическому лицу; Юридическому лицу	Субъективно-индивидуальный: Физическому лицу; Юридическому лицу
	Явный	–	–
	Скрытый	–	–
	Текущий	–	–
Механизм воздействия	Прогнозный	Прогнозный	Прогнозный
	Непосредственный	Непосредственный	Непосредственный
	Опосредованный	Опосредованный	Опосредованный
	–	Первичный	–
	–	Вторичный	–

Фактический. Под фактическим экономическим ущербом обычно понимают фактические потери в результате загрязнения окружающей среды, которые могут быть оценены в денежном выражении [13]. Фактический экономический ущерб может быть определен при наличии полной исходной

информации о натуральных потерях и является основой для решения различных экономических задач, в том числе и в области финансовых отношений. В работе [131] предлагается для определения данной категории применить выражение «расчетный». Под расчетным здесь понимается та часть фактического ущерба, которая может быть выражена в стоимостной форме, но не определяется в силу недостаточно выделяемых для этого средств.

Возможный. По определению О.Ф.Балацкого [13], под возможным, понимается экономический ущерб, который имел бы место в случае отказа от осуществления природоохранных мероприятий. По своей сущности категория «возможный ущерб» может быть использована при решении задач прогнозного характера, при оценке эколого-экономической эффективности природоохранных мероприятий, при разработке инвестиционной политики. Возможный экономический ущерб может быть определен при наличии полной исходной информации источника-загрязнителя, степени воздействия на компоненты природной среды и наличии достоверного массива удельных показателей экономического ущерба, которые могут быть применены по методу аналогий.

Потенциальный. При определении данной категории наблюдаются существенные расхождения. Это обусловлено прежде всего тем, что термином «потенциальный» определяется некая предполагаемая величина. Исходя из этого, наиболее адекватно отражающим сущность, можно считать определение П.В. Тархова, который под потенциальным экономическим ущербом понимает такие отрицательные изменения, природа которых и их размеры сегодня могут только предполагаться. Как правило, потенциальный ущерб носит характер экспертной оценки и точность его определения возрастает с развитием научных представлений о степени и характере воздействия антропогенных возмущений на компоненты природной среды и на человека в частности.

Предотвращенный. Наиболее широкое распространение получило то определение [13], согласно, которому предотвращенный ущерб трактуется как разность между возможным и фактическим ущербом в определенный момент времени. Однако в данном определении, на наш взгляд, содержится существенное противоречие. Во-первых, возможный ущерб (исходя из определения) носит прогностический характер. На самом деле, термин «возможный» характеризует некую абстрактную величину. Фактически, в текущий момент времени, ущерб отсутствует. Во-вторых, сам термин «предотвращенный» (заблаговременно устранить, то что угрожает) применять для характеристики свершившихся событий не корректно. То есть, предотвратить можно лишь то, что еще не произошло. В этом отношении более обоснованным представляется определение, согласно которому, под предотвращенным экономическим ущербом понимается снижение возможного [148].

Ликвидированный. Под ликвидированным понимается снижение фактического ущерба в результате проведения мероприятий по охране окружающей среды [13]. Строго говоря, ликвидировать ущерб, который имел место в прошлом, нельзя. Ликвидировать можно источник негативного воздействия. Ущерб можно только компенсировать (и то не всегда). Однако, само определение, как отражение сущности категории, можно признать корректным.

Вторым классификационным признаком является уровень локализации экономического ущерба. Анализ литературных источников показал отсутствие принципиальных расхождений в трактовке экономического ущерба по данному классификационному признаку. Так, Б.А. Семенов [131] здесь выделяет понятие реципиентного (секторного) и совокупного экономического ущерба. Первое понятие раскрывает перечень загрязняемых объектов, их структуру и виды потерь. Совокупный – характеризует суммарную величину потерь без дифференциации его на локальные составляющие. Вместе с тем, здесь необходимо сделать одно уточнение.

П.В. Тархов [148], в частности, к определению общий и частный (что фактически соответствует понятиям совокупный и реципиентный) добавляет слово «расчетный», т.е. уточняя и конкретизируя данные понятия. Однако такие уточнения кажутся излишними, т.к. понятия общий и частный могут быть отнесены не только к расчетному, но и, например, к потенциальному ущербу. Отдельно по данному классификационному признаку выделяется введенное П.В. Тарховым понятие аутоущерба как такового, который применяется источником-загрязнителем самому себе.

Третий классификационный признак – уровень охвата элементов среды. По уровню охвата элементов среды обычно выделяют локальный и комплексный экономический ущерб. Под локальным понимается ущерб, наносимый одному из реципиентов, воспринимающих техногенную нагрузку (например, ущерб сельхозпроизводству). Комплексный рассматривается как сумма локальных. Несколько отличны понятия базового и комплексного трактуются Б.А. Семененко. Для более точного понимания понятий, вкладываемых автором в названные термины, можно их сравнить с простыми и комплексными статьями калькуляции. Примером базового здесь является ущерб в связи с ухудшением здоровья населения. Комплексный – ущерб жилищно-коммунальному хозяйству. По П.В. Тархову, под полным парциальным ущербом понимается абсолютный или полный ущерб от загрязнения одной из компонент природной среды как составной части абсолютного ущерба от загрязнения всей окружающей среды. Вместе с тем, при тщательном анализе данной категории, ее можно заменить определением «локальный» по О.Ф. Балацкому.

Четвертый классификационный признак – иерархический уровень проявления экономического ущерба. Здесь выделяются традиционные уровни проявления практически любых макропоказателей.

Пятый классификационный признак – (время действия) экономического ущерба. В частности О.Ф. Балацким [13] выделяется: явный, скрытый, текущий и прогнозный экономический ущерб. Под явным автор

понимает такой, который может быть четко определен с помощью научных методов. Скрытый ущерб при данном уровне знаний не выявляется. Текущий – который существует (и может быть определен) в настоящее время. Прогнозный – ущерб, который будет существовать в будущем. Шестой классификационный признак – механизм воздействия. По механизму воздействия различают непосредственный экономический ущерб, проявляющийся в виде потерь материальных ресурсов для компенсации проявлений непосредственного ущерба. Вполне приемлемым можно признать введение П.В. Тарховым [148] понятий первичный и вторичный ущерб. Под первичным ущербом понимаются потери непосредственно в социальной сфере, а под вторичным – дополнительные отвлечения живого труда из сферы материального производства в социальную.

С целью определения экономической сущности экологически обусловленных коррозионных потерь, нами предложена система классификационных признаков и приведена классификация коррозионных потерь (табл. 2.2).

Естественные коррозионные потери представляют собой потери вызванные коррозией как естественного термодинамического самопроизвольного процесса разрушения металлов (природное физико-химическое воздействие, постепенно разрушающее металл). При чем естественными коррозионными потерями можно считать потери которые наблюдаются в сельской местности (условно-чистой атмосфере).

Антропогенновызванные коррозионные потери – экологически обусловленные коррозионные потери, т.е. потери от коррозии вызванные загрязнением окружающей среды. Вредные коррозионно-активные газы, содержащиеся в выбросах промышленных предприятий, воздействуя со строительными конструкциями элементов зданий и сооружений, вызывают повышенную коррозию и их износ.

Классификация коррозионных потерь

Классификационные признаки	Вид коррозионных потерь	Сущность коррозионных потерь
По источникам формирования	Естественные	Потери, обусловленные физической природой коррозии
	Антропогенно вызванные	Коррозионные потери, связанные с загрязнением окружающей среды
По формам проявления	Прямые	Стоимость замены (с учетом трудозатрат) поврежденных коррозией основных производственных фондов
	Косвенные	Потери, которые непосредственно не связаны с коррозией основных фондов и носят опосредованный характер
По результатам	Фактические	Потери, которые имеют место при условиях текущего развития техники и технологии
	Предотвращенные	Потери, которые бы имели место в случае не приема соответствующих мероприятий по уменьшению коррозионного эффекта
По степени опасности	Критические	Максимальные потери, при которых дальнейшее использование основных фондов невозможно
	Допустимые	Потери, при которых основные фонды могут функционировать, но нуждаются в ремонте
	Незначительные	Потери, которые можно не учитывать
По реципиентам	Промышленности	По объектам возникновения (основные средства и имущество, которое находится в собственности субъектов хозяйствования)
	Транспорта	
	Сельского хозяйства	
	Жилищно-коммунального хозяйства	
	Памятников архитектуры и произведений искусства	
	Домохозяйств	

К *прямым* коррозионным потерям относят: дополнительные затраты на капитальный и текущий ремонт основных фондов в частности возмещение ущерба от коррозии и противокоррозионной защиты; недоамортизированная (остаточная) стоимость основных фондов, списанных по причине коррозии; возрастание эксплуатационных издержек по содержанию и обслуживанию основных производственных фондов; дополнительные капитальные вложения на восстановление разрушенных элементов основных фондов, дополнительные расходы связанные с антикоррозионной защитой конструктивных элементов основных фондов.

К *косвенным* коррозионным потерям относят потери, которые непосредственно не связаны с коррозией и носят опосредованный характер. Это стоимостное выражение потерь, связанных с простоем основных фондов по причине коррозии (в том числе проведение ремонтно-восстановительных работ); возмещение затрат по ликвидации ущерба от коррозии, наносимого смежным отраслям промышленности, сельскому хозяйству, окружающей среде, непроизводственным сооружениям; потери от невыпуска продукции в связи с простоем по причине коррозии, загрязнение готовой продукции и т.д.

Фактические коррозионные потери представляют собой действительные, имеющие место при условиях текущего развития техники и технологии. Это те потери, которые принимаются во внимание при расчете существующего уровня коррозионных потерь.

Предотвращенные коррозионные потери – это потери, которых удалось избежать внедряя соответствующие мероприятия по уменьшению коррозионного эффекта. Это может быть как антикоррозионная защита металлов, уменьшение антропогенного воздействия вследствие увеличения капитальных затрат на подавление выбросов, которые формируют агрессивную среду так и изменение технологии и развитие научно-технического прогресса.

Критические коррозионные потери – это потери, которые

характеризуют критический (предельный) износ основных фондов, при котором дальнейшая эксплуатация невозможна. Критические коррозионные потери находятся в пределах 70 – 80% [19, с. 78].

Допустимые коррозионные потери – это потери, при которых основные фонды могут функционировать, но нуждаются в ремонте. Так как система планово-предупредительных ремонтов для таких элементов основных фондов как зданий и сооружений не так жестко регламентирует межремонтный цикл, то на предприятиях в основном проводится внутрихозяйственная политика по игнорированию коррозионных потерь которые не требуют немедленного вмешательства, то есть уровень которых не достигает критического.

Незначительные коррозионные потери – это потери, которые не принимаются во внимание при определении необходимости проведения ремонта основных фондов.

Коррозионные потери по реципиентам, а именно коррозионные потери промышленности, транспорта, сельского хозяйства, жилищно-коммунального хозяйства, памятников архитектуры и произведений искусства, домохозяйств определяются теми коррозионными потерями по объектам возникновения (см. раздел 1.)

В разделе 1 были рассмотрены эколого-экономические аспекты коррозионных процессов, выявлена взаимосвязь между сверхнормативной коррозией и загрязнением окружающей среды, рассмотрен экономический ущерб основным фондам в связи с повышенной коррозией. Процесс производства продукции, который осуществляется в условиях сверхнормативного загрязнения воздушной среды, ведет к преждевременному износу основных фондов, утраты ими своей потребительной стоимости вследствие снижения своих качественных характеристик.

Экологически обусловленные коррозионные потери – это частичная или полная потеря стоимости или потребительской стоимости основных средств

производства вследствие их физического, морального и функционального износа и упущенной выгоды от их недоамортизации.

Коррозионные потери нельзя рассматривать только как натуральные потери массы металла конструктивных элементов основных фондов, так как по сути дела, именно данные потери напрямую характеризуют физический и функциональный износ. В свою очередь именно износ основных фондов определяет срок службы оборудования, количество ремонтов и стоимость ремонтов, а так же остаточную стоимость производственных объектов.

В хозяйственной практике все чаще возникает необходимость в оценке объектов, купли-продажи имущества, залоговом кредитовании, страховании, разрешении имущественных споров, налогообложении и т.д. [85]. Фактор износа играет важную роль при оценке рыночной стоимости основных фондов. В экономическом смысле износ определяет степень снижения стоимости объекта в процессе эксплуатации. Износ, а именно его степень характеризуется коэффициентом физического и морального износа. Коэффициент физического износа отражает относительную потерю стоимости объекта по сравнению с восстановительной стоимостью, вследствие его физического старения. При определении физического износа применяются следующие методы: анализ доходности функционирования объекта, анализ изменения главных параметров объекта, анализ эффективного возраста, экспертная оценка износа с использованием средств технической диагностики [85, с. 94-99].

Коэффициент физического износа по методу анализа доходности объекта определяется исходя из снижения чистого дохода, получаемого от эксплуатации изношенного объекта по сравнению с доходом, получаемым от эксплуатации нового объекта-аналога. На основе анализа изменения главных параметров объекта коэффициент физического износа базируется на расчете степени изменения мощности, производительности, быстродействия и других характеристик по сравнению с исходными значениями, которые имел объект

в начальный период эксплуатации. В соответствии с методом эффективного возраста, коэффициент физического износа рассчитывают как отношение средневзвешенного хронологического возраста элементов объекта к нормативному сроку службы. Так же коэффициент физического износа может быть определен опытным путем, на основании технической экспертизы состояния объекта [85].

В теории общепринято разделять физический и функциональный износы на устранимые и неустранимые по их влиянию на стоимость объектов недвижимости (целесообразно или нецелесообразно производить затраты на ремонт с точки зрения повышения стоимости объектов).

В настоящее время в основе оценки основных фондов лежат три подхода: затратный, результатный и сравнительный. Затратная концепция основана на учете затрат прошлых периодов, овеществленных в оцениваемых основных фондах, и их проецировании на современные условия строительства. Затратный подход на практике реализуется в виде методов восстановительной стоимости и стоимости замещения, которые по своей экономической сути могут быть объединены одним понятием – воспроизводственная (восстановительная) стоимость.

В общем виде восстановительная стоимость определяется размером затрат необходимых для воспроизводства точной копии оцениваемого объекта в современных социально–экономических и научно–технических условиях. В тех случаях, когда архитектурно-планировочные, конструктивные, технико-экономические, эстетические и экологические параметры производственного объекта не соответствуют современным требованиям, в связи с чем его воспроизводство невозможно, оценка должна осуществляться по стоимости замещения. Последнее характеризуется затратами на строительство равного по производственной мощности и аналогичного по функциональному профилю объекта с учетом действующих строительных норм, правил и расценок, современных технических и социальных требования.

Наиболее широкое применение получили следующие способы определения воспроизводственной стоимости основных фондов:

метод удельных капитальных вложений на ввод в эксплуатацию единицы мощности предприятий сферы материального и нематериального производства;

метод удельных показателей стоимости единицы объема зданий и сооружений различного функционального назначения;

метод удельных показателей стоимости единицы площади зданий и сооружений различного функционального назначения;

метод определения поэлементной сметной стоимости капитального строительства.

Результативная концепция базируется на учете экономических результатов текущей и будущей хозяйственной деятельности. Стоимость объектов основных фондов определяется исходя из их способности приносить доход.

В основе сравнительного подхода лежит метод аналогов. Он предполагает наличие многопараметрического банка данных по однотипным группам объектов, пригодных для сопоставления по показателям с объектом оценки. В практике известны методы функциональных аналогов (применяются для определения восстановительной стоимости и стоимости замещения), аналогов по потенциальной доходности и т.д. После проведения соответствующих корректировок, учитывающих специфику рассматриваемого объекта, цель и задачи оценки, изменение конъюнктуры рынка, социально-экономические и прочие условия, экспертным путем либо на базе статистических методов устанавливается искомая стоимость объекта оценки.

2.2 Совершенствование методических подходов к натуральной оценке экологически обусловленных коррозионных потерь элементов основных фондов

Исходя из классических положений общей теории эколого-экономического ущерба, стоимостная оценка коррозионных потерь невозможна без предшествующей оценки их натуральных значений.

В отечественной литературе, согласно [46], коррозионные потери определяются как натуральные потери металла, г/м².

Для практического расчета величины потерь, выраженных как в натуральных, так и стоимостных показателях, следует построить модель атмосферной коррозии. На ее основе возможна разработка аналитических зависимостей оценки натуральных потерь основных фондов от повышенной коррозии. Такая модель должна строиться на основе следующих принципов:

- конструкции в открытой атмосфере подвергаются воздействию осадков, агрессивных газов и аэрозолей; скорость коррозии металла в условиях открытой атмосферы зависит от продолжительности увлажнения поверхности и состава агрессивных сред;

- коррозионный эффект ($KЭ$) характеризует коррозионные потери и является функцией времени увлажнения τ металла адсорбционными или фазовыми (за счет прямого попадания воды) пленками, а также функцией концентрации, C , агрессивного компонента в атмосфере и в пленке влаги на поверхности;

- увлажнение поверхности зависит от влажности воздуха, температуры, солнечной радиации, воздухообмена и других факторов.

В общем виде коррозионный эффект можно представить следующей зависимостью [78]:

$$KЭ = f(\tau, C), \quad (2.1)$$

где – τ – увлажнение металла;

C – агрессивные компоненты в атмосфере и их концентрация

Анализируя вышеизложенное в разделе 1.2, приходим к выводу, что на коррозию основных фондов наибольшее влияние оказывают сернистый газ (SO_2) и ионы хлора (Cl^-). Поэтому в дальнейшем будем рассматривать только эти вещества как агрессивные компоненты в атмосфере.

Анализируя составляющие функции (2.1), необходимо от общего вида модели коррозионного эффекта перейти к более конкретной зависимости для определения натуральных потерь (потерь металла) от времени увлажнения (τ) и концентрации агрессивного компонента (C). Так в [78] для определения скорости атмосферной коррозии предложена общая модель:

$$KЭ = K_{адс} \times \tau_{адс} + K_{фаз} \times \tau_{фаз}, \quad (2.2)$$

где $K_{адс}$, $K_{фаз}$ – соответственно скорость коррозии металлов под адсорбционной и фазовой пленками влаги $\gamma/(m^2$ в час);

$\tau_{адс}$, $\tau_{фаз}$ – продолжительность увлажнения поверхности адсорбционной и фазовой пленками влаги час/год.

Деление водных пленок на две упомянутые группы обусловлено различием их физико-химических свойств. Так в [46], под фазовой пленкой принимают пленку влаги, образующуюся при увлажнении поверхности жидкими осадками или конденсатом, а под адсорбционной пленкой – пленку влаги, образующуюся при относительной влажности, равной и более 70% в отсутствие осадков или конденсата при температуре поверхности от минус 1°C до максимально наблюдаемой.

Нами предлагается следующая аналитическая зависимость для определения коррозионных потерь за первый год эксплуатации (M) в $г/м^2$:

$$M = \left[\left(K_{адс}^0 \times \sum_{i=1}^n a_i \times [c_i] \right) \times \tau_{адс} + K_{фаз}^0 \times \tau_{фаз} \right] \times K_1 \times K_2, \quad (2.3)$$

где $K_{адс}^0$, $K_{фаз}^0$ – скорости коррозии соответственно под адсорбционной и фазовой пленками влаги в условно чистой атмосфере, $\gamma/(m^2$ в час);

a_i – ускорение коррозии под адсорбционной пленкой влаги при наличии в атмосфере i -го коррозионно-активного агента в воздухе (см. таблицу 2.3);

$[c_i]$ – концентрация i -го коррозионно-активного агента в воздухе;

K_1 – коэффициент учитывающий влияние продуктов коррозии на скорость коррозии;

K_2 – коэффициент, учитывающий влияние твердых частиц на скорость коррозии.

Увеличение скорости коррозии (a) показывает, во сколько раз увеличивается скорость коррозии металла при введении в условно чистую атмосферу 1мг/м^3 сернистого газа или при осаждении на поверхность металла 1мг/м^2 хлоридов в сутки.

Значения $\tau_{адс}$, $\tau_{фаз}$ рекомендуют определять по [45].

Продолжительность увлажнения пленками влаги в любом заданном пункте определяют путем расчета, а для 3-х городов, характеризующих территорию Украины эти значения приведены: Киев – $\tau_{адс} = 1080$ ч/г, $\tau_{фаз} = 2520$ ч/г; Одесса $\tau_{адс} = 1300$ ч/г, $\tau_{фаз} = 2470$ ч/г; Ялта $\tau_{адс} = 1240$ ч/г, $\tau_{фаз} = 1980$ ч/г.

Таблица 2.3.

Влияние сернистого газа и хлоридов на скорость атмосферной коррозии металлов [78]

Загрязняющее вещество	Возрастание скорости коррозии металлов при наличии в атмосфере i -го коррозионно-активного агента в воздухе (a), раз					
	Углеродистая сталь	Цинк	Медь	Кадмий	Магниевого сплавы	Алюминий и его сплавы
SO_2	75	120	80	70	70	-
Cl	-	1,2	-	1,5	-	25

Сначала определяется продолжительность общего увлажнения $\tau_{общ}$ (см. рис. 2.1.). Если заданный пункт находится между изолиниями, то значение $\tau_{общ}$ определяется интерполяцией.

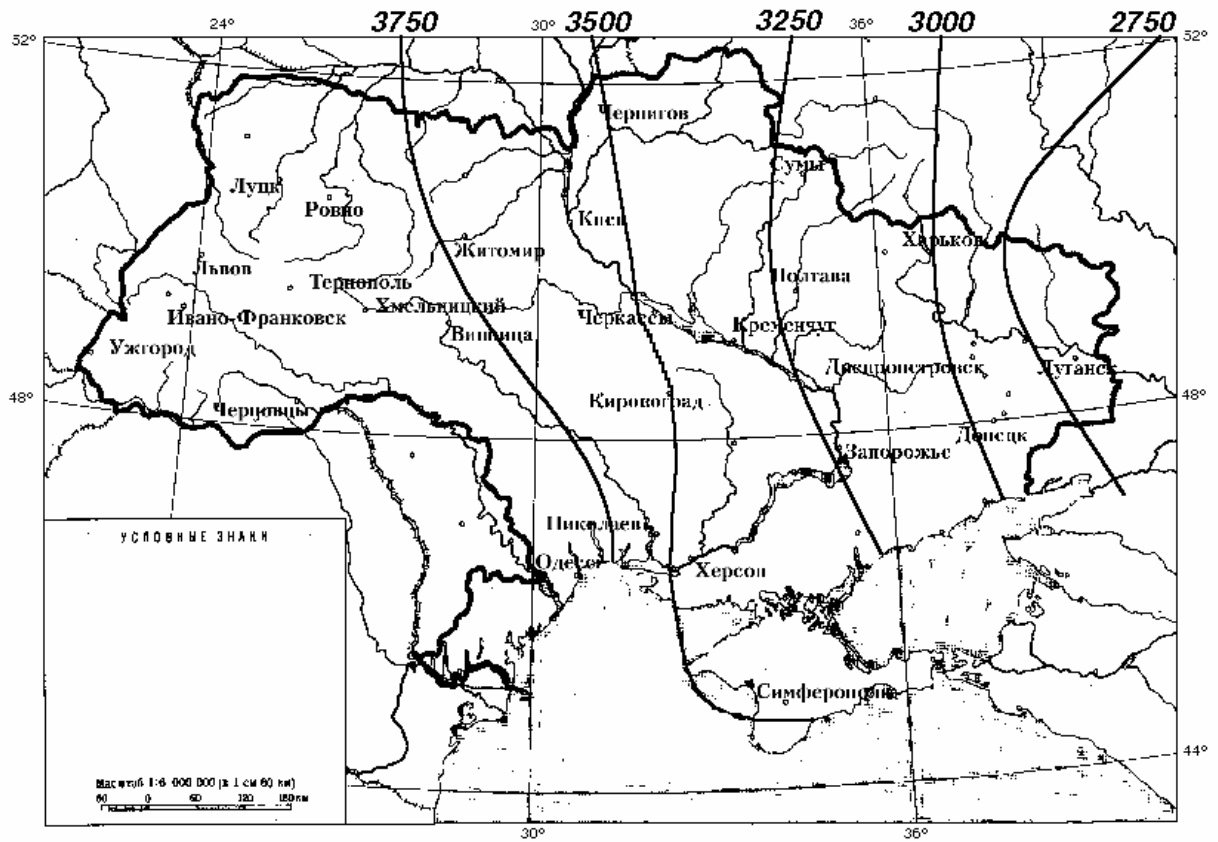


Рис. 2.1. Продолжительность общего увлажнения на территории Украины, ч/г.

Продолжительность увлажнения поверхности фазовой пленкой влаги ($\tau_{фаз}$) в ч/г. для заданного пункта эксплуатации определяют по формуле:

$$\tau_{фаз} = 0,97\tau_{общ} - A, \quad (2.4)$$

где A – постоянная, которая определяется по [45] (см. рис. 2.2).

Значения постоянной A для районов: V – 700; VI – 1000; VII – 1250.

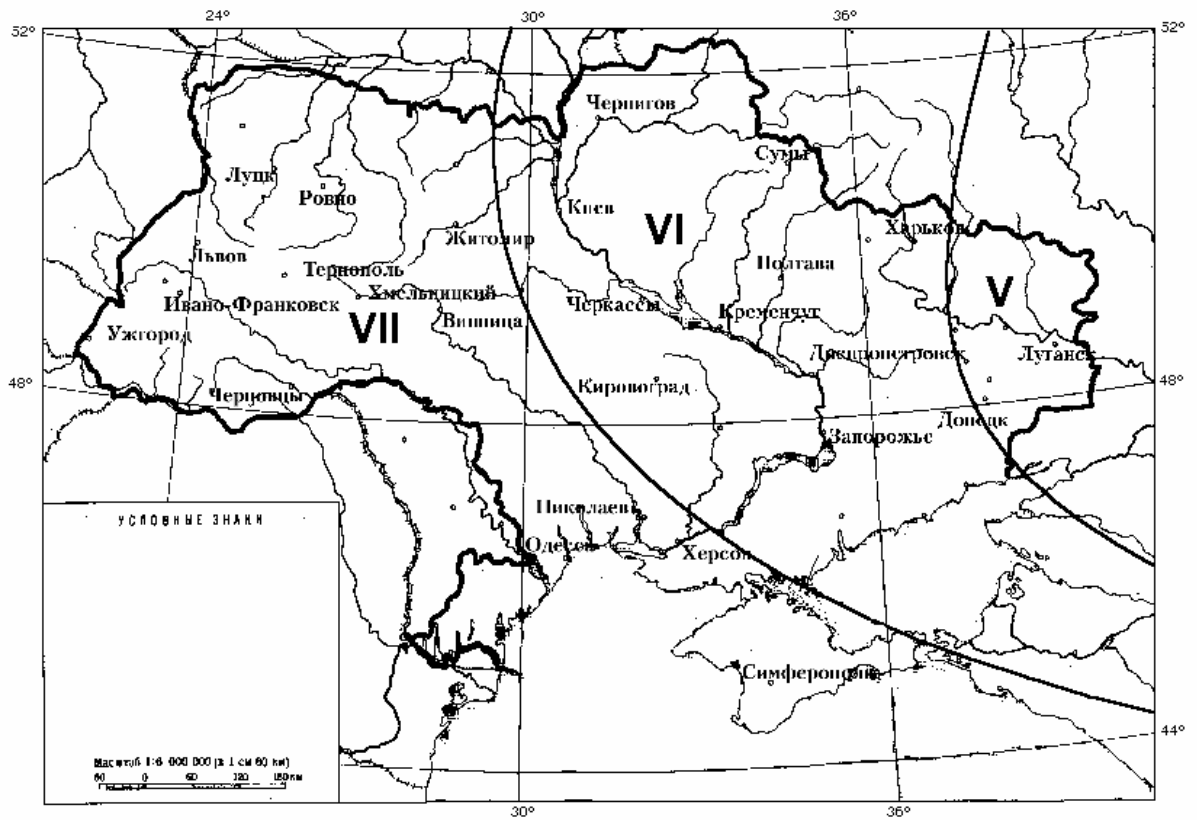


Рис. 2.2. – Районирование территории Украины для определения продолжительности увлажнения под фазовой пленкой влаги по значениям “А”

Продолжительность увлажнения поверхности адсорбционной пленкой влаги $\tau_{адс}$ на открытом воздухе для заданного пункта эксплуатации вычисляются по формуле

$$\tau_{адс} = \tau_{общ} - \tau_{фаз} \quad (2.5)$$

Коррозионные потери за длительное время эксплуатации (в $г/м^2$) вычисляются по формуле:

$$M_{\tau} = M \times \tau^n, \quad (2.6)$$

где M – коррозионные потери за первый год эксплуатации (определяется по формуле 2.3);

τ – время, годы;

n – коэффициент, учитывающий влияние продуктов коррозии.

Значение n для различных металлов и сплавов приведенных в табл. 2.4

Таблица 2.4

Значение коэффициента n для различных металлов и сплавов [56]

Материал	Сельский район		Промышленный район		Морской район	
	На открытом воздухе	Под навесом	На открытом воздухе	Под навесом	На открытом воздухе	Под навесом
Сталь углеродистая	0,6	1,0	0,5	1,0	0,4-0,6	0,8
Сталь марки 10ХНДП	1,0	-	0,2	-	1,0	-
Алюминий и его сплавы	0,3-0,8	0,7-1,3	0,4-0,9	0,7-1,3	0,3-0,8	0,7-1,3
Магниевые сплавы	0,8-1,3	1,0-1,4	0,8-1,3	1,0-1,4	0,8-1,8	1,0-1,4
Цинк	1,0	0,5-1,0	1,0	1,0	0,7-1,0	-
Кадмий	0,8	0,8	0,9	1,0	0,8	0,8
Медь	1,0	1,0	0,8-1,0	1,0	0,3-0,7	1,0
Никель	0,7-1,0	-	1,0-1,4	-	0,7-1,0	-

Следующий этап исследования предполагает определение по аналитической зависимости (2.3) коррозионных потерь металла для конкретного предприятия химической промышленности. После получения результатов аналитическим методом, следует сравнить данные с фактическими потерями металла, вследствие повышенной коррозии основных фондов в условиях загрязненности атмосферного воздуха. Проанализировав отклонения между фактическими данными и значениями коррозии полученными в результате расчета, возможно определить достоверность предложенной зависимости потерь металла от времени увлажнения (τ) и концентрации агрессивного компонента (C) в атмосферном воздухе.

В табл. 2.5 представлена оценка степени коррозионной агрессивности атмосферы для углеродистых сталей на открытом воздухе.

Таблица 2.5

**Оценка степени коррозионной агрессивности атмосферы для
углеродистых конструкционных сталей на открытом воздухе в
умеренном макроклиматическом районе**

Тип атмосферы	Коррозионные потери, г/м ² год
Условно-чистая	До 300
Городская	От 300 до 500
Промышленная	От 500 до 700
Промышленная, сильно загрязненная	Свыше 700

В табл. 2.6 представлены результаты натурных исследований и аналитических расчетов скорости атмосферной коррозии. Сами расчеты приведены в Приложении Б.

Таблица 2.6

**Сравнительный анализ результатов натурных исследований и
аналитических расчетов скорости атмосферной коррозии**

Профиль сечения	Толщина образца, мм		Среднее значение износа,		Скорость коррозии, мм/год		
	номинальная	в результате коррозии	мм	%	по натурным обследованиям	средняя скорость коррозии	расчетное значение
L90×6	6,0	4,7	3,0	40,4	0,05	0,11	0,08
L160×12	12,0	9,0			0,11		
L100×8	8,0	5,6			0,09		
L125×8	8,0	4,6			0,13		
L75×5	5,0	3,2			0,07		
L90×8	8,0	3,2			0,18		
L63×5	5,0	0,7			0,16		

Анализируя результаты натуральных обследований, проведенных проектным институтом „Укрхимпроект” (табл. 2.6) относительно коррозионных потерь основных производственных фондов склада комовой серы ОЦСК-1 на ОАО ”Сумыхимпром” (г. Сумы) и результаты расчетов по формуле (2.3 и 2.6), можно сделать выводы, что предложенные в работе методические подходы разрешают получить корректные значения скорости коррозии, и могут быть приняты как база для определения физического, функционального износа основных фондов и стоимостной оценки коррозионных потерь.

Используя классический подход к оценке эколого-экономического ущерба от загрязнения окружающей среды, сперва определили натуральные показатели ущерба от коррозии. В данном случае потери металла в натуральном выражении могут использоваться для экономической оценки с помощью формулы (1.12). Для того чтобы перейти к стоимостным оценкам, необходимо выбрать критерии перехода. В форме критерия в данном случае можно взять среднегодовой коррозионный износ. Согласно результатам проведенного расчета можно определить ежегодный экологически обусловленный коррозионный износ основных производственных фондов, равен 1,4 % в год.

Прямая зависимость уровня износа основных фондов от уровня загрязнения предопределяет увеличение затрат связанных с коррозией с увеличением уровня загрязнения. Это и дополнительное увеличение затрат на капитальный и текущий ремонт основных фондов в частности возмещение ущерба от коррозии и противокоррозионной защиты, возрастание эксплуатационных издержек по содержанию и обслуживанию основных фондов, дополнительные капитальные вложения на восстановление разрушенных элементов основных фондов, а так же недоамортизация основных фондов, списанных по причине коррозии.

2.3 Научно-методические подходы к экономической оценке экологически обусловленных коррозионных потерь элементов основных фондов

При определении коррозионных потерь в стоимостном выражении традиционно будем учитывать прямые и косвенные потери, в данном случае связанные с коррозией. Можно выделить три основные группы прямых потерь, связанные с повышенной коррозией.

К первой группе относятся выраженные в стоимостном виде потери физической массы основных фондов и товаро-материальных ценностей в результате процессов атмосферной коррозии в условиях агрессивной газовой среды. Эта составляющая ущерб не является бесспорной: потеря части результата прошлого труда, овеществленного в основных производственных фондах напрямую не связана с текущими производственными процессами и затратами живого труда. Хотя на глобальном уровне продукты коррозии можно рассматривать как ущерб и как потерю ограниченного ресурса.

Ко второй группе прямых потерь в результате загрязнения атмосферы относятся все виды дополнительных затрат на текущие и капитальные ремонты основных фондов за период их фактического срока службы. Поскольку затраты на содержание ОППФ являются планово-калькуляционными, оценку дополнительной составляющей можно производить путем сравнения фактического и нормативного размера затрат либо фактических затрат при эксплуатации основных производственных фондов в загрязненной и условно чистой атмосфере. Использование в качестве сравнительной базы нормативных затрат, с одной стороны упрощает методику расчета, но с другой стороны, занижает размер фактического ущерба. Норматив затрат на ремонты устанавливается исходя из технического уровня производства на основании опытно-статистического осреднения данной статьи расходов. В свою очередь продолжительность межремонтных циклов, технологическое состояние оборудования, его

ремонтпригодность в условиях абсолютно чистой атмосферы были бы существенно выше. Поэтому нормативы расходов на ремонты, установленные при фактическом состоянии атмосферы, включают какую-то часть затрат обусловленных факторами загрязнения.

Третья группа прямых потерь связана с сокращением срока службы основных фондов, в результате чего происходит недоамортизация оборудования, зданий, сооружений и т.д. В этом случае величину ущерба принято оценивать размером потерь полных амортизационных отчислений за период равный разнице между расчетным и фактическим сроками службы. В настоящее время амортизационная политика достаточно свободна для предприятий, они самостоятельно устанавливают сроки в течении которых основные фонды будут полностью восстановлены. Основная задача определить фактические сроки службы основных фондов для оптимальной амортизационной политики, для обоснованного ценообразования выпускаемой продукции.

Для наиболее объективного определения коррозионных потерь промышленных объектов необходимо создание базы данных. При советской экономике в 1980-х годах была введена в соответствии с «Положением об антикоррозионной службе министерства» отчетность № 1-кор для определения масштабов экономического воздействия коррозии на основные фонды [129]. В связи с трансформацией экономики в 1990-х годах предполагаемая база данных о коррозионных потерях не успела сформироваться. При относительной самостоятельности предприятий в ведении производственно-хозяйственной деятельности, а так же в связи с глубоким кризисом экономики, который характеризовался всеобщим спадом производства, предприятия перестали вести данную документацию. Первоочередной задачей было выживание. На данный момент, на промышленных предприятиях, особенно предприятиях химической, нефтехимической, теплоэнергетической отрасли, необходимость первичного учета коррозионных потерь, их оценки требуется для обоснования

перераспределения затрат либо в развитие природоохранных мероприятий, которые позволят уменьшить антропогенную нагрузку на окружающую среду и тем самым снизят физический износ основных фондов, либо на компенсацию тех коррозионных потерь, которые за собой ведет повышенное загрязнение атмосферного воздуха. Сами предприятия, которые несут огромные убытки от коррозии, влияющей на их основные фонды, а следовательно в целом и на хозяйственную деятельность предприятия, должны быть заинтересованы во внедрении системы учета коррозионных потерь.

Необходимо трансформировать идею о сборе первичной информации, на основе существовавшей отчетности № 1-кор, с учетом условий хозяйствования на сегодняшний день, непосредственно на самом предприятии.

На предприятиях для первичного учета затрат и потерь связанных с коррозией, должны создаваться определенные рабочие группы состоящие из следующих специалистов: главный бухгалтер, главный механик, главный энергетик, главный технолог, представитель службы эксплуатации зданий и сооружений, а так же представители антикоррозионной службы предприятия. Наличие специалистов разных областей обосновывается тем, что данная проблема, а именно оценка коррозионных потерь, находится на стыке нескольких наук, и объективная оценка выделения тех или иных затрат, связанных с коррозией это достаточно трудоемкий и субъективный процесс. Рабочая группа должна разработать организационный план проведения сбора первичной информации. В этом плане должны быть предусмотрены: подготовительные и организационные мероприятия с указанием конкретных сроков и исполнителей; принципы организации сбора данных, порядок заполнения типовых форм для каждого вида основных фондов и готовой продукции; перечень подразделений, для которых следует разработать и ввести дополнительные формы и учета необходимых показателей и затрат; перечень разрабатываемых нормативов затрат материалов, энергии, труда,

эксплуатации машин при производстве работ по противокоррозионной защите и ликвидации последствий от коррозии; порядок оформления и сроки представления документов и отчетов.

Первичный учет коррозионных потерь необходимо проводить в соответствии с разделением основных фондов на отдельные группы. При этом должны учитываться все виды подверженных коррозии основных фондов, числящихся на балансе предприятия, включая основные фонды как используемые в производственной деятельности, так и временно не работающие и находящиеся в резерве. Кроме этого отдельно необходимо выделить непромышленные объекты, которые также несут коррозионные потери, вследствие приближенности к промышленной площадке.

На предприятиях оформление первичной документации, связанной с противокоррозионной защитой и ремонтно-восстановительными работами, обусловленными коррозией, рекомендуется производить на типовых формах с пометкой «кор», в соответствии с уже существующей методикой [129]. На всех соответствующих документах, поступающих в бухгалтерию, также необходимо ставить пометку «кор».

Для выявления затрат на противокоррозионную защиту строительных конструкций и анализа фактических эксплуатационных затрат, связанных с дополнительными расходами на эксплуатацию зданий и сооружений, испытывающих воздействие агрессивных сред, должен составляться перечень объектов – зданий и сооружений с агрессивной средой. Оценку степени агрессивности среды необходимо проводить в соответствии с действующими нормативными документами и рекомендательными материалами.

В соответствии с паспортом на здание (сооружение) указываются конструктивные элементы, подверженные воздействию агрессивной среды и повышенной увлажненности (фундаменты, колонны, балки, фермы, плиты покрытий, перекрытий и др.). Так же указывается год ввода в эксплуатацию здания и его конструктивных элементов. В зданиях, эксплуатируемых

длительное время, могут быть случаи, когда год ввода в эксплуатацию отдельных конструкций из-за полной их замены в процессе эксплуатации (например, при реконструкции или капитальном ремонте) не будет совпадать с годом ввода объекта в целом.

Для уточнения перечня объектов и выявления характеристики агрессивной среды службами эксплуатации зданий и сооружений предприятия должно проводиться обследование наличия и степени агрессивности среды с привлечением специализированных организаций.

Оценку степени агрессивности среды (слабоагрессивная, среднеагрессивная, сильноагрессивная) необходимо производить для каждого подверженного коррозии конструктивного элемента здания или сооружения.

Так же необходимо определить суммарную балансовую стоимость групп выявленных зданий (сооружений) с агрессивными средами.

Для определения первоначальных затрат на защиту строительных конструкций от коррозии на каждое эксплуатируемое или введенное в эксплуатацию здание (сооружение) должны использоваться данные технического паспорта, в котором зафиксированы: год постройки, конструктивная схема, общая производственная площадь, сметная (балансовая) стоимость, данные по основным конструктивным элементам объекта, предусмотренные проектом способы защиты и допущенные в процессе строительства отступления от проекта. К техническому паспорту прикладывается соответствующая проектная документация, по которой может быть определена технико-экономическая характеристика строительных конструкций на год ввода здания (сооружения) в эксплуатацию.

Определенные технико-экономические характеристики по каждому зданию (сооружению), подвергающемуся воздействию агрессивных сред, должны фиксироваться в соответствующих формах документации.

В соответствии с «Положением о проведении планово-

предупредительного ремонта производственных зданий и сооружений» Руководством по эксплуатации строительных конструкций производственных зданий промышленных предприятий» отраслевыми Инструкциями по технической эксплуатации зданий и сооружений ежегодно должны проводиться технические осмотры и оценка состояния конструктивных элементов зданий и сооружений, в том числе с агрессивными средами. На основании материалов технических осмотров должно определяться техническое состояние конструктивных элементов основных фондов. При этом следует применять шкалу оценок технического состояния: исправное; удовлетворительное, исправность и работоспособность обеспечены; неудовлетворительное, работоспособность обеспечена; крайне неудовлетворительное, частично утрачена работоспособность; аварийное, работоспособность утрачена полностью.

Итоговые данные по видам, количеству и стоимости материалов, применяемых для защиты строительных конструкций зданий и сооружений, введенных в действие в отчетном году, используются при определении капитальных затрат на антикоррозионную защиту, производимую перед вводом в эксплуатацию промышленного объекта.

Эксплуатационные затраты, связанные с ремонтом строительных конструкций в зданиях (сооружениях) в агрессивных средах рассчитываются на основе следующих данных: наименование материала, необходимого для ремонта и на восстановление защиты от коррозии (например, восстановление лакокрасочных покрытий), его количество и стоимость ремонта. При этом учитываются затраты на текущий и капитальный ремонты тех конструкций, ремонт которых проводился в отчетном году по каждому конструктивному элементу. Так же в стоимость текущих и капитальных ремонтов необходимо учитывать стоимость затрат труда и использованных материалов и машин.

Затраты на ремонт принимаются по фактическим данным соответствующих сметно-финансовых расчетов, а также актов приемки на выполненные работы (если работы выполнены специализированной

подрядной организацией).

Затраты на текущий и капитальный ремонт, проведенный хозяйственным способом ремонтными службами самих предприятий, принимаются по данным бухгалтерского учета.

При этом из перечня работ по капитальному или текущему ремонту, указанных в дефектных ведомостях и в актах приемки, необходимо выделять работы по восстановлению защиты строительных конструкций от коррозии.

Если в процессе капитального или текущего ремонта полностью заменены металлические или металлодержащие (например, железобетонные) конструктивные элементы, то указывается масса металла в этих элементах, дальнейшее использование которых для производственных целей невозможно.

При расчете прямых потерь от коррозии строительных конструкций в процессе эксплуатации зданий и сооружений определяют количество и стоимость прокорродировавших конструкций и их элементов, которые заменяются при ремонтах, или вследствие их полного износа и ликвидации до истечения срока амортизации, а также металлических конструкций, полуфабрикатов и материалов, списанных по причине коррозии при хранении. При расчете косвенных потерь определяют потери и убытки, связанные с простоем размещенного в здании основного технологического оборудования и машин во время ремонта строительных конструкций, снижением объема или ухудшением качества выпускаемой продукции. Потери из-за простоя технологического оборудования и машин во время проведения ремонтов строительных конструкций проявляются в виде упущенной выгоды (недополучения части прибыли) вследствие неполного использования основных фондов.

Коррозия конструктивных элементов некоторых сооружений и зданий (например, трубопроводов, резервуаров, хранилищ, складов и т. п.) вызывает потери материалов, полуфабрикатов и готовой продукции. Эти потери учитываются по данным соответствующих актов, и их величина (стоимость)

определяется экспертами.

Подготовка материалов для заполнения отчета должна производиться на основе документов первичного учета по группам основных фондов предприятий и показатели необходимо суммировать по трем разделам:

текущие и капитальные ремонты основных фондов, числящихся на балансе предприятия (организации), выполненные собственными силами, а также с привлечением специализированных организаций;

готовая продукция предприятия;

строительство зданий и сооружений, выполненное строительной организацией подрядным способом в отчетном году (капитальное строительство).

Поскольку первичный учет ведется различными структурными подразделениями предприятий и организаций, рекомендуется составлять вспомогательные (промежуточные) формы данного отчета для отдельных групп основных фондов.

Порядок осуществления сбора информации и составления соответствующей отчетности по зданиям и сооружениям приведен в [129]. В отчете необходимо приводить данные о затратах на текущий и капитальный ремонт основных фондов или объектов производственной деятельности; стоимость основных фондов и объектов, выбывших из эксплуатации вследствие коррозии металла, суммарные потери металла по причине коррозии, а также потери от коррозии материалов, полуфабрикатов, комплектующих узлов и готовой продукции при их хранении на складах и открытых площадках складов и баз; потери продукции в результате сквозной коррозии металла передаточных устройств, резервуаров, хранилищ, складов и т. п. Кроме этого, следует приводить данные о затратах на текущий ремонт своих основных фондов, а в общий объем затрат, обусловленных коррозией, необходимо включить как стоимость материальных затрат (стоимость новых узлов, деталей и материалов, которые ставятся взамен поврежденных коррозией, стоимость материалов для защиты от коррозии), стоимость

электроэнергии на выполнение этих работ, так и заработную плату производственных рабочих, на выполнение данных работ. Так же должны указываться затраты по всем основным фондам, числящимся на балансе предприятия, включая как используемые в производственной деятельности, так и временно не работающие и находящиеся в резерве, которые учтены в ведомости затрат на текущий ремонт

Затраты на капитальный ремонт основных фондов предприятий и объектов заказчика, обусловленных устранением и профилактикой коррозионных повреждений, должны включать стоимость материалов, электроэнергии и заработную плату.

Данные заполняются всеми предприятиями и организациями, имеющими на своем балансе основные фонды, независимо от того, как ремонтируются эти фонды – собственными силами или с привлечением подрядных организаций. При проведении ремонта основных фондов подрядным способом затраты на ремонт и защиту от коррозии учитываются подрядчиком и передаются организации-заказчику вместе с ремонтной документацией.

Учет недоамортизированной стоимости основных фондов, выбывших по причине коррозии металла. Эти данные заполняются из ведомости учета выбытия основных фондов (средств) по причине коррозии, которая составляется на основе актов о ликвидации основных средств.

Учет потерь от коррозии материалов, полуфабрикатов, комплектующих изделий и готовой продукции как собственного производства, так и полученных от других предприятий (организаций), вызванные коррозией металла вследствие несоблюдения нормальных условий их хранения и консервации. Так же приводятся сведения о суммарных потерях металла, в том числе: масса металлических заготовок, деталей, узлов конструкций, замененных при текущем и капитальном ремонте основных фондов взамен поврежденных коррозией. При этом учитывается масса замененных элементов, непригодных к дальнейшему производственному использованию.

Массу металла в металлических и металлосодержащих конструкциях, полуфабрикатах, деталях, и готовой продукции, списанных по причине коррозии, учитывают в соответствии с внутренней документацией.

По причине сквозной коррозии трубопроводов, резервуаров, цистерн, хранилищ, складов, в которых транспортируются или хранятся газ, пар, жидкие, газообразные, сыпучие продукты и т. д. показываются потери материалов и продукции. Указанные потери должны быть выделены из общей суммы непроизводительных расходов, учитываемых в общезаводских расходах, и зафиксированы соответствующими актами с участием представителей антикоррозионной службы предприятия (организации).

Потери от простоев основных фондов по причине коррозии определяются как непроизводительные потери из-за недоиспользования мощностей технологического оборудования во время проведения внеплановых текущих и капитальных ремонтов (в том числе строительных конструкций зданий и сооружений).

При этом учитывается снижение годового выпуска продукции, уменьшение прибыли, фондоотдачи и т. п. Указанные потери должны быть выделены из общей суммы потерь от простоев, учитываемых в цеховых расходах. Потери в результате выбраковки или снижения сортности продукции, вследствие загрязнения ее продуктами коррозии во время производства, хранения, транспортировки, а также в том случае, если качество продукции не соответствует требованиям в результате нарушения технологического процесса производства по причине коррозии.

В соответствующей документации должны учитываться затраты по ликвидации ущерба окружающей среде, наносимого в результате коррозии металла: штрафы, пени, неустойки, выплачиваемые предприятиями за загрязнение, окружающей среды в результате коррозионного разрушения основных фондов и связанной с ним утечкой материалов и готовой продукции, а так же первоначальные и дополнительные капитальные вложения на приобретение и монтаж основных средств и оборудования для

защиты основных фондов и готовой продукции (например, оборудование для пескоструйной обработки, гальваническое оборудование, оборудование и устройства для электрохимзащиты и т. д.).

Кроме этого, необходимо учитывать затраты на подготовку кадров, научно-исследовательские и опытные работы, связанные с коррозией металла, которые входят в общезаводские расходы, а так же затраты на защиту готовой продукции и затраты на проведение испытаний и контроля продукции на коррозионную стойкость и защищенность, которые входят в цеховые расходы.

Данные ведомости учета затрат на противокоррозионную защиту при эксплуатации основных фондов, накопительной – ведомости учета расхода материалов на защиту от коррозии основных фондов и готовой продукции и ведомости учета затрат на противокоррозионную защиту готовой продукции, заполняют предприятия (организации), использующие для защиты принадлежащих им основных фондов изделия из коррозионностойких конструкционных материалов (металлический листовой прокат, трубы, запасные части, узлы, детали).

Определяются затраты, связанные с производством и использованием конструкционных коррозионностойких материалов. В том числе выделяются затраты по противокоррозионной защите на основе применения коррозионностойких металлов и сплавов биметаллов, металлопластов и полимеров, полные затраты на защиту основных фондов и готовой продукции футеровочными материалами (футеровка штучными кислотоупорными материалами, гуммирование, обкладка полиизобутиленом, защита полимерными растворами, мастиками и т. д.). Полные затраты на защиту основных фондов и готовой продукции покрытиями: металлическими; композиционными; неметаллическими неорганическими; полимерными; лакокрасочными и затраты, связанные с использованием средств временной противокоррозионной защиты металлов и изделий.

Использование отдельных видов материалов для противокоррозионной

защиты определяется в натуральном, т, и стоимостном, грн, выражении. Расход материалов указывается исходя из размера их фактического списания на производство при эксплуатации основных фондов и при производстве готовой продукции.

К материальным и финансовым потерям от коррозии строительных конструкций на предприятиях относят:

- потери вследствие полной или частичной замены элементов при ремонтах подверженных коррозии основных фондов;
- потери вследствие выбытия основных фондов до истечения амортизационного срока службы из-за коррозии их элементов или деталей;
- потери и снижение выпуска готовой продукции при ремонте основных фондов, обусловленном коррозией.

Полный учет потерь от коррозии осуществить весьма сложно, так как на ряду с прямыми потерями существуют и косвенные.

Прямой ущерб непосредственно связан с коррозией и ускоренным износом элементов основных фондов. К прямым потерям относятся:

- дополнительные затраты на капитальный и текущий ремонт основных фондов в частности возмещение ущерба от коррозии и противокоррозионной защиты;
- недоамортизированная (остаточная) стоимость основных фондов, списанных по причине коррозии;
- возрастание эксплуатационных издержек по содержанию и обслуживанию ОППФ;
- дополнительные капитальные вложения на восстановление разрушенных элементов основных фондов.

Косвенные потери от коррозии включают:

- стоимостное выражение потерь, связанных с простоем основных фондов по причине коррозии (в том числе проведение ремонтно-восстановительных работ);
- возмещение затрат по ликвидации ущерба от коррозии, наносимого

смежным отраслям промышленности, сельскому хозяйству, окружающей среде, непроизводственным сооружениям и т.д.

Очень часто косвенные потери вообще невозможно определить. Однако известно, что косвенные потери невозможны, если нет прямых потерь. Как только появляются прямые потери, неизбежно возникают косвенные, которые могут превышать прямые во много раз.

В соответствии с вышесказанным коррозионные потери ($KП$) будут равняться сумме прямых (C_n) и косвенных (C_k):

$$KП_i = \sum_{i=1}^n (C_{ni} + C_{ki}), \quad (2.7)$$

где $KП_i$ – коррозионные потери i – го промышленного объекта, который находится на исследуемой территории и попадает в зону влияния атмосферной коррозии ($i = 1...n$), грн;

C_{ni} – прямые коррозионные потери i –го промышленного объекта, который находится на исследуемой территории, грн;

C_{ki} – косвенные коррозионные потери i –го промышленного объекта, который находится на исследуемой территории, грн.

При этом, при расчете прямых и косвенных коррозионных потерь необходимо учитывать их состав.

Прямые коррозионные потери:

$$C_n = \sum_{j=1}^m C_{nj}, \quad (2.8)$$

где j – составляющая коррозионных потерь ($j = 1...m$);

C_{nj} – дополнительные расходы на капитальный и текущий ремонт основных фондов в частности возмещения ущерба от коррозии, грн;

C_{n2} – недоамортизированная (остаточная) стоимость основных фондов, списанных вследствие коррозии, грн.;

C_{n3} – рост эксплуатационных расходов по содержанию и обслуживанию основных фондов, в связи с коррозией, грн.;

C_{n4} – дополнительные капитальные вложения на восстановление разрушенных элементов основных фондов, грн.;

C_{n5} – дополнительные расходы, связанные с антикоррозийной защитой металлов, грн.

В частности C_{n1} можно определить по формулам (1.9), (1.14), (1.15), (1.21), (1.22); C_{n2} – в соответствии с формулой (1.25); C_{n3} – учитывается в формуле (1.9) как Z_m – увеличение текущих затрат на содержание основных фондов в связи с повышенным уровнем загрязнения, а так же в (1.28); C_{n5} можно найти в соответствии с нормами расхода антикоррозионной защиты металлов, периодичностью их обновления (см. Приложение Д) и затратами труда, по формуле (1.3).

Косвенные коррозионные потери:

$$C_k = \sum_{j=1}^m C_{kj}, \quad (2.9)$$

где j – составляющая коррозионных потерь ($j = 1...m$);

C_{k1} – стоимостное выражение потерь, связанных с простоем основных фондов вследствие коррозии (недовыпуск продукции, проведение ремонтно-восстановительных работ), грн;

C_{k2} – потеря готовой продукции в связи с коррозией, загрязнение продукции, грн;

C_{k3} – дополнительные расходы на строительство промышленных объектов, сооружений, оборудования с необоснованными допусками на коррозию, грн;

C_{k4} – возмещение расходов по ликвидации ущерба от коррозии,

которые наносятся непромышленным объектам и смежным предприятиям, грн.

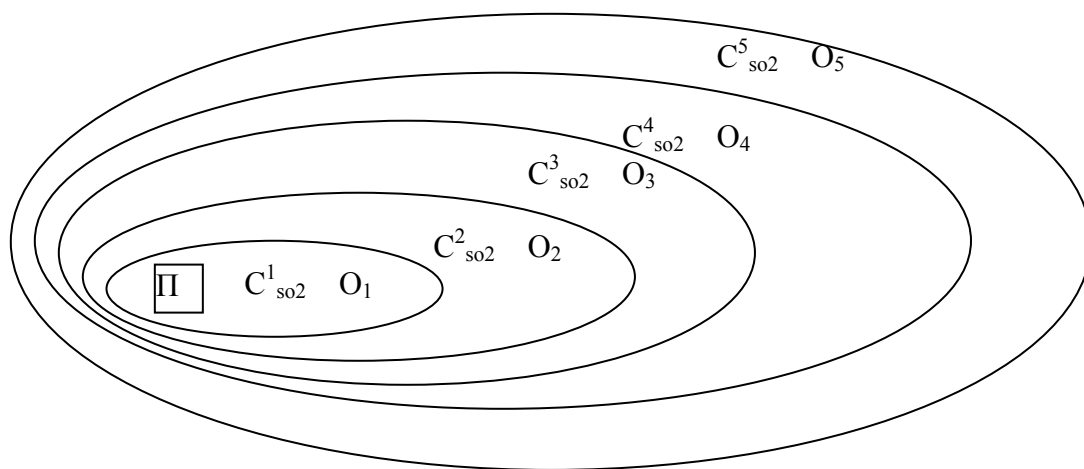
В частности такие косвенные коррозионные потери, как C_{n5} – можно найти по формулам (1.16),(1.22); $C_{к2}$ – в соответствии с формулой (1.10)

Таблица 2.7

Расчет составляющих прямых и косвенных коррозионных потерь

Элемент	Обозначение	Порядок расчета	Согласно формуле
Дополнительные расходы на капитальный и текущий ремонт основных фондов, связанных с коррозией	C_{n1}	$C_{n1}^T = \sum_{i=1}^n (3_{\Phi_i}^T - 3_{H_i}^T) k_3^T$	(1.21)
		$C_{n1}^K = \sum_{i=1}^n (3_{\Phi_i}^K - 3_{H_i}^K) k_3^K$	(1.22)
Недоамортизированная (остаточная) стоимость основных фондов, списанных вследствие коррозии	C_{n2}	$C_{n2} = \sum_{i=1}^n \frac{\Phi_{\delta_i} \cdot H_{A_i} \cdot T_{H_i}}{100} - A_{\Phi_i} - Л_i$	(1.25)
Рост эксплуатационных расходов по содержанию и обслуживанию основных фондов, в связи с коррозией	C_{n3}	$C_{n3} = \sum_{i=1}^n (\mathcal{E}_{pi}^{\phi} - \mathcal{E}_{pi}^{\delta}) k_{\kappa}$	(1.28)
Дополнительные капитальные вложения на восстановление разрушенных элементов основных фондов	C_{n4}	$C_{n4} = \frac{\sum_{i=1}^n (\mathcal{E}_i \cdot Ц_i + 3_i^M)}{t_n - t_{\phi}} - Л_3$	(1.29)
Дополнительные расходы, связанные с антикоррозийной защитой металлов	C_{n5}	$C_{n5} = \frac{\sum_{i=1}^n V_p (P_{ан} \cdot Ц_{ан} + 3_{ан})}{t_{ан}}$	(1.30)
Потери, связанные с простоем основных фондов вследствие коррозии (недовыпуск продукции, проведение ремонтно-восстановительных работ	$C_{к1}$	$C_{к1} = \sum_{i=1}^n (Ц - C) B \cdot t_{n.об}$	(1.20)
		или $C_{к1} = \sum_{i=1}^n b_i t_i \gamma_i Ц_i k_{n_i} + \sum_{i=1}^n C_{m_i} \cdot \alpha_{np_i} \cdot \frac{t_i \cdot \gamma_i}{F_{\delta_i}}$	(1.19)
Потеря готовой продукции в связи с коррозией, загрязнение продукции	$C_{к2}$	$C_{к2} = \sum_{i=1}^n C_m \cdot B_{\delta}$	(1.31)
Дополнительные расходы на строительство промышленных объектов, сооружений, оборудования с необоснованными допусками на коррозию	$C_{к3}$	$C_{к3} = K_{стр}^{\delta} - K_{стр}^H$	(1.32)

Что касается возмещения расходов по ликвидации ущерба от коррозии, непромышленным объектам и смежным предприятиям (C_{K4}), то зона коррозионного влияния от источника-загрязнителя определяется исходя из данных выбросов SO_2 , технологических характеристик и метеоклиматических условий. На рис. 2.3 приведена условная схема распределения коррозионного влияния в зависимости от концентрации SO_2 .



П – предприятие –загрязнитель (источник загрязнения), производящий выбросы коррозионно-агрессивных веществ;

O_1, O_2, O_3, O_4, O_5 – промышленные объекты, а также объекты инфраструктуры, которые подвержены коррозионному влиянию агрессивной атмосферы.

Рис. 2.3. Коррозионное воздействие на производственные объекты и объекты инфраструктуры расположенные вблизи источника загрязнения атмосферы коррозионно-агрессивными газами в зависимости от их концентрации (C^i_{so2})

Коррозионное воздействие зависит от месторасположения загрязнителя, окружающей инфраструктуры и производственных объектов, количества, состава и концентрации загрязняющих веществ, розы ветров, климатических условий, а так же влажности обусловленной техпроцессом.

При определении ущерба основным фондам коррозией необходимо специально выделить элементы, подвергающиеся влиянию загрязнения. Сперва следует исключить часть элементов основных фондов, не подверженных коррозии. Согласно [13], в результате расчетов было установлено, что величина основных фондов, на которые действует внешнее загрязнение, составляет по элементам: здания – 25%, сооружения – 20%, силовые машины и оборудование – 2%, передаточные устройства – 5%, транспортные средства – 12%. Однако, на коррозию элементов основных фондов, а соответственно, и на повышенный их износ влияет не только загрязнение атмосферы, но и ряд других факторов, таких как: географическое расположение, температура, влажность, эффект торможения процессов коррозии, защищенность конструкций и т.д. Для выделения экологической составляющей, а именно экологически обусловленных коррозионных потерь необходимо обосновать уровень естественных коррозионных потерь и антропогенновызванных уже в сочетании с действием других факторов.

Можно предположить, что увеличение затрат на содержание и текущий ремонт основных фондов, вследствие коррозии, пропорционально ее величине, которая характеризуется скоростью коррозии. Данное предположение основано на следующем допущении: во сколько раз скорость коррозии выше в загрязненной среде по сравнению с условно-чистой средой (среда сельской местности), во столько раз затраты на предотвращение коррозионных потерь выше в загрязненной среде, чем в чистой. Так как коррозия происходит и в чистой среде, можно сказать, что общие затраты связанные с коррозией основных фондов состоят из затрат на возмещение естественных коррозионных потерь (затрат от коррозии в чистой среде) и антропогенновызванных коррозионных потерь (затрат от коррозии в загрязненной среде).

Следовательно экологическую составляющую коррозионных потерь будем находить в соответствии с формулой:

$$KП_3 = \frac{KП}{1 + \frac{K_c}{K_n}}, \quad (2.10)$$

где $KП_3$ – коррозионные потери обусловленные загрязнением окружающей среды, грн;

$KП$ – общие коррозионные потери, грн;

K_c – скорость коррозии металла в сельском районе (условно-чистой среде), мкм /год ;

K_n – скорость коррозии металла в промышленном районе (в загрязненной среде), мкм /год.

Данные K_c и K_n можно найти по справочным источникам. Для расчета возьмем данные согласно табл. 1.3. $K_c = 2,2$ мкм/ год, $K_n = 11,4$ мкм /год, а их отношение будет равняться 0,19.

Это свидетельствует о том, что в общих коррозионных потерях естественные коррозионные потери составляют 19%, а экологически обусловленные – соответственно 81%. При чем данное соотношение может изменяться в зависимости от вида металла, уровня загрязнения атмосферы, метео-климатических условий исследуемого района.

По данным производственно-хозяйственной деятельности предприятия химической промышленности ОАО «Сымыхимпром» (г. Сумы) проведем расчет коррозионных потерь. При определении дополнительных расходов на капитальный и текущий ремонт основных фондов в частности возмещения ущерба от коррозии (C_{nl}) учитываем, ту часть основных фондов, которая подвержена коррозии. Стоимость основных производственных фондов на август 2005 года соответствует – 367186,8 тыс. грн. Согласно [129], стоимость по структуре основных фондов может определяться укрупненным способом в зависимости от отраслевой принадлежности. Для химической промышленности, к которой относится исследуемое предприятие, существуют следующие соотношения: здания – 32%, сооружения – 15,4%, передаточные устройства – 13,2%, машины и оборудование – 37 % и прочие

– 2,4% в общей структуре основных фондов. Соответственно в стоимостном выражении для ОАО «Сумыхимпром» структура основных фондов представлена: здания – 117499,8 тыс. грн, сооружения – 56546,8 тыс. грн, передаточные устройства – 48468,7 тыс. грн., машины и оборудование – 135859,1 тыс. грн. и прочие основные фонды – 8812,5 тыс. грн.

Для определения величины основных фондов, на которые действует внешнее загрязнение, согласно [13], рассчитываем по элементам: здания – $0,25 \cdot 117499,8 = 29374,95$ тыс. грн, сооружения – $0,2 \cdot 56546,8 = 11309,36$ тыс. грн, силовые машины и оборудование – $0,02 \cdot 135859,1 = 2717,18$ тыс. грн, передаточные устройства – $0,05 \cdot 8812,5 = 440,63$, транспортные средства – $0,12 \cdot 8812,5 = 1057,5$ тыс. грн. Суммарная стоимость основных фондов, на которые действует атмосферная экологически обусловленная коррозия – 44899,62 тыс. грн.

Затраты на ремонт основных фондов на 2005 год на ОАО «Сумыхимпром» запланированы в размере 32336,6 тыс. грн. В соответствии с [179], материальные затраты составляют от 20 до 40 % от стоимости ежегодных капитальных затрат, а затраты на текущий и капитальный ремонт, связанный с коррозией основных фондов соответствуют 20 – 40 % от материальных затрат. Следовательно, нижний предел затрат на текущий и капитальный ремонт будет равен – $C_{nl} = 32336,6 \cdot 0,2 \cdot 0,2 = 1293,46$ тыс. грн., верхний предел – $C_{nl} = 32336,6 \cdot 0,4 \cdot 0,4 = 5173,86$ тыс. грн. В соответствии с [120, с. 103] затраты на капитальный ремонт, связанный с коррозией основных фондов составляет 1,86% от стоимости основных фондов подверженных коррозии и соответственно 1,74% затраты на текущий ремонт. В исследуемом случае это: $44899,62 \cdot 0,0186 = 835,13$ тыс. грн. и $44899,62 \cdot 0,0174 = 781,25$ тыс. грн., что в сумме будет составлять 1616 тыс. грн. Если сравнить полученные значения затрат на текущий и капитальный ремонт основных фондов, то они сопоставимы, и последнее находится в заданных пределах, следовательно в расчете коррозионных потерь мы принимаем $C_{nl} = 1616$ тыс. грн.

Чтобы выделить экологическую составляющую данных потерь, в соответствии с вышесказанными предположениями, определяем:

$$КП_э = \frac{1616}{1 + 0,19} = 1357,98 \text{ тыс. грн.}$$

Затраты на предотвращение коррозионных потерь (Z_{kn}) должны соотноситься с самими коррозионными потерями. При чем эти затраты могут быть направлены либо на уменьшение коррозионно-активных веществ в атмосферу, т.е. на подавление выбросов SO_2 , либо на применение антикоррозийных защитных покрытий.

Ведем еще одно понятие «экологически обусловленные коррозионные затраты»— это дополнительные затраты, связанные с проектированием, строительством, эксплуатацией производственных объектов, в условиях загрязненной окружающей среды, которая оказывает коррозионное воздействие на элементы основных фондов, а так же затраты на компенсацию косвенных коррозионных потерь.

$$Z_{kn} \leq C_n + C_k . \quad (2.11)$$

Чем больше сумма прямых и косвенных потерь превышает затраты на предотвращение этих потерь, тем эффективнее применяемый метод (или комплекс методов). Коэффициент эффективности использования метода предотвращения коррозионных потерь ($K_{эф}$):

$$K_{эф} = \frac{Z_{kn}}{C_n + C_k} \quad (2.12)$$

Значение коэффициента $K_{эф}$ изменяется в пределах от 0 до 1.

При эффективных методах предотвращения коррозионных потерь снижая прямые потери не менее чем на 90% $Z_{kn} \leq 0,9C_n$ и почти полностью исключаются опосредствованные потери $C_o \rightarrow \min$ [5].

Зная прямые потери можно всегда определить предельные суммы, которые можно затратить на осуществление мероприятий по предотвращению коррозионных потерь. Чем меньше $Z_{кп}$ тем эффективнее метод предотвращения ущерба. Экономический эффект (\mathcal{E}) мероприятия равняется $\mathcal{E} = 0,9C_n - Z_{кв}$.

Исходя из критического значения коррозионных потерь ($KП$) можно определить критическую границу срока эксплуатации основных производственных фондов, после которого дальнейшее использование есть недопустимым. Это связано с установлением предельных сроков эксплуатации основных производственных фондов (рис. 2.4).

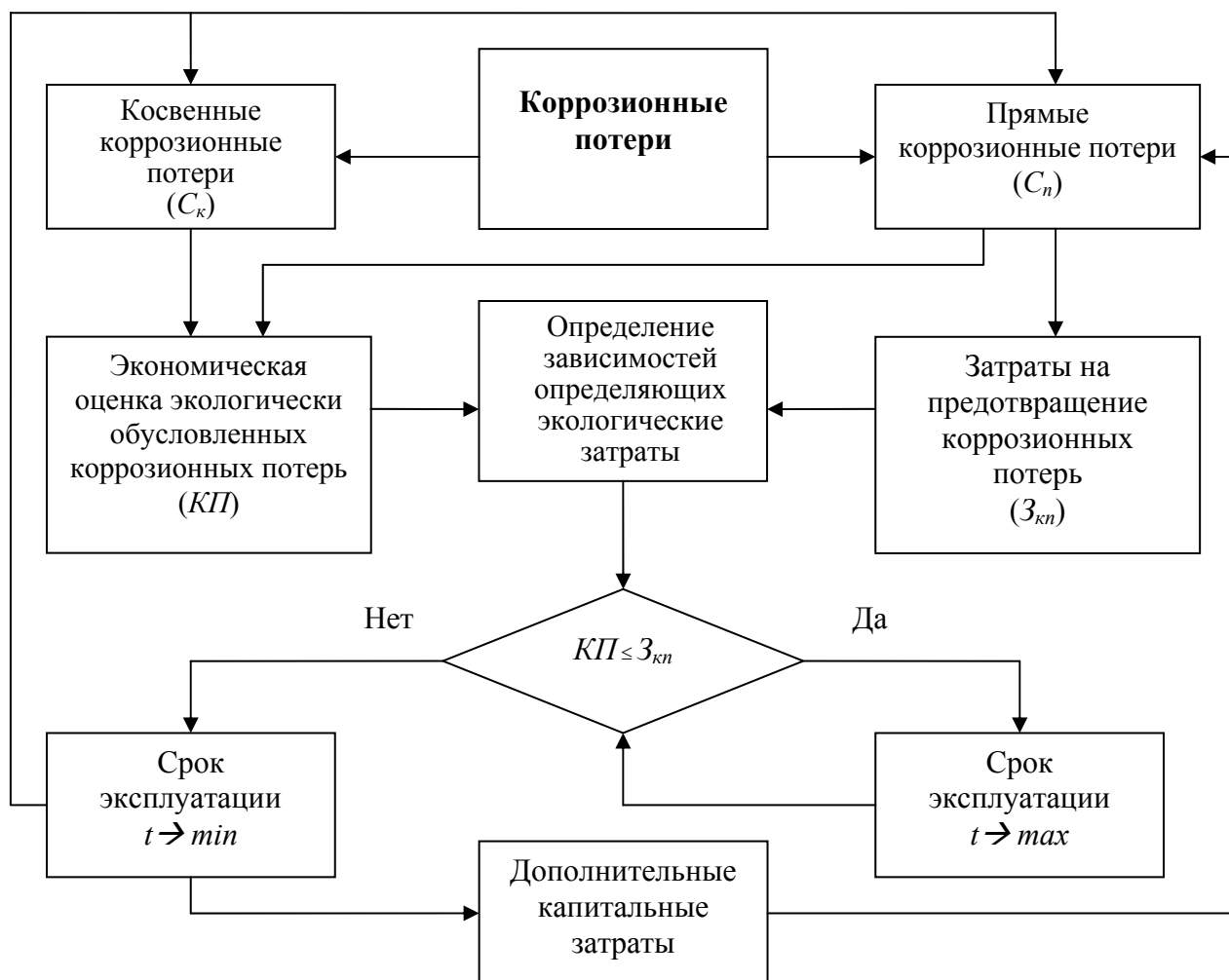


Рис. 2.4. Блок-схема определения предельных сроков эксплуатации основных производственных фондов

Ключевым элементом блок-схемы (рис. 2.4) есть сравнения величины коррозионных потерь (KII) и расходов на предотвращение коррозионных потерь ($Z_{кв}$). Для удлинения срока службы основных производственных фондов необходимо уменьшить коррозионные потери, за счет увеличения атмосфероохранных расходов, увеличение межремонтного цикла и уменьшение, на этой основе, количества условных ремонтов за срок эксплуатации основных производственных фондов. При чем срок эксплуатации основных фондов будет приближаться к нормативным срокам службы (максимальным) $t \rightarrow max$ при компенсации коррозионных потерь за счет $Z_{кв}$. И наоборот срок эксплуатации будет намного ниже экономического срока службы в случае недокомпенсации этих потерь $t \rightarrow min$. В соответствии с нормативными сроками службы промышленные здания в нормальной среде должны служить не менее 60 лет, в среде средней агрессивности – 45 лет и большой агрессивности – 30 лет, а в действительности здания изнашиваются на 10-20 лет раньше срока [57]. В соответствии с вышесказанным, кроме стоимостных оценок коррозионных потерь важное значение в исследовании имеет именно определение фактического срока службы.

Выводы по разделу

1. В работе предложены классификационные признаки (по источникам формирования, по формам проявления, по результатам, по степени опасности, по реципиентам) и классификация коррозионных потерь (естественные, антропогенновызванные, прямые, косвенные, фактические, предотвращенные, критические, допустимые, незначительные). Отдельно выделены естественные и антропогенновызванные коррозионные потери. Естественные коррозионные потери – потери вызванные коррозией как естественного термодинамического самопроизвольного процесса разрушения металлов (природное физико-химическое воздействие, постепенно разрушающее металл), а антропогенновызванные коррозионные потери –

экологически обусловленные коррозионные потери, т.е. потери от коррозии вызванные загрязнением окружающей среды. Отмечено, что вредные коррозионно-активные газы, содержащиеся в выбросах промышленных предприятий, воздействуя со строительными конструкциями элементов зданий и сооружений, вызывают повышенную коррозию и их износ.

2. Проанализированы и существенно усовершенствованы аналитические методы оценки натуральных показателей экологически обусловленных коррозионных потерь основных фондов, которые разрешают учитывать уровень загрязнения атмосферного воздуха, метеоклиматические условия, влияние продуктов коррозии на ее скорость. Выполненные расчеты для условий ОАО „Сумыхимпром”(г. Сумы) свидетельствуют, что предлагаемые аналитические зависимости разрешают получить сопоставимые с натурными обследованиями оценки скорости коррозии, – 0,08 и 0,11 мм/год соответственно. На основании оценок натуральных показателей и с учетом классификации коррозионных потерь, в диссертации усовершенствованы научно-методические подходы к стоимостной оценке эколого-экономических ущербов от коррозии основных производственных фондов, которые состоят в учете, как прямых так и косвенных коррозионных потерь.

3. На основании анализа механизмов формирования, структуры и форм проявления потерь, выделена коррозионная составляющая в пореципиентном эколого-экономическом ущербе промышленности. Определена экономическая сущность понятия „экологически обусловленные коррозионные потери”, как частичная или полная потеря стоимости и потребительской стоимости основных средств производства вследствие их физического, морального и функционального износа и упущенной выгоды от их недоамортизации.

4. Обоснована необходимость создания базы данных, для оценки коррозионных потерь. Предложена трансформация существовавшей отчетности № 1-кор в настоящие условия хозяйствования промышленных

предприятий для определения масштабов экономического воздействия коррозии на основные фонды.

5. Для экономической оценки коррозионных потерь предложено учитывать прямые и косвенные коррозионные потери. Прямые коррозионные потери включают в себя дополнительные расходы на капитальный и текущий ремонт основных фондов в частности возмещения ущерба от коррозии; недоамортизированную (остаточную) стоимость основных фондов, списанных вследствие коррозии; рост эксплуатационных расходов по содержанию и обслуживанию основных фондов, в связи с коррозией; дополнительные капитальные вложения на восстановление разрушенных элементов основных фондов; дополнительные расходы, связанные с антикоррозийной защитой металлов. Косвенные коррозионные потери включают: стоимостное выражение потерь, связанных с простоем основных фондов вследствие коррозии (недовыпуск продукции, проведение ремонтно-восстановительных работ); потерю готовой продукции в связи с коррозией, загрязнение продукции; дополнительные расходы на строительство промышленных объектов, сооружений, оборудования с необоснованными допусками на коррозию; возмещение расходов по ликвидации ущерба от коррозии, которые наносятся непромышленным объектам и смежным предприятиям.

5. Введено понятие «экологически обусловленные коррозионные затраты»— дополнительные затраты, связанные с проектированием, строительством, эксплуатацией производственных объектов, в условиях загрязненной окружающей среды, которая оказывает коррозионное воздействие на элементы основных фондов, а так же затраты на компенсацию косвенных коррозионных потерь.

РАЗДЕЛ 3

ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОЦЕНОК КОРРОЗИОННЫХ ПОТЕРЬ

3.1 Учет показателей уровня загрязнения атмосферного воздуха в системе «износ – ремонт» основных фондов

Для предотвращения преждевременного износа зданий и сооружений, их эффективного использования необходимо разрабатывать четкую систему плано-предупредительного ремонта, реализация которой обеспечит исправное состояние зданий и сооружений в течение расчетного срока их службы. В связи с трансформационными изменениями в экономике страны централизованная система плановых ремонтов перестала действовать. А процесс плано-предупредительных ремонтов на предприятиях еще не сформировался в определенную систему. Для зданий производственного назначения и сооружений системы плано-предупредительного ремонта были разработаны еще в 60-е годы [121].

Под системой плано-предупредительного ремонта зданий и сооружений подразумевается совокупность организационных и технических мероприятий по установлению технического состояния зданий и сооружений, проведению профилактических мер и ремонтов конструктивных элементов и оборудования, осуществляемых в строго определенные сроки с целью обеспечения; сохранности и эксплуатационной пригодности, предупреждения преждевременного износа и предотвращения аварий зданий и сооружений.

В систему плано-предупредительного ремонта должны входить:

- постоянный уход за конструкциями, оборудованием, помещениями, устранение мелких повреждений;
- периодические осмотры и технические освидетельствования зданий и сооружений для оценки их технического состояния и составления планов

ремонта;

– ремонт зданий и сооружений: текущий – плановый и непредвиденный, состоящий главным образом в восстановлении защитных покрытий конструкций и устранении мелких повреждений, и капитальный – выборочный и комплексный, состоящий в возмещении износа путем замены или усиления изношенных конструкций для обеспечения расчетного срока службы зданий [19, с. 180].

Кроме вышеперечисленного в систему планово-предупредительного ремонта должен включаться коррозионный мониторинг, который должен быть направленным на достоверную оценку коррозионной ситуации для промышленного объекта и поддержании его в исправном состоянии. В более широком смысле под «коррозионным мониторингом» следует понимать не только «коррозионный контроль», но и сбор, регистрацию и систематизацию данных по всем факторам, оказывающим влияние на коррозию и, в конечном итоге, на техническое состояние промышленного объекта. При чем при советском союзе для создания базы данных по коррозионным потерям была введена статистическая отчетность №1 кор. В сегодняшних условиях именно недостаток информации о потерях связанных с коррозией, приводит к невозможности их стоимостного расчета.

В соответствии с [121] установлены нормативные усредненные сроки службы зданий, их конструктивных элементов, отделки, инженерного оборудования; виды и периодичность осмотров зданий; классификация ремонтов и периодичность основных работ; указания по организации текущего и капитального ремонтов зданий и сооружений(см. приложение В)

Основой для составления плана ремонтов является учет износа основных фондов. Физический износ конструкций сооружения (%) определяется по формуле:

$$Q = \sum g_i e_i / 100 \quad (3.1)$$

где g_i – износ отдельного элемента сооружения, %;

e_i – доля стоимости этого элемента по отношению к стоимости всего здания или сооружения, % [19].

Для определения износа основных фондов, а именно зданий и сооружений необходимо отметить, что есть сооружения так называемой «вековой» прочности – дамбы, тоннели, которые характеризуются медленным износом и подвергаются частичному капитальному ремонту через большие промежутки времени, а также сооружения, эстакады, трубопроводы, дымовые трубы, железнодорожные пути, электросети для которых характерен повышенный коррозионный износ при эксплуатации в высокоагрессивной среде промышленных предприятий (см. Приложение В).

Максимальный износ эксплуатируемых сооружений не должен превышать 70-80%. Физический износ здания с течением времени возрастает, особенно резко после достижения зданием примерно 0,8 расчетного срока службы. Так затраты на ремонт при износе 65% в 30 раз больше, чем при износе 10%. В среднем возрасте зданий их износ составляет около 35% в год, а в конечном периоде – в три раза больше [19].

Что касается морального износа, то пассивная часть основных фондов, к которой относятся в том числе и производственные здания и сооружения, так же подвержена как и функционирующая техника. Естественно, что активная часть основных фондов в большей степени ощущает последствия морального износа, чем производственные здания, однако это не основание отрицать моральный износ второй формы применительно к производственным зданиям (см. рис. 3.1). Как физический так и моральный износ могут быть вызваны экологическими факторами. В настоящее время существующие методы оценки физического износа не позволяют выявить долю износа, вызванную экологическими факторами.

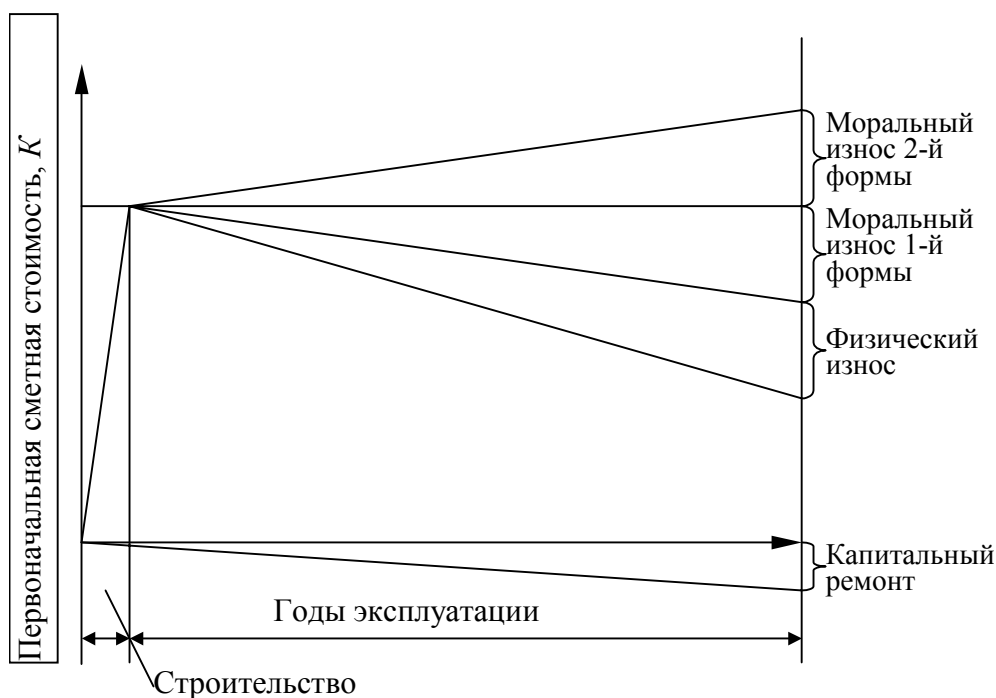


Рис. 3.1. Изменение стоимости здания и сооружения с течением времени

На рис. 3.2 графически отображено соотношение между затратами и временем в периоды проектирования, возведения и эксплуатации. Проектирование в современных условиях длится в зависимости от сложности объекта месяц (или месяцы) и составляет по затратам примерно 1-2 % от стоимости возведения; строительство здания в зависимости от его сложности длится обычно месяцы (иногда годы); эксплуатация, т. е. поддержание здания в исправном состоянии, длится десятки, а то и сотни лет, причем по затратам она ежегодно составляет 2-3 % от восстановительной стоимости на строительную часть и 4-5 % – на содержание инженерного оборудования. Из этого следует, что примерно через каждые 12-13 лет затраты на эксплуатацию зданий приравниваются затратам на их возведение [19]. Поэтому важно, чтобы эксплуатационные затраты были возможно меньшими.

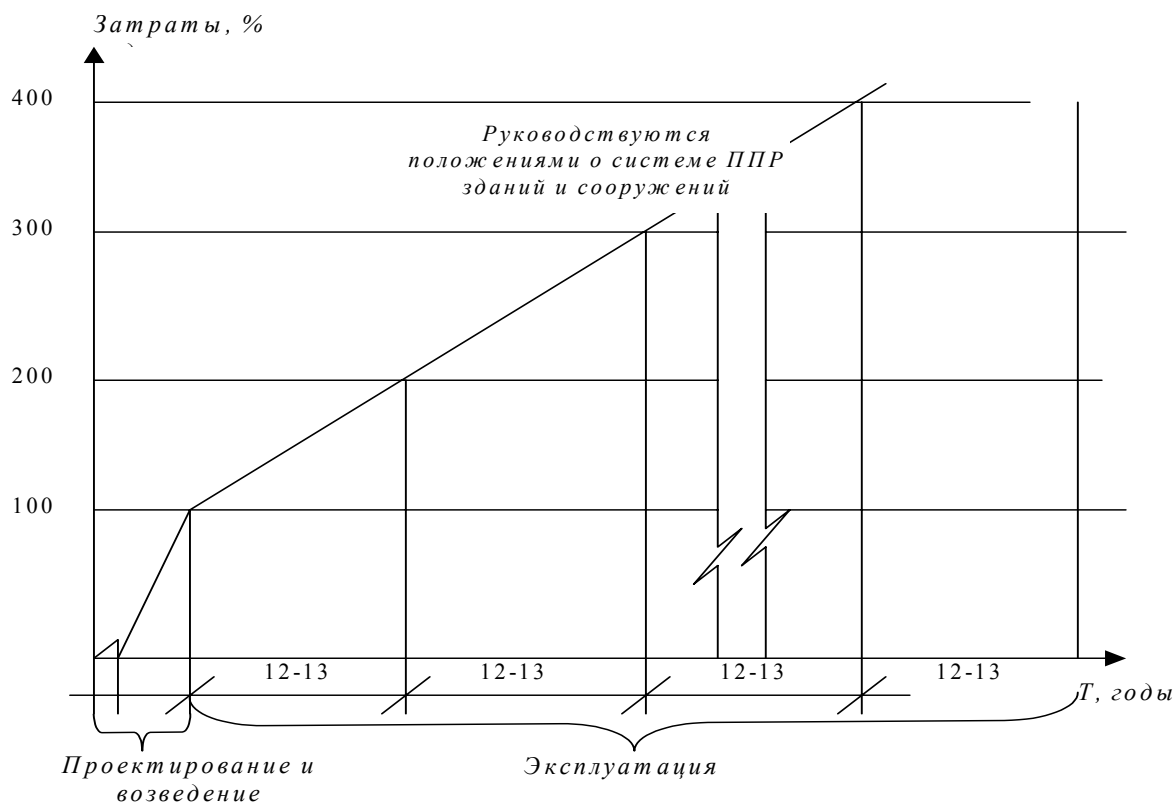


Рис. 3.2. Рост затрат на протяжении срока строительства и эксплуатации промышленного объекта [19]

В соответствии с [121] периодичность всех видов ремонта зданий принята кратной трем годам, что вызвано минимальным сроком службы некоторых видов отделки и покраски: 3 года — для профилактического текущего ремонта; 6 лет — для выборочного капитального ремонта (9 — для вновь построенных зданий); 18, 24, 30 лет — для комплексного капитального ремонта в зависимости от капитальности зданий.

При чем характер кривой, которая отражает затраты на протяжении всего срока службы, определяется степенью физического износа, который в свою очередь определяется коррозионным износом.

Предельный износ конструкций без ремонта может быть определен по выражению:

$$g_{sp} = aT, \quad (3.2)$$

где a – ежегодный экологически обусловленный коррозионный износ, % в год;

T – срок эксплуатации до предельного износа без ремонта, годы.

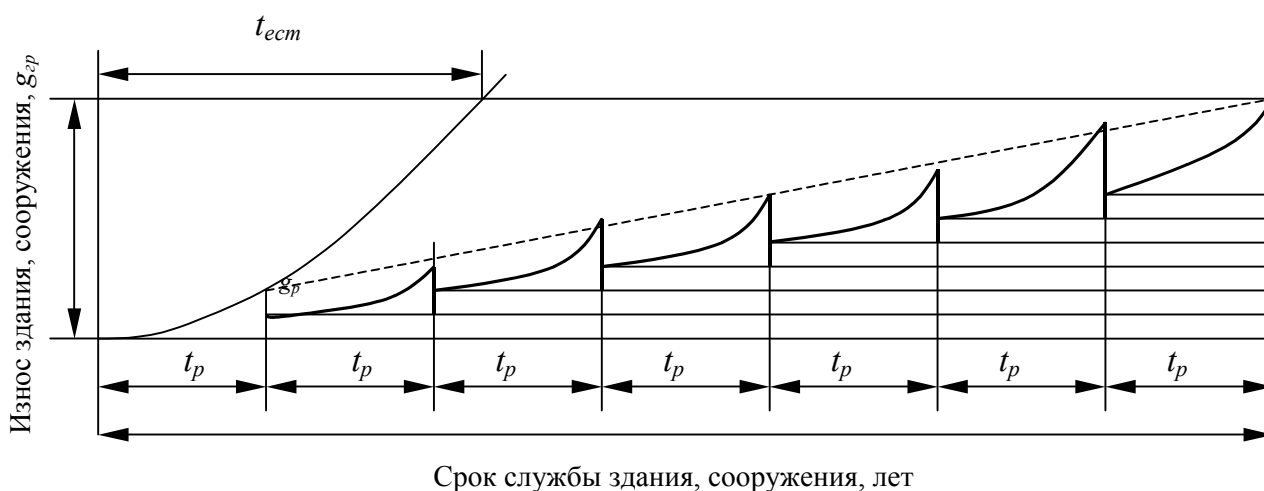


Рис. 3.3. Экологически обусловленный коррозионный износ зданий, сооружений и его возмещение путем проведения периодических ремонтов

В случае уменьшения антропогенной нагрузки на окружающую среду, т.е. снижение выбросов агрессивных веществ в атмосферу и тем самым уменьшения их концентрации и воздействия на основные фонды, коррозионный износ конструктивных элементов зданий и сооружений будет снижаться. Продолжительность межремонтного цикла в данном случае будет увеличиваться, что можно определить по формуле [19]:

$$t_p = \frac{g_p T_\partial}{a T_\partial + g_p - g_{cp}}, \quad (3.3)$$

где T_∂ – срок эксплуатации до предельного износа при ремонтах, годы;

a – ежегодный экологически обусловленный коррозионный износ, % в год;

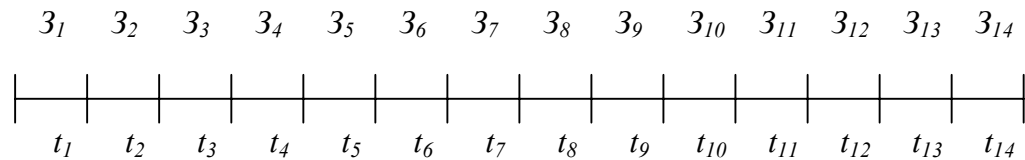
g_p – доля снижаемого износа за счет ремонта, %;

g_{cp} – критический (допустимый) износ (критические коррозионные потери), %.

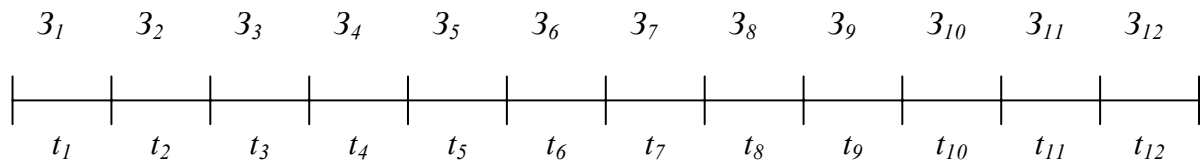
Количество условных ремонтов ($N_{рем}$) за весь срок службы основных фондов можно определить по формуле:

$$N_{рем} = \frac{T_{\delta}}{t_p} \cdot \quad (3.4)$$

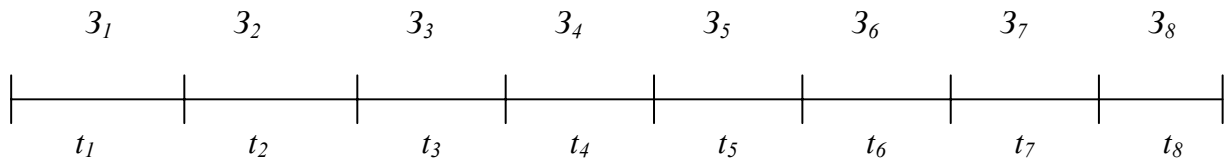
Рассмотрим три случая. Первый характеризует ситуацию, когда отсутствуют капитальные затраты (или минимальны) на предотвращение коррозионных потерь, то есть производственные объекты не обладают высокой коррозионной стойкостью и окружающая среда характеризуется высокой степенью агрессивности из-за отсутствия очистных сооружений.



а) $t_p^I \rightarrow \min, \sum z_i^I \rightarrow \max, N_{рем}^I \rightarrow \max$



б) $t_p^I \leq t_p^{II} \leq t_p^{III}, \sum z_i^I \geq \sum z_i^{II} \geq \sum z_i^{III}, N_{рем}^I \geq N_{рем}^{II} \geq N_{рем}^{III}$



в) $t_p^{III} \rightarrow \max, \sum z_i^{III} \rightarrow \min, N_{рем}^{III} \rightarrow \min$

Рис. 3.4. Срок службы основных фондов ($\sum t_i$), количество ремонтов (i) и текущие затраты на ремонт основных фондов (z_i) для I, II и III случаев распределения капитальных и текущих затрат на предотвращение коррозионных потерь

Второй случай, когда затраты на предотвращение коррозионных потерь представлены в форме капитальных вложений в строительство промышленных объектов с высокой коррозионной устойчивостью, а атмосфероохранные капитальные вложения отсутствуют.

Третий случай представляет собой, когда присутствуют капиталовложения и в очистные сооружения для подавления выброса и в строительство промышленных объектов с высокой коррозионной стойкостью.

При сравнении вариантов затраты и издержки осуществляемые в процессе эксплуатации зданий и сооружений, учитываются за весь срок службы и определяются согласно [129] по формуле

$$Z_3 = \frac{K_3}{\alpha_t} + \sum_{i=1}^{\gamma_{кр}-1} \frac{C_{кр}}{\alpha_t} + \sum_{i=1}^{T_c} \frac{C_{мп}}{\alpha_t} + \sum_{i=1}^{\gamma_{зк}-1} \frac{C_{зк}}{\alpha_t},$$

где K_3 – удельные капитальные вложения в ремонтную базу или стоимость основных производственных фондов, используемых при производстве ремонтно-строительных работ;

$C_{кр}$, $C_{мп}$ – затраты на один капитальный и среднегодовой текущий ремонт строительных конструкций и ;

$C_{зк}$ – затраты связанные с восстановлением и поддержанием качества и долговечности конструкций, а также с проведением технического обслуживания (содержания) зданий или сооружений, не учтенного в составе капитальных и текущих ремонтов;

t – годы проведения капитальных ремонтов или затрат по восстановлению и поддержанию качества и долговечности строительных конструкций в процессе эксплуатации зданий и сооружений;

α_t – коэффициент приведения разновременных затрат ($\alpha_t = (1 + r)^t$);

$\gamma_{кр} - 1$, $\gamma_{зк} - 1$ – количество капитальных ремонтов и ремонтов, связанных с восстановлением строительных конструкций за срок службы зданий и сооружений.

3.2 Оценка экономического ущерба от сверхнормативного износа основных фондов

Определенные теоретические трудности возникают при выборе направлений расчета ущерба в результате износа основных фондов, вызванного загрязнением атмосферы. Преждевременный износ основных фондов вследствие загрязнения окружающей среды приводит к снижению стоимости основных производственных фондов на величину равную стоимости преждевременно изношенной части основных фондов. Для возмещения стоимости преждевременного износа потребуются дополнительные производственные капитальные вложения. Так как атмосферные загрязнения в первую очередь и в большей степени воздействуют на здания, сооружения, передаточные устройства, транспортные средства, т.е. на пассивную часть основных фондов, то это приводит к изменению технологической структуры капитальных вложений (соотношению между активной и пассивной частями основных фондов). При этом доля активной части в производственных капитальных вложениях снижается, а доля пассивной части увеличивается, и таким образом, технологическая структура капитальных вложений изменяется (ухудшается). В результате время одного оборота капитальных вложений (инвестиционный лаг) увеличивается.

Обратим внимание на тот факт, что активная часть фондов принимает непосредственное участие в выпуске продукции, а пассивная – создает необходимые условия для нормального функционирования орудий труда.

Сразу напрашивается вывод, что поскольку преждевременному износу подвергается в первую очередь пассивная часть, то связь между выпуском продукции и преждевременным износом незначительна. Однако следует учесть, что процесс производства может осуществляться в различных условиях. Так, рабочие машины и оборудование, относящиеся всегда к активной части, могут функционировать как в закрытых помещениях

(например, в машиностроительной промышленности), так и на открытых площадках. В настоящее время открытое и полуоткрытое размещение оборудования в широких масштабах применяется в нефтеперерабатывающей промышленности и на ряде химических предприятий, в других же отраслях на открытые площадки выносятся только вспомогательное оборудование.

В результате изменения амортизационной политики в настоящее время нормативные сроки службы, которые существовали раньше, уже не устанавливаются в плановом порядке. Различают экономические и фактические сроки службы основных фондов. Экономические сроки службы основных фондов характеризуют продолжительность их применения, которая соответствует требованиям экономических законов общества и сложившемуся уровню производственных сил. Экономические сроки службы дают возможность устанавливать рациональные сроки с учетом конкретных возможностей и исходя из динамики экономического эффекта машин, зданий, сооружений, а так же пригодны только для конкретных видов основных фондов, выявление срока службы без конкретизации групп основных фондов (отдельных групп машин, оборудования, сооружений, передаточных устройств) приведет к неправильным решениям. Фактические же сроки службы характеризуют продолжительность использования элементов основных фондов в определенных конкретных условиях. Тенденция снижения фактических сроков службы основных фондов характерна для настоящего времени.

Анализируя механизм экономического ущерба от дополнительного износа основных фондов, вызванного загрязнением атмосферы, необходимо сравнить экономический с фактическим сроком службы основных фондов. В случае когда загрязнение снижает фактический срок службы и приближает его к экономическому сроку службы основных фондов, можно рассматривать как приближение срока физического износа к сроку морального износа. В данном случае нельзя говорить об ущербе от снижения срока службы основных фондов, вызванного загрязнением атмосферы, так как он

отсутствует. Но более вероятный случай когда, наоборот, загрязнение снижает фактический срок службы основных фондов (рис. 3.5)

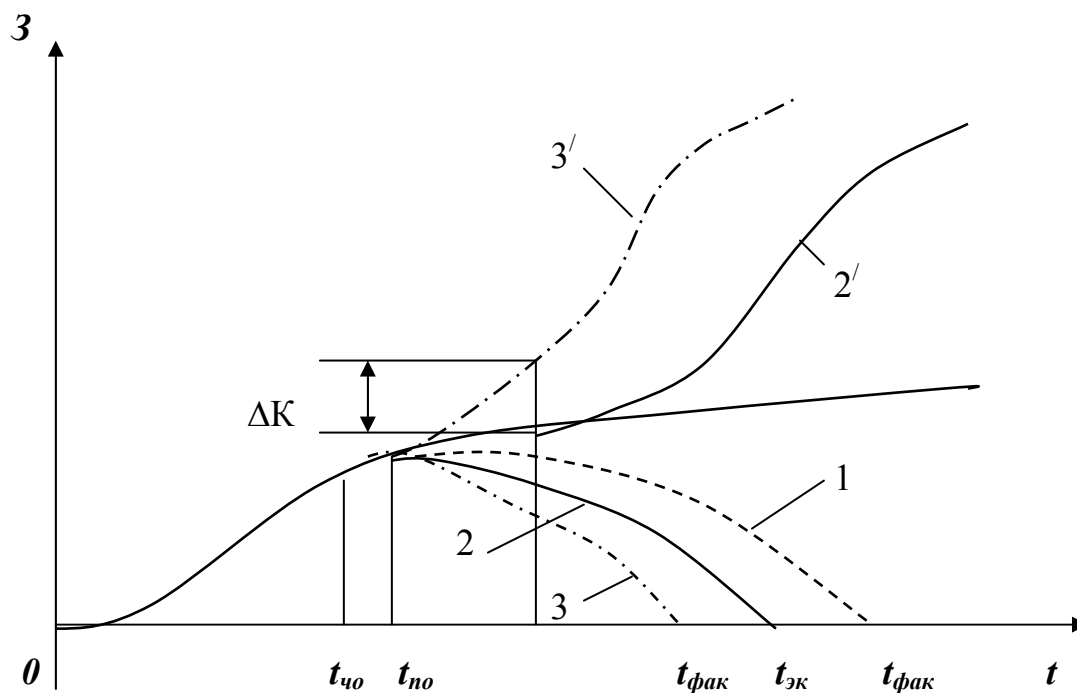


Рис 3.5. Механизм определения экономического ущерба от износа основных фондов обусловленного повышенным загрязнением атмосферного воздуха [13]

Здесь по оси абсцисс – время, по оси ординат – затраты. В момент 0 начинается осуществляться инвестиционный процесс, далее он нарастает. С точки t_{cho} начинается частичная эксплуатация, в точке t_{no} заканчивается освоение основных фондов, начинается полная эксплуатация. Можно условно считать, что с этого момента стоимость основных фондов переносится на стоимость готового продукта и происходит постепенное обесценивание (износ) их. Остаточная стоимость основных фондов может определяться из условия экономического и фактического сроков службы. Кривая 1 – остаточная стоимость основных фондов при $T_{эк} < T_{фак}$, кривая 2 – остаточная стоимость при экономическом сроке, кривая 3 – соответственно в случае $T_{эк} > T_{фак}$. Кривые 2' и 3' показывают капитальные вложения второго цикла нарастающим итогом. На выноске величина ΔK означает сумму дополнительных капитальных вложений, необходимых для поддержания

основных фондов в нормальном состоянии при загрязнении воздушного бассейна. Указанные капитальные вложения осуществляются ежегодно, здесь они показаны нарастающим итогом.

Коррозионный износ является определяющим фактором при оценке долговечности и срока службы. На рис. 3.6 показано, что наивыгоднейшему сроку эксплуатации t_{opt} соответствует резкое возрастание текущих расходов и минимум суммарной кривой эксплуатационных расходов, при этом срок эксплуатации оказывается достаточно длительным. Фактически же сроки службы $t_{ф}$ часто бывают даже меньше нормативных сроков эксплуатации (t_n), при этом начинают возрастать текущие расходы на эксплуатацию.

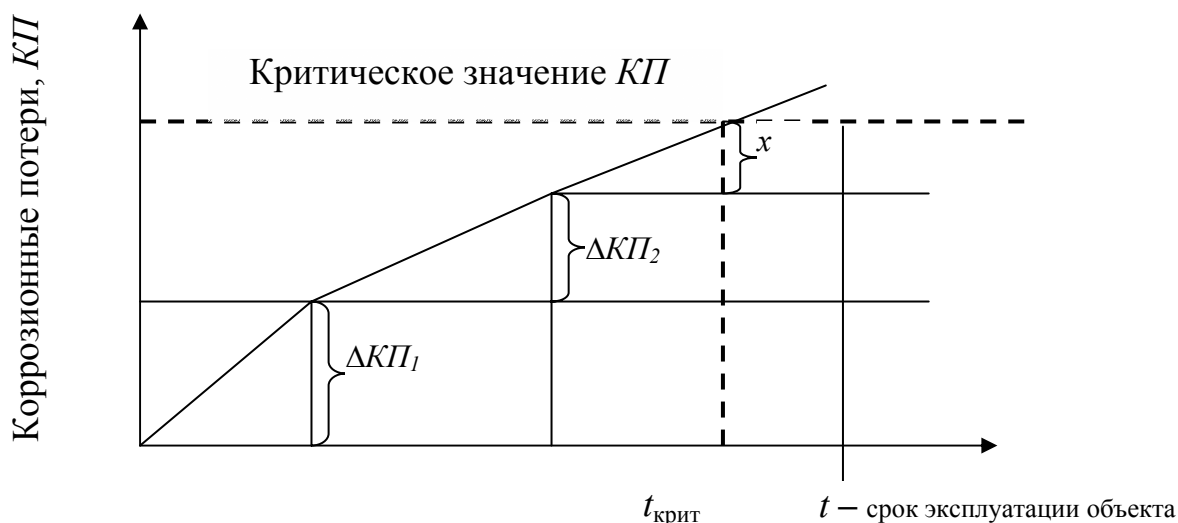


Рис 3.6. Определение срока эксплуатации основных фондов с учетом коррозионных потерь вызванных загрязнением окружающей среды.

Исходя из критического значения коррозионных потерь (КП) можно определить критический предел срока эксплуатации объекта, после которого наступает аварийное состояние и дальнейшее использование является недопустимым. При $КП_{крит} = \Delta КП_1 + \Delta КП_2 + x$, срок эксплуатации равен $t = t_{крит}$. Эксплуатация объектов, после $t_{крит}$ может привести к авариям, человеческим жертвам, экологическим катастрофам и большим материальным потерям. Для производств с высокоагрессивной средой $t_{крит}$

значительно меньше нормативного срока службы основных производственных фондов. Для продления срока службы необходимо уменьшить коррозионные потери ($\Delta K_{II} \rightarrow \min$), следовательно увеличить количество межремонтных циклов.

Достоверную оценку стоимостного выражения износа основных фондов, определение расходов на производство продукции, расчет прибыли и других показателей, зависящих от состояния основных фондов, можно осуществить на основе точного расчета амортизации. В классическом понимании амортизация это представляет собой денежное воспроизводство износа основных фондов путем включения части их стоимости в затраты на выпуск продукции. Следовательно, амортизация является денежным выражением уровня физического и морального износа. Возмещение части стоимости основных производственных фондов, вызванной ускоренным коррозионным износом посредством воздействия загрязненной окружающей среды возможно только при экономически обоснованной амортизационной политике предприятия.

Главным образом экологически обусловленные коррозионные потери влияют на физический износ основных фондов, что приводит к сокращению их срока службы. Определение действительного (фактического) срока службы основных фондов необходимо для расчета экономически обоснованных амортизационных отчислений. Даже в условиях реформы амортизационной политики при упрощении системы расчетов и ее либерализации в пользу предприятий, определить и экономически обосновать тот или иной метод амортизации, а так же установить срок службы от которого зависит эффективность как самого воспроизводственного процесса основных фондов, так и производственно-экономической деятельности всего предприятия.

В основе практически всех методов амортизации лежит срок службы основных фондов. Рассмотрим только основные методы.

Прямолинейный метод амортизации заключается в равномерном распределении затрат на приобретение или производство промышленного объекта в амортизационные отчисления в течении всего срока службы основных фондов. Амортизационные отчисления можно найти по формуле:

$$A_t = \frac{\Phi_n - \Phi_l}{t}, \quad (3.5)$$

где A_t – годовые амортизационные отчисления;

Φ_n – первоначальная стоимость основных фондов;

Φ_l – ликвидационная стоимость основных фондов;

t – срок полезной службы в годах.

Метод уменьшающего остатка состоит в том, что применяется твердая норма амортизации, а база расчета амортизации ведется по группам к балансовой стоимости, однако балансовая стоимость считается не полная первоначальная стоимость на начало отчетного периода, а остаточная стоимость.

$$A_t = 1 - \sqrt[t]{\frac{\Phi_l}{\Phi_n}}. \quad (3.6)$$

Метод ускоренного уменьшения остаточной стоимости. Годовая норма амортизации рассчитывается исходя из срока полезного использования объекта и удваивается.

$$A_t = \frac{1}{t} \cdot k_n \cdot O_c, \quad (3.7)$$

где k_n – коэффициент ускоренного уменьшения остаточной стоимости;

O_c – остаточная стоимость.

Кумулятивный метод (метод суммы чисел лет). Годовая сумма амортизации определяется как произведение амортизируемой стоимости и кумулятивного коэффициента. Кумулятивный коэффициент представляет собой отношение количества лет, которые остаются до конца ожидаемого срока использования объекта основных фондов, к сумме числа лет его полезного использования.

$$A_t = (\Phi_n - \Phi_n) \frac{(t - t_0)}{\sum t} , \quad (3.8)$$

где t_0 – количество лет эксплуатации объектов;

$\sum t$ – сумма чисел лет полезного использования.

Перечисленные методы зависят от срока эксплуатации t , при определении которого учитывается физический, в том числе и коррозионный износ. Очевидно, что верное, экономически обоснованное значение срока службы основных фондов, с учетом коррозионных потерь может предотвратить потери предприятия в части их недоамортизации.

Кроме перечисленных методов, существует производственный метод амортизации, который не связан со сроком эксплуатации. А амортизация в данном случае зависит от выработки и степени эксплуатации объекта.

$$A_t = \frac{(\Phi_n - \Phi_n)}{H_o \cdot B_2} , \quad (3.9)$$

H_o – нормативный объем продукции, который предприятие предполагает выпустить используя данный объект;

B_2 – годовой объем выпуска продукции, при использовании данного объекта.

При чем, как говорилось в разделе 2.3, если учитывать экологически обусловленные коррозионные потери, в состав которых входят кроме прямых коррозионных потерь, так и косвенные коррозионные потери, а именно: недовыпуск продукции связанный с простоем оборудования, потери готовой продукции, загрязнение продукции в связи с коррозией, то косвенно посредством уменьшения годового объема выпуска продукции (B_2) коррозионный фактор имеет место и в данном случае.

Поскольку в результате воздействия загрязненной атмосферы происходит ускоренный износ основных фондов, расчет амортизационных отчислений должен проводиться с учетом экологической составляющей. Это позволит уменьшить вероятность недоамортизации основных фондов, возникающую вследствие неточного расчета срока их службы. Учет

экологических факторов позволит корректней оценить степень изношенности основных фондов. В работе [56] рассматриваются экологические амортизационные отчисления, как дополнительные затраты на воспроизводство основных фондов, поврежденных в результате воздействия загрязненной окружающей среды, которые позволят обеспечить: своевременное обновление основных производственных фондов; эффективное использование капитальных вложений на воспроизводство основных производственных фондов и проведение природоохранных мероприятий; компенсацию ущерба, нанесенного окружающей среде и снижения уровня загрязнения окружающей среды.

Для производственных зданий и сооружений в основном применяется прямолинейный метод амортизации. Преимущество данного метода заключается в простоте его использования. На исследуемом предприятии химической промышленности ОАО «Сумыхимпром», недоамортизация основных фондов за исследуемый период 2005 г. составила 11940 тыс. грн., что составляет 3,25% $((11940 \cdot 100\%) / 367186,8 = 3,25\%)$ от первоначальной стоимости промышленных объектов. При чем в соответствии с [129] удельный вес зданий и сооружений в общей балансовой стоимости основных фондов для предприятий химической промышленности составляет – 32% и 15,4% соответственно. При допущении, что недоамортизация происходит пропорционально всем группам основных фондов, тогда сумма недоамортизации производственных зданий будет составлять – 3820,8 тыс. грн., а сооружений – 1838,76 тыс. грн. Можно предположить, что основная причина данных потерь это ускоренный физический износ, который для данных групп основных фондов определяется в большей степени коррозионным износом. Чтобы выделить экологическую составляющую, т.е. недоамортизированную стоимость основных фондов, списанных в результате экологически обусловленной коррозии (C_{n2}) применяем формулу (2.10). Тогда $C_{n2} = (3820,8 + 1838,76)/(1+0,19) = 4755,93$ тыс. грн.

3.3 Научно методические подходы к компенсации экологически обусловленных коррозионных потерь

Зависимость экономических потерь от параметров окружающей среды не однозначна, как обратная зависимость состояния окружающей среды от экономической деятельности. Негативные последствия загрязнения окружающей среды вызывают определенные изменения в производстве и обуславливают возникновение компенсационных издержек. При этом на уровне предприятия должны возникать специфические компенсационные процессы, направленные на преодоление или смягчение негативных последствий загрязнения, которые влияют на повышенный износ основных фондов вследствие коррозии. Суть этих компенсационных процессов заключается в отвлечении ресурсов на восстановление, ремонт, основных производственных фондов. Экономические потери зависят от принимаемого варианта компенсации или предотвращения воздействия загрязненной среды на реципиентов.

Одним из методических принципов оценки экономического ущерба является ориентация на вариант компенсации или предотвращения ущерба, требующий минимальных затрат. Реализация механизма компенсации экологически обусловленных коррозионных потерь может быть основана на оптимальном перераспределении капитальных природоохранных и текущих затрат на ремонт основных фондов. Изначально капитальные затраты на предотвращение коррозионных потерь можно разделить на две группы. Первая – капитальные затраты на природоохранные сооружения, которые позволяют увеличить степень подавления выбросов сернистого ангидрида (в предыдущих главах было сказано, что SO_2 максимально влияет на повышение коррозионного износа основных фондов). Вторая – капитальные затраты на строительство промышленных объектов с высокой коррозионной стойкостью (рис. 3.7.).

Важной проблемой, непосредственно связанной с оценкой эффективности атмосфероохранных мероприятий, является собственно учет затрат. Определение их объемов, источников финансирования и оценка эффективности должны осуществляться в зависимости от характера мероприятий: относятся ли они к прямым атмосфероохранным или являются частью комплексных технологических. Вместе с тем, исходя из отраслевой специфики, в ряде случаев бывает трудно установить четкую границу для отнесения того или иного аппарата, трубопровода и тому подобное к основной производственной или природоохранной функции. Поэтому разделение комплексных затрат носит условный характер и зависит, прежде всего, от обоснованности отнесения тех или иных элементов основных фондов к принятому производственному назначению.



Рис. 3.7. Компенсация коррозионных потерь

Характерной целью проведения анализа затрат, связанных с охраной атмосферного воздуха, является определение общей методологии, степени сложности математических алгоритмов, уровня детализации, а также формы представления результатов. Обычно анализ затрат включает следующие типичные цели:

1. Оценка по принципу “затраты – выигрыш” альтернативных стандартов качества атмосферного воздуха.
2. Разработка ограничений на выбросы для достижения установленных стандартов качества атмосферного воздуха.
3. Запрос со стороны предприятия о снижении (или о задержке установления) пределов на выброс загрязняющих веществ.
4. Определение величины денежного штрафа, налагаемого на отдельные источники при отсутствии внедрения мероприятий по подавлению загрязняющих веществ.
5. Оценка затрат, связанных с инженерным обеспечением проекта подавления выбросов, включающего концептуальный, предварительный и детализированный проекты.

Существует несколько способов оценки капитальных затрат. Наиболее точный результат можно получить путем разработки подробных смет строительно-монтажных работ. Однако такой метод практически неосуществим на стадии научных исследований и многовариантных предпроектных проработок. Другой крайний подход – определение стоимости на основе аналогичного типа оборудования или технологической системы в целом. Для этого обычно применяют функцию вида $K_2 = K_1(P_2 / P_1)^n$, где: K_1 , K_2 – капитальные вложения в базовую и проектируемую установки, соответственно; P_1 , P_2 – характерный параметр базовой и проектируемой системы (производительность, объем выбросов и пр); n – показатель степени.

Как уже было сказано одним из условий снижения коррозионных потерь является увеличение капиталовложений в природоохранные мероприятия по уменьшению уровня загрязнения атмосферного воздуха. В

соответствии с [149] капитальные затраты на снижение выбросов сернистого ангидрида могут быть определены по формуле:

$$Z_{\kappa(i)}^{SO_2} = k_u \cdot (Z_{\kappa(i)}^{np} - k_z Z_{\kappa(i)}^{\bar{b}}) \Delta M, \quad (3.10)$$

где k_u – коэффициент индексации стоимости оборудования и строительно-монтажных работ (принимается в соответствии с официальными методическими рекомендациями);

$Z_{\kappa(i)}^{np}, Z_{\kappa(i)}^{\bar{b}}$ – удельные капитальные затраты при проектной и базовой степени подавления, дол./т SO_2 (при степени подавления $E = 80\%$ удельные капитальные затраты равны 485 дол./т SO_2 [174, с.210]);

k_z – коэффициент замещения затрат (в соответствии с [149, с. 241] для химии и нефтехимии этот коэффициент находится в пределах 0,3–0,4);

ΔM – масса снижения выбросов сернистого ангидрида, т.

Показатели $Z_{\kappa(i)}^{np}, Z_{\kappa(i)}^{\bar{b}}$ определяются в соответствии с относительным уровнем удельных капитальных затрат.

Согласно [149, с. 211] существует зависимость относительного уровня удельных капитальных затрат от степени подавления выбросов:

$$Z_{отн} = 0,000283 \cdot E^2 - 0,0415 \cdot E + 2,51, \quad (3.11)$$

где $Z_{отн}$ – относительный уровень удельных капитальных затрат (при чем $Z_{отн} = 1$ при $E=80\%$);

E – степень подавления выбросов сернистого ангидрида на интервале 75-98%.

При чем степень подавления находим по формуле [149, с. 156]:

$$E_{np} = \frac{\Delta M(100 - E_{\delta})}{M_{\delta}} + E_{\delta}, \quad (3.12)$$

где E_{np} – проектная степень подавления выбросов, %;

ΔM – масса снижения выбросов сернистого ангидрида, т/год;

M_{δ} – базовый объем выбросов сернистого ангидрида, т;

E_{δ} – базовая степень подавления выбросов, %.

Проанализировав данные хозяйственно-экономической деятельности предприятия химической промышленности ОАО «Сумыхимпром» (г. Сумы) мы приняли за базовый объем выбросов сернистого ангидрида – 5338,2 т., что соответствует степени подавления 95,1%. [84,с. 48]. В соответствии с формулами (3.10)-(3.12) были рассчитаны капитальные затраты на подавление выбросов сернистого ангидрида, которые представлены в табл. 3.1

Исходя из объемов выбросов SO_2 были рассчитаны концентрации сернистого ангидрида на промышленной площадке в соответствии с методикой [105]. Сокращение выбросов SO_2 приводит в свою очередь к уменьшению концентрации загрязняющих веществ. А снижение концентрации SO_2 , ведет к снижению ежегодного экологически обусловленного коррозионного износа основных фондов (a) (см. табл. 3.1).

В Приложении Ж приведена схема промышленной площадки ОАО «Сумыхимпром» (г. Сумы) на которой отображены изолинии распределения концентрации SO_2 и значения ежегодного коррозионного износа. При уменьшении коррозионного износа (a) продолжительность межремонтного цикла увеличивается, что можно определить по формуле (3.3), а количество условных ремонтов за весь срок службы основных фондов уменьшается (табл. 3.1).

Для определения оптимального соотношения капитальных атмосфероохранных затрат на подавление выбросов SO_2 и затрат на ремонт основных фондов необходимо сопоставить эти затраты в течении всего срока

Таблица 3.1.

Определение влияния уровня загрязнения атмосферного воздуха SO_2 на износ и затраты на ремонт основных производственных фондов

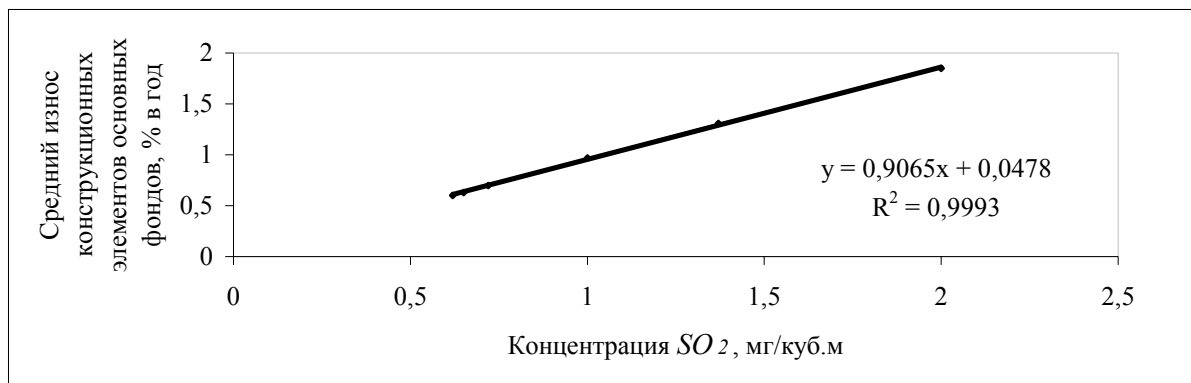
Показатель	Значение показателя в зависимости от размера выбросов SO_2					
Выброс SO_2 , т/год	5338,2 (базовое)	2237	1874,8	1610,1	1130,3	1127,2
Снижение выброса по сравнению с предыдущим значением, т	-	3101,2	362,2	264	566	3,1
Снижение выброса по сравнению с базовым значением, т	-	3101,2	3463,4	3728,1	4294,1	4211
Капитальные затраты на снижение выбросов SO_2 , тыс. грн.	-	6265,9	6691,7	7426,2	8327,1	8365,3
Темп прироста капитальных затрат, %	-	-	6,7	10,9	12,1	0,45
Концентрация SO_2 , мг/м ²	2,0	1,37	1,0	0,72	0,65	0,62
Средний расчетный износ зданий и сооружений, % в год	3,2	2,3	1,75	1,33	1,24	1,2
Средний срок службы, годы	23,6	33,3	42,8	56,2	60,1	62,2
Межремонтный период, годы	1,2	2,3	3,4	5,1	5,5	5,9
Количество условных ремонтов	19	14	12,5	11	10	10
Общие затраты на проведение ремонтов на весь срок службы, % от первоначальной стоимости ОПФ	114	84	75	72,6	66	66
Темп убывания текущих затрат		26	10,7	3,2	9	-

службы основных фондов. При чем текущие затраты на ремонт основных фондов, вызванных коррозионной агрессивностью атмосферы находим исходя из количества условных ремонтов и затратами на один ремонт. Количество условных ремонтов зданий и сооружений можно определить в соответствии с (3.4).

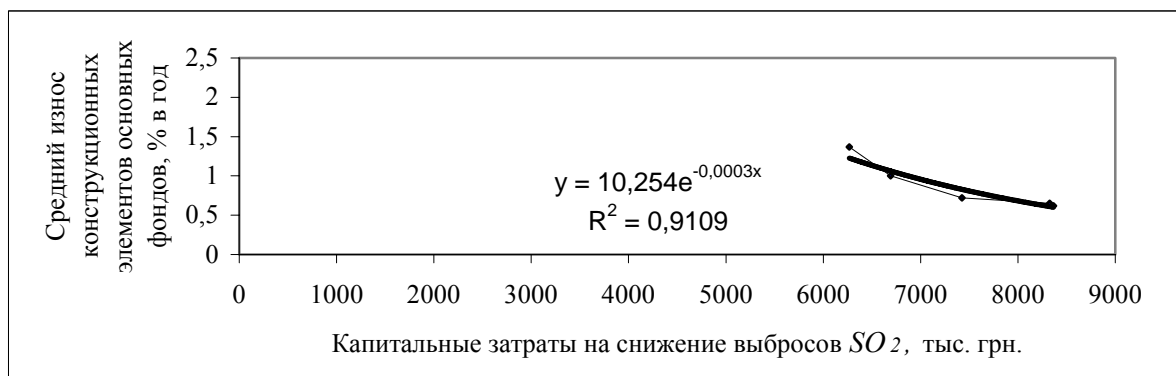
Для выброса SO_2 в размере 2237 т/год капитальные затраты соответствуют 6265,9 тыс. грн, количество условных ремонтов $23,6/1,2 = 14$, а общая сумма затрат на проведение ремонтов на весь срок службы ($14 \cdot 6\%$ в год по статистическим данным) 84% от первоначальной стоимости основных фондов. В данном расчете принимаем первоначальную стоимость всех промышленных объектов «Сумыхимпром» в соответствии с данными бухгалтерского учета в размере 367186,8 тыс. грн. Из них стоимость зданий – $(367186,8 \cdot 32\%)/100\% = 117499$ тыс. грн. и сооружений – $(367186,8 \cdot 15,4\%)/100\% = 56546$ тыс. грн. Структура основных фондов для предприятий химической промышленности взята в соответствии с нормативными документами [129]. Общие затраты на проведение ремонтов за весь срок службы составляют (для значения выброса SO_2 – 2237 т/год) – $0,84 \cdot (117499 + 56546) = 146197,8$ тыс. грн., а капитальные затраты на снижение выбросов SO_2 $6265,9 \cdot 3,33 = 20865,5$ тыс. грн (согласно [149, с. 210] срок службы систем химической очистки дымовых газов наиболее вероятным можно считать 10 – 12 лет, то в расчетах мы предполагаем, что капитальные затраты на снижение выбросов SO_2 необходимо осуществлять каждые 10 лет). Для значения выбросов SO_2 1874,8 т/год эти значения будут составлять 130533,75 тыс. грн. и 28640,48 тыс. грн. соответственно, для выбросов SO_2 в размере 1610,1 т/год – 114869,7 тыс. грн. и 41735,24 тыс. грн. и для выбросов SO_2 в размере 1130,3 т/год – 104427 тыс. грн. и 50045,87 тыс. грн.

Снижение затрат на проведение ремонтов характеризуется следующим темпом убывания: 10,7% (что соответствует абсолютному убыванию данных затрат на 15664 тыс. грн), 3,2% (15664 тыс. грн.), 9% (10443 тыс. грн.). Увеличение капитальных затрат на снижение выбросов SO_2 характеризуется

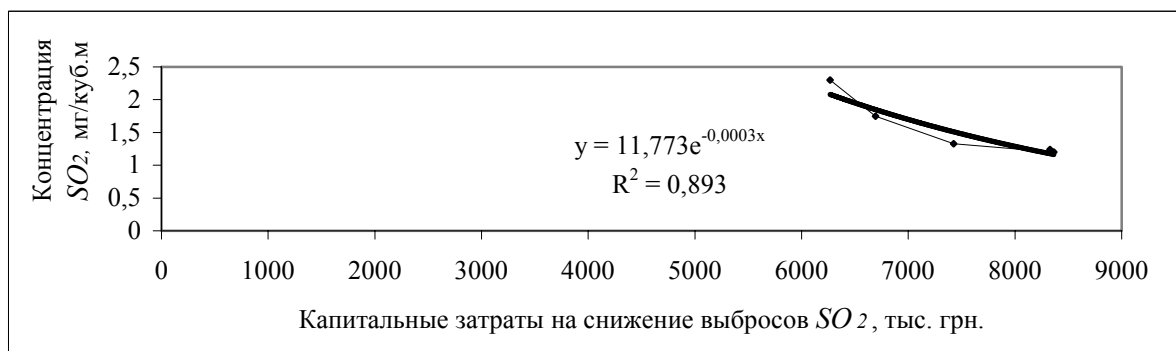
следующим темпом их прироста: 6,7% (что соответствует абсолютному возрастанию капитальных затрат на 7774,98 тыс. грн.), 10,9% (13094,76 тыс. грн.), 12,1% (8310,63 тыс. грн). На основании полученных данных (табл. 3.1) построим функциональные зависимости.



а)



б)



в)

Рис. 3.8. Функциональные зависимости: а) зависимость износа конструктивных элементов основных фондов от концентрации SO_2 ; б) зависимость износа конструктивных элементов основных фондов от капитальных затрат на снижение выбросов SO_2 ; в) зависимость концентрации SO_2 от капитальных затрат на снижение выбросов SO_2 .

В результате расчетов были найдены функции для определения износа основных фондов от концентрации SO_2 – $y = 0,9065x + 0,0478$; зависимость износа конструктивных элементов основных фондов от капитальных затрат на снижение выброса SO_2 – $y = 10,254e^{-0,0003x}$; зависимость концентрации SO_2 от капитальных затрат на снижение выбросов SO_2 – $y = 11,7773e^{-0,0003x}$. На основе данных функциональных зависимостей можно приближенно определить значения искомых показателей.

Эффективность капитальных затрат на снижение выбросов SO_2 можно определить исходя из сравнения полученных данных. Для значения объемов выбросов SO_2 1874,8 т/год по сравнению с 2237 т/год, эффективность снижения выбросов в целом виде без учета фактора времени будет определяться относительно большим темпом снижения общих затрат на проведение ремонтов на весь срок службы основных фондов по сравнению с незначительным увеличением капитальных затрат на природоохранные мероприятия, 15664 тыс. грн. и 7774 тыс. грн. соответственно. Следовательно, увеличивая капитальные вложения в атмосфероохранные мероприятия на 1 грн при снижении объемов выбросов SO_2 с 2237 до 1874,8 т/год, текущие затраты на ремонт основных фондов будут уменьшаться с 7,01 до 4,56 грн. на 1 грн. капитальных затрат. Для последующего снижения данные показатели будут снижаться так как возрастают капитальные затраты на подавление выбросов SO_2 и в случае, когда объем выбросов SO_2 будет равен 1130,3 т/год, соотношение данных затрат будет около 1/2. Это относительное снижение можно обосновать несколькими способами. Во-первых, это естественно, чем больше степень подавления выбросов, т.е. $E \rightarrow 100\%$, тем выше степень возрастания капитальных затрат на их подавление, что не скажешь о тенденции изменения текущих затрат на ремонт. Во-вторых, исследуемый нами диапазон данных объема выброса SO_2 не пропорционально уменьшается по сравнению с базовым значением на данном промежутке. Снижение выброса SO_2 по сравнению с предыдущим значением происходит в следующей последовательности: 2101,2 т – 362,2 т –

264 т – 566 т – 3,1 т. Необходимо было подобрать данные, которые изменялись бы на определенную величину, что было бы показательней. А для этого необходимо создать соответствующую базу данных.

Анализ темпа прироста капитальных затрат, согласно табл. 3.1. показывает, что данный показатель имеет тенденцию увеличиваться (6,7% – 10,9% – 12,1%), его изменение относительно предыдущих показателей характеризуется 4,2% и 1,2%. В то же время анализируя темп убывания текущих затрат (10,7% – 3,2% – 9%), его изменение характеризуем следующими цифрами: 7,5% и 5,8%. При чем в обоих случаях мы не принимаем во внимание крайние значения данных показателей: 26% - темп убывания текущих затрат для значения выброса SO_2 2237 т/год по сравнению с 5338,2 т/год (базовым) и 0,45% – темп прироста капитальных затрат для снижения выброса SO_2 с 1130,3 т/год до 1127,2 т/год. Исходя из этого нами установлено, что темп прироста капитальных атмосфероохранных затрат на снижение уровня эмиссии SO_2 приблизительно в 1,7 раз меньше темпа уменьшения текущих затрат, связанных с ремонтом основных производственных фондов.

Компенсация экологически обусловленных коррозионных потерь в данном случае заключается в оптимальном перераспределении капитальных (атмосфероохранных) и текущих затрат на ремонт основных производственных фондов. Суммарное значение капитальных затрат на снижение выбросов SO_2 и текущих затрат на проведение ремонтов с подавлением выбросов SO_2 постепенно уменьшается (167063,3 тыс. грн. – 159174,23 тыс. грн. – 156604,94 тыс. грн. – 1544772,87 тыс. грн), что свидетельствует об эффективности данных природоохранных мероприятий, которые приводят к значительному снижению текущих затрат на ремонт основных фондов. При чем данные атмосфероохранные мероприятия могут привести к другим положительным эффектам, уменьшение общего эколого-экономического ущерба промышленным предприятиям.

Выводы по разделу

1. Для предотвращения преждевременного износа зданий и сооружений, их эффективного использования выявлена необходимость разработки четкой системы планово-предупредительных ремонтов, реализация которой обеспечит исправное состояние зданий и сооружений в течение расчетного срока их службы. В систему планово-предупредительных ремонтов включают: постоянный уход за конструкциями, оборудованием, помещениями, устранение мелких повреждений; периодические осмотры и технические освидетельствования зданий и сооружений для оценки их технического состояния и составления планов ремонта; ремонт зданий и сооружений.

2. Выявлена необходимость включения коррозионного мониторинга, который должен быть направлен на достоверную оценку коррозионной ситуации для промышленного объекта и поддержании его в исправном состоянии.

3. В основе составления плана ремонтов лежит учет износа основных фондов. В работе рассчитан физический износ конструкций сооружения, межремонтный период и количество текущих ремонтов основных фондов, при чем коррозионный износ является определяющим фактором при оценке долговечности и срока службы. В работе уточнено, что максимальный износ эксплуатируемых сооружений не должен превышать 70-80%.

4. Проанализированы различные методы амортизации, определена взаимосвязь со сроком службы, который определяется исходя из физического (коррозионного) износа. На примере предприятия химической промышленности были рассчитаны потери от недоамортизации основных фондов списанных вследствие коррозии, которые составили 4755,93 тыс. грн.

5. Рассчитаны межремонтные периоды, количество условных ремонтов и общие затраты на проведение ремонтов на весь срок службы основных

фондов. Определены сроки эксплуатации основных фондов с учетом коррозионных потерь вызванных загрязнением окружающей среды.

6. Выявлены взаимозависимости между уровнем капитальных затрат на подавление выбросов SO_2 , средним износом основных фондов и концентрацией SO_2 . В результате расчетов были найдены функции для определения износа основных фондов от концентрации SO_2 – $y = 0,9065x + 0,0478$; зависимость износа конструктивных элементов основных фондов от капитальных затрат на снижение выброса SO_2 – $y = 10,254e^{-0,0003x}$; зависимость концентрации SO_2 от капитальных затрат на снижение выбросов SO_2 – $y = 11,7773e^{-0,0003x}$.

7. Предложены научно-методические подходы к компенсации экологически обусловленных коррозионных потерь. Сущность которых заключается в оптимизации соотношения атмосфероохранных расходов и расходов на ремонт основных производственных фондов. Суммарное значение капитальных затрат на снижение выбросов SO_2 и текущих затрат на проведение ремонтов за весь срок службы основных фондов с подавлением выбросов SO_2 постепенно уменьшается (167063,3 тыс. грн. – 159174,23 тыс. грн. – 156604,94 тыс. грн. – 1544772,87 тыс. грн), что свидетельствует об эффективности данных природоохранных мероприятий, которые приводят к значительному снижению текущих затрат на ремонт основных фондов. Установлено, что темп прироста капитальных атмосфероохранных расходов на снижение уровня эмиссии SO_2 приблизительно в 1,7 раз меньше темпов убывания текущих расходов, связанных с ремонтом основных производственных фондов.

ВЫВОДЫ

В диссертационной работе разработаны теоретические и научно-методические подходы к экономической оценке экологически обусловленных коррозионных потерь, что позволяет эффективно использовать основные средства производства. Результаты исследования являются основанием для следующих выводов.

1. Проблема определения потерь от коррозии приобретает все большую актуальность. Это вызвано рядом причин. Во-первых, вследствие экстенсивного развития промышленного производства в последние полвека существенно возрос металлофонд и соответственно увеличились потери металла по причине коррозии и коррозионно-механического разрушения. Во-вторых произошли качественные изменения в характере производственных процессов: увеличились механические и тепловые нагрузки, ужесточились технологические условия. В-третьих, в силу повышения уровня загрязненности окружающей среды повысилась ее коррозионная агрессивность, которая характеризует ускорение коррозионных процессов.

2. Анализ литературных источников показал, что на практике существуют три основных метода оценки коррозионных потерь: метод *H.H. Uhlig* (учитывается сумма расходов на замещение материалов и на противокоррозионную защиту); метод *T.P. Hoar* (учитываются прямые потери предприятий); метод “затраты – выпуск”. Оценки, проведенные в разных странах, по указанным методикам свидетельствуют, что коррозионные потери в зависимости от уровня загрязнения окружающей среды, метеоклиматических условий и структуры экономики представляют от 1,5 до 5,2% ВВП за год, потери металла составляют от 10 до 20% годового производства стали.

3. В работе выделены эффекты от предотвращения коррозионных потерь: экономический, экологический, социальный, ресурсный и энергетический. Экономический эффект заключается в уменьшении

материальных потерь связанных с коррозией, экологический эффект – в предотвращении аварий и техногенных катастроф, которые связаны с разрушением оборудования в связи с коррозией, а также загрязнение окружающей среды продуктами коррозии, ресурсный эффект – в уменьшении продуктов коррозии, как безвозвратно потерянного металла, который является ограниченным и невозпроизводимым ресурсом, дополнительных расходов металла на строительство промышленных объектов, сооружений, оборудования с необоснованными допусками на коррозию, энергетический эффект – уменьшение потерь энергии для дополнительного производства металла и переплавки металлолома, в результате коррозии, а так же социальный эффект – в уменьшении затрат непроизводительного труда, уменьшении несчастных случаев, связанных с коррозией, которые приводят к потере здоровья или гибели людей.

4. В работе определена эколого-экономическая сущность коррозии. Ускорение коррозионных процессов происходит под влиянием определенных факторов, в которые в первую очередь входит уровень загрязнения атмосферы и метео–климатические условия. Проанализировав действие агрессивных веществ на ускоренный износ основных фондов, в работе выделены элементы которые оказывают наибольшее коррозионное влияние. Это – сернистый газ (SO_2), ионы хлора (Cl), твердые частицы и влажностное состояние объекта.

4. В работе рассмотрены основные положения теории эколого-экономического ущерба. На основании анализа механизмов формирования, структуры и форм проявления потерь, выделена коррозионная составляющая в пореципиентном эколого-экономическом ущербе промышленности. Удельный вес последней некоторыми авторами определяется как 50% ущерба промышленности от загрязнения окружающей среды.

5. В диссертации предложены методические подходы к выделению классификационных признаков коррозионных потерь (по источникам формирования, по формам проявления, по результатам, по степени

опасности, по реципиентам) и их классификация, которая разделяет все коррозионные потери на естественные и антропогенновызванные, прямые и косвенные, фактические и предотвращенные, критические, допустимые и незначительные, а также коррозионные потери по реципиентам: промышленности, транспорту, сельскому хозяйству, жилищно-коммунальному хозяйству, памятникам архитектуры и произведениям искусства, а так же домохозяйствам.

Отдельно выделены естественные и антропогенновызванные коррозионные потери. Естественные коррозионные потери – потери вызванные коррозией как естественного термодинамического самопроизвольного процесса разрушения металлов (природное физико-химическое воздействие, постепенно разрушающее металл), а антропогенновызванные коррозионные потери – экологически обусловленные коррозионные потери, т.е. потери от коррозии вызванные загрязнением окружающей среды. Отмечено, что вредные коррозионно-активные газы, содержащиеся в выбросах промышленных предприятий, воздействуя со строительными конструкциями элементов зданий и сооружений, вызывают повышенную коррозию и их износ.

6. Определена экономическая сущность понятия „экологически обусловленные коррозионные потери”, как частичную или полную потерю стоимости и потребительской стоимости основных средств производства вследствие их физического, морального и функционального износа и упущенной выгоды от их недоамортизации.

7. В диссертации усовершенствованы аналитические методы оценки натуральных показателей экологически обусловленных коррозионных потерь основных фондов, которые разрешают учитывать уровень загрязнения атмосферного воздуха, метеоклиматические условия, влияние продуктов коррозии на ее скорость. Выполненные расчеты для условий ОАО „Сумыхимпром” свидетельствуют, что предлагаемые аналитические зависимости разрешают получить сопоставимые с натурными

обследованиями оценки скорости коррозии, – 0,08 и 0,11 мм/год соответственно. Согласно результатам проведенного расчета можно определить ежегодный экологически обусловленный коррозионный износ основных производственных фондов, который будет равен $a = 1,4 \%$ в год.

8. Обоснована необходимость создания базы данных, для оценки коррозионных потерь. Предложена трансформация существовавшей отчетности № 1-кор в настоящие условия хозяйствования промышленных предприятий для определения масштабов экономического воздействия коррозии на основные фонды.

9. При экономической оценке коррозионных потерь основных фондов предложено учитывать, как прямые так и косвенные коррозионные потери. В прямые коррозионные потери предложено включать: дополнительные расходы на капитальный и текущий ремонт основных фондов в частности возмещения ущерба от коррозии; недоамортизированную (остаточную) стоимость основных фондов, списанных вследствие коррозии; рост эксплуатационных расходов по содержанию и обслуживанию основных фондов, в связи с коррозией; дополнительные капитальные вложения на восстановление разрушенных элементов основных фондов; дополнительные расходы, связанные с антикоррозийной защитой металлов. К косвенным коррозионным потерям предложено относить: стоимостное выражение потерь, связанных с простоем основных фондов вследствие коррозии (недовыпуск продукции, проведение ремонтно-восстановительных работ); потерю готовой продукции в связи с коррозией, загрязнение продукции; дополнительные расходы на строительство промышленных объектов, сооружений, оборудования с необоснованными допусками на коррозию; возмещение расходов по ликвидации ущерба от коррозии, которые наносятся непромышленным объектам и смежным предприятиям.

10. Введено понятие «экологически обусловленные коррозионные затраты», как дополнительные затраты, связанные с проектированием, строительством, эксплуатацией производственных объектов, в условиях

загрязненной окружающей среды, которая оказывает коррозионное воздействие на элементы основных фондов, а так же затраты на компенсацию косвенных коррозионных потерь.

11. Проанализированы различные методы амортизации, определена взаимосвязь со сроком службы, который определяется исходя из физического (коррозионного) износа. На примере предприятия химической промышленности были рассчитаны потери от недоамортизации основных фондов списанных вследствие коррозии, которые составили 4755,93 тыс. грн.

12. Выявлены взаимозависимости между уровнем капитальных затрат на подавление выбросов SO_2 , средним износом основных фондов и концентрацией SO_2 . В результате расчетов были найдены функции для определения износа основных фондов от концентрации SO_2 – $y = 0,9065x + 0,0478$; зависимость износа конструктивных элементов основных фондов от капитальных затрат на снижение выброса SO_2 – $y = 10,254e^{-0,0003x}$; зависимость концентрации SO_2 от капитальных затрат на снижение выбросов SO_2 – $y = 11,7773e^{-0,0003x}$. Рассчитаны межремонтные периоды, количество условных ремонтов и общие затраты на проведение ремонтов на весь срок службы основных фондов. На основе данных рассчитана динамика прироста капитальных затрат на снижение уровня загрязнения и темп убывания текущих затрат на ремонт основных фондов.

13. В работе усовершенствованные теоретические и разработаны научно-методические подходы к определению компенсационной составляющей эколого-экономических ущербов от коррозии, сущность которых заключается в оптимизации соотношения атмосфероохранных расходов и расходов на ремонт основных производственных фондов. Суммарное значение капитальных затрат на снижение выбросов SO_2 и текущих затрат на проведение ремонтов с подавлением выбросов SO_2 постепенно уменьшается (167063,3 тыс. грн. – 159174,23 тыс. грн. – 156604,94 тыс. грн. – 1544772,87 тыс. грн), что свидетельствует об эффективности данных природоохранных мероприятий. Установлено, что

темпы прироста капитальных атмосфероохранных расходов на снижение уровня эмиссии SO_2 приблизительно в 1,7 раз меньше темпов убывания текущих расходов, связанных с ремонтом основных производственных фондов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. *Актуальные* вопросы экономики природопользования: Теоретические и практические аспекты / О.Ф.Балацкий, А.Г.Дегтяренко, О.Н.Дутченко и др.; Под. ред. О.Ф. Балацкого. – Сумы, ОП ВЭО, 1990. – 171 с.
2. *Актуальные* проблемы охраны окружающей среды: экономические аспекты / Н.Г.Чумаченко, Л.А.Белашов, И.А.Жаркова и др.; Под ред. Н.Г.Чумаченко, Л.А.Белашова. – Киев: Наукова думка, 1979. – 320 с.
3. *Александров Г.А., Павлов А.С.* Обновление основных производственных фондов: Интенсификация, эффективность, стимулы. – М.: Экономика, 1984. – 192 с.
4. *Алымов А.Н.* Производительные силы: проблемы развития и размещения. – М.: Экономика, 1981. – 288 с.
5. *Аналитический* обзор научной информации по количественной взаимосвязи содержания SO_2 , CO_2 , NO_x , пыли в атмосфере и скорости коррозии материалов конструкционных элементов зданий и сооружений в промышленности и жилищно-коммунальном хозяйстве. Отчет о НИР. № Э-П-5-79. – Сумы: СФХПИ, 1979. – 259 с.
6. *Антикоррозионная* служба предприятий: Справ. изд. – Степанов И.А., Савельева Н.Я., Фиговский О.Л. – М.: Металлургия, 1987. – 240 с.
7. *Бабушкин В.И.* Защита строительных конструкций от коррозии, старения и износа. – Х.: Вища шк., 1989. – 168с.
8. *Балацкий О.Ф.* Методические вопросы определения ущерба наносимого промышленности загрязнением атмосферы // Научно-технический сборник НИИОГАЗ. – 1974. – №5. – С. 28-30.
9. *Балацкий О.Ф.* Методические вопросы прогнозирования ущерба от загрязнения атмосферы //Сб. научных трудов АН СССР. Экономическая оценка и рациональное использование природных ресурсов. – Москва. –

1975. – С. 62-72.

10. *Балацкий О.Ф.* Теория и практика оценки экономического ущерба на Украине// Вісник Сумського державного університету. – 1994. – № 1. – С. 138-145.

11. *Балацкий О.Ф.* Цена воздуха // ЭКО. Новосибирск: Наука. Сибирское отделение. – №2. – 1974. – С. 98-107.

12. *Балацкий О.Ф.* Экономика защиты воздушного бассейна. – Харьков: Вища школа, Изд-во Харьковского университета, 1976. – 100 с.

13. *Балацкий О.Ф.* Экономика чистого воздуха. – К.: Наукова думка, 1979. – 296 с.

14. *Балацкий О.Ф., Мельник Л.Г., Яковлев А.Ф.* Экономика и качество окружающей природной среды. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 190 с.

15. *Бибчук Б.Ц., Варламова О.С., Гусев А.А.* Вопросы эколого-экономического обоснования стратегий НТП в области природопользования // Экономика и математические методы. – 1991. – Том 27, Выпуск 5. – С. 904-916.

16. *Белоглазов И.Н., Муравьев А.И.* Интенсификация и повышение эффективности химико-технологических процессов. – Л.: Химия, 1988. – 206 с.

17. *Берукишис Г.К., Кларк Г.Б.* Коррозионная устойчивость металлов и металлических покрытий в атмосферных условиях. – М.: Наука, 1971. – 159 с.

18. *Бобылев С. Н., Ходжаев А.Ш.* Экономика природопользования. М., 1997. – 324 с.

19. *Бойко М.Д.* Техническое обслуживание и ремонт зданий и сооружений. Учебное пособие для вузов. – Л.: Стройиздат, Ленинградское отделение, 1986. – 256 с.

20. *Большой экономический словарь/ Под ред. А.Н. Азрилияна.* – М.: Фонд "Правовая культура", 1994. – 342 с.

21. *Боронос В.Н.* Качество атмосферного воздуха и экономические

проблемы его стандартизации / Тезисы докл. Всесоюзн. семинара “Стандартизация на защите воздушного бассейна промышленных центров” (1-5 декабря 1980 г., г. Москва). – М.: ВНИИ Стандартизации, 1980. – С. 98-102.

22. *Буркинский Б.В., Степанов В.М., Харичков С. К.* Природопользование: основы экономико-экологической теории. – Одесса: ИПРЭЭИ НАН Украины, 1999. – 350 с.

23. *Быстряков И.К.* Эколого-экономические проблемы развития производительных сил (теоретические и методологические аспекты). – К.: ООО “Международное финансовое агентство”, 1997. – 256 с.

24. *Варанкин В.В.* Методические вопросы региональной оценки природных ресурсов. – М.: Наука, 1974. – 240 с.

25. *Вейхер А.А.* Виды экономических событий, связанных с изменением природной среды // Экономические проблемы управления качеством городской среды: Тез. докл. Всесоюзн. совещ., 2-3 декабря 1976 г. – М., 1976. – С. 154-157.

26. *Веклич О.А.* Эколого-экономические противоречия. – К.: Наукова думка, 1991. – 246 с.

27. *Веклич О.О.* Економічний механізм природокористування: аналіз дієвості // Вісник НАН України, 2001, №8. – С. 35-42

28. *Вернадский В.И.* Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. – М.: Наука, 1965. – 173 с.

29. *Визначення розмірів економічних збитків від забруднення навколишнього природного середовища та їх питомої ваги відносно валового національного продукту та національного доходу України: Звіт про НДР.* – Суми, Сум. обл. правління Союзу економістів Укр., 1993. – 262 с.

30. *Вишнев С. М.* Основы комплексного прогнозирования. – М.: Наука. 1977. – 287с.

31. *Войцеховская В., Оксанич А., Крайник О.* Экономические вопросы защиты металлов от коррозии // Экономика Советской Украины. – 1988. –

№9. – С. 63-65.

32. *Волошин В.С., Семененко П.М.* Методы управления ресурсопотоками в экологических циклах. – Донецк: Донеччина, 1997. – 72 с.

33. *Вольвач Ф., Сахаев В.* К вопросу о сущности эколого-экономической системы // Экономика советской Украины. – 1988. – №6. – С. 49-54.

34. *Временная* отраслевая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды. – Москва, 1987 г. – 59 с.

35. *Временная* типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды. – М.: Экономика, 1986. – 96 с.

36. *Гаврилова Ю.Ю.* Экономика природоохранной деятельности и ее моделирование в США // Экономика и математические методы. – 1991. – Том 27, Выпуск 5. – С. 917-926.

37. *Гарбузенко Л.М.* Науково-методичні засади реформування механізму управління екологічною безпекою. //Регіональна економіка. – 1998. – №2. – С. 24-28.

38. *Гатовский Л.М.* Экономические вопросы ускорения научно-технического прогресса // Вопросы экономики. – 1985. – №2. – С. 3-14.

39. *Герасимчук З.* Наукові засади дослідження екологічної безпеки як фактора сталого розвитку // Економіка України. –2000. – №11. – С. 63-68.

40. *Гересимович В.Н., Голуб А.А.* Методология экономической оценки природных ресурсов. – М.: Наука, 1988. – 144 с.

41. *Гирусов Э.В., Бобылев С. Н., Новоселов А.Л., Чепурных Н.В.* Экология и экономика природопользования. – М.: Издательство “ЮНИТИ”, 1998. – 455 с.

42. *Глівенко С. В., Соколов М.О., Теліженко О.М.* Економічне прогнозування: Навчальний посібник. – 2-ге вид., перероб та доп. – Суми:

Видавництво «Університетська книга», 2001. – 207с.

43. *Голуб А.А., Струкова Е.Б.* Экономические методы управления природопользованием. – М.: Наука, 1993. – 136 с.

44. *Голубев А.И., Кадыров М.Х.* Прогнозирование коррозии металлов в атмосферных условиях. – М.: ГОСИНТИ, 1967. – 22 с.

45. *ГОСТ 9.039 – 74.* Коррозионная агрессивность атмосферы. – М.: Издательство стандартов, 1986. – 25 с.

46. *ГОСТ 9.040 – 74.* Металлы и сплавы. Расчетно-экспериментальный метод ускоренного определения коррозионных потерь в атмосферных условиях. – М.: Издательство стандартов, 1988. – 13 с.

47. *Гофман К.Г.* Экономическая оценка природных ресурсов в условиях социалистической экономики. – М.: Наука, 1977. – 236 с.

48. *Гофман К.Г., Гусев А.А.* Экологические издержки и концепция экономического оптимума качества окружающей природной среды // Экономика и математические методы. – 1981. – Том XVII, Выпуск 3. – С. 547 – 553.

49. *Григорьев В.В.* Оценка и переоценка основных фондов: Учебно-практическое пособие. – М.: Инфра-М, 1997. – 320 с.

50. *Гримме Д., Ван Этерна К.А., Печке М., Швенке В.* Атмосферная коррозия в промышленном и гражданском строительстве // Сб. докладов. Пер. с нем. Под ред. Фокина М.Н. – М.: Металлургия, 1981. – 184 с.

51. *Гринів Л.С.* Екологічно збалансована економіка: проблеми теорії: Монографія. – Львів: ЛНУ ім. І.Франка, 2001. – 240 с.

52. *Гродзинський М.Д.* Стійкість геосистем до антропогенних навантажень. – К.: Лікей, 1995. – 233с.

53. *Гусев А.А.* Экономический ущерб от загрязнения атмосферы и его учет в народнохозяйственном планировании и управлении // Охрана окружающей среды (модели управления чистотой природной среды). – М.: Экономика, 1977. – С. 53-81.

54. *Гусев А.А., Варламова О.С.* Макроэкономический анализ эколого-

экономических процессов // Экономика и математические методы. – 1986. – Том XXII, Выпуск 2. – С. 189-196.

55. *Данилишин Б.* Сучасні тенденції регулювання процесів природокористування в Україні // Економіка України. – 1994. – №11. – С. 59-62.

56. *Долгих Я.В.* Совершенствование управления природопользованием путем экологической амортизации: Дис. канд. экон. наук: 08.08.01. – Сумы, СумГУ, 2000. – 229 с.

57. *Дороненков И.М.* Защита промышленных зданий и сооружений от коррозии в химических производствах. – М.: Химия, 1969. – 260 с.

58. *Дорошенко А.С.* Методические проблемы регулирования природоохранной деятельности. // Экономика Украины. – 1994. – №1.

59. *Дорошенко Л., Тищенко О.* Методологічні проблеми регіональної природоохоронної діяльності // Економіка України. – 1996. – №1. – С. 63-69.

60. *Древаль О. Ю.* Общие вопросы оценки потерь от коррозии основных фондов // Вісник Сумського державного університету. Серія Економіка. – 2001. – №6 (27) – 7 (28). – С. 208-211.

61. *Древаль О. Ю.* Методические подходы к оценке коррозионных потерь конструктивных элементов основных фондов // Вісник Сумського державного університету. Серія Економіка. – 2002. – №7 (40). – С. 104-110.

62. *Древаль О. Ю.* Методические подходы к определению коррозионных потерь элементов конструкций основных фондов // Вісник Сумського державного університету. Серія Економіка. – 2003. – №5 (51). – С. 89-92.

63. *Древаль О. Ю.* Подходы к определению прямых и косвенных коррозионных потерь // Вісник Сумського державного університету. Серія Економіка. – 2003. – №6 (52). – С. 99-101.

64. *Древаль О. Ю.* Подходы к оценке коррозионных потерь конструктивных элементов основных фондов // Тези доповідей Першої щорічної Всеукраїнської наук. конф. "Екологічний менеджмент у загальній

системі управління". – Суми: Вид-во СумДУ, 2002. – С. 110-111.

65. *Древаль О. Ю.* Роль коррозионных потерь в экономике государства // Тези доповідей Другої щорічної Всеукраїнської наук. конф. "Екологічний менеджмент у загальній системі управління". – Суми: Вид-во СумДУ, 2003. – С. 110-112.

66. *Древаль О. Ю.* Прямые и косвенные коррозионные потери // Тези доповідей Третьої щорічної Всеукраїнської наук. конф. "Екологічний менеджмент у загальній системі управління". – Суми: Вид-во СумДУ, 2003. – С. 86-88.

67. *Древаль О. Ю.* Зарубежный опыт формирования научных подходов к оценке коррозионных затрат // Тези доповідей П'ятої щорічної Всеукраїнської наук. конф. "Екологічний менеджмент у загальній системі управління". – Суми: Вид-во СумДУ, 2005. – С. 69-72.

68. *Древаль О. Ю.* Актуальные вопросы определения эффективных сроков обновления основных производственных фондов // Матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. "Дні науки 2005". – Том 6. Економіка підприємства та промисловості. – Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2005. – С. 97-98.

69. *Dreval O.* The Air Pollution and Economic Impact of Corrosion // Матеріали XI Міжнародної студентської конференції "Економіка для екології". – Суми, 2005. – С. 44-46.

70. *Думанов А., Потравный И.* Экологические затраты: проблемы сопоставления и анализа // Вопросы экономики. – 1999. – №6. – С. 58-64.

71. *Емельянов А.С., Беседин В.Ф., Бондарь И.К.* Прогнозирование показателей с помощью моделей. – К.: Наукова думка, 1984. – 316 с.

72. *Ендрес А.* Економіка навколишнього середовища. Вступ / Пер. з нім. – К.: Либідь, 1995. – 168 с.

73. *Жолодковский О.И., Лебедев Ю.А.* Бой с пожирателями металла. – М.: Знание (Наука и прогресс), 1984. – 144 с.

74. *Жук Н.П.* Курс теории коррозии и защиты металлов. – М.:

Металлургия, 1976. – 472с.

75. Закон України "Про охорону навколишнього природного середовища // Урядовий кур'єр. – 1993. – №18.

76. Залудяк М.І., Ланечук П.І. Соціально-економічні аспекти управління природокористуванням. –Суми: Козацький вал. 1997. –36с.

77. Защита атмосферы от промышленных загрязнений: Справ. изд.: В 2-х ч. Ч.2. пер. с англ./ Под ред. Калверта С., Инглунда Г.М. – М.: Metallurgia, 1987. – 712 с.

78. Защита от коррозии, старения и биоповреждений машин, оборудования и сооружений: Справочник. В 2т. Т.1./Под ред. А.А. Герасименко. – М.: Машиностроение, 1987. – 688с.

79. Защита строительных конструкций промышленных зданий от коррозии/ Под ред. Ф.М. Иванова, Ю.А. Савиной. – М.: Стройиздат, 1973. – 174 с.

80. Информационно-методические аспекты оптимизации снижения выбросов сернистого газа на Европейской территории бывшего СССР/ Отчет о НИР (заключительный). – Сумы: Сумский физико-технологический институт, 1993. – 34 с.

81. Калина А.В., Конева М.И., Яценко В.А. Современный экономический анализ и прогнозирование/ учеб.-метод. пособие. – К.: МАУП, 1997. – 272с.

82. Каплан Е.Л., Литовка О.П., Новиков Э.А. Социально-экономические аспекты рационального природопользования в регионе. – Л.: Наука, 1989. – 126 с.

83. Кашенко О.Л. Фінансово-економічні основи природокористування. – К.: Вища школа, 1999. – 295с.

84. Кислый В.Н., Латин Е.В., Трофименко Н.А. Экологизация управления предприятием. – Сумы: ВТД “Университетская книга”, 2002. –232 с.

85. Ковалев А.П. Оценка стоимости активной части основных фондов. – М.: Финстатинформ, 1997. – 175 с.

86. *Козьменко С. Н.* Экономика катастроф (инвестиционные аспекты). – К.: Наукова думка, 1997. – 203 с.
87. *Колотило Д.М.* Екологія і економіка. Учебное пособие. – К.: КНЭУ, 1999. – 368с.
88. *Колотыркин В. И., Янов Л. А., Княжева В. М.* Высокоэнергетические способы обработки поверхности для защиты металлов от коррозии // Коррозия и защита от коррозии (Итоги науки и техники ВИНТИ АН СССР), 1986. – № 12. – С. 185-259.
89. *Копищева Н.* Инвестиции в региональное экологическое развитие // Экономика природопользования: Учебник. – К.: Наук. Думка, 1998. – С. 141-142.
90. *Кравцов В.* Современные научные подходы к окружающей среде и социально-экономическому развитию // Экономика природопользования / Под ред. Л. Хенса, Л. Мельника, Э. Буна – К.: Наукова думка, 1998. – 172 с.
91. *Кулинич С.В., Ткачук О.Я.* Способы очистки газовых выбросов предприятий от диоксидов серы. – К.: УкрНИИНТИ, 1990. – 20 с.
92. *Кузнецов И.Е., Троицкая Т.М.* Защита воздушного бассейна от загрязнения вредными веществами химических предприятий. – М.: Химия, 1979. – 344с.
93. *Лебединський И.Л.* Основные производственные фонды промышленности. Справочное пособие. – Л.: Лениздат, 1979. – 264 с.
94. *Леонтьев В.* Экономические эссе. Теории, исследования, факты и политика: Пер. с англ. – М.: Политиздат, 1990. – 450 с.
95. *Лукьянчиков Н.Н., Потравный И.М.* Экономика и организация природопользования. – М.: Тройка, 2000. – 456 с.
96. *Ляпина А.А.* О некоторых вопросах моделирования экономических процессов с учетом экологических проблем // Вестник Московского университета, 1994. №3. –С. 71–79.
97. *Мамедов Н.М.* Экология и техника (проблемы оптимальной ориентации развития техники). – М.: Знание, 1988. – 64 с.

98. *Материалы* вариантной проработки применения облегченного покрытия или возможности эксплуатации склада комовой серы ОЦСК -1 с частичными или полностью демонтированными конструкциями покрытия.– Сумы: Научно-исследовательский институт “Гипрохим”, 1998. – 147 с.

99. *Мельник Л.Г.* Вопросы прогнозирования ущерба народному хозяйству от загрязнения атмосферы на длительный период // Сб. АН СССР ЦЭМИ. Экономическая оценка и рациональное использование природных ресурсов. – Москва. – 1973. – С. 66-68.

100. *Мельник Л.Г.* Оценка экологической составляющей общественно необходимых затрат // Экономика Сов. Украины. – 1985. – № 6. – С. 50-56.

101. *Мельник Л.Г.* Учет экологических показателей при решении хозяйственных задач // Экономич. науки. – 1983. – № 2. – С. 58-63.

102. *Мельник Л.Г.* Экологическая экономика. – Сумы: Издательство “Университетская книга”, 2001. – 350 с.

103. *Мельник Л.Г.* Экономика развития. – Сумы: Издательство “Университетская книга”, 2000. – 450 с.

104. *Мельник Л.Г.* Экономические проблемы воспроизводства природной среды. Харьков: Вища школа, Изд-во Харьк. университета, 1988. – 160 с.

105. *Методика* расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД–86 Госкомгидромет. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 94 с.

106. *Методические* основы определения экономического ущерба от преждевременного износа основных фондов. Отчет Кот А.И. – Сумы: СФХПИ, 1982. – 197 с.

107. *Мицу А.А.* Экономическая оценка естественных ресурсов. – М.: Мысль, 1972. – 326 с.

108. *Михайловский Ю.Н.* Атмосферная коррозия металлов и методы их защиты. – М.: Металлургия, 1989. – 103 с.

109. *Мишенин Е.В.* Методологические проблемы формирования хозяйственного экономического механизма экологизации промышленного

производства и природопользования в условиях переходной экономики Украины // *Екологічна економіка управління*. Т. 2. Економіка для екології. – Сумы: ВВП “Мрія - 1” ЛТД, 1997. – С. 28-43.

110. *Народне господарство України у 1993 році: Стат. щорічник*. – К.: Техніка, 1994. – 494 с.

111. *Нестеров П.М., Нестеров А.П.* Экономика природопользования и рынок: Учебник для вузов. – М.: Закон и право, ЮНИТИ, 1997.– 413 с.

112. *Нестеров П.М.* Экономика природопользования. – М.: Высш. школа, 1984. –256 с.

113. *Новиков Р.А., Жирицкий А.К., Маркушина В.И., Перелет Р.А.* Глобальная экологическая проблема / Отв. Ред. Г.И. Морозов и Р.А.Новиков. – М.: Мысль, 1988. – 206 с.

114. *Окружающая среда между прошлым и будущим: Мир и Россия (Опыт эколого-экономического анализа) // Зеленый мир*. – 1994. №23.

115. *Олдак П.Г.* Современное производство и окружающая среды. Новосибирск, Наука – 1979.

116. *Определение зависимости между ущербом, наносимым народному хозяйству вредными выбросами и затратами на оздоровление воздушного бассейна в условиях Ждановского металлургического района. Отчет по НИР*. – Сумы-Харьков,СФХПИ. – 1972. – 160 с.

117. *Охорона атмосферного повітря в Україні у 1992 році: Статистичний бюлетень*. К.: Мінстат України, 1993. – 373 с.

118. *Охорона навколишнього середовища та використання природних ресурсів України: Статистичний збірник за 1998 р.* – К.: Держкомстат України, 1999. – 259 с.

119. *Оценка последствий чрезвычайных ситуаций / Г.Л. Кофф, А.А. Гусев, Ю.Л. Воробьев, С. Н. Козьменко*. – М.: Изд. Полиграф. Комплекс РЭФИА, 1997. – 364 с.

120. *Планирование атмосфероохранных мероприятий г. Норильска. Размещение новых предприятий в Норильском промышленном районе с*

учетом величины экономического ущерба от загрязнения. Отчет о НИР. № Э-П-19-79. – Сумы: СФХПИ, 1981. – 129 с.

121. *Положение* о проведении планово-предупредительного ремонта производственных зданий и сооружений. – М.: Стройиздат, 1974 – 64 с.

122. *Помазан О.К., Попов Ю.Н., Симонов В.В.* Коррозия – враг металла. – Донецк: Донбас, 1983. – 126 с.

123. *Пособие* по проектированию защиты от коррозии бетонных и железобетонных строительных конструкций (к СнИП 2.03.11-85). – М.: Стройиздат, 1989. – 175 с.

124. *Природоохранная и ресурсосберегающая деятельность на промышленных предприятиях/* О.Ф. Балацкий, А.Ю. Жулавский, Б.А. Семененко, Н.В. Ярош; Под ред. О.Ф. Балацкого// Сер.: Охрана природы и воспроизводство природных ресурсов. Т. 28. – М., ВИНТИ, 1990. – 179 с.

125. *Природоохранное законодательство США и анализ затрат и выгод // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов.* – М.: ВИНТИ, 1982. – С. 69-74.

126. *Прокопишин А.П.* Капитальный ремонт зданий: Справочник инженера-сметчика. В 2-х т. Т.1. – М.: Стройиздат, 1991. – 463 с.

127. *Разработки, согласования и утверждения проектно-сметной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений.* – М., ЦНИИпроект, 1988. – 187 с.

128. *Рекомендации по учету и отчетности о потерях от коррозии и затратах на противокоррозионную защиту на предприятиях стройиндустрии и в строительных организациях/ НИИЖБ.* – М.: Стройиздат, 1984. – 41с.

129. *Руководство по определению экономической эффективности повышения качества и долговечности строительных конструкций.* – М.: Стройиздат, 1981. – 56 с.

130. *Семененко Б.А.* О совершенствовании системы нормирования промышленных выбросов в атмосферу // Экономика Украины. – 1995. – № 7. – С. 62-66.

131. Семененко Б.А. Определение уровня загрязнения атмосферы выбросами конкретного предприятия в условиях многоотраслевого промышленного центра // Проблемы контроля и защита атмосферы от загрязнения: Респ. межвед. сб. науч. трудов. – Киев: Наукова думка, 1988. – Вып.14. – С. 33-38.

132. Семененко Б.А. Оценка и исследование видовой структуры экономического ущерба по величине приземной концентрации примесей // Актуальные проблемы защиты окружающей среды и охраны труда: Труды НПО "Союзстромэкология". Новороссийск, 1988. – С. 13-20.

133. Семененко Б.А. Оценка размеров компенсации ущерба государству, причиненного аварийным выбросом в атмосферу // Труды I Всерос. конф. "Теория и практика экологического страхования". – М., 1995. – С. 89-97.

134. Семененко Б.А., Маяровский В.Л. Индексация экономического ущерба и платежей за загрязнение воздушного бассейна // Тез. докл. Респ. науч.-практ. конф. "Социально-экономическое развитие и экология" 19-21 мая 1992 г. – Сумы, 1992. – С. 118-122.

135. Семененко Б.А., Семененко А.А. Экспресс-оценка экономического ущерба от загрязнения атмосферы // Материалы междунар. науч.-практ. конф. "Управление природопользованием в регионе" 17-19 мая 1994 г. – Сумы, 1994. – С. 87-89.

136. Семененко Б.А., Телиженко А.М. Методические принципы оценки экономического ущерба основным фондам промышленности в результате загрязнения атмосферы / Труды НПО "Союзстромэкология". Совершенствование защиты окружающей среды, охраны труда и социальной эффективности строительных материалов. – Новороссийск: НПО "Союзстромэкология", 1989. – С. 32-40.

137. СНиП 2.01.01 – 82. Строительная климатология и геофизика / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1983. – 136 с.

138. СНиП 2.03.11 – 85. Защита строительных конструкций от коррозии / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1985. – 45 с.

139. *Советский энциклопедический словарь* / Гл. ред. А.М. Прохоров. – М.: Сов. энциклопедия, 1982. – 1600 с.
140. *Справочник по климату СССР*, вып. 10, ч. IV. Отв. ред. Л.И. Мисюра – Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1969. – 969 с.
141. *Статистика охраны окружающей среды*/ Трудова М.Г., Романова Г.И.; Под ред. Трудовой М.Г., – М.: Финансы и статистика, 1987Г – 341 с.
142. *Статистичний збірник “Довкілля України” за 1999 р./* Державний комітет статистики України. – К., 2000. – 243 с.
143. *Статистичний звіт "Охорона навколишнього середовища та використання природних ресурсів України"* / Мінстат, – Київ, 1994, – 133 с.
144. *Статистичний щорічник України за 1999 рік.* – К.: Техніка, 2000. – С. 490
145. *Степанов И.А., Савельева Н.Я., Фиговский О.Л.* Анतिकоррозийная служба предприятий: Справочное издание. – М.: Металлургия, 1987. – 240 с.
146. *Степин В.В.* Экономические основы природопользования. – М.: Лесная промышленность, 1982. – 152 с.
147. *Страны и народы.* Научн.-попул. геогр.-этногр. изд. в 20-ти т. Земля и человечество. Общий обзор / Ред-кол. Отв. ред. С. И. Бруки, В.В. Покшишевский. – М.: Мысль, 1978. – 351 с.
148. *Тархов П.В., Семененко Б.А.* Некоторые принципиальные вопросы оценки экономического ущерба от загрязнения атмосферы // Проблемы контроля и защиты атмосферы от загрязнения. – 1990. – Вып. 16. – С. 82-88.
149. *Телиженко А.М.* Экономика чистого воздуха: международное управление. –Сумы: ИТД “Университетская книга”, 2001. –326 с.
150. *Телиженко А.М., Древаль О.Ю.* Методические подходы к определению влияния уровня загрязнения окружающей среды на износ и ремонт основных производственных фондов// Вісник Сумського державного університету. Серія Економіка. – 2005. – №10 (82). – С. 108-113.
151. *Телиженко А.М., Семененко Б.А., Олейник В.М., Кваснин В.А.*

Моделирование уровня зависимости атмосфероохранных затрат от уровня подавления выбросов// Труды 13-ой ежегодной научно практической конференции "Актуальные проблемы экономики природопользования". – Сумы, 1996. – С. 60-66.

152. *Тенденції української економіки: Місячний бюлетень. Жовтень 1995.* – К., Мінекономіки Укр., 1995. – 57 с.

153. *Теоретические и методологические основы экономической оценки ресурсного потенциала территории: Отчет о НИР/ Сумський державний університет; № ГР 0100U3225.* – Сумы, 2002. – 94 с.

154. *Тимонин В.А.* Экологические аспекты коррозионной проблемы // *Коррозия: материалы, защита.* – 2004. – №1. – С. 2-3.

155. *Типовая методика определения экономической эффективности и экономического стимулирования осуществления природоохранных мероприятий и экономической оценки ущерба от загрязнения окружающей среды (проект).* – М., ЦЭМИ АН СССР, 1987. – 74 с.

156. *Тлумачний російсько-українсько-англійський словник із протикорозійного захисту газопроводів / Основні терміни: близько 2800 термінів.* За заг. ред. А.А. Рудника. – Х.: 2000. – 616 с.

157. *Томашов Н.Д.* Теория коррозии и защиты металлов. – М.: Изд-во АН СССР, 1960. – 591 с.

158. *Трегобчук В.* Экология, научно-технический прогресс и рынок // *Экономика Украины.* – 1993. – №2. – С. 13-23.

159. *Тульчинский А.С.* Техническая эксплуатация промышленных зданий. – К.: Будівельник, 1969. – 116с.

160. *Україна у цифрах у 1994 році: Корот. стат. довідник.* – К.: Техніка, 1995. – 207 с.

161. *Улиг Г.Г., Ревы Р.У.* Коррозия и борьба с ней. Введение в коррозионную науку и технику: Пер. с англ. / Под ред. А.М. Сухотина. – Л.: Химия, 1989. – Пер. изд., США, 1985. – 456с.

162. *Устименко В.А., Телиженко А.М.* Планирование

атмосфероохранной деятельности отрасли на региональном уровне // Химическая технология. – 1989. – №5. – С. 76-80.

163. *Фелленберг Г.* Загрязнение природной среды. Введение в экологическую химию: Пер. с нем. – М.: Мир, 1997. – 232 с.

164. *Фидатов Л.Г., Царенко А.М.* Основы экологического материаловедения (теория и практика). – Сумы: ИПП «Мрія-1», 2000. – 532 с.

165. *Халдеев В.Т.* Расчет ущерба, наносимого сельскому хозяйству выбросами в атмосферу химическим комбинатом // Растения и промышленная среда. – К.: Наукова думка. – 1971. – С. 116-120.

166. *Хачатуров Т.С.* Экономика природопользования. – М.: Экономика, 1982. – 256 с.

167. *Ціни у будівництві: Інформаційний довідник.* Вип. 3., III кв. 1995 р. – К., Мінстат України, 1995. – 56 с.

168. *Цимбалюк С.* Интегральная оценка доли предприятий в загрязнении атмосферного воздуха: прогнозные расчеты // Экономика Украины. – 1999. – № 11. – С. 65-70.

169. *Цыганков А.П., Балацкий О.Ф., Сеник В.И.* Технический прогресс – химия, окружающая среда. – М.: Изд-во «Химия», 1979. – 296 с.

170. *Чепурных Н.В., Новоселов А.Л., Дунаевский Л.В.* Экономика природопользования: эффективность, ущербы, риски. – М.: Наука, 1998. – 253 с.

171. *Шевяков В.П.* Проектирование защиты строительных конструкций химических предприятий от коррозии. – М.: Стройиздат, 1984. – 168с.

172. *Экология и экономика: Справочник / О.Ф.Балацкий, П.Г.Вакулук, В.М.Власенко и др.; Под. ред. К.М.Сытника.* – К.: Политиздат Украины, 1986. – 308 с.

173. Эколого-экономические ограничения развития теплоэнергетического комплекса Украины: Отчет о НИР/ Сумский государственный университет; № ГР 0103U000764. – Сумы, 2003. – 216 с.

174. *Экономика природопользования*. Под редакцией академика Т.С. Хачатурова. – М.: Изд. МГУ, 1991. – 271 с.

175. *Экономика природопользования: Учеб. пособие*/ Л.С. Гранич, И.А. Панкратова, Н.М. Степченкова. В.В. Арсенов. – Саратов, 1994. – 426 с.

176. *Экономика природопользования: Учебник*/ Хенс Л., Мельник Л.Г., Бун З, Кен и др. / Под ред. Л. Хенса, Л.Г. Мельника, З. Бена. – К: Наук. Думка, 1998. – С. 335-347.

177. *Экономический механизм экологизации производства*. /Е.В.Мишенин, Б.А. Семененко, Н.В. Мишенина. – Сумы: ИПП “Мрия-1” ЛТД, 1996. – 140 с.

178. *Эндрэс А.* Экономика окружающей среды.– К.: Либідь, 1995. – 168 с.

179. *1997 Petrochemical Manufacturing, 1997 Economic Census*, U.S. Department of Commerce, November 1997.

180. *B.W. Cherry and B.S. Skerry*, Corrosion in Australia – The Report of the Australian National Center for Corrosion Prevention and Control Feasibility Study, 1983.

181. *Economic effects of Metallic Corrosion in the United States*. US Dept. Commer., Nat. Bur. Standard., Spec. Publ. N 511/1. March 1978.

182. *F. Ali-Kharafi, A. Al-Hashem, and F. Martrouk*, Economic Effects of Metallic Corrosion in the State of Kuwait, Final Report No. 4761, KIRS Publications, December 1995.

183. *H.H. Uhlig* “The Cost of Corrosion to the United States”. Corrosion, Vol. 6, p. 29. – 1950.

184. *Report of the Committee on Corrosion and Protection – A Survey of Corrosion Protection in the United Kingdom*, Chairman T.P. Hoar, 1971.

185. *Report of the Committee on Corrosion and Protection – A Survey of the Cost of Corrosion to Japan*, Japan Society of Corrosion Engineering and Japan Association of Corrosion Control, Chairman G. Okamoto, 1977.

186. *www.corrosion-club.com*

Приложение А

Таблица А.1

Ежегодные коррозионные затраты химической промышленности в США, 1997 [179]

Отрасли химической промышленности	Количество предприятий	Количество работающих	Объем производства, млн. дол./год	Удельный вес, %	Общие капитальные затраты, млн. дол./год	Материальные затраты, млн. дол./год		Коррозионные затраты, млн. дол./год	
						Нижний предел: 20% от капитальных затрат	Верхний предел: 40% от капитальных затрат	Нижний предел: 20% от материальных затрат	Верхний предел: 30% от материальных затрат
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Производство неорганических красок и пигментов	74	8608	3734	1,30	212	42	85	8	25
Производство синтетических органических красок и пигментов	112	8314	2530	0,88	119	24	48	5	14
Производство щелочей и хлора	39	4859	2645	0,92	284	57	114	11	34
Производство сажи	22	1769	990	0,34	89	18	36	4	11
Другие производства основной неорганической химии	638	53419	17255	5,99	839	168	336	34	101
Производство резины и целлюлозы	63	2267	815	0,28	33	7	13	1	4
Производство промежуточного сырья	50	8020	5975	2,08	651	130	260	26	78
Производство этилового спирта	38	1756	1230	0,43	34	7	14	1	4
Другие производства основной органической химии	676	89261	53542	18,60	3787	757	1515	151	454
Производство пластмасс и смолы	532	61035	44574	15,48	2920	584	1168	117	350
Производство синтетической резины	143	12009	6060	2,11	391	78	156	16	47
Производство органических целлюлозных волокон	6	4802	1097	0,38	47	9	19	2	6

Продолжение табл. А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Производство нецеллюлозных органических волокон	100	37085	11912	4,14	595	119	238	24	71
Производство азотных удобрений	143	5483	3764	1,31	574	115	230	23	69
Производство фосфатных удобрений	61	8878	5749	2,00	248	50	99	10	30
Производство комплексных удобрений	445	8712	3314	1,15	71	14	28	3	9
Производство пестицидов и другой сельскохозяйственной химии	260	13994	11420	3,97	437	87	175	17	52
Производство красок и других покрытий	1495	53091	19175	6,66	415	83	166	17	50
Производство клеящих веществ	692	21737	7330	2,55	241	48	96	10	29
Производство мыла и других моющих средств	807	31158	17811	6,19	465	93	186	19	56
Производство полироли и других чистящих товаров	728	21989	8369	2,91	154	31	62	6	18
Производство поверхностно активных веществ	211	9471	6992	2,43	289	58	116	12	35
Производство косметических средств	729	63816	24334	8,45	577	115	231	23	69
Производство типографских и прочих красок , порошков для печати	565	13026	4140	1,44	90	18	36	4	11
Производство взрывчатых веществ	101	7770	1318	0,46	34	7	14	1	4
Производство смолы	832	27573	7800	2,71	285	57	114	11	34
Производство кино- и фото- пленки, бумаги, и др.	310	39032	12829	4,46	567	113	227	23	68
Производство других химических продуктов	1149	35897	1149	0,4	613	123	245	25	74
Всего	11021	654831	287853	100	15061	3012	6027	604	1807

Приложение Б

Расчет натуральных коррозионных потерь

Для расчета натуральных коррозионных потерь используем данные полученные на предприятии химической промышленности Сумской области ОАО «Сумыхимпром». Цех СКЦ-4 эксплуатируется с 1972 года. В 1986 г был произведен капремонт зданий и сооружений, произведена химзащита металла.

Значения $\tau_{адс}$, $\tau_{фаз}$ определяем по [45]. Продолжительность увлажнения пленками влаги в любом заданном пункте определяют путем расчета. Сначала определяется продолжительность общего увлажнения $\tau_{общ}$. Заданный пункт (г. Сумы) находится между изолиниями 3000 и 3250 ч/г, то значение $\tau_{общ}$ определяется интерполяцией. $\tau_{общ} = 3187,5$ ч/г

Продолжительность увлажнения поверхности фазовой пленкой влаги ($\tau_{фаз}$) в ч/г. для заданного пункта эксплуатации определяют по формуле (2.4), при чем A – постоянная, которая определяется по [45], для города Сумы $A=1000$. $\tau_{фаз} = 0,97 \cdot 3187,5 - 1000 = 2092$ ч/г

Продолжительность увлажнения поверхности адсорбционной пленкой влаги $\tau_{адс}$ на открытом воздухе для заданного пункта эксплуатации вычисляют по формуле (2.5) $\tau_{адс} = 3187,5 - 2092 = 1096$ ч/г

Имеется достаточно экспериментальных данных свидетельствующих в пользу того, что потеря металла за период коррозионных испытаний в сельской атмосфере определяется выражением $M = K_{адс}^0 \times \tau_{адс} + K_{фаз}^0 \times \tau_{фаз}$

В условно «чистой» сельской атмосфере фоновая концентрация сернистого газа не превышает 20 мг/м²·сут (0,025 мг/м³). Тогда $K_{адс}^0 = 0,0168$ г/м²·час; $K_{фаз}^0 = 0,1344$ г/м²·час.

Увеличение скорости коррозии (a) показывает, во сколько раз увеличивается скорость коррозии металла при введении в условно чистую атмосферу 1 мг/м³ сернистого газа или при осаждении на поверхность металла 1 мг/м² хлоридов в сутки.

Содержание SO_2 в атмосферном воздухе на территории возле СКЦ-4.

Тогда подставляя наши данные получим:

$$KП_{нат} = [(0,0168 \times 75 \times 1,0) \times 1096 + 0,1344 \times 2092] = 626,4 \text{ г} / \text{м}^2$$

Коррозионные потери за длительное время эксплуатации (в $\text{г}/\text{м}^2$) вычисляются по формуле:

$$M_{\tau} = M \times \tau^n,$$

где M – коррозионные потери за первый год эксплуатации);

τ – время, годы;

n – коэффициент, учитывающий влияние продуктов коррозии.

Значение n для различных металлов и сплавов. В разделе 2.2 приведены значения. Для условий эксплуатации

$$M_{14} = 626,4 \times 14^{0,5} = 6219,1 \text{ г} / \text{м}^2$$

Для перерасчета потери массы металла на проникаемость Π (мм/год) используем следующую формулу:

$$\Pi = \frac{M \times 10^{-3}}{\rho}, \quad (\text{Б.1})$$

где M – скорость коррозии в $\text{г}/\text{м}^2 \cdot \text{год}$

ρ – плотность металла, $\text{г}/\text{см}^3$ (для стали $\rho = 7,87 \text{ г}/\text{см}^3$)

Тогда для первого года эксплуатации: $\Pi = \frac{626,4 \times 10^{-3}}{7,87} = 0,0796 \text{ мм} / \text{год}$, за

период 14 лет $\Pi = \frac{6219,1 \times 10^{-3}}{7,87} = 0,79 \text{ мм} / \text{год}$

Приложение В

Таблица В.1

Примерная периодичность капитального ремонта конструктивных элементов производственных зданий [121]

№ п/п	Наименование конструктивных элементов	Примерная периодичность капитального ремонта в годах для различных условий эксплуатации		
		В нормальных условиях	В агрессивной среде и при переувлажнении	При вибрационных и других динамических нагрузках
1	Фундаменты: железобетонные и бетонные бутовые и кирпичные	50-60 40-50	25-30 20-25	15-20 12-15
2	Колонны: металлические железобетонные кирпичные	50-60 50-60 20-25	40-45 40-45 15-18	40-50 35-40 12-15
3	Фермы: металлические железобетонные деревянные	25-30 20-25 15-20	15-20 15-20 12-15	20-25 15-20 12-15
4	Перекрытия: железобетонные деревянные	20-25 15-20	15-18 12-15	15-20 12-15
5	Кровля: металлическая шиферная рулонная	10-15 15-20 8-10	5-8 15-20 8-10	10-12 12-15 8-10
6	Полы: металлические цементные и бетонные керамические асфальтовые	20-25 5-8 15-20 6-8	- 2-5 12-15 6-8	15-20 4-5 10-12 6-8
7	Проемы: переплеты металлические переплеты деревянные двери ворота	30 15 10 8	20 10 10 8	25 12 10 8
8	Штукатурка фасадов	10	10	6
9	Центральное отопление	15	12	10
10	Вентиляция	10	5	8
11	Водопровод, канализация и горячее водоснабжение	15	12	12
12	Электроосвещение	15	12	12
13	Гидроизоляционные и антикоррозионные окраски	8-10	4-6	6-8

**Примерная периодичность капитального ремонта сооружений
производственного назначения [121]**

Наименование сооружений	Периодичность капитальных ремонтов в годах
I. Водопроводно-канализационные сооружения	
А. Трубопроводы	
Трубопроводы:	
чугунные	20
стальные	15
асбестоцементные	10
Колодцы железобетонные, бетонные и кирпичные	10
Водоразборные колонки	4
Арматура	5
Б. Водозаборы и гидротехнические сооружения	
Плотины, дамбы, каналы	15-25
Водяные скважины	4-5
В. Очистные сооружения водопровода	
Смесители, камеры реакции, отстойники, фильтры	6
Осветители	3
Подземные резервуары и водонапорные башни железобетонные	8
Г. Очистные сооружения канализации	4-6
II. Теплофикация	
Трубопроводы	15
Каналы и камеры	5
Арматура	5
IV. Автомобильные дороги	
А. Земляное полотно	
Водопроводные и дренажные устройства	3-5
Защитные и укрепительные сооружения	4-6
Малые искусственные сооружения каменные и бетонные	15-20
Малые искусственные сооружения деревянные	4-5
Б. Дорожная одежда	
Цементно-бетонные	10-14
Асфальтобетонные	4-8
V. Электрические и телефонные сети	8-12
Эстакады для воздушной прокладки трубопроводов	8-12
Эстакады крановые	10-14
Галереи и эстакады топливоподачи	10-15
Ограждения (заборы) каменные, бетонные и железобетонные	10-14
Дымовые трубы каменные и железобетонные	20-30
Дымовые трубы металлические	10-15
Погрузочно-разгрузочные платформы каменные, бетонные и железобетонные	8-12
Бензоколонки	3

Приложение Д

Таблица Д.1

**Примерные сроки службы (периодичности возобновления)
антикоррозионной защиты поверхностей в зависимости от условий
эксплуатации [123]**

Конструктивные элементы и способы защиты	Сроки службы (лет) при степени агрессивности воздействия среды		
	слабой	средней	сильной
Лакокрасочные покрытия:			
Химические нетрещиностойкие	6	4	3
Химические трещиностойкие	10	7	5
Покрyтия для защиты закладных металлических деталей и стыковых соединений			
Лакокрасочные	6	4	3
Металлические	15	10	8
Комбинированные	20	15	10
Футеровка и облицовка химическими штучными материалами	13	10	8
Пленочные и мастичные (толстослойные) защитные покрытия	12	9	7
Гидроизоляция (рулонная и обмазочная) и штукатурка	7	4	3
Покрyтия полов производственных зданий			
Цементные и бетонные	10	8	4
Асфальтовые и асфальтобетонные	8	5	3
Керамические и клинкерные	15	13	10
Полимернобетонные и полимерные	20	18	15

Приложение Ж

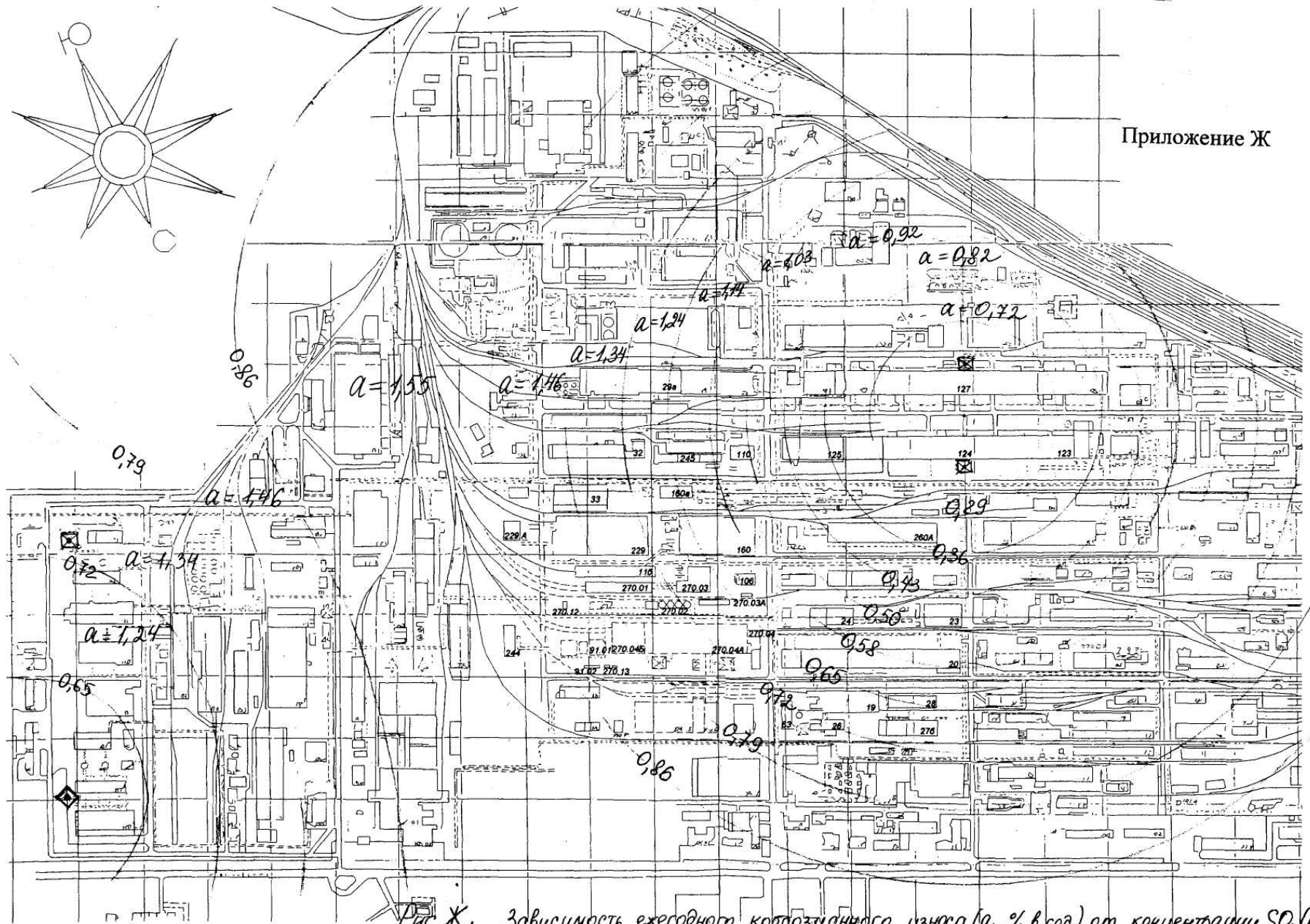


Рис. Ж₁ Зависимость ежегодного коррозионного износа (a , % в год) от концентрации SO_2 (мг/л) на промышленной площадке ОАО «Сумхимпром» (г. Сумы)